

## Original Article

# The effect of industrial concentration and capital goods import on the energy consumption intensity in Iran's industries

Sima Hajebi\*      Reza Roshan\*\*

<https://doi.org/10.30495/eco.2023.1995412.2788>

Received:  
01/09/2023

Accepted:  
10/12/2023

### Keywords:

Industrial Concentration,  
Energy Consumption  
Intensity, Panel Data,  
Imports Of Capital  
Goods, Iranian Industries

### JEL Classification:

D22, L11, Q40

### Abstract

The purpose of this article is to evaluate the effect of industrial concentration and import of capital goods on the intensity of energy consumption in Iranian industries. Industrial concentration index has been calculated using Herfindahl-Hirschman method and relative entropy. In this research, the panel data method and the fixed effects model were used to estimate the coefficients of the models. The research findings indicate that between 2002 and 2018, industrial concentration and import of capital goods have a positive and statistically significant effect on the intensity of energy consumption. So that, one percent increase in the share of the industry in the market, increases the intensity of energy consumption between 0.089 to 0.203 percent. Also, the price of energy carriers has a negative effect on the intensity of energy consumption. Considering the inverse relationship between the price of energy carriers and energy intensity and the low elasticity of the price, it is necessary that incrementally raise the energy prices for industries logically causing environmental pollution to decrease their energy intensity. It is suggested that capital goods enter industries that have low energy consumption.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

\* Master Student in Energy Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran, Email: simahajebifard94@gmail.com

\*\* Associate Professor in Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran, Email: re.roshan@pgu.ac.ir (Corresponding Author)

**How to Cite:** Hajebi Fard, S. & Roshan, R (2023). The effect of industrial concentration and import of capital goods on the intensity of energy consumption in Iran's industries, *Economic Modeling*, 17(63), 49-69. <https://doi.org/10.30495/eco.2023.1995412.2788>.



## 1. Introduction

Over the past years, energy has emerged as a crucial production factor, alongside other factors like labor and capital, playing a pivotal role in the economic landscape of nations. The industrial sector, as a fundamental pillar of the economy, holds a distinct significance. Consequently, fostering industrial development becomes imperative for enhancing the structure of Iran's economy and moving towards an oil-independent economic framework. The primary objective of this research is to explore the impact of industrial concentration and the import of capital goods on the intensity of energy consumption within Iran's industrial landscape.

## 2. Research method and data

Among all energy consumers, the industrial sector holds the largest share. Given that the industrial sector serves as a linchpin for achieving economic development and growth, it is imperative to investigate the intensity of energy consumption within this sector. The examination of energy consumption intensity in industries aims to facilitate effective measures to enhance industry performance and reduce energy consumption intensity. This study focuses on the statistical community comprising Iranian industries, with industries identified by 2-digit ISIC codes forming the statistical sample. Data collection was conducted using the Iranian Statistics Center. The model incorporates the following variables: the price of energy carriers, industrial concentration calculated through the Herfindahl-Hirschman method and relative entropy, and the import of capital goods as independent variables, with energy consumption intensity as the dependent variable.

## 3. Analysis and discussion

The primary model for the current research is outlined as follows:

$$EI_{it} = \alpha_0 + \beta_1 HHI_{it}(E_{it}) + \beta_2 IM_{it} + \beta_3 P_{it} + \varepsilon_{it}$$

In the aforementioned model, the key components include:

$HHI_{it}(E_{it})$ : The firm's share of the total market for industry  $i$  at time  $t$ , measured by the Herfindahl-Hirschman index or relative entropy.

$IM_{it}$ : The import amount of capital goods for industry  $i$  at time  $t$ .

$P_{it}$ : The price of energy carriers for industry  $i$  at time  $t$

$EI_{it}$ : Energy consumption intensity for industry  $i$  at time  $t$

Given the composite nature of the data, the estimation process utilizes the panel data method and the fixed effects model to calculate the coefficients of the models. Following the identification of the suitable model through significance tests for the variables, we proceeded to input these variables into the Eviews program for the subsequent estimation steps.

The variable of industrial concentration, measured by the Herfindahl-Hirschman method, demonstrates an effect of 0.089 on the intensity of energy consumption. This implies that a one percent increase in the industry's market share corresponds to a 0.089 percent increase in the intensity of energy consumption.

The variable of industrial concentration, measured by the relative entropy method, exhibits an effect of 0.203 on the intensity of energy consumption. In simpler terms, a one percent increase in the industry's market share is associated with a 0.203 percent increase in the intensity of energy consumption.

The import of capital goods, or imported goods in general, has an effect of 0.091 on the intensity of energy consumption. In practical terms, a one percent increase in the import of capital goods corresponds to a 0.091 percent increase in the intensity of energy consumption.

The price of energy carriers exhibits an effect of -0.0885 on the intensity of energy consumption. This signifies that a one percent increase in the price of energy carriers results in a 0.0885 percent decrease in the intensity of energy consumption in industries.

#### **4. Conclusion**

One of the crucial economic considerations revolves around energy consumption in industries, given its substantial share in overall energy usage. Optimizing energy consumption and enhancing industrial efficiency necessitates the reduction of energy consumption through the application of suitable tools, technology, and labor replacement. The research findings indicate that from 2002 to 2018, the intensity of energy consumption, coupled with the calculated industrial concentration, exhibits a direct and significant relationship with both mentioned indicators. Furthermore, the import of capital goods reveals a significant and direct relationship with the intensity of energy consumption, while the price of energy carriers demonstrates an inverse relationship with energy consumption intensity. The research suggests that industry sector officials should create conditions to enhance competitiveness and reduce concentration, fostering innovation and subsequently lowering energy intensity. While some Iranian industries may necessitate the import of capital goods based on their field of activity, it is crucial to note that the importation doesn't inherently translate to a reduction in energy consumption, and in some cases, the imported goods themselves may be energy-intensive. Therefore, the research results indicate that, during the studied period, the import of capital goods did not contribute to a reduction in the energy intensity of Iran's industries. On the contrary, capital goods should be utilized in industries that are energy-intensive. Additionally, given the inverse relationship between the price of energy carriers and energy intensity, and considering the low elasticity of the price, it is recommended to logically increase the energy prices for industries causing environmental pollution, aiming to decrease their energy intensity.



### **Funding**

There is no funding support.

### **Declaration of Competing Interest**

The authors have no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

### **Acknowledgments**

We thank two anonymous reviewers for their useful comments greatly contributing to improve our work.



## پژوهشی

# اثر تمرکز صنعتی و واردات کالاهای سرمایه‌ای بر شدت مصرف انرژی در صنایع ایران<sup>۱</sup>

سیما حاجبی فرد\*، رضا روشن\*\*

DOI:<https://doi.org/10.30495/eco.2023.1995412.2788>

### چکیده

هدف این مقاله ارزیابی اثر تمرکز صنعتی و واردات کالاهای سرمایه‌ای بر شدت مصرف انرژی در صنایع ایران است. شاخص تمرکز صنعتی با استفاده از روش هرfindal-هیرشمن و آنتروپی نسبی محاسبه شده است. در این پژوهش، از روش پانل دیتا و مدل اثرات ثابت برای تخمین ضرایب مدل‌ها استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در دوره ۱۳۹۷-۱۳۸۱ تمرکز صنعتی و واردات کالاهای سرمایه‌ای بر شدت مصرف انرژی اثر مثبت و معنادار دارند. به طوری که، با افزایش مقدار سهم صنعت به اندازه یک درصد در بازار، شدت مصرف انرژی به مقدار ۰/۰۸۹ تا ۰/۲۰۳ درصد افزایش می‌یابد. همچنین، قیمت حامل‌های انرژی اثر منفی بر شدت مصرف انرژی دارد. با توجه به رابطه‌ی معکوس میان قیمت حامل‌های انرژی و شدت انرژی و کشش پایین قیمتی، لازمست که به صورت منطقی قیمت انرژی صنایعی که آلودگی زیست محیطی ایجاد می‌نمایند افزایش یابد تا شدت انرژی آنها کاهش یابد. همچنین، پیشنهاد می‌شود که کالاهای سرمایه‌ای وارد صنایع گردد که مصرف انرژی پایینی داشته باشند.

### تاریخ دریافت:

۱۴۰۲/۰۶/۱۰

### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۹/۱۹

### واژگان کلیدی:

تمرکز صنعتی، شدت مصرف انرژی، داده‌های تابلویی، واردات کالاهای سرمایه‌ای، صنایع ایران

### طبقه‌بندی JEL:

D22, L11, Q40

<sup>۱</sup> این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد سیما حاجبی فرد به راهنمایی دکتر رضا روشن در دانشکده کسب‌وکار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس است.

\* دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران، پست الکترونیکی: [simahajebifard94@gmail.com](mailto:simahajebifard94@gmail.com)

\*\* دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده کسب‌وکار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: [re.roshan@pgu.ac.ir](mailto:re.roshan@pgu.ac.ir)

## ۱. مقدمه

در سال‌های گذشته همواره از انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید یاد می‌شود که در کنار دیگر عوامل تولیدی نظیر نیروی کار و سرمایه در حیات اقتصادی کشورها نقش بسزایی دارد. صنعت نیز یکی از ارکان مهم اقتصادی است که جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد دارد، از این رو، توسعه صنعت عاملی مهم برای تحول ساختار اقتصاد ایران و پله‌ای برای رسیدن به اقتصاد بدون اتکا به نفت است. شاخص شدت انرژی یکی از مهم‌ترین شاخص‌هایی است که مقدار بهره‌وری انرژی را در اقتصاد کشورها مشخص می‌کند و این شاخص از تقسیم مصرف نهایی انرژی به تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌شود و هر چه این شاخص کمتر باشد، نمایش‌دهنده این است که برای تولید هر واحد محصول، انرژی کمتری مصرف شده است و بالعکس. از طرف دیگر کاهش شدت مصرف انرژی نشان‌دهنده افزایش کارایی انرژی است و همچنین بهینه شدن مصرف انرژی از اهداف توسعه‌ای برنامه‌ریزان برای رشد اقتصادی و توسعه اقتصادی است لذا لازمه این مهم شناخت عوامل کلیدی و ارائه استراتژی‌های حرفه‌ای است. طبق آمار صادره در ترازنامه انرژی مرکز آمار ایران؛ در کشور میزان شدت انرژی بر پایه عرضه انرژی اولیه و مصرف نهایی انرژی محاسبه می‌شود و این میزان به علت پایین بودن قیمت انرژی و همچنین کمبود و بعضاً فقدان فناوری‌های انرژی‌اندوز به روز، از متوسط مصرف جهانی بالاتر است که علاوه بر کاهش منابع انرژی، سیر توسعه ایران را به علت هزینه‌های گزاف که اقتصاد ایران به دلایل مذکور متحمل می‌شود، دچار اختلال کرده است.

لیو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) در مقاله‌ای ارتباط بین تمرکز صنعتی و کارایی انرژی را در چین بررسی کرده‌اند. نتایج گویای آن است که تمرکز صنعتی به دلیل ایجاد صرفه مقیاس در بهبود زیربنای اقتصادی، شرایط را برای سرریز دانش و تکنولوژی بین واحدهای تولیدی و ایجاد رقابتی موثر برای بهره‌وری بالاتر برای کسب سهم بازاری بیشتر را فراهم می‌کند، بنابراین صنایعی که تمرکز بالایی دارند، به طور نسبی دارای کارایی بالاتر در تخصیص نهاده‌ها هستند و بنابراین شدت مصرف انرژی کمتری خواهند داشت. کالاهای سرمایه‌ای از طریق بهبود کارایی و کاهش شدت مصرف انرژی، به افزایش بهره‌وری و متعاقباً تولید و رشد اقتصادی منجر می‌شوند (شاهین‌پور و خوش‌رفتار، ۱۳۹۸). زیرا از دیدگاه اقتصاد نظری اعتقاد بر این است که سرمایه از مهم‌ترین عوامل رشد اقتصادی است و سرمایه‌گذاری ارتباط معناداری در رشد اقتصادی کشورها دارد.

در واقع نوآوری مقاله حاضر این است که شاخص تمرکز صنعتی را به دو روش محاسبه کرده، سپس تاثیر آن بر شدت انرژی بخش صنعت را بررسی کرده است که در مطالعات پیشین دیده نمی‌شود. همچنین در کنار آن، چگونگی تاثیرگذاری کالاهای سرمایه‌ای بر شدت انرژی بخش صنعت ایران نیز مشخص شده است.

از این رو، درصددیم تا رابطه عواملی چون تمرکز صنعتی، ورود کالاهای سرمایه‌ای به کشور و قیمت انرژی را با شدت انرژی در صنایع ایران بررسی کنیم. در واقع، سوالات اساسی این مقاله این است که وضعیت شاخص تمرکز صنعتی در صنایع ایران چگونه است و تاثیر این نوع شاخص بر شدت مصرف انرژی بخش صنعت چگونه است؟ همچنین آیا در دوره مورد بررسی، ورود کالاهای سرمایه‌ای به بخش صنعت تاثیر معناداری بر شدت انرژی آن داشته است و آیا این تاثیر مثبت بوده و یا منفی؟ در این مقاله، از داده‌های مربوط به صنایع مختلف با کد آیسیک دو رقمی که از مرکز

<sup>۱</sup> Liu



آمار ایران اخذ شده، استفاده شده است. شایان ذکر است که برای تخمین تاثیر متغیرهای تمرکز صنعتی، ورود کالاهای سرمایه‌ای و قیمت انرژی بر شدت انرژی از روش داده‌های تابلویی استفاده شده است. در ادامه و پس از مقدمه، ساختار مقاله این گونه است که در بخش دوم، ادبیات پژوهش مرور خواهد شد. در بخش سوم، روش تحقیق و داده‌ها آمده است. در بخش چهارم، برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها ارائه گردیده و بخش پنجم مربوط به نتیجه‌گیری و پیشنهادهاست.

## ۲. مرور ادبیات پژوهش

انرژی در اقتصاد یکی از عوامل مهم و مورد استفاده در اکثریت فعالیت‌های اقتصادی به شمار می‌رود. دسترسی همیشگی و مطمئن به انرژی، در بسیاری از کشورها یکی از عوامل امنیت ملی محسوب می‌شود (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). به‌طور معمول انرژی یک عاملی است که توانایی انجام کاری را داشته باشد که درون خود انرژی ذخیره شده دارد و با محرکی آن را رها می‌کند و تولید گرما و یا نیروی جنبشی ایجاد می‌کند (باتاچاری، ۲۰۱۱). از طرف دیگر، امروزه با تغییرات اساسی و گسترده‌ای در اقتصاد روبرو هستیم و بحث رقابت و رقابت پذیری در معنای عام خود یک موضوع کلیدی در سطح دنیا است و ابزاری برای رسیدن به رشد اقتصادی محسوب می‌شود. آدام اسمیت با دیدگاه جهانی خود، رقابت‌پذیری را تفاوت در چگونگی عملکرد و متدهای فعالیت می‌داند. از سوی دیگر سهم خواهی بازار، هدف اصلی فعالیت‌های اقتصادی است که در پی رقابت‌پذیری و تفاوت در عملکرد می‌تواند حاصل شود. تمرکز به بررسی ماهیت و اندازه رقابت و انحصار در بازارهای انفرادی می‌پردازد. تمرکز چگونگی توزیع بازار بین بنگاه‌های مختلف و یا به عبارت دیگر تعداد بنگاه‌ها و اینکه هر بنگاه چه سهمی از بازار را در مقایسه با کل بازار دارد، نمایش می‌دهد (خدادادکاشی، ۱۳۸۹). همان‌طور که اشاره شد، تمرکز صنعتی به چگونگی توزیع بازار میان بنگاه‌های صنعتی می‌پردازد. شاخص‌ها مختلفی اعم از هرfindad-هیرشمن، آنتروپی و ... میزان تمرکز در بازار را مشخص می‌کنند. شاخص هرfindad-هیرشمن<sup>۱</sup> (HHI) یکی از شاخص‌های تعیین تمرکز، کاربردهای فراوانی در سیاستگذاری‌های ضد انحصاری دارد و زمینه رقابت را فراهم می‌کند. این شاخص نشان می‌دهد که با افزایش تمرکز، بازار به سوی انحصاری شدن پیش می‌رود (پورپرتوی و همکاران، ۱۳۸۶). از طرفی با افزایش تمرکز صنعتی در صنایع ایران، در صورتی که این تمرکز و حرکت به سمت انحصاری شدن توأم با نوآوری نباشد نمی‌توان انتظار داشت که شدت انرژی کاهش یابد مگر اینکه بنگاه‌ها در حالی که انحصاری‌تر می‌شوند هزینه‌های خود را از جمله مصرف انرژی کاهش دهند و این کار را از طریق نوآوری انجام دهند. از طرف دیگر هرچه تمرکز صنعتی بالا باشد به‌دلیل رقابت برای جذب سهم بالاتری از بازار انرژی مصرفی تحت عنوان یکی از نهاده‌های تولیدی افزایش می‌یابد. از آنجا که دستیابی به کارایی و بهره‌وری بالاتر یکی از تمایل‌های اقتصادی است این تمایل بدین شرح است که از کمترین منابع استفاده شود و نتیجه حداکثری دریافت شود. با توجه به اهمیت ویژه انرژی و تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن بر اقتصاد کشورها، پرداختن به مسئله انرژی و برنامه‌ریزی برای بهبود چگونگی مصرف و کنترل آن، برای دستیابی به افزایش کارایی انرژی بسیار حائز اهمیت است.

