



## Price Elasticity of Natural Gas in Residential and Industrial Sectors: A Review on Methods and Results

Majid Mohsenpour<sup>1</sup> | Mohsen Salimi<sup>2\*</sup> | Sohrab Amini Velashani<sup>3</sup> | Aida Sayadjou<sup>4</sup> | Majid Amidpour<sup>5</sup>

1. Department of Energy System Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran. Email: [m.mohsenpour@email.kntu.ac.ir](mailto:m.mohsenpour@email.kntu.ac.ir)
2. Corresponding Author, Renewable Energy Research Department, Niroo Research Institute (NRI), Tehran, Iran. Email: [msalimi@nri.ac.ir](mailto:msalimi@nri.ac.ir)
3. Specialized Center for Innovation and Technology Development for Energy Consumption Management, NRI, Tehran, Iran. Email: [samini@nri.ac.ir](mailto:samini@nri.ac.ir)
4. Iran's Renewable Energy and Energy Efficiency Organization (SATBA), Tehran, Iran. Email: [aida.sayadjou@gmail.com](mailto:aida.sayadjou@gmail.com)
5. Department of Energy System Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran. Email: [amidpour@kntu.ac.ir](mailto:amidpour@kntu.ac.ir)

### ARTICLE INFO

**Article type:**  
Research Paper

**Article History:**  
Received 05 January 2024  
Revised 04 February 2024  
Accepted 05 March 2024  
Published Online 26 August 2024

**Keywords:**  
*Supply and Demand,  
Natural Gas,  
Price Elasticity,  
Residential Sector,  
Industrial Sector.*

### ABSTRACT

In recent years, population growth and economic development have significantly increased energy demand. Natural gas, in particular, plays a crucial role in various industries, including the electricity sector. Therefore, understanding the structure of natural gas consumption across different sectors and planning for its supply and distribution is of paramount importance. In Iran, natural gas consumption has consistently surpassed crude oil over the past 17 years, with its share in the country's energy basket growing significantly due to vast natural gas reserves. Consequently, controlling consumption in this sector is especially important. Demand, an economic phenomenon, is analyzed using various demand function models, which are based on changes in consumer behavior due to price and income variations. One effective method for implementing consumption control policies is increasing the price of energy carriers, including natural gas. However, it is important to note that the demand for some essential products is less elastic to price changes. To develop appropriate policies for natural gas, we reviewed studies published in domestic journals on the price elasticity of natural gas in the residential and industrial sectors. The results indicate that, according to regression and time series methods, natural gas is an inelastic commodity in Iran. Therefore, policymakers should consider alternative strategies to reduce natural gas consumption.

**Cite this article:** Mohsenpour, M.; Salimi, M.; Amini Velashani, S.; Sayadjou, A. & Amidpour, M. (2024). Price Elasticity of Natural Gas in Residential and Industrial Sectors: A Review on Methods and Results. *Journal of Sustainable Energy Systems*, 3 (2), 151-171. DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2024.378003.1073>



© Majid Mohsenpour, Mohsen Salimi, Sohrab Amini Velashani, Aida Sayadjou, Majid Amidpour  
**Publisher:** University of Tehran Press.  
DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2024.378003.1073>

### Introduction

The global population surge has led to increased energy consumption, particularly in residential and industrial sectors. Among the various energy sources, natural gas plays a critical role in electricity production and heating. However, this heightened demand has consequences, including rising government expenditures due to increased natural gas extraction. Addressing this issue requires informed policies that balance supply and demand.

One common approach to managing demand is price adjustment. Many policymakers advocate for raising natural gas prices to curb consumption. The idea is that higher prices will discourage usage, ultimately reducing the government's expenditure. However, this strategy assumes that consumers are sensitive to price changes. Unfortunately, not all products respond uniformly to price adjustments. Therefore, while increasing the natural gas price can be considered a solution, it may not necessarily be the best solution.

To make informed decisions about demand control, we need to calculate the price elasticity of natural gas. This complex problem depends on several variables, including income levels, and infrastructure. Researchers worldwide have investigated various systems to address this challenge. Notably, Iranian scholars have taken a keen interest in natural gas due to its significance in the country.

## **Research Method**

Our study aims to review related works published in Iranian journals, specifically focusing on the price elasticity of natural gas in Iran, in both the residential and industrial sectors

## **Results**

In the following study, the response of consumers to the increase in natural gas prices is investigated. We divided our analysis into two main sections:

1. Residential Consumers: We examined studies related to residential natural gas consumption. By analyzing methods and results, we found that consumer behavior in this sector is generally insensitive to price changes. Even when prices increase, residential users do not significantly alter their consumption patterns. In other words, raising prices has no positive effects on the demand side.
2. Industrial Sector: Similarly, we assessed natural gas price elasticity in the industrial sector. Surprisingly, the results mirrored those of residential consumers. Industrial users also exhibit low sensitivity to price fluctuations. Therefore, policymakers should employ other methods to control and refine consumer behavior.

## **Conclusion**

In this study, a comprehensive review has been conducted on the price elasticity of natural gas in the residential and industrial sectors. After reviewing twenty publications, the results indicate that the behavior of residential consumers is not sensitive to price changes. Similarly, industrial consumers also show low sensitivity to increases in the price of natural gas. While reviewed papers indicate that they are based on numerical methods with certain assumptions, including income levels, we recognize that the phenomenon involves intricate variables. As a result, more variables should be considered to find an exhaustive answer to our desired problem. For instance, the impact of weather conditions can be investigated to answer questions such as: "How do temperature variations impact natural gas consumption?" Cold winters may drive higher usage for heating, regardless of price changes. Additionally, the awareness of consumers can be assessed. To evaluate the impact of awareness, samples can be extracted for investigation from different cities.

To gain deeper insights, we propose employing machine learning models. These models can handle complex patterns—both linear and non-linear—more effectively. By analyzing variables beyond income, we can refine our understanding of price elasticity. Researchers should explore this gap to enhance policy decisions.



انتشارات دانشگاه تهران

## فصلنامه سیستم‌های انرژی پایدار

شاپا الکترونیکی: ۸۶۹۳-۲۹۸۰

سایت نشریه: <https://ses.ut.ac.ir>

### کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش خانگی و صنعتی: مروری بر روش‌ها و یافته‌ها

مجید محسن پور<sup>۱</sup> | محسن سلیمی<sup>۲\*</sup> | سهراب امینی ولاشانی<sup>۳</sup> | آیدا صیادجو<sup>۴</sup> | مجید عمیدپور<sup>۵</sup>

۱. گروه مهندسی سیستم‌های انرژی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران. رایانامه: [m.mohsenpour@email.kntu.ac.ir](mailto:m.mohsenpour@email.kntu.ac.ir)

۲. نویسنده مسئول، گروه پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران. رایانامه: [msalimi@nri.ac.ir](mailto:msalimi@nri.ac.ir)

۳. مرکز تخصصی نوآوری و توسعه فناوری مدیریت مصرف انرژی، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران. رایانامه: [samini@nri.ac.ir](mailto:samini@nri.ac.ir)

۴. سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی (ساتبا)، تهران، ایران. رایانامه: [aida.sayadjou@gmail.com](mailto:aida.sayadjou@gmail.com)

۵. گروه مهندسی سیستم‌های انرژی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران. رایانامه: [amidpour@kntu.ac.ir](mailto:amidpour@kntu.ac.ir)

#### اطلاعات مقاله

#### چکیده

#### نوع مقاله:

پژوهشی

#### تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۰۵

#### کلیدواژه:

عرضه و تقاضا،

گاز طبیعی،

کشش قیمتی گاز طبیعی،

قیمت گاز غنی.

در سال‌های گذشته، با توجه با افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی، میزان تقاضای انرژی در ایران افزایش چشمگیری داشته است. از سوی دیگر، گاز طبیعی ارتباط حیاتی با سایر صنایع کشور، از جمله صنعت برق دارد. بنابراین، شناخت ساختار گاز طبیعی در بخش‌های مختلف و برنامه‌ریزی برای تأمین و توزیع آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در کشور ایران، مصرف گاز طبیعی در ۱۷ سال اخیر همواره بیش از نفت خام بوده و سرعت نفوذ آن در سبد انرژی کشور با پشتوانه عظیم گاز طبیعی از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار شده است. بنابراین، کنترل بخش مصرف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تقاضا یک پدیده اقتصادی است که با مدل‌های متنوع تابع تقاضا مورد بررسی قرار می‌گیرد. منطق مدل‌های تابع تقاضا مبتنی بر تغییر رفتار مصرف‌کنندگان از تغییرات قیمت و درآمد است. یکی از روش‌های مؤثر در اعمال سیاست‌های کنترل مصرف، افزایش قیمت در حامل‌های انرژی، از جمله گاز طبیعی است، اما شایان یادآوری است تقاضای برخی از محصولات به دلیل ضروری بودن آن، به تغییر قیمت‌ها کم‌کشش است. بنابراین، برای اعمال سیاست‌های صحیح در حوزه گاز طبیعی، به بررسی مطالعات صورت‌گرفته در نشریات داخلی در حوزه کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش خانگی و صنعتی پرداختیم. نتایج نشان می‌دهد با توجه به روش‌های رگرسیون و سری‌های زمانی در کشور ایران، گاز طبیعی یک کالای بی‌کشش بوده است و سیاست‌مداران برای کاهش مصرف گاز طبیعی باید سیاست‌های دیگری را اعمال کنند.

استناد: محسن پور، مجید؛ سلیمی، محسن؛ امینی ولاشانی، سهراب؛ صیادجو، آیدا و عمیدپور، مجید. (۱۴۰۳). کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش خانگی و صنعتی: مروری بر روش‌ها و یافته‌ها. فصلنامه سیستم‌های انرژی پایدار، ۳ (۲) ۱۷۱-۱۵۱. DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2024.378003.1073>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© مجید محسن پور، محسن سلیمی، سهراب امینی ولاشانی، آیدا صیادجو، مجید عمیدپور

DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2024.378003.1073>



## مقدمه

جمعیت جهان در سال‌های اخیر رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. این امر موجب شده است تا مصرف انرژی از جمله گاز طبیعی در بخش خانگی و صنعتی، افزایش قابل توجهی داشته باشد. در نتیجه این افزایش بی‌رویه مصرف، تأمین‌کنندگان گاز طبیعی با چالش‌های جدی مواجه شده‌اند.

از سوی دیگر، میزان تولید محصول صنایع پایه کشورهای جهان از جمله صنعت برق وابستگی معناداری را به گاز طبیعی به عنوان سوخت دارند. براساس گزارش Bloomberg New Energy Finance<sup>۱</sup>، مصرف جهانی برق به ۳۸۰۰ تراوات ساعت تا پایان سال ۲۰۵۰ میلادی خواهد رسید. در نتیجه، انتظار می‌رود که مصرف گاز طبیعی در سال‌های آینده رشد قابل توجهی داشته باشد؛ به این معنا که گاز طبیعی یک محصول استراتژیک برای جهان محسوب شده تا اهمیت مدیریت الگوی مصرف در سال‌های اخیر از اهمیت دو چندانی برخوردار شده باشد. انتظار می‌رود در صورت افزایش بی‌رویه مصرف، کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته با چالش‌های جدی در حوزه انرژی مواجه شوند.

