-- Iranian Energy Economics------
Summer 2024, 51 (13), 93-121
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2024.76332.2046

Original Research
Received: 18/Oct/2023
Accepted: 11/June/2024
ISSN: 2423-5954
eISSN: 2476-6437

Business cycles and energy intensity in Iran: an asymmetric analysis Approach

Zahra Shirzour Aliabadi
Assistant Professor in Economics, Faculty of Literature and Human Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.

Hamid La'lKhezri –
Assistant Professor in Economics, Faculty of Human Sciences, Bozorgmehr University of Qaenat, Qaen, Iran.

Abstract
Several studies indicate that economic conditions impact energy intensity. Business cycles, a core element of macroeconomics, are crucial in this regard. This study focuses on exploring the asymmetric influence of business cycles on energy intensity in Iran from 1972 to 2020. To examine the relationships between variables, Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) analysis was employed. The model reveals that in the short term, a negative business cycle impact initially decreases energy intensity until a certain point, after which it increases till a specific threshold before showing a long-term positive trend. Conversely, both short and long-term positive business cycle impacts have a negative effect on energy intensity. Moreover, the study demonstrates that short and long-term coefficients associated with the logarithmic OPEC oil price variable are positive, while the industrial structure index logarithm shows a 0.12% decrease and a 0.04% increase in short and long-term energy intensity, respectively. The Wald's test outcomes indicate an asymmetric impact of positive and negative business cycle impulses on energy intensity in the long run, whereas the short-term effect appears to be symmetrical. Understanding business cycles can aid policymakers in making informed decisions regarding energy industry development, effectively curbing excessive energy intensity growth.

Introduction
Today, it seems impossible to plan for economic development without considering energy. That's why proper policymaking in this field has become one of the most important concerns for governments. In oil-developing countries, energy is of double importance in this regard. Because, in addition to its role as the main factor in production, it is also considered a source of income.

Energy is considered an accelerating factor in the production process and an indispensable factor in the economy. The index that shows energy consumption in terms of domestic production is called the energy intensity index. This index is

– Corresponding Author: h.lalkhezri@buqaen.ac.ir
How to Cite: Shirzour Aliabadi, Z., La'lKhezri, H. (2024). Business cycles and energy intensity in Iran: an asymmetric analysis Approach. Iranian Energy Economics, 51(13), 93-121.

defined to show the energy efficiency of a country, which shows the level of dependence of a country on energy resources.

According to the report of the International Energy Agency, the intensity of energy consumption in Iran is even higher compared to other oil-rich countries. While the average energy intensity in the world in 2000-2017 decreased from 158 million barrels of crude oil equivalent (per million dollars) to 119, during this period the energy intensity index increased in Iran. Considering that Iran has rich energy resources,

The energy and cyclical parts of production have a great influence on each other, and the relationship between the cyclical parts of these variables can be very important because it is dependent on production fluctuations, which is an important phenomenon in the field of macroeconomics.

Methods and Material

The time period studied in this research is 1972-2020, and the data is used with annual frequency. Data related to GDP, added value of industry, and OPEC oil price are obtained from World Bank statistics and energy consumption data from the World Energy Statistical Review Database. According to the purpose of this study, the self-explanatory approach with nonlinear distribution breaks (NARDL) presented by Shin et al. (2014) is used to investigate the asymmetric effect of business cycles on energy intensity in Iran.

Results and Discussion

After confirming the presence of a long-term asymmetric relationship between model variables, the NARDL model is estimated. The findings of the NARDL model are presented in Table 1.

Based on the NARDL model results, all coefficients are statistically significant, both in the short and long term at a 90% confidence level. In the short term, the adverse impact of the business cycle's negative momentum on energy intensity is initially negative until the first breakpoint, turning positive until the third breakpoint. However, in the long run, a one percent decrease in the negative momentum of the business cycle results in a 1.77% decrease in energy intensity.

For both short and long terms, a positive momentum in the business cycle has a detrimental effect on energy intensity. This effect manifests as a one percent reduction in the shock of the business cycle increase leading to energy intensity decreases of 0.85, 0.11, and 0.14 in the short term up to three breakpoints respectively, with a cumulative decrease of 0.13. In the long term, this influence is consistently negative, amounting to 0.58%.

Conclusion

The model estimation results indicate that in the short term, the negative momentum of the business cycle has a negative impact on energy intensity until the first break, followed by a positive effect until the third break. However, in the long run, a one percent reduction in the negative business cycle momentum leads to a 1.77 percent decrease in energy intensity.

Keywords: Business cycle, industrial structure, energy intensity, Iran, NARDL

JEL Classification: C22 , E32 , O13

Table 1. *The results obtained from the NARDL criterion*

Long term Coefficient	Explanatory variable	short term Coefficient	Explanatory variable
-0.5859 (0.0057)	CYCLE_POS	-0.8504 (0.0000)	.D(CYCLE-POS)
1.772 (0.0000)		(0.0000)	
0.0404 (0.0064)	CYCLE_NEG	-0.1134 (0.355)	
0.0448 (0.0251)	LnOILP	-0.1417 (0.0935)	D(CYCLE_POS(-1)) D(CYCLE-POS (-2))
-25.55834 (0.0000)	LnISGDP	-0.1226 (0.0902)	D(CYCLE-POS (-3))
	C	-0.7717 (0.0000)	D(CYCLE-NEG)
		0.8126 (0.0000)	D(CYCLE-NEG(-1)) D(CYCLE-NEG(-2))
		0.81126 (0.0935)	D(CYCLE-NEG(-3)) D(LnOILP)
		0.1226 (.0902)	D(LnOILP(-1))
		0.0863 (0.0000)	D(LnOILP(-2))
		0.0114 (0.4449)	D(LnISGDP)
		0.054 (0.0020)	ECM (-1)
		-0.1201 (0.024)	R-bar-square
		-0.8471 (0.0000)	F-statistic
		0.9959	Jurque-Bere
		606.7702(0.0000)	Ramsy Reset Test (F-static)
		1.137(0.5663)	Reset-Ramsy
Arch 0.1042(0.7484)	Brush-Godfrey 2.0428(0.1138)	1.0118(0.3241) Jurque-Bere 1.137(0.5663)	1.0118(0.3241)

* The numbers in the parentheses show the probability value.
Source: Research findings

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴

eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

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

دوره ۱۳، شماره ۵۱، تابستان ۱۴۰۳، ۹۳-۱۲۱

Jiee.atu.ac.ir

DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2024.76332.2046

چرخه‌های تجاری و شدت انرژی در ایران با رویکرد تحلیل نامتقارن

زهرا شیرزور علی‌آبادی استادیار اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

حمید لعل خضری * استادیار اقتصاد، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه بزرگمهر قائنات، قائنات ایران.

چکیده

بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که شرایط اقتصادی بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد. چرخه‌های تجاری یکی از تحولات محیط کلان اقتصادی است که بر شدت انرژی مؤثر است. مطالعه حاضر اثر نامتقارن چرخه‌های تجاری بر شدت انرژی را در کشور ایران در فاصله زمانی ۲۰۲۰-۱۹۷۲ میلادی بررسی می‌کند. جهت تحلیل روابط میان متغیرها، روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL) به کار گرفته شده است. نتایج مدل نشان داده است که در کوتاه‌مدت اثرگذاری تکانه منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی ابتدا تا وقفه اول، منفی و سپس تا وقفه سوم تأثیر مثبت دارد در حالی که در بلندمدت مثبت است. اما تکانه مثبت در چرخه تجاری برای کوتاه‌مدت و بلندمدت، تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد. همچنین نتایج نشان‌دهنده این است که ضرایب مربوط به متغیر لگاریتم قیمت نفت اوپک در کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت هستند. اما ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت لگاریتم شاخص ساختار صنعتی نشان‌دهنده آن است که شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۱۲ درصد کاهش و ۰/۰۴ درصد افزایش می‌یابد. در انتها نتایج آزمون والد نشان می‌دهد که اثرات تکانه‌های مثبت و منفی چرخه‌های تجاری بر شاخص شدت انرژی در بلندمدت نامتقارن اما در کوتاه‌مدت این اثرگذاری متقارن است. تشخیص و شناخت چرخه‌های تجاری می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری صحیح سیاستگذاران در توسعه صنعت انرژی شود و در عین حال می‌تواند به طور مؤثر از رشد بیش از حد شدت انرژی جلوگیری کرده و حتی آن را کاهش دهد.

کلیدواژه‌ها: چرخه تجاری، ساختار صنعتی، شدت انرژی، ایران، NARDL

طبقه‌بندی JEL: C22 , E32 , O13

* نویسنده مسئول: h.lalkhezri@buqaen.ac.ir

۱. مقدمه

از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی با وقوع اولین بحران نفتی در اقتصاد جهان، که منجر به افزایش قیمت انواع حامل‌های انرژی شد، مسئله کمیابی انرژی مطرح گردید و با حرکت کشورها به سمت رشد بیشتر اقتصادی و به‌کارگیری حامل‌های انرژی به‌عنوان یک عامل تولید، وجود محدودیت در استفاده از این منابع بیشتر از پیش خود را نمایان ساخت. به‌طوری‌که امروزه برنامه‌ریزی برای توسعه اقتصادی بدون در نظر گرفتن انرژی غیرممکن به نظر می‌رسد، به همین دلیل سیاستگذاری مناسب در این حوزه به یکی از دغدغه‌های مهم دولت‌ها تبدیل شده است. در کشورهای در حال توسعه نفتی، انرژی اهمیت دوچندانی در این رابطه دارد. چرا که علاوه بر نقش خود به‌عنوان عامل اصلی تولید، به‌عنوان یک منبع درآمدی نیز محسوب می‌شود و به لحاظ ایجاد منابع ارزی نقش مهمی را در توسعه اقتصادی این کشورها ایفا می‌نماید (عزیزی، ۱۳۹۸).

