

## بررسی رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت

محسن مهرآرا\*، راضیه فرمهبینی فراهانی\*\*، آیت حسن زاده\*\*\*

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۷/۰۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۹/۱۶

### چکیده

این مقاله به بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در برخی از کشورهای منتخب صادرکننده نفت در دوره زمانی ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۸ می‌پردازد که در آن از هر دو روش تک معادله و داده‌های ترکیبی استفاده می‌شود. نتایج تجربی مبتنی بر روش داده‌های ترکیبی نشان می‌دهد که مسیر علیت میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در بلند مدت بصورت دو طرفه و در کوتاه مدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی است. این یافته‌ها دلالت بر آن دارد که کشورهای صادرکننده نفت منتخب، کشورهایی وابسته به انرژی برق می‌باشند. بنابراین سیاست‌های کاهش تقاضای برق از طریق افزایش قیمت برق اثر نامطلوبی بر رشد اقتصادی این کشورها در کوتاه مدت و بلندمدت خواهد داشت.

طبقه‌بندی JEL : O47, E21, C33, C23

واژگان کلیدی: رشد مصرف برق، رشد اقتصادی، علیت گرنجر، علیت تودا یا ماموتو، پانل هم انباشتگی.

\* دانشیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: mmehrara@ut.ac.ir

\*\* کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی و بازاریابی دانشگاه تهران

\*\*\* کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه تهران، پست الکترونیکی: hasanzadeh45@gmail.com

## ۱- مقدمه

دستیابی به رشد بالای اقتصادی کشورها بعنوان یکی از مهمترین شاخص‌های کلان اقتصادی موضوعی است که همواره نظر اقتصاددانان و سیاستگذاران را به خود جلب کرده است. در این میان انرژی بعنوان یکی از مهمترین عوامل تولید نقش مؤثری را در افزایش تولید داخلی ایفا می‌کند.

رشد مصرف انرژی و میزان انرژی بری تولید در فرآیند صنعتی شدن ابتدا دارای روندی صعودی است و بعد از رسیدن به سطح معینی از توسعه نزولی خواهد بود. این کاهش شدت انرژی عمدتاً بدلیل جایگزینی انرژی با سایر نهاده‌های تولید، بهبود فناوری‌ها، تغییر ترکیب انرژی از منابع با کیفیت بالاتر (مانند انرژی برق) به جای منابع با کیفیت پایین‌تر و تغییر ترکیب کالاهای تولیدی (از کالاهای انرژی بر به کمتر انرژی بر) می‌باشد (همتی، ۱۳۸۳).

اقبال عمومی جهان به سمت انرژی‌های با کیفیت بالاتر (مانند برق) موجب رشد قابل توجهی در مصرف این‌گونه از انرژی‌ها شده است، چنانچه برای اساس آمارهای رایج شده، رشد مصرف انرژی برق تا سال ۲۰۳۰ بطور متوسط سالانه ۲/۷ درصد پیش بینی می‌شود.<sup>۱</sup> در این میان کشورهای صادرکننده نفت که جایگاه ویژه‌ای را در تأمین منابع انرژی در بازارهای داخلی و نیز بین‌المللی دارا هستند و به دلیل برخورداری از تنوع انرژی فراوان سعی دارند با جایگزینی منابع انرژی به طریقی مدیریت مصرف و تقاضا را اعمال نمایند.

در میان انرژی‌های جایگزین، برق بیشترین تنوع مصرفی را دارد و با کاهش هزینه در سرمایه‌گذاری صنایع باعث رشد و توسعه صنعتی می‌شود. و به دلیل کارایی طبیعی و پاک (با توجه به مسائل آلودگی زیست محیطی این کشورها به دلیل مصرف بی‌رویه از منابع ارزان انرژی‌های فسیلی) و نقل و انتقال آسان استفاده بیشتر از آن همواره مورد توجه کشورها بوده است. نقش انرژی برق در توسعه اقتصادی از آن جهت است که علاوه بر افزایش بهره‌وری عوامل تولید موجب بهبود سطح استانداردهای زندگی نیز

1- www.eia.gov.doe

خواهد شد. (فرگوسن<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰)

مصرف سرانه برق در کشورهای صادرکننده نفت در حال توسعه بسیار پایین‌تر از مصرف سرانه کشورهای توسعه یافته و یا متوسط سرانه مصرف جهان می‌باشد.<sup>۲</sup> ولی برای کشورهای خاورمیانه (که اغلب آنها صادرکننده نفت می‌باشند) رشد متوسط مصرف سالانه مصرف برق طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۷۲ حدود ۳/۱ می‌باشد که به مراتب بالاتر از متوسط همین رقم در کل کشورهای OECD (۱/۵) هست. روند رو به رشد مذکور احتمالاً به علت ورود کالاهای جدید الکتریکی و وابستگی بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله حمل و نقل، صنعت و تا حدودی کشاورزی به این نوع از انرژی می‌باشد.

حال با توجه به گرایش روز افزون این کشورها، کشورهای صادرکننده نفت، به سمت انرژی برق این سوال مطرح می‌شود که آیا انرژی برق بعنوان محرکی برای رشد اقتصادی است، یا رشد اقتصادی بعنوان یک پیش نیاز برای مصرف هر چه بیشتر انرژی برق محسوب می‌شود. رابطه متقابل میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی و جهت علّیت بین این دو، راهکارهای سیاستی متفاوتی را برای دولت‌ها در طراحی و پیاده سازی سیاست‌های برق مشخص می‌کند. مسیرهای علّیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی به چهار گروه تقسیم می‌شوند که هر یک از آنها راهکارهای سیاستی مهمی را نشان می‌دهد:

۱) رابطه علّیت یک طرفه از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی نشان می‌دهد که محدود کردن مصرف برق ممکن است اثرات مخربی بر روی رشد اقتصادی داشته باشد در حالی که افزایش مصرف برق به رشد اقتصادی کمک خواهد کرد.

۲) رابطه علّی یک طرفه از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق، دلالت بر آن دارد که سیاست‌های صرفه جویی در مصرف برق اثرات مخربی بر رشد اقتصادی نداشته و این مورد در اقتصادهایی که وابستگی کمتری به انرژی دارند صادق است، به علاوه افزایش دائمی در رشد اقتصادی ممکن است منجر به افزایش مستمر در مصرف برق

1- Fergusson  
2- www.eia.gov.doc

شود. سیاست صرفه جویی مصرف برق در کشورهای صادرکننده نفت که همگی وابسته به درآمدهای ارزی ناشی از فروش نفت می‌باشند و به این اعتبار یارانه‌های هنگفتی را برای مصرف داخلی انرژی (از جمله برق) پرداخت می‌کنند راهکار مهم و تأثیرگذاری خواهد بود.

