Vol. 12, No. 48, Winter (2024)

مطالعات اقتصادی کاربردی ایران

Quarterly Journal of Applied Economics Studies, Iran (AESI)

Applied Economics Studies, Iran (AESI)
P. ISSN:2322-2530 & E. ISSN: 2322-472X
Journal Homepage: https://aes.basu.ac.ir/
Scientific Journal of Department of Economics, Faculty of Economic and Social Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.
*Copyright©2022, The Authors. This open-access article is published under the terms of the **Creative Commons**.*

Bu-Ali Sin University

Economic Valuation of Electricity Input in Iranian Energy-Intensive Industries

Seyed Mahdi Nikzad-Hoseini[1], Mehdi Sadeghi-Shahdani[2]

Type of Article: Research
https://dx.doi.org/10.22084/AES.2023.28204.3622
Received: 2023.08.22; Accepted: 2023.10.26
Pp: 133-160

Abstract

Electric energy is one of the most significant production inputs in various industries, especially energy-intensive industries. As an incentive for industrial activity, this input is delivered to Iranian industries at prices below their cost. In one sense, this type of pricing has made energy-intensive industries profitable, while on the other hand, it has reduced investment in electricity generation industries. The current study uses published data from 2003 to 2019 of the country's industries to identify energy-intensive industrial groups. Their production function estimate using dynamic, per capita panel model. On the basis of the marginal production value of these industries, the economic value of electric energy input was calculated. This study indicates that in the energy-intensive industry of "Manufacture of chemicals and chemical products", the short-term and long-term economic value of electric energy input is approximately 5.6 to 6.5 times the average price paid for it. This ratio is approximately 1.8 to 2 in the "Manufacture of other non-metallic mineral products" and 1.4 to 1.7 in the "Manufacture of basic metals" energy-intensive industries. The average of this ratio is about 2.9 to 3.5 for entire Iranian industry ranges.

Keywords: Electrical Energy Input, Energy-Intensive Industries, Economic Value, Production Function, Marginal Product Value, Dynamic Panel Model.
JEL Classification: C23, D24, L11, Q41.

1. M.A. Student in Economic Sciences, Department of Economics, Faculty of Society and Governance, Electronic Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Professor, Department of Economic, Faculty of Islamic Studies and Economics, Imam Sadiq (A.S) University, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
Email: shahdani@yahoo.com

Citations: Nikzad Hoseini, S. E. M. & Sadeghi Shahdani, M., (2024). "Economic Valuation of Electricity Input in Iranian Energy-Intensive Industries". *Journal of Applied Economics Studies in Iran,* 12(48): 133-160. doi: 10.22084/aes.2023.28204.3622
Homepage of this Article: https://aes.basu.ac.ir/article_5355.html?lang=en

1. Introduction

Industrial energy, including electrical energy, makes up a significant portion of the Iranian energy consumption. Statistics from the energy balance sheet (Ministry of Energy, 2010-2021) show that during 2003 to 2019, the industrial sector has seen an increase in energy consumption from 20% to 25%. Statistics of energy consumption in industrial manufacturing with 10 workers or more, published by the Iranian Statistical Centre (2011-2019, 2022) among different industrial activities, show that "Division 20: Production of chemicals and chemicals," "Division 23: Production of other non-metallic mineral products" and "Division 24: Production of base metals" averaged 29.5%, 24.6%, and 20.4%, respectively. So, these three groups of industries consume about 75% of the country's industrial energy. As a result, these three industrial groups are the most energy-intensive in the country (Azadeh et.al. 2008).

3. Method

In order to estimate "economic value", several methods are available. Production function-based method of measuring economic value is appropriate for inputs that are used in a production process and whose final output has a market value. In particular, Cobb-Douglas production functions have been used to describe a wide range of production processes and have proved useful for studies related to input productivity (Besanko et.al. 2020).

The input of interest in this study is "electrical energy" in kilowatt-hours, indicated by the symbol$E$. Other inputs for industrial production are "labor" denoted by the symbol$L$, and "value of capital stock" indicated by the symbolKv. In addition, industrial activities involve inputs such as "primary materials and raw materials", "used fuel" and so on. A sum of the value of these inputs (except electricity) is termed "the value of other inputs to industrial activities except electricity" and it is shown byMv. In addition, Qv indicates the value of the outputs of industrial activities. The data of input and output values is presented in Rials, which has been adjusted to the fixed price of 2013 using the producer price index (Statistical Centre of Iran, 2021).

It should be noted that the input "capital stock value" (Kv) is not included in the statistical tables. Capital stock can be estimated using a variety of methods. For this research, the "net investment exponential trend" method is used. According to this method, net investment increases over time with a constant rate of increase (Tahamipour, 2016).

Taking into account the above variables and utilizing Cobb-Douglas production functions, the panel model can be derived as follows, where i represents the cross-section (sub-industry) and t represents the time series of data:

$$ln(Qv_{i,t}) = \alpha_{0_i} + \alpha_1 ln(L_{i,t}) + \alpha_2 ln(E_{i,t}) + \alpha_3 ln(Mv_{i,t}) + \alpha_4 ln(Kv_{i,t}) \qquad (6)$$

The model's intercept (α_{0_i}) represents the individual characteristics of each cross-section. Relation (6) is considered as a per capita panel model in order to reduce the collinearity and to increase the reliability of the desired model:

$$ln\left(\frac{Qv_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = \alpha_{0_i} + \alpha_2 ln\left(\frac{E_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \alpha_3 ln\left(\frac{Mv_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \alpha_4 ln\left(\frac{Kv_{i,t}}{L_{i,t}}\right) \qquad (7)$$

Production functions determine the maximum amount of output the company can produce using the specified level of inputs. Based on the hypothesis of adaptive

expectations, desired and optimal values of inputs may be expressed in terms of the actual values of the inputs. As a consequence, the autoregressive dynamic per capita panel model of the production function can be obtained as follows by assuming the influence of the interruption from the previous period (Gujarati &Porter,2009), (Suri,2021):

$$ln\left(\frac{Qv_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = \alpha_{0_i} + \alpha_2 ln\left(\frac{E_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \alpha_3 ln\left(\frac{Mv_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \alpha_4 ln\left(\frac{Kv_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \gamma ln\left(\frac{Qv_{i,t-1}}{L_{i,t-1}}\right) \quad (8)$$

The partial derivative of the product value with respect to the desired input is used to determine the elasticity of the product value with respect to the electricity input ($\epsilon_{Qv,E}$):

$$\epsilon_{Qv,E} = \frac{\partial Qv/Qv}{\partial E/E} \quad (10)$$

Therefore, the α_2 coefficient in the dynamic per capita production function model (9) is equal to the elasticity of product value with respect to electricity input. Additionally, the economic value of a desired input is equal to its marginal productivity within the production process. Hence, the economic value of electricity input can be calculated using the following relationship (Lim & Yoo, 2016):

$$EV_E = \frac{\partial Qv}{\partial E} = \frac{Qv}{E} \times \epsilon_{Qv,E} = \frac{Qv}{E} \times \alpha_2 \quad (11)$$

In the estimation of the panel model, inputs and outputs are used at the fixed price of a base year, so the average economic value of electricity in each sub-group industry can be calculated based on the average economic value in each year. Therefore, if the number of years under study is$T$, we have:

$$EV_{E_i} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \frac{Qv_{i,t}}{E_{i,t}} \times \epsilon_{Qv,E} = \frac{\overline{Qv_i}}{\overline{E_i}} \times \alpha_2 \quad (12)$$

4. Discussion

Based on data related to 20 sub-industries as cross-sections and since 2003 to 2019 as time series in the structure of a panel model, the coefficients of this model have been estimated. A summary of the estimation results is presented in Table 1.

The elasticity of the product value with respect to the amount of electricity input ($\epsilon_{Qv,E}$), is determined by Table 1 and equation (10), is 0.029741. As a result, by applying equation (12), the short-run economic value of electric energy input can be calculated for each of the subgroups of energy-intensive industries.

Based on these results, as shown in figure (1), the subgroup "Class 2021: Manufacture of pesticides and other agrochemical products" has the highest economic value among the 20 subgroups of energy-intensive industries in the country during the studied years and is equal to 6602 Rials. As well, the lowest economic value is associated with the subgroup "Class 2394: Manufacture of cement, lime and plaster" equivalent to 345 Rials (all Rials adjusted to the fixed price of 2011).

For the purpose of comparing the economic value of electricity input in energy-intensive industries, the above procedure was conducted using data for the entire country's industries as well as a dynamic per capita production function model. During 17 consecutive years from 2003 to 2019, a total of 122 sub-industries with four-digit ISIC codes were considered as cross-sections in this estimate. According to these results, the average short-run and long-run economic value of electric energy input in the country's

industries was equal to 1945 Rials and 2380 Rials (adjusted to the fixed price of 2011), respectively, from 2003 to 2019.

5. Conclusion

According to these results, the short-term and long-term economic values of electric energy input in the energy-intensive industry and the average price paid for it shown in figure 3. As shown, the economic value created by this input in "Division 20" industry group is approximately 5.6 to 6.5 times that of the average price paid. In "Division 23" this relation is approximately 1.8 to 2 and in "Division 24", is about 1.4 to 1.7 Furthermore, the average short-term and long-term economic value of electric energy in the entire industry of the country is 1945 and 2380 rials, respectively, and the average price paid is 682 rials. Consequently, the ratio of economic value to price paid in the entire industry ranges from 2.9 to 3.5.

Therefore, the economic value generated by the input of electric energy in the energy-intensive and average industry sectors of the country is greater than the price they pay for this input. So, it is suggested that when determining the tariff for energy inputs, particularly electric energy for industry and especially for energy-intensive industries, the economic value of that input should be considered in each industry group. The pricing based on its economic value makes both the electricity producer benefit from its income and contribute to the growth and improvement of the electricity industry production, and for the consumer industry, a fair price is generated based on their share of the final value.

Acknowledgments

At the end, the authors feel it necessary to express their appreciation to the anonymous reviewers of the journal for their contribution to the improvement of the article.

Observation Contribution

The authors, while complying with the publishing ethics, declare that due to the extraction of the article from the master's thesis, Seyed Mehdi Nikzadul Hosseini as the author, under the supervision of Mehdi Sadeghi Shahedani as the supervisor, played a role in the stages of research and writing of this article.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

مطالعات اقتصادی کاربردی ایران
Quarterly Journal of Applied Economics Studies, Iran (AESI)
سال دوازدهم، شمارهٔ ۴۸، پاییز ۱۴۰۲

فصلنامهٔ علمی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
شاپای چاپی: ۲۵۳۰-۲۳۲۲؛ شاپای الکترونیکی: ۲۳۲۲-۴۷۲X
وب‌سایت نشریه: https://aes.basu.ac.ir
نشریهٔ گروه اقتصاد، دانشکدهٔ علوم اقتصادی و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

برآورد ارزش اقتصادی نهادهٔ انرژی برق در صنایع انرژی‌بر ایران

سیدمهدی نیکزادالحسینی[۱]، مهدی صادقی‌شاهدانی[۲]

نوع مقاله: پژوهشی
شناسهٔ دیجیتال: https://dx.doi.org/10.22084/AES.2023.28204.3622
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۴
صص: ۱۶۰-۱۳۳

چکیده

انرژی برق یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید در صنایع مختلف و به‌خصوص صنایع انرژی‌بر است. در ایران این نهاده به‌عنوان مشوق فعالیت‌های صنعتی، پایین‌تر از قیمت تمام‌شده به صنایع تحویل می‌شود؛ این نوع قیمت‌گذاری ازطرفی موجب سودآوری صنایع انرژی‌بر و ازطرف دیگر موجب کاهش رشد سرمایه‌گذاری در بخش تولید برق شده است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های منتشر شده برای سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ شمسی صنایع کشور، صنایع انرژی‌بر مشخص شده و مدل تابلویی تابع تولید این صنایع برآورد شده است. در این مدل معنی‌داری بعضی از ضرایب مدل در سطح قابل‌قبول نمی‌باشد؛ لذا مدل تابع تولید به‌صورت سرانه و هم‌چنین پویا برآورد شده و درنتیجه معنی‌داری همهٔ ضرایب تأیید می‌شود. بر این‌مبنا، ارزش تولید نهایی این صنایع به ازاء واحد انرژی برق مصرفی، محاسبه‌شده و به‌عنوان ارزش اقتصادی نهادهٔ انرژی برق درنظر گرفته می‌شود. طبق این نتایج در صنعت انرژی‌بر«تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی»، ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت نهادهٔ انرژی برق حدود ۵/۶ تا ۶/۵ برابر متوسط بهای پرداخت‌شده برای این نهاده می‌باشد. این نسبت در صنعت «تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» حدود ۱/۸ تا ۲ و برای صنعت «تولید فلزات پایه» حدود ۱/۴ تا ۱/۷ می‌باشد. این نسبت به‌طور متوسط در کل صنعت کشور حدود ۲/۹ تا ۳/۵ می‌باشد.

