

## اثر شوکهای مصرف برق بر آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا: مقایسه تطبیقی با رهیافت PVAR

محمدحسن قزوینیان<sup>۱</sup>

[mhasanghazvinian@gmail.com](mailto:mhasanghazvinian@gmail.com)

کامبیز هژبر کیانی<sup>۲\*</sup>

علی دهقانی<sup>۳</sup>

فاطمه زندی<sup>۳</sup>

خلیل سعیدی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۱/۲۵

### چکیده

زمینه و هدف: تولید، اعم از تولید صنعتی و کشاورزی، بدون وجود شبکه‌های زیربنایی اقتصادی امکان پذیر نیست. نیروی برق با توجه به تغییرات پدید آمده در صنایع و تبدیل نیروی محرکه مکانیکی به الکتریکی، پیدایش موتورهای برقی و گسترش ابزارهای ماشینی، نقش بسیار مهمی در توسعه صنعتی کشورها ایفا می‌کند. از دیدگاه مکاتب مختلف اقتصادی، مهمترین عوامل موثر بر رشد اقتصادی عبارتند از: سرمایه و نیروی کار اعم از متخصص و غیرمتخصص، در تئوریهای جدید رشد، عامل انرژی نیز وارد مدل شده است. هدف اصلی مقاله حاضر مقایسه تطبیقی اثر شوکهای مصرف برق بر آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا می‌باشد. روش بررسی: مقاله مورد نظر از نوع توصیفی، تحلیلی و استنتاجی بوده و روش مورد استفاده در دستیابی به هدف مقاله استفاده از رهیافت خود رگرسیون برداری مبتنی بر داده‌های پانلی PVAR طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲ و همچنین کشور ایران طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۸۵ با استفاده از روش خود رگرسیون برداری VAR می‌باشد. یافته‌ها: مصرف برق، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، نیروی کار و موجودی سرمایه رابطه مستقیم و معنی داری با رشد اقتصادی دارند ولی آلودگی محیط زیست رابطه معکوس و معنی داری با رشد اقتصادی ایران دارد.

۱- دکتری اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، گروه اقتصاد، تهران، ایران.

۲- استاد اقتصاد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه اقتصاد، تهران، ایران. \* (مسوول مکاتبات)

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، گروه اقتصاد، تهران، ایران

بحث و نتیجه گیری: نتایج حاکی از آن است که شوک افزایش مصرف برق در کشورهای منتخب منا پس از یک کاهش نامحسوس در تولید ناخالص داخلی سرانه به طور متناسب منجر به افزایش آن در دوره های بعدی می گردد، ولی در ایران رشد را به طور خیلی ملایم افزایش می دهد. همچنین اثر این شوک بر آلودگی محیط زیست در کشورهای منا سبب کاهش نسبتا ملایم آن شده ولی در ایران سبب شده است که آلودگی محیط زیست در سطح بالاتری نسبت به قبل قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** مصرف برق، آلودگی محیط زیست، رشد اقتصادی، کشورهای منتخب منا ، اقتصاد ایران.

# **The Effect of Electricity Consumption Shocks on Environmental pollution and Economic Growth in Iran and Selected Countries MENA: A Comparative Comparison with the PVAR Approach**

**Mohammad hasan Ghazvinian<sup>1</sup>**

[mhasanghazvinian@gmail.com](mailto:mhasanghazvinian@gmail.com)

**Kambiz Hojabr kiani<sup>2</sup> \***

**Ali Dehghani<sup>2</sup>**

**Fatemeh Zandi<sup>3</sup>**

**Khalil Saeedi<sup>3</sup>**

Admission Date: October 3, 2020

Date Received: April 14, 2019

## **Abstract**

**Background and Objective:** Production, including industrial and agricultural production, is not possible without the existence of economic infrastructure. Electricity plays an important role in the industrial development of countries due to changes in the industries and the conversion of mechanical to electrical power, the emergence of electric motors and the development of machine tools. Purpose of this article, comparative comparison of the effects of electricity consumption shocks on Environmental pollution and economic growth in IRAN and selected MENA countries.

**Material and Methodology:** The article is descriptive, analytical and inferential, to achieve this goal, the method has been used the PVAR approach during the period 2016-1992 as well as the country of Iran during the period 2016-1985 using the VAR method has been studied.

**Findings: Findings:** Electricity consumption, direct foreign investment, labor force and capital inventory have a direct and significant relationship with economic growth, but environmental pollution has a negative and significant relationship with Iran's economic growth.

**Discussion and Conclusion:** the results indicate that the shock of increasing electricity consumption in selected MENA countries after an insignificant decrease in GDP per capita will increase proportionally in subsequent periods but in Iran, it grows very smoothly. The effect of this shock on carbon dioxide emissions in the countries concerned has been relatively mildly reduced, but in Iran, carbon dioxide emissions have been at a higher level than before.

**Keywords:** electricity consumption, environmental pollution, economic growth, selected countries of MENA, Iran's economy.

---

<sup>1</sup>- Ph.D of Economics, Islamic Azad University, Tehran South Branch, Tehran, Iran.

<sup>2</sup>- Professor of Economics, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran.\* (*Corresponding Author*)

<sup>3</sup>- Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran.

