-- Iranian Energy Economics------
Fall 2021, 40(10), 125-159
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2022.63988.1869

Original Research
Received: 4/Oct/2021
Accepted: 7/Feb/2022
ISSN: 2423-5954
eISSN: 2476-6437

Examination of Relationship between Energy Consumption and Iran's Provinces Gross Product Using Wavelet Analysis with Panel Data

Maryam Mohammadi — M.A. in Economics, Razi University, Kermanshah, Iran

Shahram Fattahi — Associate Professor of Economics, Razi University, Kermanshah, Iran

Kioumars Soheili — Associate Professor of Economics, Razi University, Kermanshah, Iran

Abstract

This study examines the correlation and causal relationship between energy carriers' consumption and Iran's provinces' gross product for the period 1988-2017 using wavelet analysis with panel data and the Dumitrescu-Hurlin causality test. The results of correlation analysis show that the correlation pattern between energy consumption and GDP, in different energy carriers, is different. The correlation between natural gas, gasoline, kerosene, and electricity with GDP is strong at all energy intensity levels. The correlation between furnace oil and GDP is reported to be low and weak for all provinces in the long run. Furthermore, the findings show that in provinces with high energy consumption intensity, consumption of gasoline, fuel oil and total energy have led to GDP in the short run. In high-intensity cases, consumption of kerosene, gas oil, fuel oil and natural gas, in medium intensity all types of energy, and in low intensity, consumption of kerosene, furnace oil and gasoline have led to GDP. In provinces with very low energy consumption, energy carriers' consumption has not led to GDP while in the medium and long term, the feedback hypothesis is proven.

Keywords: Energy Consumption, GDP, Energy Intensity, Wavelet Analysis, Domitresco-Herlin Causality

JEL Classification: Q43 , O13 , C22

Corresponding Author: sh_fatahi@yahoo.com
How to Cite: Mohammadi, M., Fattahi, Sh., Soheili, K. (2021). Examination of Relationship between Energy Consumption and Iran's Provinces Gross Product Using Wavelet Analysis with Panel Data. Iranian Energy Economics, 40 (10), 125-159.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸

ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴

eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ---------

دوره ۱۰، شماره ۴۰، پاییز ۱۴۰۰، ۱۲۵-۱۵۹

Jiee.atu.ac.ir

DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2022.63988.1869

بررسی رابطه علّیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص استان‌های ایران با استفاده از تحلیل موجک با داده‌های پانل

مریم محمدی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد، دانشگاه رازی ،کرمانشاه، ایران

شهرام فتاحی * دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه رازی،کرمانشاه، ایران

کیومرث سهیلی دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه رازی،کرمانشاه، ایران

چکیده

این پژوهش به بررسی همبستگی و رابطه علّیتین مصرف حامل‌های انرژی و تولید ناخالص استان‌های ایران با استفاده از روش موجک با داده‌های پانل و آزمون علّیت دومیترشو ـ هرلین در بازه زمانی (۱۳۹۶-۱۳۶۷) می‌پردازد. از نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی مشاهده می‌شود که الگوی همبستگی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص استانی در حامل‌های مختلف انرژی متفاوت می‌باشد. الگوی همبستگی قوی بین گاز طبیعی، بنزین، نفت سفید و برق با تولید ناخالص استانی در همه سطوح شدت انرژی وجود دارد. همبستگی نفت کوره و تولید ناخالص استانی در بلندمدت برای تمامی استان‌ها ضعیف گزارش می‌شود. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت استان‌هایی که شدت مصرف انرژی در آن‌ها بالا است، مصرف بنزین، نفت کوره و کل حامل‌های انرژی، تولید ناخالص داخلی را به دنبال داشته‌اند. در شدت بالا، مصرف نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و گاز طبیعی، در شدت متوسط، همه حامل‌های انرژی و در شدت پایین تنها مصرف نفت سفید، بنزین و نفت کوره منجر به تولید ناخالص داخلی شده‌اند. در استان‌های با شدت مصرف انرژی خیلی پایین، مصرف حامل‌های انرژی تولید ناخالص داخلی را به دنبال نداشته است؛ اما در بازه زمانی میان‌مدت و بلندمدت فرضیه بازخورد اثبات می‌شود.

کلیدواژه‌ها: مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی، تحلیل موجک، علّیت دومیترشو ـ هرلین

طبقه‌بندی JEL: C22 , O13 , Q43

نویسنده مسئول: sh_fatahi@yahoo.com

۱. مقدمه

چگونگی رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی بعد از بحران انرژی در دهه ۱۹۷۰ مورد توجه اقتصاددانان بسیاری قرار گرفته است. تمام مطالعات انجام‌گرفته از زمان کرافت و کرافت[1] (۱۹۷۸) تا به امروزه به دنبال یافتن پاسخی برای این ارتباط هستند ولی با این وجود هنوز جهت علّیت آن نامشخص بوده است. در کشور ایران گرچه عرضه منابع انرژی به تقاضاکنندگان داخلی به دلیل دارا بودن منابع و ذخایر متنوع انرژی با قیمت‌های نازلی صورت می‌گیرد اما به دلیل پایان‌پذیر بودن منابع و جلوگیری از به وجود آمدن بحران تقاضای انرژی در آینده و همچنین تأثیری که مصرف انرژی اقتصاد هر کشور دارد، اهمیت استفاده بهینه که رشد اقتصادی را به دنبال داشته باشد دو چندان شده است. در این راستا مطالعات نسبتاً متعددی انجام شده که هریک با رویکرد و روشی خاص به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. در مطالعه حاضر تلاش گردید با رویکرد ترکیبی و جامع به بررسی این موضوع پرداخته شود که تقریباً مسبوق به سابقه نمی‌باشد یعنی با استفاده از رویکرد موجک و به‌کارگیری داده‌های استانی به صورت پانل و همچنین ملحوظ نمودن گروه‌های استانی براساس میزان شدت مصرف انرژی، تأثیر میزان شدت مصرف انرژی بر رابطه علّیبین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت برای حامل‌های مختلف انرژی مورد بررسی قرار گیرد.

شدت انرژی شاخص کلی از بازده انرژی است و میزان مصرف انرژی برای حصول یک واحد تولید ناخالص داخلی را نشان می‌دهد، که عمدتاً به واحد بشکه نفت خام به میلیون ریال برحسب قیمت‌های داخلی محاسبه می‌شود. بنابراین این شاخص عمدتاً تحت تأثیر دو عامل مصرف انرژی و میزان تولید قرار می‌گیرد. شدت انرژی بالا نشان‌دهنده قیمت یا هزینه بالای تبدیل انرژی به تولید ناخالص داخلی می‌باشد و شدت کم عکس آن را نشان می‌دهد.

این شاخص در سطح کلان برای مقایسه کشورها از لحاظ درجه بهینگی مصرف انرژی و در سطح خرد برای نشان دادن کارایی سیستم‌های تولیدی استفاده می‌شود. شاخص شدت انرژی مصرفی یک شاخص تجمیعی است و در مقایسه بین کشوری و بین استانی، شاخص شدت مصرف انرژی در نشان دادن کارایی فنی انرژی تورش داشته و عواملی مانند اقلیم، جمعیت، ساختار اقتصادی و ... باعث افزایش انرژی‌بری اقتصاد می‌شود.

1. Kraft & Kraft

هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر میزان شدت مصرف انرژی بر رابطه علّیبین مصرف حامل‌های مختلف انرژی و تولید ناخالص داخلی ۲۵ استان ایران طی دوره زمانی (۱۳۹۶-۱۳۶۷) است. براساس متوسط شدت مصرف انرژی طی ۳۰ سال، استان‌های ایران به پنج گروه تقسیم شده‌اند.

فرضیه‌هایی که در این مطالعه مطرح می‌شود، این است که شدت انرژی بالا به معنای درجه بیشتری از حرکت مشترک بین چرخه‌های مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی است و در استان‌هایی که شدت مصرف انرژی بیشتری دارند، وابستگی تولید ناخالص داخلی به انرژی در آن‌ها بیشتر است.

این مقاله شامل ۵ بخش است که در بخش اول، مقدمه، در بخش دوم مبانی نظری، در بخش سوم پیشینه پژوهش، در بخش چهارم ارائه مدل و در بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری

در این قسمت ابتدا به نقش انرژی در مدل‌های رشد اقتصادی و نظریه‌های رشد پرداخته، سپس رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است و در پایان در مورد شدت مصرف انرژی و عوامل تأثیرگذار بر آن بحث می‌شود.

در دیدگاه‌های مختلف اقتصادی، نقش انرژی در مدل‌ها متفاوت است. در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی تنها و مهم‌ترین عامل رشد است. اقتصاددانان اکولوژیست مانند آیرس و نایر، مدل بیوفیزیکی را ارائه داده‌اند که در آن انرژی تنها عامل رشد است و نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای هستند که برای به‌کارگیری، نیازمند انرژی هستند. اقتصاددانان کلاسیک تنها سرمایه‌های مادی و ملموس را به‌عنوان موتور محرکه رشد و توسعه اقتصادی معرفی می‌کردند. اقتصاددانان نئوکلاسیکی همچون برنت و دنیسون معتقدند که عوامل اساسی تولید تنها نیروی کار، سرمایه و زمین هستند و انرژی به‌عنوان یک نهاده واسطه، از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، به طور غیر مستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است. مدل‌های رشد نئوکلاسیکی سولو وسوان (۱۹۵۶) نیز بر عواملی همچون نیروی کار و سرمایه فیزیکی و سطح اولیه درآمد سرانه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی تأکید می‌کردند.

ولی بعدها مطالعات تجربی و نظری متعددی (مانند ادبیات رشد درون‌زا) نشان دادند که سرمایه‌های فیزیکی و نیروی کار به تنهایی نمی‌توانند توجیه‌کننده تفاوت رشد اقتصادی کشورها باشند البته تئوری‌های جدید رشد که برخی از اقتصاددانان نئوکلاسیک مطرح کرده‌اند، نزدیک به مدل بیوفیزیکی است. در این مدل انرژی به‌عنوان یک عامل رشد همراه با عوامل سرمایه و نیروی کار در مدل لحاظ شده است. با این حال در نظریه‌های جدید رشد، عامل انرژی با اهمیت متفاوت به کار رفته است.

$$(Q_i , \dots , Q_m) = F(A , X_i , \dots , X_R , E_i , \dots , E_P) \qquad (۱)$$

استرن و کلوند[1] (۲۰۰۴) با استفاده از تحقیقات تابع تولید نئوکلاسیکی، بنابر عواملی که بر رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی تأثیرگذار هستند، تابع تولید زیر را بیان کردند:

که در آن Q_{i} تولیدات مختلف اقتصادی از قبیل کالاهای تولیدی و خدمات، X_{i} عوامل تولید از قبیل سرمایه و نیروی کار، E_{i} عامل انرژی مانند نفت و A نشانه وضعیت تکنولوژیکی و شاخص بهره‌وری است.

در این تابع رابطه بین انرژی و تولید کل (تولید ناخالص داخلی) با عواملی از قبیل جانشینی بین انرژی و دیگر عوامل، از طریق تغییری که بر تولید بنگاه‌ها و درنتیجه بر تولید کل دارند، رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بین استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد؛ به طوری که مواجه شدن کشوری با رشد تولید، سبب ایجاد فشار فزاینده‌ای بر منابع می‌شود و تقاضا برای نهاده‌های تولید ازجمله انرژی را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر افزایش مصرف انرژی به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولید باعث افزایش تولید و جابه‌جایی منحنی عرضهٔ کل به سمت راست می‌شود. اگر فرض شود منحنی تقاضا بدون حرکت است و فقط تغییر عوامل باعث جابه‌جایی منحنی عرضه خواهد شد. هرگونه افزایش در عرضه باعث کاهش قیمت تعادلی و افزایش مقدار تعادلی و کاهش در عرضه نیز قیمت تعادلی را افزایش و مقدار تعادلی را کاهش خواهد داد. از این رو ارتباط بین رشد اقتصادی و مصرف حامل‌های انرژی توجه بسیاری از تحلیلگران اقتصادی را به خود جلب کرده است.

۱-۲. تعریف شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن

میزان شدت انرژی هر استان درواقع معیاری از کارآمدی آن استان است. درواقع میزان صرف انرژی به ازای تولید هر واحد کالا یا خدمات را شدت انرژی می‌گویند. معکوس

1. Stern & Cleveland

شدت انرژی میزان بهره‌وری انرژی را نشان می‌دهد. شدت انرژی از تقسیم مقدار انرژی مصرفی (براساس بشکه معادل نفت خام) بر ارزش تولید ناخالص داخلی (براساس میلیون تومان) است که به ازای مصرف انرژی حاصل شده است، به دست می‌آید.