کلیدواژگان: نهادهٔ انرژی برق، صنایع انرژی‌بر، ارزش اقتصادی، تابع تولید، ارزش تولید نهایی، مدل تابلویی پویا.
طبقه‌بندی JEL: C23, D24, L11, Q41.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ جامعه و حکمرانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیکی، تهران، ایران.
Email: sm.nikzad@gmail.com
۲. استاد گروه اقتصاد، دانشکدهٔ معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول).
Email: shahdani@yahoo.com

ارجاع به مقاله: نیکزادالحسینی، سیدمهدی؛ و صادقی‌شاهدانی، مهدی، (۱۴۰۲). «برآورد ارزش اقتصادی نهادهٔ انرژی برق در صنایع انرژی‌بر ایران». فصلنامهٔ مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۱۲(۴۸): ۱۳۳-۱۶۰. doi: 10.22084/aes.2023.28204.3622
صفحهٔ اصلی مقاله در سامانهٔ نشریه: https://aes.basu.ac.ir/article_5355.html?lang=fa

۱. مقدمه

یکی از بحران‌ها و چالش‌های مهم جهان امروز، کمبود منابع انرژی است. در ایران به‌جهت وجود منابع غنی زیرزمینی و ظرفیت بالای منابع طبیعی، عرضهٔ انرژی اغلب با قیمت‌های پایین‌تر از نرخ جهانی انجام می‌شود. برق یکی از حامل‌های انرژی است که به‌عنوان نهادهٔ تولید در صنایع مختلف استفاده می‌شود. این نهاده به‌عنوان مشوق فعالیت‌های صنعتی معمولاً با قیمت پایین‌تر از قیمت تمام‌شده به این صنایع تحویل می‌شود. این نوع قیمت‌گذاری ازطرفی موجب سودآوری صنایع انرژی‌بر و عدم الزام آن‌ها به ارتقا تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا شده است. وقتی مشوق‌های سرمایه‌گذاری به‌صورت طولانی‌مدت ارائه شود، موجب اُفت پیوسته بهره‌وری و کاهش رقابت‌پذیری می‌شود. صنایع انرژی‌بر با به‌کارگیری انرژی، محصولات خود را تولید می‌کنند و بخشی از سودآوری آن‌ها به‌دلیل استفاده از نهادهٔ تولید ارزان قیمت است؛ لذا این نوع قیمت‌گذاری ازطرفی موجب سودآوری این صنایع و عدم الزام آن‌ها به ارتقاء تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا شده و ازطرف دیگر موجب چالش در توسعه و رشد سرمایه‌گذاری در تولید انرژی کشور ایجاد شده است؛ لذا لازم است ارزش اقتصادی نهاده‌های انرژی برای این صنایع مشخص شود و در قیمت‌گذاری این نهاده‌ها موردتوجه قرار گیرد.

بخش مهمی از انرژی کشور و ازجمله انرژی برق در بخش صنعت و به‌عنوان نهادهٔ تولید مصرف می‌شود. طبق آمار منتشر شده در ترازنامهٔ انرژی (وزارت نیرو، ۱۳۸۹–۱۴۰۰) طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ سهم مصرف کل انرژی کشور در بخش‌های «خانگی، عمومی، تجاری» از ۴۱٪ به حدود ۳۴٪ و در بخش «حمل و نقل» نیز از ۲۹٪ به ۲۳٪ کاهش‌یافته است، ولی در بخش «صنعتی» از ۲۰٪ به ۲۵٪ افزایش یافته است. برمبنای آمار مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰نفر کارکن و بیشتر، منتشر شده توسط مرکز آمار ایران (۱۳۹۰–۱۳۹۸، ۱۴۰۱) در بین فعالیت‌های صنعتی مختلف، سهم مصرف انرژی در سه صنعت «کد ۲۰: تولید موادشیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی»، «کد ۲۳: تولیدسایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» و «کد ۲۴: تولید فلزات پایه» به‌طور متوسط به‌ترتیب حدود ۲۹/۵٪، ۲۴/۶٪ و ۲۰/۴٪ و درمجموع حدود ۷۵٪ از انرژی مصرف‌شده در کل فعالیت‌های صنعتی کشور بوده است؛ هم‌چنین سهم مصرف نهادهٔ انرژی برق در این صنایع حدود ۷۱٪ از کل مصرف انرژی برق صنایع کشور می‌باشد؛ بنابراین این سه گروه صنعتی، صنایع انرژی‌بر کشور می‌باشند (آزاده[1] و همکاران، ۲۰۰۸).

هر محصول با استفاده از ترکیبات مختلف نهاده‌ها تولید می‌شود؛ بنابراین نهاده‌های تولید شامل: سرمایه، نیروی‌کار، انرژی و مواد اولیه، هرکدام سهمی در ارزش نهایی محصول تولیدی دارند. انرژی برق نیز یک نهادهٔ ضروری در فرآیند تولید و زیرساخت حیاتی در توسعهٔ صنعتی کشور می‌باشد؛ لذا اطلاع از «ارزش اقتصادی[2]» آن در سیاست‌گذاری و مدیریت تأمین انرژی برق پایدار و هم‌چنین تعرفه‌گذاری منصفانه برای صنایع مختلف اهمیت ویژه‌ای دارد. برآورد ارزش اقتصادی برق در تخصیص بهینهٔ آن درمیان بخش‌های مصرف‌کننده نیز مفید است. در صورت کمبود منابع، ممکن است امکان تأمین آن برای همهٔ مشترکین صنعتی وجود نداشته باشد؛ و لذا اشتراک منبع محدود موضوع اصلی مدیریت انرژی برق خواهد بود. باوجود اهمیت موضوع ارزش اقتصادی انرژی برق در صنایع کشور، درمیان مقالات منتشرشدهٔ پژوهشی در این‌خصوص یافت نشد؛ لذا در این پژوهش تلاش شده است

---
[1]. Azadeh
[2]. Economic Value

تا ارزش اقتصادی برق صنعتی در صنایع انرژی‌بر و هم‌چنین متوسط کل صنایع کشور با استفاده از مفهوم «ارزش نهایی[۱]» نهادهٔ تولید و مبتنی‌بر «تابع تولید[۲]» محاسبه شود.

در روش محاسبهٔ ارزش اقتصادی مبتنی‌بر تابع تولید، میزان سهم هر نهاده از ارزش کل محصول نهایی تولیدشده، سنجیده می‌شود و به‌عنوان ارزش اقتصادی آن نهاده مطرح می‌شود. در این روش، ارزش یک نهادهٔ غیربازاری، با ارزیابی سهم آن به‌عنوان نهاده در فرآیند تولید یک کالای بازاری تخمین زده می‌شود. بدین‌منظور برمبنای تئوری‌های اقتصاد خُرد و مبتنی‌بر داده‌های تجربی، تابع تولید محصول نهایی برمبنای مقدار نهادهٔ موردنظر و ارزش بازاری سایر نهاده‌ها به‌دست می‌آید؛ سپس با استفاده از این تابع و با استفاده از مشتقات جزئی آن، بهره‌وری نهایی نهادهٔ موردنظر محاسبه می‌شود. بر این‌مبنا، اثر استفاده از هر واحد اضافه از نهادهٔ موردنظر بر کل مقدار محصول تولید شده مشخص می‌شود. درنهایت برای محاسبهٔ ارزش پولی آن نهاده، بهره‌وری نهایی آن در قیمت واحد محصول تولید شده ضرب می‌شود (گراماتیکوپولو[۳] و همکاران، ۲۰۱۹).

در این پژوهش، برمبنای آمار منتشر شده، تابع تولید صنایع انرژی‌بر کشور برمبنای الگوی «کاب–داگلاس[۴]» و به‌صورت «ایستا[۵]» برآورد می‌شود. به‌دلیل وجود هم‌خطی در متغیرهای مستقل مدل، معنی‌داری بعضی از ضرایب در سطح مطلوب به‌دست نمی‌آید؛ لذا مدل تابع تولید به‌صورت «سرانه[۶]» و به ازاء هر نفر نیروی کار برآورد می‌شود تا میزان هم‌خطی مدل کاهش یابد. تابع تولید بیانگر رابطهٔ حداکثر محصول تولیدی به ازاء به‌کارگیری سطح بهینهٔ نهاده‌ها می‌باشد. در داده‌های واقعی بنگاه‌ها به‌دلایل مختلف معمولاً سطح بهینهٔ نهاده‌ها و تولید حداکثر رعایت نمی‌شود؛ لذا برمبنای فرضیهٔ «انتظارات تطبیقی[۷]»، مدل تابع تولید سرانه به‌صورت «پویا[۸]» برآورد شده و برمبنای آزمون‌های اقتصادسنجی اعتبار مدل تأیید می‌شود؛ سپس ارزش اقتصادی نهادهٔ انرژی برق برای این صنایع براساس ارزش تولید نهایی محاسبه شده است. در این روش، ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت مبتنی‌بر سنجش سهم نهاده موردنظر در ارزش نهایی ایجاد شده در محصولات تولیدی هر صنعت به‌دست می‌آید؛ به‌عبارت دیگر، ارزش ایجاد شده در تولید به ازاء هر واحد نهادهٔ انرژی محاسبه می‌شود.

بنابراین برآورد ارزش اقتصادی برمبنای سهم آن به‌عنوان نهادهٔ تولید و درنظر گرفتن آن در سیاست‌گذاری‌های توسعهٔ کشور و تعیین تعرفهٔ آگاهانه برای انرژی مورداستفاده در صنعت اهمیت ویژه دارد. تعیین ارزش اقتصادی می‌تواند در قیمت‌گذاری منصفانه مورداستفاده قرار گیرد؛ چرا که ازنظر صنایع مصرف‌کننده، ارزش اقتصادی نهادهٔ انرژی، سهمی است که این نهاده در ارزش نهایی ایجاد شده داشته است. بر این‌مبنا، تولیدکنندهٔ انرژی برق نیز می‌تواند از عواید آن بهره‌مند شده و در جهت رشد و اعتلای تولید این صنعت گام بردارد.

---

1. Marginal Value
2. Production Function
3. Grammatikopoulou
4. Cobb-Douglas
5. Static
6. Per Capita
7. Adaptive Expectations
8. Dynamic

۲. مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

در علم اقتصاد نحوهٔ تخصیص منابع کمیاب به انتخاب‌های مختلف کالا و خدمات موردنیاز مطالعه می‌شود. آن‌چه باعث برگزیده شدن بین این انتخاب‌ها می‌شود، ارزشی است که مصرف‌کننده برای آن‌ها قائل است تا حداکثر رفاه موردنظر خود را فراهم نماید. وقتی بازاری با عملکرد مناسب برای آن محصول وجود داشته باشد، قیمت‌ها منعکس‌کنندهٔ ارزش آخرین واحد محصول معامله شده یا «ارزش نهایی» کالای موردنظر می‌باشد؛ و لذا قیمت بازار می‌تواند ملاکی برای سنجش ارزش آن باشد. با این‌حال، عرضه و تقاضا برای محصولاتی که بازاری با عملکرد مناسب ندارند، نمی‌تواند مبنایی برای تعیین ارزش باشند؛ به‌عنوان مثال، اگر برای برخی محصولات به‌دلایلی مداخلهٔ دولت صورت گیرد و با پرداخت یارانه یا اعمال محدودیت‌های دیگر، قیمت محصول منحرف شود، این قیمت نمی‌تواند بیان‌کنندهٔ ارزش واقعی آن محصول باشد. هم‌چنین برای بسیاری از خدمات زیست‌محیطی نظیر: جنگل‌ها، رودخانه‌ها، هوای پاک و... بازاری شکل نمی‌گیرد که بتوان برمبنای آن ارزش اقتصادی این خدمات را مشخص کرد. در این‌شرایط با استفاده از روش‌های مختلف برآوردی از «ارزش اقتصادی» آن کالا یا خدمات ارائه می‌شود تا برمبنای آن سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با آن، تخصیص منابع و اولویت‌ها یا جبران ضرر و زیان‌های وارد شده قابل انجام باشد.