۳) رابطه علی دو طرفه نشان می‌دهد که رشد مصرف برق و رشد اقتصادی به طور متقابل بر هم اثر دارند بطوریکه رشد اقتصادی بالاتر با مصرف انرژی بیشتر همراه شده و رشد بالاتر مصرف انرژی نیز به رشد بیشتر اقتصادی می‌انجامد.

۴) نبود رابطه علی میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نشان می‌دهد که مصرف برق مرتبط با رشد اقتصادی نمی‌باشد و این به آن معناست که سیاست‌های توسعه انرژی یا محدودیت مصرف آن هیچ یک بر رشد اقتصادی اثری نخواهند داشت (جامب<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴). این پژوهش به دنبال یافتن پاسخ این سوال است که کشورهای مورد بررسی در کدام گروه قرار دارند و مسیر علیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی آنها چگونه است.

این مقاله در ۶ بخش تدوین شده است. بخش دوم شامل بررسی مطالعات تجربی پیرامون رابطه علیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی می‌باشد. بخش سوم به معرفی و بررسی روند متغیرهای رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب اختصاص یافته است. در بخش چهارم این مقاله به بررسی رابطه علی میان رشد مصرف انرژی برق و رشد اقتصادی در هر یک از کشورهای منتخب صادرکننده نفت از طریق آزمون تعمیم یافته علیت گرنجر (آزمون علیت تودا و یاماموتو<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵) و همچنین رویکرد پانل هم انباشتگی می‌پردازیم. بخش پنجم به نتیجه گیری و ارائه راهکارها و پیشنهادات اختصاص داده شده است.

## ۲- ادبیات موضوع

نسل اول مطالعات انجام شده در زمینه رابطه علی رشد اقتصادی و انرژی از متدلوزی VAR سنتی و آزمون علیت گرنجر بدون توجه به خواص مانایی متغیرها استفاده

1- Jumbe  
2- Toda and Yamamoto

کرده‌اند. از جمله این مطالعات می‌توان به مقاله کرفت و کرفت<sup>۱</sup> (۱۹۷۸) اشاره کرد. نسل دوم از این مطالعات با فرض نامانا بودن متغیرها از رویکرد هم انباشتگی انگل گرنجر<sup>۲</sup> (۱۹۸۸) بعنوان ابزاری مناسب برای تحقیق درباره روابط بلندمدت و کوتاه مدت میان متغیرها استفاده می‌کند. این مطالعات مبتنی بر روش دو مرحله ای انگل-گرنجر (۱۹۸۸) بوده که هم انباشتگی را بر روی عموماً دو متغیر بررسی کرده و مدل‌های تصحیح خطا را برای آزمون علیت گرنجر بکار می‌برند. از جمله این مطالعات می‌توان به تحقیق گلاسر و لی<sup>۳</sup> (۱۹۹۷) اشاره کرد.

نسل سوم، از تخمین زنده‌های چند متغیره<sup>۴</sup> مانند روش جوهانسن<sup>۵</sup> استفاده می‌کند که بر اساس آن محدودیت‌هایی روی روابط هم انباشتگی قابل آزمون است. مسیح و مسیح<sup>۶</sup> (۱۹۹۶) از اولین اقتصاددانانی بودند که روش جوهانسن را برای چندین کشور آسیایی به کار برده‌اند.

از جمله دیگر مطالعات انجام شده در خصوص انرژی برق در این نسل سوم می‌توان به بررسی قُش<sup>۷</sup> (۲۰۰۰) اشاره کرد که از روش جوهانسن و الگوی تصحیح خطا برای بررسی علیت استفاده کرد. نتایج این تحقیق یک رابطه علی یکطرفه را از رشد اقتصادی به رشد مصرف انرژی برق برای هند نشان می‌دهد بطوریکه می‌توان سیاست‌های صرفه جویی انرژی را بدون هیچ کاهش در رشد اقتصادی بکار برد. جامب (۲۰۰۴) نیز با بررسی علیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در بخش‌های کشاورزی و غیر کشاورزی دریافت که افزایش در رشد اقتصادی منجر به رشد مصرف برق می‌شود.

نسل چهارم این مطالعات روش‌های پنل هم انباشتگی<sup>۸</sup> و مدل‌های تصحیح خطای مبتنی بر پانل<sup>۹</sup> را بکار می‌گیرند. لی چن چیانگ<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۵) از جمله کسانی بود که با

1- Kraft & Kraft

2- Engle-Granger

3- Glasur & Lee

4- Multivariate

5- Johansson

6- Masih & Masih

7- Ghosh

8- Panel-Co integration

9- Panel-based error correction model

10- Chein-Chiang Lee

استفاده از این رویکرد به بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی برای گروهی از کشورهای در حال توسعه پرداخت. او نشان داد که در کوتاه مدت و بلند مدت تنها یک رابطه یک طرفه از رشد مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد. در نتیجه سیاست‌های صرفه جویی انرژی اثر زیان باری بر رشد اقتصادی این کشورها که در مرحله گذار می‌باشند خواهد داشت.

از میان مطالعات انجام شده با روش پانل در زمینه رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی می‌توان تنها به بررسی چن، کیو و چن<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) بر روی ۱۰ کشور آسیایی اشاره کرد که طبق آن رابطه علیت دوطرفه در بلند مدت و رابطه علیت یک طرفه از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق در کوتاه مدت میان این دو متغیر وجود دارد. لذا سیاست صرفه جویی انرژی برق در کوتاه مدت و بلند مدت نتایج متفاوتی خواهد داشت.

از مطالعات داخلی هم می‌توان به مقاله عزیز آرمن و روح الله زارع (۱۳۸۴) اشاره کرد که به بررسی رابطه علیت گرنجری بین رشد مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سالهای ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۱ می‌پردازد. در این تحقیق، با استفاده از روش تودا و یاماموتو رابطه علیت گرنجری بین کل مصرف نهایی انرژی و همچنین حاملهای انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. نویسندگان به این نتیجه دست یافتند که رشد اقتصادی مقدم بر مصرف انرژی بوده و بنابراین، سیاست صرفه جویی در مصرف انرژی تاثیر بر رشد اقتصادی ندارد.