عوامل بسیاری بر میزان شدت انرژی تأثیرگذار است. ازجمله شرایط آب و هوایی (استان‌هایی که خیلی گرم یا خیلی سرد هستند برای ایجاد سرمایش و گرمایش انرژی بیشتری مصرف می‌کنند)، استانداردهای زندگی عمومی، سطح شهرسازی، مرحله توسعه و تراکم جمعیت[1]، بهبود بهره‌وری انرژی، نوع صنایع و فعالیت غالب در استان‌ها است. باید به این نکته توجه داشت که کاهش شدت انرژی به معنای کاهش تقاضای انرژی نیست، بلکه تقاضای انرژی کندتر از تولید رشد می‌کند[2]. مطابق با نظریه اقتصادی عوامل بالقوه مؤثر بر شدت انرژی عبارت‌اند از: کارایی انرژی، تقاضای انرژی، قیمت انرژی، ساختار اقتصادی، کیفیت انرژی، فناوری، باز بودن بازرگانی و اقتصاد و نهایتاً نقش دولت و نهادها[3].

۳. پیشینه تحقیق

در مورد بررسی رابطه علّیبین رشد اقتصادی و مصرف انرژی در داخل و خارج از ایران مطالعات بسیاری صورت گرفته که به دلیل تفاوت در روش‌ها و محدوده مورد پژوهش و نوع داده‌ها جواب‌های متفاوتی حاصل شده است که به برخی از این مطالعات اشاره می‌کنیم.

نتایج حاصل از تقسیم‌بندی (سیفتر و اوزون،[4] ۲۰۰۷) به مطالعه ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ترکیه پرداختند. آنها در این مطالعه از موجک استفاده کردند. نتیجه‌ای که به دست آوردند این بود که در بلندمدت جهت علّیت از رشد اقتصادی به سمت مصرف انرژی است و در کوتاه‌مدت رابطه علّیبین این دو وجود نداشت.

اسلن و همکاران[5] (۲۰۱۴) به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در آمریکا پرداختند. آنها با استفاده از موجک در مقیاس‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که در همه مقیاس‌ها جهت علّیت از مصرف انرژی به رشد اقتصادی است. پس از اعمال تغییر

1. Zheng & Walsh (2019)
2. Kenneth et al. (2004)
۳. درگاهی و همکاران (۱۳۹۳)
4. Cifter & Ozun
5. Aslan et al.

در مقیاس‌های متوسط، آنها دریافتند که مصرف انرژی سبب رشد می‌شود و عکس آن نیز درست است.

کریستف جان پولر و همکاران[1] (۲۰۱۸) رابطهٔ مصرف انرژی (برق) و رشد اقتصادی را برای ۷۴ کشور جهان برای سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۷۲ با استفاده از داده‌های پانل و تکنیک موجک مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که در کوتاه‌مدت و میان‌مدت بین مصرف برق و تولید ناخالص داخلی علّیت از تولید ناخالص داخلی به سمت مصرف برق می‌باشد در حالی که برای دوره بلندمدت، علّیت دو طرفه وجود دارد و همچنین کشورهایی که شاخص توسعه انسانی بالایی دارند علّیت دو طرفه مشاهده شده و برای کشورهای با شاخص توسعه انسانی پایین جهت علّیت از مصرف برق به سمت تولید ناخالص داخلی است.

سالدیویا[2] و همکاران (۲۰۲۰) رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای ۵۰ ایالت آمریکا برای دوره ۲۰۱۷-۱۹۶۳ را با استفاده از داده‌های پانل و موجک و علّیت دو میترشو و هرلین انجام دادند. آنها ایالت‌های آمریکا را براساس جغرافیا، درآمد، شدت انرژی، قیمت انرژی و بخش غالب تقسیم‌بندی کردند. نتایج حاصل از آزمون علّیت دومیترشو ـ هرلین نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، شواهد مختلفی در مورد جهت علّیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود دارد، در حالی که در متوسط و در طولانی‌مدت علّیت دو طرفه برای بسیاری از زیر گروه ها وجود دارد. اگرچه بین مؤلفه‌های چرخه‌ای این مجموعه‌ها یک رابطه حرکت مثبت وجود دارد، اما وجود یک رابطه در طولانی‌مدت به طور اساسی به ویژگی‌های ایالت‌ها بستگی دارد.

حسنی صدر آبادی و همکاران (۱۳۸۶) رابطه علّی‌مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی برای ایران طی سال‌های (۸۴-۱۳۵۰) را بررسی کردندکه نتایج حاصل از آزمون وجود علّیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به تولید ملی و از اشتغال به تولید ملی و مصرف انرژی را نشان داد .

محمدی و همکاران (۱۳۹۲) رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کشور ایران در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۴۶ را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد یک رابطه علّیت طرفه‌ای از مصرف انرژی به رشد اقتصادی در ایران وجود دارد.

1. Kristjanpoller et al.
2. Saldivia et al.

مطالعات گسترده‌ای در حوزه رابطه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشور صورت گرفته است، اما این مطالعه از جنبه‌های زیر دارای نوآوری است:

اول اینکه روش استفاده‌شده در این مطالعه تحلیل موجک[1] است که در این حالت دوره زمانی به سه دوره تجزیه شده و بررسی رابطه‌ها و جهت علّیت در هریک از این بازه‌های زمانی به صورت مجزا صورت می‌گیرد. این روش تاکنون برای حوزه انرژی در ایران استفاده نشده است.

دوم اینکه در این تحقیق از داده‌های پانل استفاده شده است. استفاده از داده‌های پانل در سطح استان‌ها و طی مدت ۳۰ سال (۹۶-۱۳۶۷) موجب قابل اطمینان‌تر شدن نتایج شده و اعتبار مدل را افزایش می‌دهد.

سوم اینکه استان‌های ایران براساس معیار شدت مصرف تقسیم‌بندی شده‌اند. با توجه به اینکه ایران کشوری است که دارای استان‌هایی با شرایط جغرافیایی، منابع طبیعی، صنعت و تولید متفاوت است که می‌تواند وابستگی ناهمگن به انرژی و میزان مصرف متفاوت از انرژی را در استان‌های مختلف را در پی داشته باشد. این‌گونه تقسیم‌بندی‌ها نیز تاکنون برای کشور ایران انجام نشده است.

٤. مواد و روش‌ها

٤-١. مقدمه

در این مطالعه از داده‌های حقیقی ایران طی ۳۰ سال استفاده شده است. استان‌ها براساس شدت مصرف انرژی به پنج گروه تقسیم شده و داده‌ها به صورت پانل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پس از سرانه شدن و لگاریتم‌گیری از روش موجک برای تجزیهٔ داده‌ها به ۳ دورهٔ زمانی استفاده شده است و در ادامه داده‌ها براساس میزان همبستگی و علیت دومیترشو - هرلین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

٤-٢. شرح داده‌ها و روش پیشنهادی

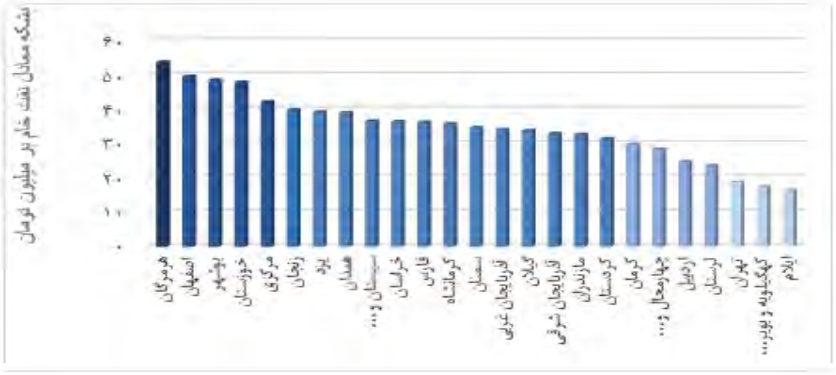
روش پیشنهادی برای یک پانل سالانه برای ۲۵ استان ایران طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۶۷ اعمال می‌شود. چون تعدادی از استان‌ها جدیداً شکل گرفته‌اند و در ابتدای سال‌های مورد بررسی به‌عنوان بخشی از استان‌های دیگر تلقی می‌شدند بنابراین به دلیل در دسترس نبودن

1. Wavelet

داده‌های استان‌های جدید به طور جداگانه از بررسی اطلاعات این استان‌ها به طور مستقل خودداری شده است. این معیار انرژی شامل (نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، بنزین موتور، گاز طبیعی، برق و مجموع این انرژی‌ها و تولید ناخالص داخلی استان‌ها از سالنامه آماری استان‌ها و ترازنامه انرژی استخراج شده و برای از بین بردن تأثیر جمعیت، داده‌ها به صورت سرانه محاسبه شده و مقادیر تولید ناخالص داخلی بدون احتساب نفت برای این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه رشد تولید ناخالص داخلی بررسی نشده است، زیرا در فرآیند به دست آوردن رشد، تفاضل مرتبه اول گرفته می‌شود و این باعث مانا شدن متغیرها می‌شود و باعث می‌شود که اطلاعات مربوط به فرکانس پایین (رفتار) که شامل اطلاعات مفید است از بین برود. از طرفی چون تعداد سال‌های مورد بررسی زیاد بوده و شاخص ضمنی تعدیل‌کننده تولید ناخالص داخلی و همچنین شاخص تولیدکننده برای استان‌ها طی این ۳۰ سال مورد بررسی در دسترس نبود، تولید ناخالص داخلی استان‌ها به وسیله شاخص مصرف‌کنندهٔ استان‌ها به مقدار ثابت سال ۱۳۹۰ تبدیل شده است و با این کار تا حد امکان تأثیرات تورمی کاهش یافته است.

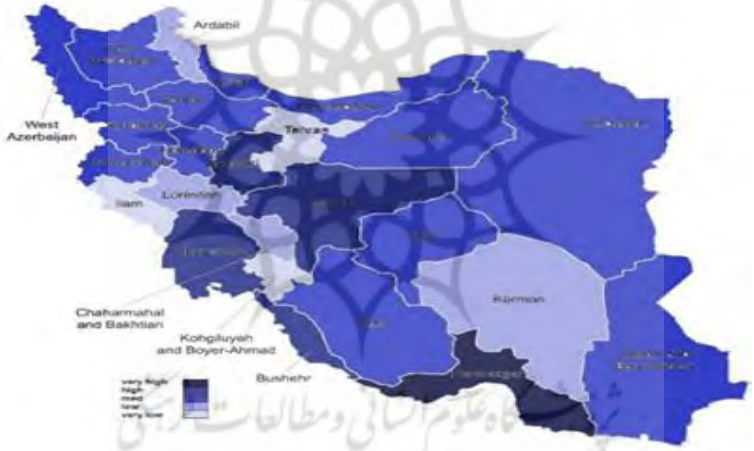
برای تقسیم‌بندی براساس شدت انرژی این حامل‌های انرژی (که براساس ارزش حرارتی تبدیل واحد شده‌اند و همگی براساس بشکه معادل نفت خام هم واحد شده‌اند تا امکان محاسبات جمعی را فراهم کند) به‌عنوان یک سبد انرژی مصرفی در نظر گرفته شده است و از تقسیم مقدار مصرف این سبد انرژی بر تولید ناخالص داخلی (میلیون ریال) مقدار شدت مصرف انرژی حاصل شده است. میانگین شدت مصرف سبد انرژی استان‌های ایران طی ۳۰ سال (۱۳۹۶-۱۳۶۷) محاسبه شده و براساس آن استان‌ها به ۵ گروه تقسیم‌بندی شده‌اند. گروه اول با شدت انرژی مصرفی خیلی بالا (بیشتر از ۵۰ بشکه معادل نفت خام بر میلیون تومان) که شامل استان هرمزگان می‌باشد. گروه دوم با شدت مصرف انرژی بالا (۵۰-۴۰) شامل استان‌های اصفهان، بوشهر، خوزستان و مرکزی است. گروه سوم با شدت مصرف انرژی متوسط (۴۰-۳۰) شامل استان‌های زنجان، یزد، همدان، سیستان و بلوچستان، خراسان، فارس، کرمانشاه، سمنان، آذربایجان غربی، گیلان، آذربایجان شرقی، مازندران و کردستان است. گروه چهارم با شدت مصرف کم (۳۰-۲۰) شامل استان‌های کرمان، چهارمحال و بختیاری، اردبیل و لرستان می‌باشد و در آخر گروه پنجم با شدت مصرف انرژی خیلی‌کم در مقایسه با گروههای دیگر (کمتر از ۲۰ بشکه معادل نفت خام بر میلیون تومان) که شامل سه استان تهران، کهکیلویه و بویراحمد و ایلام است.

نمودار ۱. میزان شدت مصرف انرژی استان‌های ایران



مأخذ: سالنامهٔ آماری استان‌ها

شکل ۱. تقسیم‌بندی استان‌های ایران براساس شدت مصرف انرژی



مأخذ: سالنامهٔ آماری استان‌ها

۳-٤. تحلیل موجک[1]

تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی اقتصادی معمولاً در حوزه زمان عمل می‌کند. با این حال، این رویکرد اجازه درک مؤثر روابط بین متغیرها را برای افق‌های زمانی مختلف نمی‌دهد، زیرا اطلاعات موجود در مؤلفه‌های فرکانس یک سری (مانند روندها، چرخه‌ها، فصلی بودن، نویز) را نادیده می‌گیرد.