گسترش روزافزون صنایع مختلف در سال‌های اخیر موجب افزایش مصرف نهادهٔ انرژی به‌شکل حامل‌های گوناگون در این بخش شده است. حامل‌های مختلف انرژی به‌عنوان جزئی از تابع تولید در کنار سایر نهاده‌ها نقش اساسی داشته و لذا با توجه به اهمیت این نهاده، ارزش اقتصادی آن در مقالات مختلف موردتوجه بوده است؛ به‌عنوان نمونه در مقالهٔ «پارک» و «یو»[1] (۲۰۱۳) با عنوان «ارزش اقتصادی گاز طبیعی مایع (LNG) در صنایع تولیدی کره» با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از ۳۲۸ بنگاه تولیدی کشور کره‌جنوبی طی سال ۲۰۱۱م. مدل تابع تولید برآورد شده است. برمبنای مشتق این تابع، ارزش اقتصادی گاز طبیعی مایع با محاسبهٔ ارزش تولید نهایی محصولات بنگاه‌های صنعتی این کشور به‌دست آمده است. طبق این نتایج، ارزش اقتصادی هر مترمکعب گاز طبیعی مایع۶۸۴۴ وون کره (KRW) به‌دست آمده است. این درحالی است که متوسط قیمت پرداخت شده برای این نهاده توسط صنایع این کشور ۶۲۹/۴ وون کره بوده است؛ لذا ارزش اقتصادی آن بیش از ۱۰ برابر قیمت پرداخت شده به‌دست آمده است؛ بنابراین منفعت ناشی از این نهاده برای صنایع بسیار بیشتر از هزینهٔ پرداخت شده برای آن است. ارزش اقتصادی گاز طبیعی در مقالهٔ «کیم»[2] و همکاران (۲۰۱۸a) با عنوان «اندازه‌گیری منفعت اقتصادی گاز طبیعی صنعتی در کره‌جنوبی» نیز بررسی شده است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در سال ۲۰۱۶م. از ۲۹۹ بنگاه تولیدی کشور کره‌جنوبی که از گاز طبیعی به‌عنوان نهادهٔ تولید استفاده می‌کنند، تابع تولید برآورد شده و برمبنای آن ارزش اقتصادی گاز طبیعی محاسبه شده است. طبق نتایج این پژوهش ارزش اقتصادی هر مترمکعب گاز طبیعی ۲۴۰۹ وون کره به‌دست آمده است. متوسط قیمت پرداخت شده برای این نهاده که از تقسیم کل هزینه پرداخت شده برای آن بر مقدار گاز طبیعی خریداری شده بر حسب مترمکعب به‌دست می‌آید، برابر ۶۶۷ وون کره در سال ۲۰۱۶م. بوده است؛ لذا ارزش اقتصادی آن حدود ۳/۶۱ برابر قیمت پرداخت‌شده

---

[1]. Park & Yoo
[2]. Kim

می‌باشد؛ بنابراین ارزش افزودهٔ این نهاده در فرآیند تولید صنایع مورد بررسی در کشور کره‌جنوبی بیش از قیمت پرداخت‌شده برای آن بوده است.

در مقالهٔ «کیم» و همکاران (۲۰۱۸b) با عنوان «ارزش نهایی حرارت در صنایع تولیدی کره» ارزش اقتصادی حرارت صنعتی[1] که در کشور کره‌جنوبی به‌عنوان نهادهٔ تولید در برخی صنایع مورداستفاده قرار می‌گیرد، با رویکرد تابع تولید بررسی شده است. در این پژوهش تابع تولید با استفاده از داده‌های ۲۵۶ بنگاه تولیدی در سال ۲۰۱۶م. که از حرارت صنعتی به‌عنوان نهادهٔ تولید خود استفاده می‌کنند، برآورد شده است. متغیر وابسته این مدل ارزش افزودهٔ صنایع و متغیرهای مستقل آن سرمایه، نیروی‌کار، مقدار حرارت صنعتی و جمع ارزش سایر نهاده‌ها درنظر گرفته شده است. بر این‌مبنا سهم نهایی حرارت صنعتی در ارزش‌افزوده بنگاه‌ها به‌دست آمده است. طبق این نتایج ارزش نهایی هر تن حرارت صنعتی ۲۰۳۶۹۶ وون کره می‌باشد. با توجه به این‌که متوسط قیمت هر تن حرارت صنعتی در سال ۲۰۱۶م. برابر ۳۹۴۴۵ وون کره بوده است؛ لذا ارزش نهایی آن بیش از ۵ برابر متوسط قیمت پرداخت شده می‌باشد.

ارزش اقتصادی نهادهٔ برق مصرفی صنایع، در مقالهٔ «لیم» و «یو»[2] (۲۰۱۶) با عنوان «ارزش اقتصادی برق در صنایع تولیدی کره» با استفاده از روش محاسبهٔ ارزش تولید نهایی بررسی شده است. این تحقیق برمبنای داده‌های ۷۳۲ کارخانهٔ صنعتی فعال در این کشور در سال ۲۰۱۱م. انجام شده است. براساس نتایج این پژوهش، کشش ارزش محصول نسبت به نهاده ۰/۱۲۷۹ و ارزش اقتصادی هر کیلووات‌ساعت انرژی برق ۲۳۹ وون کره به‌دست آمده است. متوسط قیمت برق مصرف‌شده در صنعت کشور کره‌جنوبی در سال ۲۰۱۰م. برابر ۷۶/۶ وون کره بر کیلووات‌ساعت بوده است؛ لذا ارزش اقتصادی برق مصرفی این صنایع حدود ۳ برابر متوسط قیمت پرداخت شده آن است؛ بنابراین مزایای حاصل از استفاده از این انرژی برای صنایع بیشتر از قیمت آن می‌باشد.

برآورد ارزش اقتصادی برای سایر نهاده‌هایی که به‌دلایل مختلف قیمت تحریف شده دارند نیز در پژوهش‌های مختلف موردتوجه قرار گرفته است؛ به‌عنوان نمونه در مقالهٔ «تهامی‌پور» (۱۳۹۶) با عنوان «ارزش اقتصادی، رویکردی برای مدیریت تقاضای آب در مصارف صنعتی» ارزش اقتصادی آب به‌عنوان نهادهٔ تولید در گروه صنعتی «تولید مواد شیمیایی اساسی به‌جز کود و ترکیبات ازت» موردتوجه قرار گرفته است. این گروه صنعتی حدود ۱/۳٪ از تعداد کارگاه‌های صنعتی کشور را شامل می‌شود، درحالی‌که حدود ۱۴٪ از آب مصرفی صنایع را مصرف می‌کند. داده‌های موردنیاز از مرکز آمار ایران طی سال‌های ۱۳۷۶ الی ۱۳۹۲ به‌صورت ساختار تابلویی استخراج شده است. تابع تولید این صنعت، با استفاده از چند الگوی تابعی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. براساس معناداری ضرایب و آزمون‌های مختلف، الگوی تابع تولید «دبرتین[3]» به‌عنوان بهترین الگو برای تحلیل داده‌های موردنظر مشخص‌شده و پس از برآورد ضرایب آن، ارزش تولید نهایی آب به‌دست آمده است. طبق نتایج این پژوهش ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب مصرفی در این گروه صنعتی ۳۶۶۹۷ ریال می‌باشد. متوسط قیمت پرداخت‌شده برای هر مترمکعب آب صنعتی حدود ۵۶۸۵ است؛ لذا ارزش تولید نهایی آب حدود ۶/۴ برابر قیمت پرداخت‌شده می‌باشد.

---

[1]. Industrial Heat
[2]. Lim & Yoo
[3]. Debertin

ارزش اقتصادی آب به‌عنوان نهادهٔ تولید در صنایع استان یزد نیز در مقالهٔ «محبی» و همکاران (۱۳۹۸) با عنوان «تحلیل وضعیت مصرف آب در صنایع استان یزد» مورد تحلیل قرار گرفته است. داده‌های پژوهش مربوط به صنایع این استان طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۴هش. بوده است؛ در این مقاله تابع تولید صنایع این استان برمبنای الگوی تابع «کاب–داگلاس» برآورد شده است. بر این‌اساس ارزش تولید نهایی هر مترمکعب نهادهٔ آب به‌طور میانگین۲۰۷۰۰۰ ریال به‌دست آمده است؛ درحالی‌که متوسط وزنی قیمت هر مترمکعب آب در بخش صنعت ۶۱۳۹ریال بوده است؛ لذا به‌طور متوسط ارزش اقتصادی آب در صنعت استان یزد بیش از ۳۳ برابر میانگین وزنی تعرفهٔ آب این بخش محاسبه شده است. این مسأله انگیزهٔ بیشتر برای توسعهٔ صنایع آب‌بر به‌همراه داشته است؛ هم‌چنین در مقالهٔ «محبی» و همکاران (۱۴۰۱) با عنوان «برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع استان یزد: رهیافت ارزش تولید نهایی آب» چندین الگوی تابع تولید با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای ۱۱ کد صنعت طی دورهٔ ۱۳۷۵ الی ۱۳۹۴ برآورد شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تعرفهٔ آب بسیار کوچک‌تر از میانگین ارزش تولید نهایی آب در این صنایع بوده است؛ لذا این بنگاه‌های صنعتی سود ویژه‌ای از این نهاده دریافت می‌کنند.

مقالهٔ «قدمی فیروزآبادی» و همکاران (۱۴۰۱) با عنوان «ارزش‌گذاری اقتصادی و بهره‌وری آب دو محصول گندم و جو در استان همدان» با استفاده از تابع تولید «کاب–داگلاس» ارزش اقتصادی آب مصرفی در بخش تولید دو محصول عمدهٔ گندم و جو به‌ترتیب ۲۰۴۳ و ۳۷۵۵ ریال بر مترمکعب تعیین شده است. با توجه به هزینهٔ ۴۹۶ ریالی استحصال آب از منابع زیرزمینی می‌توان بیان‌داشت که ارزش اقتصادی آب در دو محصول موردمطالعه بسیار بیشتر از هزینه‌هایی است که کشاورزان برای استحصال آن متحمل می‌شوند؛ لذا می‌توان با تعیین ارزش اقتصادی آب، انگیزه‌ها را به‌سمت تخصیص کاراتر آب و افزایش بهره‌وری هدایت نمود.

در مقالهٔ «کو» و «یو»[1] (۲۰۱۲) با عنوان «ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی کره» آب به‌عنوان نهادهٔ تولید صنایع تولیدی کشور کره با استفاده از روش تابع تولید و برمبنای ارزش تولید نهایی براساس داده‌های سال ۲۰۰۳م. مورد ارزشیابی قرار گرفته است. در این پژوهش داده‌های۵۳۹۱۲ کارخانهٔ فعال در بخش‌های مختلف صنعتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و تابع تولید آن‌ها برمبنای چند الگوی تابعی برآورد شده است. براساس بهترین الگوی تابع تولید، ارزش اقتصادی آب مورداستفاده به تفکیک صنایع مختلف به‌دست آمده است. طبق نتایج این پژوهش، در دورهٔ مورد بررسی به‌طور متوسط ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب ۱۱۵۶ وون کره به‌دست آمده است. محدودهٔ ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب از ۴۲۸ وون کره در صنعت «تولید ابزار دقیق» تا ۱۳۷۶۰ وون کره در صنعت «تولید تجهیزات حمل و نقل» می‌باشد؛ لذا با توجه به تفاوت بسیار زیاد آن در بین فعالیت‌های صنعتی مختلف، پیشنهاد شده که در تحلیل هزینهٔ فایده پروژه‌های صنعتی جدید این نتایج نیز موردتوجه قرار گیرد و در زمان کمبود منابع آب، تخصیص آن به صنایع با بهره‌وری بیشتر انجام گیرد.

در مقالهٔ «وازکوئز لاوین»[2] و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان «تقاضای آب در صنایع تولیدی شیلی: تحلیل ارزش اقتصادی آب و کشش تقاضا» نیز ارزش اقتصادی آب مصرفی صنایع تولیدی کشور شیلی با محاسبهٔ بهره‌وری نهایی برمبنای تابع تولید به‌دست آمده است. این برآورد برمبنای داده‌های تابلویی استخراج شده از ۱۰۵۲۸ کارخانه صنعتی در دورهٔ سال‌های ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۴م. انجام‌گرفته است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که متوسط ارزش

[1]. Ku &Yoo
[2]. Vasquez-Lavín

اقتصادی هر مترمکعب آب مصرفی در همهٔ بخش‌های صنعتی این کشور ۸/۰۷۱ دلار می‌باشد. کمترین ارزش به‌دست آمده در بخش‌های مختلف صنعتی مربوط به صنعت کاغذ برابر ۵/۶۰۵ دلار و بیشترین آن در صنایع چوب به‌جز مبلمان با ۱۷/۸۸۱ دلار می‌باشد. مقایسهٔ ارزش اقتصادی با هزینهٔ پرداخت شده برای آب مصرفی در هر بخش صنعت، نشان می‌دهد که در کدام بخش امکان افزایش تعرفهٔ بدون اثر بر رقابت‌پذیری آن وجود دارد. این رویکرد وقتی مناسب است که کشش قیمتی تقاضا به‌قدری بالا باشد که اثر قابل‌توجهی بر کاهش مصرف آب در صنعت وجود داشته باشد.

ارزش اقتصادی آب در صنایع تولیدی کشور مکزیک نیز در مقالهٔ «رودریگز تاپیا»[1] و همکاران (۲۰۲۱) با عنوان «آب در صنعت مکزیک: مطالعه ارزش اقتصادی» با استفاده از داده‌های مربوط به سال ۲۰۱۳م. که از ۴۷۶۷۵۳ بنگاه اقتصادی جمع‌آوری شده، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است؛ در این پژوهش نیز تابع تولید صنایع برآورد شده و برمبنای آن ارزش نهایی نهادهٔ آب برای همهٔ صنایع این کشور و هم‌چنین گروه‌های مختلف صنعتی به‌دست آمده است. طبق این نتایج ارزش اقتصادی آب در صنعت کاغذ کمترین مقدار و برابر ۹٪ از ارزش آن در کل صنایع و در صنعت نساجی و پوشاک بیشترین مقدار و برابر ۲۰۲٪ از ارزش آن در کل صنایع این کشور بوده است؛ به‌عبارت دیگر، مقدار مشخصی آب مصرفی به‌عنوان نهادهٔ تولید در صنعت نساجی و پوشاک بیش از ۲۲ برابر همان میزان آب مصرفی در صنعت کاغذ، ارزش افزوده ایجاد می‌کند؛ لذا این مقادیر در تحلیل هزینهٔ فایدهٔ صنایع در کنار سایر موضوعات باید مدنظر قرار گیرد.