## مقدمه

با توجه به نقش کلیدی انرژی الکتریکی در اقتصاد ملی و تأثیر آن به عنوان یک زیرساخت اساسی در توسعه سایر بخشها، شناخت فرایند مصرف انرژی برق در افق بلندمدت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این بحث در کشورهای در حال توسعه به دلیل رشد سریع مصرف انرژی برق از اهمیتی دو چندان برخوردار است. با رشد و توسعه صنعتی و اقتصادی و نیز افزایش جمعیت در مناطق مختلف، میزان تقاضا برای مصرف انرژی برق رو به افزایش خواهد بود.

تجزیه و تحلیل رشد اقتصادی کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا<sup>۱</sup> با تأکید ویژه بر روند همگرایی از نظر روند بلندمدت تولید ناخالص داخلی سرانه نشان می‌دهد اقتصاد منطقه به شدت تحت تأثیر عوامل خاص، مانند منابع انرژی و خصوصیات جمعیت شناختی و سازمانی و زیست محیطی قرار گرفته است که از عوامل تعیین کننده فرایند رشد می باشد (۱).

## زمینه و هدف

بررسی اثرات زیست محیطی مصرف حاملهای 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 تعیین تأثیر شوکهای مصرف برق بر آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی ایران و کشورهای منتخب منا می‌باشد. امروزه علاوه بر نهاده نیروی کار و سرمایه، انرژی نیز 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.

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 آلودگی محیط زیست دارد. در تابع تولید کاب- داگلاس موجودی سرمایه و نیروی کار به عنوان عوامل تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد و آلودگی محیط زیست هم بطور مستقیم وارد تابع تولید کاب

داگلاس می‌شود. تابع تولید کاب - داگلاس مورد استفاده به شکل زیر می‌باشد

$$Y = e^{\varepsilon} AK^{\alpha} E^{\lambda} (FDI)^{\psi} L^{\beta}$$

که در آن

Y: تولید ناخالص داخلی حقیقی

A: بهره وری کل عوامل تولید

L: نیروی کار

K: موجودی سرمایه

E: جمله اختلال

FDI: سرمایه گذاری مستقیم خارجی

E: مصرف انرژی. با یک سطح تکنولوژی ثابت رابطه مستقیم

خطی بین مصرف انرژی و محیط زیست وجود دارد نظیر

$E = bCO_2$  پس مدل تصریح شده پیشنهادی رشد به صورت

زیر می‌باشد (۲ و ۳)

$$GDP = f(EC, K, L, FDI)$$

کوانا و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) در مقاله خود به بررسی رابطه مصرف برق، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای BRICS (برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی) برای دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۰، با استفاده از تجزیه و تحلیل پانلی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که در هر یک از این کشورها تاثیرات متفاوتی در مورد علیت بین مصرف برق و آلودگی محیط زیست و رشد وجود دارد (۴).

آنتوناکاکیس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۵) در مقاله خود به بررسی مصرف انرژی (بتفکیک حاملهای انرژی)، آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در ۱۰۶ کشور با درآمد متفاوت با استفاده از مدل PVAR طی دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۱ پرداخته اند نتایج نشان می‌دهد مصرف برق تنها در کشورهای با گروه درآمدی پایین و متوسط به پایین منجر به افزایش رشد اقتصادی شده است (۵).

۲- Cowana, Wendy N. Tsangyao Chang, Roula Inglesi-Lotz, RanganGuptaa 2014

۳- Nikolaos Antonakakis, Ioannis Chatziantoniou, and George Filis

۱- Middle east and north africa

مورد استفاده آنها ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۰ بوده است و به این نتیجه رسیدند که در بلندمدت رشد تولید نیز می‌تواند مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار دهد (۱۰).

### روش بررسی

در این مقاله برای گردآوری داده‌های مورد نیاز از پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی (WDI)، داده‌های آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) و همچنین از داده‌های آماری دنیای انرژی (of BP Statistical Review World Energy) مربوط به سال ۲۰۱۶ استفاده شده است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای excel و stata14.1 و Eviews 9 و از مدل اقتصادسنجی خود توضیح برداری مبتنی بر داده‌های پانلی Panel VAR و مدل اقتصادسنجی خود توضیح برداری VAR برای ایران استفاده می‌شود.

### 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. معمولاً به راحتی نمی‌توان ضرایب برآورد شده الگوی خود توضیح برداری مبتنی بر داده‌های تابلویی را تفسیر نمود، به همین خاطر است که تابع عکس العمل تحریک را برآورد می‌کنند تا به کمک آن رفتار متغیرها را در طول زمان در اثر یک انحراف معیار تغییر در جمله اختلال (تحریک) معادلات مورد بررسی قرار دهند (۱۱).

با استفاده از مدل اقتصادسنجی VAR و توابع عکس‌العمل و تجزیه واریانس به بررسی اثر شوکهای حاصل از مصرف برق، آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی در ایران پرداخته می‌شود و سپس تحلیل حاصل از این شوکها در اقتصاد با مقایسه تطبیقی ارایه می‌گردد. بنابراین جامعه آماری این تحقیق، ایران و کشورهای منتخب گروه منا می‌باشد و بازه زمانی مورد استفاده در تحقیق برای کشورهای منتخب از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶ و برای ایران ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۶ می‌باشد.

شاری و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) در مقاله خود تحت عنوان اثرات مصرف برق و رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست، برای کشور مالزی طی دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۳ با استفاده از مدل ARDL به این نتیجه رسیده است که در بلندمدت تأثیر وجود دارد ولی در کوتاهمدت مصرف برق و رشد تأثیر معنی‌داری بر آلودگی محیط زیست ندارد (۶).