علی‌رغم رواج سیاست‌های داوطلبانه و غیرارادی صرفه‌جویی در انرژی، کشورهای در حال توسعه به تلاش برای دستیابی به اهداف بهره‌وری انرژی ادامه می‌دهند. درنتیجه، شدت انرژی افزایش پیدا می‌کند. انرژی یک عامل شتاب‌دهنده در فرایند تولید و به‌عنوان یک عامل غیر قابل چشم‌پوشی در اقتصاد محسوب می‌شود. شاخصی که مصرف انرژی را برحسب تولید داخلی نشان می‌دهد شاخص شدت انرژی نامیده می‌شود. این شاخص برای نشان دادن بهره‌وری انرژی یک کشور تعریف می‌شود که نشان‌دهنده سطح وابستگی یک کشور به منابع انرژی است (انگ و گو[1]، ۲۰۱۸) و حاکی از این است که برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات چه مقدار انرژی به کار رفته است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۴)، بنابراین این شاخص تحت تأثیر دو عامل مصرف انرژی و میزان تولید قرار می‌گیرد.

با افزایش مصرف انرژی، مشکل گرمایش جهانی به‌طور فزاینده‌ای مد نظر قرار گرفته است. علاوه بر این، کاهش شدت انرژی و مقابله با تغییرات آب و هوایی از مسائل مهم سیاستی است که همه کشورها با آن روبه‌رو هستند (یانگ[2]، ۲۰۱۹). کاهش شدت انرژی می‌تواند با ورودی انرژی کمتر به خروجی بیشتری منجر شده و درنتیجه انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد (وانگ و همکاران[3]، ۲۰۱۳). براساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، شدت

1. Ang & Goh
2. Yang
3. Wang et al.

مصرف انرژی در ایران در قیاس با سایر کشورهای نفت‌خیز نیز حتی بیشتر است. در حالی که شدت انرژی به‌طور میانگین در جهان در سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰ میلادی از ۱۵۸ میلیون بشکه معادل نفت خام (به ازای هر میلیون دلار) به ۱۱۹ کاهش یافته، طی این مدت شاخص شدت مصرف انرژی در ایران افزایش یافته است. با توجه به اینکه ایران دارای منابع غنی از انرژی است، به‌عنوان یکی از مصادیق الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب می‌شود، بنابراین برنامه‌ریزی برای تولید و مصرف انرژی اهمیت فراوان دارد. بخش انرژی و چرخه‌ای تولیدات بر هم تأثیر زیادی دارند و رابطه علی بخش‌های چرخه‌ای این متغیرها می‌تواند پراهمیت باشد چرا که به نوسانات تولید وابسته است و این پدیده مهمی در حوزه اقتصاد کلان می‌باشد.

ویژگی‌های چرخه تجاری، به‌طور اجتناب‌ناپذیری بر رابطه بین چرخه تجاری و تقاضا برای انرژی تأثیر می‌گذارد که به نوبه خود بر شدت انرژی تأثیرگذار است (ادوم[1]، ۲۰۱۵). چرخه‌های تجاری باعث تغییرات سریع در صنایع با مصرف انرژی بالا می‌شود و تقاضا برای انرژی را تغییر می‌دهد. زمانی که اقتصاد در مسیر رونق است، بسیاری از شرکت‌های صنعتی با مصرف انرژی بالا وارد بازار انرژی می‌شوند. تقاضای آن‌ها برای انرژی‌بخش بزرگی از تقاضای انرژی صنعتی را به خود اختصاص می‌دهد، اما ارزش محصول صنعتی آن‌ها بخش کوچکی از تولید را به‌طورکلی تشکیل می‌دهد (بوچیانگ و لیو[2]، ۲۰۱۷) هنگامی که اقتصاد در رکود است، شرکت‌ها به سرعت از بازار خارج می‌شوند که باعث کاهش تقاضای انرژی می‌گردد.

با توجه به موارد عنوان‌شده، هدف این مطالعه بررسی اثر نامتقارن چرخه‌های تجاری بر شدت انرژی با استفاده از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی[3] است. برای این منظور داده‌های سالانه در بازه زمانی ۲۰۲۰-۱۹۷۲ میلادی گردآوری شده است. از آنجا که در مطالعات اندکی شدت انرژی از منظر چرخه‌های تجاری مورد بررسی قرار گرفته است، لذا این مطالعه به این شکاف تحقیقاتی می‌پردازد. سهم این مطالعه به این‌صورت است که با استفاده از یک مدل «خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی»، شدت انرژی و ساختار صنعتی را (که نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید ناخالص

1. Adom
2. Boqiang & Liu
3. Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL)

داخلی در نظر گرفته شده است) در افق‌های چرخه تجاری بررسی کند. در ادامه این مطالعه، در بخش دوم و سوم به ترتیب، مبانی نظری و پیشینه پژوهش بیان می‌گردد و بخش چهارم به مدلسازی و بخش پنجم به تجزیه و تحلیل اختصاص یافته است و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارایه خواهد گردید.

۲. مبانی نظری

با توجه به نقش انرژی به‌عنوان یک نهاده مهم تولیدی و اهمیت آن در مسیر رشد و توسعه اقتصادی جوامع، در ادامه به توضیح وابستگی میان شدت مصرف انرژی، چرخه‌های تجاری پرداخته خواهد شد.

۲-۱. شدت مصرف انرژی و چرخه‌های تجاری

ادوار تجاری نوعی نوسانات با قاعده و منظم در فعالیت‌های کلان اقتصادی است که با یک دوره رونق اقتصادی شروع و به دوره رکود یا انقباض منتهی می‌شود (برنز و میشل[1]، ۱۹۴۲). به عبارتی، نوسانات مشخص خاص یک بخش و یا قسمتی از یک اقتصاد نمی‌باشد، بلکه منظور، مجموعه حرکت اقتصاد و یا حرکت تولید ناخالص داخلی است. تحلیل و بررسی چرخه‌های تجاری، همان تحلیل و بررسی نوسانات اقتصادی تولید ناخالص داخلی پیرامون مسیر بلندمدت خود است. هنگامی که این سطح نسبت به روند بالاتر باشد، وضعیت رونق و اوج، و هنگامی که نسبت به روند پایین‌تر باشد، وضعیت حضیض و رکود در یک چرخه تجاری است (شاکری و قلیچ، ۱۳۹۴).

این نوسانات برای فعالیت‌های عمده اقتصادی که تنها مربوط به تولید نمی‌شود بلکه سایر بخش‌ها نظیر انرژی مهم است. انرژی به‌عنوان یک داده حیاتی در روند رشد اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. رشد اقتصادی پایدار مستلزم در دسترس بودن کافی و مستمر داده انرژی است و در صورتی که شدت انرژی با رشد کاهش یابد، امکان‌پذیر است. تقاضا برای انرژی ارتباط نزدیکی با چرخه‌های تجاری دارد. ویژگی‌های چرخه تجاری در مراحل مختلف، بر رابطه بین چرخه تجاری و تقاضا برای انرژی تأثیرگذار است که به نوبه خود بر شدت انرژی اثر می‌گذارد (ادوم، ۲۰۱۸). به‌طوری‌که انتظار می‌رود تأثیر چرخه‌های تجاری بر شدت انرژی ناهمگن باشد. هنگامی که یک تغییر چرخه‌ای از رونق

1. Burns & Mitchell

به رکود در اقتصاد کلان رخ می‌دهد، نوسانات در اقتصاد از طریق پیوندهای صنعتی و همچنین رابطه بین عرضه و تقاضا منتقل می‌شود که بر تقاضای انرژی تأثیر می‌گذارد.

تغییرات در چرخه‌های تجاری منجر به توسعه سریع و کاهش سریع صنایع با مصرف انرژی بالا می‌شود که باعث نوسانات شدید تقاضا برای انرژی و تغییر در شدت انرژی می‌شود (لی و همکاران[1]، ۲۰۲۲). تجزیه و تحلیل تأثیر فعالیت اقتصادی بر شدت انرژی در مراحل مختلف چرخه تجاری، پیامدهای سیاستی مهمی دارد زیرا سیاست‌گذاران سعی می‌کنند سیاست‌های فعلی خود را در هنگام تغییر شرایط در محیط اقتصادی تنظیم کنند. چرخه‌های تجاری باعث تغییرات سریع در صنایع با مصرف انرژی بالا می‌شود. هنگامی که صنایع بزرگ توسعه می‌یابند، تقاضای شرکت‌های با مصرف انرژی بالا، بخش بزرگی از تقاضای انرژی صنعتی را تشکیل می‌دهد، در حالی که ارزش بازده صنعتی آن‌ها بخش کوچکی از تولید را در کل شکل می‌دهد (لین و دوی[2]، ۲۰۱۷).