گفتنی است که کشور ایران از این مسئله مستثنا نبوده است و نرخ جمعیت و تعداد صنایع در کشور ایران در حال افزایش بوده و تقاضای بخش‌های مختلف مصرف انرژی کشور، شامل خانگی، تجاری، صنعتی و خدماتی رشد معناداری داشته است. همچنین، به دلیل ثابت بودن میزان ظرفیت تولید حامل‌های انرژی از جمله گاز طبیعی در کشور، ناترازی حامل‌های انرژی به یکی از چالش‌های جدی برای کشور تبدیل شده است. بنابراین، مدیریت مصرف انرژی در ایران به یکی از موضوعات مهم و حیاتی در اقتصاد تبدیل شده است، چرا که بیش از ۹۰ درصد انرژی مصرفی از منابع آلی (نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ) تأمین می‌شود.

برای مدیریت بخش مصرف، تغییر سیاست‌های قیمتی یکی از روش‌های مؤثر به منظور کنترل مصرف گاز طبیعی شناخته شده است. از این‌رو، با افزایش متناسب قیمت می‌توان میل به تقاضا را در بخش مصرف‌کننده تا حدودی کنترل کرد. البته، شایان یادآوری است تمامی کالاهای مصرفی از این قاعده تبعیت نمی‌کنند. کالاهای مصرفی عموماً در میزان حساسیت به سیاست‌های قیمتی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱. کم‌کشش: تأثیر اندک سیاست‌های قیمتی بر الگوی مصرف‌کنندگان
۲. بی‌کشش: کالاهایی که با افزایش قیمت مصرفی، تأثیری در رفتارهای مصرف‌کنندگان ایجاد نخواهد شد.
۳. پرکشش: کالاهایی که مصرف‌کنندگان تحت تأثیر سیاست‌های قیمتی خواهند گرفت. انتظار می‌رود با اندک افزایش قیمت میزان تقاضا کاهش چشمگیری داشته باشد.

بنابراین، بدون توجه به تحلیل دقیق رفتار مصرف‌کنندگان و طبیعت کالای مورد نظر از جمله بی‌کشش یا پرکشش بودن، سیاست‌های کنترلی می‌تواند با شکست مواجه شود. از این‌رو، بر آن شدیم به تحلیل دقیق میزان کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش مصرف‌کننده در دو زیر بخش خانگی و صنعتی بپردازیم تا اطلاعات دقیقی به سیاست‌گذاران این حوزه ارائه دهیم. پس از بررسی مطالعات صورت‌گرفته، متوجه فقدان مطالعه مروری در این حوزه شدیم.

از این‌رو، بر آن شدیم برای رسیدن به اهداف خود به بررسی اجمالی مطالعات منابع داخلی صورت‌گرفته در حوزه کشش قیمتی گاز طبیعی در کشور ایران پرداختیم. از این‌رو، بر آن شدیم در این پژوهش به بررسی دقیق مطالعات صورت‌گرفته در نشریات داخلی پرداخته و نتایج، روش‌های ریاضی اعمال‌شده در مطالعات را نمایان سازیم. مهم‌ترین هدف این پژوهش، پاسخ به سؤال «آیا افزایش قیمت گاز طبیعی باعث کاهش مصرف خواهد شد؟» بوده است. برای دستیابی به اهداف پژوهش، مطالعات به دو دسته کشش قیمتی در بخش خانگی و صنعتی تقسیم خواهد شد. در هر بخش روش‌های ریاضی و متغیرهای اعمال‌شده برای مدل‌سازی نمایان خواهد شد و یافته‌های پژوهش به صورت اجمالی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همچنین، در هر بخش به خلأهای تحقیقاتی خواهیم پرداخت تا با ایجاد مسیری روشن کمک شایانی به محققان این حوزه انجام دهیم. شایان یادآوری

۱. سرمایه‌گذار انرژی‌های جدید بلومبرگ

است این پژوهش به دلیل جمع‌بندی مطالعات اخیر، می‌تواند به عنوان یک سند معتبر برای سیاست‌گذاران جهت امکان‌سنجی تغییر قیمت گاز طبیعی در بخش خانگی و صنعتی دانست.

### روش کار (مواد و روش‌ها)

از آن رو که مصرف گاز طبیعی نقش پررنگی در اقتصاد کشور دارد، برای به حداقل رساندن آثار سوء تصمیم‌های اقتصادی، از جمله افزایش قیمت در راستای کنترل رفتار مصرف‌کنندگان صنعتی و خانگی، بررسی کشش قیمتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این‌رو، بر آن شدیم تا مقالات منتشرشده داخلی سال‌های اخیر را دسته‌بندی کنیم و یافته‌های آنان را مورد بررسی قرار دهیم تا کمک شایانی به مطالعات دقیق‌تر برای محققان کشور ارائه دهیم. از این‌رو مقالات منتشرشده در پایگاه استنادی سیویلیکا را مورد بررسی قرار دادیم و از کلمات، کشش قیمتی، مدیریت تقاضا، گاز طبیعی و کشش قیمتی گاز طبیعی به عنوان کلیدواژه‌های یافتن مقاله استفاده کرده‌ایم. یافته‌ها به ۲۰ مقاله رسید. برای تحلیل مناسب پژوهش‌های صورت‌گرفته در بخش اول به کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش خانگی پرداخته و سپس به مطالعات صورت‌گرفته در بخش صنعت خواهیم پرداخت. در هر بخش مفروضات، روش‌های به‌کارگرفته‌شده و نتایج تغییر سیاست‌های قیمتی نمایان خواهد شد و فضای تحقیقاتی جهت مطالعات آتی ترسیم خواهد شد.

### مروری بر ادبیات تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی

هانیه صداقت [۱] در پژوهش به برآورد مدل ساختاری به عوامل مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی ایران پرداخته است. در این پژوهش میزان تقاضای گاز طبیعی بر اساس مصرف سالانه و ۳۶ ساله طی سال‌های ۱۳۵۳-۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش تابع تقاضای سوخت با حداکثرسازی مطلوبیت،<sup>۱</sup> Compound Regression مدل‌سازی شده است. نتایج نشان می‌دهد کشش بلندمدت تقاضای گاز طبیعی نسبت به قیمت برق ۰/۶۹ و کشش کوتاه‌مدت آن ۰/۳۸ برآورد شده است. لذا برق می‌تواند گزینه مناسبی برای جایگزینی باشد. همچنین، در این پژوهش کشش تقاضا به تغییر درآمد ارزیابی شده است. نتایج حاکی از بی‌کشش بودن گاز طبیعی به میزان درآمد است، به طوری که میزان کشش برای کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۶۴ گزارش شده است.

پژوهش یادشده اذعان دارد گاز طبیعی در بخش خانگی یک کالای ضروری برای خانوار بوده است و تغییر قیمت گاز طبیعی امری کارساز نخواهد بود، اما در نظر گرفتن مصرف سالانه گاز طبیعی می‌تواند اطلاعات دقیقی به سیاست‌گذاران ارائه ندهد. از این‌رو، می‌توان در مطالعات آتی تغییر الگوی تقاضای روزانه با توجه با افزایش قیمت مورد بررسی قرار داد. این امر کمک خواهد کرد تا میزان تأثیر تغییر سیاست‌های قیمتی را به طور واضح سنجید. همچنین، نویسنده این پژوهش پیشنهاد می‌کند که برای کنترل میزان مصرف ساینده‌های غیر قیمتی از جمله فرهنگ‌سازی روش کارگشتری خواهد بود.

در مطالعه یادشده، برای مدل‌سازی مراحل زیر طی شده است:

در مرحله اول مصرف‌کننده مخارج خود را بین کالاهای انرژی<sup>۲</sup> و غیر انرژی<sup>۳</sup> تخصیص می‌دهد. در این صورت، تابع مطلوبیت برای مصرف‌کننده به صورت رابطه ۱ خواهد بود.

$$u_1 = u_1(q_e, q_{ne}) \quad (1)$$

قید بودجه مصرف‌کننده با توجه به قیمت کالاهای انرژی و غیر انرژی به صورت رابطه ۲ است:

$$y = P_e q_e + P_{ne} q_{ne} \quad (2)$$

با حداکثرسازی تابع مطلوبیت نسبت به قید بودجه می‌توان تابع تقاضای کالاهای انرژی و غیر انرژی را به صورت رابطه ۳ استخراج کرد:

۱. رگرسیون مرکب

۲.  $q_e$

۳.  $q_{ne}$

$$q_e^* = q_e^*(p_e, p_{ne}, y) \quad (3)$$

$$q_{ne}^* = q_{ne}^*(p_e, p_{ne}, y)$$

حاصل ضرب میزان تقاضای انرژی در قیمت آن تخصیص مخارج مصرفی مصرف‌کننده برای کالای انرژی را نشان می‌دهد که به صورت رابطه ۴ است:

$$y = p_e q_e^* \quad (4)$$

پس از مشخص شدن مخارج مصرفی برای کالاهای انرژی در حالت کلی در مرحله اول، این مخارج مصرفی در مرحله دوم فرایند تخصیص به انواع حامل‌های اختصاص داده می‌شود. حامل‌های انرژی در حالت کلی به چهار گروه اصلی فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، برق و زغال سنگ تقسیم می‌شوند. با توجه به هدف تحقیق به صورت دو گروه گاز طبیعی و سایر حامل‌های انرژی به ترتیب با نماد  $q_g$  و  $q_{oe}$  در نظر گرفته می‌شود. در این صورت تابع مطلوبیت به صورت رابطه ۵ خواهد بود:

$$u_2 = u_2(q_g, q_{oe}) \quad (5)$$

محدودیت درآمدی مصرف‌کننده در این حالت  $y_e$  است. اگر قیمت حامل‌های انرژی یادشده به ترتیب با  $q_g$  و  $q_{oe}$  نشان داده شوند، محدودیت درآمدی به صورت رابطه ۶ خواهد بود:

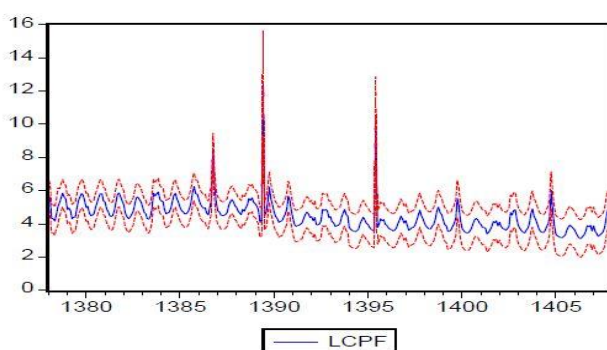
$$y_e = p_g q_g + p_{ne} q_{ne} \quad (6)$$