لی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان ساختار انرژی، رشد اقتصادی و انتشار کربن: مطالعه موردی کشور چین طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۲ با استفاده از مدل VAR پرداخته و نتایج نشان می‌دهد که وقتی رشد اقتصادی افزایش یابد انتشار دی اکسید کربن در ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد و در نتیجه منحنی U معکوس کوزنتس تأیید می‌گردد (۷).

اصغریور و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی رابطه بین مصرف برق و رشد اقتصادی با تأکید بر شکست ساختاری طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۴۶ با استفاده از آزمونهای ریشه واحد زیوت- اندریوز و آزمون همجمعی گریگوری- هانسن جهت بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف برق و رشد اقتصادی با تأکید بر شکست ساختاری پرداخته‌اند و نتایج به دست آمده از تحقیق نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن شکست ساختاری، رابطه بلندمدت مثبت بین مصرف برق و رشد اقتصادی ایران وجود دارد (۸).

مهرآرا و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله خود تحت عنوان بررسی رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت، در دوره زمانی ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۸ می‌پردازد و نتایج تجربی نشان می‌دهد که مسیر علیت میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در بلندمدت به صورت دو طرفه و در کوتاه مدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی است (۹).

فاضلی و دودابی نژاد (۱۳۹۱) در مقاله خود تحت عنوان تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف برق در ایران، عوامل موثر بر ارتباط میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در ایران طی دوره‌های زمانی مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند. دوره زمانی

۱- Shaari Mohd. Shahidan, Nor Azam Abdul Razak, Bakti Hasan Basri

۲- NAN LI, RONG KANG, CHEN FENG, CHANGLING WANG, CHUNPENG ZHANG

مصرف برق و آلودگی محیط زیست کشورهای منتخب منا در طی دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶ می‌گردد. همچنین با توجه به نمودار ۲ اثر شوک مصرف برق بر رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست بررسی می‌شوند و نشان می‌دهد که شوک افزایش مصرف برق پس از یک کاهش نامحسوس در تولید ناخالص داخلی سرانه به طور متناسب منجر به افزایش آن در دوره های بعدی در کشورهای منتخب منا می‌گردد، همچنین اثر این شوک بر آلودگی محیط زیست سبب کاهش نسبتا ملایم آن شده است.

برای تصریح مدل اقتصاد سنجی از رهیافت تابع تولید استفاده می‌شود که تأثیر شوکهای حاصل از مصرف برق<sup>۱</sup> ELECT، آلودگی محیط زیست<sup>۲</sup>، ذخیره سرمایه K و نیروی کار L و سرمایه گذاری مستقیم خارجی FDI روی رشد اقتصادی را بررسی می‌کند. برای تصریح مدل اقتصادسنجی از رهیافت تابع تولید استفاده می‌شود.

#### یافته ها

در این بخش از مقاله 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 بررسی پایایی متغیرها در جدول ۱ براساس ارزش احتمال آماره آزمون لوین، لین و چو لگاریتم تمامی متغیرهای مدل در سطح داده‌های متغیرها پایا می‌باشند.

#### نتایج حاصل از برآورد مدل مربوط به کشورهای منتخب

##### منا

نتایج حاصل از تعیین وقفه بهینه و آزمونهای پایداری وقفه بهینه برای مدل، وقفه یک است و بررسی شرط پایداری نشاندهنده اینست که تمام مقادیر ویژه در درون دایره واحد است و مدل PVAR شرط پایداری را دارد.

#### توابع عکس العمل آنی

در نمودار ۱ اثر شوک رشد اقتصادی بر مصرف برق و آلودگی محیط زیست بررسی می‌شوند و نشان می‌دهد که شوک تولید ناخالص داخلی سرانه به طور متناسب منجر به افزایش در

۱- مصرف انرژی الکتریکی بر حسب کیلو وات ساعت می باشد که معادل بشکه نفت خام در نظر گرفته شده است.

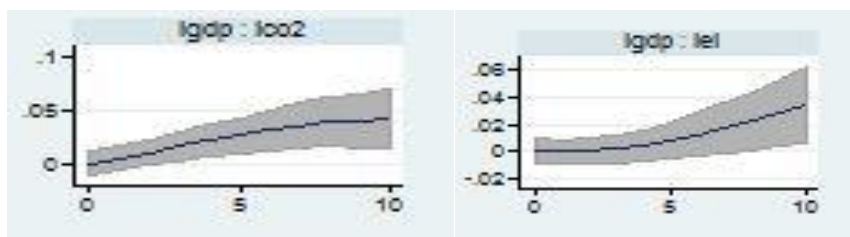
۲- شاخص آلودگی محیط زیست، انتشار دی اکسید کربن می باشد که با ppm اندازه گیری می‌شود. دستگاه اندازه‌گیری CO2 شامل یک سنسور دی اکسید کربن است که با قرار دادن آن در محیطهای مورد نظر می‌توان میزان دی اکسید کربن موجود در محیط را به صورت لحظه‌ای در اختیار داشت و بررسی نمود، پایش میزان دی اکسید کربن و اقدام نسبت به کنترل میزان آن امری بسیار مهم تلقی می‌شود. سنسور CO2 میزان دی اکسید کربن را از ۰ تا ۵۰۰۰ PPM اندازه‌گیری می‌کند PPM مخفف Part Per Million به معنی واحد در میلیون می‌باشد.