<sup>۱</sup> Herfindad-Hirshman Index

استفاده از فناوری‌ها و دانش‌های به‌روز نیز از الزامات محسوب می‌شود. توجه به اینکه تولید دانش و فناوری‌های کارآ و به‌روز مستلزم زمان و هزینه زیادی است که به نوبه خود اقتصاد را متحمل هزینه می‌کند؛ از این روی، می‌توان از کالاهای سرمایه‌ای وارداتی برای توسعه صنعتی و البته انرژی‌اندوزی بخش صنعت بهره برد. به‌طور کلی کالاهایی سرمایه‌ای نامیده می‌شوند که به‌طور مستقیم در تولید کالاها و خدمات به‌کار گرفته می‌شوند.

از آنجا که در اقتصاد بنا بر کسب حداکثر سود و حداقل هزینه‌هاست پس در همه بخش‌های اقتصادی و به ویژه در بخش صنعت نیز تلاش می‌شود از کمترین هزینه‌ها، بالاترین سود را به دست آورند و از آنجا که انرژی یکی از عوامل تولید و از هزینه‌ها محسوب می‌شود پس، از طرق مختلف تلاش‌هایی برای کاهش مصرف انرژی انجام می‌شود می‌گیرد. ضمن بحث هزینه‌های انرژی بحث مهم دیگری مطرح می‌شود که آن، حفظ و امانت‌داری از منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر برای نسل‌های آتی است و همچنین در زمان حال حفظ محیط‌زیست و کاهش آلودگی‌های زیستی ناشی از مصرف انرژی‌ها نیز از مسائل مهم به‌شمار می‌رود. پس یکی از راه‌های کنترل مصرف انرژی را می‌توان استفاده از فناوری‌های روز دنیا عنوان کرد. همچنین نوع بازاری که بنگاه در آن فعالیت دارد نیز یکی دیگر از عواملی است که می‌توان با بررسی آن به نحوه مصرف انرژی پی برد، زیرا بسته به نوع و ماهیت بازار انگیزه رقابت به‌وجود می‌آید و هر بنگاه برای پیشی گرفتن از رقیب یا رقبای خود اقداماتی انجام می‌دهد.

### ساختار بازار و نوآوری

یکی از مسائل مهم که توجه اقتصاددانان را به خود جلب کرده است تاثیر عملکرد بازار (صنعت) بر نوآوری است. یک رویکرد بر وجود رابطه منفی بین نوآوری و رقابت تاکید دارد که ریشه در نظریات شومپتر<sup>۱</sup> (۱۹۴۳) دارد. این اثر، اثر شومپتری نامیده می‌شود. شومپتر نوآوری را یکی از عوامل مهم رشد اقتصادی معرفی می‌کند و بر لزوم شناخت و درک نوآوری برای توسعه اقتصادی تاکید می‌کند و اصرار دارد که نوآوری، ساختار اقتصادی را به‌طور مستمر تغییر می‌دهد. شومپتر معتقد است با افزایش رقابت بین بنگاه‌ها سود آنها و رانت انتظاری آنها در رابطه با نوآوری کاهش می‌یابد. همین مسئله سبب کاهش انگیزه بنگاه‌های رقابتی برای نوآوری نسبت به وضعیت انحصاری می‌شود. مطابق این نظریه انحصار در صنعت سبب افزایش نوآوری می‌شود (کارلسن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). رویکرد دیگر که براساس نظریات اروو<sup>۳</sup> (۱۹۶۲) شکل گرفته است بر وجود رابطه مثبت بین نوآوری و رقابت در سطح بنگاه‌ها تاکید دارد. اروو حقوق انحصاری مالکیت در اختراعات و نوآوری‌ها را متضمن قابلیت بنگاه در استفاده از مزایای نوآوری می‌داند. این امر سبب افزایش انگیزه بنگاه‌های رقابتی برای نوآوری با هدف فرار از رقابت نسبت به بنگاه‌های انحصاری می‌شود که این مسئله «اثر فرار از رقابت یا اثر اروو» نامیده می‌شود.

رویکرد سوم به مطالعه اسپرر<sup>۴</sup> (۱۹۶۷) باز می‌گردد که آقیون<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۵) آن را به‌کار گرفتند و تلاش کردند تئوری‌های قبلی را اصلاح کنند و اثر مثبت فرار از رقابت را با اثر منفی شومپتری رقابت بر نوآوری ترکیب

<sup>۱</sup> Schumpeter

<sup>۲</sup> Carlsson

<sup>۳</sup> Arrow

<sup>۴</sup> Scherer

<sup>۵</sup> Aghion



کنند. مطالعه آنان نشان می‌دهد که رابطه U شکل معکوس بین نوآوری و رقابت وجود دارد که در این صورت توان دوم شاخص تمرکز صنعتی اثر معناداری بر نوآوری خواهد داشت (انواری و همکاران، ۱۳۹۷).

در مطالب فوق بیان شد که رقابت و تمرکز صنعتی به شکل‌های مختلف می‌توانند بر نوآوری بنگاه تاثیرگذار باشند. از مصادیق و تاثیرات نوآوری می‌تواند ابتکارات و خلاقیت‌ها یا به‌کارگیری روش‌هایی باشد که شدت انرژی بنگاه را کاهش دهد. استفاده بهینه از انرژی در بنگاه‌های مختلف صنعت با نصب حسگرهای دقیق، تمرکز بنگاه‌های مرتبط با تولید یک کالای صنعتی در یک منطقه جغرافیایی و صرفه‌جویی در هزینه‌های حمل و نقل و به تبع آن کاهش مصرف انرژی، توسعه سیستم‌های انرژی کم هزینه، مطمئن و سازگار با محیط‌زیست، افزایش مقیاس صنایع مختلف و بهره‌مندی از بازدهی‌های حاصل و استفاده از انرژی‌های جایگزین و تجدیدپذیر نمونه‌هایی از مصادیق خلاقیت و نوآوری هستند. همان‌طور که بیان شد تاثیر رقابت و یا تمرکز صنعتی بر نوآوری از نظر محققین، مختلف و بعضاً متضاد هستند و بستگی به وضعیت بنگاه‌هایی دارد که مطالعه می‌شوند. از این‌رو، در این مقاله مایلیم بدانیم که شاخص تمرکز صنعتی (شاخص هیرشمن - هرفیندال یا آنتروپی نسبی) که نشان‌دهنده افزایش انحصار (کاهش رقابت) در ساختار صنعت است چگونه تاثیری بر شدت انرژی صنعت در ایران داشته است.

#### پیشینه پژوهش

در ادامه تعدادی از مطالعات داخلی و خارجی را که در مورد مباحث تمرکز صنعتی، کالاهای سرمایه‌ای و شدت مصرف انرژی در صنعت هستند، مرور می‌نماییم:

یزدانی و توکلی (۱۳۹۹) «تحلیل اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای سرمایه‌ای بر شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران» را انجام داده‌اند. هدف غالب در این مقاله بررسی اثر سرمایه‌گذاری در بخش‌های خارجی و وارد کردن کالاهای سرمایه‌ای بر شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی بود. پس در پی این هدف از داده‌های جمعی‌سازی نشده بخش کشاورزی، حمل و نقل و صنعت و معدن در سال‌های ۱۳۷۲-۱۳۹۶ و با استفاده از روش آرانو و باند در محیط داده‌های تابلویی برآورد شد. نتایج این مطالعه بر این قرار است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با یک وقفه اثر معنادار و منفی بر شدت انرژی دارد و این شامل تمام بخش‌های اقتصادی است، ولی در مقابل، واردات کالاهای سرمایه‌ای اثر معناداری بر شدت مصرف انرژی ندارد و حتی موجب افزایش شدت مصرف انرژی می‌شود.

نیک‌نقش و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای بهره‌وری کل انرژی و عوامل موثر بر آن را در ۱۳۴ صنعت تولیدی ایران در سطح کدهای چهاررقمی طبقه‌بندی بین‌المللی (ISIC) طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۴ بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی، ماشین‌آلات و تجهیزات سرمایه‌ای و تحقیق و توسعه و مهارت اثر معناداری داشته‌اند و پیشنهاد بهره‌گیری از ماشین‌آلات سرمایه‌ای با مصرف انرژی کمتر را ارائه داده‌اند.

مکیان و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی شدت انرژی، اثر تکنولوژی تولید بر کارایی تقاضای صنعتی انرژی (مورد ایران)» به دنبال هدف اصلی، تجزیه شدت انرژی را مورد بررسی قرار دادند و در کنار آن به بررسی اثر تغییرها و به‌روزرسانی‌های تکنولوژی تولید بر کارایی انرژی پرداخته‌اند که بخش صنعت ایران طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۰ بوده است. در این مطالعه به دنبال هدف کلی که دنبال می‌شد از توابع هزینه بهره‌گرفته شد.

تابع هزینه ترانسلوگ یکی از آن توابع است که در پس آن از برآوردگر SUR (مطالعات به ظاهر نامرتب) برای تخمین پارامتر و محاسبه شاخص شدت و تغییرهای تکنولوژی استفاده شده است. نتایج نشان داد که اثر بودجه‌ای از سایر فاکتورها تاثیرگذاری بیشتری دارد و تکنولوژی نیز کمترین اثرگذاری را به خود اختصاص داده است. پس به طور خلاصه می‌توان عنوان کرد در بخش صنعت ایران، شدت مصرف انرژی به طور چشم‌گیری تحت تاثیر قیمت نهاده‌ها و به ویژه قیمت حامل‌های انرژی است.