با حداکثرسازی تابع مطلوبیت (۵) نسبت به قید (۶) می‌توان توابع تقاضای حامل‌های انرژی را به صورت رابطه ۷ به دست آورد:

$$q_g^* = q_g^*(p_g, p_{oe}, y_e) \quad (7)$$

$$q_{oe}^* = q_{oe}^*(p_g, p_{oe}, y_e)$$

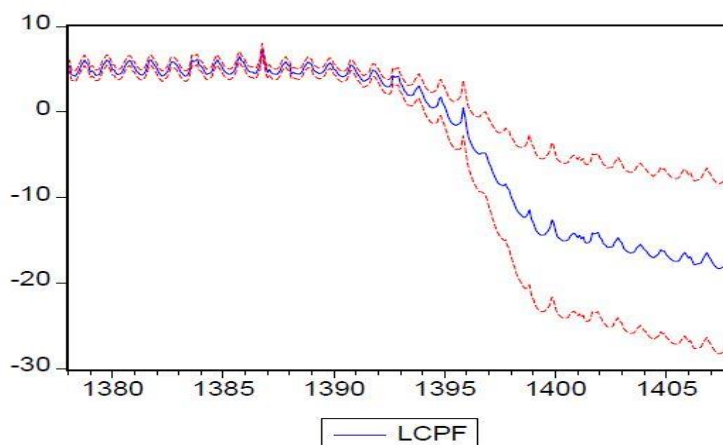
عباسی و همکاران [۲] با موضوع برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی استان سمنان به تحقیق شاخص‌های مهم اعم از متغیر وابسته، مصرف سرانه گاز طبیعی، متغیرهای مستقل، قیمت گاز طبیعی، متوسط دمای مرکز استان و درآمد خانوار بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷ پرداختند. در ادامه با استفاده از آزمون‌های پایایی، اثبات فروض کلاسیک، عدم رگرسیون کاذب و تصریح مدل در اقتصادسنجی و نیز با استفاده از روش OLS<sup>۱</sup> به تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی پرداختند. محققان مقاله یادشده برای تخمین مصرف گاز طبیعی از دو نگرش خوشبینانه و بدبینانه استفاده کرده‌اند. در مدل خوشبینانه قیمت گاز طبیعی و برق با یارانه و درآمد خانوار با رشدی متناسب با گذشته و دما در بعضی از سال‌ها کاهش یافته در نظر گرفته شده است. همان‌طور که از نمودار شکل ۱ نمایان است، مصرف همچنان روند سابق خود را دارد و در بعضی سال‌های سردتر افزایش مصرف خواهیم داشت. به دلیل وجود ارتباط بین مصرف گاز طبیعی و درآمد خانوار و همچنین افزایش تورم، مصرف گاز طبیعی در افق ۲۰ساله روند نزولی خواهد داشت.



Forecast: LCPF	
Actual: LCP	
Forecast sample: 1378M01 1407M12	
Included observations: 120	
Root Mean Squared Error	0.397220
Mean Absolute Error	0.305895
Mean Abs. Percent Error	6.007719
Theil Inequality Coefficient	0.038541
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.093195
Covariance Proportion	0.906805

شکل ۱. پیش‌بینی خوشبینانه سرانه مصرف ۲۰ساله [۲]

با توجه به شکل ۲، در مدل بدبینانه قیمت‌ها بدون یارانه در نظر گرفته شده است و افزایش تورم و کاهش درآمد حقیقی خانوارها را خواهیم داشت. از آن رو که سیاست‌گذاران در صدد حذف یارانه‌ها هستند، این مدل واقعی‌تر به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به اینکه دمای هوا در سطح جهانی رو به افزایش است. در این مدل دما را با ۲ درجه افزایش نسبت به سال‌های گذشته در نظر گرفته شده است.



شکل ۲. پیش‌بینی بدبینانه سرانه مصرف ۲۰ ساله [۲]

در این پژوهش نتایج پیش‌بینی نشان می‌دهد با افزایش قیمت، دما و کاهش درآمد حقیقی خانوارها در ۲۰ سال آینده مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی کاهش چشمگیری خواهد داشت. البته این کاهش مصرف بی‌شک با کاهش رفاه خانوارها همراه خواهد بود و با توجه به اینکه ریشه میانگین مربعات خطا در مدل بدبینانه (۰/۲۸۹) به صفر نزدیک‌تر است تا مدل خوشبینانه (۰/۳۹۷) می‌توان نتیجه گرفت که این مدل واقعی‌تر از مدل اول است. پس از تخمین مصرف سرانه پژوهندگان اثبات کردند گاز طبیعی در این استان یک کالای کم‌کشش و نیز یک کالای ضروری برای تمام گروه‌های درآمدی مردم است.

مولایی و همکاران [۳] میزان تقاضای گاز طبیعی در بخش منطقه ۷ ایران با ملاحظه قانون هدفمندی یارانه‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. از این‌رو، تابع تقاضای مصرف گاز طبیعی خانوارها در منطقه ۷ کشور (شامل استان کردستان، همدان، کرمانشاه، لرستان، مرکزی و ایلام) در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲ با استفاده از روش  $GMM^1$  تخمین و کشش قیمتی و درآمدی گاز طبیعی استخراج شده است. نتایج در جدول ۱ بیانگر آن است که پس از اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، متوسط مصرف سالیانه گاز طبیعی در بخش خانگی استان‌های مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کاهش یافته است. در سال ۱۳۹۲ به استثنای استان کردستان و مرکزی، متوسط مصرف گاز طبیعی خانوارها در سایر استان‌ها افزایش یافته و در سال ۱۳۹۳، متوسط مصرف گاز طبیعی همه استان‌های منطقه ۷ کشور در بخش خانگی افزایش یافته است. با توجه به نتایج جدول ۱ می‌توان نتیجه گرفت که هدفمند کردن یارانه‌ها در کاهش مصرف در منطقه ۷ کشور در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ مؤثر بوده است، اما در سال ۱۳۹۲ در استان‌های مورد مطالعه (به جز استان کردستان و مرکزی) و در سال ۱۳۹۳ در همه استان‌های مورد مطالعه، تأثیر خود را در کاهش مصرف علی‌رغم افزایش قیمت گاز طبیعی از دست داده است.

میبدی و همکاران [۴] در این پژوهش به مطالعه تقاضای گاز طبیعی بخش خانگی شهر تهران پرداخته‌اند و در این مسیر از مدل فیلتر کالمن برای برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی استفاده کرده‌اند. نویسندگان این پژوهش معتقد به وجود عوامل متنوع و مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی در بخش‌های هستند. از این‌رو، بیان می‌دارند که تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی به تفکیک بخش‌های مختلف مصرف یک امر ضروری است. در این میان بخش خانگی با بیش از ۲۵ درصد مصرف در سال‌های اخیر بیشترین میزان مصرف را به خود اختصاص داده است و عوامل مؤثر بر تقاضا در این بخش به دو دسته قابل مشاهده مانند قیمت

۱. برآوردگر گشتاوری: رگرسیون تعمیم‌یافته

حامل، درآمد مصرف‌کننده و دما و عوامل غیر قابل مشاهده نظیر عادت‌ها، سلاقی مصرف‌کنندگان و تکنولوژی وسایل گازسوز قابل تقسیم است. با توجه به اثر دما بر مصرف این بخش، تخمین ضرایب در یک منطقه خاص به عنوان مثال شهر تهران به بهبود توضیح‌دهی این متغیر کمک می‌کند. همچنین، با توجه به تأثیرگذاری عوامل غیر قابل مشاهده و متغیرهای دیگری که از مدل حذف شده‌اند، از تکنیک کالمن فیلتر با هدف جلوگیری از برآورد اریب‌دار ضرایب استفاده شده بر اساس برآورد مدل ارائه‌شده کشتش قیمتی تقاضا در مورد گاز طبیعی ۰/۹۸- و کشتش درآمدی ۰/۱۴۴ است که نشان‌دهنده کم‌کشتش بودن این حامل است. به نظر می‌رسد که علت اصلی این امر سهم هزینه گاز طبیعی در سبد خانوار و بدون جانشین بودن این حامل در منطقه مورد بررسی بوده باشد. همچنین، با مقایسه ضرایب در جدول ۲ برمی‌آید که نقش دما در توضیح‌دهی تقاضای گاز معنادار و بیشتر از قیمت حامل و هزینه خانوار است. بنابراین، مصرف گاز طبیعی بیشتر از آنکه تابع متغیرهای قیمت و درآمد باشد، تابع دما و در دسترس بودن این حامل است.

جدول ۱. تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی بخش منطقه ۷ ایران (متر مکعب) [۳]

سال	1388	1389	1390	1391	1392	1392
کردستان	متوسط مصرف	5270.36	3622.59	3255.36	2951.26	2701.2
	متوسط کاهش مصرف	-	1647.8	267.2	404.1	25.2
همدان	متوسط مصرف	4135.06	3145.83	3121.09	2690.69	2856.27
	متوسط کاهش مصرف	-	989.2	24.7	430.4	165.68
کرمانشاه	متوسط مصرف	3493.98	2654.1	2476.23	2344.31	2379.64
	متوسط کاهش مصرف	-	839.9	177.9	131.9	35.3
لرستان	متوسط مصرف	3201.75	2641.15	2407.04	222.41	2173.01
	متوسط کاهش مصرف	-	560.6	234.1	284.6	50.6
مرکزی	متوسط مصرف	4444.08	2978.59	2645.29	2324.11	2161.29
	متوسط کاهش مصرف	-	1465.5	333.3	321.2	162.8
ایلام	متوسط مصرف	3171.15	2467.11	1917.06	1671.53	1742.43
	متوسط کاهش مصرف	-	704	550	245.5	70.9

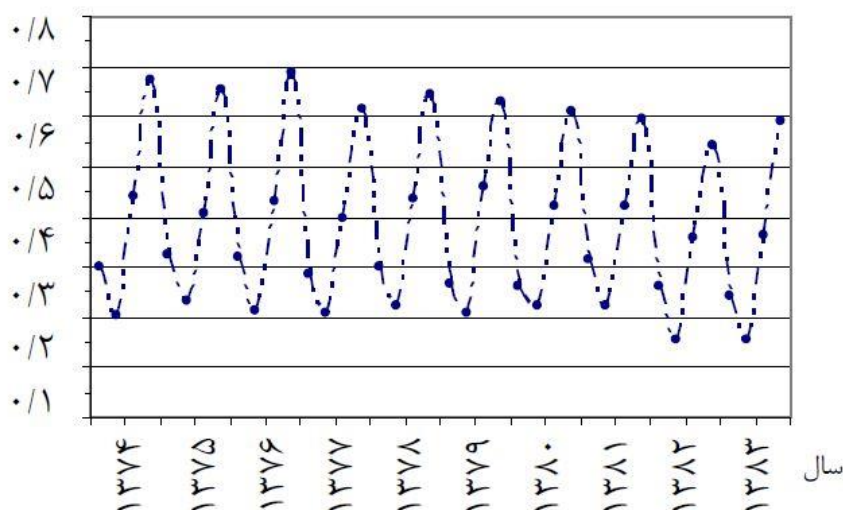
جدول ۲. خلاصه محاسبه ضرایب [۴]