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

Table 1. Results of the test of stability of variables using LLC test

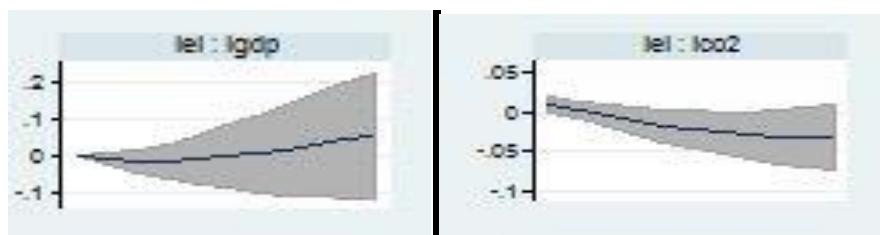
نتیجه	احتمال	آماره‌ی آزمون	شرایط آزمون	علامت اختصاری	متغیر
I(0)	۰/۰۳۰۶	-۱/۸۷***	با عرض از مبدا	LGDP	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
I(0)	۰/۰۴۹	-۲/۶۱***	با عرض از مبدا	LELEC	لگاریتم مصرف برق
I(0)	۰/۰۱۱	-۲/۲۸***	با عرض از مبدا	LCO2	لگاریتم آلودگی محیط زیست
I(0)	۰/۰۸۴	-۱/۳۷***	با عرض از مبدا و روند	LFDI	لگاریتم سرمایه گذاری مستقیم خارجی
I(0)	۰/۰۰۰	-۸/۴۲*	با عرض از مبدا	LL	لگاریتم نیروی کار
I(0)	۰/۰۵۹	-۱/۵۹***	با عرض از مبدا و روند	LK	لگاریتم سرمایه

منبع: محاسبات تحقیق، \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب سطح معنی داری ۱ و ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.



نمودار ۱- عکس العمل مصرف برق و آلودگی محیط زیست نسبت به تغییرات رشد اقتصادی

Figure 1. Response of electricity consumption and environmental pollution to economic growth

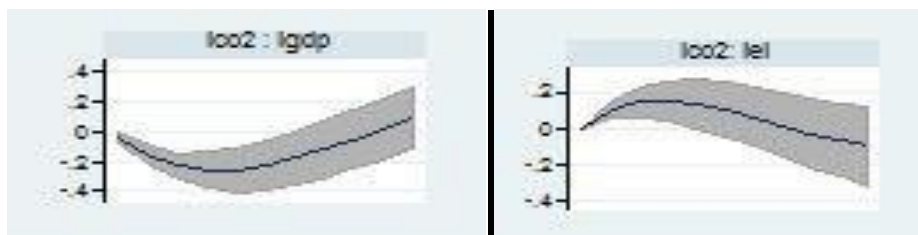


نمودار ۲- عکس العمل رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست نسبت به تغییرات مصرف برق

Figure 2. Response of economic growth and environmental pollution towards to electricity consumption

منتخب می‌گردد، همچنین این شوک ابتدا مصرف برق را افزایش داده و پس از آن منجر به کاهش مصرف برق در دوره های بعدی می‌شود.

سرانجام با توجه به نمودار ۴ اثر شوک آلودگی محیط زیست بر رشد اقتصادی و مصرف برق بررسی می‌شود و نشان می‌دهد که شوک افزایش انتشار آلودگی ابتدا منجر به کاهش و سپس منجر به افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای



نمودار ۳- عکس العمل رشد اقتصادی و مصرف برق نسبت به تغییرات آلودگی محیط زیست

Figure 3. Response of economic growth and electricity consumption to environmental pollution

تجزیه واریانس

در جدول ۲ نتایج حاصل از تجزیه خطای واریانس مربوط به متغیرها برای کشورهای منتخب منا نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه واریانس کشورهای منتخب منا

Table 2. Results of variance decomposition of selected countries of MENA

LK	LL	LFDI	LCO2	LELECT	LGDP	دوره زمانی	متغیر
.	.	.	.	.	.	.	LGDP
.	.	.	.	.	۱	۱	
۰/۰۰۰۶۰	۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۲۰۶	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱۲	۰/۹۴۷	۲	
۰/۰۱۲۷	۰/۰۰۶۶	۰/۰۹۸	۰/۱۸۲	۰/۰۰۲۲	۰/۶۹۷	۵	
۰/۰۴۳۴	۰/۰۳۶	۰/۱۳۲۶	۰/۳۴۵	۰/۰۰۶۹	۰/۴۳۵	۱۰	
.	.	.	.	.	.	.	LELECT
.	.	.	.	۰/۹۹۹۹۹	۰/۰۰۰۰۰۶	۱	
۰/۰۰۷۷۷	۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۳۴	۰/۰۰۱۱	۰/۹۹۰۴	۰/۰۰۰۰۱۲۵	۲	
۰/۰۵۱۸	۰/۰۰۰۸۲	۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۰۱۱	۰/۹۴۴۷	۰/۰۰۰۸۲	۵	
۰/۱۱۳۳۳	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۱۷	۰/۰۰۱۳۷	۰/۸۳۹	۰/۰۴۲	۱۰	
.	.	.	.	.	.	.	LCO2
.	.	.	۰/۹۹۱۱	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۰۰۰۰۲۷	۱	
۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰۱۱۲	۰/۰۰۶۶	۰/۹۸۲۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۱۳۸	۲	
۰/۰۱۶۴	۰/۰۰۰۰۴۳۸	۰/۰۵۱۳	۰/۸۹۲	۰/۰۱۵۵	۰/۰۲۴۲	۵	
۰/۰۱۳۱	۰/۰۰۰۱۷۵۱	۰/۱۷۳۵	۰/۶۱۳۵	۰/۰۸۰۱	۰/۱۱۹۴	۱۰	