سهیلی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی ارتباط بین کارایی، تمرکز صنعتی در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران» از داده‌های آماری در سالهای ۱۳۷۶-۱۳۸۶ استفاده و به بررسی رابطه میان کارایی مقیاس و تمرکز صنعتی پرداخته است که در این راستا ۲۲ صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران را بررسی نموده‌اند. ابتدای مطالعه با بهره‌گیری از شاخص هرfindal-هیرشمن، تمرکز صنعتی و کارایی مقیاس را محاسبه کرده و با استفاده از آزمون علیت گرنجر، علیت میان کارایی مقیاس و تمرکز صنعتی را مشخص کرده‌اند. نتایج تخمین مدل به روش 2SLS نمایش‌دهنده این است که تمرکز صنعتی اثر منفی بر کارایی صنعتی دارد. پس می‌توان مدعی شد که با حرکت به سمت انحصاری شدن، کارایی کاهش می‌یابد و سیاست‌گذاران می‌بایست سیاست‌های ضد انحصاری را اعمال کنند و فضای مناسب برای رقابت را ایجاد و انگیزه‌های لازم را برای رقابت فراهم کنند.

دهقانی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان «بررسی تاثیر عملکرد بازار، هزینه‌های تبلیغات و نوآوری به درجه تمرکز در صنایع تولید مواد غذایی و آشامیدنی ایران» در پی بررسی آثار عملکرد بازار و نوآوری و خلاقیت بر درجه تمرکز در صنعت مواد غذایی ایران بودند که در این راستا از اطلاعات کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بالاتر طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۸۸ بهره جستند. نتایجی حاصل شد که نشان داد متغیر سود آوری که شاخصی برای بررسی اندازه‌گیری عملکرد بازار است اثر مستقیم و معناداری بر درجه تمرکز دارد و هرچه نرخ سودآوری افزایش یابد رقابت نیز شدیدتر خواهد شد و اعمال سیاست‌های ضد انحصار برای افزایش رقابت و سودآوری لازم است و همچنین رابطه مستقیمی میان هزینه‌های تبلیغات و درجه تمرکز وجود دارد.

سمرقندی<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) به مطالعه «شدت انرژی و عوامل موثر بر آن در کشورهای عضو اوپک» پرداخته است. در این مطالعه به بررسی تاثیر نقش باز بودن درجه تجارت، نوآوری و قیمت حامل‌های انرژی بر شدت انرژی می‌پردازد و از داده‌های طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۰ کشورهای عضو اوپک استفاده می‌کند و با روش پانل اتورگرسیو در مجموعه‌ای از داده‌های پانلی ناهمگون پویا به تجزیه و تحلیل می‌پردازد و نتایجی را به دست می‌آورد که نشان می‌دهد باز بودن تجاری نقش کلیدی و مهمی در کاهش شدت انرژی دارد و در مقابل نوآوری نیز به طور قابل توجهی با شدت انرژی ارتباط مستقیم دارد.

جین و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با عنوان «چه ارتباطی میان نوآوری فناوری و مصرف انرژی وجود دارد؟ تجزیه و تحلیل تجربی براساس داده‌ها تعدادی استان از چین» رابطه‌ی میان مصرف انرژی و نوآوری فناوری را مورد بررسی قرار دادند. داده‌های دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۵ را توسط مدل داده‌های پانلی پویا تخمین زدند. در این مطالعه رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت را تفکیک کردند و نتایج نشان داد که در کوتاه‌مدت نوآوری فناوری باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود لیکن افزایش مصرف انرژی هیچ‌گاه به تغییرات قابل توجه به خلاقیت و نوآوری منجر نمی‌شود. در

<sup>۱</sup> Samargandi

بلندمدت شاهد یک رابطه دو طرفه مثبت میان شدت مصرف انرژی و خلاقیت و نوآوری فناوری هستیم و همچنین فناوری به طور مستقیم به کاهش شدت مصرف انرژی منجر نمی‌شود ولی می‌تواند به توسعه ساختار انرژی برای کشورهای در حال توسعه کمک شایانی کند.

لوو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعه‌ای با عنوان «تاثیرگذاری کالاهای سرمایه‌ای دست دوم بر شدت مصرف انرژی» به بررسی تاثیر کالاهای سرمایه‌ای بر شدت مصرف انرژی پرداختند. در این مطالعه از داده‌های پانلی طی سال‌های ۲۰۰۱ الی ۲۰۰۷ برای کشور شیلی استفاده شد و با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) تخمین زده شدند. نتایج کسب شده حاکی از آن بود که کالاهای سرمایه‌ای در مسیر کاهش شدت مصرف انرژی نقش زیادی دارند و این نظریه نبود که کالاهای سرمایه‌ای دست دوم در کاهش شدت مصرف انرژی نقشی نداشته‌باشند بلکه نسبت به کالاهای جدیدالساخت تاثیرگذاری کمتری دارند لیکن، می‌توان این ادعا را داشت که ممنوعیت واردات کالاهای سرمایه‌ای دست دوم باید برداشته شود، زیرا که این کالاها نیز به طور متوسط باعث کاهش شدت مصرف انرژی می‌شوند.

### ۳. روش تحقیق و داده‌ها

در این قسمت ضمن معرفی متغیرهای بکار رفته در مدل پژوهش، نحوه تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر نیز ارایه خواهد شد.

#### شدت مصرف انرژی

مقدار مصرف انرژی برای به دست آوردن مقدار مشخصی خروجی، شدت انرژی گفته می‌شود. شاخص شدت انرژی از جمله شاخص های اقتصادی است که نسبت انرژی را به خروجی نشان می‌دهد به عبارت دیگر میزان مصرف انرژی در ازای هر واحد از تولید کالاها و خدمات را شدت مصرف انرژی و یا به اختصار شدت انرژی می‌نامند. واحدهای متفاوتی نیز برای اندازه‌گیری میزان شدت انرژی وجود دارد. شدت انرژی یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی است که نحوه و شدت مصرف انرژی کشور را نشان می‌دهد (ابراهیمی‌سالاری و همکاران، ۱۳۹۲):

$$EI = \frac{E_t}{GDF} \quad (1)$$

مطالعات مختلفی در زمینه عواملی که تاثیرگذاری بر شدت مصرف انرژی دارند انجام شده است که در برخی از این مطالعات انجام شده عواملی نظیر تکنولوژی، قیمت حامل‌های انرژی و اندازه شرکت را عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی می‌دانند (گولدر<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). برخی مطالعات دیگر نیز نوع مالکیت بنگاه، اندازه شرکت و هزینه تحقیق و توسعه را تحت عنوان عوامل تاثیرگذار بر شدت مصرف انرژی معرفی کرده‌اند (صادقی و سجودی، ۱۳۹۰).

برای تشخیص عوامل موثر بر شدت انرژی می‌توان هدف کلی اقتصاد را حداقل‌سازی تابع هزینه کل با فرم کاب-داگلاس به صورت زیر در نظر گرفت:

<sup>۱</sup> Lovo  
<sup>۲</sup> Goldar.

$$C(P_K, P_L, P_M, P_E, Q) = A^{-1} P_K^{\alpha_K} P_L^{\alpha_L} P_M^{\alpha_M} P_E^{\alpha_E} Q \quad (2)$$

که در آن  $Q$  سطح محصول کل،  $P_L$  قیمت نهاده نیروی کار،  $P_K$  قیمت نهاده سرمایه،  $P_E$  قیمت نهاده انرژی،  $P_M$  قیمت نهاده مواد اولیه و  $\alpha_X$  کشش نهاده  $X$  ( $X=K,L,E,M$ ) را نشان می‌دهد. همچنین  $A$  نشان‌دهنده سطح تکنولوژی است.

بر اساس لم شفارد، در تابع بهینه شده هزینه، مقدار تقاضا برای هر نهاده برابر مشتق تابع هزینه نسبت به قیمت آن نهاده است. پس مقدار تقاضا برای انرژی ( $E$ ) برابر خواهد بود:

$$E = \frac{\alpha_E A^{-1} P_K^{\alpha_K} P_L^{\alpha_L} P_M^{\alpha_M} P_E^{\alpha_E} Q}{P_E} \quad (3)$$

با تقسیم طرفین معادله بر  $Q$  می‌توان شدت انرژی تعادلی را به دست آورد:

$$\frac{E}{Q} = \frac{\alpha_E A^{-1} P_K^{\alpha_K} P_L^{\alpha_L} P_M^{\alpha_M} P_E^{\alpha_E}}{P_E} \quad (4)$$

بنابراین شدت انرژی تحت تاثیر دو عامل مهم تکنولوژی (عوامل غیرقیمتی مانند آموزش، نوآوری، رقابت و ...) و قیمت نسبی سایر نهاده‌های تولید به نهاده انرژی قرار دارد. این شاخص از سری شاخص‌های اقتصادی مهم به شمار می‌رود از آن جهت که ساختار مصرف انرژی و رفتارهای ساختاری برای سیاستگذاران بسیار حائز اهمیت است (حیدری و دریانی، ۱۳۹۴).