1.Wavelet Analysis

رویکرد موجک توسط کراولی[1] پیشنهاد شد. رویکرد موجک در پاسخ به محدودیت‌های تبدیل فوریه[2]، با مزیت اصلی توانایی مقابله با سری‌های ثابت و غیر ثابت است. موجک‌ها نوعی ابزار ریاضی هستند که داده‌ها را در دو حوزه زمان و فرکانس بررسی می‌کنند. زمانی از موجک استفاده می‌شود که سری غیر متناوب باشد و همچنین در مجموعه‌های نامانا نیز می‌توان مورد استفاده قرار گیرد.[3] تجزیه و تحلیل موجک ویژگی‌های طیفی یک سری زمانی را نشان می‌دهد. با استفاده از تجزیه و تحلیل موجک می‌توان پدیده‌هایی که یک دوره زمانی مشخصی را ندارند بررسی کرد. در تجزیه و تحلیل تجربی در این مقاله از موجک گسسته استفاده شده است. یکی از انواع موجک گسسته (MODWT)[4] می‌باشد که توانایی بررسی سری با هر طولی را دارد.

موجک گسسته یک سری زمانی X(t) را به‌عنوان ترکیبی خطی از توابع موجک نشان می‌دهد:

$$X_t = \sum_k s_{J,k}\phi_{J,k}(t) + \sum_J \sum_k d_{j,k}\psi_{J-1,k}(t)\ ,\ j = 1, \dots, J \qquad (۲)$$

J سطح تجزیه‌ای است که تعداد مقیاس‌های زمانی را تعریف می‌کند و k پارامتر انتقال است که به ترتیب تعداد ضرایب مؤلفه‌های $\phi_{J,k}(t)$ و $\psi_{j,k}(t)$ موجک‌های پدر و مادر را تعریف می‌کند. موجک پدر که اجزای فرکانس پایین سیگنال (روند) را ضبط می‌کند، که به موجک با گسترده‌ترین پشتیبانی نیاز دارد و موجک مادر برای اجزای دقیق با بالاترین فرکانس استفاده می‌شود و روند (جزئیات) را استخراج می‌کند در این مطالعه، موجک مادر دابیشز[5] استفاده شده است. $s_{J,k}$ و $d_{J,k}$ به ترتیب ضریب مقیاس‌گذاری و جزئیات هستند این ضرایب توسط پیش‌بینی سری زمانی X(t) در تابع موجک به دست می‌آیند.

$$s_{J,k} = \int X_t \phi_{J,k}(t)dt \qquad (۳)$$

$$d_{j,k} = \int X_t \psi_{j,k}(t)dt\ ,\quad j = 1, \dots, J \qquad (۴)$$

با انتخاب موجک مادر، می‌توان از تبدیل موجک برای تجزیهٔ سیگنال با توجه به مقیاس استفاده کرد. بین رفتار سیگنال و مقیاس رابطه عکس وجود دارد، به طوری که مقیاس کم

1. Crowley
2. Fourier
3. Crowley
4. Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform (MODWT)
5. Doubeches

مربوط به موجک فشرده است که در آن جزئیات به سرعت تغییر می‌کنند، یعنی فرکانس بالایی دارند. در حالی که مقیاس بالا مربوط به موجک کشیده است و دارای فرکانس پایین است. نمایش سیگنال X(t) به صورت زیر بیان می‌شود:

$$X(t) = S_J(t) + D_J(t) + D_{J-1}(t) + \cdots + D_1(t) \quad (۵)$$

تجزیه و تحلیل چند ریزه‌گی[1] دستیابی به تقریب متوالی یک سری است ....، D_{J-2}، D_{J-1}، D_J، ... به طوری که هر تقریب نمایش بهتری از سری اصلی است.

$D_{J-i}(t)$ نشان‌دهنده بازسازی کریستالی است که با مقیاس زمانی مشخصی مرتبط است، در حالی که $S_J(t)$ سری باقیماندهٔ فرآیند است. در این مطالعه، موجک مادر دابیشز با حداقل فیلتر موجک نامتقارن با طول (LA8) استفاده شده است سطح تجزیه در J = ۳ تنظیم شده است. شکل زیر فرآیند تجزیهٔ موجک را نشان می‌دهد.

$$\text{جایی که } j = 3 \rightarrow X = D_1 + D_2 + D_3 + S_3 \quad (۶)$$

با در نظر گرفتن سری سالانه، مؤلفه D_1 حرکات سری را در کوتاه مدت (۴-۲ سال)، D_2 در میان‌مدت (۸-۴ سال)، D_3 در بلندمدت ثبت می‌کند و S_3 رفتار سری را در طولانی‌مدت (بیش از ۱۶ سال) نشان می‌دهد[2].

٤-٤. همبستگی متقابل موجک

در این مطالعه از همبستگی موجک مقیاس‌های زمانی مختلف استفاده شده است. اگر دو سری $X_{1,t}$ و $X_{2,t}$ وجود داشته باشد برای بررسی همبستگی متقابل موجک بین دو سری در کوواریانس‌های λ_j فرمول زیر تعریف شده است.

$$\gamma_{X.\tau}(\lambda_j) = \frac{1}{2\lambda_j} cov(w_{1,j,t}, w_{2,j,t+\lambda}) \quad (۷)$$

$w_{1,j,t}$, $w_{2,j,t+\lambda}$ به ترتیب ضرایب موجک MODWT برای دو سری $X_{1,t}$ و $X_{2,t}$ می‌باشد.

$$\rho_{X.\tau}(\lambda_j) = \frac{\gamma_{X.\tau}}{\sigma_1(\lambda_j) \times \sigma_2(\lambda_j)} \quad (۸)$$

$\sigma_2(\lambda_j), \sigma_1(\lambda_j)$ واریانس موجک برای دو سری $X_{1,t}$ و $X_{2,t}$ می‌باشند.

1. Multi Resolution Analysis (MRA)
2. Kristjanpoller et al

٤-٥. مدل داده‌های پانل

داده پانلی شامل مشاهدات پدیده‌های تصادفی متعدد است که داده‌های آن در طی چندین دوره زمانی مختلف برای همان مشاهدات جمع‌آوری و ثبت شده است. درنتیجه می‌توان داده‌های سری زمانی را حالت خاصی از داده‌های پانلی در نظر گرفت. از طرفی تحلیل سری زمانی نیز یکی از حالت‌های تحلیل داده پانلی محسوب می‌شود زیرا در سری زمانی متغیر پاسخ یک بُعدی است در حالی که داده پانلی به صورت چند متغیره در نظر گرفته می‌شود. داده‌های ترکیبی، تأثیراتی را که نمی‌توان به سادگی در داده‌های سری زمانی و مقطعی مشاهده کرد، بهتر معین می‌کنند. استفاده از داده‌های پانل درجه آزادی را افزایش می‌دهد.

٤-٦. علّیت دومیترشو ـ هرلین[1]

پس از تأیید رابطه همبستگی بین متغیرهای وابسته و مستقل، لازم است که از رابطه علّیت کوتاه‌مدت بین متغیرهای سیاست‌گذاری مطلع شویم. آزمون علّیت دومیترشو ـ هرلین نسبت به سایر آزمون‌های علّیت پانل دارای مزایایی است. این آزمون در مورد ناهمگنی مناسب است[2].

دومیترشو و هرلین (۲۰۱۲)، برای آزمایش علّی گرنجر در داده‌های پانل معادله زیر را پیشنهاد داده‌اند:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{K} \gamma_{ik} y_{it-k} + \sum_{k=1}^{K} \beta_{ik} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \qquad (۹)$$

$$with\ i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

$x_{i,t}$ و $y_{i,t}$ مشاهدات دو متغیر ثابت برای فرد i در دوره t هستند. فرض تأخیر k برای همه افراد یکسان فرض می‌شود[3]. برای بررسی تأثیر علّی $x_{i,t}$ بر y_{it}، می‌توان این علّیت را براساس آزمون F با فرضیه صفر زیر بررسی کرد:

$$H_0 : \beta_{i1} = \cdots = \beta_{ik4} = 0 \qquad \forall i = 1, \dots, N \qquad (۱۰)$$

1. Dumitrescu-Hurlin
2. Chakamera et al
3. Granger

فرضیه H_0 عدم وجود علّیت از $x_{i,t}$ به y_{it} را نشان می‌دهد. اگر فرضیه صفر رد شود فرضیه مقابل که وجود علّیت را از $x_{i,t}$ به y_{it} تأیید می‌کند، پذیرفته می‌شود. طبق این فرضیه:

$$H_1 : \beta_{i1} = \cdots = \beta_{ik4} = 0 \qquad \forall i = 1, \dots, N_1 \qquad (۱۱)$$

$$\beta_{i1} \neq or \dots or = \beta_{ik4} \neq 0 \qquad \forall i = N_1 + 1, \dots, N$$

که $N_1 \in (0$ و $N-1)$ است. اگر $N_1 = 0$ باشد، علیت برای همهٔ مشاهدات در پانل وجود دارد. N_1 باید کاملا کوچکتر از N باشد، در غیر این صورت هیچ علیتی برای همهٔ مشاهدات وجود ندارد و فرضیهٔ H_1 پذیرفته نمی‌شود.

میانگین آزمون آماری والد[1] به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\overline{W} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} W_i \qquad (۱۲)$$

این آزمون برای تشخیص علّیت در سطح پانل طراحی شده است. با استفاده از شبیه‌سازی‌های مونت کارلو، دومیترشو ـ هرلین نشان می‌دهند که می‌توان از $\overline{W}$ برای بررسی علّیت پانلی استفاده کرد. اما T در فرمول‌های دومیترشو ـ هرلین باید به‌عنوان تعداد مشاهدات باقی‌مانده در تخمین‌ها، یعنی تعداد دوره‌های منهای تعداد تأخیرها، درک شود. با این فرض که آماره والد W_i به صورت مستقل و یکسان توزیع می‌شود، می‌توان نشان داد که آماره $\bar{Z}$ هنگامی که در ابتدا $T \longrightarrow \infty$ و سپس $N \longrightarrow \infty$ (T نسبت به N بزرگ باشد) از توزیع نرمال استاندارد پیروی می‌کند:

$$\bar{Z} = \sqrt{\frac{N}{2K}} \cdot (\overline{W} - K) \xrightarrow{T,N\to\infty} N(0,1) \qquad (۱۳)$$

$$\tilde{Z} = \sqrt{\frac{N}{2K} \cdot \frac{T-3K-5}{T-2K-3}} \cdot \left[\frac{T-3K-3}{T-3K-1} \cdot \overline{W} - K\right] \xrightarrow{N\to\infty} N(0,1) \qquad (۱۴)$$

انتخاب ترتیب تأخیر (K) یک مسئله تجربی است که دومیترشو ـ هرلین هیچ راهنمایی برای آن ارائه نمی‌دهد. در روش دومیترشو ـ هرلین حداکثر تعداد مجاز تأخیر به گونه‌ای انتخاب می‌شود که $T > 5 + 3K$ باشد که معیار اطلاعات (AIC / BIC / HQIC) برای مجموعه رگرسیون‌ها به حداقل برسد. در این مطالعه معیار آکاییک برای بررسی انتخاب شده است. همچنین، برای T ثابت با $T > 5 + 3K$، آماره $\tilde{Z}$ از توزیع نرمال استاندارد پیروی می‌کند[2].

1. Wald
2. Dumitrescu & Hurlin

۵. داده‌ها و نتایج

در این قسمت ابتدا به تجزیه و تحلیل آماری و بررسی تغییرات متغیرها و عملکرد استان‌ها در بازهٔ زمانی ۳۰ ساله پرداخته شده است. سپس به منظور بررسی روابط میان متغیرها و میزان پایداری این روابط، همبستگی داده‌های استانی در ۳ دورهٔ زمانی و در وقفه‌ها و تعجیل‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند و در پایان بررسی جهت علیت با هدف بررسی تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری متغیرهای مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی انجام شده است.

۵-۱. تحلیل آماری داده‌ها

نفت سفید: مصرف نفت سفید تا سال ۱۳۷۳ روند صعودی داشته و از سال ۷۳ به بعد کاهش یافته است. علت این کاهش این بود که، سهولت دسترسی به انواع دیگر انرژی نظیر برق، گاز مایع و گاز طبیعی سبب جایگزین شدن این‌گونه انرژی به جای نفت سفید شده است.

بنزین: مصرف بنزین تا سال ۱۳۸۶ به غیر از سال ۱۳۷۴ روند صعودی داشته است. اما از سال ۱۳۸۶ به بعد با اجرای طرح سهمیه‌بندی خودروهای سواری، استفاده از گاز طبیعی و گاز مایع در بخش حمل‌ونقل و استفاده مردم از کارت هوشمند سوخت و همچنین مبارزه با قاچاق بنزین و افزایش مدیریت مصرف و صرفه‌جویی توسط مردم، تا سال۱۳۹۰سبب کاهش مصرف شد. اما از سال ۹۰ به بعد با حذف سهمیه‌بندی سوخت و افزایش تعداد خودروها و عدم افزایش قیمت بنزین متناسب با تورم، موجب افزایش مجدد مصرف شد.