می‌باشد که این مقدار در طی دوره های پنجم و دهم به ترتیب به ۰/۲۲ و ۰/۶۹ درصد تغییر کرده 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 ۹۴ درصد در دوره پنجم ۶۹ درصد و در دوره دهم ۴۳ درصد. از تغییرات رشد اقتصادی ۰/۱۲ درصد مربوط به مصرف برق



نتایج به دست آمده از اقتصاد ایران

نتایج آزمون پایایی متغیرهای مدل

دیکی فولر تعمیم یافته مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این

آزمون در جدول (۳) نشان داده شده است.

قبل از برآورد مدل لازم است تا پایایی داده‌ها مورد بررسی قرار

گیرد. از این رو پایایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد

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

Table 3. Results of Augmented Dicky-Fuller Unit root test (ADF)

نتیجه	احتمال	آماره آزمون	شرایط آزمون	علامت متغیر	متغیرها
I(1)	۰/۵۱	-۲/۱۲	با عرض از مبدأ و روند	LGDPPC	لگاریتم تولید ناخالص
	۰/۰۰۶۲	-۰/۴۳	با عرض از مبدأ و روند	dLGDPPC	داخلی سرانه
I(1)	۰,۳۳	-۲,۴۴	با عرض از مبدأ و روند	LELEC	لگاریتم مصرف برق
	۰,۰۰۰۲	-۵,۷۳	با عرض از مبدأ و روند	dLELEC	
I(1)	۰/۲۷	-۲/۶۲	با عرض از مبدأ و روند	LCO2	لگاریتم آلودگی محیط زیست
	۰/۰۰۰۵	۰/۴۱	با عرض از مبدأ و روند	dLCO2	
I(1)	۰/۶۶	-۱/۸۱	با عرض از مبدأ و روند	LLABOR	لگاریتم نیروی کار
	۰/۰۰۰۰	-۸/۹۹	با عرض از مبدأ و روند	dLLABOR	
I(1)	۰/۴۵	-۲/۲۴	با عرض از مبدأ و روند	LCAPITAL	لگاریتم موجودی سرمایه
	۰/۰۰۳۲	-۴/۶۹۲	با عرض از مبدأ و روند	dLCAPITAL	
I(1)	۰/۷۸	-۰/۸۷	با عرض از مبدأ	LFDI	لگاریتم سرمایه گذاری
	۰/۰۰۰	-۱۰/۱۰۶	با عرض از مبدأ و روند	dLFDI	مستقیم خارجی

منبع: محاسبات تحقیق

$$LGDPPC = 12/2LELEC - 0/72LCO2 +$$

$$0/08LFDI + 0/21LK + 1/92LL$$

$$SE: (0/37) (0/39) (0/02) (0/05) (0/53)$$

بردار هم‌جمعی نسبت به متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه نرمالیزه شده است. با توجه به این که روش جوهانسن - جوسیلیوس مقادیر ارزش احتمال را نشان نمی‌دهد، لذا برای معنادار بودن ضرایب متغیرهای توضیحی از مقدار آماره t استیودنت استفاده شده است.

مصرف برق، سرمایه گذاری مستقیم خارجی، نیروی کار و موجودی سرمایه رابطه مستقیم و معنی داری با رشد اقتصادی

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

از آنجا که معیارهای شوارتز - بیزین، حنان - کوئین و آکائیک حداکثر خود را به ازای طول وقفه یک دارند، بنابراین بر اساس این معیارها طول وقفه‌ی بهینه یک تعیین شده است، همچنین شرط پایداری مدل VAR تایید شده است. تعیین رابطه‌ی بلندمدت:

بر اساس نتایج بلندمدت، تابع رشد اقتصادی را می‌توان بصورت زیر نوشت:

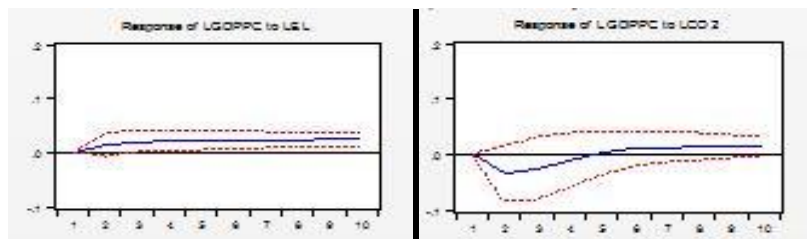
## توابع عکس العمل آنی

نمودار ۴ عکس العمل رشد اقتصادی را نسبت به یک انحراف معیار شوک مصرف برق و آلودگی محیط زیست را نشان می‌دهد. بدین صورت که با یک شوک در مصرف برق، رشد اقتصادی به طور ملایم تا ۱۰ دوره افزایش می‌یابد. همچنین با یک شوک در آلودگی محیط زیست، تا دوره دوم رشد اقتصادی کاهش یافته و پس از دو دوره بدلیل افزایش مخارج ناشی از کاهش آلودگی محیط زیست شروع به افزایش می‌کند.

دارد ولی آلودگی محیط زیست رابطه‌ی معکوس و معنی داری با رشد اقتصادی ایران دارد.