هم‌چنین در مقالهٔ «گراماتیکوپولو»[2] و همکاران (۲۰۱۹) با عنوان «ارزش‌گذاری اقتصادی آب سبز در تولید مزارع غلات» ارزش اقتصادی آب استفاده شده در آبیاری غلات در منطقه‌ای در کشور چک با استفاده از تابع تولید «کاب–داگلاس» بررسی شده است؛ طبق این مقاله، آب مصرفی در این محصول از ذخایر آب‌های زیرزمینی ناشی از بارش باران می‌باشد و ارزش بالای آن در مقایسه با سایر نهاده‌های این تولید موردتوجه بوده است؛ لذا با مقایسهٔ بازده اقتصادی حاصل از انواع غلات با توجه به‌میزان مصرف آب، پیشنهاد سیاستی برای تخصیص بهتر منابع به غلات پربازده‌تر ارائه شده است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

روش‌های متنوعی برای برآورد «ارزش اقتصادی» وجود دارد که با توجه به نوع کالا و خدمات، نوع ارزش اقتصادی و هم‌چنین هدف موردنظر برای ارزش‌گذاری، انتخاب می‌شود. ارزش به‌دست‌آمده در روش‌های مختلف، برمبنای ترجیحات و اطلاعات جمعیت موردمطالعه در آن زمان است و می‌تواند در طول زمان یا در جمعیت دیگر، نتیجهٔ متفاوتی حاصل شود. روش سنجش ارزش اقتصادی برمبنای تابع تولید برای نهاده‌هایی قابل اجرا است که در یک فرآیند تولیدی استفاده می‌شود و محصول نهایی این فرآیند دارای ارزش بازاری است. در این روش تابع تولید فرآیند موردنظر با استفاده از مدل‌های اقتصادی تخمین زده می‌شود و برمبنای آن ارزش تولید نهایی هر نهاده براساس سهم هریک از نهاده‌ها در محصول نهایی سنجیده می‌شود.

---
[1]. Rodríguez-Tapia
[2]. Grammatikopoulou

در تحلیل‌های اقتصادی از الگوهای تابعی مختلف جهت برآورد تابع تولید استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین این توابع، تابع تولید «کاب–داگلاس» است که برای توصیف بسیاری از فرآیندهای تولیدی مورداستفاده قرار گرفته و به‌ویژه برای مطالعات مرتبط با بهره‌وری نهاده‌ها قابل‌پذیرش بوده است (بسانکو[1] و همکاران، ۲۰۲۰). این تابع در حالت ساده برای محصول تولید شده (Q) و دو نهاده سرمایه (K) و نیروی‌کار (L) و به‌صورت زیر می‌باشد:

$$ln(Q) = \beta_0 + \beta_1 ln(K) + \beta_2 ln(L) \quad (۱)$$

که در آن β_0، β_1 و β_2 به‌ترتیب ضریب بهره‌وری عوامل تولید[2]، کشش محصول نسبت به نهادهٔ تولید[3] سرمایه و نیروی کار می‌باشد. این تابع به‌صورت تعمیم‌یافته و برمبنای ارزش نهاده‌ها و ستانده‌های تولید موردنظر به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$ln(Qv) = \alpha_0 + \alpha_1 ln(X_1) + \alpha_2 ln(Xv_2) + \cdots + + \alpha_n ln(Xv_n) \quad (۲)$$

در این رابطه X_1 نهاده‌ای است که قیمت آن تحریف شده و برای سنجش ارزش اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است؛ لذا در تابع تولید، مقدار مصرف‌شده از این نهاده بر حسب واحد اندازه‌گیری آن قرار می‌گیرد. محصول فرآیند تولید و سایر نهاده‌ها قیمت واقعی دارند؛ و لذا Qv به‌عنوان ارزش ستانده و Xv_2، ...، Xv_n ارزش سایر نهاده‌های تولید می‌باشد؛ هم‌چنین ضریب α_0 مربوط به بهره‌وری عوامل تولید و ضرایب α_1، ...، α_nکشش ارزش محصول نسبت به نهاده‌های تولید است که در برآورد تابع تولید به‌دست می‌آید.

یکی از متغیرهای موردنیاز برای برآورد تابع تولید «ارزش موجودی سرمایه[4]» است که معمولاً در جداول آماری ارائه نمی‌شود و لذا ابتدا باید برآورد شود. برای تخمین موجودی سرمایه روش‌های مختلفی وجود دارد. در این پژوهش از روش «روند نمایی سرمایه‌گذاری خالص[5]» استفاده می‌شود. در این روش سرمایه‌گذاری خالص در طول زمان با نرخ رشد ثابت افزایش می‌یابد (تهامی‌پور، ۱۳۹۶). بدین‌منظور داده‌های «تشکیل سرمایهٔ ثابت» ارائه شده در جداول آماری فوق به‌صورت داده‌های تابلویی به‌عنوان سرمایه‌گذاری خالص ($I_{i,t}$) درنظر گرفته شده و طبق رابطهٔ زیر، مقادیر لگاریتم طبیعی سرمایه‌گذاری خالص در سال پایه $Ln(\hat{I}_{i,0})$ و نرخ رشد بلندمدت سرمایه‌گذاری ($\hat{\sigma}$) برآورد می‌شود:

$$Ln(\hat{I}_{i,t}) = Ln(\hat{I}_{i,0}) + \hat{\sigma}t + u_{i,t} \quad (۳)$$

---

[1]. Besanko
[2]. Total Factor Productivity
[3]. Output Elasticities to Input Factors
[4]. The Value of The Capital Stock
[5]. Net Investment Exponential Trend

پس از انجام برآورد فوق، تخمین موجودی سرمایه در سال پایه برای هر زیرگروه صنعت طبق رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\hat{K}_{i,0} = \hat{I}_{i,0}/\hat{\sigma} \qquad (۴)$$

موجودی سرمایهٔ سال‌های بعد با درنظر گرفتن سرمایه‌گذاری خالص هر سال ($\boldsymbol{I_{i,t}}$) و نرخ استهلاک سالانهٔ ($\boldsymbol{\delta_i}$) صنعت موردنظر به‌دست می‌آید:

$$\hat{K}_{i,t} = (1-\delta_i)\hat{K}_{i,t-1} + I_{i,t} \qquad (۵)$$

نرخ استهلاک سرمایه برای صنایع مختلف متفاوت است و به‌طور متوسط برابر ۵٪ درنظر گرفته می‌شود (صمدی و همکاران، ۱۳۸۸). هم‌چنین در برخی پژوهش‌ها این نرخ به‌صورت دقیق‌تر برای هر گروه صنعتی به‌دست آمده است (مولایی، ۱۳۸۴). مقادیر به‌دست آمده برای موجودی سرمایه پس از تعدیل با شاخص قیمت تولیدکننده، به‌عنوان نهاده «ارزش موجودی سرمایه» ($Kv_{i,t}$) در مدل تابع تولید استفاده می‌شود.

بنابراین متناسب با متغیرهای تعدیل‌شدهٔ فوق و برمبنای رابطهٔ (۲)، الگوی مدل تابلویی تابع تولید به‌صورت زیر حاصل می‌شود که در آن i نشانگر مقطع (زیرصنعت) و t نشانگر سری زمانی داده‌ها می‌باشد:

$$ln(Qv_{i,t}) = \alpha_{0_i} + \alpha_1 ln(L_{i,t}) + \alpha_2 ln(E_{i,t}) + \alpha_3 ln(Mv_{i,t}) + \alpha_4 ln(Kv_{i,t}) \qquad (۶)$$

عرض از مبدأ مدل فوق (α_{0_i}) نمایانگر ویژگی‌های فردی هر مقطع می‌باشد و برمبنای آن نوع مدل تابلویی از بین سه نوع تلفیقی[1]، اثرات ثابت[2] و اثرت تصادفی[3] مشخص می‌شود؛ بدین‌منظور از آزمون‌های اقتصادسنجی استفاده می‌شود. برمبنای آزمون مقید F[4] عدم وجود تفاوت معنادار در این ویژگی‌ها سنجیده می‌شود. در صورت تأیید این فرضیه، مدل تابلویی به‌صورت مدل تلفیقی و با عرض از مبدأ یکسان برای همهٔ مقاطع برآورد می‌شود؛ در غیر این‌صورت برمبنای آزمون «ضریب لاگرانژ بروش–پاگان»[5] عدم وجود اثرات تصادفی بررسی می‌شود. هم‌چنین با استفاده از آزمون «هاسمن»[6] نداشتن اختلاف قابل‌توجه بین دو نوع اثرات ثابت و اثرت تصادفی تعیین می‌شود. در صورت رد شدن این فرضیه مدل اثرات ثابت بر مدل اثرات تصادفی ترجیح داده می‌شود (سوری، ۱۴۰۰؛ گجراتی[7]، ۲۰۱۵).

---

1. Pooled Model
2. Fixed Effects Model
3. Random Effects Model
4. Restricted F Test
5. Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test
6. Hausman Test
7. Gujarati

در بسیاری از داده‌های واقعی سری زمانی، هم‌خطی بین متغیرهای مستقل به‌وجود می‌آید. محدود بودن حجم نمونه نسبت به جمعیت جامعهٔ موردمطالعه، محدودیت و اثرگذاری برخی از متغیرهای مستقل بر دیگر متغیرهای موجود در مدل، نوع مدل و دنبال کردن یک روند مشابه توسط متغیرها به‌خصوص در داده‌های سری زمانی از عوامل به‌وجود آمدن هم‌خطی در این داده‌ها می‌باشد. این مسأله باعث زیاد شدن خطای استاندارد ضرایب برآورد شده و در نتیجه کاهش اطمینان‌پذیری آن‌ها می‌شود. برای کاهش مشکلات هم‌خطی راه‌حل‌هایی پیشنهاد شده است که با توجه به داده‌های موردمطالعه و مدل موردنظر می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. یکی از راه‌های کاهش مشکل هم‌خطی در داده‌های تجربی تبدیل متغیرهای مدل موردنظر می‌باشد؛ به‌عنوان مثال، در مدل‌هایی که یکی از متغیرهای مستقل جمعیت یا نیروی کار می‌باشد، از تقسیم دو طرف معادله بر این متغیر، مدل به‌صورت سرانه با هم‌خطی کمترحاصل می‌شود (برانسون[1]، ۱۹۸۸؛ گجراتی و پورتر[2]، ۲۰۰۹ ؛صادقی‌شاهدانی و اشرف‌زاده، ۱۳۹۶)؛ بنابراین برای کاهش هم‌خطی و افزایش اطمینان‌پذیری مدل موردنظر با درنظر گرفتن فرض بازده به مقیاس ثابت، رابطهٔ (۶) به‌صورت مدل تابلویی سرانه درنظر گرفته می‌شود:

$$ln\left(\frac{Qv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) = \alpha_{0i} + \alpha_2 ln\left(\frac{E_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \alpha_3 ln\left(\frac{Mv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \alpha_4 ln\left(\frac{Kv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) \quad (۷)$$

تابع تولید حداکثر مقدار خروجی محصول بنگاه به ازاء به‌کارگیری سطح مطلوب نهاده‌ها را مشخص می‌کند؛ لذا شرایطی مانند مدیریت غیرکارا، استفاده نامناسب از نهاده‌ها و... منجر به کاهش تولید نسبت به مقدار تعیین شده در تابع تولید خواهد شد. مقادیر مطلوب و بهینهٔ نهاده‌ها به‌طور مستقیم و با استفاده از داده‌های آماری قابل‌مشاهده نیستند. بدین‌منظور با استفاده از فرضیهٔ «انتظارات تطبیقی» می‌توان این مقادیر را بر حسب مقادیر واقعی نهاده‌ها بیان کرد. بر طبق این فرضیه، عوامل اقتصادی به‌صورت تدریجی و با یادگیری از مقادیر گذشته به مقادیر انتظاری و مطلوب خود خواهد رسید. بر این‌مبنا، اختلاف مقدار انتظاری بین دو دورهٔ متوالی، ضریبی از اختلاف مقدار واقعی با مقدار انتظاری دورهٔ قبل خواهد بود؛ بنابراین، برای استفاده از داده‌های واقعی در برآورد مدل تابع تولید، لازم است اثر وقفهٔ متغیر وابسته این مدل را نیز به‌صورت متغیر مستقل در سمت راست رابطه درنظر گرفت (گجراتی و پورتر، ۲۰۰۹؛ صادقی‌شاهدانی و اشرف‌زاده، ۱۳۹۶؛ سوری، ۱۴۰۰)؛ بنابراین با فرض اثرگذاری وقفهٔ مربوط به دورهٔ زمانی قبلی، مدل پویای برگشت‌کنندهٔ[3] تابع تولید سرانهٔ تابلویی به‌صورت زیر حاصل می‌شود:

$$ln\left(\frac{Qv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) = \alpha_{0i} + \alpha_2 ln\left(\frac{E_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \alpha_3 ln\left(\frac{Mv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \alpha_4 ln\left(\frac{Kv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \gamma ln\left(\frac{Qv_{i,t-1}}{L_{i,t-1}}\right) \quad (۸)$$

[1]. Branson
[2] Gujarati & Porter
[3]. Autoregressive Dynamic Model

در رابطهٔ فوق به‌صورت تقریبی فقط اثر وقفهٔ مرتبهٔ یک، یعنی مربوط به یک دورهٔ زمان قبل با ضریب γ درنظر گرفته شده است؛ هرچند در برآورد مدل می‌توان اثر وقفه‌های مرتبهٔ بالاتر را نیز در مدل درنظر گرفت و با استفاده از ملاک‌های تعریف شده، مرتبهٔ وقفهٔ بهینه را به‌دست آورد.