داود بهبودی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهش خود به بررسی رابطه مصرف کل برق و رشد اقتصادی ایران (۱۳۸۵-۱۳۴۶) مبتنی بر تحلیل‌های هم انباشتگی پرداختند. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که افزایش مصرف حامل‌های انرژی، منجر به رشد بیشتر در بخش‌های اقتصادی می‌شود. از سوی دیگر، رشد بخش‌های مختلف اقتصادی کشور نیز به رشد بیشتر افزایش حامل‌های انرژی می‌انجامد. از دیگر مطالعات داخلی در خصوص رابطه میان رشد اقتصادی و مصرف حاملهای انرژی می‌توان به مطالعات خلیل پور (۱۳۸۵) و رضا نجار زاده و همکاران (۱۳۸۴) اشاره نمود.

مقاله حاضر حاوی دو نوآوری اساسی نسبت به مطالعات مشابه در داخل و خارج می‌باشد. اولاً تاکنون مطالعه‌ای در خصوص رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای صادر کننده نفت با استفاده از داده‌های پانل صورت نگرفته است. ثانیاً در این مطالعه آزمون‌های علیت برای هر کشور بصورت انفرادی نیز به روش تودا-یاماموتو (۱۹۹۵) انجام شده و نتایج با روش علیت پانل مقایسه شده است. جدول (۱) نتایج برخی دیگر از مطالعات انجام شده پیرامون رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مطالعات انجام شده پیرامون رابطه میان مصرف برق و رشد اقتصادی

مؤلفین	مورد مطالعه	روش	دوره زمانی	نتیجه*
آلتینای و کاراگول <sup>۱</sup> (۲۰۰۵)	ترکیه	آزمون استاندارد علیت گرنجر	۲۰۰۰- ۱۹۵۰	رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی
موریموتو و هپ <sup>۲</sup> (۲۰۰۴)	سريلانكا	آزمون استاندارد علیت گرنجر	۱۹۹۸- ۱۹۶۰	رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی
موری و نان <sup>۳</sup> (۱۹۹۶)	هند، فیلیپین و زیمبابوه کلمبیا، اندونزی، کنیا و مکزیک کانادا، مالزی و کره جنوبی	آزمون استاندارد علیت گرنجر	۱۹۹۰- ۱۹۷۰	رابطه علیت وجود ندارد رابطه علیت وجود ندارد رشد اقتصادی ← رشد مصرف برق رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی
نارایان و ساین <sup>۴</sup> (۲۰۰۷)	فیجی	آزمون استاندارد علیت گرنجر	۲۰۰۲- ۱۹۷۱	رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی
ولد رافائل <sup>۵</sup> (۲۰۰۶)	الجزایر کامرون، مصر، نیجریه و سنگال	آزمون هم انباشتگی پسران و آزمون علیت تودا-یاماموتو	۲۰۰۱- ۱۹۷۱	رابطه علیت وجود ندارد رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی

- 1- Galip Altinay and Erdel Kargol
- 2- Morimoto and Hope
- 3- Murry and Nan
- 4- Paresh Kumar Narayan and Baljeet Singh
- 5- Wold Rufael

مؤلفین	مورد مطالعه	روش	دوره زمانی	نتیجه*
	آفریقای جنوبی و سودان تونس			رابطه علیت وجود ندارد رشد اقتصادی ← رشد مصرف برق رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی
اندونزی مالزی و سنگاپور تایلند	آزمون همبستگی علیت گرنجر	۲۰۰۲- ۱۹۷۱	رشد اقتصادی ← رشد مصرف برق رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی رشد اقتصادی ← رشد مصرف برق	رشد مصرف برق ← رشد اقتصادی: رابطه علیت یک طرفه از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی * رشد اقتصادی ← رشد مصرف برق: رابطه علیت یک طرفه از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق * رشد اقتصادی ↔ رشد مصرف برق: رابطه علیت دو طرفه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق

### ۳- روش تحقیق

#### ۳-۱- متغیرها

متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه، میزان مصرف برق (ELEC) (بر حسب کیلووات ساعت) و تولید ناخالص داخلی (GDP) بر حسب پول رایج کشورها به قیمت ثابت می باشد که همگی از سایت بانک جهانی<sup>۲</sup> استخراج شده است. مورد مطالعه در این پژوهش کشورهای منتخب صادرکننده نفت اعم از اوپک و غیراوپک می باشد. این کشورها عبارتند از: الجزایر، اکوادور، ایران، کویت، مکزیک، نیجریه، عربستان، امارات متحده عربی، ونزوئلا و اندونزی. به علاوه به دلیل کامل نبودن آمارها، کشورهایی مانند لیبی، عراق و قطر از نمونه کشورهای تحت بررسی حذف شده‌اند. در این بررسی ابتدا به رابطه علیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در هر

1- S.H Yoo

2- www.databank.worldbank.org



یک از کشورهای منتخب می پردازیم. سپس در قالب یک الگوی پانل هم انباشتگی ناهمسان<sup>۱</sup> این رابطه را در گروه کشورهای منتخب صادرکننده نفت مورد آزمون و مطالعه قرار می دهیم.

دوره مورد بررسی در این مطالعه سالهای ۲۰۰۸-۱۹۷۲ می باشد و متغیرها به صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار می گیرد به طوری که:

$$\log(\text{GDP})=\text{LGDP} \quad (۱)$$

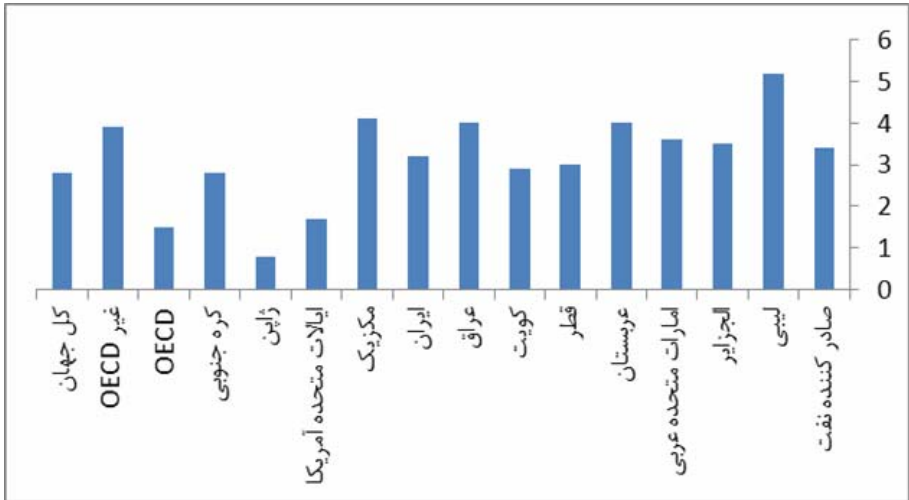
$$\log(\text{ELEC})=\text{LELEC} \quad (۲)$$