## برآورد الگوی تصحیح خطا

ضریب جمله تصحیح خطای این مدل ۰/۹۰- برآورد شده است که نشان می‌دهد در هر دوره ۹۰ درصد از عدم تعادل رشد اقتصادی در جهت رسیدن به تعادل بلند مدت تعدیل می‌شود.

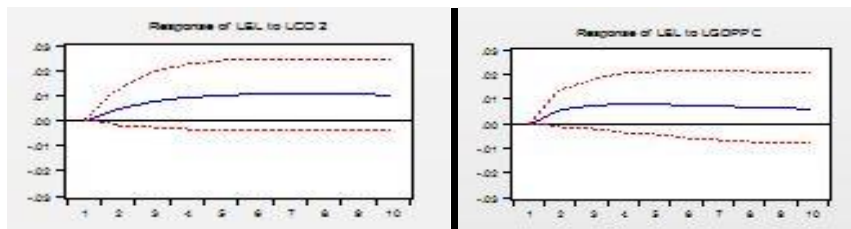


نمودار ۴ - عکس العمل رشد اقتصادی نسبت به تغییرات مصرف برق و آلودگی محیط زیست

Figure 4. Response of economic growth to changes in electricity consumption and environmental pollution

می‌دهد. با یک شوک در رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست، مصرف برق به طور ملایم افزایش می‌یابد.

نمودار ۵ عکس العمل مصرف برق را نسبت به یک انحراف معیار شوک رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست را نشان

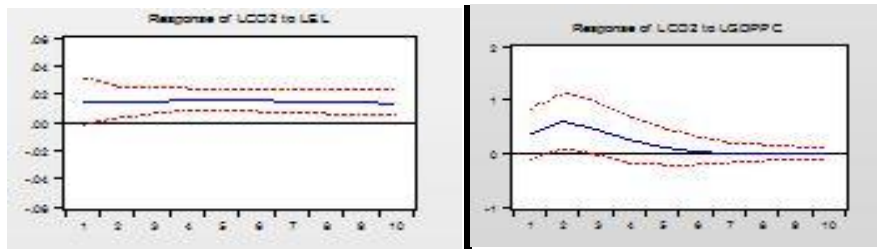


نمودار ۵ - عکس العمل مصرف برق نسبت به تغییرات رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست

Figure 5. Response of electricity consumption to changes in economic growth and environmental pollution

زیست تا دوره دوم و برای یک دوره کوتاه مدت افزایش یافته و پس از آن کاهش می‌یابد که دقیقاً مصداق منحنی زیست محیطی کوزنتس می‌باشد و این روند تا حرکت به سمت تعادل بلندمدت همچنان ادامه پیدا می‌کند.

نمودار ۶ عکس العمل آلودگی محیط زیست را نسبت به یک انحراف معیار شوک رشد اقتصادی و مصرف برق را نشان می‌دهد. با یک شوک در رشد اقتصادی، مصرف برق بالاتر از سطح اولیه مصرف قبلی خود قرار گرفته و تا دوره دهم تقریباً به همین روند ثابت بالا ادامه می‌دهد. همچنین آلودگی محیط



نمودار ۶- عکس العمل آلودگی محیط زیست نسبت به تغییرات رشد اقتصادی و مصرف برق

Figure 6. Response of environmental pollution to changes in electricity consumption and economic growth

### تجزیه واریانس

خود متغیر، ۰/۵ درصد مصرف برق ۳/۷۱ درصد از تغییرات توسط آلودگی محیط زیست و بقیه توسط نیروی کار و سرمایه و سرمایه گذاری مستقیم خارجی توضیح داده می شود. بقیه دوره ها هم به همین ترتیب تفسیر می شوند.

در جدول ۴ تجزیه واریانس متغیر رشد اقتصادی مشاهده می شود. در شروع دوره مورد بررسی ۱۰۰ درصد تغییرات متغیر رشد اقتصادی توسط خود آن متغیر توضیح داده می شود، در دوره دوم، توضیح دهندگی این متغیر حدود ۹۴ درصد توسط

### جدول ۴ - تجزیه واریانس رشد اقتصادی

Table 4. Variance decomposition of economic growth

LFDI	LK	LL	LCO2	LELECT	LGDPPC	S.E.	Period
۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰۰	۰/۱۴۵۹۱۵	۱
۰/۶۱۰۵۵۵	۰/۷۴۱۲۵۷	۰/۰۸۱۶۱۷	۳/۷۱۵۰۹۶	۰/۵۲۶۱۴۴	۹۴/۳۲۵۳۳	۰/۱۷۴۱۷۸	۲
۳/۶۵۳۲۱۳	۸/۱۴۴۴۰۰	۰/۱۴۵۴۸۲	۵/۰۲۲۲۹۶	۳/۷۵۶۷۰۱	۷۹/۲۷۷۹۱	۰/۲۰۲۰۷۱۲	۵
۶/۱۴۶۷۷۵	۸/۷۶۴۲۴۴	۰/۱۳۱۰۵۳	۵/۹۶۲۶۳۵	۹/۲۳۱۷۹۹	۶۹/۷۶۳۴۹	۰/۳۱۷۰۸۹	۱۰

منبع: محاسبات تحقیق

برق توسط خود متغیر، ۲/۵ درصد آلودگی محیط زیست و ۳/۱۲ درصد از تغییرات توسط رشد اقتصادی توضیح داده می شود.