با توجه به این‌که در مدل‌های پویا از داده‌های متغیر وابسته در دورهٔ زمانی قبل به‌عنوان متغیر مستقل استفاده می‌شود، فرض عدم وجود خودهمبستگی[1] بین جملات خطا نقض می‌شود؛ و لذا نمی‌توان از روش «حداقل مربعات معمولی»[2] برای به‌دست آوردن ضرایب این مدل‌ها استفاده کرد. یکی از روش‌های برطرف کردن این مشکل در مدل‌های پویا، استفاده از «متغیر ابزاری»[3] به‌جای وقفهٔ متغیر وابسته در مدل می‌باشد. یکی از متغیرهای ابزاری مناسب به این‌منظور استفاده از یکی از متغیر مستقل مدل در دورهٔ زمانی قبل می‌باشد. از بین سه متغیر مستقل در مدل فوق، ارزش سرانهٔ سایر نهاده‌ها تناسب بیشتری با متغیر وابسته دارد؛ بنابراین این متغیر به‌صورت ابزاری جایگزین متغیر وابستهٔ دورهٔ زمانی قبل می‌شود. در این‌صورت مدل تابلویی تابع تولید سرانهٔ پویا با متغیر ابزاری به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$ln\left(\frac{Qv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) = \alpha_{0_i} + \alpha_2 ln\left(\frac{E_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \alpha_3 ln\left(\frac{Mv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \alpha_4 ln\left(\frac{Kv_{i,t}}{L_{i.t}}\right) + \gamma ln\left(\frac{Mv_{i,t-1}}{L_{i.t-1}}\right) \quad (۹)$$

کشش ارزش محصول نسبت به مقدار نهادهٔ برق ($\epsilon_{Qv,E}$) از مشتق جزئی ارزش محصول نسبت به مقدار نهادهٔ موردنظر به‌دست می‌آید.

$$\epsilon_{Qv,E} = \frac{\partial Qv/Qv}{\partial E/E} \quad (۱۰)$$

بنابراین ضریب α_2 در مدل تابع تولید سرانهٔ پویا (۹)، برابر کشش ارزش محصول نسبت به مقدار نهاده می‌باشد؛ هم‌چنین ارزش اقتصادی نهادهٔ موردنظر برابر بهره‌وری نهایی این نهاده در فرآیند تولید می‌باشد؛ لذا ارزش اقتصادی نهادهٔ برق در تولید صنعت از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید (لیم و یو، ۲۰۱۶)

$$EV_E = \frac{\partial Qv}{\partial E} = \frac{Qv}{E} \times \epsilon_{Qv,E} = \frac{Qv}{E} \times \alpha_2 \quad (۱۱)$$

با توجه به این‌که در برآورد مدل به‌صورت تابلویی از مقادیر ارزش نهاده‌ها و ستانده‌ها به قیمت ثابت سال مبنا استفاده می‌شود، لذا ارزش اقتصادی انرژی برق در هر زیرگروه صنایع انرژی‌بر را می‌توان از متوسط ارزش اقتصادی سال‌های مختلف آن زیرگروه به‌دست آورد؛ لذا در صورتی‌که تعداد سال‌های موردمطالعه T باشد، داریم:

---
[1]. Autocorrelation
[2]. Ordinary Least Squares (OLS)
[3]. Instrument Variable

$$EV_{E_i} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\frac{Qv_{i,t}}{E_{i,t}} \times \epsilon_{Qv,E} = \frac{\overline{Qv_i}}{\overline{E_i}} \times \alpha_2 \qquad (۱۲)$$

ضرایب برآورد شده در مدل‌های پویا اثرات کوتاه‌مدت[1] متغیر مستقل را نشان می‌دهد؛ بنابراین در روابط فوق کشش ارزش محصول نسبت به مقدار نهاده و ارزش اقتصادی آن به‌صورت کوتاه‌مدت به‌دست می‌آید. برای محاسبهٔ اثر بلندمدت[2] در این مدل‌ها ضریب موردنظر بر مقدار $(1-\gamma)$ تقسیم می‌شود (گجراتی و پورتر، ۲۰۰۹)؛ بنابراین متوسط ارزش اقتصادی بلندمدت نهادهٔ برق در هریک از زیرصنعت‌های موردنظر از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$EV_{E_i}(LongRun) = \frac{\overline{Qv_i}}{\overline{E_i}} \times \frac{\alpha_2}{1-\gamma} \qquad (۱۳)$$

در این پژوهش، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Eviews10+ و به‌صورت تابلویی انجام می‌گیرد. هم‌چنین برای تعیین نوع مدل تابلویی و بررسی اطمینان‌پذیری و معنی‌داری ضرایب مدل نیز از آزمون‌های اقتصادسنجی که در این نرم‌افزار قابل انجام است، استفاده شده است.

٤. داده‌های پژوهش

مقادیر متغیرهای موردنیاز در این پژوهش از جداول آماری کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کل کشور (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۲-۱۳۹۹) و جداول مقدار مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰-۱۳۹۸،۱۴۰۱) استخراج شده است. در این جداول، داده‌های موردنظر به تفکیک برای صنایع مختلف و طی سال‌های مختلف ارائه شده است. براساس داده‌های مصرف انرژی و برمبنای طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی ایران (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۷) سه گروه صنعتی «کد ۲۰: تولید موادشیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی»، «کد ۲۳: تولیدسایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» و «کد ۲۴: تولید فلزات پایه» صنایع انرژی‌بر کشور هستند. برمبنای این داده‌ها در سال‌های اخیر به‌طور متوسط درمجموع حدود ۷۱٪ «برق خریداری‌شده» از کل مصرف صنایع کشور در صنایع انرژی‌بر مصرف می‌شود. این صنایع درمجموع شامل ۲۰ زیر صنعت با کد چهار رقمی ISIC[3] می‌باشد که به‌عنوان مقاطع در ساختار داده‌های تابلویی[4] مدل موردنظر قرار داده شده است. هم‌چنین داده‌های موردنیاز برای ۱۷ سال متوالی از سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ ارائه شده که به‌عنوان سری زمانی ساختار تابلویی درنظر گرفته شده است.

---
1. Short-Run Impact
2. Long-Run Impact
3. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC)
4. Panel Data

در این پژوهش نهادهٔ مورد مطالعهٔ «انرژی برق» برحسب کیلووات‌ساعت است که با نشانهٔ E نشان‌داده می‌شود. نهادهٔ «نیروی کار» با نشانهٔ L براساس داده‌های تعداد شاغلان ۲۰ زیرصنعت موردمطالعه از جداول آماری فوق استخراج شده است. نهادهٔ «ارزش موجودی سرمایه» در جداول آماری ارائه نشده است؛ لذا چنان‌چه در بخش روش‌شناسی پژوهش توضیح داده شد، براساس روش «روند نمایی سرمایه‌گذاری خالص» تخمین زده می‌شود؛ بدین‌منظور، داده‌های «تشکیل سرمایهٔ ثابت» ارائه شده در جداول آماری فوق به‌صورت داده‌های تابلویی به‌عنوان سرمایه‌گذاری خالص درنظر گرفته شده و مقادیر لگاریتم طبیعی سرمایه‌گذاری خالص در سال پایه و نرخ رشد بلندمدت سرمایه‌گذاری برآورد می‌شود. درنهایت طبق رابطهٔ (۵) «ارزش موجودی سرمایه» در سال‌های متوالی برای هر زیرصنعت برآورد شده و با نشانهٔ Kv در برآورد تابع تولید استفاده می‌شود.

سایر نهاده‌های مورداستفاده در فعالیت‌های صنعتی شامل «مواد خام و اولیه»، «لوازم بسته‌بندی»، «ابزار و لوازم کار کم‌دوام مصرف‌شده»، «سوخت مصرف‌شده»، «آب خریداری‌شده» و... می‌باشد. جمع ارزش این نهاده‌ها (غیر از انرژی برق) به‌عنوان «ارزش سایر نهاده‌های فعالیت‌های صنعتی غیر از برق» و با نشانهٔ Mv درنظر گرفته می‌شود. این مقدار برحسب ریال از جمع ارزش نهاده‌های فوق که به تفکیک در جداول آماری اشاره شده آمده است، به‌دست می‌آید. ارزش ستانده‌های فعالیت‌های صنعتی موردنظر نیز با نشانهٔ Qv در جداول آماری برای هر زیرصنعت مشخص می‌شود. با توجه به این‌که داده‌های ارزش نهاده‌ها و ستانده‌ها، برحسب ریال و برمبنای قیمت جاری هر سال ارائه شده است، با استفاده از شاخص قیمت تولیدکننده (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۰) به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ تعدیل شده است. این شاخص مقدار متوسط تغییرات قیمت تحمیل‌شده به تولیدکنندگان داخلی برای تولید محصول در یک دورهٔ زمانی مشخص را تعیین می‌نماید (منکیو[1]، ۲۰۲۱).

۵. یافته‌ها

با توجه به این‌که ارزش موجودی سرمایه (Kv) در جداول آماری برای زیرگروه‌های صنعتی ارائه نشده است با استفاده از روش «روند نمایی سرمایه‌گذاری خالص» مقادیر آن تخمین زده می‌شود؛ بدین‌منظور با استفاده از داده‌های «تشکیل سرمایهٔ ثابت» ارائه شده در جداول آماری مدل رابطهٔ (۳) برآورد می‌شود. برمبنای آزمون‌های مقید F، ضریب لاگرانژ بروش–پاگان و هاسمن، مدل تابلویی با اثرات ثابت برای این مدل مناسب تشخیص داده می‌شود؛ بر این‌مبنا، برآورد نرخ رشد بلندمدت سرمایه‌گذاری ($\hat{\sigma}$) در زیرگروه‌های صنایع انرژی‌بر ۰/۱۴۲۷۱۴ و متوسط لگاریتم طبیعی سرمایه‌گذاری خالص در سال پایه ($\overline{Ln(\hat{I}_0)}$) برابر ۱۲/۴۱۹۶۷ به‌دست می‌آید. با استفاده از نتایج این برآورد، موجودی سرمایه در سال پایه (۱۳۸۰هش.) برای هریک از ۲۰ زیرگروه صنایع انرژی‌بر طبق رابطهٔ (۴) محاسبه شده و موجودی سرمایه برای سال‌های بعد نیز طبق رابطهٔ (۵) به‌دست می‌آید.

نتایج تخمین موجودی سرمایه ($Kv_{i,t}$) به‌صورت تابلویی همراه با سایر داده‌های تابلویی شامل تعداد نیروی‌کار ($L_{i,t}$)، مقدار نهادهٔ انرژی برق ($E_{i,t}$)، ارزش سایر نهاده‌ها ($Mv_{i,t}$) و ارزش ستانده‌ها ($Qv_{i,t}$) برای برآورد مدل استفاده می‌شود. این داده‌ها مربوط به ۲۰ زیرصنعت انرژی‌بر به‌عنوان مقاطع و طی ۱۷ سال متوالی از سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ به‌عنوان سری زمانی می‌باشد.

---

[1]. Mankiw

ابتدا مدل تابلویی تابع تولید برمبنای الگوی «کاب–داگلاس» طبق رابطهٔ (۶) به‌صورت ایستا برآورد می‌شود. برای تعیین نوع مدل تابلویی، ابتدا مدل اثرات ثابت برآورد می‌شود و سپس آزمون مقید F انجام می‌شود. جدول ۱ نتایج این آزمون را نشان می‌دهد. طبق این نتایج، آمارهٔ آزمون در محدودهٔ بحرانی قرار دارد؛ و لذا فرضیه H_0 مبنی‌بر مقید بودن مدل به‌صورت مدل تلفیقی رد می‌شود؛ بنابراین برای داده‌های تابلویی فوق، مدل مقید یا تلفیقی معتبر نمی‌باشد.

جدول ۱. نتایج آزمون مقید F برای مدل تابع تولید.

Tab. 1: Restricted F Test Results for Production Function Model.

آزمون	شرح	آماره	احتمال آماره
Cross-section F	آزمون مقید F اثرات ثابت داده‌های مقطعی	۳۷/۵۷۱۲۳۱	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق.

برای آزمون اعتبار مدل تلفیقی در مقابل مدل اثرات تصادفی، ابتدا با استفاده از داده‌های تابلویی مدل تلفیقی برآورد می‌شود و سپس آزمون ضریب لاگرانژ بروش–پاگان انجام می‌شود. در جدول ۲، نتایج این آزمون برای مدل تابع تولید نشان داده شده است. طبق این نتایج برای اثرات مقطعی فرضیهٔ H_0 رد می‌شود؛ بنابراین برای داده‌های تابلویی فوق، مدل تلفیقی معتبر نمی‌باشد.

