فصلنامه علمی‌پژوهشی، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی
سال نهم، شماره سی و سوم (پیاپی ۳۳)، زمستان ۱۳۹۷ (۱۰۸-۹۱)

Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research
Vol. 9, No. 33 (Serial Number 33), January 2019 (91-108)

مقایسه تطبیقی اثر شوک‌های مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا

محمدحسن قزوینیان[۱]، *کامبیز هژبرکیانی[۲]، علی دهقانی[۳]، فاطمه زندی[۴]، خلیل سعیدی[۵]

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
۲. استاد اقتصاد و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
۳. استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
۴. استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
۵. استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

(دریافت: ۱۳۹۷/۲/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱)

Comparative Comparison of the Effects of Shocks in Energy Consumption on CO2 Emissions and Economic Growth in Iran and Selected MENA Countries

Mohammad Hasan Ghazvinian[1], *Kambiz Hozhabr Kiani[2], Ali Dehghani[3], Fatemeh Zandi[4], Khalil Saeedi[5]

1. Ph.D. Student of Economics, Islamic Azad University, Tehran South Branch, Tehran, Iran
2. Professor of Economics and Faculty Member of Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
4. Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
5. Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran

(Received: 19/Dec/2017 **Accepted:** 8/May/2018)

چکیده:

برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در زمینه رشد اقتصادی به عنوان یکی از اهداف کلان اقتصادی، نیازمند توجه ویژه به بخش انرژی، محیط زیست و ارتباط آنها با تولید است. از این‌رو در این مقاله به بررسی اثر شوک‌های مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب منا با استفاده از رهیافت PVAR طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲ و همچنین کشور ایران طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۸۵ با استفاده از روش VAR پرداخته شده است.

نتایج حاکی از آن است که شوک مصرف انرژی به‌طور متناسب ابتدا منجر به افزایش نسبتاً شدید و سپس کاهش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب منا می‌گردد و شوک مصرف انرژی ابتدا انتشار دی اکسید کربن را به‌طور ملایم افزایش داده و پس از آن منجر به کاهش آلودگی در دوره‌های بعدی و حرکت به سمت تعادل بلندمدت می‌گردد. همچنین در اقتصاد ایران یک شوک در مصرف انرژی ابتدا به شدت رشد اقتصادی افزایش یافته، پس از ۴ دوره شروع به کاهش نموده و سرانجام به سمت تعادل بلندمدت اولیه برمی‌گردد. سرانجام با یک شوک در مصرف کل انرژی، انتشار دی اکسید کربن، به‌طور ملایم افزایش یافته و سپس از دوره سوم شروع به کاهش می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: مصرف کل انرژی، انتشار دی اکسیدکربن، رشد اقتصادی، کشورهای منتخب منا، اقتصاد ایران.

طبقه‌بندیJEL: Q43، Q53، Q56.

Abstract:

Planning and policy making in the field of economic growth as one of the major macroeconomic goals requires special attention to the energy sector, the environment and its relation to production. Hence, in this paper, the effects of energy consumption shocks on carbon dioxide emissions and economic growth in selected countries of the MENA have been studied using the PVAR approach as well as Iran using the VAR method, and the results indicate that the energy shocks would initially lead to a relatively high increase and then a decrease in per capita GDP in the selected countries. The energy shock also initially increased carbon dioxide emissions and subsequently reduced pollution in subsequent periods and will move to the balance in long-term; also, in the Iranian economy, a shock to energy consumption first begans to sharply increase in economic growth after four periods, and eventually returns to a long-term equilibrium. Eventually, with a shock in total energy consumption, carbon dioxide emissions are mildly increased and then begin to decrease from the third period. Total energy consumption, foreign direct investment, labor force, and capital stock have a direct and significant relationship with economic growth, but carbon dioxide emissions have a significant negative relationship in Iran's economy.

Keywords: Total Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions, Economic Growth, MENA Countries, Iran's Economy.
JEL: Q43, Q53, Q56.

* **نویسنده مسئول:** کامبیز هژبرکیانی
E-mail: kianikh@yahoo.com

*Corresponding Author: Kambiz Hozhabr Kiani

۱- مقدمه

با افزایش میزان آلاینده‌های جوی و پدید آمدن اثر گلخانه‌ای، میانگین دمای هوا در نتیجه افزایش میزان دی‌اکسید کربن و گازهای گلخانه‌ای، به اندازه چند درجه افزایش خواهد یافت و این افزایش دما، روی آب و هوا، محیط زیست و اکوسیستم‌های مختلف کشورهای جهان تأثیر خواهد گذاشت (تیواری[1]، ۲۰۱۱: ۸۵). افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو بیش از مقدار طبیعی آن باعث گرم شدن هر چه بیشتر آب و هوای کره زمین، از بین رفتن لایه محافظ زمین در مقابل اشعه‌های خطرناک خورشید و به خطر افتادن کل حیات طبیعی می‌شود. اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو بیش از حد طبیعی آن باشد، جو زمین گرم‌تر و گرم‌تر می‌شود و به دنبال آن دمای کره زمین بالا می‌رود بنابراین چالش‌های زیست محیطی به یکی از مهمترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران تبدیل شده است. البته انتشار گازهای گلخانه‌ای تنها نوعی از انتشار آلودگی است و منعکس کننده تمام درجات آلودگی محیط زیست نیست (جیاکسین هه و همکاران[2]، ۲۰۱۴: ۱۳۴۵). انتشار گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است و در طی سه دهه گذشته به‌طور میانگین با نرخ ۱/۶ درصد در سال و انتشار دی اکسید کربن با نرخ ۱/۹ درصد در سال افزایش می‌یابد و در صورت فقدان اقدامات سیاستی روند انتشار این آلودگی‌ها همچنان افزایش خواهد یافت. غلظت دی اکسید کربن اتمسفر تقریباً[3] 100 ppm در سال ۲۰۰۵ رسید. کل دی اکسید کربن معادل غلظت دی اکسید کربن از همه گازهای گلخانه‌ای با عمر طولانی است و در حال حاضر حدود 455 ppm تخمین زده شده است (گزارش پانل بین دولتی تغییرات آب و هوایی[4]، ۲۰۱۶) پیش‌بینی می‌شود در قرن بیست و یکم دمای زمین به‌طور متوسط ۱ تا ۳/۵ درصد افزایش یابد (تیواری، ۲۰۱۱: ۸۵) چگونگی هماهنگ کردن رابطه میان اقتصاد، انرژی و محیط زیست و چگونگی بررسی توسعه و رشد آنها به مسئله مهم برای دولت و دانشگاه برای حل فوری آن تبدیل شده است (زو و همکاران[5]، ۲۰۱۷: ۱)

بررسی اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران نیز با توجه به اتخاذ رویکرد رشد اقتصادی بالا با حفظ محیط زیست، مهم است. لذا، هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر شوک‌های مصرف انرژی بر انتشار دی اکسید کربن (آلودگی محیط زیست) و رشد اقتصادی ایران و کشورهای منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا[6] می‌باشد. در طول سال‌های گذشته، عملکرد رشد ایران و منطقه منا در کل با وجود غنی بودن منابع طبیعی، رضایت‌بخش نبوده و با سایر کشورهای در حال توسعه همخوانی ندارد. در مقایسه با سایر مناطق جهان، نرخ رشد در ایران و کشورهای منا به میزان قابل ملاحظه‌ای پایین‌تر از مناطق فقیرنشین مانند کشورهای جنوب صحرای آفریقا بوده است. این نوسان تنها تا حدی ناشی از بی‌ثباتی سیاسی و اجتماعی، جنگ یا تغییرات قابل توجه در قیمت نفت است. علاوه بر این، این ناحیه به یک فرایند عجیب و غریب در حال توسعه تبدیل می‌شود (آندریانو و همکاران[7]، ۲۰۱۳: ۶۶۹).

این مقاله در ۵ بخش تنظیم شده است بخش اول مقدمه، پس از آن در بخش دوم ادبیات تحقیق شامل مبانی نظری و مروری بر مطالعات انجام شده پیشین و سپس در بخش سوم روش شناسی تحقیق و ارائه مدل و در بخش چهارم نتایج مدل‌ها و تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق و سرانجام در بخش پنجم بحث و جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها خواهد بود.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- مبانی نظری

انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در بحث‌های اقتصاد کلان مطرح است. لذا تولید تابعی از نهاده نیروی کار، سرمایه و انرژی خواهد بود.

$$Q = f(K, L, E)$$

در این رابطه Q محصول ناخالص داخلی، K نهاده سرمایه، L نهاده نیروی کار و E انرژی است. همچنین فرض بر این است که در بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد، به بیان ریاضی:

1. Tiwari (2011)
2. He et al. (2014)
3. Parts Per Million
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (2016)
5. Zuo et al. (2017)
6. Middle East and North Africa
7. Andreano et al. (2013)

$$\frac{\partial Q}{\partial K} \succ 0,\ \frac{\partial Q}{\partial L} \succ 0,\ \frac{\partial Q}{\partial E} \succ 0$$

مصرف انرژی و افزایش کارایی آن در دنیای حاضر فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد؛ به طوری که می‌توان گفت روند شتابان توسعه اقتصادی و صنعتی در دهه‌های اخیر تا حدود زیادی متأثر از این امر است. در نتیجه، تجزیه و تحلیل رفتار مصرف انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

برای نشان دادن رابطه بین متغیرهای تحقیق از تابع تولید کاب- داگلاس استفاده می‌شود که در آن تولید ناخالص داخلی بستگی به مقادیر متغیرهای درون‌زای FDI و انتشار CO2 دارد. در تابع تولید کاب- داگلاس موجودی سرمایه و نیروی کار به عنوان عوامل تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین تولید بستگی به مصرف انرژی نیز دارد و انتشار CO2 هم به‌طور مستقیم وارد تابع تولید کاب داگلاس می‌شود (نظیر مطالعات انور و نقویین[1] ۲۰۱۰: ۵۵۳ و انگ[2] ۲۰۰۸: ۲۷۱).