نفت گاز: مصرف نفت گاز تا سال ۱۳۹۲ روند صعودی داشته اما از سال ۱۳۹۳ به بعد با افزایش گازرسانی به نیروگاهها و صنایع و اقدامات کنترلی بر مصرف این فرآورده، مصرف نفت گاز کاهش پیدا کرده است.

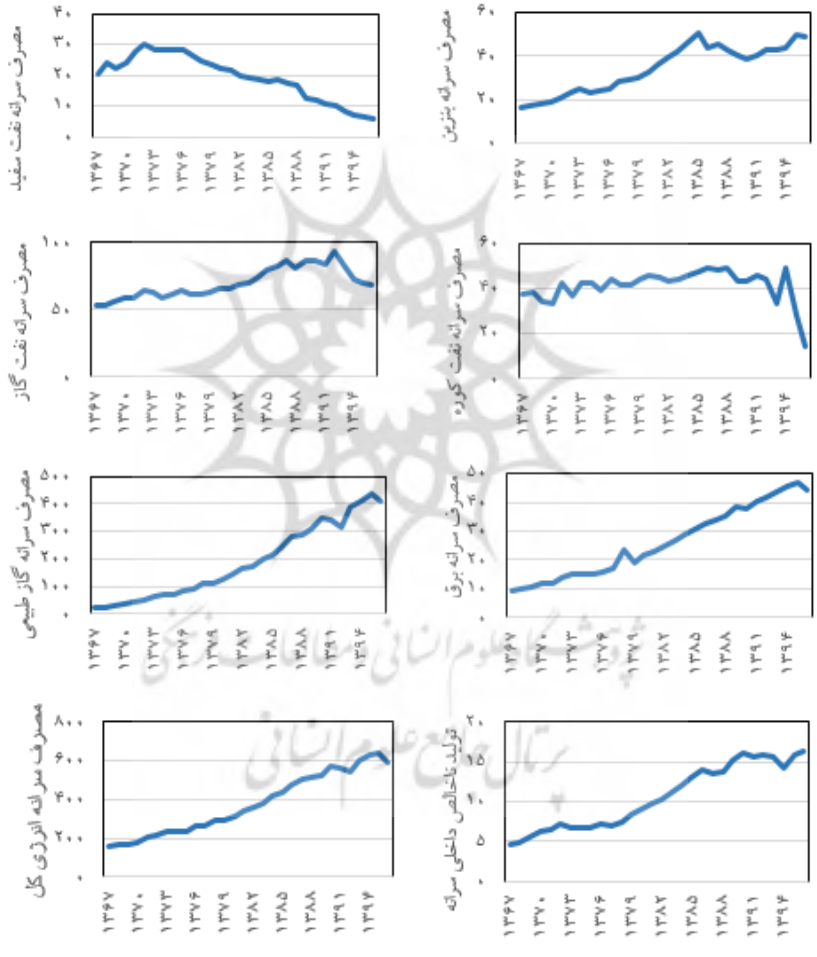
نفت کوره: در طی سال‌ها دچار نوسان بوده، اما در سال‌های اخیر به دلیل افزایش میزان گازرسانی به نیروگاهها و صنایع بزرگ، مصرف این فرآورده کاهش یافته است.

گاز طبیعی: به علت مزیت‌هایی که مصرف گاز طبیعی نسبت به سایرسوخت‌ها دارد، ازجمله منافع زیست‌محیطی، پایین بودن نسبی قیمت و صرفه‌جویی‌های ارزی ناشی از جایگزینی گاز طبیعی با فرآورده‌های وارداتی، مصرف گاز طبیعی روند افزایش دارد.

برق: افزایش روزافزون مصرف برق در طی ۳۰ سال اخیر به دلیل ارزان بودن، گسترش دامنه برق‌رسانی و درجه حرارت پایین و آلودگی کمتر زیست‌محیطی بود.

مجموع انرژی‌ها: به دلیل اینکه گاز طبیعی سهم بیشتری را در این سبد انرژی‌ها داشت، رفتار مجموع انرژی‌ها همانند مصرف گاز طبیعی بوده و در طول زمان دارای روند صعودی است[۱].

نمودار ۲. متوسط مصرف سرانه حامل‌های انرژی و درآمد سرانهٔ استان‌ها طی ۱۳۹۶-۱۳۶۷



مأخذ: مرکز آمار ایران ـ سالنامهٔ آماری استان‌ها

۱. ترازنامه انرژی استان‌ها

جدول ۱. حداقل و حداکثر مصرف سرانه حامل‌های انرژی و درآمد سرانه استان‌ها طی ۱۳۹۶-۱۳۶۷

	برق	نفت سفید	بنزین	نفت گاز	نفت کوره	گاز طبیعی	انرژی کل	تولید ناخالص داخلی
بیشترین	هرمزگان	آذربایجان غربی	تهران ـ سمنان	یزد	هرمزگان	بوشهر	بوشهر	تهران ـ بوشهر
کمترین	اردبیل ـ کردستان	هرمزگان	کهگیلویه و بویراحمد ـ لرستان	کهگیلویه و بویراحمد	گیلان ـ کهگیلویه و بویراحمد	ایلام ـ سیستان و بلوچستان	ایلام ـ سیستان و بلوچستان	سیستان و بلوچستان

مأخذ: مرکز آمار ایران ـ سالنامهٔ آماری استان‌ها

جدول ۲. تحلیل آماری داده‌ها

	انرژی کل	برق	گاز طبیعی	نفت کوره	نفت گاز	بنزین	نفت سفید	تولید ناخالص داخلی
میانگین	۳۷۷/۴۳	۲۶/۱۳۷	۱۸۶/۵۹	۴۱/۲۷۳	۷۰/۰۱۴	۳۴/۱۳۶	۱۹/۲۸۰	۱۰/۵۵۰
میانه	۳۴۸/۶۴	۲۴/۴۱۲	۱۵۴/۷۸	۴۳/۰۶۱	۶۷/۵۷۳	۳۷/۰۰۱	۱۹/۸۱۶	۹/۹۴۴۸
حداکثر	۶۳۹/۱۱	۴۶/۶۶۹	۴۳۸/۰۲	۴۹/۰۲۶	۹۳/۱۲۲	۵۰/۶۵۸	۲۹/۷۷۴	۱۶/۴۲۴
حداقل	۱۵۷/۰۵	۹/۲۸۱۶	۲۰/۹۸۹	۱۴/۱۴۳	۵۲/۹۱۲	۱۶/۲۲۰	۵/۶۰۲۱	۴/۵۴۶۳
انحراف معیار	۱۵۹/۳۶	۱۲/۲۵۸	۱۳۵/۳۱	۷/۲۰۴۸	۱۱/۳۱۷	۱۰/۹۶۵	۷/۳۷۲۴	۴/۰۳۹۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲-۵. تجزیه و تحلیل نتایج همبستگی

برای مقایسه همبستگی براساس معیار کوزاک[1] اگر ضریب همبستگی بیش از ۰/۶ باشد، همبستگی قوی وجود دارد و اگر ضریب همبستگی بین ۰/۴ تا ۰/۶، همبستگی متوسط و اگر ضریب همبستگی بین ۰/۲ تا ۰/۴ باشد همبستگی ضعیف وجود دارد و در صورتی که ضریب همبستگی کمتر از ۰/۲ باشد، عدم همبستگی فرض می‌شود، که آن‌ها به ترتیب با رنگ‌های مشکی، خاکستری پررنگ، خاکستری کمرنگ و سفید نمایش داده شده‌اند (رنگ‌های تیره‌تر همبستگی قوی‌تر و رنگ‌های روشن‌تر همبستگی ضعیف‌تر) و اگر ضرایب مثبت باشند همبستگی هم‌جهت می‌باشد و اگر ضرایب منفی باشند یعنی همبستگی

1. Kozak

دو متغییر درخلاف جهت هم می‌باشد. در سال با وقفهٔ صفر (J = ۰) نتایج همبستگی به شرح زیر می‌باشد:

ـ همبستگی تولید ناخالص داخلی با مصرف برق و بنزین برای تمام سطوح شدت انرژی و در تمامی بازه‌های زمانی (کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت) هم‌جهت (علامت مثبت) و با درجهٔ قوی می‌باشد.

ـ برای استان‌های با شدت مصرف انرژی کم و متوسط، همبستگی متوسطی میان تولید ناخالص داخلی و نفت سفید وجود دارد اما در سایر سطوح شدت انرژی همبستگی قوی در تمام بازه‌های زمانی وجود دارد. همبستگی بین تولید ناخالص داخلی و نفت سفید در خلاف جهت هم می‌باشند.

ـ همبستگی بین نفت کوره و تولید ناخالص داخلی در سطوح مختلف شدت انرژی، رفتارهای مختلفی دارد. به طوری که بیشترین و کمترین درجهٔ همبستگی به ترتیب مربوط به استان‌های با سطح شدت مصرف انرژی کم و خیلی کم می‌باشد و تمامی ضرایب در سال‌های با وقفه صفر منفی می‌باشند.

ـ همبستگی بین تولید ناخالص داخلی و گاز طبیعی در استان‌ها با سطح شدت انرژی خیلی کم همبستگی قوی با علامت مثبت در هر سه دوره زمانی وجود دارد. در دوره بلندمدت در استان‌های با شدت انرژی کم‌همبستگی وجود ندارد و برای استان‌های با شدت انرزی بالا، همبستگی ضعیفی وجود دارد. و تمام ضرایب هم‌جهت می‌باشند.

ـ همبستگی میان تولید ناخالص داخلی و مجموع انرژی‌ها بدین صورت است که برای استان‌ها با شدت خیلی زیاد در دوره کوتاه‌مدت همبستگی ضعیف وجود دارد و هرچه دوره زمانی طولانی‌تر شود همبستگی قوی‌تر می‌شود. اما در سایر سطوح شدت انرژی تقریباً در همه دوره‌های زمانی همبستگی قوی وجود دارد. همچنین با بیشتر شدن دوره زمانی، همبستگی قوی در سال‌های با وقفه و پیشروی[1] بیشتری دیده می‌شود. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که الگوی همبستگی یا حرکت مشترک برای حامل‌های انرژی متفاوت است و شدت انرژی بالا به معنای همبستگی قوی‌تر بین چرخه‌های مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی نمی‌باشد.

1. lag, lead

جدول ۳. همبستگی های متقاطع بین مصرف برق و تولید ناخالص داخلی (E (t); GDP ($t+j$)

خیلی زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/٩٣٠	٠/٤٢٦	−٠/٥٦٤	−٠/١٨٠	٠/٧٣١	٠/١٧٧	−٠/٤٢٦	٠/٠٥٠	٠/١٢٩
d2	−٠/٣٠٠	−٠/٣٨٢	−٠/١٢٠	٠/٤٤٤	٠/٧٧١	٠/٤٩٦	−٠/٢٠٦	−٠/٤٤٦	−٠/٠٩٦
d3	−٠/٢٢٢	٠/٠٨٤	٠/٤١٠	٠/٦٩٤	٠/٨٩٨	٠/٩١٧	٠/٧٦٩	٠/٥٠٩	٠/١٢١
زیاد	j = −٤	j =−٣	j =−٢	j =−١	j =٠	j =١	j =٢	j =٣	j =٤
d1	٠/١٢٢	٠/٠٥٩	−٠/٣٠٦	−٠/١٠٨	٠/٦٧٥	−٠/٠٧٨	−٠/٢٢٧	−٠/٠١٣	٠/١٤٤
d2	-٠/١٣٥	-٠/٢٥٦	-٠/١٤٩	٠/٣٩٧	٠/٧٧٤	٠/٥٨٠	-٠/٠٩٠	-٠/٥٦٨	-٠/٤٤٣
d3	-٠/٢٢٨	٠/١٢٧	٠/٤٤٧	٠/٦٦٦	٠/٧٣٦	٠/٦٠٣	٠/٣٥٧	٠/٠٥٨	-٠/٢٠٦
متوسط	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/٠٩٢	٠/٠٥٢	-٠/٢٢٥	-٠/١٠٤	٠/٦٢٩	-٠/١٩٦	-٠/٢٠٨	٠/٠١٢	٠/١٨٣
d2	-٠/٢٨٦	-٠/٤٦٢	-٠/١٦٦	٠/٤٧٦	٠/٧٧٧	٠/٥١٣	-٠/١٢٩	-٠/٤٨١	-٠/٣٩٦
d3	٠/٠٨٧	٠/٤٠٧	٠/٦٥٠	٠/٧٨١	٠/٧٢٥	٠/٤٨٩	٠/١٦١	-٠/٢٠٩	-٠/٤٨١
کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٩٤	٠/٠٠١	-٠/٣٣٥	-٠/١٩٨	٠/٨٨٦	-٠/١٤٦	-٠/٣٢٧	٠/٠٦٥	٠/١٠٢
d2	-٠/١٣٢	-٠/٤٤٨	-٠/٣٢٠	٠/٤٢٠	٠/٨٨٧	٠/٦٨٢	-٠/٠٣١	-٠/٥٥٣	-٠/٤٧٦
d3	٠/٠٤٢	٠/٣٧٣	٠/٦٤٣	٠/٧٩٣	٠/٧٤٤	٠/٤٧٦	٠/٠٩٧	-٠/٣٢٩	-٠/٦٢٦
خیلی کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٣٩	٠/١١١	-٠/٤٣١	-٠/١١٠	٠/٨٥١	-٠/١٦٥	-٠/٢٥٩	-٠/٠٢٢	٠/٠٨٧
d2	-٠/٣٥٧	-٠/٦٧٣	-٠/٤٠٥	٠/٤٤٨	٠/٩٣١	٠/٧١٣	-٠/٠٢٢	-٠/٥٥٣	-٠/٤٧٧
d3	-٠/٢٤٣	٠/١٢٨	٠/٤٩٠	٠/٧٦٩	٠/٩١١	٠/٨١٣	٠/٥٥٠	٠/١٧١	-٠/٢٥٧