جدول ۲: نتایج آزمون ضریب لاگرانژ بروش–پاگان برای مدل تابع تولید.

Tab. 2: Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test Results for Production Function Model.

آزمون	شرح	آماره	احتمال آماره
Breusch-Pagan	آزمون ضریب لاگرانژ داده‌های مقطعی	۹۹۴/۲۱۰۱	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق.

بنابراین در آزمون‌های فوق مناسب بودن مدل تلفیقی برای داده‌های تابلویی موردنظر تأیید نشد؛ لذا مدل نهایی از بین دو مدل اثرات ثابت و اثرات تصادفی انتخاب می‌شود. بدین‌منظور، ابتدا مدل به‌صورت تصادفی برآورد می‌شود و سپس آزمون هاسمن انجام می‌شود. در جدول ۳، نتایج این آزمون نشان داده شده است. با توجه به رد شدن فرضیهٔ H_0، مدل اثرات تصادفی مناسب نیست و لذا مدل اثرات ثابت ترجیح داده می‌شود.

جدول ۳: نتایج آزمون هاسمن برای مدل تابع تولید.

Tab. 3: Hausman Test Results for Production Function.

آزمون	شرح	آمارهٔ Chi-	احتمال آماره
Cross-section random	آزمون هاسمن داده‌های مقطعی	۱۹/۹۵۹۵۳۵	۰/۰۰۰۵

منبع: یافته‌های تحقیق.

بنابراین برمبنای آزمون‌های فوق، مدل تابلویی به‌صورت اثرات ثابت برآورد می‌شود. جدول ۴، نتایج برآورد این مدل را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که باوجود مناسب بودن ضریب تعیین (R^2)، معنی‌داری ضرایب مقدار نهادهٔ انرژی برق (E) و موجودی سرمایه (Kv) در سطح قابل‌قبول نمی‌باشد.

جدول ٤: نتایج برآورد ضرایب مدل تابلویی اثرات ثابت تابع تولید برای صنایع انرژی‌بر.

Tab. 4: Coefficients Estimating Results of the Production Function Fixed Effect Panel Model for Energy-Intensive Industries.

متغیرهای مستقل	شرح	ضریب	احتمال آمارهٔ t
C	ضریب ثابت	۲/۷۰۳۹۰۹	۰/۰۰۰۰
LOG(L)	لگاریتم تعداد نیروی‌کار	۰/۲۳۱۶۱۰	۰/۰۰۰۰
LOG(E)	لگاریتم مقدار مصرف انرژی برق	۰/۰۲۴۱۹۲	۰/۱۱۰۴
LOG(Mv)	لگاریتم ارزش سایر نهاده‌ها غیر از انرژی برق	۰/۶۹۱۷۳۹	۰/۰۰۰۰
LOG(Kv)	لگاریتم ارزش موجودی سرمایه	۰/۰۰۸۸۶	۰/۶۸۴۳
متغیر وابسته :	لگاریتم ارزش ستانده‌ها		LOG(Qv)
ضریب تعیین (R^2)	میزان انطباق مدل با داده‌ها		٪ ۹۹/۵

منبع: یافته‌های تحقیق.

با بررسی ضریب همبستگی بین داده‌های متغیرهای مستقل مدل، نتیجه می‌شود که به‌دلیل بالا بودن ضریب هم‌بستگی، احتمال وجود هم‌خطی بین این متغیرها وجود دارد؛ بنابراین برای کاهش مشکل هم‌خطی از روش تبدیل متغیرهای مدل استفاده می‌شود؛ بدین‌منظور، دو طرف معادلهٔ مدل بر متغیر نیروی‌کار (L) تقسیم شده و مدل به‌صورت سرانه طبق رابطهٔ (۷) برآورد می‌شود. با انجام آزمون‌های اقتصادسنجی اشاره شده، برآورد این مدل تابلویی به‌صورت اثرات ثابت تأیید می‌شود. جدول ۵، نتایج این برآورد را نشان می‌دهد؛ هرچند در این مدل، سطح معنی‌داری ضریب موجودی سرمایهٔ (Kv) نسبت به مدل قبل بهبود پیدا کرده است، ولی هنوز در سطح قابل‌قبول نیست.

جدول ٥: نتایج برآورد ضرایب مدل تابلویی اثرات ثابت تابع تولید سرانه برای صنایع انرژی‌بر.

Tab. 5: Coefficients Estimating Results of the Per Capita Production Function Fixed Effect Panel Model for Energy-Intensive Industries.

متغیرهای مستقل	شرح	ضریب	احتمال آمارهٔ t
C	ضریب ثابت	۲/۲۵۰۸۸۳	۰/۰۰۰۰
LOG(E/L)	لگاریتم مقدار سرانهٔ مصرف انرژی برق	۰/۰۱۸۸۸۸	۰/۱۹۸۷
LOG(Mv/L)	لگاریتم ارزش سرانهٔ نهاده‌ها غیر از انرژی برق	۰/۶۸۷۷۳۲	۰/۰۰۰۰
LOG(Kv/L)	لگاریتم ارزش سرانهٔ موجودی سرمایه	۰/۰۲۷۸۳۵	۰/۱۰۸۶
متغیر وابسته :	لگاریتم ارزش سرانهٔ ستانده‌ها		LOG(Qv/L)
ضریب تعیین (R^2)	میزان انطباق مدل با داده‌ها		٪ ۹۸/۵

منبع: یافته‌های تحقیق.

تابع تولید حداکثر مقدار خروجی محصول بنگاه به ازاء به‌کارگیری سطح مطلوب نهاده‌ها را مشخص می‌کند. مقادیر مطلوب و بهینهٔ نهاده‌ها به‌طور مستقیم و با استفاده از داده‌های آماری قابل مشاهده نیست؛ بدین‌منظور با استفاده از فرضیهٔ انتظارات تطبیقی می‌توان این مقادیر را برحسب مقادیر واقعی نهاده‌ها بیان کرد؛ لذا برای استفاده از داده‌های واقعی در برآورد مدل تابع تولید، لازم است اثر وقفهٔ متغیر وابستهٔ این مدل به‌صورت متغیر مستقل در سمت راست رابطه درنظر گرفت.

بنابراین مدل تابلویی تابع تولید به‌صورت سرانه و پویا طبق رابطهٔ (۸) به‌دست می‌آید. برای برطرف شدن نقض فرض عدم وجود خودهم‌بستگی بین جملات خطا و امکان استفاده از روش حداقل مربعات معمولی، برآورد مدل با استفاده از متغیر ابزاری طبق رابطهٔ (۹) انجام می‌شود. در جدول ۶، نتایج برآورد این مدل به‌صورت تابلویی با اثرات ثابت نشان داده شده است.

ضرایب این مدل با استفاده از داده‌های مربوط به ۲۰ زیرصنعت به‌عنوان مقاطع و طی ۱۷ سال متوالی از سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ به‌عنوان سری زمانی در ساختار مدل تابلویی برآورد شده است. در این برآورد، معنی‌دار بودن همهٔ ضرایب مدل در سطح ۵٪ تأیید شده و میزان انطباق مدل با داده‌ها برمبنای ضریب تعیین (R^2) در سطح ۹۸٪/۶ می‌باشد. در این برآورد با سرانه کردن مدل، مشکل هم‌خطی کاهش یافته است؛ هم‌چنین با استفاده از فرضیهٔ انتظارات تطبیقی، مدل به‌صورت پویا درنظر گرفته شده تا بتوان از داده‌های واقعی به‌جای مقادیر مطلوب و بهینهٔ آن‌ها در تابع تولید استفاده کرد. جهت مرتفع‌شدن مشکل خودهم‌بستگی جملهٔ خطا در مدل‌های پویا، لگاریتم وقفهٔ مرتبهٔ یک ارزش سرانهٔ نهاده‌ها غیر از انرژی برق (Mv_{-1}/L_{-1}) به‌عنوان متغیر ابزاری مدل درنظر گرفته شده است.

جدول ٦: نتایج برآورد ضرایب مدل تابلویی اثرات ثابت تابع تولید سرانهٔ پویا برای صنایع انرژی‌بر با متغیر ابزاری.

Tab. 6: Coefficients Estimating Results of the Dynamic Per Capita Production Function Model for Energy-Intensive Industries by Instrument Variable.

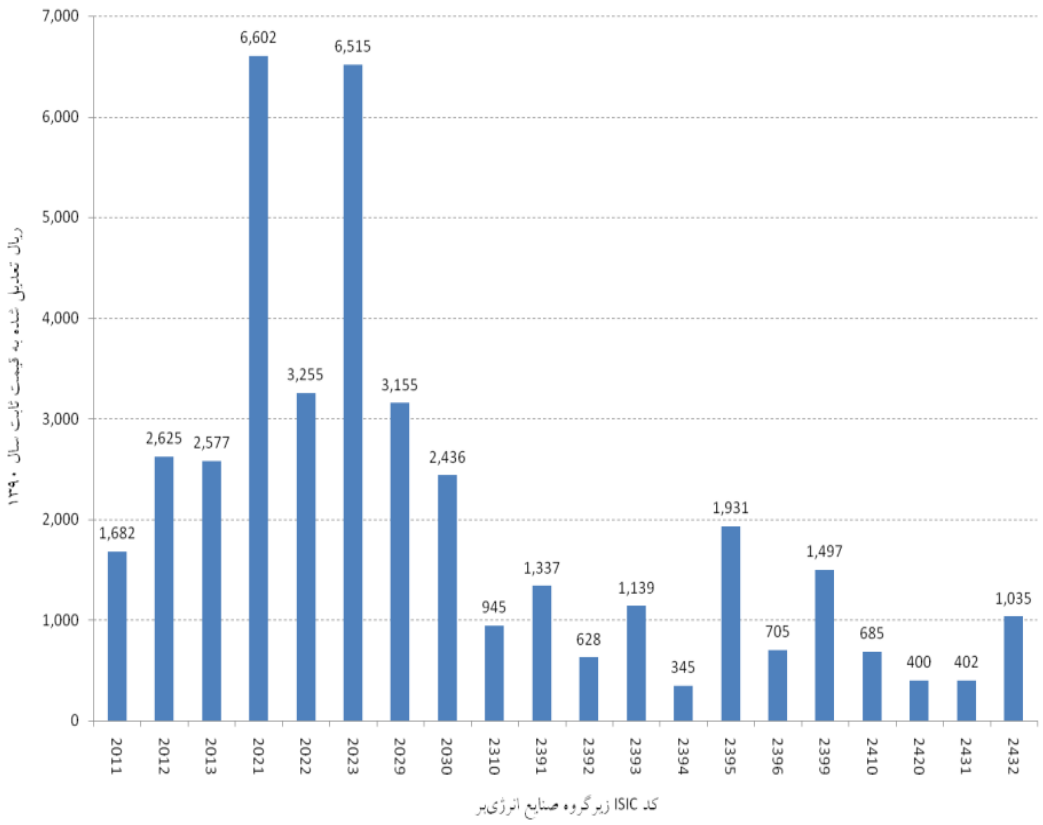
متغیرهای مستقل	شرح	ضریب	احتمال آمارهٔ t
C	ضریب ثابت	۱/۵۴۴۴۶۳	۰/۰۰۰۰
LOG(E/L)	لگاریتم مقدار سرانهٔ مصرف انرژی برق	۰/۰۲۹۷۴۱	۰/۰۴۸۲
LOG(Mv/L)	لگاریتم ارزش سرانهٔ نهاده‌ها غیر از انرژی برق	۰/۶۲۳۷۷۶	۰/۰۰۰۰
LOG(Kv/L)	لگاریتم ارزش سرانهٔ موجودی سرمایه	۰/۰۳۸۳۸۸	۰/۰۳۳۰
LOG(Qv(-1)/L(-1))	لگاریتم وقفهٔ مرتبهٔ یک ارزش سرانهٔ ستانده‌ها	۰/۱۳۴۳۳۰	۰/۰۰۰۰
متغیر وابسته:	لگاریتم ارزش سرانهٔ ستانده‌ها		LOG(Qv/L)
متغیر ابزاری:	لگاریتم وقفهٔ مرتبهٔ یک ارزش سرانهٔ نهاده‌ها غیراز انرژی برق		LOG(Mv(-1)/L(-1))
ضریب تعیین (R^2)	میزان انطباق مدل با داده‌ها		٪ ۹۸/۶

منبع: یافته‌های تحقیق.