در ادامه با توجه به جدول ۵ که نشاندهنده تجزیه واریانس مصرف برق می باشد. در شروع دوره مورد بررسی ۹۹/۱۱ درصد تغییرات متغیر مصرف برق توسط خود آن متغیر توضیح داده می شود. در دوره دوم، حدود ۹۲/۵ درصد از تغییرات مصرف

### جدول ۵- تجزیه واریانس مصرف برق

Table 5. Variance decomposition of electricity consumption

LFDI	LK	LL	LCO2	LEL	LGDPPC	S.E.	Period
۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۹۹/۱۱۷۰۹	۰/۸۸۲۹۰۷	۰/۰۲۱۶۲۳	۱
۱/۷۹۲۳۵۷	۰/۰۳۹۶۷۸	۰/۰۲۵۵۱۰	۲/۵۰۶۱۹۷	۹۲/۵۰۸۳۹	۳/۱۲۷۸۷۰	۰/۰۳۰۸۱۲	۲
۵/۸۱۴۰۸۵	۰/۱۹۱۱۱۰	۰/۰۶۲۸۱۹	۱۰/۱۱۶۸۰	۷۶/۰۰۲۱۲	۷/۸۱۳۰۶۷	۰/۰۵۱۵۲۴	۵
۱۲/۳۷۰۳۶	۱/۵۸۹۸۰۳	۰/۱۰۲۹۵۹	۱۳/۸۵۱۴۰	۶۴/۶۱۴۲۳	۷/۸۷۱۲	۰/۰۷۵۸۷۶	۱۰

منبع: محاسبات تحقیق

تفسیر می‌شوند مثلاً در دوره دهم ۳۲/۲ درصد از تغییرات آلودگی محیط زیست توسط خود متغیر، ۱۹/۱ درصد توسط مصرف برق و ۲۱/۶ درصد توسط رشد اقتصادی توضیح داده می‌شود.

همچنین جدول ۶ که نشان‌دهنده تجزیه واریانس آلودگی محیط زیست می‌باشد در دوره دوم تقریباً حدود ۷۵/۸ درصد از تغییرات آلودگی محیط زیست توسط خود متغیر، ۹/۲۵ درصد مصرف برق و ۱۴/۱ درصد از تغییرات توسط رشد اقتصادی توضیح داده می‌شود. دوره های بعدی نیز به همین ترتیب

### جدول ۶ - تجزیه واریانس آلودگی محیط زیست

Table 6. Variance decomposition of environmental pollution

LFDI	LK	LL	LCO2	LEL	LGDPCC	S.E.	Period
۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۸۸/۳۱۳۴۹	۵/۵۳۴۳۴۸	۶/۱۵۲۱۵۶	۰/۰۴۸۳۴۳	۱
۰/۲۱۲۸۵۸	۰/۱۹۷۶۶۱	۰/۲۸۰۷۶۱	۷۵/۸۷۸۸۲	۹/۲۵۰۱۴	۱۴/۱۷۹۷۶	۰/۰۵۹۲۸۰	۲
۰/۳۴۸۷۱۸	۱۰/۹۸۴۱۶۲	۱/۲۵۴۰۲۱	۴۷/۷۳۳۴۶	۱۷/۴۸۷۸۴	۲۲/۱۹۲۶۹	۰/۰۷۹۵۵۹	۵
۰/۴۲۷۹۸۲	۲۰/۵۳۱۱۲	۵/۹۴۷۹۰۴	۳۲/۲۹۲۷۵	۱۹/۱۷۱۴۱	۲/۲۶۲۸۸۳	۰/۱۰۵۳۸۹	۱۰

منبع: محاسبات تحقیق

### بحث و نتیجه گیری

#### مقایسه تطبیقی نتایج کشورهای منتخب منا

نتیجه‌گیری مقایسه تطبیقی نتایج حاصل از این مقاله به طور جامع در جدول ۷ جهت مقایسه بین کشورهای منتخب منا و ایران ارایه شده است:

### جدول ۷ - مقایسه تطبیقی نتایج کشورهای منتخب منا و ایران

Table 7. Comparative comparison of the results of selected countries of MENA and Iran

ایران (۱۹۸۵-۲۰۱۶)			کشورهای منا (۱۹۹۲-۲۰۱۶)			اثرات شوکها
بر مصرف برق	بر آلودگی محیط زیست	بر رشد اقتصادی	بر مصرف برق	بر آلودگی محیط زیست	بر رشد اقتصادی	
-	سطح بالاتر از قبل	افزایش	-	کاهش	ابتدا کاهش خیلی ملایم سپس افزایش	شوک مصرف برق
افزایش	ابتدا افزایش سپس کاهش	-	افزایش	افزایش	-	شوک رشد اقتصادی
افزایش	-	ابتدا کاهش سپس افزایش	ابتدا افزایش سپس کاهش	-	ابتدا کاهش سپس افزایش	شوک آلودگی محیط زیست

آلودگی محیط زیست و حفاظت از توسعه پایدار بدون آسیب رساندن به رشد و توسعه اقتصادی صورت گیرد.

علاوه بر اقدامات سیاستی، ابزارهای سیاستی - استفاده از تکنولوژی های کم کربن (low-carbon technologies)، مالیات بر کربن داخلی، مجوزهای قابل صدور در سطح بین المللی برای افزایش کارایی مصرف برق و منابع و حمایت دولت از سرمایه گذاری سبز- می تواند مزایای قابل توجهی را به همراه داشته باشد.