عوامل مختلفی بر میزان شدت مصرف انرژی اثر دارند که از میان آنها می‌توان از تکنولوژی و کالاهای سرمایه‌ای نام برد و همچنین عامل ساختار و یا اندازه بنگاه‌ها نیز از عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی است که تاثیر بسیار زیادی بر آن دارد (بیسادی و همکاران، ۱۳۹۴). عامل موثر دیگر بر میزان شدت مصرف انرژی قیمت حامل‌های انرژی است که اثر منفی بر شدت مصرف انرژی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت دارد و افزایش قیمت حامل‌های انرژی یکی از سیاست‌های مهم و تاثیرگذار بر کاهش شدت مصرف انرژی است (وینگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸).

### شاخص‌های تمرکز صنعتی

از این شاخص‌ها برای شناخت و بررسی بازار و ساختار بازار از نظر رقابتی بودن یا تمرکز یا انحصاری بودن آن استفاده می‌شود. در ادامه دو شاخص هرfindال-هیرشمن و آنتروپی نسبی که در این مقاله استفاده شده است، معرفی می‌شود.

### شاخص هرfindال - هیرشمن

برای بیان میزان تمرکز بر مبنای شاخص هرfindال-هیرشمن لازم است مجموع مجزورات سهم بازاری تمام بنگاه‌ها محاسبه گردد. این محاسبه مطابق (۵) است:

$$HHI = \sum_{i=1}^N \left( \frac{X_i}{X} \right)^2 \quad (5)$$

<sup>۱</sup>Wing

که در آن  $X$  ارزش تولیدات صنعتی کل صنعت،  $X_i$  ارزش تولید بنگاه  $i$ ام و  $N$  تعداد بنگاه‌های صنعت است. در این شاخص، سهم بازاری هر بنگاه به توان ۲ رسیده است که در واقع، به معنای آن است که در ساختن این شاخص به سهم بازاری هر بنگاه وزن‌های معادل سهم بازار همان بنگاه تعلق گرفته است. بنابراین، بنگاه‌های بزرگ‌تر از وزنه اهمیت بیشتری در ساختن شاخص (HHI) و اندازه‌گیری میزان تمرکز بازار برخوردار هستند (خدادکاشی، ۱۳۷۸). این شاخص در محدوده  $1/n$  (موقعیتی که تمام بنگاه‌ها در بازار اندازه برابر دارند) و ۱ (موقعیتی که یک بنگاه به صورت انحصاری در بازار فعالیت می‌کند) قرار می‌گیرد.

### شاخص آنتروپی (E) و آنتروپی نسبی (Ē)

این شاخص از جمع وزنی سهم بازاری بنگاه‌ها بدست می‌آید و به سهم بازار هر بنگاه، وزنه‌ای معادل لگاریتم معکوس سهم آن داده می‌شود. اگر سهم بازاری همه بنگاه‌ها برابر باشد، حداکثر مقدار این شاخص بدست می‌آید که برابر با لگاریتم طبیعی تعداد بنگاه‌هاست و میزان حداقل این شاخص در شرایط انحصار کامل برابر با صفر است. چگونگی محاسبه شاخص آنتروپی به صورت زیر است:

$$E = \sum_{i=1}^N S_i \ln\left(\frac{1}{S_i}\right) \quad (6)$$

$S_i$  سهم بنگاه  $i$ ام است (پورعبادالهی و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج حاصل از این فرمول در دامنه ۰ تا  $\ln(n)$  قرار گرفته‌اند، بنابراین، برای همانند سازی با نتایج حاصل از روش هرفیندال-هیرشمن، از شاخصی تحت عنوان «شاخص آنتروپی نسبی» استفاده می‌شود که طبق رابطه (۷) محاسبه می‌شود (پورعبادالهی و همکاران، ۱۳۹۹):

$$\hat{E} = 1 - \frac{E}{\ln(n)} \quad (7)$$

### ۳. مدل پژوهش

مدل اصلی پژوهش حاضر به صورت زیر می‌باشد:

$$EI_{it} = \alpha_0 + \beta_1 HHI_{it}(E_{it}) + \beta_2 IM_{it} + \beta_3 P_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

که در مدل فوق داریم:

$HHI_{it}$  سهم هر بنگاه از کل بازار برای صنعت  $i$ ام در زمان  $t$ ام (اندازه‌گیری شده به وسیله شاخص هیرشمن-هرفیندال و یا آنتروپی نسبی)

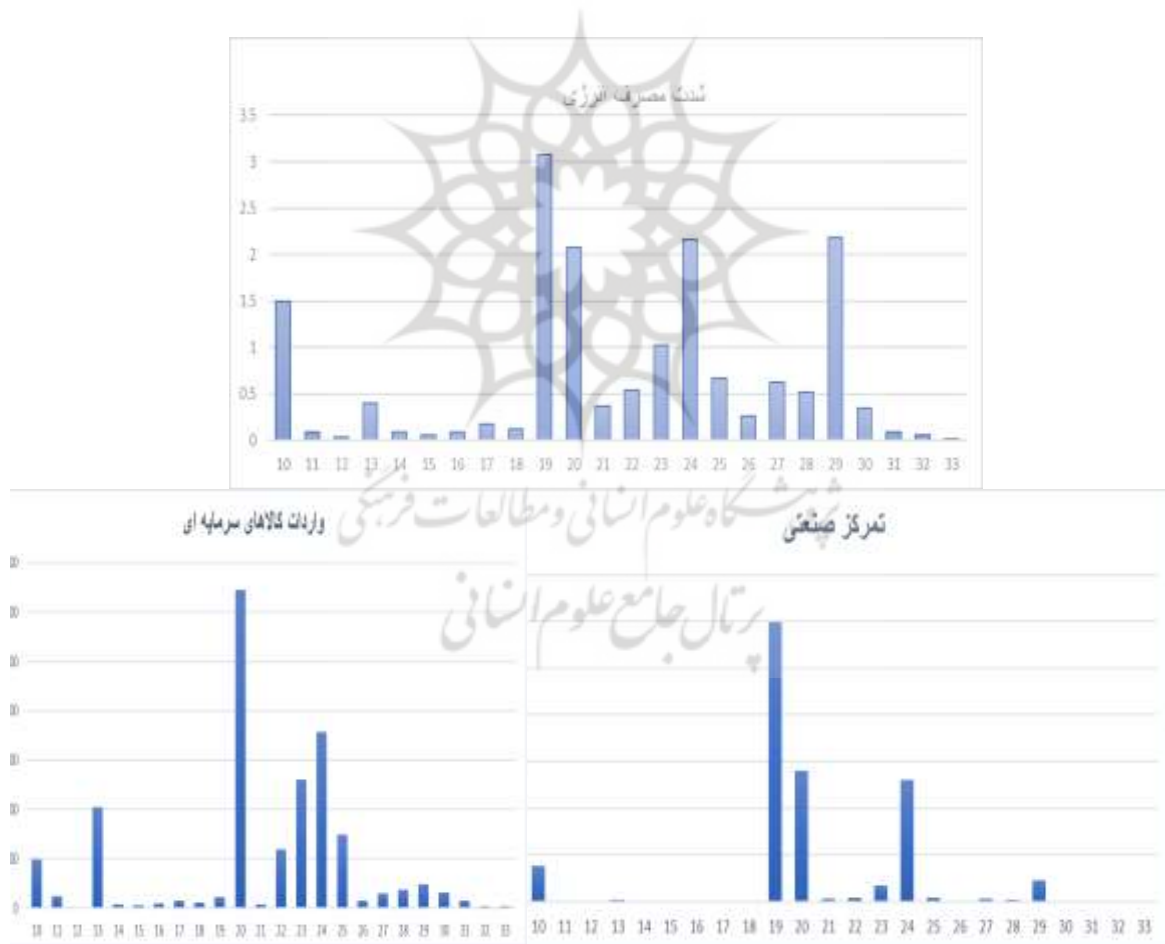
$IM_{it}$  میزان واردات کالاهای سرمایه‌ای برای صنعت  $i$ ام در زمان  $t$ ام

$P_{it}$  قیمت حامل‌های انرژی برای صنعت  $i$ ام در زمان  $t$ ام. برای این متغیر از مجموع ارزش سوخت صنایع برای سال‌های مختلف که از مرکز آمار ایران اخذ شده، به عنوان پراکسی استفاده شده است.

$EI_{it}$  شدت مصرف انرژی برای صنعت  $i$ ام در زمان  $t$ ام. میزان مصرف انرژی در ازای هر واحد از تولید کالاها و خدمات را شدت مصرف انرژی و یا به اختصار شدت انرژی نامیده می‌شود که از تقسیم مقدار انرژی مصرفی توسط هر صنعت بر تولید آن صنعت به دست می‌آید.