با توجه به نتایج جدول ۶ و رابطهٔ (۱۰)، کشش ارزش محصول نسبت به مقدار نهادهٔ برق ($\epsilon_{Qv,E}$) برابر با ۰/۰۲۹۷۴۱ می‌باشد؛ بنابراین با استفاده از رابطهٔ (۱۲) ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت نهادهٔ انرژی برق در هریک از زیرگروه‌های صنایع انرژی‌بر به‌دست می‌آید. در نمودار ۱، مقادیر متوسط ارزش اقتصادی هر کیلووات‌ساعت انرژی

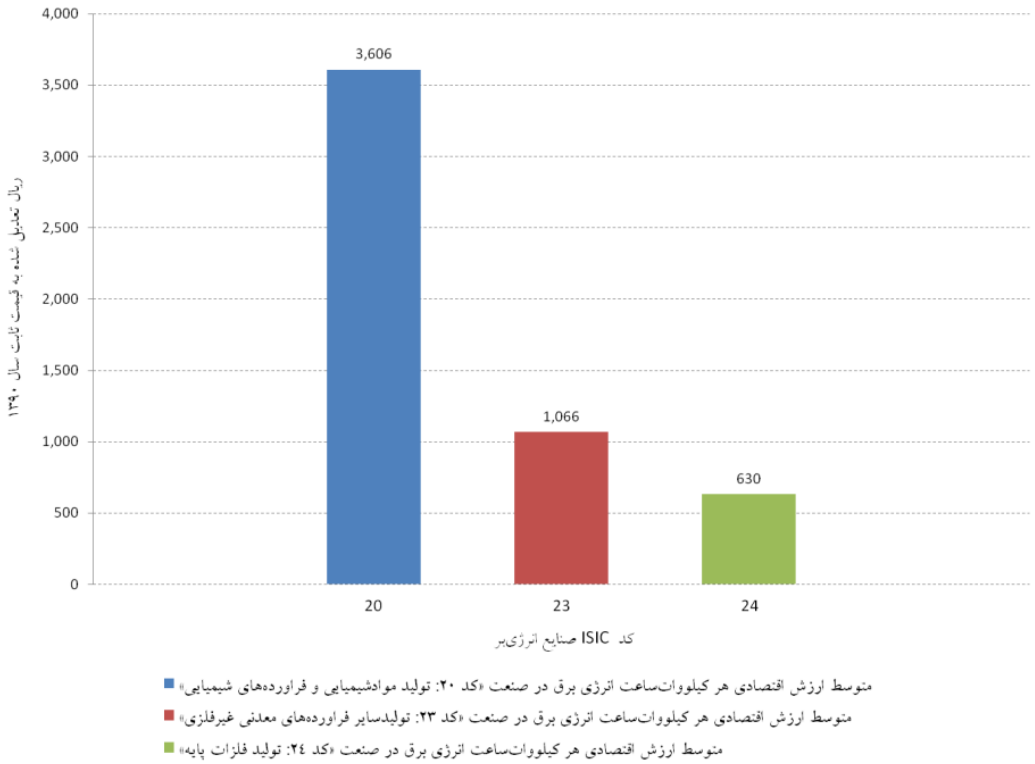
برق طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ برحسب ریال تعدیل‌شده به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ در هریک از ۲۰ زیرگروه صنایع انرژی‌بر کشور با کد چهار رقمی ISIC آن‌ها نشان داده شده است.

طبق این نتایج، طی سال‌های موردمطالعه به‌طور متوسط بیشترین ارزش اقتصادی هر کیلووات‌ساعت انرژی برق در بین ۲۰ زیرگروه صنایع انرژی‌بر کشور مربوط به زیرگروه «کد ۲۰۲۱: تولید آفات‌کش‌ها و سایر فرآورده‌های شیمیایی مورداستفاده در کشاورزی» و برابر با ۶۶۰۲ ریال و پس از آن زیرگروه «کد ۲۰۲۳: تولید صابون و شوینده‌ها، ترکیبات تمیزکننده و براق‌کننده، عطرها و مواد آرایشی» برابر با ۶۵۱۵ ریال می‌باشد. هم‌چنین کمترین ارزش اقتصادی هر کیلووات‌ساعت انرژی برق نیز مربوط به زیرگروه «کد ۲۳۹۴: تولید سیمان و آهک و گچ» برابر با ۳۴۵ ریال است. برای مقایسهٔ بین سه صنعت انرژی‌بر، در نمودار ۲، متوسط ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت هر کیلووات‌ساعت انرژی برق مصرف‌شده در این سه صنعت طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ برحسب ریال نشان داده شده است. طبق این نتایج بیشترین ارزش اقتصادی انرژی برق در بین این صنایع، در صنعت «کد ۲۰: تولید موادشیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی» و پس از آن صنعت «کد ۲۳: تولیدسایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» و «کد ۲۴: تولید فلزات پایه» می‌باشد (همهٔ مبالغ برحسب ریال تعدیل‌شده به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰).



نمودار ۱: متوسط ارزش اقتصادی برآورد شده برای هر کیلووات‌ساعت انرژی برق در ۲۰ زیرگروه صنایع انرژی‌بر طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ (منبع: یافته‌های تحقیق).

Graph. 1: The Average of Economic Value for each Kilowatt-Hour of Electrical Energy in 20 Subgroups of Energy-Intensive Industries During the Years 2003 to 2019.



نمودار ۲: متوسط ارزش اقتصادی برآورد شده برای هر کیلووات‌ساعت نهادهٔ انرژی برق در سه صنعت انرژی‌بر طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ (منبع: یافته‌های تحقیق).

Graph. 2: The Average Economic Value of each Kilowatt-Hour of Electrical Energy Input in Three Energy-Intensive Industries During the Years 2003 to 2019.

در نتایج برآورد مدل تابع تولید (جدول ۶)، ضریب جملهٔ وقفه در مدل پویا برابر ۰/۱۳۴۳۳۰ به‌دست آمده است؛ بنابراین با توجه به رابطهٔ (۱۳) ارزش اقتصادی بلندمدت انرژی برق قابل محاسبه می‌باشد. این مقدار برابر با ۱۵/۵٪ بیش از مقادیر به‌دست آمده برای ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت خواهد بود.

به‌منظور مقایسهٔ ارزش اقتصادی نهادهٔ برق در صنایع انرژی‌بر، روند فوق با استفاده از داده‌های کل صنایع کشور انجام‌شده و مدل تابع تولید سرانهٔ پویا برآورد شده است. در این برآورد درمجموع ۱۲۲ زیرصنعت با کد چهار رقمی ISIC به‌عنوان مقاطع طی ۱۷ سال متوالی از سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ به‌عنوان سری زمانی ساختار تابلویی درنظر گرفته شده است. در جدول ۷، نتایج برآورد این مدل نشان داده شده است.

طبق نتایج این برآورد به‌طور متوسط کشش ارزش محصول نسبت به مقدار نهادهٔ برق ($\epsilon_{Qv,E}$) در کل صنایع کشور برابر با ۰/۰۱۴۱۳۳ و ضریب جملهٔ وقفه در مدل پویا برابر ۰/۱۸۲۶۸۵ می‌باشد. در این مدل، معنی‌دار بودن ضریب لگاریتم مقدار سرانهٔ مصرف انرژی برق در سطح ۵٪ و سایر ضرایب در سطح ۱٪ تأیید شده و میزان انطباق مدل با داده‌ها برمبنای ضریب تعیین (R^2) در سطح ۹۷/۴٪ می‌باشد. بر این‌اساس طبق روابط (۱۲) و (۱۳) متوسط ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت نهادهٔ انرژی برق در کل صنایع کشور طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ به‌ترتیب برابر با ۱۹۴۵ و ۲۳۸۰ ریال (تعدیل‌شده به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰) به‌دست می‌آید.

جدول ۷: نتایج برآورد ضرایب مدل تابلویی اثرات ثابت تابع تولید سرانهٔ پویا برای کل صنایع کشور با متغیر ابزاری

Tab. 7: Coefficients Estimating Results of the Dynamic Per Capita Production Function Model for Entire Country's Industries by Instrument Variable.

متغیرهای مستقل	شرح	ضریب	احتمال آماره t
C	ضریب ثابت	۱/۲۲۷۱۳۴	۰/۰۰۰۰
LOG(E/L)	لگاریتم مقدار سرانهٔ مصرف انرژی برق	۰/۰۱۴۱۳۳	۰/۰۳۸۳
LOG(Mv/L)	لگاریتم ارزش سرانهٔ نهاده‌ها غیر از انرژی برق	۰/۶۳۸۹۵۷	۰/۰۰۰۰
LOG(Kv/L)	لگاریتم ارزش سرانهٔ موجودی سرمایه	۰/۰۳۲۶۶۳	۰/۰۰۰۰
LOG(Qv(-1)/L(-1))	لگاریتم وقفهٔ مرتبهٔ یک ارزش سرانهٔ ستانده‌ها	۰/۱۸۲۶۸۵	۰/۰۰۰۰
متغیر وابسته :	لگاریتم ارزش سرانهٔ ستانده‌ها		LOG(Qv/L)
متغیر ابزاری :	لگاریتم وقفه مرتبه یک ارزش سرانهٔ نهاده‌ها غیراز انرژی برق		LOG(Mv(-1)/L(-1))
ضریب تعیین (R^2)	میزان انطباق مدل با داده‌ها		٪ ۹۷/۴

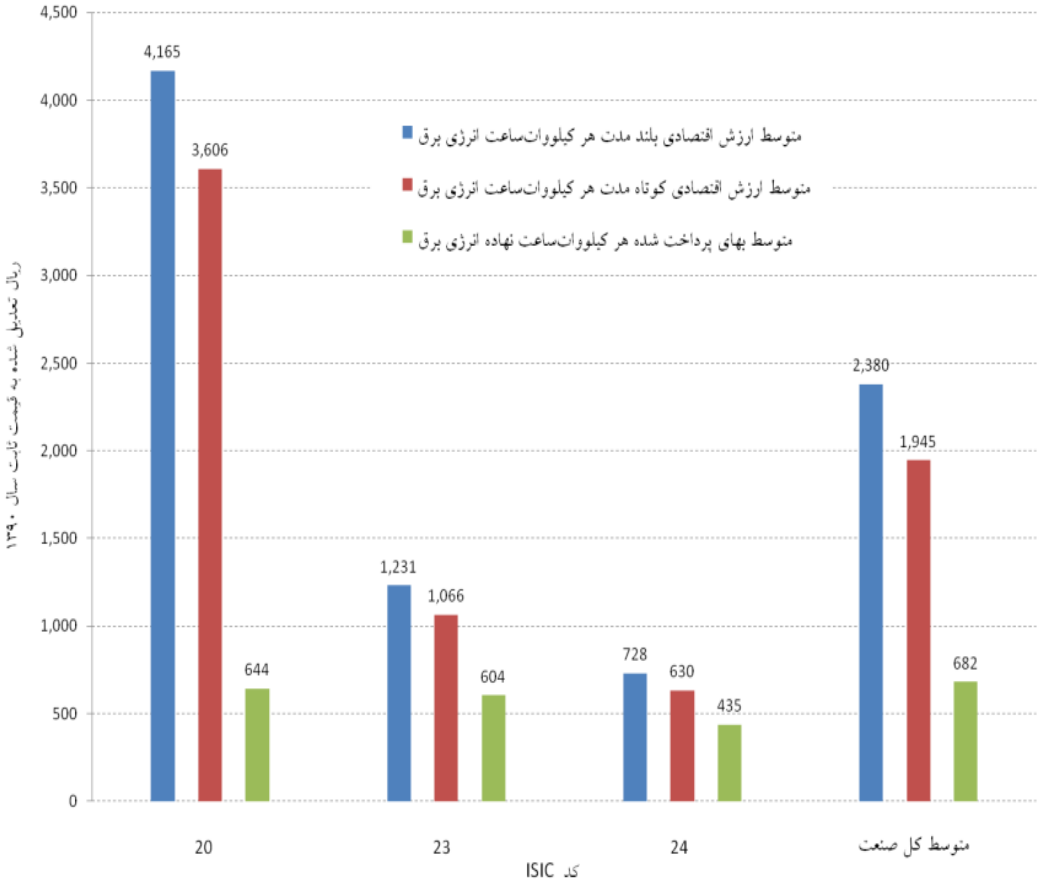
منبع: یافته‌های تحقیق.

٦. نتیجه‌گیری

در داده‌های مرکز آمار ایران «ارزش پرداخت‌شده برای نهادهٔ انرژی برق» و «مقدار انرژی برق» برای هر صنعت طی سال‌های مختلف ارائه شده است. با تعدیل داده‌های ارزش پرداخت‌شده برمبنای سال مبنا و تقسیم آن بر مقدار انرژی برق، ارزش متوسط پرداخت‌شده برای هر واحد نهادهٔ انرژی برقدر صنایع به‌صورت تعدیل‌شده به‌دست می‌آید. در نمودار ۳، متوسط ارزش اقتصادی بلندمدت و کوتاه‌مدت صنایع انرژی‌بر و متوسط کل صنایع کشور با متوسط بهای پرداخت‌شده برای این نهاده طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ نشان داده شده است.