آمارها نشان می دهد که هرچند مصرف سرانه انرژی و همچنین انرژی برق در کشورهای صادر کننده نفت از کشورهای توسعه یافته کم تر است ولی شدت انرژی و نرخ رشد مصرف کل انرژی (از جمله انرژی برق) در کشورهای صادر کننده نفت بالاتر از کشورهای توسعه یافته می باشد (نمودار ۱). در واقع رشد مصرف انرژی در فرایند صنعتی شدن ابتدا دارای روندی صعودی است و بعد از رسیدن به سطح معینی از توسعه (به دلیل ملاحظات زیست محیطی و ارتقای تکنولوژی) نزولی خواهد بود. به علاوه در کشورها نفتی، به دلیل دسترسی آسان و ارزان به انرژی، رشد مصرف آن مطابق انتظار بالاتر از کشورهای وارد کننده انرژی است. از سوی دیگر، مصرف برق رشد بالاتری را در مقایسه با سایر حامل های انرژی تجربه کرده است. (نمودار ۲). این روند اقبال عمومی جهان را به سمت انرژی برق بعنوان یکی از بهترین جایگزین های سوخت های فسیلی نشان می دهد که این خود بدلیل کارایی، تنوع مصرفی و پاکی این انرژی می باشد.

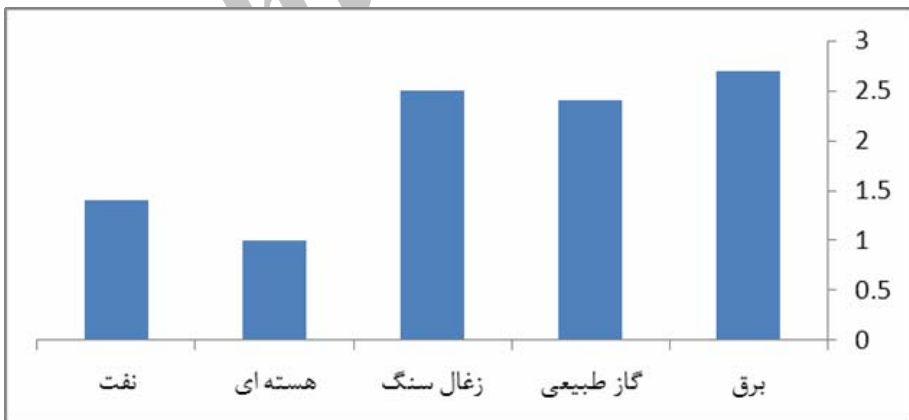
در نمودار ۳ متوسط رشد مصرف برق در کشورهای منتخب صادرکننده نفت با رشد اقتصادی آنها مقایسه شده است. همانطور که ملاحظه می گردد در تمامی این کشورها رشد مصرف برق به مراتب بیشتر از رشد اقتصادی آنها می باشد. به نظر می رسد دسترسی آسان و ارزان به انرژی، و همچنین ترجیحات سیاست گذاران و احاد اقتصادی به استفاده از این انرژی پاک، منجر به توسعه سریع زیرساخت ها برای رشد

<sup>۱</sup>. heterogeneous panel co integration

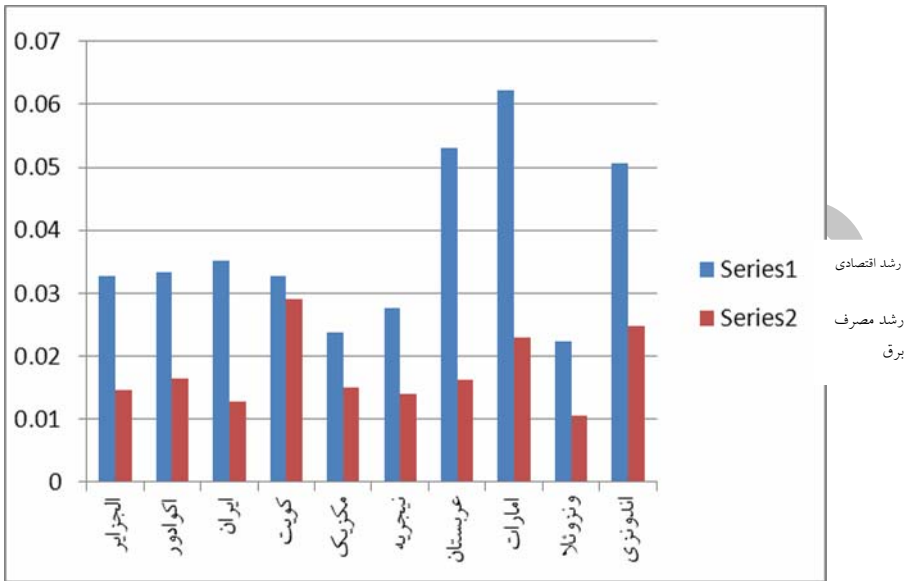
بالای مصرف برق در این کشورها شده است.



نمودار ۱: مقایسه رشد سالانه مصرف برق کشورهای صادرکننده نفت با سایر کشورها (واحد: درصد)



نمودار ۲: متوسط نرخ رشد برای سالهای ۲۰۳۰-۲۰۰۳ (واحد: درصد)



نمودار ۳: مقایسه متوسط رشد اقتصادی و متوسط رشد مصرف برق در کشورهای منتخب صادرکننده نفت (۲۰۰۸-۱۹۷۲)

### ۳-۲- بررسی مانایی متغیرها در هر یک از کشورهای منتخب

برای آزمون مانایی متغیرها، در تک تک کشورهای مورد بررسی از آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که لگاریتم GDP کشورها در سطح نامانا و در تفاضل مرتبه اول مانا  $I(1)$  هستند. در بررسی مانایی متغیر لگاریتم مصرف برق نیز مشاهده می‌شود که این متغیر در این کشورها در سطح نامانا و در تفاضل مرتبه اول مانا  $I(1)$  می‌باشد (نتایج برای صرفه جویی ارایه نشده است).