مطالعات متعددی در زمینه رابطه سه متغیر مصرف انرژی، آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در جهان و همچنین در ایران صورت گرفته است که برخی از این مطالعات به‌طور خلاصه مربوط به سال‌های اخیر در زیر آورده شده است.

۲-۲- پیشینه تحقیق

۲-۲-۱ مطالعات خارجی

آنتوناکاکیس و همکاران[3] در مقاله خود به بررسی مصرف انرژی (به تفکیک حامل‌های انرژی)، آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در ۱۰۶ کشور با درآمد متفاوت با استفاده از مدل PVAR طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که انواع مختلف مصرف حامل‌های انرژی در رشد اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در گروه‌های مختلف کشورها ناهمگن است. علاوه بر این، علّیت بین رشد اقتصادی و مصرف کل انرژی دو طرفه است (آنتوناکاکیس و همکاران، ۲۰۱۵: ۸۰۸).

ماگازینو[4] در مقاله خود تحت عنوان رشد اقتصادی، انتشار CO2، مصرف انرژی در ترکیه و قفقاز جنوبی به بررسی روابط بین ۳ متغیر برای ترکیه و قفقاز با استفاده از روش PVAR طی دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۲ پرداخته است. وی از تکنیک PVAR ۳متغیره استفاده کرده و نتایج تجربی مطالعه وی حاکی از آن است که واکنش انتشار CO2 به مصرف انرژی مثبت و معنی‌دار می‌باشد. علاوه بر این انتشار CO2 با یک وقفه اثر منفی و معنی‌دار روی GDP واقعی دارد و همچنین مصرف انرژی اثر مثبت با وقفه بر رشد اقتصادی دارد (ماگازینو، ۲۰۱۶: ۱۵۳)

کاتسویا[5] در مقاله خود با عنوان انتشار CO2، مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی: شواهدی از کشورهای در حال توسعه، با استفاده از مدل داده‌های پانلی۴۲ کشور در حال توسعه طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۲ به بررسی رابطه بین انتشار دی اکسید کربن، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی پرداختند و نتایج حاکی از آن است که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثر معکوس و مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر اثر مستقیم بر رشد اقتصادی این کشورها در بلندمدت دارد (کاتسویا، ۲۰۱۷: ۱).

زو و همکاران[6] در تحقیقی در مورد توسعه پایدار یک سیستم اقتصاد- انرژی- محیط زیست تحت سیستم پویا: مطالعه موردی ایالات چین، به این نتیجه رسیده است که توسعه بلندمدت در ایالات منتخب چین پایدار نیست اما می‌تواند از طریق تنظیم ساختار انرژی تغییر کند و افزایش در سرمایه‌گذاری در حفاظت از محیط زیست که می‌تواند محیط زیست را بهبود ببخشد کیفیت و تضمین رشد مداوم به جای رشد بیش از حد مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را منجر شود (زو و همکاران، ۲۰۱۷: ۱).

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

پژویان و لشکری‌زاده عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در ۵۶ کشور منتخب با سطوح توسعه یافتگی متفاوت در دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۵ (پانل دیتا) را بررسی کردند. نتیجه مطالعه مشاهده نقش مهم ارتقای سطح تکنولوژی و بهبود شاخص‌های مربوط به اثر سیاسی در کاهش آلاینده‌ها، به رغم تأثیر مثبت رشد اقتصادی بر میزان آلاینده‌ها بود (پژویان و لشکری‌زاده، ۱۳۸۹: ۱۶۹).

مهرآرا و همکاران در مقاله خود تحت عنوان رابطه مصرف انرژی، آلودگی و درآمد: آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس با استفاده از رویکرد مدل‌های رگرسیونی انتقال ملایم داده‌های

1. Anwar & Nguyen (2010)
2. Ang (2008)
3. Antonakakis et al. (2015)
4. Magazzino (2016)
5. Katsuya (2017)
6. Zuo et al. (2017)

تابلویی به بررسی ارتباط بین مصرف سرانه انرژی و درآمد سرانه مبتنی بر فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۸۰ با استفاده از یک مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانل برای ۱۳ کشور عضو اوپک پرداخته است. براساس نتایج بدست آمده فرضیه زیست محیطی کوزنتس تأیید می‌شود (مهرآرا و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۷۱).

کهنسال و شایان مهر در مقاله خود با عنوان آثار متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست: کاربرد الگوی معادلات همزمان فضایی داده‌های تابلویی، به بررسی اثر متقابل میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ پرداخته‌اند. نتایج بیانگر آن است که مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست هر کشور تحت تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست کشورهای مجاور قرار دارد. همچنین بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان بیان کرد یک رابطه علت و معلولی دو طرفه میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست و همچنین میان آلودگی محیط زیست و مصرف انرژی وجود دارد (کهنسال و شایان مهر، ۱۳۹۵: ۱۷۹).

به علت اهمیت موضوع مطالعات بسیاری در مورد بررسی رابطه بین مقدار انتشار CO2 و متغیرهای اقتصادی به ویژه تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در سطح جهانی طی چند دهه اخیر انجام گرفته است، مقاله حاضر مقایسه تطبیقی و وجود روابط علّیت بین متغیرها را علاوه بر بررسی شوک‌ها مورد توجه قرار داده است.

۳- روش شناسی

در این تحقیق برای گردآوری داده‌های مورد نیاز از پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی (WDI)، داده‌های سازمان بین‌المللی انرژی (IEA) و همچنین از داده‌های آماری دنیای انرژی[1] مربوط به سال ۲۰۱۶ استفاده شده است.

تحقیق مورد نظر از نوع توصیفی، تحلیلی و استنتاجی بوده و از مبانی تئوریک و ابزارهای اقتصادسنجی استفاده می‌شود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Stata14.1 و Eviews9 و از مدل اقتصادسنجی خود توضیح برداری مبتنی بر داده‌های پانلی Panel VAR و مدل VAR برای ایران استفاده می‌شود.

۳-۱- مدل Panel VAR

الگوی خود توضیح برداری مبتنی بر داده‌های تابلویی سعی می‌کند تا رفتار یک متغیر را بر اساس مقادیر گذشته آن متغیر و تعدادی از متغیرهای مختلف دیگر به صورت همزمان و در قالب داده‌های تابلویی توضیح دهد. رویکرد Panel VAR توسط لاو و زیچینو در سال ۲۰۰۶ به عنوان جایگزینی برای الگوهای کلان سنجی معرفی گردید. الگوی Panel VAR بر اساس روابط تجربی که بین داده‌های تابلویی نهفته است پایه گذاری شده و به صورت فرم خلاصه شده سیستم معادلات همزمان مد نظر قرار می‌گیرد که هر کدام از متغیرهای درون زا بر روی وقفه‌های خود و وقفه‌های متغیرهای دیگر در سیستم رگرس می‌شود (هالتز و همکاران[2]، ۱۹۸۸: ۱۳۹۵-۱۳۷۱؛ لاو و زیچینو[3]، ۲۰۰۶: ۲۱۰-۱۹۰). در این مدل تابع عکس‌العمل تحریک را برآورد می‌کنند تا به کمک آن رفتار متغیرها را در طول زمان در اثر یک انحراف معیار تغییر در جمله اخلال (تحریک) معادلات مورد بررسی قرار دهند.

۳-۱-۱- توابع واکنش آنی

در مدل‌های VARجهت مطالعه روابط بین متغیرها، اثرات جملات اخلال غیرصفر یا شوک‌های وارده بر سیستم بررسی می‌شود. این نوع تحلیل به عنوان تحلیل واکنش تکانه‌ای شناخته می‌شود که در آن اثرات شوک وارده بر یک متغیر را بر سایر متغیرها بررسی می‌نماید.

۳-۱-۲- تابع تجزیه واریانس

در این تابع، خطای پیش‌بینی شده در ارتباط با هر یک از متغیرهای الگو، و سپس واریانس خطای پیش‌بینی، محاسبه شده و سهم هر یک از متغیرها در توجیه آن مشخص می‌شود. در این روش، سهم تکانه‌های وارد شده به متغیرهای مختلف الگو، در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشخص می‌شود.