زمانی که اقتصاد در حال رونق است، بسیاری از شرکت‌های صنعتی با مصرف انرژی بالا وارد بازار انرژی می‌شوند و برعکس در حالت رکود، شرکت‌ها به سرعت از بازار خارج می‌شوند که باعث کاهش تقاضای انرژی می‌شود (محمود و احمد[3]، ۲۰۱۸). استدلال اصلی برای رابطه منفی نامتفارن بین شدت انرژی و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی این است که نرخ‌های رشد بالاتر در بلندمدت با شدت انرژی پایین، پایدار هستند. فرضاً در بخش صنعت، هنگامی که صنایع سنگین در مرحله توسعه هستند، شرکت‌هایی با مصرف انرژی بالا تقاضای زیادی برای انرژی دارند که کشش بالایی دارد و تقاضای آنها برای انرژی بخش زیادی از تقاضای انرژی در بخش صنعت را به خود اختصاص می‌دهد (لین و کوی، ۲۰۱۷) یا عواملی مثل افزایش آگاهی در مورد اهمیت محیط زیست پاک، موجب طراحی مجموعه‌های جدید سرمایه به گونه‌ای می‌شوند که انرژی کمتری مصرف کنند و درنتیجه با گذشت زمان، شدت انرژی کاهش می‌یابد یا سهم بخش خدمات که مصرف انرژی نسبتاً کمتری دارد در تولید ناخالص داخلی افزایش یافته است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که شدت انرژی به دنبال یک رابطه U شکل معکوس با تولید ناخالص داخلی است (مدلاک و همکاران[4]، ۲۰۱۱).

1. Li et al.
2. Lin & Devy
3. Mahmood & Ahmad
4. Medlock

نقش انرژی را نمی‌توان برای توسعه پایدار نادیده گرفت. صرف نظر از تأثیرات زیست محیطی، انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از نهاده‌های حیاتی در فرآیند تولیداند. همچنین تقاضا برای انرژی با توجه به چرخه‌های اقتصادی و تجاری، متفاوت است. لی و همکاران (۲۰۲۲) معتقدند تقاضای انرژی به دلیل تأثیر مستقیم آن بر زنجیره تولید صنعت، عمیقاً با چرخه‌های تجاری مرتبط است. منطقی به نظر می‌رسد که نتیجه‌گیری شود که سیاست انرژی باید چرخه تجاری را از طریق هزینه‌ها و منافع حاشیه‌ای سازگار کند زیرا چرخه‌های تجاری می‌توانند ظرفیت تولید کلی اقتصاد را تحت تأثیر قرار دهند (انیکچیاریکو و همکاران[1]، ۲۰۲۱). زمانی که اقتصاد دوره رکود تا رونق را تجربه می‌کند، کالاها و خدمات بیشتری با کمک انرژی بیشتر و سایر نهاده‌ها تولید می‌شود. علاوه بر این، چندین کسب و کار جدید انرژی‌بر وارد بازار شده‌اند. از سوی دیگر رکود اقتصادی، زمانی که بنگاه‌های صنعتی به‌طور ناگهانی از بازار خارج می‌شوند پتانسیل تولیدی اقتصاد کاهش و به دنبال آن مصرف انرژی کاهش می‌یاد (محمود و احمد، ۲۰۱۸). بنابراین چرخه تجاری برای بررسی تغییرات تقاضای انرژی اهمیت دارد. چرخه‌های تجاری ناشی از نوآوری و سرمایه‌گذاری فنی است که هریک به‌طور متفاوتی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد. (اجلو[2]، ۲۰۱۶).

با توجه به ادبیات اقتصاد کلان، چرخه‌های تجاری یکی از تحولات تأثیرگذار در تعیین شدت انرژی است. با این حال مطالعات اندکی ارتباط بین فعالیت اقتصادی و شدت انرژی را از منظر چرخه‌های تجاری مورد بررسی قرار داده‌اند. اندازه‌گیری شدت انرژی به صورت نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی به این مفهوم است که شدت انرژی نه‌تنها تحت تأثیر ساختار صنعتی، ساختار انرژی و پیشرفت فناوری است بلکه احتمالاً تحت تأثیر تقاضا برای انرژی نیز می‌باشد (محمود و احمد، ۲۰۱۸).

اندازه‌گیری شدت انرژی برحسب سهم مصرف انرژی در تولید ناخالص داخلی به این معنی است که شدت انرژی نه‌تنها تحت تأثیر ساختار صنعتی، ساختار انرژی و پیشرفت فناوری، بلکه احتمالاً تقاضا برای انرژی است. در فرایند بهینه‌سازی ساختار صنعتی تعداد زیادی از عوامل تولید با کیفیت از صنایع کم به پربازده منتقل می‌شود. به عبارت دیگر،

1. Annicchiarico et al.
2. Ajello

انتقال منابع انرژی از بخش‌های صنعتی کم‌بازده به بازده انرژی بالا، کارایی انرژی را بهبود می‌بخشد و بهینه‌سازی ساختار صنعتی به کاهش استفاده غیرمنطقی از عوامل انرژی کمک می‌کند درنتیجه بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد (سان و همکاران[1]، ۲۰۱۶).

۲-۲. پیشینه پژوهش

کورنیلی و فانکانسر[2] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای با عنوان «شدت انرژی در کشورهای در گذار» از یک تکنیک تجزیه برای بررسی و تحلیل شدت انرژی در ۲۲ کشور در حال گذار استفاده کردند. نتایج آنها تأیید کرد که قیمت انرژی بالاتر باعث کاهش شدت انرژی می‌شود. فیشر و همکاران[3] (۲۰۰۴) از مدل رگرسیون پانل برای مطالعه شدت انرژی در چین استفاده کردند. نتایج نشان داد که رابطه بین قیمت نسبی انرژی و شدت انرژی منفی است.

نارایان و همکاران[4] (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای با عنوان «مصرف انرژی در چرخه‌های تجاری: مطالعه موردی کشور ایالات متحده» به این سؤال در تحقیق خود پاسخ می‌دهند که آیا شوک‌های دائمی یا موقت بخش عمده‌ای از تغییرات مصرف انرژی و تولید صنعتی را برای ایالات متحده را توضیح می‌دهند یا خیر؟ رویکرد آن‌ها برای پاسخ به این سؤال براساس یک چارچوب مدل‌سازی چرخه مشترک روند مشترک است. مطالعه آن‌ها نشان داد مصرف انرژی و تولید صنعتی یک رابطه روند ـ چرخه مشترک دارند. تجزیه واریانس شوک‌ها را با استفاده از تخمین‌های مدل VEC انجام دادند و مبنایی برای طبقه‌بندی شوک‌ها به‌عنوان دائمی یا گذرا فراهم کردند. همچنین نشان دادند که شوک‌های دائمی در افق‌های کوتاه‌مدت مسئول بیشتر تغییرات مصرف انرژی و تولید صنعتی هستند.

اومای و همکاران[5] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با عنوان «مصرف انرژی و رشد اقتصادی: شواهدی از آزمون‌های هم‌انباشتگی و علیت پانل غیرخطی» اثر نامتقارن رونق و رکود اقتصادی بر مصرف انرژی در کشورهای گروه G7 را با استفاده از الگوی تصحیح خطای

1. Sun et al.
2. Cornillie & Fankhauser
3. Fisher et al.
4. Narayan et al.
5. Omay et al.

برداری بررسی کردند. نتایج نشان داد رابطه میان تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در طول دوره‌های رونق و رکود اقتصادی با هم متفاوت است به‌طوری‌که در کوتاه‌مدت و در طول دوره رکود اقتصادی، تولید بر مصرف انرژی اثری ندارد، اما در طول دوره رونق اقتصادی در هر دو بازه کوتاه و بلندمدت رشد تولید به افزایش مصرف انرژی منجر می‌شود.

در بخشی دیگر از ادبیات این تحقیق مطالعات نشان دادند که تغییر ساختار صنعتی از بخش‌های پر انرژی به بخش‌های کم‌مصرف انرژی باعث کاهش شدت انرژی در سطح اقتصاد می‌شود. لین و موبارک[1] (۲۰۱۴) دریافتند که تغییرات در ساختار صنعتی به سمت بخش‌های کم‌مصرف انرژی به کاهش شدت انرژی در چین کمک می‌کند. هوبلر و کلر[2] (۲۰۱۰) براساس داده‌های تابلویی تأثیر سهم صنعت در کل تولید را بر شدت انرژی مثبت دریافتند. پومانیوانگ و کانکو[3] (۲۰۱۰) براساس داده‌های پانلی متشکل از ۹۹ کشور دریافتند که تأثیر سهم صنعت از کل تولید بر شدت انرژی مثبت است.

شوارک[4] (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با موضوع «شوک‌های قیمت انرژی و چرخه‌های تجاری میان‌مدت» به بررسی چگونگی تأثیر شوک‌های قیمت نفت بر اقتصاد ایالات متحده در دهه‌های گذشته می‌پردازد و به‌ویژه بر کاهش بهره‌وری در سال‌های پس از شوک قیمت نفت تمرکز می‌کند. وی دریافت پیامدهای شوک‌های قیمت انرژی قابل توجه است و بخش قابل توجهی از کاهش بهره‌وری را توضیح می‌دهد و شوک‌های قیمت انرژی در طول سیکل‌های تجاری اثرات زیادی بر تولید داشته‌اند.

ادوم (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان «چرخه تجاری و اقتصاد»، شدت انرژی در کشور الجزایر را از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۰ میلادی مطالعه می‌کند. وی استدلال می‌کند که وضعیت اقتصادی خاصی وجود دارد که عوامل اقتصادی سرمایه‌گذاری در صرفه‌جویی انرژی را گزینه‌ای مناسب می‌دانند. دوم، استدلال می‌کند که اقتصاد حتی با کاهش بی‌اندازه یارانه سوخت می‌تواند بهتر عمل کند و سود حاصل از این سیاست می‌تواند اثرات منفی اجتماعی ـ اقتصادی با چنین سیاستی را جبران کند. نهایتاً نشان می‌دهد که کشش درآمدی با چرخه

1. Lin & Moubarak
2. Hübler & Keller
3. Poumanyvong & Kaneko
4. Schwark

تجاری تکامل می‌یابد و قابلیت جذب کشور میزبان بر چگونگی تأثیر جریان‌های ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد.