ضرایب	جز اخلال معادله مشاهده
ضریب قیمت	-0.0979 (0.0469) *
ضریب هزینه	0.1139 (0.042) *
ضریب دما	-0.802 (0.0453) *
مولفه روند	-7.48 (0.1469) *
مجموع مؤلفه زمانی	4.486 آماره آزمون <sup>۱</sup>
	0.106 احتمال غیر نرمال بودن

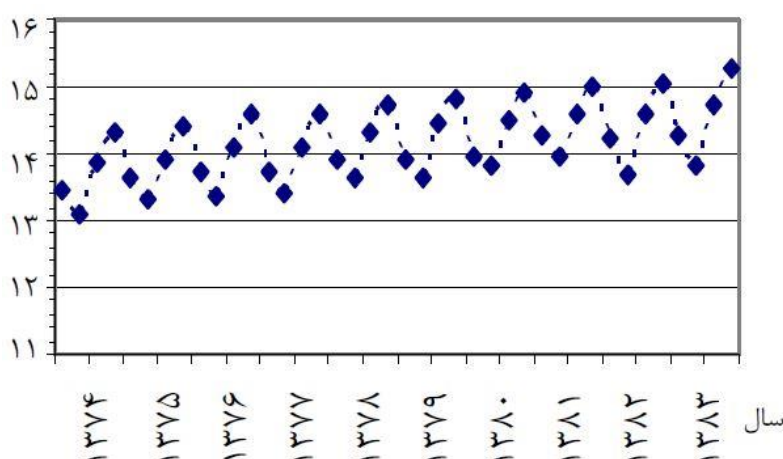
کشاورز حداد و همکاران [۵] به بررسی تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری می‌پردازد. در این پژوهش داده‌های مورد نیاز و استفاده‌شده در چارچوب الگوی تحلیلی، تحقیق داده‌های فصلی مقدار مصرف گاز طبیعی، دمای هوا، قیمت گاز طبیعی و درآمد مصرف‌کننده طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۸۳ است. داده‌های مصرف سرانه به صورت نسبت مصرف کل حامل انرژی گاز طبیعی یک دوره به تعداد کل مصرف‌کنندگان دوره قبل در نظر گرفته شده است. دمای هوا متوسط دمای کشور به صورت میانگین وزنی دمای استان‌های مختلف است که در آن وزن‌ها، تعداد انشعاب خانگی و تجاری هر استان است. قیمت‌های واقعی و اسمی گاز طبیعی و حامل انرژی جایگزین برق در بخش‌های خانگی و تجاری از متوسط قیمت حامل‌های انرژی یادشده همه



بخش‌ها، برحسب ریال معادل بشکه نفت خام استخراج کرده‌اند. به دلیل عدم انتشار درآمد و دسترسی به داده‌های فصلی، درآمد سرانه نسبت تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ بر حسب میلیارد ریال به جمعیت کل کشور به عنوان شاخصی به جای متغیر درآمد سرانه یک مصرف‌کننده تعریف شده است. آن‌ها علاوه بر تغییرات دما و شرایط جوی عوامل دیگری نظیر شوک‌های فصلی، تغییر سلیقه مصرف‌کنندگان و پیشرفت تکنولوژی و عوامل دیگری که قابل مشاهده نیز نیستند، را با به‌کارگیری روش مدل سری زمانی مدل‌سازی کردند. سپس با روش حداکثر راست‌نمایی، برآوردهای نارایب پارامترهای تابع تقاضا را برای داده‌های فصلی محاسبه کردند. در ادامه پژوهشگران با رسم شکل‌های ۳ و ۴ به تحلیل نتایج پرداختند. شکل ۳ نشان می‌دهد مصرف سرانه گاز طبیعی روند نزولی است که شیب بسیار ملایمی دارد و همچنین از شکل ۴، مصرف کل توسط تابع لگاریتمی بیانگر این است که مصرف کل دارای شیب مثبت و صعودی است. صعودی بودن مصرف کل به دلیل گسترش گازرسانی بوده اما دلیل نزولی بودن مصرف دلایل مختلفی از جمله: تغییر فرهنگ مصرف، بهبود تکنولوژی، عوامل اقتصادی و... یاد شده است.



شکل ۳. مصرف سرانه گاز طبیعی [۵]



شکل ۴. لگاریتم طبیعی مصرف کل گاز طبیعی [۵]

در نهایت در این پژوهش، با در نظر گرفتن دو واقعیت مهم موجود در تقاضای انرژی یعنی روند اصلی و ماهیت فصلی پرداخته و بیان می‌کند در برآورد تابع تقاضای انرژی و دانستن اینکه ممکن است روند اصلی تقاضای انرژی به دلایلی نظیر

پیشرفت تکنولوژی، تغییر سلیقه مصرف‌کنندگان بوده باشد؛ از این رو روش الگوی سری زمانی ساختاری<sup>۱</sup> را برای برآورد تابع تقاضای انرژی به کار برده‌اند. با به‌کارگیری این روش، روند اصلی تقاضای انرژی بین عوامل اقتصادی نظیر تغییرات قیمت و درآمد خانوار مشهود بوده و عوامل غیراقتصادی نظیر تغییر سلیقه مصرف‌کنندگان، پیشرفت تکنولوژی و سایر عوامل غیر قابل مشاهده، تفاوت قائل شده‌اند.

با برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری کشور با به‌کارگیری روش الگوی سری زمانی ساختاری، کشش بلندمدت درآمدی حدود ۰/۱۷ برآورد شده و اشاره به آن دارد که گاز طبیعی در سبد سوختی کشور یک کالای ضروری محسوب می‌شود. همچنین، کشش بلندمدت قیمتی حدود ۰/۱۳- محاسبه شده است؛ و کوچک بودن آن نشان می‌دهد مصرف‌کننده تمایل به مصرف گاز طبیعی به دلیل نبود حامل انرژی ارزان‌تر دارد. مؤلفه فصلی در مدل برآوردشده تصادفی بوده و با گذشت زمان تغییرات اثرات فصلی در جهت کاهش مصرف سرانه گاز طبیعی بوده است. همچنین، کشش مصرف سرانه نسبت به دما در حدود ۰/۲۶- برآورد شده است. با توجه به نتایج یادشده می‌توان گفت که برنامه‌های سیاست‌گذار در بهینه‌سازی مصرف سوخت و تشویق به استفاده از وسایل انرژی کارا می‌تواند در روند مصرف گاز طبیعی مؤثر باشد.

مشیری و همکاران [۶] الگوی مصرف گاز طبیعی و برق خانوارهای شهری دو استان تهران و اصفهان را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. در این پژوهش، اطلاعات مورد به‌کارگیری شده، شامل ۱۴۰۱۰ خانوار در استان تهران و ۴۶۵۱ خانوار در استان اصفهان، بین دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۰ بوده است. برای دستیابی به اهداف پژوهش، از الگوی نظری مبتنی بر فرایند بهینه‌یابی دو مرحله<sup>۲</sup> استفاده شده است که در انتها به یک فرم تابعی انعطاف‌پذیر موضعی ختم شده است. تحلیل تجربی در این مطالعه، در چارچوب یک نظام معادلات برای حامل‌های انرژی، نظیر گاز طبیعی و برق از طریق یک الگوی تلفیقی «اثر ثابت» انجام شده است تا اثر تغییرات زمان کنترل شود. نتایج حاصل نشان می‌دهد در حال حاضر گاز طبیعی در سبد مصرفی خانوار کالایی تقریباً بی‌کشش بوده است، به طوری که افزایش قیمت گاز طبیعی به میزان یک درصد می‌تواند مقدار تقاضای گاز طبیعی را در استان‌های تهران و اصفهان به ترتیب به میزان ۰/۹۶ و ۰/۷۶ درصد کاهش دهد. کشش‌های درآمدی تقاضای گاز طبیعی و برق در جدول ۳، عددی بین صفر و یک قرار دارند که حاکی از ضروری بودن آن‌ها است.

جدول ۳. متوسط کشش‌های قیمتی و درآمدی گاز طبیعی و برق در استان‌های تهران و اصفهان [۶]

کشش درآمدی گاز	کشش درآمدی برق	کشش قیمتی گاز	کشش قیمتی برق	کشش متقاطع قیمتی	
0.999	0.999	-0.966	-0.966	0.999	تهران
(0.000) *	(0.000) *	(0.000) *	(0.000) *	(0.000) *	
1	0.999	-0.768	-0.768	-0.999	اصفهان
(0.001) *	(0.000) *	(0.060) *	(0.060) *	(0.000) *	

بختیاری و همکاران [۷] در پژوهشی با عنوان «بررسی و تحلیل مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری» به بررسی تأثیر عوامل قیمت حامل، میزان درآمد و تعداد مشترکین مصرف پرداختند. در این مطالعه، از داده‌های سری زمانی طی سال‌های ۱۳۶۰-۱۳۸۷ با به‌کارگیری روش حداقل مربعات معمولی برای تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی استفاده شده است. در این پژوهش، وجود ارتباط مستقیم بین تعداد مشترکین و درآمد ملی کشور از یک‌سو و تقاضای گاز طبیعی از سوی دیگر، بیان شده است و با توجه به شکل ۵ معتقدند که پلکانی شدن قیمت‌ها تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر مصرف گاز طبیعی داشته است.