1. BP Statistical Review of World Energy

2. Holtz et al. (1988)
3. Love & Ziccino (2006)

۳-۲- مدل‌های مورد استفاده در تحقیق

با توجه به مزایای داده‌های تابلویی و مدل Panel VAR به طور کلی این تحقیق دارای ۲ مرحله است. در مرحله اول با استفاده از مدل Panel VAR و همچنین توابع واکنش آنی مربوط به آن، به بررسی اثر شوک مصرف کل انرژی بر آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی با استفاده از نرم‌افزار Stata14.1 پرداخته شده است (نیروی کار و سرمایه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان متغیرهای کنترل در مدل قرار می‌گیرند).

$$\Delta \ln Y_{it} = \alpha_{1t} + \sum_{l=1}^{m} \beta_{1i,l} \Delta \ln Y_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \gamma_{1i,l} \Delta \ln EC_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_{1i,l} \Delta \ln CO2_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \xi_{1i,l} \Delta \ln K_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \eta_{1i,l} \Delta \ln L_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \sigma_{1i,l} \Delta \ln fdi_{it-l} + \varepsilon_{1it}$$

$$\Delta \ln EC_{it} = \alpha_{2t} + \sum_{l=1}^{m} \beta_{2i,l} \Delta \ln Y_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \gamma_{2i,l} \Delta \ln EC_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_{2i,l} \Delta \ln CO2_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \xi_{2i,l} \Delta \ln K_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \eta_{2i,l} \Delta \ln L_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \sigma_{2i,l} \Delta \ln fdi_{it-l} + \varepsilon_{2it}$$

$$\Delta \ln CO2_{it} = \alpha_{3t} + \sum_{l=1}^{m} \beta_{3i,l} \Delta \ln Y_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \gamma_{3i,l} \Delta \ln EC_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_{3i,l} \Delta \ln CO2_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \xi_{3i,l} \Delta \ln K_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \eta_{3i,l} \Delta \ln L_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \sigma_{3i,l} \Delta \ln fdi_{it-l} + \varepsilon_{3it}$$

$$\Delta \ln K_{it} = \alpha_{4t} + \sum_{l=1}^{m} \beta_{4i,l} \Delta \ln Y_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \gamma_{4i,l} \Delta \ln EC_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_{4i,l} \Delta \ln CO2_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \xi_{4i,l} \Delta \ln K_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \eta_{4i,l} \Delta \ln L_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \sigma_{4i,l} \Delta \ln fdi_{it-l} + \varepsilon_{4it}$$

$$\Delta \ln L_{it} = \alpha_{5t} + \sum_{l=1}^{m} \beta_{5i,l} \Delta \ln Y_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \gamma_{5i,l} \Delta \ln EC_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_{5i,l} \Delta \ln CO2_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \xi_{5i,l} \Delta \ln K_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \eta_{5i,l} \Delta \ln L_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \sigma_{5i,l} \Delta \ln fdi_{it-l} + \varepsilon_{5it}$$

$$\Delta \ln fdi_{it} = \alpha_{6t} + \sum_{l=1}^{m} \beta_{6i,l} \Delta \ln Y_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \gamma_{6i,l} \Delta \ln EC_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_{6i,l} \Delta \ln CO2_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \xi_{6i,l} \Delta \ln K_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \eta_{6i,l} \Delta \ln L_{it-l} + \sum_{l=1}^{m} \sigma_{6i,l} \Delta \ln fdi_{it-l} + \varepsilon_{6it}$$

جامعه آماری این تحقیق کشورهای منتخب گروه منا[1] و همچنین ایران می‌باشد و بازه زمانی مورد استفاده در تحقیق برای کشورهای منتخب از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶ و برای ایران ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ می‌باشد. برای تصریح مدل اقتصادسنجی از رهیافت تابع تولید استفاده می‌شود که مدل‌های اقتصادسنجی استفاده شده در این تحقیق با الهام از مقالات آنتوناکاکیس و همکاران[2] (۲۰۱۵)، عمری[3] (۲۰۱۳)، بورجو[4] (۲۰۱۳)، منیاه و ولدرافائل[5] (۲۰۱۰)، لانگ و همکاران[6] (۲۰۱۵) پاپیز[7] (۲۰۱۳) به‌صورت زیر به بررسی شوک‌های حاصل از مصرف انرژی بر انتشار دی اکسید کربن (آلودگی محیط زیست) و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از توابع عکس‌العمل آنی[8] پرداخته شده و سرانجام با استفاده از تجزیه واریانس[9] برای مشخص نمودن نسبی میزان سهم و اهمیت تکانه یا شوک‌های ناشی از متغیر در تغییرهای خودش به تغییر سایر متغیرها اندازه‌گیری می‌شود. معادلات در حالت کلی به صورت بالا می‌باشند که در این معادلات، Y تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال پایه ۲۰۱۰، EC مصرف انرژی (بر حسب معادل بشکه نفت خام)، CO2 انتشار دی اکسید کربن بر حسب تن، K تشکیل سرمایه ثابت به دلار بر حسب قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۰، L نیروی کار، FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به دلار بر حسب قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۰، i کشور، t زمان، l تعداد وقفه، m حداکثر طول وقفه می‌باشند.

٤- نتایج برآورد مدل

۴-۱- نتایج آزمون‌های کشورهای منتخب منا

۴-۱-۱- آزمون پایایی متغیرها

برای بررسی پایایی متغیرها در داده‌های تابلویی، آزمون‌های لوین، لین و چو[10]، ایم، پسران و شین[11]، ADF-Fisher[12]، PP-Fisher[13]، چوئی[14]، برایتونگ[15] و هاردی[16] معرفی شده‌اند.

با استفاده از آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو (LLC) پایایی متغیرها بررسی شده است، نتایج به دست آمده از این آزمون در جدول (۱) ارائه شده است.

نتایج به دست آمده از جدول (۱) نشان می‌دهد که ارزش احتمال آماره آزمون لوین، لین و چو برای تمامی متغیرها حاکی از رد فرضیه صفر مبنی بر داشتن ریشه واحد متغیرها می‌باشد و

۱. شامل کشورهای آذربایجان، الجزایر، ارمنستان، امارات، ایران، بحرین، پاکستان، ترکیه، تونس، عراق، عربستان، عمان، قطر، کویت، مصر و مراکش
2. Antonakakis et al. (2015)
3. Omri (2013)
4. Burcu (2013)
5. Menyah & Wolde-Rufael (2010)
6. Long et al. (2015)
7. Papiez (2013)
8. Impulse Response Function
9. Variance Decomposition
10. Levin, Lin & Chu
11. IM, Pesaran & Shin
12. Fisher-Type Test using Augmented Dickey-Fuller
13. Fisher-Type Test using Augmented Philips-Prawn
14. Choi
15. Breitung
16. Hardi

لگاریتم تمامی متغیرهای مدل در سطح داده‌های متغیرهـا پایـا می‌باشند.

جدول ۱. نتایج آزمون پایایی متغیرها با استفاده از آزمون LLC

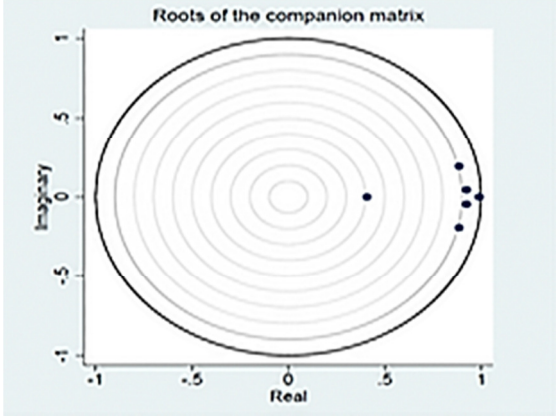
متغیر	علامت اختصاری	شرایط آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	LGDPPC	با عرض از مبدأ	-۱/۸۷**	۰/۰۳۰۶	I(0)
لگاریتم مصرف کل انرژی	LEC	با عرض از مبدأ	-۱/۹۲**	۰/۰۲۷	I(0)
لگاریتم انتشار دی اکسید کربن	LCO2	با عرض از مبدأ	-۲/۲۸**	۰/۰۱۱	I(0)
لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	LFDI	با عرض از مبدأ و روند	-۱/۳۷***	۰/۰۸۴	I(0)
لگاریتم نیروی کار	LL	با عرض از مبدأ	-۸/۴۲*	۰/۰۰۰	I(0)
لگاریتم سرمایه	LK	با عرض از مبدأ و روند	-۱/۵۹***	۰/۰۵۹	I(0)

* و ** و *** به ترتیب سطح معنی‌داری ۱ و ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.

مأخذ: محاسبات تحقیق

۴-۱-۲- نتایج حاصل از برآورد مدل‌های مربوط بـه کشورهای منتخب منا

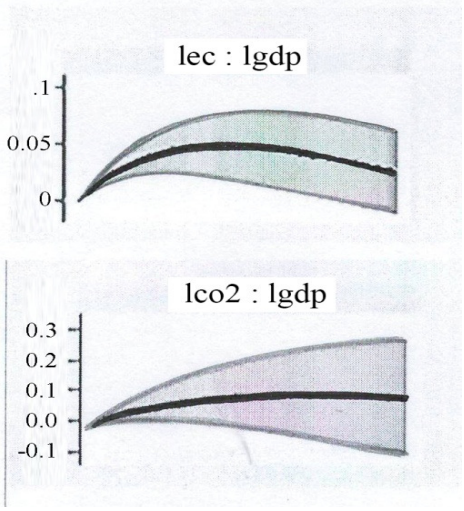
معمولاً مشکل می‌توان ضرایب برآورد شده مدل خودرگرسـیون برداری را تفسیر کرد به ویژه وقتی که ضرایب بـا وقفـه یـک متغیر، تغییر علامت می‌دهند به همین خـاطر اسـت کـه تـابع عکس‌العمل را برآورد می‌کنند تا با کمک آن رفتار متغیرها را در طول زمان در اثر یک انحـراف معیـار تغییـر در جملـه اخـلال معادلات مورد بررسی قرار دهند. با توجـه بـه نتـایج حاصـل از برآورد وقفه بهینه کمتـرین مقـدار بـرای معیـار شـوارتز بیـزین (MBIC) و حنان کوئین (MQIC) در وقفه یک است. پـس از آن شرط پایداری مدل مورد بررسی قرار گرفـت. نمـودار (۱) نشان‌دهنده اینسـت کـه تمام ضرایب مقدار ویژه در داخل دایره واحد اسـت و مـدل PVAR شرط پایداری را دارد.