در مطالعه متفکر و مظفری (۲۰۱۷) تعامل بین مصرف انرژی صنعتی و ارزش افزوده چرخه‌ای صنعتی در دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۳ میلادی مورد بررسی قرار گرفته است که در آن علیت یک‌طرفه بین مؤلفه‌های روند و چرخه مصرف انرژی و ارزش افزوده صنعتی تأیید شد و به این واقعیت اشاره دارد که نوسانات تولید صنعتی می‌تواند باعث نوسانات مصرف انرژی شود. با این حال، متی[1] (۲۰۱۷) تأیید کرد که چرخه‌های تجاری به‌طور قابل‌توجهی بر تقاضای کلی انرژی تأثیر می‌گذارند.

یان و شی[2] (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای با عنوان «شواهدی در مورد مصرف انرژی پاک و چرخه تجاری: چشم‌انداز جهانی» الگوهای ناهمگون مصرف انرژی پاک را در تناوب‌های چرخه تجاری از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۷ میلادی مورد بررسی قرار می‌دهند. این مطالعه با استخراج مؤلفه‌های چرخه‌ای مصرف انرژی پاک و تجزیه و تحلیل سیستماتیک این رابطه را در یک پانل جامع بین‌المللی ارائه می‌کند و به این نتایج دست یافته است که مصرف انرژی پاک در اقتصادهای پیشرفته و اقتصادهای در حال توسعه دوره‌ای است اما در سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) غیر چرخه‌ای است. مصرف انرژی پاک در یک کشور معمولی از نظر چرخه‌ای، نوسانات بیشتری نسبت به تولید ناخالص داخلی دارد. همبستگی بین چرخهٔ مصرف انرژی پاک و تولید ناخالص داخلی سرانه در گروه‌های کشوری مختلف، پیچیده‌تر است و نهایتاً مصرف انرژی پاک با قیمت نفت در اقتصادهای پیشرفته و اقتصادهای در حال توسعه همبستگی مثبت دارد و در اوپک همبستگی منفی دارد.

یاسمین و همکاران[3] (۲۰۲۲) در تحقیقی با عنوان «اثرات چرخه‌های تجاری بر ساختار مصرف انرژی تجدیدپذیر و غیرقابل تجدید» به بررسی تأثیر چرخه‌های تجاری (رکود و رونق) بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید در کشورهای OECD طی سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۹۶ میلادی می‌پردازند و به این نتیجه می‌رسند که تأثیر چرخه تجاری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و غیرقابل تجدیدپذیر در دوران رکود و رونق اقتصادی

1. Matei
2. Yan & Shi
3. Yasmeen et al.

ناهمگون است و مؤسسات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز به‌عنوان عوامل تعدیل‌کننده گنجانده شده‌اند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز به‌طور مؤثر مصرف انرژی تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد، اما اثرات متفاوتی را در دوره‌های رکود و رونق نشان می‌دهد.

متفکر آزاد و مظفری (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «مصرف انرژی در افق سیکل‌های تجاری صنعت ایران» به بررسی تعامل بین مصرف انرژی بخش صنعت و ارزش افزوده بخش صنعت در طول ادوار تجاری صنعت طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۵۲ می‌پردازند. نتایج آزمون علیت نشان‌دهنده وجود رابطه علیت یک‌طرفه از سمت تولید صنعتی به مصرف انرژی بخش صنعت است. همچنین نتایج آزمون سری‌های فیلترشده نشان می‌دهد که رابطه علیت یک‌طرفه نه‌تنها میان بخش‌های روندی، بلکه میان بخش‌های سیکلی دو سری وجود دارد که به این نکته اشاره دارد که نوسانات تولید صنعتی می‌تواند موجب نوسانات مصرف انرژی شود.

لشکری‌زاده (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۹۴-۱۳۵۴ و بهره‌گیری از روش مارکوف ـ سوئیچینگ به بررسی تأثیر دوران رونق و رکود اقتصادی در اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در محیط زیست پرداخته است. نتایج حاصل از برآود الگو نشان‌دهنده این است که طی دوره‌های تجاری میزان اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در محیط زیست متفاوت است. همچنین نتایج دلالت بر تأیید فرضیه پناهگاه آلودگی در دوره‌های تجاری ایران دارد.

عزیزی (۱۳۹۸) با در نظر گرفتن یک الگوی آستانه‌ای تصحیح خطا، پویایی‌های تقاضای انرژی در ایران طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۵۷ با لحاظ نمودن تفاوت در دوران رکود و رونق اقتصادی، برآورد کرده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد در شرایط رکود اقتصادی کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضا و همچنین سرعت تعدیل پایین‌تر بوده در حالی که در زمان رونق انعطاف تقاضاکنندگان برای عکس‌العمل بیشتر و بنابراین کشش‌های قیمتی و درآمدی و سرعت تعدیل بالاتر بوده است.

بررسی مطالعات این حوزه نشان دادند که به‌عنوان یک مؤلفه اساسی اقتصاد کلان، چرخه‌های تجاری یک عامل اساسی در شدت انرژی هستند. با این حال، مطالعات کمی رابطه بین فعالیت اقتصادی و شدت انرژی را از منظر چرخه‌های تجاری تحلیل کرده‌اند. از

طرفی، در مطالعات پیشین، بررسی دوران رونق و رکود اقتصادی بر شدت انرژی به صورت خطی انجام شده است. بنابراین یکی از وجوه متمایز این مقاله بررسی ارتباط نامتقارن و غیر خطی میان چرخه‌های تجاری و شدت انرژی در ایران می‌باشد.

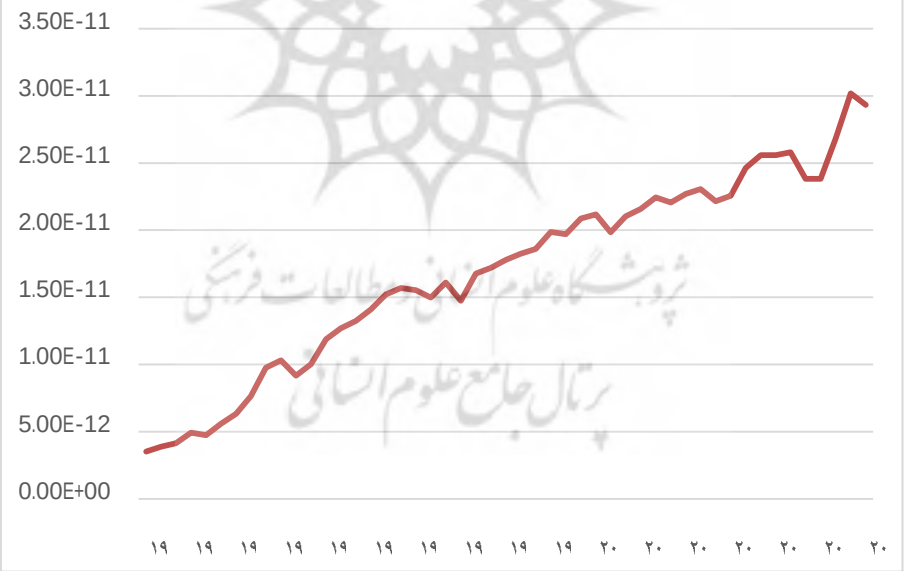
۳. معرفی داده‌ها و روش تحقیق

۳-۱. معرفی داده‌ها

دورهٔ زمانی مورد بررسی در این تحقیق سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۷۲ میلادی بوده و داده‌ها با تواتر سالانه مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی، ارزش افزوده صنعت و قیمت نفت اوپک از آمارهای بانک جهانی[1] و داده‌های مصرف انرژی از پایگاه بررسی آماری انرژی جهان[2] به دست آمده است.

در نمودار (۱) روند زمانی شدت انرژی در ایران نشان داده شده است که نشان از این دارد که شاخص شدت انرژی طی دورهٔ مورد بررسی روند افزایشی دارد.

نمودار ۱. روند زمانی شدت انرژی

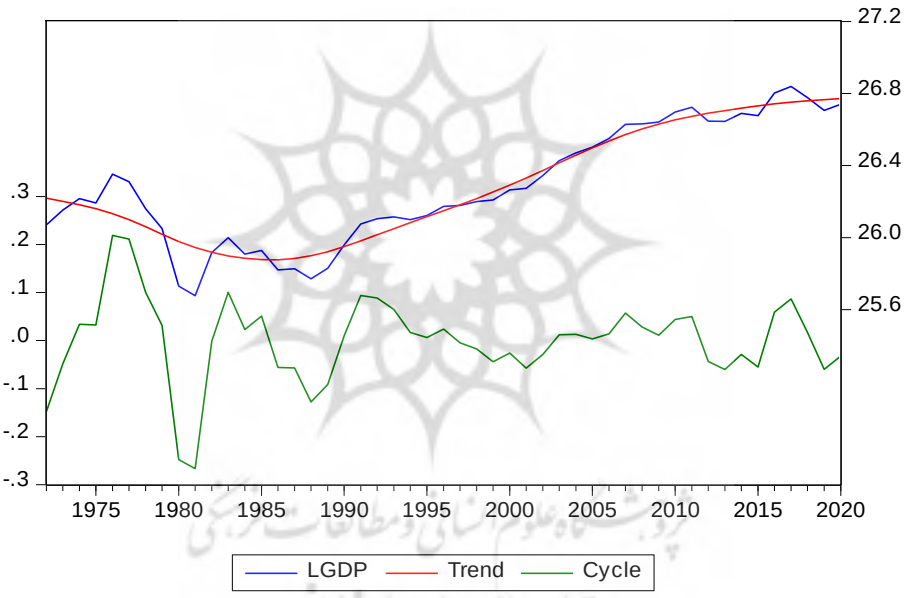


منبع: یافته‌های پژوهش

1. World Bank. World Development Indicators
2. Statistical Review of World Energy

در نمودار (۲) لگاریتم تولید ناخالص داخلی و جز روند آن طی دورهٔ مورد بررسی نشان داده شده است. آنچه مشخص است، تولید ناخالص داخلی طی دورهٔ مورد بررسی دارای نوسان بوده است در ابتدای دوره زمانی تا سال ۱۹۷۷ میلادی روند افزایش داشته است و در دو سال ۱۹۸۱ و ۱۹۸۹ میلادی بیشترین کاهش را داشته است. سپس با یک افت بسیار محسوس در سال ۱۹۸۰ میلادی روبه‌رو شده است و پس از آن تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی روند در بعضی دوره‌ها افزایش و برخی دوره‌ها کاهش می‌یابد اما می‌توان به‌طورکلی مشاهده کرد که تولید ناخالص داخلی در اقتصاد ایران در سال‌های اخیر روندی تقریباً افزایشی داشته است.