### ۴- برآورد مدل و تجزیه و تحلیل آن

۴-۱- بررسی رابطه علیت میان متغیرهای رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در هر یک از

کشورهای منتخب صادرکننده نفت (آزمون علیت تودا - یاماموتو: (T.Y))

تودا و یاماموتو در سال ۱۹۹۵ یک روش ساده در قالب یک مدل خود رگرسیون

برداری (VAR) تعدیل یافته برای بررسی رابطه علیت گرنجری پیشنهاد دادند. روش تودا یا ماموتو نسبت به سایر آزمون‌های علیت مزایایی دارد که به اختصار اشاره می‌کنیم:

(۱) روش‌های متعددی جهت بررسی روابط علی بین متغیرها وجود دارد (مانند روش‌های گرنجر، سیمز و...) اما قبل از استفاده از این روش‌ها باید خاصیت مانایی متغیرها را بررسی کرد. در صورتی که در این روش (T.Y) نیازی به یکسان بودن درجه انباشتگی<sup>۱</sup> متغیرها نیست.

(۲) این روش به وجود رابطه هم انباشتگی میان متغیرها حساس نیست.

(۳) روش آزمون بسیار ساده بوده و بسیاری از ضعف‌های سایر روش‌های اقتصادسنجی را ندارد.

از این رو در این مطالعه از این روش برای بررسی علیت میان متغیر رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در هر یک از کشورهای مورد مطالعه استفاده شده است. به این ترتیب برای بررسی علیت گرنجری در این الگو دو معادله (VAR) گسترش یافته) به شکل زیر تخمین می‌زنیم:

$$LGDP = \alpha_{GDP} + \sum_{i=1}^{k+d} \theta_{GDPi} LELEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d} \phi_{GDPi} LGDP_{t-i} + \varepsilon_t^{GDP} \quad (۳)$$

$$LELEC = \alpha_{ELEC} + \sum_{i=1}^{k+d} \theta_{ELECi} LELEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d} \phi_{ELECi} LGDP_{t-i} + \varepsilon_t^{ELEC} \quad (۴)$$

در معادلات بالا (d) ماکزیمم درجه انباشتگی متغیرهای الگو و k طول وقفه بهینه برای هر الگو است. همان طور که آزمون‌های بخش قبل نشان داد  $d=1$  می‌باشد. طول وقفه بهینه k نیز با توجه به معیارهای تعیین وقفه بهینه از جمله آکادمیک و شوارتز تعیین می‌شود. همانطور که ملاحظه می‌گردد در این روش علی رغم آنکه طول وقفه بهینه برابر k است اما الگوی VAR با  $d+k$  وقفه برآورد می‌شود. به همین دلیل آن را VAR گسترش یافته می‌نامند.

الگوی مذکور به روش SUR برآورد شده و سپس با انجام آزمون Wald صفر بودن ضرایب وقفه‌های بهینه در هر معادله را آزمون می‌کنیم (باید تأکید کرد که تنها صفر بودن ضرایب مربوط به وقفه‌های متغیرها ( $i \leq k$ ) مورد آزمون قرار می‌گیرد). در معادله اول، فرضیه صفر که توسط آزمون Wald مورد بررسی قرار می‌گیرد را به صورت زیر تصریح می‌کنیم:

$$H_0 : \theta_{GDPi} = 0 \quad i = 1, \dots, k \quad (5)$$

چنانچه فرضیه صفر رد شود، می‌توان نتیجه گرفت که از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی رابطه علیت وجود دارد.

فرضیه صفر برای معادله دوم به صورت زیر می‌باشد:

$$H_0 : \phi_{ELECi} = 0 \quad i = 1, \dots, k \quad (5)$$

در این حالت نیز اگر فرضیه صفر رد شود، علیت از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق وجود خواهد داشت. نتایج روش تودا - یاماموتو برای هر یک از کشورهای منتخب در سطح اطمینان ۹۰ درصد در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲: بررسی رابطه علیت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی ( $(H_0 : \theta_{GDPi} = 0)$ )

کشور	سطح اهمیت نهایی یا (p-value)	نتیجه
الجزایر	(۰/۰۶)	رد $H_0$
اکوادور	(۰/۰۶)	رد $H_0$
امارات متحده عربی	(۰/۰۸)	رد $H_0$
ایران	(۰/۰۲)	رد $H_0$
اندونزی	(۰/۰۷)	رد $H_0$
عربستان	(۰/۰۴)	رد $H_0$
کویت	(۰/۲۹)	قبول $H_0$
مکزیک	(۰/۰۳)	رد $H_0$
نیجریه	(۰/۰۶)	رد $H_0$
ونزوئلا	(۰/۱۲)	قبول $H_0$

منبع: نتایج تحقیق

جدول ۳: بررسی رابطه علیت از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق ( $H_0 : \phi_{ELECi} = 0$ )

کشور	سطح اهمیت نهایی یا (p-value)	نتیجه
الجزایر	(۰/۰۲)	رد $H_0$
اکوادور	(۰/۰۰)	رد $H_0$
امارات متحده عربی	(۰/۰۳)	رد $H_0$
ایران	(۰/۰۳)	رد $H_0$
اندونزی	(۰/۰۵)	رد $H_0$
عربستان	(۰/۰۲)	رد $H_0$
کویت	(۰/۱۵)	قبول $H_0$
مکزیک	(۰/۰۷)	رد $H_0$
نیجریه	(۰/۰۲)	رد $H_0$
ونزوئلا	(۰/۰۴)	رد $H_0$

منبع: نتایج تحقیق

در میان ۱۰ کشور منتخب صادرکننده نفت، طی دوره زمانی (۲۰۰۸-۱۹۷۲) بر طبق روش تودا - یاماموتو در اغلب کشورها به جز کویت و ونزوئلا رابطه علی یک طرفه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی (در سطح اهمیت ۱۰٪) وجود دارد. در کویت هیچ گونه رابطه علی میان این دو متغیر تأیید نمی شود. در ونزوئلا نیز رابطه علیت بصورت یکطرفه از رشد اقتصادی به رشد مصرف انرژی است. بنابراین در اغلب این کشورها یک رابطه علی دو طرفه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی وجود دارد.