نمودار ۱. ریشه‌های ماتریس و شرط پایداری

۴-۱-۳- توابع عکس‌العمل آنی

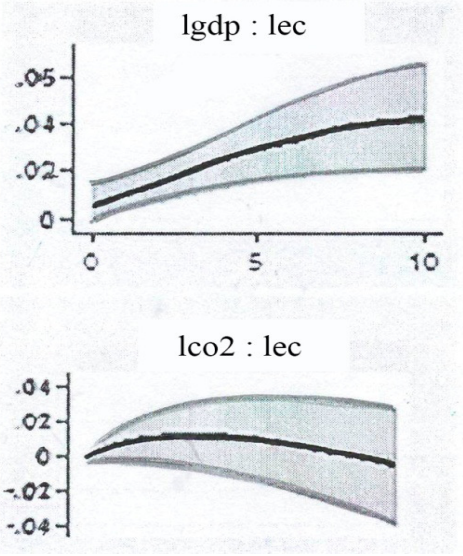
با توجه به نمودار (۲)، اثر شوک‌های مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن بر رشد اقتصادی بررسی می‌شونـد و نشان می‌دهد که شوک مصرف انرژی بـه‌طـور متناسـب در ابتـدا منجـر بـه افزایش نسبتاً شدید در تولید ناخـالص داخلـی سـرانه و سـپس کاهش آن در دوره‌های بعدی در کشورهای منتخب منا در طی دوره ۱۹۹۲ تـا ۲۰۱۶ مـی‌گـردد، همچنـین شـوک انتشـار دی اکسید کربن هم به‌طور ملایم منجر به افزایش تولیـد ناخـالص داخلی سرانه می‌گردد.



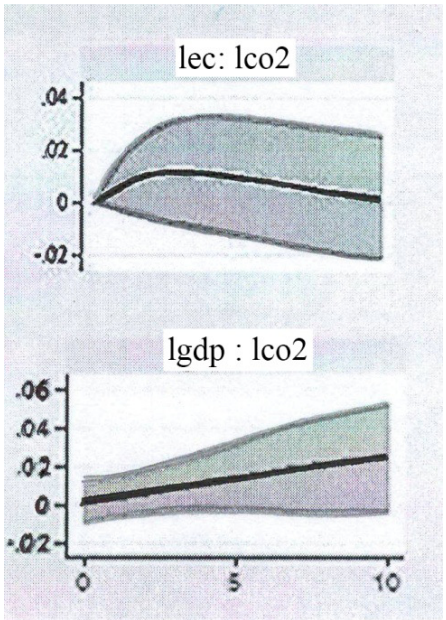
نمودار ۲. عکس‌العمل رشد اقتصادی نسبت به تغییرات مصرف کل انرژی و انتشار دی اکسید کربن

همچنـــین با توجه به نمودار (۳)، اثر شوک‌های رشـــد اقتصادی و انتشار دی اکسـید کـربن بـر مصـرف کـل انـرژی بررسی مـی‌شونـد و نشان می‌دهد که شوک افـزایش تولیـد

ناخالص داخلی، مصرف انرژی را در کشورهای منتخب منا به‌طور متناسب افزایش می‌دهد، همچنین شوک انتشار دی اکسید کربن هم به‌طور ابتدا منجر به افزایش مصرف کل انرژی در دوره‌های بعدی شده و سپس با کاهش اثر شوک به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند.



نمودار ۳. عکس‌العمل انتشار دی اکسید کربن نسبت به تغییرات رشد اقتصادی و مصرف کل انرژی



نمودار ۴. عکس‌العمل انتشار دی اکسید کربن نسبت به تغییرات رشد اقتصادی و مصرف کل انرژی

سرانجام با توجه به نمودار (۴)، اثر شوک‌های رشد اقتصادی و مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن بررسی می‌شوند و نشان می‌دهد که شوک افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه منجر به افزایش نسبتاً ملایمی در انتشار آلودگی در کشورهای منتخب منا می‌گردد، همچنین شوک مصرف انرژی هم ابتدا انتشار دی اکسید کربن را افزایش داده و پس از آن منجر به کاهش آلودگی در دوره‌های بعدی و حرکت به سمت تعادل بلندمدت می‌گردد.

۴-۱-۴- تجزیه واریانس

در جدول (۲) نتایج حاصل از تجزیه واریانس مربوط به متغیرهای تحقیق برای کشورهای منتخب منا نشان داده شده است.

همان‌گونه که در جدول (۲)، مشاهده می‌شود بیشتر تغییرات رشد اقتصادی برای کشورهای منتخب منا طی دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶، ناشی از روند گذشته خود متغیر است. در دوره دوم ۹۵ درصد از تغییرات رشد اقتصادی مربوط به مقادیر گذشته خود متغیر، ۰/۳درصد مربوط به مصرف کل انرژی می‌باشد، هرچه تعداد دوره افزایش می‌یابد اثر توضیح دهندگی رشد اقتصادی بواسطه رشد مصرف انرژی بیشتر می‌گردد و سرانجام ۰/۶ درصد از تغییرات رشد اقتصادی در دوره دوم مربوط به انتشار دی اکسید کربن می‌باشد و هرچه تعداد دوره افزایش می‌یابد اثر توضیح دهندگی رشد اقتصادی بواسطه انتشار دی اکسید کربن بیشتر می‌گردد.

همچنین بیشتر تغییرات مصرف کل انرژی ناشی از روند گذشته خود متغیر است. در دوره دوم ۹۵ درصد از تغییرات رشد اقتصادی مربوط به مقادیر گذشته خود متغیر می‌باشد و ۲ درصد مربوط به رشد اقتصادی می‌باشد و هرچه تعداد دوره افزایش می‌یابد اثر توضیح دهندگی مصرف انرژی بواسطه رشد اقتصادی بیشتر می‌گردد و سرانجام ۰/۸ درصد از تغییرات مصرف انرژی در دوره دوم مربوط به انتشار دی اکسید کربن می‌باشد.

سرانجام بیشتر تغییرات انتشار دی اکسید کربن ناشی از روند گذشته خود متغیر است. در دوره دوم ۸۹ درصد از تغییرات انتشار دی اکسید کربن مربوط به مقادیر گذشته خود متغیر می‌باشد و ۰/۱ درصد مربوط به رشد اقتصادی می‌باشد و هرچه تعداد دوره افزایش می‌یابد اثر توضیح دهندگی انتشار دی اکسید کربن بواسطه رشد اقتصادی بیشتر می‌گردد و در نهایت ۱۰ درصد از تغییرات انتشار دی اکسید کربن در دوره دوم مربوط به مصرف انرژی می‌باشد.

جـدول ۲. نتـایج حاصـل از تجزیـه واریانس برای کشورهای منتخب منا

متغیر	دوره زمانی	LGDPPC	LEC	LCO2	LFDI	LL	LK
LGDPPC	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	0	0
	2	0/9578	0/003	0/0067	0/024	0/001	0/0064
	5	0/7310	0/0029	0/1051	0/0888	0/0094	0/062
	10	0/46	0/0089	0/03589	0/1093	0/031	0/1236
LEC	0	0	0	0	0	0	0
	1	0/0093	0/99	0	0	0	0
	2	0/02	0/9528	0/0081	0/008	0/0002	0/0098
	5	0/1056	0/7882	0/03792	0/0232	0/0054	0/0393
	10	0/355	0/499	0/036	0/0384	0/0397	0/0305
LCO2	0	0	0	0	0	0	0
	1	0/0001	0/9906	0/9091	0	0	0
	2	0/00105	0/1037	0/8922	0/0024	0/000026	0/00044
	5	0/0119	0/143	0/829	0/0133	0/00005	0/0024
	10	0/0775	0/1679	0/717	0/0326	0/0018	0/0029

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)

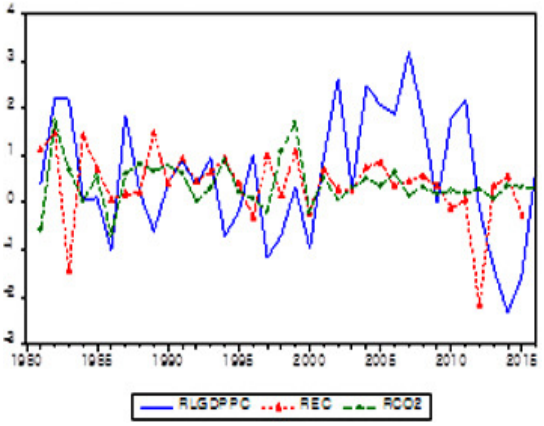
متغیرها	علامت متغیر	شرایط آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	LGDPPC	با عرض از مبدأ و روند	-۲/۱۲	۰/۵۱	I(1)
	dLGDPPC	با عرض از مبدأ و روند	-۰/۴۳	۰/۰۰۶۲	
لگاریتم مصرف کل انرژی	LEC	با عرض از مبدأ و روند	-۰/۹۱	۰/۹۴	I(1)
	dLEC	با عرض از مبدأ و روند	-۷/۰۷۷	۰/۰۰۰۰	
لگاریتم انتشار دی اکسید کربن	LCO2	با عرض از مبدأ و روند	-۲/۶۲	۰/۲۷	I(1)
	dLCO2	با عرض از مبدأ و روند	۰/۴۱	۰/۰۰۰۵	
لگاریتم نیروی کار	LLABOR	با عرض از مبدأ و روند	-۱/۸۱	۰/۶۶	I(1)
	dLLABOR	با عرض از مبدأ و روند	-۸/۹۹	۰/۰۰۰۰	
لگاریتم موجودی سرمایه	LCAPITAL	با عرض از مبدأ و روند	-۲/۲۴	۰/۴۵	I(1)
	dLCAPITAL	با عرض از مبدأ و روند	-۴/۶۹۲	۰/۰۰۳۲	
لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	LFDI	با عرض از مبدأ	-۰/۸۷	۰/۷۸	I(1)
	dLFDI	با عرض از مبدأ و روند	-۱۰/۱۰۶	۰/۰۰۰	

مأخذ: محاسبات تحقیق

۴-۲- نتایج بدست آمده از اقتصاد ایران

۴-۲-۱- بررسی روند رشد اقتصادی، مصـرف کـل انرژی و انتشار دی اکسید کربن

نمودار (۵) نشان‌دهنده این واقعیت است کـه در اقتصـاد ایـران میزان تغییرات رشد اقتصادی در دامنه بیشتری نسبت بـه رونـد رشد مصرف کل انرژی و انتشار آلودگی مابین سال‌هـای ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۵ در نوسان بوده است. همچنین در اکثر سـال‌هـا رونـد تغییرات این سه متغیر همسو بوده است. بـه‌عنـوان مثـال طـی سـال‌هـای ۱۹۸۲-۱۹۸۱ و ۱۹۹۲-۱۹۹۰ و ۲۰۰۱-۱۹۹۸، در سال‌های اخیر مثلاً از سال ۲۰۰۵ تـا ۲۰۱۵ انتشـار دی اکسـید کربن نوسانات بسیار اندکی دارد ولی رشد اقتصـادی طـی ایـن دوره دو بار در طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ و ۲۰۱۱ تـا ۲۰۱۴ رکود بزرگی را تجربه کرده است و رکود اخیر تا حدی متـأثر از کاهش مصرف کل انرژی طی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ بوده ولی پس از آن با افزایش مصرف انرژی با تاخیر دو دوره‌ای، رشد هم شروع به افزایش نموده است.