نمودار ۲. روند زمانی لگاریتم تولید ناخالص داخلی و جز روند آن



منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۳. روش تحقیق

با توجه به هدف این مطالعه، از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی رائه شده توسط شین و همکاران[1] (۲۰۱۴) برای بررسی اثر نامتقارن چرخه‌های تجاری بر شدت انرژی در ایران استفاده می‌شود. خصوصیات این الگو این امکان را مهیا می‌سازد تا تحلیل مشترکی

1. Shin et al.

از مسائل مربوط به نامانایی و غیرخطی بودن در مدل تصحیح خطای نامقید فراهم گردد. روش رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی نسبت به روش خطی آن مزیت‌هایی دارد، اول اینکه می‌توان این آزمون را صرف نظر از اینکه متغیرهای مدل I(0) و یا به صورت متقابل هم‌انباشته باشند، به کار برد. دوم اینکه این روش پویایی‌های کوتاه‌مدت را در بخش تصحیح خطا وارد نمی‌کند (بنرجی و همکاران[1]، ۱۹۹۳). سوم اینکه این روش را می‌توان با تعداد مشاهدات اندک نیز به کار برد (نارایان و نارایان[2]، ۲۰۰۴). چهارمین مزیت این است که استفاده از این روش حتی زمانی که متغیرهای توضیحی درون‌زا هستند ممکن خواهد بود (آلام و کوازی[3]، ۲۰۰۳) (ممی‌پور و مقدسی، ۱۳۹۷).

برای بررسی ارتباط بلندمدت میان شدت انرژی و چرخه‌های تجاری از مطالعه لی و همکاران (۲۰۲۲) استفاده شده است و با اضافه کردن قیمت نفت اوپک به آن معادله خطی زیر را می‌توان مدلسازی کرد:

$$LEI_t = \alpha_0 + \alpha_1 CYCLE_t + \alpha_2 LISGDP_t + \alpha_3 LOIL_t + \varepsilon_t \qquad (۱)$$

به‌طوری‌که LEI_t لگاریتم شدت انرژی (نسبت مصرف انرژی به واحد میلیون تن معادل نفت خام به تولید خالص داخلی)، $LISGDP_t$ لگاریتم نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید خالص داخلی (شاخص ساختار صنعت)، $LOIL_t$ لگاریتم قیمت نفت (میانگین قیمت سبد نفتی اوپک) و $CYCLE_t$ چرخه تجاری[4]، و ε جزو خطا را نشان می‌دهد.

رابطه (۲) بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها را ممکن می‌سازد، زمانی که این ارتباط غیرخطی یا نامتقارن باشد، این مدل مناسب نیست. با نوشتن مدل $ARDL(p,q)$ به صورت مدل تصحیح خطا[5] معادله زیر حاصل می‌شود.

$$\begin{aligned}\Delta LnEI_t = \alpha + \sum_{k=1}^{n} \beta_{0,k} \Delta LnCYCLE_{t-k} + \sum_{k=0}^{n} \beta_{1,k} \Delta LnISGDP_{t-k} \\ + \sum_{k=0}^{n} \beta_{2,k} LnOIL_{t-k} + \delta_0 LnEI_{t-1} + \delta_1 LnCYCLE_{t-1} \\ + \delta_2 LnISGDP_{t-1} + \mu_t\end{aligned} \qquad (۲)$$

1. Banerji et al.
2. Narayan, P. K. & Narayan. S
3. Alam & Quazy
۴. از روش فیلتر هودریک-پرسکات(HP) برای استخراج جز نوسانات دوره‌ای متناوب GDP استفاده شده است.
5. Erorr Correction Model (ECM)

رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی برای مطالعه تأثیر نامتقارن در بلندمدت و کوتاه‌مدت با مدلسازی هم‌انباشتگی نامتقارن مفید و کاربردی است. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل همزمان غیرخطی و غیرایستایی را می‌توان از طریق یک مدل تصحیح خطای بدون محدودیت انجام داد. در این راستا، سری چرخه تجاری ($CYCLE_t$) به مجموع جزئی مثبت (منفی) تجزیه می‌شود که توسط شین و همکاران (۲۰۱۴) به صورت زیر پیشنهاد شده است، به شرح زیر است:

$$CYCLE_t^+ = \sum_{j=1}^{t} \Delta CYCLE_t^+ = \sum_{j=1}^{t} \max(\Delta CYCLE_t, 0),$$
$$CYCLE_t^- = \sum_{j=1}^{t} \Delta CYCLE_t^- = \sum_{j=1}^{t} \min(\Delta CYCLE_t, 0)$$

که در آن $CYCLE_t$ نشان‌دهنده چرخه تجاری است و مدل تصحیح خطای نامتقارن[1] به صورت زیر می‌باشد:

$$\Delta EC_t = \alpha + \alpha_1 EC_{t-1} + \beta_1 CYCLE_{t-1}^+ + \beta_2 CYCLE_{t-1}^- + \beta_3 ISGDP_{t-1} \quad (۳)$$
$$+\beta_4 OIL_{t-1} + \sum_{i=0}^{j} \gamma_1 \Delta ISGDP_{t-1} + \sum_{i=0}^{k} \gamma_2 \Delta OIL_{t-1}$$
$$+ \sum_{i=1}^{r} \gamma_3 \Delta EC_{t-1} + \sum_{i=0}^{z} (\delta_i^+ \Delta CYCLE_{t-1}^+ + \delta_i^- \Delta CYCLE_{t-1}^-) + \mu_t$$

با استفاده از مدل تصحیح خطای نامتقارن ارائه‌شده در معادله فوق می‌توان رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت را به صورت همزمان زد. اگر $\delta_i^- = \delta_i^+$ برای تمامی مقادیر $i = 0, \dots, z$ باشد آنگاه می‌توان گفت که در کوتاه‌مدت اثر متقارن است. با همین استدلال، اگر $\beta_1 = \beta_2$ باشد نمی‌توان شرط متقارن بودن در بلندمدت را رد کرد.

٤. برآورد مدل و تحلیل نتایج

٤-١. آزمون داده‌ها

برای بررسی پایایی متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق از آزمون دیکی ـ فولر تعمیم‌یافته[1] استفاده شده است. همان‌طورکه در جدول شماره (۱) مشاهده می‌شود متغیر LEI و LOILP پایا از درجهٔ صفر و سایر متغیرها پایا از درجهٔ یک هستند.

1. Asymmetric Error Correction Model (AECM)

جدول ۱. بررسی پایایی متغیرهای الگوی تحقیق

متغیرها	آزمون دیکی فولر تعمیم یافته ADF (با روند و عرض از مبدأ)		وضعیت پایایی
	آمارهٔ آزمون در سطح متغیرها	آمارهٔ آزمون در تفاضل مرتبه اول	
LEI	−۲/٤۷ (۰/۳۳۹)	−٦/٦۲ (۰/۰۰)	I(1)
LOILP	−۲/۹۸۸ (۰/۱٤)	−٦/۱٥ (۰/۰۰)	I(1)
LISGDP	−۳/۳٦ (۰/۰٦)	−٦/۲٥ (۰/۰۰)	I(1)
CYCLE	−٥/٤۸ (۰/۰۰۰۰)	–	I(0)
$CYCLE^{+}$	−۲/٤۱ (۰/۳٦)	−٦/۳۰ (۰/۰۰)	I(1)
$CYCLE^{-}$	−۱/۸۰ (۰/٦۸)	−٦/۳٥ (۰/۰۰)	I(1)

ملاحظات: اعداد داخل پرانتز ارزش احتمال است.

منبع: یافته‌های پژوهش

قبل از انجام آزمون هم‌جمعی باید این اطمینان را کسب کرد که متغیرهای مورد بررسی، دارای درجه انباشتگی بیشتر از I(1) نیستند. اگر متغیرهای مورد بررسی انباشته از درجه دو یا بیشتر باشند، مقدار آماره F محاسبه شده توسط پسران و همکاران[2] (۲۰۰۱) به منظور بررسی رابطه بلندمدت قابل اعتماد نیست (آنگ[3]، ۲۰۰۷). در این مطالعه از آزمون هم‌جمعی کرانه‌های پسران و همکاران (۲۰۰۱) برای تشخیص معناداری رابطه بلندمدت استفاده شده است.