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٤. همبستگی‌های متقاطع بین مصرف نفت سفید و تولید ناخالص داخلی (k (*t*); GDP (*t* + *j*)

خیلی زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٢٠٤	-٠/٠٧٩	٠/٣٦٨	٠/٠٨٠	-٠/٧٧٨	٠/٢١١	٠/١٩٧	-٠/١٠٧	٠/١٢٦
d2	٠/٠٢٦	٠/٢٨٨	٠/٢٢١	-٠/٣٩٧	-٠/٧٦٣	-٠/٤٦٨	٠/٢٢٢	٠/٣٧٩	٠/٠٠٧
d3	-٠/٣٣١	-٠/٥٣٨	-٠/٧٠٩	-٠/٨٣١	-٠/٨٤٥	-٠/٦٩٣	-٠/٤٤١	-٠/٠٩٦	٠/٣٤٢
زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/١٢٨	-٠/١٥٢	٠/٣٩٢	٠/٠٤٥	-٠/٧٢٩	٠/٢٥٨	٠/٢٣٩	-٠/١٣٢	-٠/٠٤٣
d2	٠/٢٠٥	٠/٢٦٧	٠/٠١١	-٠/٥٠٢	-٠/٧٢٢	-٠/٣٩٤	٠/٢٦٠	٠/٥١٠	٠/٢٥٧
d3	-٠/٠٩٠	-٠/٣٧٨	-٠/٦٠٥	-٠/٧٣٩	-٠/٧١٢	-٠/٥٢٧	-٠/٢٦٨	٠/٠٣٩	٠/٣٣٥
متوسط	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٠٥١	-٠/٠١٥	٠/٢٣٦	-٠/٠٥٠	-٠/٤٩٩	٠/١٨٥	٠/١٧٨	-٠/١٠٢	-٠/٠٠٤
d2	٠/٠٨٣	٠/٢٥٣	٠/١٠٧	-٠/٣٩٧	-٠/٦٥٣	-٠/٣٩٦	٠/١٩٨	٠/٤٩٧	٠/٣٦٣
d3	-٠/٢٧٨	-٠/٥٢٢	-٠/٦٧٩	-٠/٦٩٤	-٠/٤٧٧	-٠/١٨٦	٠/١٤١	٠/٤٥٢	٠/٥٨١
کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/١٨٨	-٠/٠٠٧	٠/٣٨٣	-٠/٠٧٧	-٠/٧٠٨	٠/١٦٩	٠/٢٤٠	٠/٠٠٢	-٠/٠٧٨
d2	٠/١١٦	٠/٣٤٠	٠/.١٩٢	-٠/٤٣٧	-٠/٧٨٥	-٠/٥٢٨	٠/٠٩٧	٠/٤٤٩	٠/٣٩١
d3	-٠/٢١٩	-٠/٤١٩	-٠/٥٨٠	-٠/٦٣٢	-٠/٤٧٣	-٠/٢٠٧	٠/١١٨	٠/٤٦٧	٠/٦٦٧
خیلی کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/١١٦	-٠/١٠١	٠/٤٥١	-٠/٠٢٥	-٠/٨٣٠	٠/٣٠٣	٠/٢٨٨	-٠/١٣١	-٠/٠٦٣
d2	٠/٢٥٨	٠/٥١٥	٠/٢٧٣	-٠/٤٧٠	-٠/٨٦٥	-٠/٦٢١	٠/٠٨٤	٠/٥٩٥	٠/٤٩٥
d3	-٠/٠٢٦	-٠/٣٨٨	-٠/٦٨٧	-٠/٨٨٠	-٠/٩٠١	-٠/٧١٣	-٠/٤٢٤	-٠/٠٦٣	٠/٣٠٩

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵. همبستگی‌های متقاطع بین مصرف بنزین و تولید ناخالص داخلی (g (t); GDP (t + j)

خیلی زیاد	j = −۴	j = −۳	j = −۲	j = −۱	j = ۰	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴
d1	-۰/۰۱۶	۰/۱۱۴	-۰/۳۰۹	-۰/۲۳۰	۰/۸۸۶	-۰/۰۹۲	-۰/۳۷۴	۰/۰۰۳	۰/۱۷۳
d2	-۰/۲۵۸	-۰/۴۱۹	-۰/۱۱۱	۰/۵۶۱	۰/۸۱۲	۰/۳۹۲	-۰/۳۱۷	-۰/۳۷۹	-۰/۰۱۵
d3	-۰/۳۳۳	-۰/۰۴۲	۰/۳۰۰	۰/۶۰۵	۰/۸۳۴	۰/۸۸۱	۰/۷۵۲	۰/۵۰۷	۰/۱۴۳
زیاد	j = −۴	j = −۳	j = −۲	j = −۱	j = ۰	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴
d1	۰/۰۹۸	۰/۱۶۹	-۰/۴۱۰	-۰/۱۱۴	۰/۸۱۰	-۰/۱۶۴	-۰/۲۵۸	-۰/۰۳۶	۰/۱۶۹
d2	-۰/۲۳۹	-۰/۴۷۳	-۰/۱۹۳	۰/۵۰۴	۰/۸۴۰	۰/۵۴۰	-۰/۱۵۱	-۰/۵۱۴	-۰/۳۷۴
d3	۰/۰۹۲	۰/۴۳۸	۰/۶۷۹	۰/۷۸۹	۰/۷۰۰	۰/۴۲۵	۰/۰۶۷	-۰/۳۱۸	-۰/۵۷۱
متوسط	j = −۴	j = −۳	j = −۲	j = −۱	j = ۰	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴
d1	۰/۱۴۳	۰/۰۱۷	-۰/۲۳۸	-۰/۰۹۷	۰/۶۳۹	-۰/۱۴۱	-۰/۲۸۰	۰/۰۰۹	۰/۲۰۰
d2	-۰/۳۷۹	-۰/۴۵۵	-۰/۰۴۷	۰/۵۶۷	۰/۷۷۷	۰/۴۱۵	-۰/۲۳۶	-۰/۴۴۵	-۰/۲۹۳
d3	-۰/۱۱۴	۰/۳۰۰	۰/۶۳۹	۰/۸۲۴	۰/۷۶۸	۰/۴۸۷	۰/۰۸۰	-۰/۳۸۹	-۰/.۶۹۵
کم	j = −۴	j = −۳	j = −۲	j = −۱	j = ۰	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴
d1	۰/۱۱۴	۰/۰۶۲	-۰/۴۲۰	-۰/۰۵۲	۰/۸۷۱	-۰/۲۲۷	-۰/۳۱۰	۰/۰۰۴	۰/۱۸۴
d2	-۰/۲۴۱	-۰/۴۷۷	-۰/۲۲۷	۰/۴۹۷	۰/۸۷۹	۰/۶۰۴	-۰/۰۸۶	-۰/۵۰۶	-۰/۴۳۷
d3	۰/۰۰۱	۰/۳۵۵	۰/۶۴۰	۰/۷۸۶	۰/۷۰۵	۰/۴۱۴	۰/۰۲۰	-۰/۴۱۵	-۰/۶۸۳
خیلی کم	j = −۴	j = −۳	j = −۲	j = −۱	j = ۰	j = ۱	j = ۲	j = ۳	j = ۴
d1	۰/۱۴۵	۰/۱۲۶	-۰/۴۸۴	-۰/۰۵۶	۰/۸۸۱	-۰/۲۰۶	-۰/۳۲۷	۰/۰۴۰	۰/۱۲۲
d2	-۰/۴۵۰	-۰/۵۴۴	-۰/۱۹۹	۰/۵۲۲	۰/۸۷۹	۰/۶۰۰	-۰/۰۹۴	-۰/۵۰۷	-۰/۴۰۴
d3	-۰/۱۰۷	۰/۱۹۳	۰/۵۱۷	۰/۷۷۳	۰/۸۸۲	۰/۷۵۲	۰/۴۶۷	۰/۰۵۱	-۰/۴۲۴

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٦. همبستگی‌های متقاطع بین مصرف نفت گاز و تولید ناخالص داخلی (GE (*t*); GDP (*t* + *j*)

خیلی زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٠٣٢	٠/٠٥٥	-٠/٠١٩	-٠/٠٣٠	٠/٢٩٩	-٠/٣٤١	-٠/٠٣٥	٠/٠٥٨	٠/٢٤٢
d2	-٠/٤٠٥	٠/٠٢٢	٠/٥٧٤	٠/٤٥١	-٠/٢٤٦	-٠/٦٥٦	-٠/٢٦٥	٠/٣٧٥	٠/٥٣٩
d3	-٠/٨٣٣	-٠/٦٨٧	-٠/٣٣٣	٠/٠٧٧	٠/٤٥٣	٠/٧٢٢	٠/٧٦٢	٠/٦٣٨	٠/٤١٤
زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٣٠	٠/٠٧٧	-٠/١٨٧	٠/٠١١	٠/٢٦٦	-٠/١٧٩	-٠/١١٦	٠/٢٢٢	-٠/٠٤٠
d2	-٠/٠٧٥	-٠/٠٨٦	-٠/٠٧٥	-٠/٠١٠	٠/١٢٥	٠/٢٢٩	٠/٢١٠	٠/٠٦٨	-٠/٠٨٧
d3	-٠/٤١٣	-٠/١٧٩	٠/١٠٩	٠/٣٧٨	٠/٥٦٦	٠/٥٨٠	٠/٤٢٣	٠/١٦٦	-٠/٠٩٣
متوسط	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٥٥	-٠/٠٦٦	-٠/٠٣٩	-٠/١١٨	٠/٣٣٩	-٠/٠٧١	-٠/١٨٤	-٠/٠١٣	٠/٢٣١
d2	-٠/١٦٠	-٠/٣٥٣	-٠/١٩٤	٠/٢١٣	٠/٣٨٢	٠/١٧٩	-٠/١٢٧	-٠/١٢٧	٠/٠١٣
d3	-٠/٢٢٩	-٠/٠٦٥	٠/١٤٨	٠/٣٦٣	٠/٥٢٤	٠/٥١٤	٠/٣٦١	٠/٠٩٧	-٠/١٨٢
کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١١٣	-٠/٠١٣	-٠/٢٣٦	٠/٠٨٢	٠/٤٢٩	-٠/١٤٢	-٠/٢٣٨	٠/١٨٧	٠/٠٩٢
d2	-٠/١٨٧	-٠/٢٨٠	-٠/١٢٥	٠/٢٣٥	٠/٤٢٢	٠/٣١٥	٠/٠٣٤	-٠/٢٣٢	-٠/٣٠٠
d3	-٠/٠٤٧	٠/٠٦٨	٠/٢٢٢	٠/٣٦٤	٠/٤٤٧	٠/٣٨٧	٠/٢٣٨	٠/٠٤٥	-٠/١٠٩
خیلی کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١١٨	٠/١٩٣	-٠/٤٤١	-٠/١٣٥	٠/٧٩٦	-٠/٠٩٦	-٠/٣٤٢	٠/٠٤٦	٠/٢١٣
d2	-٠/٢٣٠	-٠/٢٦٤	-٠/١٨٨	٠/٢٦٤	٠/٦٢٦	٠/٥٢٣	٠/٠٧٢	-٠/٢٦٧	-٠/٣١٣
d3	٠/٠٧٢	٠/٢٠٤	٠/٣٦٠	٠/٤٩٩	٠/٥٦٦	٠/٥١٣	٠/٣٥٣	٠/١٣١	-٠/١٠٣

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۷. همبستگی‌های متقاطع بین مصرف نفت کوره و تولید ناخالص داخلی (FO (*t*); GDP (*t* + *j*))