نمودار ۵. روند رشد اقتصادی، مصرف کل انرژی و انتشار دی اکسید کربن

۴-۲-۲- نتایج آزمون پایایی متغیرهای مدل

قبل از برآورد مدل لازم است تا پایایی داده‌ها مورد بررسی قرار گیرد. از این رو پایایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این آزمون در جدول (۳) نشان داده شده است.

نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته بدین صورت است که تمامی متغیرها پس از یکبار تفاضل گیری و با درجه همگرایی یک پایا می‌شوند.

۴-۲-۳- انتخاب الگوی مناسب

به منظور برآورد تعادل بلندمدت به روش جوهانسن – جوسیلیوس، ابتدا مرتبه ی جمعی بودن متغیّرها تعیین می‌شود. سپس، برای تعیین تعداد وقفه ی بهینه از معیار شوارتز – بیزین استفاده می‌شود. برای تعیین تعداد بردارهای هم جمعی از آزمون اثر[1] و آزمون حداکثر مقدار ویژه[2] استفاده خواهد شد.

۴-۲-۴- تعیین تعداد بردارهای هم جمعی

نتایج آزمون‌های اثر و حداکثر مقادیر ویژه در جدول (۴) ارائه شده است.

براساس نتایج جدول (۴) می‌توان وجود دو بردار همگرا را برای آزمون‌های اثر و حداکثر مقادیر ویژه پذیرفت.

1. λtrace
2. λmax

جدول ۴. تعیین تعداد بردارهای همگرا براساس آزمون‌های اثر و حداکثر مقادیر ویژه

H_0	H_1	λtrace	مقایر بحرانی در سطح ٪۹۵	λmax	مقایر بحرانی در سطح ٪۹۵
$r = 0$	$r \geq 1$	142/9	83/93	69/10	36/63
$r \leq 1$	$r \geq 2$	73/802	60/06	44/37	30/43
$r \leq 2$	$r \geq 3$	29/424	40/11	14/29	24/15
$r \leq 3$	$r \geq 4$	15/131	24/27	7/57	17/79
$r \leq 4$	$r \geq 5$	7/560	12/32	6/40	11/22
$r \leq 5$	$r \geq 6$	1/151	4/12	۱/۱۵	4/12

۴-۲-۵- تعیین مرتبه ی جمعی بودن متغیّرهای الگو

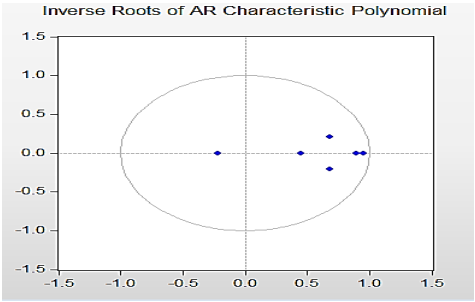
خلاصه نتایج آزمون دیکی فولر که در جدول (۴) آمده است، نشان می‌دهد که متغیّرهای الگو جمعی از مرتبه یک هستند.

۴-۲-۶- تعیین تعداد وقفه ی بهینه

با استفاده از معیار شوارتز – بیزین، حداکثر طول وقفه یک می‌باشد.

۴-۲-۷- شرط پایداری مدل VAR

نمودار (۶) نشان دهنده این است که تمام نقاط در داخل دایره واحد است و مدل VAR شرط پایداری را دارد.



نمودار ۶. شرط پایداری مدل VAR

۴-۲-۸- بردارهای هم‌جمعی و تعیین رابطه بلندمدت

با توجه به نتایج آزمون هم‌جمعی جوهانسن – جوسیلیوس که وجود دو بردار هم انباشتگی را نشان می‌دهد ولی فقط بردار مربوط به جدول (۴) با تئوری‌های اقتصادی سازگاری دارد.

مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، نیروی کار و موجودی سرمایه رابطه مستقیم و معنی داری با رشد اقتصادی دارد و انتشار دی اکسید کربن رابطه معکوس و معنی داری با رشد اقتصادی ایران دارد.

روابط بلندمدت برآورد شده را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

LGDPPC=۱/۷۱LEC-۰/۸۶LCO2+۰ /۱۴ LFDI +۰/۴۱LK + ۰ /۵۲LL

SE: (۰/۳۲) (۰/۳۴) (۰/۰۱) (۰/۰۹) (۰/۱۵)

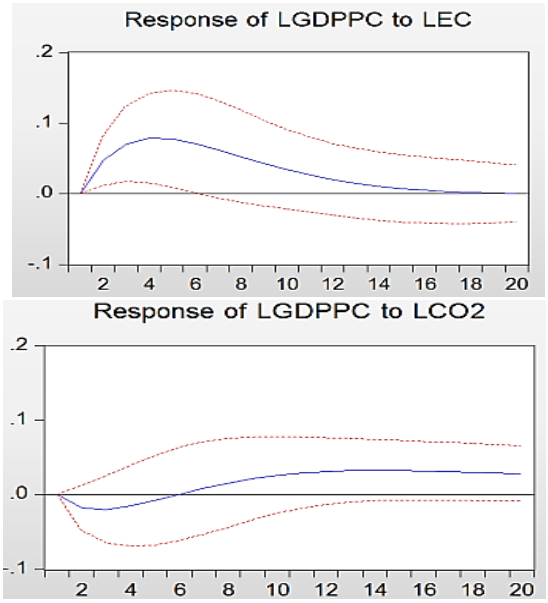
۴-۲-۹- برآورد الگوی تصحیح خطا

این الگو نوعی از مدل‌های تعدیل جزئی است که در آنها با وارد کردن پسماند پایا از یک رابطه بلندمدت، نیروهای مؤثر در کوتاه‌مدت و سرعت نزدیک شدن به مقدار تعادلی بلندمدت اندازه‌گیری می‌شود. ضریب جمله تصحیح خطا ۰/۴۳۳- برآورد شده است که نشان می‌دهد در هر دوره ۴۳ درصد از عدم تعادل رشد اقتصادی در جهت رسیدن به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود.

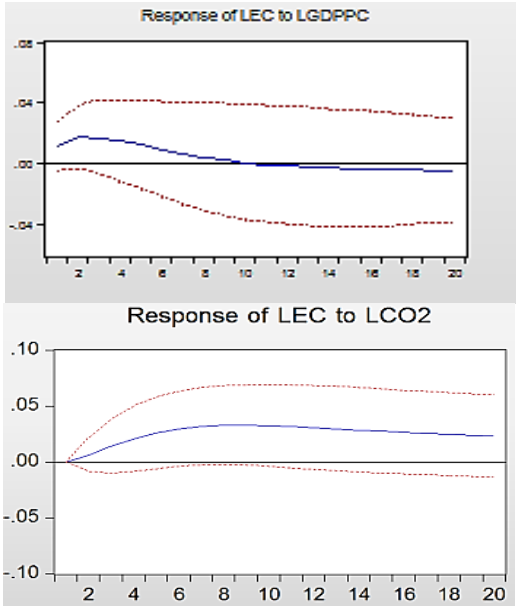
۴-۲-۱۰- توابع عکس‌العمل آنی (ضربه و پاسخ)

در بررسی عکس‌العمل آنی، اثر یک انحراف معیار تکانه متغیر روی متغیرهای دیگر بررسی می‌شود، نمودار (۷) عکس‌العمل رشد اقتصادی را نسبت به یک انحراف معیار شوک مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن را نشان می‌دهد. با یک شوک در مصرف انرژی ابتدا به شدت رشد اقتصادی افزایش یافته پس از ۴ دوره شروع به کاهش کرده و سرانجام به سمت تعادل بلندمدت اولیه برمی‌گردد. همچنین با یک شوک در انتشار دی اکسید کربن، رشد اقتصادی کاهش یافته و پس از دو دوره شروع به افزایش کرده و به سمت تعادل بلندمدت خود حرکت می‌کند.

نمودار (۸) عکس‌العمل مصرف انرژی را نسبت به یک انحراف معیار شوک رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن را نشان می‌دهد. با یک شوک در رشد اقتصادی ابتدا در یک دوره مصرف انرژی افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد و به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند. همچنین با یک شوک در انتشار دی اکسید کربن، مصرف کل انرژی به‌طور ملایم افزایش یافته و این روند پس از چند دوره به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند.