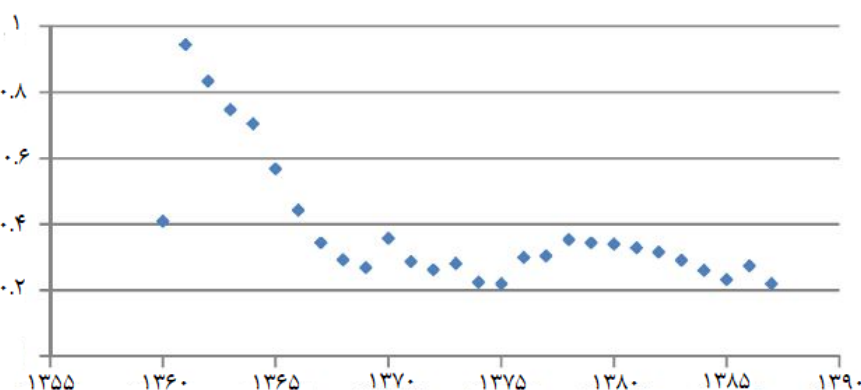
در ادامه محققان، عوامل مؤثر بر مصرف گاز طبیعی از جمله تعرفه و قیمت گاز طبیعی، درآمد و تعداد مشترکین را مورد بررسی قرار دادند. ابتدا پس از خاطر نشان کردن وجود رابطه معکوس بین تعرفه گاز طبیعی با تقاضا براساس مبانی نظری تابع تقاضا شکل ۶ را ارائه دادند. در این شکل، با اینکه قیمت اسمی گاز طبیعی (میانگین نرخ تعرفه) طی دوره زمانی ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۷ از ۱/۸ به ۱۱۲/۵ ریال به ازای هر متر مکعب رسیده، ولی قیمت ثابت یا نسبی که از تقسیم قیمت اسمی بر شاخص قیمت

1. STSM

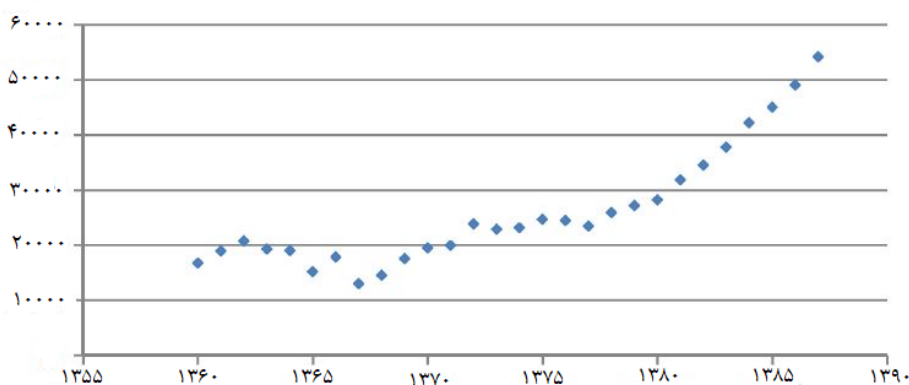
2. Bi-level Optimization

مصرف‌کننده (به قیمت سال پایه ۱۳۷۶) حاصل می‌شود نه تنها افزایش نداشته بلکه همان گونه که از نمودار ۵ نیز پیداست، بیش از ۷۰ درصد هم کاهش داشته است.

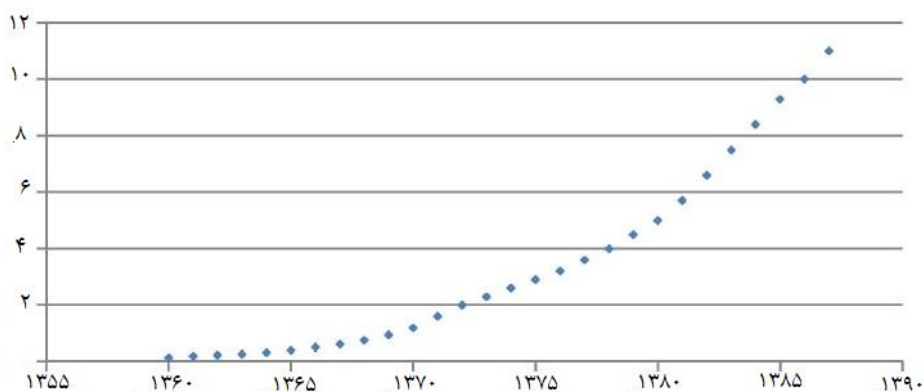
در ادامه یکی از عوامل تأثیرگذار بر مصرف گاز طبیعی درآمد خانوار معرفی شده است. نتایج نشان می‌دهد افزایش درآمد از یک سو موجب قدرت خرید شهروندان و به‌کارگیری لوازم جدید خواهد شد که در نهایت، تقاضا را بالا خواهد برد و از سوی دیگر، به دلیل بازدهی و کارایی محصولات جدید (با کاهش اتلاف انرژی) مقداری از افزایش مصرف انرژی جبران خواهد شد. در نهایت، تعداد مشترکین نیز به عنوان سومین عامل تأثیرگذار روی مصرف گاز طبیعی معرفی شده است و معتقدند تعداد مشترکین تأثیر مستقیمی روی تقاضا دارد و با ارائه شکل ۷ افزایش مصرف در دوره‌های مختلف را چشمگیر معرفی کرده‌اند.



شکل ۵. نسبت قیمت واقعی گاز طبیعی به تقاضا [۷]



شکل ۶. روند تغییرات درآمد ملی [۷]



شکل ۷. تعداد مصرف‌کنندگان گاز طبیعی (میلیون) [۷]

در نهایت این مطالعه بیان می‌دارد که گاز طبیعی به عنوان یک حامل انرژی در سبد مصرفی خانوار ایرانی یک کالای ضروری و بدون کشش است و کشش قیمتی و درآمدی آن به ترتیب  $0/057$  و  $0/32$  محاسبه شده است. بنابراین، کشش قیمتی تقاضا برای گاز طبیعی ناچیز بوده و این به معنای عدم حساسیت مصرف‌کنندگان به تغییر قیمت‌هاست.

زهرار رفیعی و همکاران [۸] در پژوهشی با عنوان «بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی استان خوزستان: رویکرد تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل» به بررسی کشش قیمتی گاز طبیعی پرداخته‌اند. به این منظور داده‌های مصرف گاز طبیعی استان خوزستان طی دوره ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ از سالنامه‌های آماری استان خوزستان استخراج شده و برای مدل‌سازی روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتب<sup>۱</sup> به کار گرفته شده است. محاسبه کشش قیمتی با استفاده از مدل مقید و غیر مقید نشان می‌دهد تمامی این کشش‌ها منفی بوده، به طوری که در مدل مقید و غیر مقید مقدار کشش خود قیمتی گاز طبیعی به ترتیب  $-0/92$  و  $-0/9$  در جدول ۴ گزارش شده است. همچنین، بررسی کشش درآمدی گاز طبیعی در مدل غیر مقید و مقید (جدول ۵) مثبت و به ترتیب  $0/9608$  و  $0/9613$  است و نشان می‌دهد گاز طبیعی در سبد خانوار، کالایی ضروری محسوب می‌شود.

جدول ۴. کشش‌های خودقیمتی، متقاطع و درآمدی براساس نتایج برآورد مدل غیر مقید [۸]

درآمدی	بهداشت	سایر	گاز طبیعی	خوراک	مسکن	
1.033	-0.698	-0.979	0.108	-0.955	*-1.743	مسکن
1.024	-0.0904	-1.232	0.006	*-1.61539	-0.56942	خوراک
0.9608	0.16	1.532	*-0.904	0.966	1.0206	گاز طبیعی
0.989	0.1971	*-0.658	-0.088	0.256	0.299	سایر
1.091	*-1.708	-2.581	-0.909	-2.689	-2.174	بهداشت

جدول ۵. کشش‌های خودقیمتی، متقاطع و درآمدی براساس نتایج برآورد مدل مقید [۸]

درآمدی	بهداشت	سایر	گاز طبیعی	خوراک	مسکن	
1.034	-0.612	-0.972	0.048	-1.111	*-1.798	مسکن
1.024038	-0.115	-1.218	0.0252	*-1.553	-0.541	خوراک
0.961	0.186	1.547	*-0.9205	0.928	1.008	گاز طبیعی
0.988	0.154	*-0.653	-0.0594	0.351	0.343	سایر
1.088	*-1.625	-2.444	-0.898	-2.676	-2.15	بهداشت

اعداد ستاره‌دار در جدول‌های ۴ و ۵ نشان‌دهنده کشش‌های خودقیمتی هستند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، علامت کشش قیمتی برای تمامی گروه‌ها منفی بوده که نشان‌دهنده رابطه منفی میان مقدار تقاضا و قیمت است. مقدار قدر مطلق کشش تقاضا برای گاز طبیعی کوچک‌تر از یک است و نشان می‌دهد اگر قیمت گاز طبیعی یک درصد تغییر کند، میزان مصرف آن کمتر از یک درصد تغییر می‌کند. به بیان دیگر، مصرف‌کنندگان گاز طبیعی نسبت به تغییرات قیمت آن حساسیت کمی نشان می‌دهند که بیانگر این است که افزایش قیمت گاز طبیعی از طریق اجرای هدفمندی یارانه‌ها ممکن است باعث کاهش مصرف گاز طبیعی نشود.

مهرگان و همکاران [۹] به مدل‌سازی عوامل مؤثر بر مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی با استفاده از روش شناختی فازی<sup>۲</sup> پرداختند. همچنین در این پژوهش، با شناسایی و تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر میزان تقاضای گاز طبیعی در بخش مصرف خانگی کشور خاطر نشان کردند که متغیرهای اقتصادی، اجتماعی یا جمعیت‌شناختی، فرهنگی، فنی و تکنولوژیک، زمانی، محیطی یا اقلیمی، سیاست‌گذاری یا قانونی و مکانی، از جمله متغیرهای کلانی هستند که در زیرمجموعه آن‌ها متغیرهای مختلف بر مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی تأثیرگذار هستند. شکل ۸ نشان‌دهنده عوامل شناختی بررسی‌شده در پژوهش یادشده است. مطالعات مختلف داخلی و خارجی که در حوزه مصرف انرژی‌ها و به‌ویژه گاز طبیعی صورت پذیرفته، به طور عمده به معرفی یک یا چند