در بررسی‌های سری زمانی یکی از شرایطی که لازم است تا نتایج آزمون‌ها و تخمین‌ها بر روی متغیرهای سری زمانی به واقعیت نزدیکتر باشد، در اختیار داشتن دوره‌های طولانی سری‌های زمانی است. از آنجایی که بررسی‌های ما در روش تودا - یاماموتو برای هر یک از کشورها تنها برای یک دوره ۳۲ ساله از متغیرهای الگو انجام می‌شود، تخمین‌ها به دلیل دامنه محدود مشاهدات کارایی پایین تری دارد. لذا برای افزایش کارایی و افزایش دقت نتایج برای بررسی علیت میان متغیرها از الگوهای پانل

#### ۴-۲- مدلهای پانل دیتا<sup>۱</sup>

در این بخش علیت گرنجری میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی را با استفاده از داده‌های پانل برای ۱۰ کشور مورد نظر طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۷۲ مورد آزمون قرار می‌دهیم. برای این منظور ابتدا خواص آماری داده‌های پانل را به لحاظ مانایی یا وجود ریشه واحد مورد بررسی قرار داده و سپس رابطه بلندمدت میان متغیرها را مبتنی بر پانل هم انباشتگی<sup>۲</sup> آزمون می‌کنیم. آنگاه الگوی ECM پانل، برآورد شده و بر اساس آن علیت بلندمدت و کوتاه مدت میان متغیرهای مذکور مورد آزمون قرار می‌گیرند.

#### ۴-۲-۱- بررسی خواص مانایی داده‌های پانل

آزمونهای معمول ریشه واحد مثل  $DF^3$ ،  $ADF^4$  و  $PP^5$  که برای یک سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند از قدرت آزمون پایینی برخوردار بوده و دارای تورش به سمت قبول فرض صفر هستند. این موضوع وقتی که حجم نمونه کوچک است ( $n < 50$ )، خیلی تشدید می‌شود. یکی از روش‌هایی که برای رفع این مشکل پیشنهاد شده، استفاده از داده‌های پانل برای افزایش حجم نمونه و آزمون ریشه واحد پانل<sup>۶</sup> می‌باشد.

در این تحقیق از روش "ایم، پسران و شین"<sup>۷</sup> یا  $IPS^7$  (۲۰۰۳) برای آزمون مانایی برای داده‌های پانل استفاده شده است. برای بررسی مانایی در داده‌های پانل مانند روشهای آزمون ریشه واحد منفرد، عرض از مبدأ و روند را به صورت متغیرهای برونزا وارد معادله آزمون می‌کنیم. تعداد وقفه‌های بهینه نیز بر اساس معیار شوارتز تعیین شده است. نتایج این آزمون در جدول (۴) و (۵) نشان داده می‌شود.

همان طور که مشاهده می‌شود، متغیرهای لگاریتم مصرف برق (LELEC) و لگاریتم تولید ناخالص داخلی حقیقی (LGDP) در سطح نامانا هستند بطوریکه فرضیه صفر روش ایم، پسران و شین مبنی بر وجود ریشه واحد تأیید می‌شود. در صورتی که آزمون ریشه واحد را بر روی تفاضل مرتبه اول متغیرهای LGDP و LELEC انجام دهیم،

1- Panel Data  
2- Panel Cointegration  
3- Dickey-Fuller  
4- Augmented Dickey-Fuller  
5- Phillips-Perron  
6- Panel Unit Roots  
7- Im, Pesaran and Shin

فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد رد خواهد شد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای LGDP و LELEC نامانا و انباشته از درجه یک  $I(1)$  می‌باشند.

جدول ۴: نتایج آزمون ریشه واحد ایم، پسران و شیم بر LGDP

نتیجه آزمون	آماره آزمون (P-value)	تعداد مقاطع	متغیر
فرض صفر مبنی بر نامانایی پذیرفته می‌شود	-۱/۰۳ (۰/۴۸)	۱۰	سطح
فرض صفر مبنی بر نامانایی رد می‌شود (در سطح اطمینان ۹۵٪)	-۸/۹۸ (۰/۰۰)	۱۰	تفاضل مرتبه اول

توضیحات: اعداد داخل پرانتز معرف P-Value می‌باشد.

منبع: نتایج تحقیق

جدول ۵: نتایج آزمون ریشه واحد ایم، پسران و شیم بر LELEC

نتیجه آزمون	آماره آزمون (P-value)	تعداد مقاطع	متغیر
فرض صفر مبنی بر نامانایی پذیرفته می‌شود	-۰/۷۶ (۰/۲۳)	۱۰	سطح
فرض صفر مبنی بر نامانایی رد می‌شود	-۹/۳۷ (۰/۰۰)	۱۰	تفاضل مرتبه اول

توضیحات: اعداد داخل پرانتز معرف P-Value می‌باشد.

منبع: نتایج تحقیق

#### ۴-۲-۳- آزمون هم‌انباشتگی در پانل

در بخش گذشته نشان دادیم که لگاریتم متغیرهای مصرف برق و رشد اقتصادی هر دو در سطح نامانا و انباشته از درجه یک می‌باشند. حال می‌توانیم آزمون هم‌انباشتگی در پانل را بر روی این دو متغیر انجام دهیم. برای این منظور از روش آزمون ریشه واحد هریس و تیزاوالیس<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) استفاده می‌کنیم. در این آزمون باقیمانده‌های حاصل از

1- Harris and Tzavalis



تخمین روابط بلندمدت (y) را استخراج کرده و معادله زیر برآورد می گردد:

$$y_{it} = \rho y_{it-1} + z'_{it}\gamma + u_{it} \quad (7)$$

که در آن متغیرهای قطعی (مانند جمله ثابت و روند) می باشند. به علاوه  $u_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$  در نظر گرفته می شود. اگر تنها اثرات ثابت در الگو وجود داشته باشد آنگاه می توان نشان داد:

$$\sqrt{N}(\hat{\rho} - 1 + \frac{3}{T+1}) \rightarrow N(0, \frac{3(17T^2 - 20T + 17)}{5(T-1)(T+1)^3}) \quad (8)$$

به علاوه اگر اثرات ثابت به همراه روند زمانی وجود داشته باشد از آماره زیر استفاده می شود:

$$\sqrt{N}(\hat{\rho} - 1 + \frac{15}{2(T+2)}) \rightarrow N(0, \frac{15(193T^2 - 72T + 1147)}{112(T+1)^3(T-2)}) \quad (9)$$

جدول (۶) نتایج آزمون هم انباشتگی پانل به روش مذکور را در دو حالت وجود اثرات ثابت (F.E) و همچنین اثرات ثابت و روند (F.E.T) نشان می دهد. آزمون هریس و تیزوالیس وجود رابطه بلند مدت میان متغیرهای مذکور را در هر دو تصریح تأیید می کند. لازم به توضیح است که در جدول مذکور علاوه بر رشد متغیر مصرف برق، رشد اقتصادی نیز به عنوان متغیر وابسته استفاده شده و در هر دو مورد، وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها پذیرفته شده است. این نتیجه بطور ضمنی دلالت بر وجود علیت دوطرفه در بلندمدت میان رشد مصرف انرژی و رشد اقتصادی دارد.