جدول۲. نتایج آزمون هم‌جمعی کرانه‌های پسران و همکاران

آماره آزمون	کرانه پایین I(0)	کرانه بالا I(1)	سطح معناداری
۸/۰۰۳۷	۳/۲۹	٤/۳۷	۱ درصد
	۲/٥٦	۳/٤۹	٥ درصد
	۲/۲	۳/۰۹	۱۰ درصد

منبع: مقادیر بحرانی از جداول پسران و همکاران (۲۰۰۱) و سایر نتایج براساس نتایج پژوهش

فرض صفر در آزمون کرانه‌ها عدم وجود رابطه بلندمدت است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۲) مقدار آماره آزمون ۸/۰۰۳۷ است که از همه کرانه‌های سطح یک و دو بزرگ‌تر است و امکان برقراری رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود خواهد داشت.

1. Augmented Dickey-Fuller (ADF)
2. Pesaran et al.
3. Ang

۲-٤. نتایج الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیر خطی

پس از تأیید وجود رابطه بلندمدت نامتقارن بین متغیرهای الگو، برآورد الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی صورت می‌گیرد. نتایج تخمین الگوی در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از برآورد الگو خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی

کوتاه‌مدت		بلندمدت	
متغیر توضیحی	ضریب	متغیر توضیحی	ضریب
D(CYCLE_POS)	-۰/۸۵۰٤ (۰/۰۰۰۰)	CYCLE_POS	-۰/۵۸۵۹ (۰/۰۰۵۷)
D(CYCLE_POS(-1))	-۰/۱۱۳٤ (۰/۳۵۵)	CYCLE_NEG	۱/۷۷۲ (۰/۰۰۰۰)
D(CYCLE_POS(-2))	-۰/۱٤۱۷ (۰/۰۹۳۵)	LnOILP	۰/۰٤۰٤ (۰/۰۰٦٤)
D(CYCLE_POS(-3))	-۰/۱۳۲٦ (۰/۰۹۰۲)	LnISGDP	۰/۰٤٤۸ (۰/۰۳۵۱)
D(CYCLE_NEG)	-۰/۷۱۱۷ (۰/۰۰۰۰)	C	-۲۵/۵۵۸۳٤ (۰/۰۰۰۰)
D(CYCLE_NEG(-1))	-۰/۸۱۲٦ (۰/۰۰۰۰)		
D(CYCLE_NEG(-2))	۰/۵۹٦۱ (۰/۰۰۰۹)		
D(CYCLE_NEG(-3))	۰/۲۸٦۸ (۰/۰۲۹۹)		
D(LnOILP)	۰/۰۸٦۳ (۰/۰۰۰۰)		
D(LnOILP(-1))	۰/۰۱۱٤ (۰/٤٤٤۹)		
D(LnOILP(-2))	۰/۰۵٤ (۰/۰۰۲۰)		
D(LnISGDP)	-۰/۱۲۰۱ (۰/۰۲٤)		
ECM(-1)	-۰/۸٤۷۱ (۰/۰۰۰۰)		

کوتاه‌مدت		بلندمدت	
متغیر توضیحی	ضریب	متغیر توضیحی	ضریب
R-bar-square		۰/۹۹۵۹	
F-statistic		٦١٦/٧٧٠٢ (۰/۰۰۰۰)	
Jarque-Bere		۱/۱۳۷ (۰/٥٦٦٣)	
Ramsey RESET Test (F-statistic)		۱/۰۱۱۸ (۰/۳۲٤۱)	
آزمون فروض کلاسیک			
شکل تابعی مدل (آزمون ریست رمزی)	نرمالیتی (آزمون جارک-برا)	عدم خوهمبستگی (آزمون بروش-گادفری)	همسانی واریانس (آزمون آرچ)
۱/۰۱۱۸ (۰/۳۲٤۱)	۱/۱۳۷ (۰/٥٦٦٣)	۲/۰٤۲۸ (۰/۱۱۳۸)	۰/۱۰٤۲ (۰/۷٤۸٤)

ملاحظات: اعداد داخل پرانتز ارزش احتمال را نشان می‌دهد

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی کلیه ضرایب در بلندمدت و کوتاه‌مدت در سطح اطمینان ۹۰ درصد معنادار هستند. در کوتاه‌مدت اثرگذاری تکانه منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی ابتدا تا وقفه ۱ تأثیر منفی و سپس تا وقفه سوم تأثیر مثبت دارد. اما در بلندمدت با کاهش یک درصد تکانه منفی چرخه تجاری به اندازه ۱/۷۷ درصد شدت انرژی کاهش خواهد یافت.

در کوتاه‌مدت و بلندمدت، تکانه مثبت به چرخه تجاری تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد. تأثیر تکانه‌های مثبت چرخه تجاری بر شدت انرژی به گونه‌ای است که با کاهش یک درصد در شوک افزایش چرخه تجاری، شدت انرژی در کوتاه‌مدت تا سه وقفه به ترتیب به اندازه ۰/۸۵، ۰/۱۱، ۰/۱۴ و ۰/۱۳ کاهش خواهد یافت. در بلندمدت نیز این تأثیرگذاری منفی و به اندازه ۰/۵۸ درصد است.

در دوران رونق اقتصادی انتظار بر آن است که با افزایش تولید و رونق اقتصادی مصرف انرژی افزایش یابد اما در کنار آن توسعه تجهیزات کاراتر در مصرف انرژی و یا افزایش سرمایه‌های موجود می‌تواند تا حدودی این رشد مصرف را کنترل کند. از سویی دیگر، در زمان رکود اقتصادی و کاهش چشمگیر تولید به دلیل اینکه سرمایه‌های جدید از بین نمی‌روند حرکتی مشابه در جهت عکس مورد فوق اتفاق نمی‌افتد. در بسیاری از صنایع در زمان رونق اقتصادی، پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه ایجاد تکنولوژی‌های نوین و کاراتر برای بهره‌بردن از انرژی صورت می‌گیرد که در وضعیت کاهش تولید نیز

بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید ادامه می‌یابد. به عبارت بهتر در زمان رشد تولید و رونق اقتصادی، تکنولوژی نیز همزمان رشد می‌یابد اما هنگام کاهش تولید و رکود اقتصادی، بنگاه‌ها به استفاده از تکنولوژی موجود محدود می‌شوند. درنتیجه به تقاضا به تغییر در متغیرها به هنگام رونق و رکود اقتصادی می‌تواند با ناتقارنی همراه باشد (گاتلی وهانتینگتون[1]، ۲۰۰۲).

همچنین در زمان رونق اقتصادی، برخی از بخش‌های اقتصادی می‌توانند بیشتر از دیگر بخش‌ها توسعه یابند، در حالی که برخی دیگر، در زمان رکود اقتصادی بیشتر از سایر بخش‌ها کاهش را تجربه می‌کنند. این بخش‌ها ممکن است شدت مصرف انرژی متفاوتی داشته باشند. افزون بر این، حتی زمانی که درآمد کاهش می‌یابد روند توسعه شهرنشینی همچنان ادامه پیدا می‌کند و این امر نیازمند تغییر الگوی مصرف انرژی از روش‌های سنتی به مدرن است (دارگی و گاتلی[2]، ۲۰۱۰).

با مقایسه اثرات تکانه‌های مثبت و منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی می‌توان این نتیجه را گرفت که اثر منفی تکانه افزایش چرخه تجاری بر شدت انرژی بیشتر از اثر منفی تکانه کاهش شوک انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت است. این نتیجه‌گیری همسو با نتایج به دست آمده از مطالعه اومای و همکاران (۲۰۱۴) است.

همچنین نتایج گزارش شده در جدول (۳) نشان‌دهنده این است که ضرایب مربوط به متغیر لگاریتم قیمت نفت اوپک در کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت هستند. از آنجا که سوخت غالب در بخش صنعت اقتصاد سوخت فسیلی است و از سوخت جایگزین و پاک استفاده کمتر می‌شود با وجود افزایش قیمت نفت اثر جانشینی سوخت جایگزین منجر به استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی (نفت) نشده است. با افزایش یک درصد لگاریتم قیمت نفت اوپک، شدت انرژی در کوتاه‌مدت به‌طور متوسط ۰/۰۵ درصد و در بلندمدت به ترتیب ۰/۰۴ درصد افزایش می‌یابد که این نتیجه به دست آمده با مطالعه یان و شی (۲۰۲۱) مشابهت دارد. ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت لگاریتم شاخص ساختار صنعتی نشان‌دهنده آن است که با افزایش یک درصدی در شاخص ساختار صنعتی، شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۱۲ درصد کاهش و ۰/۰۴ درصد افزایش می‌یابد که در

1. Gately & Huntington
2. Dargay & Gately

بلندمدت با نتیجه مطالعه پومانیوانگ و کانکو (۲۰۱۰) و وبلر و کلر (۲۰۱۰) همخوانی دارد. افزایش مقیاس صنعت منجر به افزایش مصرف انرژی در صنعت می‌شود.

ضریب ECM معنی دار و تقریباً ۰/۸۵ است که نشان‌دهنده این است که در هر سال تقریباً ۰/۸۵ از عدم تعادل در شدت انرژی با سرعت نسبتاً بالایی تعدیل می‌شود. در انتهای جدول ۳ نیز نتایج بررسی آزمون فروض کلاسیک در مدل نیز ارائه شده است که نشان‌دهنده تأیید فروض کلاسیک در الگوی برآوردشده است.

در جدول (۴) آزمون تقارن یا عدم تقارن تکانه‌های مثبت و منفی چرخه‌های انرژی بر شاخص شدت انرژی ارائه شده است. برای این منظور از آزمون والد[1] برای دوره بلندمدت استفاده شده است. در این آزمون فرض صفر برابری ضرایب تکانه‌های مثبت و منفی است. نتایج این آماره آزمون نشان می‌دهد که اثرات تکانه‌های مثبت و منفی چرخه‌های تجاری بر شاخص شدت انرژی در بلندمدت نامتقارن اما در کوتاه‌مدت این اثرگذاری متقارن است و همچنین، اثر شوک مثبت و شوک منفی متفاوت از یکدیگر نیست، زیرا فرض صفر برابری ضرایب شوک‌های مثبت و منفی رد نمی‌شود.