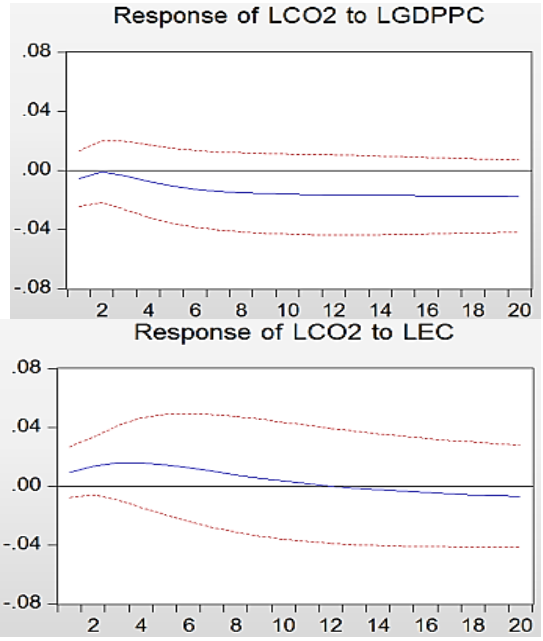
نمودار ۷. عکس‌العمل رشد اقتصادی نسبت به تغییرات مصرف کل انرژی و انتشار دی اکسید کربن



نمودار ۸. عکس‌العمل مصرف انرژی نسبت به تغییرات رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن

نمودار (۹) عکس‌العمل انتشار دی اکسید کربن را نسبت به یک انحراف معیار شوک رشد اقتصادی و مصرف انرژی را نشان می‌دهد. با یک شوک در رشد اقتصادی ابتدا آلودگی محیط زیست برای یک دوره کوتاه‌مدت افزایش یافته و پس از آن کاهش می‌یابد که دقیقا مصداق منحنی زیست محیطی کوزنتس می‌باشد و این روند تا حرکت به سمت تعادل بلندمدت

همچنان ادامه پیدا می‌کند. همچنین با یک شوک مصرف کل انرژی، انتشار دی اکسید کربن، به‌طور ملایم افزایش یافته و سپس از دوره سوم شروع به کاهش می‌نماید.



نمودار ۹. عکس‌العمل انتشار دی اکسید کربن نسبت به تغییرات رشد اقتصادی و مصرف کل انرژی

۴-۲-۱۱- تجزیه واریانس

این روش برای توصیف پویایی یک مدل بکار می‌رود و نشان دهنده درصد توضیح دهندگی هر یک از متغیرها از تغییرات متغیر وابسته طی زمان می‌باشد. در جدول (۵) تجزیه واریانس متغیر رشد اقتصادی مشاهده می‌شود. در شروع دوره مورد بررسی ۱۰۰ درصد تغییرات متغیر رشد اقتصادی توسط خود آن متغیر توضیح داده می‌شود. در دوره دوم، تقریباً حدود ۸۵ درصد از تغییرات رشد اقتصادی توسط خود متغیر رشد اقتصادی، ۶/۷ درصد مصرف انرژی و ۱ درصد از تغییرات توسط انتشار دی اکسید کربن و بقیه توسط نیروی کار و سرمایه توضیح داده می‌شود. دوره‌های بعدی نیز به همین ترتیب تفسیر می‌شوند.

در ادامه با توجه به جدول (۶) که نشان‌دهنده تجزیه واریانس مصرف کل انرژی می‌باشد، در شروع دوره مورد بررسی ۹۵/۸ درصد تغییرات متغیر مصرف انرژی توسط خود آن متغیر توضیح داده می‌شود. در دوره دوم، حدود ۹۲/۱ درصد از تغییرات مصرف کل انرژی توسط خود متغیر، ۰/۴۵ درصد توسط انتشار دی اکسید کربن و ۰/۵۹ درصد از تغییرات توسط رشد اقتصادی توضیح داده می‌شود. دوره‌های بعدی نیز به همین ترتیب تفسیر می‌شوند.

جدول ۵. تجزیه واریانس رشد اقتصادی

دوره زمانی	LGDPPPC	LK	LL	LFDI	LEC	LCO2
1	۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
2	۸۵/۹۷	۳/۰۶۳	۰/۰۵۲	۳/۱۶۷۰	۶/۷۳۸۸	۱/۰۰۴۸
10	۴۰/۲۳۸	۷/۰۶۱۰	۰/۴۴۳	۷/۵۶۴	۴۱/۶۳۷	۳/۰۶۵۳
20	۳۴/۲۵۲۵	۱۱/۱۱۲۴	۰/۶۹۴۲	۶/۳۴۴۹	۳۵/۵۷۴	۱۲/۰۲۱
30	۳۲/۴۳۳	۱۲/۱۸۹	۱/۱۴۰	۵/۸۱۳۳	۳۲/۶۲۶۱	۱۵/۷۹۷۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۶. تجزیه واریانس مصرف کل انرژی

دوره زمانی	LGDPPC	LK	LL	LFDI	LEC	LCO2
1	۰/۱۱۷	۱/۲۹۹	۲/۰۰۶۸	۰/۷۵۱۳	۹۵/۸۲۴۶	۰/۰۰۰
2	۰/۵۹۰	۴/۷۲۰	۱/۲۸۳۸	۰/۷۵۳۹	۹۲/۱۹۲	۰/۴۵۸۴
10	۱۰/۷۴۶۹	۱۹/۹۴۳۸	۲/۱۱۳۹	۰/۷۱۲۵	۴۲/۸۴۳	۲۳/۶۳۹
20	۱۳/۳۶۶	۲۰/۴۲۷	۴/۲۷۲	۰/۵۳۲۸	۲۸/۷۴۹	۳۲/۶۵۱
30	۱۶/۰۴۷	۱۹/۱۱۱	۵/۸۱۲	۰/۵۹	۲۴/۵۸۲	۳۳/۸۵۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

سرانجام با توجه به جدول (۷) که نشان‌دهنده تجزیه واریانس انتشار دی اکسید کربن می‌باشد، در شروع دوره مورد بررسی ۸۱/۴ درصد تغییرات متغیر انتشار دی اکسید کربن توسط خود آن متغیر توضیح داده می‌شود. در دوره دوم، حدود ۷۴/۹ درصد از تغییرات انتشار دی اکسید کربن توسط خود متغیر، ۵ درصد توسط مصرف کل انرژی و ۰/۶۷ درصد از تغییرات توسط رشد اقتصادی توضیح داده می‌شود. دوره‌های بعدی نیز به همین ترتیب تفسیر می‌شوند.

جدول ۷. تجزیه واریانس انتشار دی اکسید کربن

دوره زمانی	LGDPPC	LK	LL	LFDI	LEC	LCO2
1	۱/۲۱۷	۸/۱۲۴	۰/۳۴۸	۵/۷۶۴	۳/۰۵۶۶	۸۱/۴۸۷
2	۰/۶۷۳۴	۱۵/۳۹	۰/۸۵۰۳	۳/۰۷۶	۵/۰۹۶۶	۷۴/۹۱۱
10	۵/۷۴۹	۲۲/۳۰۵	۲/۶۸۸	۱/۶۱۸	۵/۶۲۷	۶۲/۰۱۱
20	۱۰/۱۹۹	۲۲/۵۶۴	۴/۴۸۸	۰/۹۱۸	۳/۵۸۴	۵۸/۲۴۴
30	۱۳/۵۷۴	۲۱/۰۳۲	۵/۹۹۵	۰/۸۰۵	۴/۲۴	۵۴/۳۵۲

مأخذ: محاسبات تحقیق

۴-۳- نتایج آزمون علّیت گرنجر

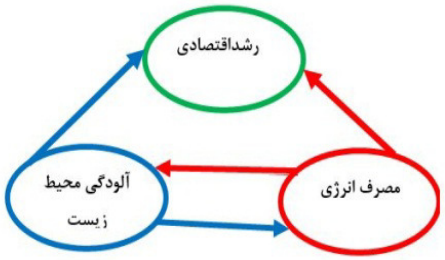
نتایج آزمون علّیت گرنجر برای کشورهای منتخب منا و ایران به‌صورت جدول (۸) می‌باشد.

نتایج آزمون‌های علّیت نشان‌دهنده اینست که در کشورهای منتخب منا رابطه علّیت یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف کل انرژی، همچنین رابطه علّیت دو طرفه بین انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی و سرانجام رابطه علّیت یک طرفه از مصرف انرژی به آلودگی محیط زیست وجود دارد. در اقتصاد ایران نیز رابطه علّیت یک طرفه از مصرف کل انرژی و انتشار دی اکسید کربن به رشد اقتصادی و رابطه علّیت دو طرفه بین مصرف کل انرژی و انتشار دی اکسید کربن وجود دارد. در نمودارهای (۱۰) و (۱۱) روابط علّی بین متغیرها نشان داده شده است.

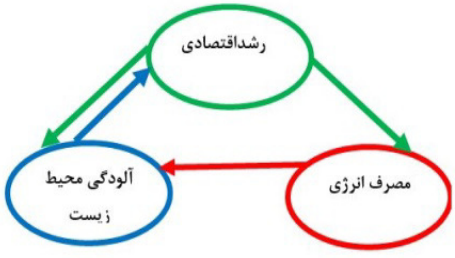
جدول ۸. نتایج آزمون علّیت گرنجر

	آزمون علّیت گرنجر پنلی برای کشورهای منتخب منا			آزمون علّیت گرنجر ایران		
فرضیه صفر	آماره	سطح احتمال	نتایج	آماره	سطح حتمال	نتایج
مصرف کل انرژی علّت رشد اقتصادی نیست	۱/۴۳	۰/۲۳	عدم رد فرض صفر	۳/۵۶	۰/۰۵۸	رد فرض صفر
آلودگی محیط زیست علّت رشد اقتصادی نیست	۱۹/۴۵	۰/۰۰۰	رد فرض صفر	۳/۱۳	۰/۰۷۶	رد فرض صفر
رشد اقتصادی علت مصرف کل انرژی نیست	۲۱/۰۹	۰/۰۰۰	رد فرض صفر	۰/۵۱	۰/۴۷	عدم رد فرض صفر
رشد اقتصادی علّت آلودگی محیط زیست نیست	۳/۱۷	۰/۰۷	رد فرض صفر	۰/۵۸	۰/۴۲	عدم رد فرض صفر
مصرف کل انرژی علت آلودگی محیط زیست نیست	۱۸/۶۲	۰/۰۰۰	رد فرض صفر	۳/۵۲	۰/۰۶	رد فرض صفر
آلودگی محیط زیست علت مصرف کل انرژی نیست	۰/۸۸	۰/۳۴	عدم رد فرض صفر	۳/۳۹	۰/۰۶	رد فرض صفر

مأخذ: محاسبات تحقیق



نمودار ۱۰. روابط علّیت در ایران



نمودار ۱۱. روابط علّیت در کشورهای منتخب منا

۵- بحث و نتیجه‌گیری

انرژی به عنوان یکی از مهمترین عوامل تولید جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی کشورها داراست. از سوی دیگر با توجه به گستردگی منابع انرژی در ایران و هم چنین تأثیرات سوء مصرف انرژی بر آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی، برنامه‌ریزی برای مصرف انرژی اهمیت فراوان داشته و باید با دقت بسیار انجام گیرد. با توجه به ارتباط نزدیک بین مصرف انرژی، آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در جهان، تعیین کم و کیف رابطه بین این سه متغیر می‌تواند در تبیین سیاست‌های بخش انرژی کمک مؤثری کند. از ابتدای عصر انقلاب صنعتی، انسان و دولت‌ها تلاش نمودند با تکیه بر انرژی‌های فسیلی در جهت رشد اقتصادی خود گام بردارند. رشد اقتصادی با استفاده گسترده از مواد و انرژی و صدمات قابل ملاحظه به محیط زیست همراه است.