#### ۴. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این پژوهش نمونه آماری از داده‌های مربوط به ۲۳ صنعت با کدهای دورقمی آیسیک برای دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۳ تشکیل شده است. داده‌های پژوهش از مرکز آمار ایران و آخرین داده‌های موجود برای بخش صنعت استفاده شده است. صنایع عبارتند از: تولید فرآورده‌های غذایی (۱۰)، تولید انواع آشامیدنی‌ها (۱۱)، تولید فرآورده‌های توتون و تنباکو، تولید منسوجات، تولید پوشاک، تولید چرم و فرآورده‌های وابسته، تولید چوب و فرآورده‌های چوبی و ...، تولید کاغذ و فرآورده‌های کاغذی، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده، تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت، تولید موادشیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی، تولید داروها و فرآورده‌های دارویی شیمیایی و گیاهی، تولید فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی، تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی، تولید فلزات پایه، تولید محصولات فلزی ساخته‌شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات، ساخت محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری، تولید تجهیزات برقی، تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر، تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر، تولید سایر تجهیزات حمل‌ونقل، تولید مبلمان، تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات (۳۳).



نمودار ۱. متوسط شدت مصرف انرژی، واردات کالاهای سرمایه‌ای و تمرکز صنعتی برای صنایع مختلف ایران با کدهای آیسیک دو رقمی در طول سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۷



پانل بالایی نمودار ۱، میزان شدت مصرف انرژی به تفکیک صنایع با کدهای آیسیک ۲ رقمی نمایش می‌دهد و به خوبی صنایع انرژی‌بر را مشخص می‌کند. صنعت کد ۱۹ صنعت فرآورده‌های شیمیایی از میان ۲۴ صنعت حاضر در صنایع مورد مطالعه دارای بیشترین شدت مصرف انرژی و صنعت تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات با کد ۳۳ کمترین میزان شدت مصرف انرژی را دارد.

صنعت با کد ۲۰ از میان ۲۴ صنایع ایران دارای حوزه فعالیت تولیدات فرآورده‌های شیمیایی بیشترین نیاز به کالاهای سرمایه‌ای و خدمات به‌روز دارد و این آمارها نمایش دهنده‌ی این است که این صنعت نیز بیشترین واردات را دارد. و از این بین صنعت با کد ۱۲ که فرآورده‌های توتون و تنباکو است هیچ‌گونه واردات کالا و خدمات سرمایه‌ای را ندارد. همچنین، همان‌طور که در بخش راست پانل پایینی نمودار ۱ نشان داده‌شده، صنعت با کد ۱۹ که صنعت فرآورده‌های شیمیایی است از میان همه صنایع بیشترین سهم را از بازار عاید خود کرده‌است. شایان ذکر است که به‌علت نزدیکی بودن دو نمودار متغیر تمرکز صنعتی محاسبه شده به روش هرfindال-هیرشمن و متغیر تمرکز صنعتی محاسبه شده به روش آنتروپی نسبی، فقط نمودار اولی در اینجا آورده شده است. در جدول ۱ آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش ارائه شده‌است:

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانه	میانگین	نماد	آماره
۰/۰۴۲	۰/۰۰۰۱۷	۰/۲۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۳	EI	شدت مصرف انرژی
۵۷۸۳۸۹۱	۲۷۹۱	۴۹۷۵۵۹۰۹	۲۵۹۱۶۰	۱۹۵۵۰۶۴	P	قیمت حامل‌های انرژی
۱۶۲۳۵۲۸	۱۱۱	۱۸۷۹۹۵۶۳	۲۸۱۷۱۰	۸۵۲۱۶۰	IM	واردات کالاهای سرمایه
۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۳۶۷	۰/۰۰۰۱۴۶	۰/۰۰۲۵	HHI	تمرکز صنعتی (روش هرfindال-هیرشمن)
۰/۰۹۳	۰/۰۰۰۹۳	۰/۳۶۸	۰/۰۶۳	۰/۰۹۸	E	تمرکز صنعتی (روش آنتروپی)

منبع: یافته‌های پژوهش

در ابتدای امر، متغیرهای مورد استفاده در مدل پانل دیتا به دلیل اینکه مدل را به رگرسیون غیرواقعی دچار نکنند به لحاظ مانایی آزمون قرار می‌شوند. به‌عبارت دیگر متغیرها به لحاظ داشتن ریشه واحد بررسی می‌شوند زیرا چنانچه متغیرها دارای ریشه واحد باشند، تخمین صحیحی از آنها حاصل نمی‌شود. برطبق آزمون‌ها اگر:

فرضیه  $H_0$  پذیرفته شود نشان از وجود ریشه واحد است و اگر رد شود عدم وجود ریشه واحد را نشان می‌دهد. در همین راستا برای این مهم آزمون‌های LLC (لوین-لین-چو)، IPS (ایم، پسران و شین) و آزمون فیشر مورد استفاده قرار گرفت که نتایج حاکی از مانا بودن است. متغیرهای مورد مطالعه اعم از متغیر شدت مصرف انرژی، قیمت حامل‌های انرژی، تمرکز صنعتی محاسبه شده به روش هرfindال-هیرشمن و آنتروپی نسبی و واردات کالاهای صنعتی است.

همان‌طور که اشاره شد کلیه متغیرهای به‌کار رفته در مدل، مانا هستند. از آنجایی که داده‌های مورد بررسی ترکیبی (پانل دیتا) هستند، ابتدا لازم است که آزمون تشخیصی F لیمر (چاو) برای آزمون مدل تجمیعی در مقابل مدل آثار ثابت در داده‌های ترکیبی استفاده شود. نتایج این آزمون در در قسمت میانی جدول ۲ آمده است. همان‌طور که پیداست،

مقدار آماره و احتمال آن نشان می‌دهند که فرضیه صفر مبنی بر وجود مدل تجمیعی رد شده و باید برای تخمین ضرایب از مدل پانل استفاده شود. حال، برای آنکه مشخص شود که از کدام یک از مدل آثار ثابت یا تصادفی برای داده‌های پانل استفاده شود لازم است آزمون تشخیصی هاسمن به کار گرفته شود. نتایج این آزمون نیز در قسمت پایینی جدول ۲ آمده است. نتایج آزمون هاسمن گویای آن است که فرضیه صفر مبنی بر وجود آثار تصادفی رد می‌شود و مدل با آثار ثابت قابل قبول است. از این رو، نتایج مدل اول پژوهش یعنی نتایج تخمین مدل پژوهش در حالت محاسبه شاخص تمرکز صنعتی به روش هرfindal-هیرشمن در جدول ۲ ارائه شده است، شایان ذکر است که متغیرها به صورت لگاریتمی هستند.

جدول ۲. نتایج تخمین مدل پژوهش در حالت محاسبه شاخص تمرکز صنعتی به روش هرfindal - هیرشمن

نام متغیر	مقدار	آماره t	احتمال
HHI	۰/۰۸۹	۵/۹۵	۰۰۰۰۰
P	-۰/۰۸۸۵	-۲/۵۹	۰/۰۱۱۱
IM	۰/۰۹۱	۴/۳۴	۰۰۰۰۰
C	-۳/۷۴۹	-۸/۶۵	۰۰۰۰۰
نتایج آزمون F لیمر			
آماره	مقدار آماره	احتمال	
F	۲۵/۶۸	۰/۰۰۰	
Chi-square	۳۱۰/۴۶	۰/۰۰۰	
نتایج آزمون هاسمن			
Chi-square	295/58	۰/۰۰۰۰	
R_squared: 0/96      D.W: 1/74			

منبع: یافته‌های پژوهش

تمرکز صنعتی (به روش هرfindal هیرشمن): متغیر تمرکز صنعتی تأثیر ۰/۰۸۹ بر میزان شدت مصرف انرژی دارد. به عبارت دیگر، این نتیجه نشان می‌دهد که با افزایش مقدار سهم صنعت به اندازه یک درصد در بازار، شدت مصرف انرژی به مقدار ۰/۰۸۹ درصد افزایش می‌یابد.

واردات کالاهای سرمایه‌ای: واردات کالاهای سرمایه‌ای یا به‌طور کلی کالاها و خط‌مشی‌های وارداتی به درون مرز تأثیر ۰/۰۹۱ بر میزان شدت مصرف انرژی دارند. پس با افزایش یک درصدی واردات کالاهای سرمایه‌ای، میزان شدت مصرف انرژی به میزان ۰/۰۹۱ درصد افزایش می‌کند.

قیمت حامل‌های انرژی: قیمت حامل‌های انرژی تأثیر ۰/۰۸۸۵ - بر میزان شدت مصرف انرژی دارند. به بیان دیگر با افزایش قیمت حامل‌های انرژی به میزان یک درصد، میزان شدت مصرف انرژی در صنایع به میزان ۰/۰۸۸۵ کاهش می‌یابد.