جدول ٤. نتایج آزمون والد برای بررسی تقارن اثرات تکانه‌های ارزی در روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی

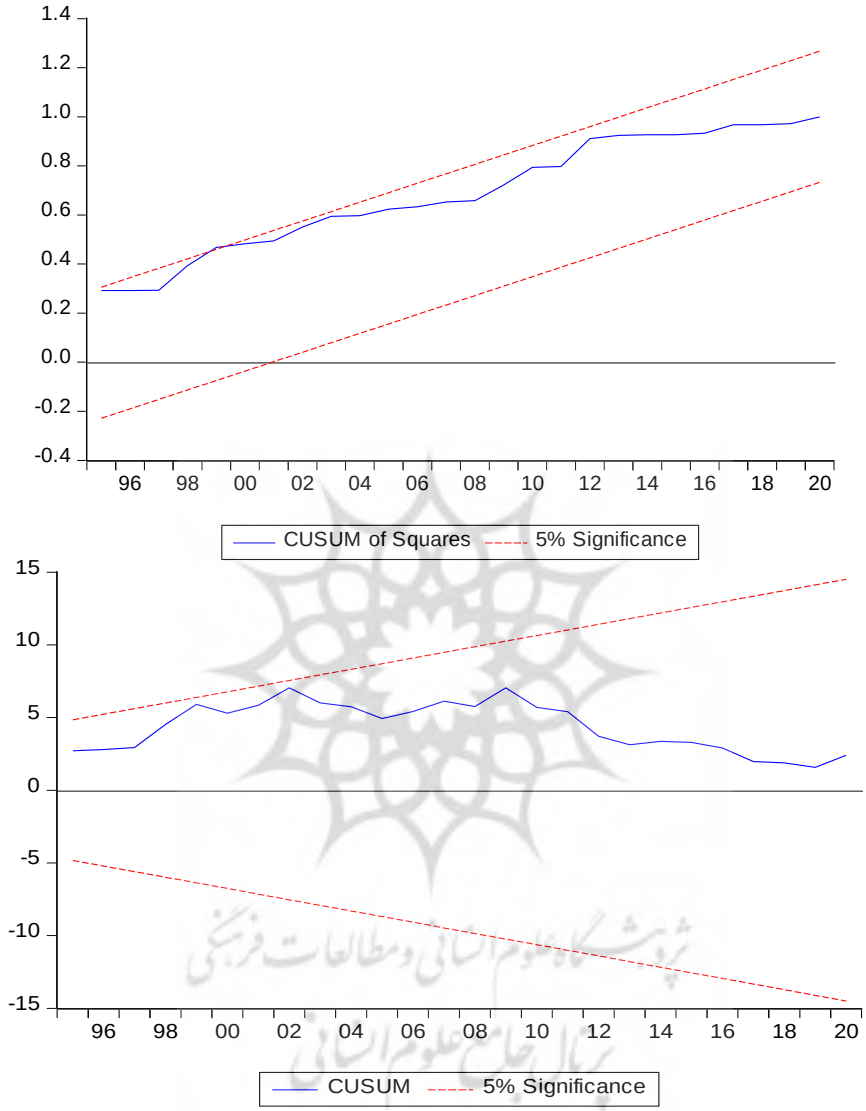
ضرایب تکانه‌های مثبت = ضرایب تکانه‌های منفی در بلندمدت	
Chi-square	Probability
۹/۳٦۳۱	(۰/۰۰۲۲)
ضرایب تکانه‌های مثبت = ضرایب تکانه‌های منفی در کوتاه‌مدت	
Chi-square	Probability
۰/۳۳۱۸	(۰/٥٦٤٦)

منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین به منظور آزمون ثبات ساختاری الگو از آماره‌های پسماند تجمعی[2] و مجذور پسماند تجمعی[3] استفاده شده است. بر این اساس، نمودار پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی بین دو خط بحرانی در سطح ۵ درصد قرار گرفته است که بیانگر این است که الگو در بلندمدت پایدار است.

1. Wald Test
2. Cumulative Sum (CUSUM)
3. Cumulative Sum of Square (CUSUMQ)

نمودار ۳. نمودار پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی



منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به ادبیات اقتصاد کلان، چرخه‌های تجاری یکی از تحولات تأثیرگذار در تعیین شدت انرژی است. با این حال مطالعات اندکی ارتباط بین فعالیت اقتصادی و شدت انرژی را از منظر چرخه‌های تجاری مورد بررسی قرار داده‌اند. اندازه‌گیری شدت انرژی به

صورت نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی به این مفهوم است که شدت انرژی نه‌تنها تحت تأثیر ساختار صنعتی، ساختار انرژی و پیشرفت فناوری است بلکه احتمالاً تحت تأثیر تقاضا برای انرژی نیز می‌باشد. تقاضا برای انرژی ارتباط نزدیکی با چرخه‌های تجاری دارد. با تغییر چرخه‌ای از رونق به رکود، نوسانات در اقتصاد در سطح صنعت از طریق پیوندهای صنعتی و رابطه بین عرضه و تقاضا منتقل می‌گردد که این بر تقاضای انرژی مؤثر است.

ازاین‌رو پژوهش حاضر با استفاده از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی به بررسی اثر نامتقارن چرخه‌های تجاری بر شدت انرژی در اقتصاد ایران با استفاده از داده‌های سالیانه ۲۰۲۰-۱۹۷۲ میلادی پرداخته است. ابتدا با انجام آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته به بررسی مانایی متغیرها پرداخته شد سپس از آزمون کرانه‌ای پسران و همکاران (۲۰۰۱) برای تشخیص معناداری رابطه بلندمدت استفاده شد. نتایج آزمون هم‌جمعی کرانه‌ها، وجود رابطه بلندمدت غیرخطی و نامتقارن میان متغیرهای الگو را تأیید می‌کند. نتایج حاصل از برآورد الگو نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت اثرگذاری تکانه منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی ابتدا تا وقفه ۱ منفی و سپس تا وقفه سوم تأثیر مثبت دارد. اما در بلندمدت با کاهش یک درصد تکانه منفی چرخه تجاری به اندازه ۱/۷۷ درصد شدت انرژی کاهش خواهد یافت.

همچنین تأثیر تکانه‌های مثبت در کوتاه‌مدت و بلندمدت، تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد و به نحوی است که با کاهش یک درصد در تکانه مثبت چرخه تجاری، شدت انرژی در کوتاه‌مدت به‌طور متوسط ۰/۳۱ درصد کاهش خواهد یافت. در بلندمدت نیز این تأثیرگذاری منفی و به اندازه ۰/۵۸ درصد است. ضریب ECM به دست آمده از برآورد الگو حاکی از آن است که در هر سال تقریباً ۰/۸۵ از عدم تعادل در شدت انرژی با سرعت تقریباً بالایی تعدیل می‌شود.

نتایج آزمون والد حاکی از آن است که اثر تکانه‌های مثبت و منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی در بلندمدت در ایران نامتقارن است. در حالی که فرضیه صفر برابری ضرایب شوک‌های مثبت و منفی چرخه تجاری در کوتاه‌مدت رد نمی‌شود و درنتیجه اثر شوک‌های مثبت و منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی متقارن است و اثر تکانه منفی چرخه تجاری بر شدت انرژی بیش از اثر تکانه مثبت چرخه تجاری است.

چرخه‌های تجاری به‌طور متوسط تأثیر منفی معنی‌داری بر شدت انرژی دارند. به‌طوری‌که رونق اقتصادی در کوتاه‌مدت بر شدت انرژی تأثیر منفی دارد. هنگامی‌که رشد اقتصادی تحت محدودیت مکانیسم‌های داخلی شروع به نوسان می‌کند، تقاضا برای انرژی نیز کاهش می‌یابد. در حالی که رکود اقتصادی در کوتاه‌مدت تأثیر مثبتی بر شدت انرژی دارد.

چرخه تجاری اقتصاد یک کشور هم تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل و شوک‌های اقتصادی قرار دارد که می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در توسعه اقتصادی ایجاد کند. ایران با دارا بودن یک اقتصاد چندقطبی و وابسته به منابع نفتی، به ویژه حساسیت زیادی در برابر شوک‌های اقتصادی دارد. شوک چرخه‌های تجاری می‌تواند اثرات متنوعی بر اقتصاد داشته باشد شخیص و شناخت چرخه‌های تجاری برای سیاست‌گذاران به منظور اتخاذ اقدامات مختلف مرتبط با انرژی در مراحل مختلف چرخه تجاری بسیار ضروری است. انجام صحیح این کار می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری صحیح در توسعه صنعت انرژی شود و در عین حال می‌تواند به‌طور مؤثر از رشد بیش از حد شدت انرژی جلوگیری کرده و حتی آن را کاهش دهد.

همچنین با توجه به تأیید ارتباط ساختار صنعتی با شدت انرژی در این مطالعه، پیشنهاد می‌شود یارانه‌های دولتی، فناوری و تکنولوژی تولید را هدف قرار دهند. دستیابی به اهداف دوگانه رشد اقتصادی و کارایی انرژی با سرمایه‌گذاری دولت در فناوری‌های نوآورانه در بخش صنعتی در حالی که همچنان صنعتی‌سازی ادامه دارد، امکان‌پذیر است. ایجاد محیطی که پذیرای مشارکت بخش خصوصی باشد نیز می‌تواند مؤثر باشد.