سرانجام از طریق مدیریت مصرف، بهبود کیفیت سوختهای مصرفی، تغییر در ترکیب حاملهای انرژی مصرفی، بهینه سازی مصرف انرژی، استقرار سامانه مدیریتی و نظارتی مؤثر و مستمر، می توان میزان انتشار این گازها را تثبیت کرده و یا حتی کاهش داد.

## References

1. Andreano, M. S., Laureti, L., & Postiglione, P. (2013). Economic Growth in MENA Countries: Is there Convergence of Per Capita GDPs? *Journal of Policy Modeling*, 35, 669-683.
2. Ang, J. B. (2008), Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia, *Journal of Policy Modeling* 2008, 30, 271-8.
3. Anwar, S. and Nguyen, L.P. (2010) "Absorptive Capacity, Foreign Direct Investment- linked Spillovers and Economic Growth in Vietnam", *Asian Business and Management*, 9, 553-570.
4. Cowana, Wendy N. Tsangyao Chang, Roula Inglesi-Lotz, RanganGuptaa (2014), the nexus of electricity consumption, economic growth and CO2 emissions in the BRICS countries, *Energy Policy*, Volume 66, March 2014, Pages 359-368.

نتایج جدول ۷ بیانگر این واقعیت است که در کشورهای منا در کوتاهمدت شوک مصرف برق، رشد اقتصادی را به طور خیلی ملایم کاهش سپس افزایش می دهد لکن در اقتصاد ایران همواره به طور ملایم افزایش می یابد زیرا مصرف برق به عنوان یک نهاده مهم تولید باعث افزایش تولید و در نتیجه رشد اقتصادی می گردد. شوکهای مصرف برق، آلودگی محیط زیست را در کشورهای منتخب منا کاهش می دهد ولی در ایران سبب می شود که آلودگی محیط زیست در سطح بالاتری قرار بگیرد، زیرا افزایش مصرف برق خروجی دی اکسید کربن از تأسیسات تولید برق را افزایش می دهد، تأسیسات تولید برق از نظر میزان دی اکسید کربنی که خارج می کنند با هم متفاوتند و این تفاوت ها به این بستگی دارد که از چه سوختی استفاده می کنند، بیشترین سوخت فسیلی در ایران برای تولید برق مصرف می شود که عاملی عمده در آلودگی هواست.

## پیشنهادهای سیاستی

افزایش مصرف حاملهای انرژی به ویژه سوختهای فسیلی و برق در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به منظور پیشرفت صنعتی و تغییر شرایط زندگی و رفاه اجتماعی یکی از عوامل اجتناب ناپذیر به شمار می آید، کاری که دولت ها می توانند انجام دهند مدیریت بار مصرف برق و کاهش تقاضای روزانه و سالیانه و هدایت به سمت مصرف بهینه و تشویق مردم به کاهش مصرف انرژی و تغییر انواع فناوری هایی است که در خانه هایشان مورد استفاده قرار می دهند. این موضوع علاوه بر پیشگیری از مصرف بیش از اندازه انرژیهای اولیه و جلوگیری از اتلاف سرمایه های ملی، تاثیر عمده ای در جهت کاهش آلودگیهای محیط زیست خواهد داشت.

ایران و کشورهای منا باید حداقل یک بار در سال در جلسه ای در مورد تاثیر ویرانگر افزایش آلودگی محیط زیست در منطقه تشکیل و در مورد راهکارهایی برای مقابله با آن و چالش های زیست محیطی بحث نمایند.

کشورهای منا باید تلاش کنند تا آلودگی محیط زیست را کاهش دهند. انتشار گازهای گلخانه ای و تقویت مدیریت انرژی و کربن به منظور مبارزه با مصارف انرژی آلوده و ناپاک، کاهش

- electricity Consumption and Economic Growth in Iran, Economic Letter of mofid Qom, No. 72: 100-75. (In Persian)
9. Mehrara Mohsen, Farmahini Farahani Razieh and Ayat Hassanzadeh (2011), Investigating the Relationship Between Electricity Consumption and Economic Growth in Selected Exporting Countries, Economic Modeling Quarter, Vol. 5, No. 2, Summer 2011, pp. 90-69. (In Persian)
  10. Fazeli Viseri Samira and Amir Doodabi Nejad (2012), Analysis of the Relationship between Economic Growth and Electricity Consumption in Iran, Iran Energy Productivity Organization, the First National Conference of the Iranian Energy Society, Tehran. (In Persian)
  11. Baltagi, B. H. (2005) Econometric Analysis of Panel Data (third ed.) John Wiley. & Sons.
  5. Antonakakis N., Chatziantoniou, I., and Filis G. (201۵), Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth: A Moral Dilemma. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Band, 68, Seiten 808-824.
  6. Shaari Mohd. Shahidan, Nor Azam Abdul Razak, Bakti Hasan Basri (2017), The Effects of Electricity Consumption and Economic Growth on Carbon Dioxide Emission, International Journal of Energy Economics and Policy, 2017, 7(4).
  7. Li Nan, Kang Rong, Feng Chen, Wang Changling, Zhang Chunpeng (2017), Energy Structure, Economic Growth, and Carbon Emissions: Evidence from Shaanxi Province of China (1990-2012), Forum Scientiae Oeconomia, 2017, vol. 5, no. 1, s. 79-93.
  8. Asgharpur, Hussein and behboudi, Davood and Ghazvinian, Mohammad Hassan (2009). Structural breaks,