خیلی زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٣٣٥	٠/١٦٨	٠/٢٩٤	-٠/٢١٦	-٠/٤٧٢	٠/٠٧٤	٠/٥٥٢	-٠/٦١١	٠/٢٥٩
d2	-٠/٢٦١	٠/٣٨٣	٠/٥٤٥	-٠/١١٢	-٠/٤٥٧	-٠/١٩٧	٠/١٤١	٠/٢٢٤	٠/٢٣٢
d3	٠/١٩٠	٠/٢٢١	٠/٣٠٢	٠/٣٧٦	٠/٣٧١	٠/٢٣٥	٠/٠٠٨	-٠/٢٩٩	-٠/٥٨٢
زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٠٨٦	٠/٠١٠	٠/٠٦٥	٠/١٣٠	-٠/٤٤٢	٠/١٧٧	٠/٠٩٦	-٠/١٠٥	٠/٠٨٢
d2	٠/١١١	٠/٢٤٦	٠/٠٦٢	-٠/٣٣٦	-٠/٤٥٨	-٠/٢٣٧	٠/١٧٢	٠/٤٠٤	٠/٢٨٦
d3	-٠/٣٩٦	-٠/٥٩٣	-٠/٦٦٠	-٠/٥٧١	-٠/٣١٣	-٠/٠٣٢	٠/٢٣٨	٠/٤٤٨	٠/٥٢٩
متوسط	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/٠٠١	٠/١١٦	٠/١٩٩	-٠/٠١٧	-٠/٢٧٨	٠/٠٦١	٠/٠٢١	٠/٠٨٨	-٠/٠٩٠
d2	٠/١٢١	٠/٠٦٦	-٠/١٢٩	-٠/٣٨٥	-٠/٤٢٣	-٠/١٢٦	٠/٣٢٥	٠/٣٩٠	٠/١٣٥
d3	-٠/١٠٧	-٠/٣٢٣	-٠/٤٤٦	-٠/٤٢٣	-٠/٢١٣	٠/٠٢٧	٠/٢٦٢	٠/٤١٣	٠/٣٨٣
کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/١٠٣	-٠/٠٣١	٠/٢٧٥	٠/٠٥٢	-٠/٦٨٢	٠/٢٥١	٠/١٣٤	-٠/٠٣٠	-٠/٠٥٦
d2	٠/٢١٣	٠/٣٦٤	٠/١١٣	-٠/٤٨٦	-٠/٧٦١	-٠/٤٤٨	٠/٢١٤	٠/٥٢٥	٠/٣٢٠
d3	-٠/١٣٩	-٠/٤٢٩	-٠/٦٣٧	-٠/٧٠٣	-٠/٥٣٣	-٠/٢٣٠	٠/١٤٣	٠/٥٢٠	٠/٦٧٩
خیلی کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٠٣٦	٠/٠٨٢	-٠/١٢٤	٠/١٥٨	-٠/٢٧١	٠/١٤٥	-٠/٠٩٤	٠/٠٤٦	٠/٠٤٧
d2	٠/٠٩٤	-٠/٠٤٣	-٠/٣٤٦	-٠/٤٥٩	-٠/٢٢٧	٠/١٥٧	٠/٣٩٥	٠/٢٧١	٠/٠٢٢
d3	-٠/٢٧٤	-٠/٦٠٢	-٠/٧٣٩	-٠/٦٣٧	-٠/٢٨٧	٠/١١٨	٠/٤٧٣	٠/٦٦١	٠/٥٧٦

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۸. همبستگی‌های متقاطع بین مصرف گاز و تولید ناخالص داخلی
(NG (t); GDP ($t + j$)

خیلی زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٠٥٧	٠/١٢٩	-٠/٣٤٨	٠/١٥٥	٠/٥٣١	-٠/١٥١	-٠/١٧٩	٠/٢٢٨	-٠/٣٠١
d2	-٠/٠٥١	-٠/٤٠٥	-٠/٢٩٢	٠/٣٣٧	٠/٦٩١	٠/٤٤٢	-٠/١٧٧	-٠/٤٥٢	-٠/٢٢٥
d3	٠/٤٩٧	٠/٦٢٤	٠/٦٧٠	٠/٦٧٢	٠/٦١١	٠/٤٨٠	٠/٣٣٨	٠/١٩٦	٠/٠٣٢
زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٣١	٠/٠٨٠	-٠/٢٧٨	-٠/٠٣٧	٠/٥٢٦	-٠/١٦٣	-٠/١١٢	٠/١٠١	-٠/٠٥١
d2	-٠/٤٣٥	-٠/٣٨١	٠/٠٢١	٠/٤٧٧	٠/٦١٦	٠/٣٠٠	-٠/٢٣١	-٠/٣٩٠	-٠/١٦٨
d3	٠/٠٢٩	٠/٢٥٣	٠/٤٤٢	٠/٥٦٧	٠/٥٧٧	٠/٤٢٦	٠/١٨٩	-٠/٠٨٣	-٠/٣٠٧
متوسط	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/٠٤٧	٠/٠٥٦	-٠/٢٩٦	٠/٠٠٧	٠/٥٩٣	-٠/٢١٧	-٠/١٧٠	٠/٠٤٤	٠/٠٧٧
d2	-٠/٢٥٨	-٠/٥١٣	-٠/٢٤١	٠/٤٥٩	٠/٧٣١	٠/٤٠٧	-٠/١٨٧	-٠/٤١٤	-٠/٢٦٥
d3	-٠/١٨٢	٠/٠٩٨	٠/٣٩٨	٠/٦١١	٠/٦٧٤	٠/٥٣٥	٠/٢٦٢	-٠/٠٦٦	-٠/٣٣٢
کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٠١	٠/١٢٧	-٠/٢٩١	-٠/٠٤٨	٠/٥٨٤	-٠/٠٥٩	-٠/٢٢٩	٠/٠٠٦	٠/١٠٢
d2	-٠/١٩٤	-٠/٤١٠	-٠/٢٤١	٠/٣٢٩	٠/٦٦٤	٠/٤٧٠	-٠/٠٥٧	-٠/٣٧٥	-٠/٢٨٩
d3	-٠/٠٤٤	-٠/٠٤٩	٠/٠٣٩	٠/١٥٠	٠/٢٠٢	٠/١٥٢	٠/٠٤٧	-٠/٠٧٧	-٠/١٦٣
خیلی کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٧٥	٠/٠٩١	-٠/٤٠٧	-٠/٠٨٦	٠/٧٤٩	-٠/١١٢	-٠/٢٤٦	٠/٠٤٨	٠/٠٤٧
d2	-٠/١٣٣	-٠/٣٨٥	-٠/٣٠٧	٠/٣٢٧	٠/٧٥٣	٠/٥٤٩	-٠/١٢٧	-٠/٥٠٢	-٠/٢٨٤
d3	-٠/٢٨٨	٠/١٢٩	٠/٥٠٤	٠/٧٧٣	٠/٨٩٥	٠/٧٩٠	٠/٥٣٠	٠/١٧٢	-٠/٢١٣

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۹. همبستگی متقاطع بین مصرف انرژی کل و تولید ناخالص داخلی
(GO (t); GDP ($t + j$)

خیلی زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	-٠/٢٥٣	٠/١٥٥	-٠/٠٠٤	-٠/١١٩	٠/٢٧٩	-٠/١٧٣	٠/٣٧٥	-٠/٤٠٠	٠/٠٥٨
d2	-٠/٢٣٢	-٠/٢٢٠	٠/٠٤٤	٠/٣٤٩	٠/٥٢٣	٠/٣٥٥	-٠/١١٩	-٠/٣٥٨	-٠/٠٦٤
d3	٠/٣١١	٠/٥١١	٠/٦٧٩	٠/٨٠٤	٠/٨٢٩	٠/٦٩٠	٠/٤٥٦	٠/١٣٣	-٠/٢٨٥
زیاد	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٠٦	٠/١٧٩	-٠/٤٧٢	-٠/١٢٣	٠/٨٣٣	-٠/٢٠٣	-٠/١٧٠	٠/٠٩٢	-٠/١٠٢
d2	-٠/٠٩٨	-٠/٢٦٥	-٠/١٧٨	٠/٤١١	٠/٨٣٧	٠/٦٤٩	-٠/٠٩٤	-٠/٦٧٨	-٠/٥١١
d3	-٠/٢٨١	٠/١٧٥	٠/٥٣٦	٠/٧٦٥	٠/٨٣١	٠/٦٨٣	٠/٤٢٤	٠/١٢٧	-٠/١١٦
متوسط	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/٠٩١	٠/٠٤٠	-٠/٢١٤	-٠/١٧١	٠/٧١٨	-٠/١٩٧	-٠/٣٠٠	٠/٠٦٦	٠/١٤٩
d2	-٠/٣٠٨	-٠/٥١٥	-٠/١٧٦	٠/٥٢٤	٠/٨٢٩	٠/٥١٤	-٠/١٨٧	-٠/٥٢٤	-٠/٣٩٠
d3	٠/٠٧٢	٠/٤٢٢	٠/٦٨٥	٠/٨٢٨	٠/٧٧٦	٠/٥٢٣	٠/١٦٤	-٠/٢٤٠	-٠/٥٣٠
کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٤٢	٠/٠٥٥	-٠/٣٢٥	-٠/١٤٥	٠/٨١٢	-٠/١٢٢	٠/١٨٠	-٠/٠٦٣	-٠/١٣٦
d2	-٠/٢٧٠	-٠/٤٤٠	-٠/١٦٢	٠/٤٨٦	٠/٨٠٩	٠/٥٢٦	-٠/١٠٠	-٠/٤١٥	-٠/٣١٤
d3	٠/٠٩٨	٠/٣٢٨	٠/٥٣٤	٠/٦٤٦	٠/٥٧٦	٠/٣٣٥	٠/٠١٨	-٠/٣١٥	-٠/٥٠٥
خیلی کم	j = −٤	j = −٣	j = −٢	j = −١	j = ٠	j = ١	j = ٢	j = ٣	j = ٤
d1	٠/١٧٦	٠/١٣٥	-٠/٥١٠	-٠/١١٠	٠/.٨٩٠	-٠/١٣١	-٠/٣٧٩	٠/١١٦	٠/٠٥٢
d2	-٠/٣٥٢	-٠/٦٠٣	-٠/٣٦٦	٠/٤٤٧	٠/٩١١	٠/٦٧٧	-٠/٠٧٤	-٠/٥٥٨	-٠/٤١٨
d3	-٠/٢٦٧	٠/١٠٨	٠/٤٧٤	٠/٧٥٩	٠/٩١٦	٠/٨٣٩	٠/.٥٩٤	٠/٢٣٠	-٠/١٩٣

همبستگی قوی همبستگی متوسط همبستگی ضعیف عدم همبستگی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۵. نتایج علّیت دومیترشو ـ هرلین

در مبحث علّیت چهار فرضیه مطرح می‌باشد. این فرضیه‌ها عبارتند از: ۱) فرضیه «حفاظت»[1] (علّیت گرنجر یک‌طرفه از تولید ناخالص داخلی به انرژی) ۲) فرضیه رشد[2] (علّیت گرنجر یک‌طرفه از انرژی به تولید ناخالص داخلی) ۳) فرضیه بازخورد[3] (علّیت گرنجر دوطرفه بین انرژی و تولید ناخالص داخلی)؛ ۴) فرضیه بی‌طرفی[4] (انرژی و تولید ناخالص داخلی مستقل). که این فرضیه‌ها در جداول نتایج با رنگ‌های مشکی (فرضیه رشد)، خاکستری پررنگ (فرضیه بازخورد)، خاکستری کم‌رنگ (فرضیه بی‌طرفی) و زرد (فرضیه حفاظت) نمایش داده شده‌اند.

همان‌طورکه جدول ۱۰ نشان می‌دهد، برای دوره زمانی کوتاه‌مدت (۲ تا ۴ سال)، برای استان‌هایی که شدت انرژی در آن‌ها خیلی زیاد است (استان هرمزگان)، جهت علّیت فقط برای مصرف برق از تولید ناخالص استانی به سمت مصرف انرژی وجود دارد و برای مصرف نفت سفید، نفت گاز و گاز طبیعی فرضیه بی‌طرفی اثبات می‌شود. جهت علّیت برای مصرف بنزین و نفت کوره و مجموع انرژی‌ها به سمت تولید ناخالص استانی است. درواقع رشد اقتصادی استان هرمزگان وابسته به مصرف بنزین و نفت کوره و انرژی کل می‌باشد.

ـ در سطح شدت انرژی بالا برای برق و بنزین با تولید ناخالص استانی فرضیه حفاظت و برای مجموع انرژی‌ها با تولید ناخالص استانی فرضیه بی‌طرفی و برای سایر فرآورده‌ها فرضیه بازخورد اثبات می‌شود. با توجه به اقتصاد غالب این استان‌ها که درآمد سرانهٔ نسبتاً بالایی دارند، مبتنی بر صنعت و داشتن منابع است و رشد اقتصادی این استان‌ها وابسته به مصرف نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره و گاز طبیعی می‌باشد.

ـ در استان‌های با سطح شدت انرژی متوسط بین تولید ناخالص استانی با همه انرژی‌های مصرفی ارتباط علّی دوطرفه وجود دارد، یعنی مصرف همه حامل‌های انرژی رشد اقتصادی را به دنبال دارند. با توجه به اقتصاد غالب این استان‌ها عمدتاً کشاورزی، صنعت، خرده‌فروشی و عمده‌فروشی و تعمیر وسایل نقلیه می‌باشد لذا این استان‌ها برای حفظ سطح

1. The Conservative Hypothesis
2. The Growth Hypothesis
3. Feedback Hypothesis
4. Neutrality Hypothesis

فعالیت اقتصادی خود به مقدار زیادی انرژی نیاز دارند ممکن است با چالش‌هایی در فرآیند اقتصادی ناشی از شوک‌های موجود در عرضه انرژی روبه‌رو شوند.