در این مقاله اثر شوک‌های حاصل از مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی و الگوهای مشابه و همزمان به‌طور جامع برای کشورهای منتخب منا برای دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲ و با استفاده از مدل اقتصادسنجی خودرگرسیون برداری پانلی (PANEL VAR) و همچنین برای اقتصاد

ایران طی دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ و استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (VAR) مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا از معادلات همزمان بهره گرفته شد و نتایج مقاله به‌طور خلاصه بشرح زیر می‌باشد:

۵-۱- نتایج مربوط به کشورهای منتخب منا

شوک مصرف انرژی به‌طور متناسب ابتدا منجر به افزایش سپس کاهش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب منا می‌گردد، همچنین شوک انتشار دی اکسید کربن هم به‌طور ملایم منجر به افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه می‌گردد.

هرچه تعداد دوره افزایش می‌یابد اثر توضیح دهندگی رشد اقتصادی بواسطه انتشار دی اکسید کربن و اثر توضیح دهندگی انتشار دی اکسید کربن بواسطه رشد اقتصادی بیشتر می‌گردد.

همچنین هرچه تعداد دوره افزایش می‌یابد اثر توضیح دهندگی مصرف انرژی بواسطه رشد اقتصادی و اثر توضیح دهندگی رشد اقتصادی بواسطه رشد مصرف انرژی بیشتر می‌گردد

۵-۲- نتایج بدست آمده از اقتصاد ایران

با یک شوک در مصرف انرژی ابتدا به شدت رشد اقتصادی افزایش یافته پس از ۴ دوره شروع به کاهش نموده و سرانجام به سمت تعادل بلندمدت اولیه برمی‌گردد. همچنین با یک شوک در انتشار دی اکسید کربن، رشد اقتصادی کاهش یافته و پس از دو دوره شروع به افزایش کرده و به سمت تعادل بلندمدت خود حرکت می‌کند.

افزایش توضیح دهندگی رشد اقتصادی توسط مصرف انرژی تا دوره دهم افزایش یافته و پس از آن کاهش می‌یابد لکن افزایش توضیح دهندگی رشد اقتصادی توسط آلودگی محیط زیست به‌طور متناوب تا دوره سی ام ادامه می‌یابد. افزایش توضیح دهندگی مصرف انرژی توسط رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن تا دوره سی ام به‌طور متناوب ادامه می‌یابد.

توضیح دهندگی انتشار دی اکسید کربن توسط رشد اقتصادی در دوره دوم نسبت به دوره اول کاهش یافته و پس از آن تا دوره سی‌ام افزایش می‌یابد. همچنین توضیح دهندگی انتشار دی اکسید کربن توسط مصرف کل انرژی تا دوره دهم افزایش و سپس کاهش یافته است.

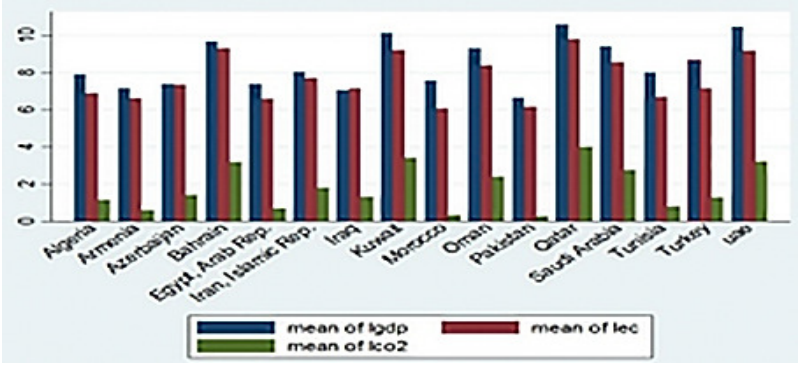
۵-۳- مقایسه تطبیقی متغیرها در ایران و کشورهای منتخب منا

نمودار (۱۲) نشان‌دهنده آمار مقایسه‌ای لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم انتشار دی اکسید کربن، لگاریتم مصرف کل انرژی برای کشورهای منتخب منا می‌باشد، نمودار فوق نشان‌دهنده اینست که رشد اقتصادی کشورهای قطر، امارات متحده،کویت و بحرین دارای بالاترین رتبه بین کشورهای منتخب منا می‌باشند و پس از آن عربستان و عمان در رده‌های بعدی قرار دارند. سهم مصرف کل انرژی از رشد اقتصادی در اکثر کشورهای منتخب منا بالاترین میزان می‌باشد. انتشار دی اکسید کربن نیز با توجه به مصرف کل انرژی در کشورهای مراکش، پاکستان، تونس، مصر و ارمنستان کمترین مقدار و در کشورهای قطر، کویت، بحرین و امارات بیشترین مقدار است.

۵-۴- مقایسه تطبیقی نتایج ایران و کشورهای منتخب منا

مقایسه تطبیقی نتایج حاصل از این مقاله به‌طور جامع در جدول (۹) جهت مقایسه بین کشورهای منتخب منا و ایران ارائه شده است.

با توجه به نتایج جدول (۹) شوک‌های مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در مقایسه تطبیقی بین ایران و کشورهای منتخب منا بیانگر این واقعیت است که هم در کشورهای منتخب منا و هم در ایران رشد اقتصادی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد، در بلندمدت بدلیل افزایش بیش از حد مصرف انرژی، بهره وری انرژی و کارایی مصرف انرژی کم شده و منجر به کاهش رشد اقتصادی می‌گردد. در مورد شوک‌های مصرف انرژی بر انتشار دی اکسید کربن نیز می‌توان اذعان داشت که هم در ایران و هم در کشورهای منتخب منا همراستای هم، آلودگی ابتدا به‌طور ملایم افزایش و سپس کاهش می‌یابد و به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند، دلیل آن است که با ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و استفاده از تکنولوژی در جهت کاهش آلودگی، به‌تدریج انتشار دی اکسید کربن کاهش می‌یابد.



نمودار ۱۲. مقایسه تطبیقی متغیرها در کشورهای منتخب منا

جدول ۹. مقایسه تطبیقی نتایج کشورهای منتخب منا و ایران

اثرات شوک‌ها	کشورهای منا (۱۹۹۲-۲۰۱۶)			ایران (۱۹۸۵-۲۰۱۶)		
	بر رشد اقتصادی	بر انتشار دی اکسید کربن	بر مصرف انرژی	بر رشد اقتصادی	بر انتشار دی اکسید کربن	بر مصرف انرژی
شوک مصرف انرژی	ابتدا افزایش سپس کاهش	ابتدا ملایم افزایش و سپس کاهش	–	ابتدا افزایش سپس کاهش	ابتدا ملایم افزایش و سپس کاهش	–
شوک رشد اقتصادی	–	افزایش نسبتاً ملایم	افزایش	–	ابتدا در کوتاه‌مدت افزایش سپس کاهش	در یک دوره افزایش سپس کاهش
شوک انتشار دی اکسید کربن	افزایش نسبتاً ملایم	–	ابتدا افزایش و سپس به‌طور خیلی ملایم کاهش	ابتدا کاهش پس از دو دوره افزایش	–	ابتدا افزایش و سپس به‌طور خیلی ملایم کاهش

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۵-۵- دلالت‌های سیاستی

با توجه به مقایسه تطبیقی اثر مصرف انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منا و اثر شوک‌های مصرف انرژی، دلالت‌های سیاستی برای سیاست‌گذاران بدین صورت است که سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سازگار با محیط زیست در کشورها صورت گیرد. ایران و کشورهای منا باید حداقل یک بار در سال در جلسه‌ای در مورد تاثیر ویرانگر افزایش انتشار CO2 در منطقه و همچنین راهکارهایی برای مقابله با آن و چالش‌های زیست محیطی بحث نمایند همچنین با توجه به اینکه این کشورها از فناوری‌های تولید انرژی منسوخ شده استفاده می‌کنند که مانع رشد اقتصادی می‌شوند که باید به تدریج به سمت فناوری‌های سازگار با محیط زیست که کارآمدتر هستند حرکت نمایند.

ایران و کشورهای منا باید تلاش کنند تا انتشار CO2 را کاهش دهند. انتشار گازهای گلخانه‌ای و تقویت مدیریت انرژی و کربن به منظور مبارزه با مصارف انرژی آلوده و ناپاک، کاهش انتشار CO2 و حفاظت از توسعه پایدار بدون آسیب رساندن به رشد و توسعه اقتصادی صورت گیرد.