٦. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۷. سپاسگزاری

نویسندگان پژوهش حاضر از داوران محترم و همچنین هیئت تحریریه مجله بابت ارائه نظرات و پیشنهادهای ارزشمند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

ORCID

Zahra Shirzour Aliabadi https://orcid.org/0000-0002-5540-6177

Hamid La'lKhezri https://orcid.org/0000-0001-5105-1543

۸. منابع

ترازنامه انرژی. (۱۳۹۴). وزارت نیرو.

شاکری، عباس و قلیچ، وهاب. (۱۳۹۴). عوامل مؤثر بر چرخه‌های تجاری اقتصاد ایران: یک مدل خودرگرسیونی برداری ساختاری. *پژوهش‌های پولی بانکی*، ۸(۲۵)، ۴۸۰-۴۵۵.

عزیزی، زهرا. (۱۳۹۸). پویایی‌های نامتقارن تقاضای انرژی در ایران با توجه به دوران رونق و رکود اقتصادی. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال هفتم، شماره ۲۸، ۱۳۲-۱۰۵.

لشکری‌زاده. (۱۳۹۷). تأثیر دوره‌های رونق و رکود اقتصادی در اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در محیط زیست. *اقتصاد و تجارت نوین*، سال سیزدهم، شماره ۲، ۱۶۶-۱۴۳.

متفکرآزاد، محمدعلی و مظفری، زانا. (۱۳۹۵). مصرف انرژی در افق سیکل‌های تجاری صنعت ایران. *پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، ۲(۵)، ۱۹۸-۱۶۵.

ممی‌پور، سیاب و مقدسی، الهام. (۱۳۹۷). بررسی پوشش تورمی طلا، سهام و نرخ ارز در افق‌های زمانی مختلف در اقتصاد ایران. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، سال هجدهم، شماره ۷۱، ۳۱۳-۳۳۷.

References

Adom, P. K. (2015). Business Cycle and Economic-Wide Energy Intensity: The Implications for Energy Conservation Policy in Algeria. *Energy*, 88, 334-350.

Alam, M.I. and Quazy, R.M. (2003), Determinant of Capital Flight: an Econometric Case Study of Bangladesh), *Review of Applied Economics*, 17, 85-103.

Ajello, A. (2016). Financial Intermediation, Investment Dynamics, and Business Cycle Fluctuations. *American Economic Review*, 106(8), 2256-2303.

Ang, B. W., & Goh, T. (2018). Bridging the Gap between Energy-to-GDP Ratio and Composite Energy Intensity Index. *Energy policy*, 119, 105-112.

Annicchiarico, B., Carattini, S., Fischer, C., & Heutel, G. (2021). Business Cycles and Environmental Policy: Literature review and policy implications. *NBER Working Papers from National Bureau of Economic Research, Inc*,1-63.

Azizi, Z. (2018). Asymmetric Dynamics of Energy Demand in Iran concerning Economic Boom and Recession. *Iranian Energy Economics*, 7(28), 105-132. [In Persian]

Banerji, A., J. Dolado, J. W. Galbraith and Hendry, D. F. (1993) . *Cointegration, Error Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data*. Oxford University Press.

Birol, F., & Keppler, J. H. (2000). Prices, Technology Development and the Rebound Effect. *Energy Policy*, 28(6-7), 457-469.

Boqiang, L., & Liu, K. (2017). Using LMDI to analyze the decoupling of aarnnn ii iii ee mmississs frmm Cii ’’’ s aaavy ittttt ty. *Sustainability*, 9(7), 1198.

Burns, A. F., & Mitchell, W. C. (1946). *Measuring Business Cycles*. National Bureau of Economic Research.

Cornillie, J., & Fankhauser, S. (2004). The Energy Intensity of Transition Countries. *Energy Economics*, 26(3), 283-295.

Drr gyy, J. ,,, & Gtt ll y, D. ()))))) rrr ld Oil Dmm’’’ s ffff t Twwrr d Faster Growing and Less Price-Responsive Products and Regions. *Energy Policy*, 38(10): 6261-6277.

Energy Balance Sheet (2015), Ministry of Energy. [In Persian]

Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Liu, H., & Tao, Q. (2004). What is Drivigg Cii ’’’ s Dccliee in rrrr gy Itt sss ity.. *Resource and Energy economics*, 26(1), 77-97.

Gately, D., & Huntington, H. G. (2002). The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand. *Energy*,23(1): 19-55.

Hamilton, J.D. (1988). A Neoclassical Model of Unemployment and the Business Cycle. Journal of Political Economy, 96, 593-617.

Hang, L., & Tu, M. (2007). The Impacts of Energy Prices on Energy Intensity: Evidence from China. Energy Policy, 35(5), 2978-2988.

Hunt, L. C., & Evans, J. (2011). International Handbook on the Economics of Energy, *Edward Elgar publishing*.

Hübler, M., & Keller, A. (2010). Energy savings via FDI? Empirical evidence from developing countries. *Environment and Development Economics*, 15(1), 59-80.

Lashkarizadeh, M. (2018). The Impact of Foreign Direct Investment on Environment in Business Cycles: A Markov Switching Approach. *New Economy and Trad*, 13(2), 143-166. [In Persian]

Lin, B., & Du, Z. (2017). Promoting Energy Conservation in China's Metallurgy Industry. *Energy Policy*, 104, 285-294.

Lin, B., & Kui, L. (2017). Using LMDI to analyze the decoupling of carbon dioxide emissions from China's heavy industry. *Sustainability*, 9(7).

Lescaroux, F. (2008). Decomposition of US Manufacturing Energy Intensity and Elasticities of Components with Respect to Energy Prices. *Energy Economics*, 30(3), 1068-1080.

Li, T., Li, X., & Liao, G. (2022). Business Cycles and Energy Intensity. Evidence From Emerging Economies. *Borsa Istanbul Review*, 22(3), 560-570.

Lin, B., & Moubarak, M. (2014). Estimation of Energy Saving Potential in China's Paper Industry. *Energy*, 65, 182-189.

Mahmood, T., & Ahmad, E. (2018). The Relationship of Energy Intensity with Economic Growth: Evidence for European Economies. *Energy Strategy Reviews*, 20, 90-98.

Mamipour, S., & Mogaddasi, E. (2018). Study of Gold, Stocks and Foreign Currency as Hedges against Inflation on Different Time Horizons in Iran. *Economics Research*, 18(71), 313-337. [In Persian]

Matei, I. (2017). Is There a Link between Renewable Energy Consumption and Economic Growth? a Dynamic Panel Investigation for the OECD Countries? *Revue d'economie politique*, 127(6), 985-1012.

Medlock III, K. B., & Soligo, R. (2001). Economic development and end-use energy demand. *The Energy Journal*, 22(2), 77-105.

Motafekr-Azad, M. A., & Mozaffari, Z. (2016). Energy Consumption in the Horizon of Business Cycles of Iranian Industry. *Energy Policy and Planning Research*, 2(5), 165-198. [In Persian]

Narayan, P. K. & Narayan, S. (2004). Estimating Income and Price Elasticity's of Imports for Fiji in a Cointegration Framework, *Economic Modeling*, 22, 423-438.

Narayan, P. K., Narayan, S., & Smyth, R. (2011). Energy Consumption at Business Cycle Horizons: The Case of the United States. *Energy economics*, 33(2), 161-167.

Omay, T., Hasanov, M., & Ucar, N. (2014). Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From Nonlinear Panel Cointegration and Causality Tests. *Publishing House "SINERGIA PRESS"*,34(2): 36-55.

Parikh, J.; Shukla, V. (1995). Urbanization, Energy Use and Greenhouse Effects in Economic Development Results from a Cross NationalStudy of Developing Countries.Glob. *Environ. Chang*, 2, 87-103

Poumanyvong, P., & Kaneko, S. (2010). Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO2 Emissions? A Cross-Country Analysis. *Ecological economics*, 70(2), 434-444.

Schwark, F. (2014), Energy Price Shocks and Medium-Term Business Cycles. *Journal of Monetary Economics*, No. 64, pp. 112-121.

Shakeri, A., & Ghalich, V. (2015). Factors affecting business cycles in the Iranian economy: A Structural Vector autoregressive model. *Monetary and Banking Research*, 8(25), 455-480. [In Persian]

Shen, X., & Lin, B. (2021). Does Industrial Structure Distortion Impact The Energy Intensity in China*?. Sustainable Production and Consumption*, 25, 551-562.

Sun, W., Li, W., Tang, Z., & Fan, J. (2016). Industrial Structure Optimization in Central China Under The Energy Constraint. *Journal of Geographical Sciences*, 26(9), 1377-1388.

Wang, D., & Han, B. (2017). Effects of Indigenous R&D and Foreign Spillover on Energy Intensity in China. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 9(3), 035901.

Yan, M., & Shi, K. (2021). Evidence on Clean Energy Consumption and Business Cycle: A Global Perspective. *In Natural Resources Forum*, 45(3), 230-255, Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Yang, W., Zhao, R., Chuai, X., Xiao, L., Cao, L., Zhang, Z., ... & Yao, L. ()))))) Cii ’’’ s ttt wwyy to a wwwCrrnnn mmmmmm*Carbon balance and management*, 14(1), 1-12.

Yasmeen, R., Tao, R., Jie, W., Padda, I. U. H., & Shah, W. U. H. (2022). The Repercussions of Business Cycles on Renewable & Non-Renewable Energy Consumption Structure: Evidence from OECD Countries. *Renewable Energy*, 190, 572-583.

.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: شیرزور علی‌آباد، زهرا؛ لعل خضری، حمید. (۱۴۰۳). چرخه‌های تجاری و شدت انرژی در ایران با رویکرد تحلیل نامتقارن، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵۰ (۱۳)، ۹۳-۱۲۱.

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