ـ در استان‌هایی که سطح شدت انرژی در آنها پایین است، تولید ناخالص استانی دارای ارتباط علّی دوطرفه با نفت کوره و ارتباط علّی یک‌طرفه از مصرف نفت سفید و بنزین به تولید ناخالص استانی می‌باشد و همچنین با مصرف برق، نفت گاز، گاز طبیعی و مجموع انرژی‌ها هیچ ارتباط علّی ندارد. این استان‌ها درآمد نسبتاً پایینی دارند رشد اقتصادی این استان‌ها وابسته به مصرف بنزین، نفت سفید و نفت کوره می‌باشد.

ـ استان‌هایی ازجمله تهران، ایلام و کهگیلویه و بویراحمد که شدت مصرف انرژی در آن‌ها خیلی پایین است، برای مصرف برق و نفت سفید و بنزین با تولید ناخالص استانی هیچ ارتباطی وجود ندارد و برای سایر انرژی‌های مصرفی فرضیه حفاظت اثبات می‌شود. درواقع رشد اقتصادی این استان‌ها به مصرف حامل‌های انرژی وابسته نیست. در استان‌های ایلام و کهگیلویه نیز مصرف انرژی به تولید ناخالص استانی منجر نمی‌شود. درواقع اقتصاد این استان‌ها انرژی‌بر نمی‌باشد.

برای دوره میان‌مدت نیز بین تولید ناخالص استانی با مصرف انرژی‌ها ارتباط دوطرفه وجود دارد به جز در مصرف نفت گاز و گاز طبیعی که در سطوح شدت انرژی بالا و خیلی بالا نتایج متفاوت است. و برای دوره بلندمدت فرضیه بازخورد برای تمام سطوح و همه انرژی‌ها حاکم است.

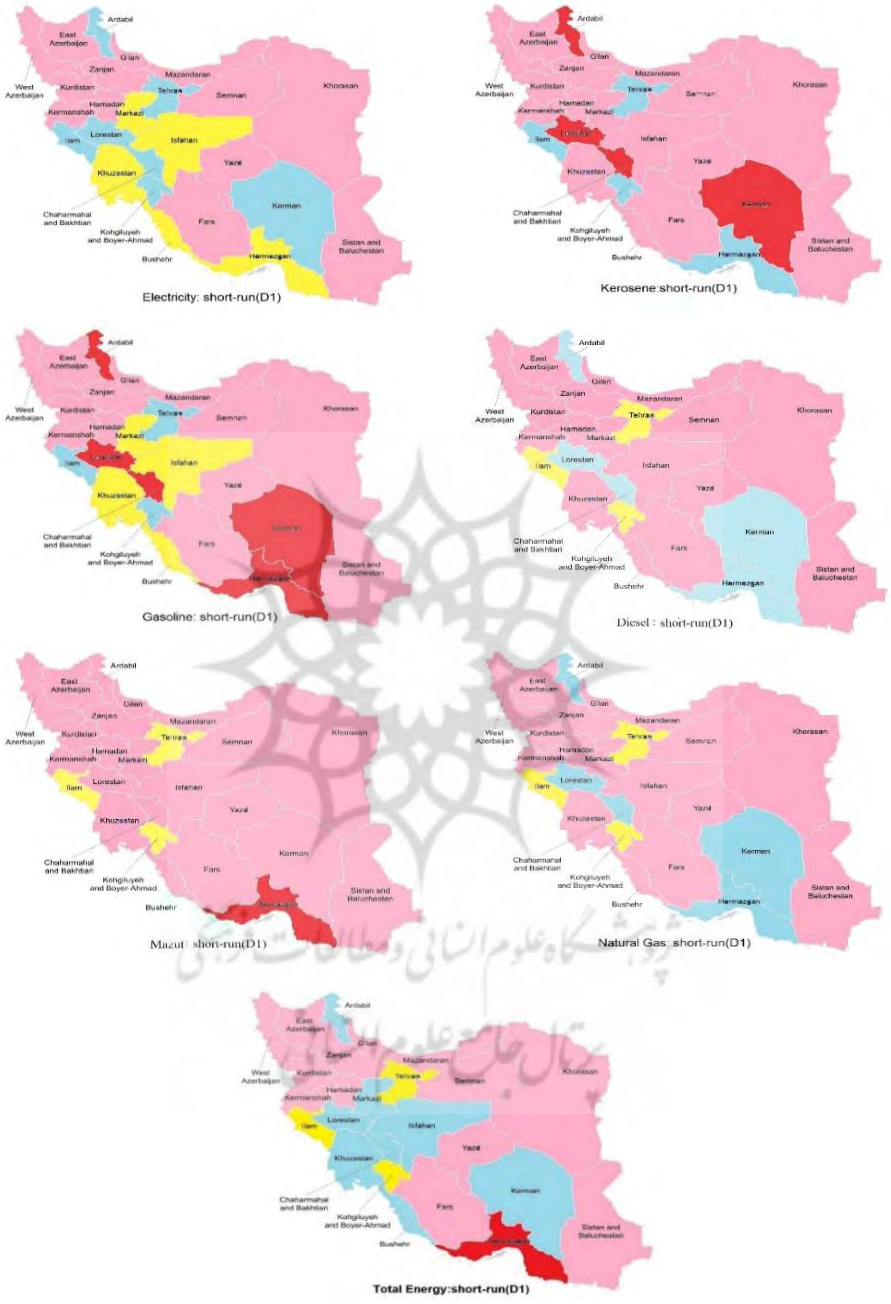
نتایج علّیت حاصل برای هر زیر گروه در سطح معناداری آماری ۵ درصد گزارش می‌شوند. با توجه به معیار اطلاعات آکائیک تعداد وقفه ۸ انتخاب می‌شود.

جدول ۱۰. آزمون علّیت دومیترشو ـ هرلین در کوتاه‌مدت

D1 کوتاه‌مدت	Electricity برق	Kerosene نفت سفید	Gasoline بنزین	Diesel نفت گاز	Mazut نفت کوره	Natural Gas گاز طبیعی	Total Energy انرژی کل
خیلی زیاد	E ← GDP	K↔GDP	G→GDP	D↔GDP	M→GDP	NG↔GDP	TE→GDP
زیاد	E ← GDP	K↔GDP	G←GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
متوسط	E ↔ GDP	K↔GDP	G↔GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
کم	E ↔ GDP	K→GDP	G→GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
خیلی کم	E ↔ GDP	K↔GDP	G↔GDP	D←GDP	M←GDP	N ←GDP	TE←GDP

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۲. بررسی علیت استان‌های ایران بر اساس شدت مصرف انرژی در کوتاه‌مدت



مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۱. آزمون علّیت دومیترشو ـ هرلین در میان‌مدت

D2 میان‌مدت	Electricity برق	Kerosene نفت سفید	Gasoline بنزین	Diesel نفت گاز	Mazut نفت کوره	Natural Gas گاز طبیعی	Total Energy انرژی کل
خیلی زیاد	E ↔GDP	K↔GDP	G ↔GDP	D↔ GDP	M ↔GDP	NG→GDP	TE↔GDP
زیاد	E ↔GDP	K↔GDP	G↔ GDP	D→ GDP	M ↔GDP	NG ↔ GDP	TE↔GDP
متوسط	E ↔GDP	K↔GDP	G ↔GDP	D↔GDP	M ↔GDP	NG ↔ GDP	TE ↔GDP
کم	E ↔GDP	K↔GDP	G ↔GDP	D ↔GDP	M ↔GDP	NG ↔ GDP	TE ↔GDP
خیلی کم	E ↔GDP	K↔GDP	G ↔GDP	D↔GDP	M ↔GDP	NG ↔ GDP	TE ↔ GDP

مأخذ: یافته‌های پژوهش

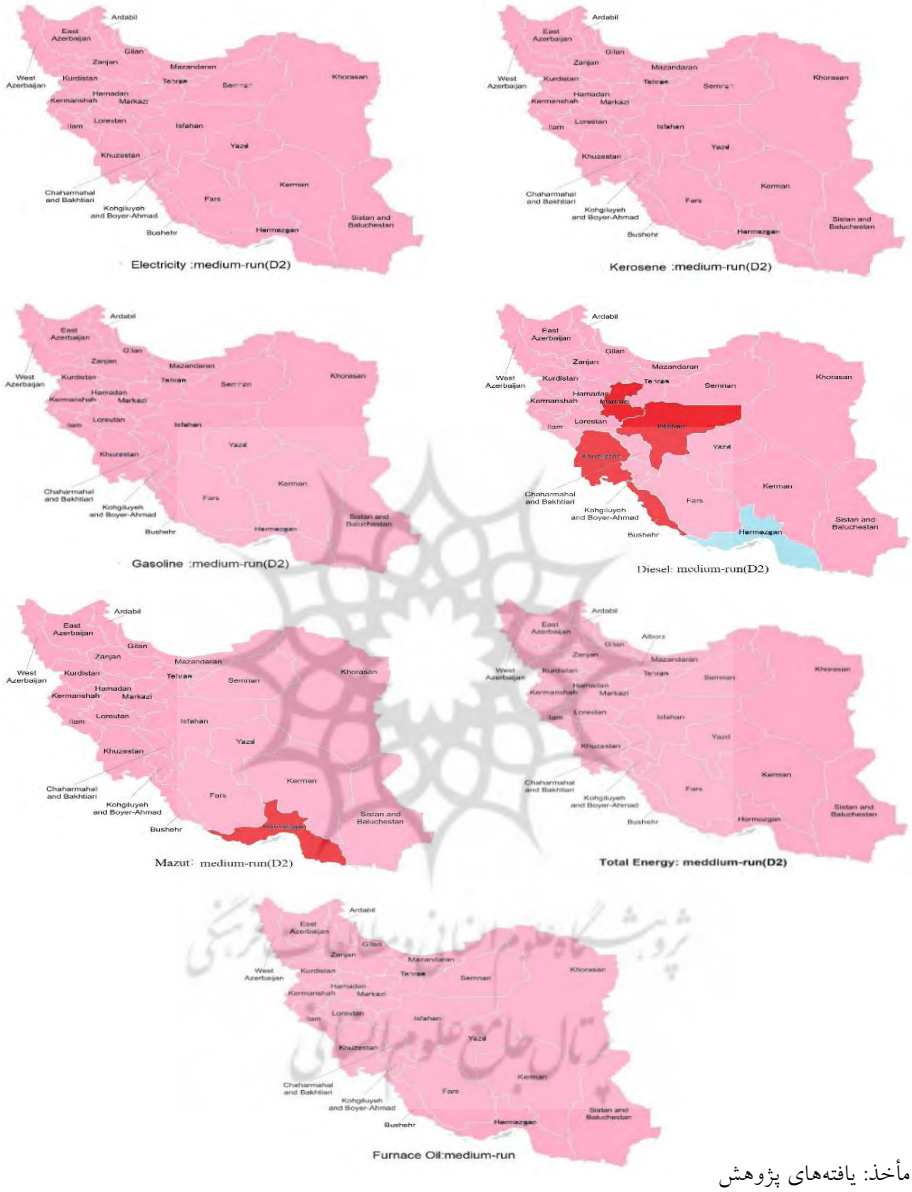
جدول ۱۲. آزمون علّیت دومیترشو ـ هرلین در بلندمدت

D3 بلندمدت	Electricity برق	Kerosene نفت سفید	Gasoline بنزین	Diesel نفت گاز	Mazut نفت کوره	Natural Gas گاز طبیعی	Total Energy انرژی کل
خیلی زیاد	E↔GDP	K↔GDP	G↔GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
زیاد	E↔GDP	K↔GDP	G↔GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
متوسط	E↔GDP	K↔GDP	G↔GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
کم	E↔GDP	K↔GDP	G↔GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP
خیلی کم	E↔GDP	K↔GDP	G↔GDP	D↔GDP	M↔GDP	NG↔GDP	TE↔GDP

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل ۳. بررسی علیت استان‌های ایران براساس شدت مصرف انرژی در میان‌مدت



مأخذ: یافته‌های پژوهش

٦. جمع‌بندی و پیشنهادهای سیاستی

در این مطالعه استان‌های ایران براساس شدت مصرف انرژی به پنج گروه تقسیم شدند. شدت انرژی از تقسیم مقدار انرژی مصرفی (براساس بشکه معادل نفت خام) بر ارزش

تولید ناخالص داخلی (براساس میلیون تومان) است که به ازای مصرف انرژی حاصل شده است، به دست می‌آید. عوامل بسیاری بر شدت انرژی تأثیرگذار است. ازجمله قیمت انرژی، وضعیت اقتصادی، فعالیت غالب بر اقتصاد و شرایط آب و هوایی که برای اتخاذ سیاست‌های حوزه انرژی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

داده‌های استفاده‌شده در این مطالعه به صورت پانل بوده و به کمک تجزیهٔ موجک رابطه بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی را در سه بازه زمانی مورد بررسی قرار داده است. از نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی مشاهده می‌شود که الگوی همبستگی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در حامل‌های مختلف انرژی، متفاوت می‌باشد. همبستگی گاز طبیعی، بنزین موتور و برق با تولید ناخالص داخلی در همه سطوح شدت انرژی قوی و مثبت می‌باشد. همبستگی منفی بین نفت سفید و تولید ناخالص داخلی در همه سطوح قوی می‌باشد. در بلندمدت برای تمامی استان‌ها همبستگی ضعیف بین مصرف نفت کوره و تولید ناخالص وجود دارد. همبستگی مصرف کل انرژی و تولید ناخالص داخلی نیز بدین‌صورت است که استان‌هایی که شدت مصرف انرژی بالایی دارند، میزان همبستگی با افزایش دوره زمانی افزایش می‌یابد و در سایر سطوح شدت انرژی، همبستگی قوی و مثبت در همه مقیاس‌های زمانی وجود دارد.