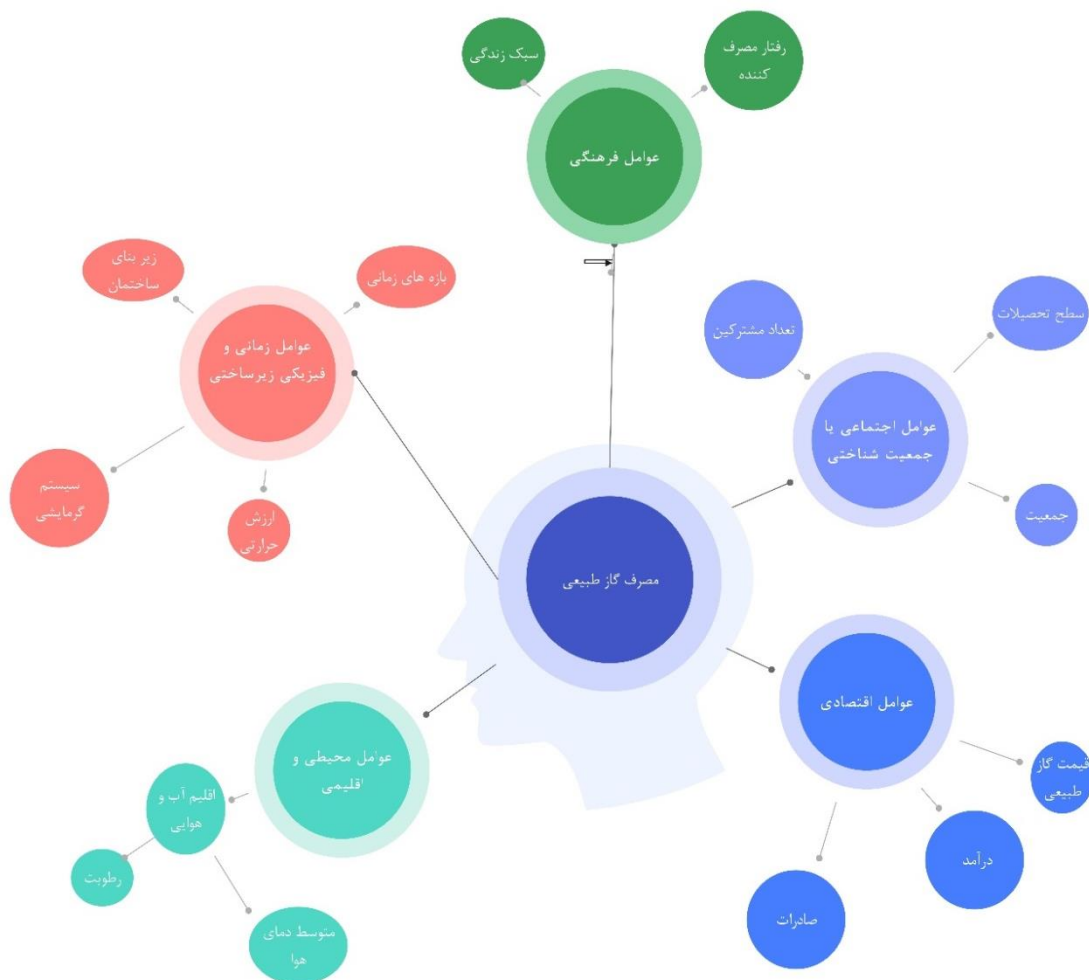
1. Seemingly unrelated regression

2. FCM

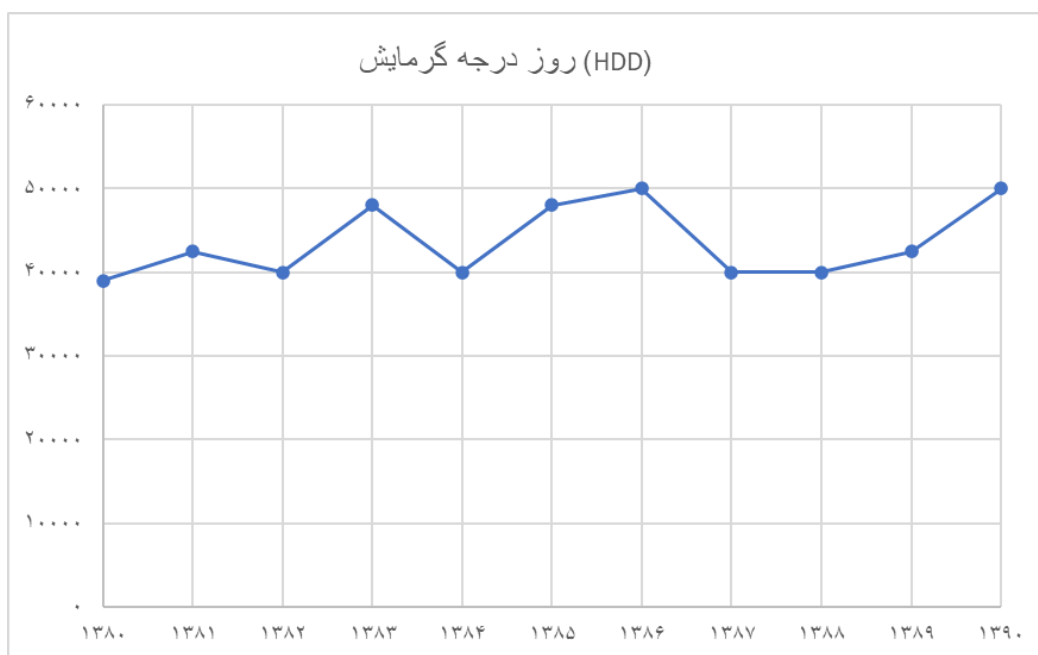
متغیر اکتفا کرده و تأثیر آن را بر مصرف بررسی کرده‌اند. در این پژوهش اما ضمن ارائه مدل جامعی از متغیرها، روابط آن‌ها با استفاده از نگاهت‌شناختی فازی بررسی شده است.

از جمله نتایج مدل به‌دست‌آمده در این پژوهش، استخراج عوامل فرهنگی و اجتماعی مختلف و بررسی میزان تأثیرگذاری آن‌ها بر مصرف گاز در بخش خانگی برای نخستین‌بار بوده است. پژوهشگران معتقدند اغلب متغیرهای فرهنگی یا اجتماعی از نوع کیفی هستند و سنجش و اندازه‌گیری سطوح آن‌ها دشوار است. دشواری در سنجش متغیرهای کیفی محدودیت‌هایی را فراروی محققان این حوزه برای مطالعه تأثیر و رفتار آن‌ها قرار می‌دهد. همچنین، رفتار مصرف‌کنندگان و علاقه و سلیقه هر یک در استفاده از انرژی گاز که عموماً صرف دستگاه‌های گرمایشی آب گرم و پخت‌وپز در بخش خانگی است ذکر شده و وجود رابطه معکوس (۰/۱۴-) با مصرف گاز طبیعی را نمایان کرده‌اند. نزدیک بودن این ضریب به عدد صفر نشان‌دهنده رابطه عکس این دو متغیر بوده است. همچنین، سبک زندگی پوشش مناطق مختلف کشور جمعیت خانوارهایی که در یک واحد مسکونی زندگی می‌کنند و تبلیغات شرکت ملی گاز ایران در خصوص مصرف گاز طبیعی با مصرف رابطه معکوسی داشته و کشش آن به ترتیب (۰/۱۸-) و (۰/۴۱-) گزارش شده است. پدیده شهرنشینی و فرهنگ شهری از متغیرهای فرهنگی دیگر است که با مصرف گاز رابطه مستقیمی برقرار می‌کند؛ به این معنا که افزایش و رشد پدیده شهرنشینی موجب رشد مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی می‌شود. متغیرهای اجتماعی شناسایی‌شده‌ای مانند سطح تحصیلات (۰/۳۶-) به صورت معکوس و جمعیت (۰/۹۱)، جمعیت گازدار (۰/۹۵) تعداد خانوار (۰/۸۹)، تعداد مشترکان (۰/۸۹) و تعداد انشعاب‌ها (۰/۸۶) به طور مستقیم بر مصرف گاز طبیعی تأثیر می‌گذارند از میان متغیرهای اقتصادی، قیمت گاز طبیعی (۰/۱۶-) و هدفمندی یارانه‌ها (۰/۳۳-) رابطه معکوس و متغیرهای درآمد (۰/۶)، قیمت کالای جایگزین گاز طبیعی مانند نفت و برق (۰/۵۷-) بوده است. از میان متغیرهای مکانی، منطقه جغرافیایی سردسیری (۰/۹۲) و بافت روستایی (۰/۷۸) به صورت مستقیم؛ متغیر بازه‌های زمانی و ماه‌های گرم سال (۰/۱۸) و متغیرهای تکنولوژیک یا فنی مانند زیربنای ساختمان (۰/۹) به طور مستقیم بر مصرف گاز تأثیر می‌گذارند و بازدهی سیستم گرمایشی (۰/۰۸-) و ارزش حرارتی و کیفیت گاز (۰/۱۸-) به طور معکوس بر مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی مؤثرند. متغیرهای سیاست‌گذاری و قانونی نیز مانند توسعه صنعت گاز (۰/۷۲) و قابلیت خرید و فروش گاز (۰/۰۴) به صورت مستقیم و متغیرهای اقلیمی نظیر دمای هوا (۰/۰۴-) و رطوبت هوا (۰/۴۸-) به طور معکوس و اقلیم آب‌وهوایی سرد و خشک (۰/۹) به صورت مستقیم بر میزان مصرف بخش خانگی تأثیر می‌گذارند. در نهایت پژوهشگران معتقدند که دمای هوا جمعیت گازدار کشور بازدهی سیستم گرمایشی، منطقه جغرافیایی سردسیر و همچنین، متغیرهای فرهنگی که از جمله متغیرهای کیفی مورد مطالعه هستند، مانند رفتار و علایق مصرف‌کنندگان و نحوه مصرف آن‌ها، از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی هستند. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت فرهنگ‌سازی در حوزه مصرف انرژی و به‌ویژه گاز طبیعی و اصلاح الگوی مصرف میان اقشار مختلف جامعه است. در نتیجه، پس از آزادسازی یارانه‌ها و افزایش قیمت‌های انرژی در بخش‌های مختلف از جمله خانگی، توجه بیش از پیش سیاست‌گذاران صنعت گاز طبیعی به اهمیت فرهنگ‌سازی در مصرف ضروری به نظر می‌رسد.

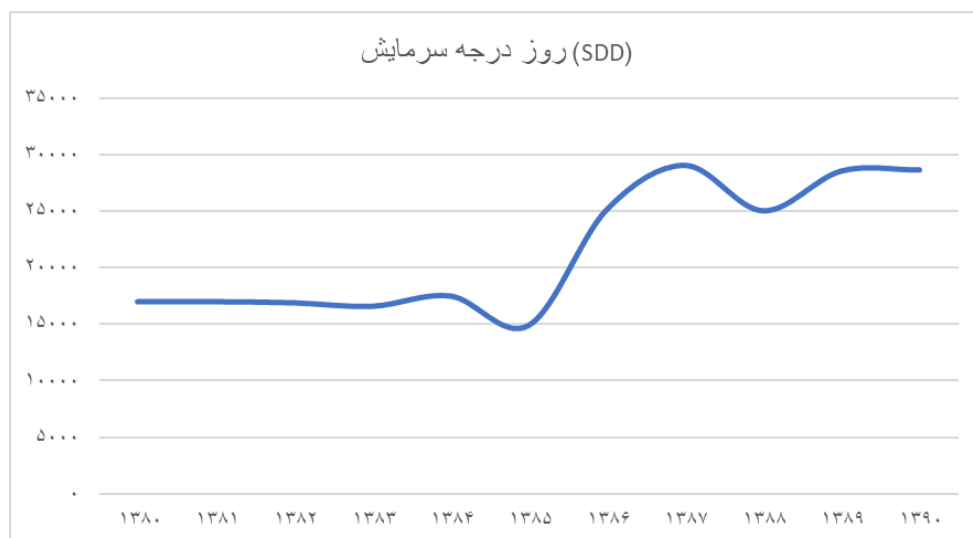
رئیس‌زاده و منجذب [۱۰] به بررسی تأثیر اصلاح یارانه‌ها بر میزان مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی ایران با استفاده از رویکرد پانل دیتا<sup>۱</sup> پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از مؤثر بودن قانون هدفمندی یارانه‌ها بر میزان مصرف بخش خانگی است. نویسندگان این پژوهش معتقدند که شاید این شائبه وجود داشته باشد که کاهش مصرف گاز طبیعی به دلیل گرمایش زمین و هوا در سال‌های اخیر بوده است، اما شکل ۹ به‌وضوح نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۰، بخش خانگی به بیشترین میزان گرمایش نیاز داشته است و با توجه به اینکه بیشتر وسایل گرمایشی خانگی گازسوز بوده‌اند، انتظار می‌رفت مصرف گاز طبیعی در این سال با توجه به سرد بودن هوا بیش از سال‌های دیگر باشد، اما این‌گونه نبود. بنابراین، می‌توان گفت که کاهش مصرف گاز طبیعی مربوط به اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها و افزایش قیمت گاز طبیعی بوده است. شکل ۱۰ نشان‌دهنده روز-درجه سرمایش است. این نمودار بیان می‌دارد که بخش خانگی در سال ۱۳۹۰ بعد از سال ۱۳۸۷ به بیشترین میزان سرمایش نیاز داشته است، ولی با توجه به اینکه بیشتر وسایل سرمایشی برقی بوده‌اند، می‌توان گفت که تأثیر زیادی بر میزان مصرف گاز طبیعی نداشته است.