همان‌طور که پیشتر اشاره شد کلیه متغیرهای به کار رفته در مدل، مانا بودند. از آنجایی که داده‌های مورد بررسی ترکیبی (پانل دیتا) هستند، ابتدا لازم است که آزمون تشخیصی F لیمر (چاو) برای آزمون مدل تجمیعی در مقابل مدل

آثار ثابت در داده‌های ترکیبی استفاده شود. نتایج این آزمون برای مدل دوم در قسمت میانی جدول ۳ آمده است. همان‌طور که پیداست، مقدار آماره و احتمال آن نشان می‌دهند که فرضیه صفر مبنی بر وجود مدل تجمیعی رد شده و فرضیه پانلی بودن داده‌ها پذیرفته می‌شود. حال، برای آنکه مشخص شود که از کدام یک از مدل آثار ثابت یا تصادفی برای داده‌های پانل استفاده شود لازم است آزمون تشخیصی هاسمن به کار گرفته شود. نتایج این آزمون در قسمت پایینی جدول ۳ آمده است. نتایج آزمون هاسمن گویای آن است که فرضیه صفر مبنی بر وجود اثرات تصادفی رد می‌شود و مدل با آثار ثابت قابل قبول است. از این رو، نتایج تخمین مدل پژوهش در حالت محاسبه شاخص تمرکز صنعتی به روش آنتروپی نسبی در جدول ۳ ارائه شده است:

جدول ۳. نتایج تخمین مدل پژوهش در حالت محاسبه شاخص تمرکز صنعتی به روش آنتروپی نسبی

نام متغیر	مقدار	آماره t	احتمال
E	۰/۲۰۳	۵/۳۴	۰۰۰۰۰
P	-۰/۰۸۸۶	-۲/۵۲۸	۰/۰۱۲۱
IM	۰/۰۹۲	۴/۳۱۶	۰۰۰۰۰
C	-۳/۹۳۸	-۹/۱۱۴	۰۰۰۰۰
نتایج آزمون F لیمر			
	آماره	مقدار آماره	احتمال
	F	۲۷/۸۵	۰/۰۰۰
	Chi-square	۳۲۵/۳۴	۰/۰۰۰
نتایج آزمون هاسمن			
	Chi-square	291/18	۰/۰۰۰
R_squared: 0/96		D.W: 1/72	

منبع: یافته‌های پژوهش

تمرکز صنعتی (به روش آنتروپی نسبی): متغیر تمرکز صنعتی تأثیر ۰/۲۰۳ بر میزان شدت مصرف انرژی دارد. به عبارت دیگر، این نتیجه نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی سهم صنعت در بازار، شدت مصرف انرژی به مقدار ۰/۲۰۳ درصد افزایش می‌یابد.

واردات کالاهای سرمایه‌ای: واردات کالاهای سرمایه‌ای یا به‌طور کلی کالاها و خط‌مشی‌های وارداتی به درون مرز تأثیر ۰/۰۹۲ بر میزان شدت مصرف انرژی دارند. با افزایش واردات کالاهای سرمایه‌ای به میزان یک درصد، شدت مصرف انرژی به میزان ۰/۰۹۲ درصد افزایش پیدا می‌کند.

قیمت حامل‌های انرژی: قیمت حامل‌های انرژی تأثیر ۰/۰۸۸۶- بر میزان شدت مصرف انرژی دارند. به بیان دیگر با افزایش یک درصدی قیمت حامل‌های انرژی، میزان مصرف انرژی در صنایع کاهش یافته و این کاهش شدت مصرف انرژی به میزان ۰/۰۸۸۶ درصد خواهد بود.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بخش صنعت یکی از مهم‌ترین ارکان اقتصادی هر کشور محسوب می‌شود. از طرفی، بیشترین سهم از مصرف انرژی از میان سایر مصرف‌کنندگان انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. پس، از دغدغه‌های مهم اقتصادی می‌توان به مصرف انرژی صنایع اشاره کرد، زیرا این بخش به‌عنوان پله‌ای برای رسیدن به توسعه اقتصادی است. از سوی دیگر، به‌علت اینکه صنعت سهم زیادی از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است، مستلزم این است که برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش کارایی صنعت در مقابل میزان مصرف انرژی و یا کاهش میزان مصرف انرژی با استفاده از ابزار، تکنولوژی، جایگزینی نیروی کار و ... گام‌های مؤثری برداشته شود. از این‌رو، در این مقاله به بررسی عوامل گوناگون تأثیرگذار بر شدت انرژی بخش صنعت پرداخته شد.

همان‌طور که ملاحظه شد، نتایج تخمین نشان داد که تمرکز صنعتی (محاسبه شده با شاخص هرفیندال-هیرشمن) بر شدت مصرف انرژی تأثیرگذاری معناداری به اندازه ۰/۰۸۹ دارد. همچنین، تمرکز صنعتی محاسبه شده با روش آنتروپی نسبی نیز به اندازه ۰/۲۰۳ بر شدت مصرف انرژی صنایع تأثیرگذار است. به‌عبارت دیگر، با افزایش تمرکز، شدت مصرفی انرژی افزایش می‌یابد و صنایع با تلاش برای افزایش میزان فروش خود و افزایش سهم خود از بازار، شدت مصرفی انرژی را دستخوش تغییرات قرار می‌دهند و باعث افزایش آن می‌شوند.

برخی از صنایع ایران با توجه به حوزه فعالیت خود به واردات کالاهای سرمایه‌ای نیازمند هستند، ولی این بدین معنا نیست که کالاها و خدمات وارداتی برای کاهش مصرف انرژی صنایع هستند و گاهی این کالاها خود انرژی بر هستند. از این‌رو نتایج پژوهش گواه آن است که در دوره مورد بررسی، واردات کالاهای سرمایه‌ای باعث کاهش شدت انرژی صنایع ایران نشده است. همچنین، یافته‌ها در بخش صنعت بیانگر آن است که قیمت حامل‌های انرژی ارتباط معکوسی با شدت انرژی دارد به این معنا که با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد. با توجه به رابطه مستقیم بین تمرکز صنعتی و شدت انرژی، پیشنهاد می‌شود که مسئولان بخش صنعت سیاست‌های ضدانحصاری را اعمال کنند و انگیزه و فضای مناسب را برای رقابت فراهم نموده، تا با رقابتی شدن بخش صنعت و در نتیجه ایجاد نوآوری، شدت انرژی کاهش یابد. صنایع برای واردات کالاهای سرمایه‌ای به این نکته توجه نمایند که کالای سرمایه‌ای، خود انرژی بر نباشند و کالاهای سرمایه‌ای وارد صنایع گردد که انرژی اندوز (دارای مصرف کم انرژی) باشند. با توجه به نتایج به‌دست آمده برای رابطه معکوس میان قیمت حامل‌های انرژی و شدت انرژی و کشش پایین قیمت، پیشنهاد می‌شود که به‌صورت منطقی قیمت انرژی صنایعی که آلودگی زیست‌محیطی ایجاد می‌کنند افزایش یابد تا شدت انرژی آنها کاهش پیدا کند.

### حامی مالی

مقاله حامی مالی ندارد.

### تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

### سپاسگزاری

نویسندگان از تمامی اعضای فصلنامه و نیز داوران ناشناس که در بهبود کیفیت مقاله کمک کردند، تشکر می‌کنند.