اما نتایج علّیت دومیترشو ـ هرلین نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت استان‌هایی که شدت مصرف انرژی در آن‌ها بالا است با اثبات فروض بازخورد و رشد، مصرف بنزین، نفت کوره و انرژی کل، تولید ناخالص داخلی را به دنبال داشته‌اند. در شدت بالا نیز با اثبات دو فرض ذکرشده، مصرف نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و گاز طبیعی، در شدت متوسط، همه حامل‌های انرژی و در شدت پایین تنها مصرف نفت سفید، بنزین نفت کوره منجر به تولید ناخالص داخلی شده‌اند. در استان‌هایی که شدت مصرف انرژی در آن‌ها خیلی پایین است، مصرف هیچ‌یک از حامل‌های انرژی تولید ناخالص داخلی را به دنبال نداشته، به بیان دیگر، اقتصاد این استان‌ها وابسته به انرژی نیست. اما در میان‌مدت و بلندمدت نتایج متفاوت است و مصرف همه حامل‌های انرژی، تولید ناخالص داخلی را به دنبال دارند و فرضیه بازخورد اثبات می‌شود.

با توجه به نتایج، فروض در نظر گرفته شده مبتنی بر هماهنگی شدت همبستگی با سطح شدت انرژی رد می‌شوند، یعنی لزوماً با افزایش سطح شدت انرژی، درجه همبستگی افزایش نمی‌یابد و از طرف دیگر فرض دوم برای همه حامل‌های انرژی صدق نمی‌کند.

در مطالعه‌ای که سالدیویا و همکاران (۲۰۲۰) انجام دادند با توجه به تحلیل حرکت مشترک، دریافتند که رابطه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در تمام گروههای مورد مطالعه برای افق‌های زمانی مختلف که حرکت‌های بین ۲ تا ۱۶ سال را پوشش می‌دهد، دوره‌ای و هم‌زمان است. همچنین این رابطه برای حرکات چرخه‌ای از ۸ تا ۱۶ سال قوی‌تر است. با این حال گروههای فرعی از ایالت‌هایی که با شدت انرژی بالا، قیمت‌های پایین یا بخش اولیه اقتصاد (کالاهای غیر تولیدی) مرتبط هستند، معمولاً یک رابطه حرکتی ضعیف از خود نشان می‌دهند و هیچ تفاوت قابل توجهی بین مقیاس‌های زمانی وجود ندارد و در تحلیل نتایج علّیت دریافتند که در بعد D۲، علّیت از مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی در حالت‌های با شدت بالاتر (یعنی زیاد و متوسط بالا) وجود دارد، برخلاف حالت‌های با شدت پایین (یعنی کم و متوسط پایین) که در آن فرضیه بی‌طرفی غالب است. مشابه سایر بخش‌بندی‌ها، فرضیه بازخورد در مقیاس‌های D۲ و D۳ غالب است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعه سالدیویا و همکاران تقریباً در میان‌مدت و بلندمدت شبیه هستند، اما در کوتاه‌مدت به دلیل متفاوت بودن حوزه بررسی و تفاوت سال‌های مورد بررسی و همچنین وجود تفاوت در ساختار اقتصادی و منطقه جغرافیایی و ...، این تفاوت در کوتاه‌مدت دور از انتظار نیست.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه نمود:

ـ پذیرش هریک از فرضیه‌ها برای یک کشور یا منطقه معین می‌تواند پیامدهای مهمی برای تجزیه و تحلیل، تدوین و اجرای سیاست‌های اقتصادی، انرژی و زیست‌محیطی فراهم می‌کند. برای استان‌هایی که جهت علّیت از رشد اقتصادی به مصرف انرژی باشد و یا هیچ‌جهت علیتی وجود نداشته باشد، سیاست‌هایی مانند افزایش قیمت می‌تواند تأثیرات منفی کمتری بر روی رشد اقتصادی داشته باشد و از مصرف غیر بهینه این حامل‌ها در کشور کاسته شود.

ـ وجود رابطه علّیت از مصرف انرژی به سمت تولید ناخالص استانی نقش مهمی در رشد اقتصادی استان‌های ایران دارد و نشان‌دهنده وابسته بودن اقتصاد آن استان‌ها به منابع انرژی است. محدودیت منابع فسیلی و افزایش روزافزون شدت مصرف انرژی در ایران می‌تواند در آینده موجب عدم دسترسی و یا دسترسی محدود به انرژی شود و رشد اقتصادی را محدود کند، درنتیجه تهدیدی برای نسل حاضر و آینده می‌باشد. در این شرایط اتخاذ سیاست‌های مناسب در حوزه مصرف انرژی و طرح‌های تشویقی به منظور صرفه‌جویی، ابداع روش‌های نوین به منظور دسترسی به انرژی ارزان‌قیمت، پاک و

تجدیدپذیر برای تمام اقشار جامعه ضروری است. با توجه به اینکه در برخی از استان‌ها که شدت مصرف انرژی در آن‌ها زیاد است، رابطه علّی از مصرف انرژی به تولید ناخالص استانی در آن‌ها وجود ندارد یا به عبارتی رشد اقتصادی آن‌ها به انرژی وابسته نیست، که این می‌تواند ناشی از عواملی چون قاچاق انرژی و یا تکنولوژی فرسوده، ساختار اقتصادی انرژی‌بر و یا عواملی از این قبیل باشد، که برای کاهش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور، دولت باید در جهت ایجاد تغییرات ساختاری و تولیدی جهت صرفه‌جویی و مصرف بهینه انرژی از طریق بررسی و اصلاح زیرساخت‌های شهری و همچین به روز کردن تجهیزات و ماشین‌آلات صنایع، برنامه‌ریزی دقیق و بلندمدتی صورت گیرد.

ـ با توجه به اینکه جهت علّیت در اکثر موارد در میان‌مدت و در همهٔ موارد در بلندمدت دوطرفه می‌باشد، وجود محدودیت‌هایی در کوتاه‌مدت سبب می‌شود که این الگو در کوتاه‌مدت بر قرار نباشد و مصرف انرژی علتی بر رشد اقتصادی در اکثر موارد نباشد. بنا به این دلیل پیشنهاد می‌شود که محدودیت‌هایی که در هر استان مانع برقراری این الگو در کوتاه‌مدت می‌شود، شناسایی شود تا بتوان برای مصرف حامل‌های انرژی را به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد تا بتوان به حداکثر رشد اقتصادی از این طریق دست پیدا کرد.

ـ چون تأثیر مصرف حامل‌های مختلف انرژی بر روی رشد اقتصادی در استان‌ها با شدت مصرف انرژی مختلف، یکسان نیست، درنتیجه لازم است که سیاست‌ها برای هر استان در هر افق زمانی جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

۷. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Maryam Mohammadi https://orcid.org/0000-0002-7468-8210
Shahram Fattahi https://orcid.org/0000-0002-7507-0439
Kiomars Soheili https://orcid.org/0000-0002-2586-3131

۸. منابع

حسنی صدرآبادی، محمدحسین و عمادالاسلام، هدیه و کاشمری، علی. (۱۳۸۵). بررسی رابطه علی مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۰. *پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی*، دوره ۷، شماره ۲۴، صفحات ۵۸-۳۱.

محمدی، تیمور و ناظمان، حمید و نصرتیان‌نسب، محسن. (۱۳۹۱). رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ایران (تحلیل از مدل‌های علّیت خطی و غیر خطی). *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، سال دوم، شماره۵، زمستان ،صفحات ۱۷۰-۱۵۳.

مرکز آمار ایران، حساب‌های منطقه‌ای.

مرکز آمار ایران، سالنامه‌های آماری استان‌ها.

میزیتی، میشل و میزیتی، ایو و اپنهایم، ژرژ و میشل پوژی، ژان. (۲۰۱۶). موجک‌ها و کاربردهای آن. ترجمه امین غفاری، مینا و ابوالحسنی، علی. مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

وزارت نیرو، معاونت انرژی، ترازنامه انرژی، سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۶

References

Aslan. A. and Apergis N. and Yildirim S. (2014). Causality between energy consumption and GDP in the U.S.: Evidence from wavelet analysis. *Front Energy*, Vol. 8(1), pp.1-8. https://doi.org/10.1007/s11708-013-0290-6. ISSN 20951701

Chakamera, C. and Alagidede, P. (2018). The nexus between infrastructure (quantity and quality) and economic growth in Sub Saharan Africa. *International Review of Applied Economics*, Vol.32 (5), pp.641- 672. https://doi.org/10.1080/02692171.2017.1355356

Cifter, A. and Ozun, A. (2007). Multi-scale Causality between Energy Consumption and GNP in Emerging Markets: Evidence from Turkey. *MPRA Paper 2483*, University Library of Munich, Germany.

Crowley, P. M. (2005). An intuitive guide to wavelets for economists. Bank of Finland Research Discussion Paper, p.71. https://dx.doi.org/ 10.2139/ssrn.787564.

Dumitrescu, E. and Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Econ Model 2012*, Vol. 29(4), pp.1450–1460. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02. 014. ISSN 02649993.

Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 37, No. 3 (Aug., 1969), pp. 424-438 (15 pages)

Hassani Sadrabadi, M. Emad al-Islam, H. Kashmari, A (2007). Causality relation among energy consumption, employment and GDP Iran 1971-2005, *Journal of Humanities and Social Sciences*, 7(24), 31-58. [In Persian]

Hsiao, C. (2007). Panel data analysis-advantages and challenges. *Test 2007*, Vol.16 (1), pp.1–22.https://doi.org/10.1007/s11749-007-0046-x. ISSN 11330686.

Kenneth B. MedlockIII. (2004). Economics of Energy Demand. *InEncyclopedia of Energy*, Pages 65-78. https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00133-9.

Kozak, M. (2009). What is strong correlation? *Teaching Statistics Trust* 2009; Vol.31 (3), pp. 85-86.

Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. The Journal of Energy and Development, 401-403.

Kristjanpoller, W. Sierra, A. and Scavia, J. (2018). Dynamic co-movements between energy consumption and economic growth, a panel data and wavelet perspective. *Energy Economics*, Vol.72, pp.640-649. DOI: 10.1016/j.eneco.2018.05.010.

Ministry of Energy, Energy Deputy, Energy Balance Sheet, 1988 to 2017. [In Persian].

Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G. and Poggi, J., (1996), Wavelets and their applications, Translated by Amin Ghafari, Mina & Abolhasani, Ali. Scientific Publishing Institute of Sharif University of Technology. [In Persian]

Mohammadi H, Parvaresh, S. (2014). Energy consumption and output: Evidence from a panel of 14 oil-exporting countries. *Energy Econ*, Vol.41, pp.41-46. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.002.

Mohammadi, T., Nazeman, H., & Nasratian Nasab, M. (2012). Relationship between Economic Growth and Energy Consumption in Iran (Analysis of Linear and Non-linear Causality Models). *Iranian Energy Economics*, 2(5), 53-170. [In Persian]

Saldivia, M, and Kristjanpoller, W and Olson, J, E. (2020). Energy consumption and GDP revisited: A new panel data approach with wavelet decomposition. *Applied Energy*, 272 (2020), 115207.014. ISSN 02649993.

Solow, R. (1956). A Contribution ti the Theory of Economic Growth. *Quarterly Jornal of Economics*, Vol.70, pp.65-94. https://doi.org/ 10.2307/1884513.

Statistical Centre of Iran, regional accounts. [In Persian].

Statistical Centre of Iran, statistical yearbooks of the provinces. [In Persian].

Stern, D., & Cleveland, C. J. (2004). Energy and Economic Growth (Rensselaer Working Papers in Economics). *Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Economics*. DOI: 10.4236/me.2015.61002.

استناد به این مقاله: محمدی، مریم، فتاحی، شهرام، سهیلی، کیومرث. (۱۴۰۰). بررسی رابطه علّیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص استان‌های ایران با استفاده از تحلیل موجک با داده‌های پانل، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۴۰ (۱۰)، ۱۲۵-۱۵۹.

Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.