شکل ۸. نقشه شناختی عوامل تأثیرگذار بر مصرف گاز طبیعی [۹]

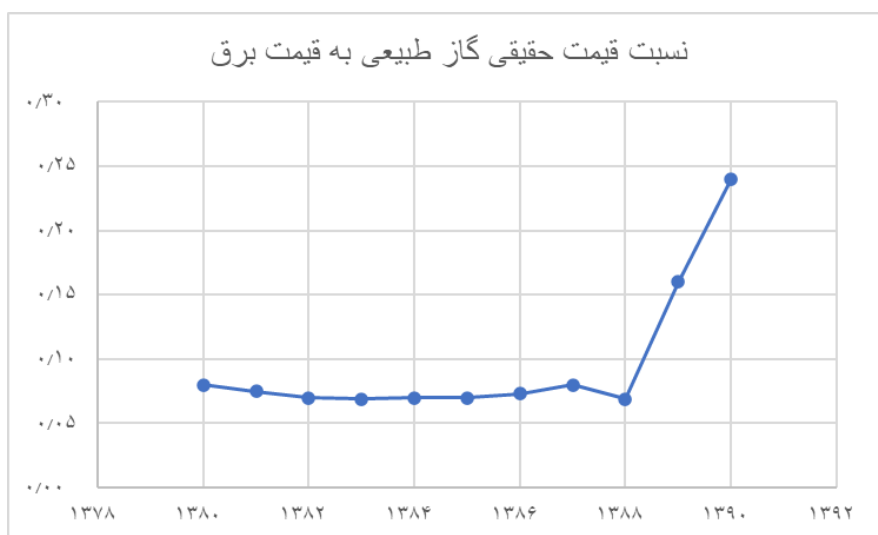


شکل ۹. روز درجه گرمایش (۱۳۸۰-۱۳۹۰) [۱۰]



شکل ۱۰. روز درجهٔ سرمایه‌ش (۱۳۸۰-۱۳۹۰) [۱۰]

در ضمن، نتایج برآورد و تخمین مدل نشان می‌دهد گاز طبیعی به عنوان یک حامل انرژی در سبد مصرفی خانوار ایرانی یک کالای ضروری و بدون کشش است. این نتایج همچنین نشان می‌دهد یکی از روش‌های مناسب برای اصلاح الگوی مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی، حذف یارانه‌ها است، به طوری که تغییر ۱ درصدی قیمت ۰/۳ درصد مصرف را کاهش می‌دهد. در ادامه با ارائهٔ شکل ۱۱ نشان می‌دهند نسبت قیمت حقیقی حامل انرژی، گاز طبیعی، به قیمت حقیقی برق به عنوان یک حامل انرژی جایگزین طی زمان روند صعودی دارد؛ به این معنا که پس از هدفمندسازی یارانه‌ها، قیمت گاز طبیعی نسبت به برق افزایش بیشتری داشته است، بنابراین خانوارها مصرف خود را به سمت مصرف بهینه تغییر می‌دهند و در نتیجه، ممکن است از وسایل برقی بیشتری در آینده استفاده کنند.

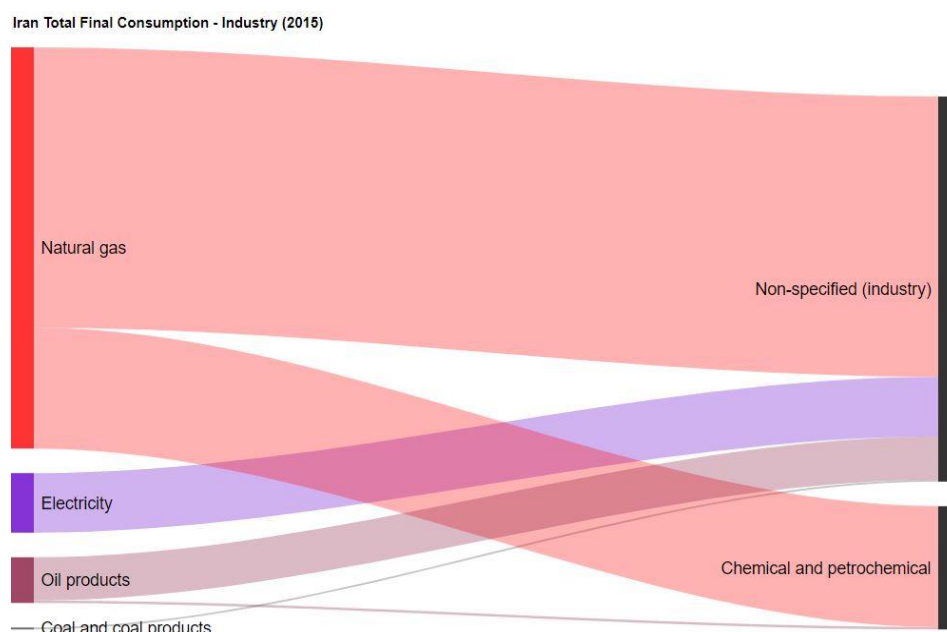


شکل ۱۱. نسبت قیمت حقیقی گاز طبیعی به برق [۱۰]

ورهرامی و همکاران [۱۱] آثار نامتقارن قیمت گاز طبیعی بر مصرف آن در دورهٔ ۱۳۷۰-۱۳۹۰ در بخش خانگی مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه، نامتقارن بودن تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی به عنوان یک فرضیهٔ اصلی به منظور انجام آزمون بوده است و از روش OLS به منظور انتخاب مناسب‌ترین تصریح‌کننده رفتار تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی استفاده شده است. در ادامه کشش‌های قیمتی بلندمدت و کوتاه‌مدت تقاضای گاز طبیعی ۰/۸۷ و ۰/۴۸ برآورد شده است. نتایج پژوهش یادشده نشان‌دهندهٔ نبود تأثیرات نامتقارن افزایش و کاهش قیمت واقعی گاز طبیعی بر تقاضای آن در دورهٔ مورد بررسی در این مطالعه است.

### تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت کشور

ایران با بیش از ۱۳/۶ تریلیون متر مکعب ذخایر گاز طبیعی شناخته شده از غنی ترین کشورهای جهان به شمار می رود. این مقدار گاز که معادل ۱۷ درصد کل ذخایر شناخته شده گاز طبیعی در جهان است، ایران را در رتبه دوم قرار می دهد. از طرفی دیگر، افزایش چشمگیر سهم گاز طبیعی در سبد انرژی و روند صعودی آن در بخش های مختلف مصرفی از جمله بخش صنعتی، ضرورت مصرف بهینه گاز را در تمام بخش های مصرف کننده بیش از پیش محسوس می کند. مصرف گاز طبیعی ایران به قدری بی رویه بوده که موجب ناترازی در این حوزه شده است. لذا این بخش به عنوان یکی از بخش های مولد که تقاضای انرژی زیادی دارد مورد توجه است و بی شک بدون توسعه بخش صنعت و برنامه ریزی برای تأمین انرژی در این بخش توسعه و رشد اقتصادی محقق نمی شود. بنابراین شناخت ساختار تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت و برنامه ریزی برای تأمین انرژی در این بخش از اهمیت ویژه ای برخوردار است. شکل ۱۲ بیانگر سهم هر بخش از صنعت از مصرف گاز طبیعی است.



شکل ۱۲. مجموع مصرف گاز طبیعی در بخش های مختلف صنعت

### کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش صنعت

زهره حیدری و همکاران [۱۲] در پژوهش تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت ایران به تخمین مقدار تقاضا با استفاده از روش OLS در بخش صنعت طی سال های ۱۳۶۸-۱۳۹۲ پرداختند. در پژوهش یاد شده از داده های سری زمانی برای مدل سازی استفاده شده است. نتایج پژوهش یاد شده نشان می دهد میزان تقاضای گاز طبیعی وابستگی اندک به قیمت آن داشته است. کشش مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت معادل ۰/۴۸۵ گزارش شده است؛ به این معنا که گاز طبیعی در بخش صنعت یک کالای کم کشش بوده است یا به بیانی دیگر، با کاهش یا افزایش یک درصدی در قیمت واقعی گاز طبیعی، مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت ۰/۴۸۵ واحد کاهش یا افزایش پیدا خواهد کرد.

زهره شیرانی و همکاران [۱۳] در مقاله «تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی بخش صنعت ایران» با استفاده از مدل سری زمانی ساختاری به بررسی برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت پرداخته اند. در این مقاله تلاش شده است تا دقیق ترین کشش های قیمتی و تولیدی تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت کشور ایران برآورد شود. برای دستیابی به این هدف پژوهش مدل سری زمانی ساختاری<sup>۱</sup> استفاده شده است. نتایج پژوهش یاد شده نشان می دهد گاز طبیعی در کوتاه مدت و بلندمدت یک کالای کم کشش است، زیرا کشش های آن به ترتیب مقدرهای (۰/۱۶-) و (۰/۳۳) برآورد شده است. یارانه های پرداختی توسط



دولت و پایین نگه داشتن قیمت گاز طبیعی طی دوره ارزیابی شده (به جز انتهای سال ۱۳۸۹ و سال ۱۳۹۰)، پایین بودن تبعیت قیمت عامل تولید سرمایه ثابت از قیمت انرژی به دلیل وارداتی قسمت اعظم تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده در بخش صنعت، از دلایل حساسیت ناچیز تقاضای گاز طبیعی در این بخش به شمار می‌رود.

عباسعلی ابونوری و همکاران [۱۴] در پژوهش «برآورد عرضه و تقاضای گاز طبیعی در ایران و پیش‌بینی برای افق ۱۴۰۴» به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی پرداختند. در این پژوهش از مدل سری زمانی<sup>۱</sup> به عنوان یکی از مدل‌های سری زمانی برای پژوهش استفاده شده است. نتایج پژوهش یادشده نشان می‌دهد گاز طبیعی یک کالای ضروری در سبد سوخت بوده و کشش درآمدی و قیمتی در کوتاه‌مدت عددی ۰/۴۴ و ۰/۰۸۴ برآورد شده است.