جدول ۶: نتایج آزمون هم انباشتگی پانل هریس و تیزوالیس

نتیجه آزمون	F.E.T	F.E	متغیر وابسته
فرض صفر مبنی بر عدم هم انباشتگی رد می شود	-۱۲/۷۶***	-۶۸/۳۲***	LELEC
فرض صفر مبنی بر عدم هم انباشتگی رد می شود	-۱۱/۰۸***	-۵۱/۴۵***	LGDP

توضیحات: اعداد داخل جدول مقادیر عددی آماره آزمون را نشان می دهند. نماد\*\*\* نشان دهنده معنی داری در سطح اهمیت ۱٪ است. (F.E) نشان دهنده اثرات ثابت و (F.E.T) دلالت بر وجود اثرات ثابت و روند در معادله آزمون دارد.

#### ۴-۲-۴- برآورد الگوی تصحیح خطای برداری (VECM) در پانل

با توجه به وجود هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت میان دو متغیر LELEC و LGDP در این قسمت به منظور بررسی جهت رابطه علیت بلندمدت و کوتاه مدت میان این دو متغیر در الگوی پانل به برآورد الگوی تصحیح خطای برداری می‌پردازیم. دو معادله تصحیح خطای برداری در این الگو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Delta LELEC_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2i}\Delta LELEC_{it-1} + \beta_{3i}\Delta LGDP_{it-1} + \beta_{4i}ECT_{it-1} + \varepsilon_{ELECit} \quad (10)$$

$$\Delta LGDP_{it} = \gamma_{1i} + \gamma_{2i}\Delta LELEC_{it-1} + \gamma_{3i}\Delta LGDP_{it-1} + \gamma_{4i}ECT_{it-1} + \varepsilon_{GDPit} \quad (11)$$

در این معادلات  $ECT_{it-1}$  باقیمانده‌های حاصل از تخمین روابط بلندمدت برای هر کشور می‌باشد و ضریب آن علیت بلندمدت را اندازه‌گیری می‌کنند. در مقابل با استفاده از ضرایب متغیرهای با وقفه (یعنی  $\beta_{3i}$  و  $\gamma_{2i}$ ) علیت کوتاه مدت (به ترتیب از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق و از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی) آزمون می‌شود. طول وقفه در معادلات مذکور مطابق معیار شوارز برابر ۱ انتخاب شده است.

برای بررسی جهت علیت از آزمون والد و نسبت F استفاده می‌کنیم. نتایج آزمون علیت کوتاه مدت، بلندمدت و هر دو آزمون بطور مشترک میان متغیرهای رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در جدول (۷) مشاهده می‌شود. نتایج آزمون والد در الگوی پانل برای مدل تصحیح خطای برداری (VECM) نشان می‌دهد که در کوتاه مدت رابطه علی یک طرفه از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی وجود دارد و این در حالی است که در بلندمدت رابطه علیت دوطرفه میان متغیرهای رشد مصرف برق و رشد اقتصادی مشاهده می‌شود. به علاوه (بر اساس مقادیر آماره‌های آزمون) فرضیه عدم رابطه علی از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی به طور قوی تری نسبت به فرضیه عدم رابطه علی از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق رد می‌شود.

این نتایج نشان می‌دهد که رابطه متقابلی میان رشد اقتصادی رشد مصرف برق در گروه کشورهای صادرکننده نفت وجود دارد. دلایل وجود این رابطه قوی را باید در وابستگی شدید اقتصاد این کشورها به مصرف برق و میزان انرژی ببری بالای آنها جستجو کرد.

جدول ۷: نتایج آزمون والد در الگوی پانل

نتیجه گیری	آماره والد	H <sub>0</sub>	متغیر وابسته	متغیر تأثیرگذار
رابطه علیت کوتاه مدت از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق وجود ندارد.	$F=1.24 (0/14)$ $\chi^2 = 15.00 (0/12)$	$(i=1, \dots, 10)$ $\beta_{3i} = 0$	$\Delta LELEC_{it}$	$\Delta LGDP_{it}$
رابطه علیت بلندمدت از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق وجود دارد.	$F=1.99 (0/02)$ $\chi^2 = 19.23 (0/03)$	$(i=1, \dots, 10)$ $\beta_{4i} = 0$	$\Delta LELEC_{it}$	$ECT_{it-1}$
رابطه علیت توأم (بلندمدت و/یا کوتاه مدت) از رشد اقتصادی به رشد مصرف برق وجود دارد.	$F=1.63 (0/04)$ $\chi^2 = 33.12 (0/03)$	$(i=1, \dots, 10)$ $\beta_{3i} = 0$ $\beta_{4i} = 0$	$\Delta LELEC_{it}$	$\Delta LGDP_{it}$ $ECT_{it-1}$
رابطه علیت کوتاه مدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی وجود دارد.	$F=2.19 (0/02)$ $\chi^2 = 21.93 (0/01)$	$(i=1, \dots, 10)$ $\gamma_{2i} = 0$	$\Delta LGDP_{it}$	$\Delta LELEC_{it}$
رابطه علیت بلندمدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی وجود دارد.	$F=9.56 (0/00)$ $\chi^2 = 87.09 (0/00)$	$(i=1, \dots, 10)$ $\gamma_{4i} = 0$	$\Delta LGDP_{it}$	$ECT_{it-1}$
رابطه علیت توأم (بلندمدت و/یا کوتاه مدت) از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی وجود دارد.	$F=5.90 (0/00)$ $\chi^2 = 108.33 (0/00)$	$(i=1, \dots, 10)$ $\gamma_{2i} = 0$ $\gamma_{4i} = 0$	$\Delta LGDP_{it}$	$\Delta LELEC_{it}$ و $ECT_{it-1}$

\* اعداد داخل پرانتز معرف P-Value می باشد.

منبع: نتایج تحقیق

## ۵- نتایج و پیشنهادها

در این مقاله رابطه علیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۷۲ با استفاده از تحلیل‌های هم‌انباشستگی و آزمون‌های علیت پانل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده به شرح زیر است:

۱- رابطه علی قوی از رشد مصرف برق به سمت رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت وجود دارد. نتیجه مذکور را می‌توان به اهمیت مصرف برق در سطح رفاه این جوامع و وابستگی بالای بخش‌های اقتصادی به مصرف این انرژی نسبت داد.