طبق این نتایج برحسب ریال تعدیل‌شده به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰، در صنعت انرژی‌بر «کد ۲۰: تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی» ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت نهادهٔ انرژی برق به‌ترتیب برابر با ۳۶۰۶ و ۴۱۶۵ ریال و متوسط بهای پرداخت‌شده برای آن ۶۴۴ ریال است؛ لذا ارزش اقتصادی ایجاد شده توسط این نهاده در این گروه صنعتی حدود ۵/۶ تا ۶/۵ برابر متوسط بهای پرداخت شده برای آن می‌باشد. ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت این نهاده در صنعت انرژی‌بر «کد ۲۳: تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» به‌ترتیب برابر با ۱۰۶۶ و ۱۲۳۱ ریال و متوسط بهای پرداخت‌شده برای آن ۶۰۴ ریال است؛ لذا ارزش اقتصادی ایجاد شده توسط این نهاده در این گروه صنعتی حدود ۱/۸ تا ۲ برابر متوسط بهای پرداخت شده برای آن می‌باشد؛ هم‌چنین در صنعت انرژی‌بر «کد ۲۴: تولید فلزات پایه» ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت این نهاده به‌ترتیب برابر ۶۳۰ و ۷۲۸ ریال و متوسط بهای پرداخت شده برای آن ۴۳۵ ریال است؛ بنابراین ارزش اقتصادی ایجاد شده توسط این نهاده در این گروه صنعتی حدود ۱/۴ تا ۱/۷ برابر متوسط بهای پرداخت شده برای آن می‌باشد؛ هم‌چنین متوسط ارزش اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت انرژی برق در کل صنعت کشور به‌ترتیب برابر ۱۹۴۵ و ۲۳۸۰ ریال و متوسط بهای پرداخت شده برای آن ۶۸۲ ریال می‌باشد؛ بنابراین نسبت ارزش اقتصادی به بهای پرداخت شده در کل صنعت به‌طور متوسط ۲/۹ تا ۳/۵ می‌باشد.

بنابراین ارزش اقتصادی ایجاد شده توسط نهادهٔ انرژی برق در صنایع انرژی‌بر و متوسط صنایع کشور بیشتر از بهای پرداخت شده برای این نهاده توسط این صنایع است؛ هم‌چنین ارزش اقتصادی آن در صنعت انرژی‌بر «کد ۲۰: تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی» بیشتر از متوسط کل صنعت کشور می‌باشد.



نمودار ۳: متوسط ارزش اقتصادی بلندمدت، کوتاه‌مدت و متوسط بهای پرداخت شدهٔ هر کیلووات‌ساعت نهادهٔ انرژی برق در صنایع انرژی‌بر و کل صنایع کشور طی سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ (منبع: یافته‌های تحقیق).

Graph. 3: Average Long-Run and Short-Run Economic Value and Average Price Paid per Kilowatt-Hour of Electrical Energy Input in Energy-Intensive Industries and Entire Country's Industries During the Years 2003 to 2019.

٦-١. پیشنهاد سیاستی

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که در تعیین تعرفهٔ نهاده‌های انرژی به‌خصوص انرژی برق برای صنعت و به‌خصوص صنایع انرژی‌بر ارزش اقتصادی آن نهاده در هر گروه صنعتی موردتوجه قرار گیرد. پرداخت قیمت این نهاده براساس ارزش اقتصادی آن نگرانی برای صنعت ایجاد نمی‌کند؛ چراکه براساس سهم آن‌ها در ارزش نهایی تولید محصولات به‌دست آمده است؛ بنابراین قیمت گذاری مبتنی‌بر ارزش اقتصادی آن باعث می‌شود که هم تولیدکنندهٔ برق از عواید آن بهره‌مند شده و در جهت رشد و اعتلای تولید صنعت برق کمک کند و هم از جهت صنعت مصرف‌کنندهٔ آن قیمت منصفانه براساس سهم آن در ارزش نهایی ایجاد شده می‌باشد.

سپاسگزاری

در پایان نویسندگان برخود لازم می‌دانند که از داوران ناشناس نشریه بابت نظرات سازنده آن‌ها برای بهبود و رونق بخشیدن به متن مقاله قدردانی نمایند.

درصد مشارکت نویسندگان

نویسندگان ضمن رعایت اخلاق نشر، اعلام می‌دارند که با توجه به استخراج مقاله از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، سیدمهدی نیکزادالحسینی به‌عنوان نویسنده، زیر نظر مهدی صادقی‌شاهدانی به‌عنوان استاد راهنما در مراحل اجرای تحقیق و نگارش این مقاله نقش داشته‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

کتابنامه

- تهامی‌پور، مرتضی، (۱۳۹۶). «ارزش اقتصادی، رویکردی برای مدیریت تقاضای آب در مصارف صنعتی – مطالعهٔ موردی: صنایع تولید مواد شیمیایی». *آب و فاضلاب*، ۲۸(۱): ۷۴–۸۳. DOI: 10.22093/WWJ.2017.39476
- سوری، علی، (۱۴۰۰). *اقتصادسنجی (پیشرفته)*. جلد دوم، نورعلم.
- صادقی‌شاهدانی، مهدی، و اشرف‌زاده، علی، (۱۳۹۶). *اقتصادسنجی عمومی–نظریه و کاربرد*. دانشگاه امام‌صادق(ع).
- صمدی، سعید؛ شریفی، علیمراد؛ احمدزاده، عزیز؛ و خانزادی، آزاده، (۱۳۸۸). «جانشینی بین نهادهی انرژی با سرمایه در بخش فلزات اساسی». *مجلهٔ تحقیقات اقتصادی* ۴۴(۴): ۱۲۹–۱۵۵. DOR: 20.1001.1.00398969.1388.44.4.6.6
- قدمی فیروزآبادی، علی؛ سلگی، موسی؛ سلیمی، علیرضا، (۱۴۰۱). «ارزش‌گذاری اقتصادی و بهره‌وری آب دو محصول گندم و جو در استان همدان». *نشریه آبیاری و زهکشی ایران* ۱۶(۲): ۳۰۸–۳۱۸. DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.2.4.3
- محبی، حسن؛ انصاری سامانی، حبیب؛ و حاجامینی، مهدی، (۱۳۹۸). «تحلیل وضعیت مصرف آب در صنایع استان یزد». *بررسی مسائل اقتصاد ایران*، ۶(۲): ۱۷۵–۱۹۳. DOI: 10.30465/CE.2020.5427
- محبی، حسن؛ انصاری سامانی، حبیب؛ حاجامینی، مهدی؛ مرادی، غلامحسین، (۱۴۰۱). «برآورد ارزش اقتصادی آب در صنایع استان یزد: رهیافت ارزش تولید نهایی آب». *فصلنامهٔ سیاست‌های مالی و اقتصادی*، ۱۰(۳۹): ۱۱۷–۱۴۱. http://qjfep.ir/article-1-1427-fa.html

– مرکز آمار ایران، (۱۳۸۲–۱۳۹۹). *جداول آماری کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر سال ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۸ کل کشور*. بازیابی از سایت مرکز آمار ایران: www.amar.org.ir

– مرکز آمار ایران، (۱۳۸۷). *طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی ایران برمبنای ISIC rev4*. بازیابی از سایت مرکز آمار ایران: www.amar.org.ir

– مرکز آمار ایران، (۱۳۹۰–۱۳۹۸، ۱۴۰۱). *جداول مقدار مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸*. بازیابی از سایت مرکز آمار ایران: www.amar.org.ir

– مرکز آمار ایران، (۱۴۰۰). *شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت از ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۸ برمبنای سال ۱۳۹۰*. بازیابی از سایت مرکز آمار ایران: www.amar.org.ir

– مولایی، محمد، (۱۳۸۴). «بررسی و مقایسه بهره‌وری گروه‌های مختلف صنعتی کوچک و بزرگ ایران». *فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۷ (۲۲): ۱۵۷–۱۷۶. https://ijer.atu.ac.ir/article_3780.html?lang=fa

– وزارت نیرو، (۱۳۸۹–۱۴۰۰). *ترازنامهٔ انرژی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۸*. وزارت نیرو، معاونت اموربرق و انرژی. بازیابی از سایت دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی https://pep.moe.gov.ir

- Azadeh, A.; Ghaderi, S. & Sohrabkhani, S., (2008). "Annual Electricity Consumption Forecasting by Neural Network in High Energy Consuming Industrial Sectors". *Energy Conversion and Management,* 49: 2272–2278. DOI: 10.1016/j.enconman.2008.01.035

- Besanko, D. A.; Braeutigam, R. R. & Gibbs, M. J., (2020). *Microeconomics.* John Wiley & Sons, Inc.

- Branson, W. H., (1989). *Macroeconomic Theory and Policy.* Harper & Row Publishers.

- Ghadami Firouzabadi, A.; Solghi, M. & salimi, A., (2022). "Economic valuation and water productivity of wheat and barley crops in Hamadan province". *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 16(2): 308-318. (In Persian). DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.2.4.3

- Grammatikopoulou, I.; Sylla, M. & Zoumides, C., (2020). "Economic Evaluation of Green Water in Cereal Crop Production: A Production Function Approach". *Water Resources and Economics*, 29: 100148. DOI: 10.1016/j.wre.2019.100148

- Gujarati, D., (2015). *Econometrics by Example.* Palgrave.

- Gujarati, D. N. & Porter, D. C., (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.

- Kim, H.-J.; Han, S.-M. & Yoo, S.-H., (2018a). "Measuring the Economic Benefits of Industrial Natural Gas Use in South Korea". *MDPI Sustainability*, 10(7): 2239. DOI: 10.3390/su10072239

- Kim, J. H.; Kim, H. H. & Yoo, H. S., (2018b). "The Marginal Value of Heat in the Korean Manufacturing Industry". *MDPI Sustainability*, 10(6): 1830. DOI: 10.3390/su10061830

- Ku, S.-J. & Yoo, S.-H., (2012). "Economic Value of Water in the Korean Manufacturing Industry". *Water Resour Manage*, 26: 81–88 (2012). DOI: 10.1007/s11269-011-9905-z

- Lim, K.-M. & Yoo, S.-H., (2016). "Economic Value of Electricity in the Korean Manufacturing Industry". *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy,* 11 (6): 542-546. DOI: 10.1080/15567249.2012.673691

- Mankiw, G. N., (2021). *Principles of Economics*. CENGAGE.

- Ministry of Energy. (2010-2021). *Energy balance sheet for the years 2008 to 2019*. Ministry of Energy, Deputy of Electricity and Energy Affairs. (In Persian). https://pep.moe.gov.ir

- Mohebbi, H.; Ansari Samani, H. & Hajamini, M., (2020). "Assessing Water Consumption in Yazd Province Industries". *Journal of Iranian Economic Issues*, 6(2): 175-193. (In Persian). DOI: 10.30465/CE.2020.5427

- Mohebbi, H.; Ansari Samani, H.; Hajamini, M. & Moradi, G., (2022). "Economic value of water in the manufacturing industry of Yazd Province: Value of marginal product approach". *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies,* 10(39): 117-141. (In Persian). http://qjfep.ir/article-1-1427-fa.html

- Mowlaei, M., (2005). "The Analysis and Comprison of Productivity of Different Small and Large Scale Industrial Groups in Iran". *Iranian Journal of Economic Research*, 7(22): 157-176. (In Persian). https://ijer.atu.ac.ir/article_3780.html?lang=en

- Park, S.-Y. & Yoo, S.-H., (2013). "The Economic Value of LNG in the Korean Manufacturing Industry". *Energy Policy*, 58: 403-407. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.03.031

- Rodríguez-Tapia, L.; Revollo-Fernández, D. A.; Morales-Novelo, J. A. & Medina-Rivas, C. M., (2021). "Water in Mexican industry - an Economic Value Study". *Applied Economics*, 53(41): 4799-4809 DOI: 10.1080/00036846.2021.1908948

- Sadeghi Shahedani, M. & Ashrafzadeh, A., (2017). *General Econometrics - Theory and Application*. Imam Sadiq University (AS). (In Persian)

- Samadi, S.; Sharifi, A.; Ahmadzadeh, A. & Khanzadi, A., (2010). "Substitutability Between Energy and Capital in Basic Metals Manufacturing". *Journal of Economic Research*, 44(4): 129-155. (In Persian). DOR: 20.1001.1.00398969.1388.44.4.6.6

- Statistical Centre of Iran. (2003-2020). *Statistical tables of industrial manufactures with 10 workers and more from 2002 to 2019 throughout the country*. www.amar.org.ir

- Statistical Centre of Iran. (2009). Classification of Iran's economic activities based on ISIC rev4. (In Persian). www.amar.org.ir

- Statistical Centre of Iran. (2011-2019, 2022). Tables of the amount of energy consumption in industrial manufactures with 10 workers and more from 2003 to 2019. (In Persian). www.amar.org.ir

- Statistical Centre of Iran. (2020). Producer price index of the industrial sector from 1996 to 2019 based on 2011. (In Persian). www.amar.org.ir

- Suri, A., (2021). *Econometrics (Advanced)*, second volume. Noor-e-Elm. (In Persian).

- Tahami Pour Zarandi, M., (2017). "Economic Value Approach to Industrial Water Demand Management, A Case Study of Chemical Plants". *Journal of Water and Wastewater*, 28(1): 74-83. (In Persian). DOI: 10.22093/wwj.2017.39476

- Vasquez-Lavín, F.; Vargas, L. O.; Hernandez, J. I. & Ponce Oliva, R. D., (2020). "Water Demand in the Chilean Manufacturing Industry: Analysis of the Economic Value of Water and Demand Elasticities". *Water Resources and Economics,* 32: 100159 DOI: 10.1016/j.wre.2020.100159