علاوه بر اقدامات سیاستی، ابزارهای سیاستی –استفاده از تکنولوژی‌های کم کربن (low-carbon technologies) مالیات بر کربن داخلی، مجوزهای قابل صدور در سطح بین‌المللی برای افزایش کارایی مصرف انرژی و منابع و حمایت دولت از سرمایه‌گذاری سبز– می‌تواند مزایای قابل توجهی را به همراه داشته باشد.

منابع

بهبودی، داوود؛ اصغرپور، حسین و قزوینیان، محمدحسن (۱۳۸۸). "شکست ساختاری، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران (۱۳۸۴-۱۳۴۶)". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، دوره ۹، شماره ۳، ۸۴-۵۳.

بهبودی، داوود؛ بهشتی، محمدباقر و موسوی، سها (۱۳۸۹). "توسعهٔ انسانی و توسعهٔ پایدار در کشورهای منتخب صادر کننده نفت". *مجلهٔ علمی پژوهشی دانش و توسعه*، سال هفدهم، شماره ۳۳، ۱۲۴-۱۰۲.

بهبودی، داوود؛ فلاحی، فیروز و برقی گلعذانی، اسماعیل (۱۳۸۹). "عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی اکسیدکربن در ایران". *مجلهٔ تحقیقات اقتصادی*، شماره ۹۰، ۱۷-۱.

پژویان، جمشید و لشکری‌زاده، مریم (۱۳۸۹). "بررسی عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال چهاردهم، شماره ۴۲، ۱۸۸-۱۶۹.

فطرس، محمدحسن و نسرین دوست، میثم (۱۳۸۸). "بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران". *مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ۶، شماره ۲۱، ۱۳۵-۱۱۳.

قزوینیان، محمدحسن (۱۳۸۶). "بررسی شکست ساختاری در رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

کهنسال، محمدرضا و شایان مهر، سمیرا (۱۳۹۵). "آثار متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست: کاربرد الگوی معادلات همزمان فضایی داده‌های تابلویی". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال پنجم، شماره ۹۱، ۲۱۶-۱۷۹.

مهدوی عادلی، محمد و نظری، روح الله (۱۳۹۳). "رشد اقتصادی، انرژی و محیط زیست". *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره ۱۱، شماره ۱، ۴۰-۱۹.

مهرآرا، محسن؛ امیری، حسین و حسنی سرخ بوزی، محمد (۱۳۹۱). "رابطه مصرف انرژی و درآمد: آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس با استفاده از رویکرد مدل‌های رگرسیونی انتقال ملایم پانل". *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، دوره ۲۰، شماره ۶۲، ۱۹۴-۱۷۱.

Acaravci, A. & Ozturk, I. (2010). "On the Relationship between Energy Consumption, CO_2 Emissions and Economic Growth in Europe". *Energy*, 35(12), 5412-5420.

Adeolu, O., Adewuyi, O. & Awodumi, B. (2017). "Renewable and Non-Renewable Energy-Growth-Emissions Linkages: Review of Emerging Trends with Policy Implications". *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier*, 69(C), 275-291.

Andreano, M., Laureti, S. & Lucio, P. (2013). "Economic Growth in MENA Countries: Is There Convergence of Per-Capita GDPs?". *Journal of Policy Modeling,* 35, 669–683.

Ang, J. B. (2007). "CO2 Emissions, Energy Consumption and Output in France". *Energy Policy,* 35, 4772-4778.

Ang, J. B. (2008). "Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consumption in Malaysia". *Journal of Policy Modeling*, 30, 271-278.

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I. & Filis, G. (2015). "Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth; A Moral Dilemma". *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 68, 808-824.

Anwar, S. & Nguyen, L. P. (2010). "Absorptive Capacity, Foreign Direct Investment- linked Spillovers and Economic Growth in Vietnam". *Asian Business and Management,* 9, 553-570.

Apergis, N. & Payne, J. E. (2009b). "Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a Panel Cointegration and Error Correction Model". *Energy Economics*, 31(2), 211-216.

Arouri, M. H., Ben Youssef, A., M'Henni, H. & Rault, C. (2012). "Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries". *CESifo Group Munich Working Paper Series*, 3726.

Bikash, C., Khandakar, J. & Osmani, A. (2014). "Economic Growth, CO2 Emissions and Energy Consumption: The Case of Bangladesh". *International Journal of Business and Economics Research,* 3(6), 220-227.

Bozkurt, C. & Akan, Y. (2014). "Economic Growth, CO2 Emissions and Energy Consumption: The Turkish Case". *International Journal Energy Econ Policy*, 4(3), 484–494.

Burcu, O. (2013). "The Nexus between Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Middle East Countries: A Panel Data Analysis". *Energy Policy*, 62, 1138–1147.

Chang, C. (2010). "A Multivariate Causality Test of Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China". *Appl Energy*, 87(11), 3533–3537.

Farhani, S., Chaibi, A. & Rault, C. (2014). "CO2 Emissions, Output, Energy Consumption, and Trade in Tunisia". *Economic Modelling*, 38, 426-434.

He, J., Zhuang, T. & Xie, X. (2014). "Energy Consumption, Economic Development and Environmental Improvement in China". *Energy & Environment*, 25(8), 1345-1357.

Holtz Eakin, D., Newey, W. & Rosen, H. (1988). "Estimating Vector Autoregression with Panel Data". *Econometrica*, 56, 1371-1395.

International Renewable Energy Agency (2016). "Renewable Energy Benefits: Measuring of Economics". www.irena.org

IPCC (2016). "Climate Change 2016, Synthesis Report, Summary for Policymakers, URL https://www.ipcc.ch/pdf/assessment report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM. Pdf.

IRBD (1992). "World Development Report 1992: Development and the Environment". New York: Oxford University Press.

Johansen, S. (1988). "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.

Kahia, M., Kadria, M. & Ben Aissa, M. (2016). "What Impacts of Renewable Energy Consumption on CO2 Emissions and the Economic and Financial Development? A Panel Data Vector Autoregressive (PVAR) Approach", *IEEE*.

Katsuya, I. (2017). "CO2 Emissions, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, and Economic Growth: Evidence from Panel Data for Developing Countries". *International Economics, Elsevier*, 151(C), 1-6.

Kuznets, S. (1955). "Economic Growth and Income Equality". *American Economic Review,* 45, 1-28.

Long Xingle, A. B. N., Naminse, E., Yaw, A. C., Jianguo Du, A. & Jincai, Z. (2015). "Nonrenewable Energy, Renewable Energy, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in China from 1952 to 2012". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 680–688.

Love, I. & Ziccino, L. (2006). "Financial Development and Dynamic Investment Behaviour: Evidence from Panel VAR". *Quarterly Review of Economics and Finance,* 46, 190-210.

Magazzino, C. (2014). "A Panel VAR Approach of the Relationship among Economic Growth, CO2 Emissions, and Energy Use in the ASEAN-6 Countries". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 546-553.

Magazzino, C. (2016). "Economic Growth,

CO2 Emissions and Energy Use in the South Caucasus and Turkey: a PVAR Analyses". *International Energy Journal*, 16, 153-162.

Meadows, D. H., Meadows, D. L. & Randers, J. (1972). "Limits to Growth". *New York: Universe Book.*

Menyah, K. & Wolde-Rufael, Y. (2010). "Energy Consumption, Pollutant Emissions and Economic Growth in South Africa". *Energy Economics*, 32, 1374–1382.

Narayan, P. K. & Narayan, S. (2010). "Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence from Developing Countries". *Energy Policy*, 38, 661–666.

Nguyen, A. N. & Nguyen, T. (2007). "Foreign Direct Investment in Vietnam: An Overview and Analysis of the Determination of Spatial Distribution". *Working Paper Development and Policies Research Center,* Hanoi, Vietnam.1- 68.

Oganesyan, M. (2017). "Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in the BRICS". *Master Thesis in Economics, Jonkoping University*.

Omri, A. (2013). "CO_2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models". *Energy Economics,* 40, 657–664.

Papiez, M. (2013). "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in the Visegrad Group Countries: A Panel Data Analysis". *31st International Conference on Mathematical Methods in Economics,* 696-701.

Shahbaz, M., Hye, Q., Tiwari, A. K. & Leito, N. C. (2013). "Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO2 Emissions in Indonesia". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109-121.

Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T. & Ali, A. (2013). "Revisiting the Environmental Kuznets Curve in a Global Economy". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 494-502.

Soytas, U. & Sari, R. (2009). "Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member". *Ecological Economics*, 68, 1667-1675.

Soytas, U., Sari, R. & Ewing, B. T. (2007). "Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States". *Ecological Economics*, 62, 482-489.

Stern, D. & Cleveland, C. J. (2004). "Energy and Economic Growth". *Rensselaer Working Papers*, No.0410, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.

Tiwari, A. K. (2011). "Energy Consumption, CO2 Emissions and Economic Growth: Evidence from INDIA". *Journal of International Business and Economy*, 12(1), 85-122.

Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P. & Wang, Q. W. (2011). "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis". *Energy Policy,* 39, 4870-4875.

Yang, Z. & Zhao, Y. (2014). "Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in India: Evidence from Directed Acyclic Graphs". *Economic Modelling*, 38, 533-540.

Zhang, X. & Cheng, X. (2009). "Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China". *Ecological Economics*, 68, 2706-2712.

Zuo, H. & Danxiang, A. (2011). "Environment, Energy and Sustainable Economic Growth". *Procedia Engineering*, 21, 513–519.

Zuo, Y., Ying-ling, S. & Yu-zhuo, Z. (2017). "Research on the Sustainable Development of an Economic-Energy-Environment (3E) System Based on System Dynamics (SD): A Case Study of the Beijing-Tianjin-Hebei Region in China". *Sustainability*, 9, 1-23.