۲- کاهش رشد مصرف برق حتی در کوتاه مدت می‌تواند رشد اقتصادی را تهدید کند.

۳- نتایج تجربی، رابطه علی بلندمدت از رشد اقتصادی به سمت رشد مصرف برق را نیز در این کشورها تأیید می‌کند. در واقع به دلیل کاربردهای فراوان برق در بخش‌های صنعت، خانگی، کشاورزی، تجاری و حمل و نقل انتظار می‌رود که افزایش رشد اقتصادی و توسعه صنعتی، در بلندمدت به رشد مصرف بیشتر برق منجر شود.

۴- در کوتاه مدت، رشد بیش از حد اقتصادی تأثیری بر مصرف برق در این کشورها ندارد و تنها در بلندمدت افزایش رشد اقتصادی می‌تواند زمینه رشد بیشتر مصرف برق را فراهم آورد. نتیجه مذکور دور از انتظار نیست زیرا سرمایه‌گذاری و توسعه زیرساخت‌های لازم برای تولید و مصرف بیشتر انرژی (بدنبال افزایش رشد اقتصادی) مستلزم یک دوره زمانی طولانی است.

۵- رابطه علیت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی (بر اساس مقادیر آماره‌های آزمون) به مراتب قوی‌تر از اثر رشد اقتصادی بر رشد مصرف برق است.

با توجه به نتایج بدست آمده در این مقاله مبنی بر وابستگی اقتصاد این کشورها به مصرف برق و اثرات نامطلوب کاهش مصرف برق بر رشد اقتصادی در بلندمدت و کوتاه مدت، لازم است که سیاست افزایش قیمت برق بویژه در بخش‌های تولیدی با احتیاط زیادی دنبال شود. پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های مدیریت تقاضای برق و تعدیل قیمت آن در جهت افزایش دسترسی آسان و ارزان بخش‌های تولیدی مانند صنعت، بکار گرفته شود. توجه به این نکته نیز لازم است که در این کشورها بدلیل

دسترسی آسان و ارزان به منابع انرژی، اغلب از سوخت‌های فسیلی جهت تولید برق استفاده می‌شود لذا برای تأمین اهداف توسعه پایدار لازم است که در این کشورها به تأمین این انرژی از طریق فناوری‌های هسته‌ای و منابع تجدیدپذیر نیز توجه شود. بدین ترتیب با صرفه جویی در مصرف انرژی‌های فسیلی در نیروگاه‌ها زمینه لازم برای تولید و صادرات مشتقات و فرآورده‌های نفتی با ارزش افزوده بالاتر و نیز صادرات انرژی‌های اولیه جهت کسب درآمدهای ارزی فراهم می‌گردد.

### فهرست منابع

- آرمن، سید عزیز، زارع، روح اله. (۱۳۸۴). بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سالهای ۱۳۸۱-۱۳۴۶. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۴: ۱۱۷-۱۴۳.
- ابریشمی، حمید و مهرآرا، محسن. (۱۳۸۱). اقتصاد سنجی کاربردی (رویکردهای نوین). تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- اصغری‌پور، حسین، قزوینیان، محمدحسین (۱۳۸۷). بررسی رابطه مصرف کل برق و رشد اقتصادی ایران. (۱۳۸۵-۱۳۴۶). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۷: ۷۲-۵۷.
- خلیل پور، افشین (۱۳۸۵). بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶). پایان نامه کارشناسی ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز.
- صفاری پور، مسعود. چشم انداز تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاه‌های مورد نیاز کشور در برنامه توسعه سوم. مجله برنامه و بودجه، ۲۴: ۳۷-۱۲.
- مصطفی پور، منوچهر (۱۳۸۲). بررسی رابطه مصرف برق و رشد در ایران. پایان نامه ی کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
- نجارزاده، رضا محسنی، اعظم. (۱۳۸۳). رابطه بین مصرف حاملهای انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال اول: ۵۶-۳۹.
- نو فرستی، محمد (۱۳۷۸). ریشه‌ی واحد و هم جمعی در اقتصاد سنجی. تهران، انتشارات سیما همتی، عبدالناصر (۱۳۸۳). اقتصاد انرژی، تهران، مؤسسه مطالعات بین المللی انرژی.

- Altinay, G. & Karagol E. (2005), Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey, *Energy Economics* 27: 849-856.
- Chen, S. Kuo, H. & Chen, C., (2005), The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries, *Energy Policy*, 35: 2611-2631.
- Electricity & Water Outlook in MENA (2005). *World Energy Outlook, 2005*, International Energy Agency.

- Ferguson, R. Wilkinson, W and R. Hill (2000). Electricity use and economic development, *Energy policy*, 28: 923- 934
- Ghosh, sajal (2002) Electricity consumption and economic growth in India, *Energy policy*, 30(2):125-129
- Glasure, Y.U. and A.R Lee (1997) Co integration, error correction and relationship between energy and GDP: the case of Sout Korea and Singapore, *Resources and Energy Economics* 20: 17- 25.
- Jumbe, charls (2004). Cointegration and Causality between Electricity consumption and economic growth Empirical Evidence from Malawi. *Energy Economic*, 26: 61-68.
- Kraft, J and A. Kraft (1978) Relationship between energy and GNP. *Journal of Energy Development*, 3(2): 401- 403.
- Masih, A.M.M & R. Masih (1996). Energy consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on co integration and error correction modeling techniques. *Energy Economics*, 18: 165 – 183.
- Morimoto k. and Hope, C. (2004). Impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka, *Energy Economics* 26: 77–85.
- Murry, DA. ,Nan GD (1996) A definition of the gross domestic product-Electrification interrelationship, *The Journal of energy and development* 19(2): 275-283.
- Narayan, P. & Singh, B. (2007) The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands, *Energy Economics* 29: 1141- 1150.
- Shiu, A.& Lam, P.(2004) Electricity consumption and economic growth in China. *Energy Policy*, 32: 47-54.
- Toda, H.Y.& T. Yamamoto. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with Possibly Integrated Processes, *Journal of Econometrics*, 66: 225-250.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: A time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34: 1106 -1114.
- Yoo, S.-H. (2006). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries. *Energy Policy*, 34: 3573- 3582.