## منابع

- ابراهیمی‌سالاری، تقی و قطب‌الدینیان‌یزد، یاسمین (۱۳۹۲). *تحلیلی از روند شدت مصرف انرژی در کشورهای عمده صادرکننده نفت خام طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰*، (سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی). تهران، ایران.
- انواری، ابراهیم، فرازمنند، حسن و شالیاری، فرزانه (۱۳۹۷). *آزمون اثر غیرخطی رقابت‌پذیری بر نوآوری در صنایع ایران: با تأکید بر روش شبه پواسن و رگرسیون پنل آستانه‌ای، مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۸ (۲۹)، ۲۱۳-۱۸۵.
- بیسادی، زینب، فریزاد، علی و اصغر بانوئی، علی (۱۳۹۹). *تجزیه شدت انرژی در سطح بخشهای اقتصادی ای با تأکید بر دو اثر مقیاس و الگوی مصرف، فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، ۱۱ (۳)، ۱۲۲-۹۳.
- پورچرتوی، میرطاهر، دانش‌جعفری، داود و جلال‌آبادی، اسدالله (۱۳۸۶). *مقایسه تطبیقی انحصار و تمرکز در برخی صنایع، پژوهشنامه اقتصادی*، ۹ (۴)، ۱۵۴-۱۲۹.
- پورعبدالهان کوچی، محسن، محمدزاده، پرویز، فلاحی، فیروز، و حکمتی، فرید (۱۳۹۲). *بررسی شاخص‌های مختلف تمرکز در صنعت سیمان کشور، پژوهش‌های اقتصادی کاربردی*، ۱ (۲)، ۸۸-۷۱.
- حیدری، ابراهیم و دریانی، عاطفه (۱۳۹۴). *بررسی رابطه‌ی میان شدت انرژی، مصرف انرژی و تورم در ایران*، (دومین کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری)، تبریز، ایران.
- خداداد کاشی، فرهاد (۱۳۸۹). *اقتصاد صنعتی*، انتشارات سمت: تهران، چاپ اول.
- خدادادکاشی، فرهاد (۱۳۷۸). *ساختار و عملکرد بازار، نظریه و کاربرد آن در بخش صنعت*، انتشارات موسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های اقتصادی، تهران، چاپ دوم.
- دهقانی، علی، مولایی، محمدعلی، حسین‌زاده، سمانه و هراتی، جواد (۱۳۹۳). *بررسی تأثیر عملکرد بازار، هزینه‌های تبلیغات و نوآوری بر درجه تمرکز در صنایع تولید مواد غذایی و آشامیدنی ایران*، فصلنامه سیاستگذاری پیشرفت اقتصادی، ۲ (۱)، ۲۸-۱.
- سهیلی، کیومرث، فتاحی، شهرام و ذبیحی دان، محمد سعید و هادی زادگان، معصومه (۱۳۹۳). *بررسی ارتباط بین کارایی و تمرکز صنعتی در صنایع مواد غذایی و آشامیدنی ایران*، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، ۳۸ (۳)، ۵۱-۳۷.
- شاهین پور، علی، و خوش رفتار، افسانه (۱۳۹۸). *بررسی تأثیر صادرات و واردات کالاهای سرمایه‌ای-واسطه‌ای بر ارزش افزوده در صنایع ایران*. فصلنامه اقتصادکاربردی، ۹ (۲۸)، ۸۲-۶۹.
- صادقی، سید کمال و سجودی، سکینه (۱۳۹۰). *مطالعه‌ی عوامل موثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران*، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۸ (۲۹)، ۱۸۰-۱۶۳.
- کاظمی، عالیه، شکوری گنجوی، حامد، زینب، رئوفی، مهناز، حسین‌زاده و شکیبیا، شیوا (۱۳۹۲). *مروری بر مطالعات مدلسازی عرضه انرژی و انتخاب بهترین تحقیقات انجام شده در ایران با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاستگذاری انرژی*، ۱ (۲)، ۲۸-۵.

- مکیان، سید نظام الدین، نوروزی، علی، کاظمی، ابوطالب، شهیکی تاش، محمد نبی و زنگی آبادی، پروانه (۱۳۹۴)، ارزیابی شدت انرژی و اثر تکنولوژی بر کارایی تقاضای صنعتی انرژی (مورد ایران)، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۴(۱۶)، ۲۴۲-۲۰۹.
- یزدانی، مهدی، و توکلی، حسین (۱۳۹۹). تحلیل اثر سرمایه گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای سرمایه‌ای بر شدت انرژی در بخش های اقتصادی ایران، *فصلنامه اقتصادی و الگوسازی*، ۱(۱)۱، ۹۹-۶۷.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. & Howitt, P. (2005). Competition and innovation: an inverted-U relationship. *Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 701-728.
- Golder, B. (2011). Energy Intensity of Indian Manufacturing Firms Effect of Energy Prices, Technology and Firm Characteristics. *Science Technology & Society*, 16(3), 351-372.
- Ali Dehghani, Moulai, Mohammad Ali, Hosseinzadeh, Samaneh, & Herati, Javad. (2014). Investigating the impact of market performance, advertising and innovation costs on the degree of concentration in Iran's food and beverage industries. *Economic Development Policy Quarterly of Alzahra University*, 2(1). (in Persian)
- Ali Shahinpur, & Afsaneh Khoshrifar. (2019). The Impact of the Exports and Imports of investment – interface goods on the value added of the Industries of Iran. *Karberdi Economics*, 28 (9). (in persian)
- Alieh Kazemi , Hamed Shakouri Ganjavi, Zeinab Raoofi, Mahnaz Hossein Zadeh, & Shiva, Shakiba. (2013). A Review of Energy Supply Modeling Studies and Choosing Best Ones in Iran with the Use of AHP. *Journal of Energy Planning And Policy Research*, 1 (2), 5-28. (in persian)
- Anwari Ibrahim, Farazmand Hassan, & Shaliari, Farzaneh. (2018). Estimation Non-Linearity Effect of Competitiveness on Innovation in Iranian Industries: Emphasizing Different Levels of Industry Technology And the Poisson Pseudo-maximum Likelihood Method And Panel Threshold Regression. *Quarterly Journal of Applied Economics Studies Iran*, 8 (29), 185-213. (in persian)
- Arrow, Kenneth. (1962). *Economic welfare and the allocation of resources for invention, From the book The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, <https://doi.org/10.1515/9781400879762-024>.
- Chattacharyya, C. Subhes. (2011). *Energy Economic Concepts Issues Markets and Governance*. London Springer, <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-268-1>.
- Carlsson, B. (2003). *Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective*. Weatherhead School of Management. Case Western Reserve University, <https://doi.org/10.4337/9781847207012.00064>
- Ebrahim, Heydari, & Daryani, Atefe. (2015). *Investigating the relationship between energy intensity, energy consumption and inflation in Iran*. The second international conference on sustainable development, solutions and challenges, focusing on agriculture, natural resources, environment and tourism, Tabriz. (in persian)
- Ebrahimi Salari, Taghi, & Yasmin, Qutbuddinian-Yazd. (2013). *An analysis of the intensity of energy consumption in the major crude oil exporting countries (during the period from 1990 to 2010)*. The third international conference on new approaches in energy conservation in Tehran. (in Persian).
- Farhad Khodadad Kashi. (2010). *Industrial Economy*, Tehran, Samit Publishing House. (in Persian)
- Farhad Khodakashi. (۱۹۹۹). *Market structure and performance, theory and its application in industry*. second edition, Tehran, Institute of Economic Studies and Research. (in Persian)
- Jin D, Duan K, & Tang X. (2018). *What Is the Relationship between Technological Innovation and Energy Consumption?*. Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data from China Sustainability 2018, 10, 145; doi:10.3390/su10010145.
- Kumarz Soheili, Shahram, Fattahi, Mohammad Saeed, zabihidan, & Masoumeh, hadizadegan. (2015). The Relationship between Efficiency and Industrial Concentration of Food and Beverage Industries in Iran. *Journal of Economic Modelling*, 8(3). (in Persian)



- Liu, J., Cheng, Z., & Zhang, H. (2017). Does industrial agglomeration promote the increase of energy efficiency in China? *Journal of Cleaner Production*, 164, 30-37.
- Lovo S., & Gasiorek, Tol. (2014). *Investment in second-hand capital goods and energy intensity*. Centre for Climate Change Economics and Policy. *Working Paper No. 18*.
- Mahdi, Yazdani, & Hossein Tavakoli. (2020). Analyzing the Effect of Foreign Direct Investment and Import of Capital Goods on Energy Intensity in Iranian Economic Sectors. *Journal of Economics and Modelling*, 11 (1), 67-95. (in Persian)
- MirTaher, PoorPartovi, Davod, DaneshJafari, & Asadollah, Jalalabadi. (2010). Comparative Study of Monopoly and Concentration in some of the Country's Industries. *Economics Research*, 9(35), 129-154. (in Persian)
- Mohsen, Pourebadollahan Covich, Parviz, Mohamadzadeh, Firouz, Fallahi, Hekmati, Farid. (2014). Concentration in the Iranian Cement Industry. *Quarterly of Journal of Applied Theories of Economics*, 1(2). (in Persian)
- Samargandi Nahla. (2019). Energy intensity and its determinants in OPEC countries. *Energy*, 186, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.133>.
- Scherer, FM. (1967). Market structure and the employment of scientists and engineers. *American Economic Review*, 57(3), 524-531.
- Schumpeter, Joseph. (1943). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Allen and Unwin, London.
- Seyed Nezamuddin, Makiyan; Ali, Norouzi, Abutaleb, Kazemi, Mohammadnabi, ShakykiTash, & Parvaneh, Zangiabadi. (2015). Evaluation of Energy Intensity and the Effect of Technology on the Efficiency of Industrial Energy Demand: A Case Study of Iran. *Iranian Energy Economiccs*, 4(16), 209-242. (in Persian)
- Seyyed Kamal, Sadeghi, & Sakineh, Sojodi. (2011). A study of factors affecting energy intensity in Iranian industrial enterprises, *Quarterly Energy Economics Review*, 8(29), 163-180. (in Persian)
- Shahinpur, Ali, & Afsaneh, Khoshriftar. (1398). The Impact of the Exports and Imports of Kalhay Sarmayhai-Vasthai on the Arzsh Afzodeh on the Industries of Iran. *Karberdi Economy*. 9(28), 69-82. (in Persian)
- Wing, Sue Ian. (2008). Explaining the Declining Energy Intensity of the U.S. Economy. *Resource and Energy Economics*, 30(1), 21-49.
- Zeynab Bisadi, Ali, Faridzad, & Ali Asghar Banouei. (2020). Decomposition of Energy Intensity in Iranian Economic Sectors with Emphasis on Scale Effect and Consumption Pattern. *Journal of Economic Modelling*, 11(3), 93-122. (in Persian)