ویدا ورهرامی و همکاران [۱۵] در پژوهش ارزیابی تقارن و یا عدم تقارن واکنش مصرف گاز طبیعی به تغییرات قیمت و درآمد در بخش صنعت ایران به بررسی مدل‌های تقاضای معمولی پرداخته‌اند و معتقدند که واکنش مصرف‌کنندگان به افزایش و کاهش قیمت‌ها و درآمد متقارن است، اما در حوزه انرژی چنین حالتی اتفاق نمی‌افتد. کشش قیمتی کوتاه‌مدت تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعتی برابر با ۱/۳۳- به دست آمده است. می‌توان بیان کرد که تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعتی نسبت به تغییرات قیمت کم‌کشش بوده و تغییرات تأثیر زیادی بر قیمت میزان تقاضای گاز طبیعی نداشته است، علامت منفی کشش‌های قیمتی تقاضای گاز طبیعی در کوتاه‌مدت و بلندمدت نیز حاکی از این است که با افزایش قیمت گاز طبیعی در بخش صنعت، صرفه جویی در راستای کاهش مصرف در این بخش صورت گرفته است. اما کشش درآمدی تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت در بلندمدت و کوتاه‌مدت برابر با ۱۷/۵۶ به دست آمده است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات ارزش افزوده صنعت تأثیر زیادی بر میزان تقاضای گاز طبیعی خواهد داشت.

علی ناظمی و همکاران [۱۶] در پژوهش تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت کشور به مدل‌سازی تابع تقاضا در دوره زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۱ پرداخته‌اند. در این مطالعه، جهت مدل‌سازی تابع تقاضا، از اطلاعات منتشرشده ترازنامه انرژی در سال ۱۳۹۲ استفاده شده است. برای دستیابی به اهداف پژوهش نرم‌افزار<sup>۲</sup> Eviews به کار گرفته شده است. نتایج پژوهش یادشده حاکی از آن است که کشش قیمتی و درآمدی گاز طبیعی به ترتیب ۰/۳۸- و ۰/۲۵ بوده است؛ به این معنا که گاز طبیعی یک کالای کم‌کشش در این حوزه بوده است، اما با برآورد کشش متقاطع گاز طبیعی و برق پژوهشگران این مطالعه بیان می‌دارند که با توجه به عدد کشش متقاطع ۰/۳۳ برق جایگزین مناسبی برای گاز طبیعی می‌تواند باشد.

آذربایجانی و همکاران [۱۷] در مطالعه خود به تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت ایران پرداخته‌اند. در این راستا ضمن تحلیل نظری موضوع عوامل مؤثر بر تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت مورد بررسی قرار گرفته و سپس به تجزیه و تحلیل آثار بلندمدت و کوتاه‌مدت از طریق تحلیل سری زمانی با استفاده از الگوی پویای خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی و الگوی تصحیح خطا پرداخته می‌شود. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد قیمت واقعی گاز طبیعی و برق در بخش صنعت بر مصرف گاز طبیعی در این بخش اثر نداشته و براساس کشش‌های محاسبه شده گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی دو کالای مکمل هستند.

اشراق نیای چهرمی و همکاران [۱۸] از تابع ترانسلوگ جهت مدل‌سازی تقاضا در بخش صنعت استفاده شده است. همچنین در این پژوهش امکان جایگزینی گاز طبیعی با فرآورده‌های نفتی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش یادشده نشان می‌دهد کشش قیمتی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۸۷- و ۱/۹۱- برآورد شده است. همچنین، کشش درآمدی گاز طبیعی در دو سناریوی یادشده ۰/۳۲ و ۰/۷۱ محاسبه شده است. این امر نشان‌دهنده کم‌کشش بودن این کالا است. همچنین، این پژوهش بیان می‌دارد امکان جانشینی گاز طبیعی به جای فرآورده‌های نفتی در گذشته و در حال حاضر وجود دارد، اما به دلیل کوچک بودن مقدار عددی کشش‌ها روند این جانشینی کند است.

شیرانی و همکاران [۱۹] به تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی بخش صنعت ایران با استفاده از مدل فیلتر کالمن (سری زمانی ساختاری) پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از آن است کشش قیمتی تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت در کوتاه‌مدت و بلندمدت

به ترتیب برابر  $0/۱۶-$  و  $0/۳۳+$  است. این امر نشان می‌دهد قیمت گاز طبیعی در کوتاه‌مدت و بلندمدت کم‌کاهش بوده است. کاهش متقاطع قیمتی برق نیز در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب  $0/۷۶+$  و  $۱/۶۴+$  است. در نتیجه در بلندمدت امکان تغییر شیوه تولید و یا برقی‌سازی امکانات بسیار است. نتایج حاصل از در نظر گرفتن اثر اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها نیز نشان می‌دهد به خلاف انتظار اجرای این قانون اثر مثبتی بروی تقاضای گاز طبیعی در بخش صنعت ندارد.

صدرزاده مقدم و همکاران [۲۰] با تخمین تابع تقاضای انرژی در بخش صنعت کشور به عنوان یکی از بخش‌های پرمصرف در زمینه انرژی، عوامل مؤثر بر این تقاضا شناسایی شده و کاهش‌های قیمتی و جانشینی میان اجزا محاسبه شده است. برای دستیابی به اهداف پژوهش از روش بهینه‌یابی دو مرحله به کارگیری شده است. نتایج نشان‌دهنده این است که تمام نهاده‌ها در بخش صنعت به قیمت‌های خود کم‌کاهش هستند. جدول ۶ نشان‌دهنده صحت این امر است؛ به معنا که یارانه‌های انرژی ارائه‌شده موجب شده تا انرژی با قیمت نسبتاً ارزانی به دست مصرف‌کننده برسد. بنابراین تغییر در قیمت حامل‌های انرژی تأثیر چندانی روی مصرف انرژی در بخش صنعت نخواهد داشت.

جدول ۶. کاهش جانشینی میان حامل‌های انرژی [۲۰]

کاهش جانشینی	گاز طبیعی	زغال سنگ	برق	فرآورده‌های نفتی
فرآورده‌های نفتی	0.057	0.75*	-0.0249	-0.02465
برق	0.44*	-1.0568	-62.32	
زغال سنگ	-0.91	-0.7302		
گاز طبیعی	0.2307			

### چشم‌انداز تحقیق

با توجه به بیست و پنج مقاله نام‌برده‌شده در تحقیقات مورد نظر، محققان از روش‌های ریاضی برای بررسی کاهش قیمتی گاز طبیعی با یکسری فرضیات ثابت از جمله درآمد در بخش خانگی و صنعتی استفاده کرده‌اند. اما شایان یادآوری است تحلیل حساسیت گاز طبیعی قابلیت بررسی با فرضیات پیچیده را هم دارد. به عنوان مثال، در نظر گرفتن عوامل فرهنگی، شرایط آب‌وهوایی و سطح دقیق درآمد و آگاهی خانوار از آثار مصرف بی‌رویه گاز طبیعی حوزه‌ای از تحقیقات است که می‌تواند نظر پژوهشگران را در این حوزه جلب کند. این امر کمک خواهد کرد تا سیاست‌گذاران تصمیماتی صحیح در این حوزه اتخاذ کنند. همچنین، با توجه به وجود اطلاعات مصرفی بخش خانگی و صنعتی قابلیت آنالیز حساسیت توسط مدل‌های یادگیری عمیق وجود دارد. یادگیری عمیق به دلیل یادگیری الگوهای بسیار پیچیده در داده‌ها توانایی آنالیز ورودی‌ها به طور دقیق را دارد. این امر کمک خواهد کرد تا میزان عدم قطعیت در پژوهش‌ها کاسته شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با بررسی بیست مقاله به ارائه روش‌ها و یافته‌های محققان در حوزه کاهش قیمتی گاز طبیعی در بخش خانگی و صنعتی پرداختیم. با توجه به جدول ۷ نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کاهش قیمتی و درآمدی مصرف انرژی در مناطق مختلف کشور متفاوت است. به طور کلی، کاهش قیمتی بلندمدت و کوتاه‌مدت در سطح ملی به ترتیب  $0/۶۴+$  و  $0/۹۸+$  است که نشان‌دهنده حساسیت بالای مصرف انرژی به تغییرات قیمت در کوتاه‌مدت است. این امر می‌تواند به دلیل واکنش سریع‌تر مصرف‌کنندگان به تغییرات قیمت در کوتاه‌مدت باشد، در حالی که در بلندمدت ممکن است تغییرات ساختاری و تکنولوژیکی بیشتری رخ دهد که بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد.

در مناطق مختلف، کاهش قیمتی متفاوت است؛ به عنوان مثال، در تهران کاهش قیمتی  $0/۹۶+$  و در اصفهان  $0/۷۶+$  است. این تفاوت‌ها می‌تواند به عوامل مختلفی مانند تفاوت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بین مناطق نسبت داده شود. همچنین، کاهش درآمدی در برخی مناطق مانند منطقه ۷ کشور و تهران به ترتیب  $0/۱۴۴+$  و  $0/۳۲+$  است که نشان‌دهنده تأثیر درآمد خانوار بر مصرف انرژی است. این نتایج نشان می‌دهد افزایش درآمد خانوارها می‌تواند به افزایش مصرف انرژی منجر شود، به‌ویژه در مناطقی که کاهش درآمدی بالاتری دارند.

علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد عوامل دیگری مانند دما و دسترسی به حامل‌های انرژی نیز می‌توانند بر مصرف انرژی تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای که از مدل Kalman Filter استفاده شده است، کشش قیمتی و درآمدی در تهران به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۱۴۴ بوده است، که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه دما و دسترسی به حامل‌های انرژی بر مصرف انرژی است. این نتایج می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا سیاست‌های مناسب‌تری برای مدیریت مصرف انرژی و بهینه‌سازی قیمت‌گذاری انرژی در مناطق مختلف کشور اتخاذ کنند. به عنوان مثال، در مناطقی که کشش قیمتی بالاتری دارند، می‌توان از سیاست‌های قیمت‌گذاری پویا استفاده کرد تا مصرف انرژی را در زمان‌های اوج مصرف کاهش داد. همچنین، در مناطقی که کشش درآمدی بالاتری دارند، می‌توان از سیاست‌های حمایتی برای خانوارهای کم‌درآمد استفاده کرد تا تأثیر افزایش قیمت انرژی بر این خانوارها کاهش یابد.

در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد برای مدیریت بهینه مصرف انرژی در کشور، لازم است که سیاست‌های انرژی به صورت منطقه‌ای و با توجه به ویژگی‌های خاص هر منطقه طراحی و اجرا شوند. این رویکرد می‌تواند به بهبود کارایی انرژی و کاهش مصرف انرژی در سطح ملی کمک کند.

جدول ۷. کشش قیمتی گاز طبیعی در بخش صنعتی، روش‌ها و یافته‌ها

منبع	مدل	مطالعه موردی	متغیرها	کشش قیمتی
1	Compound Regression	مصرف سالانه کل کشور	کشش قیمتی	0.64 (کشش بلندمدت قیمتی) 0.98 (کشش کوتاه مدت قیمتی)
2	Ordinary Least Squares	سمنان	کشش قیمتی	0.289 (خوشبینانه) 0.397 (خوشبینانه)
3	GMM	منطقه ۷ کشور	کشش قیمتی و درآمدی	-0.98 (کشش قیمتی) 0.144 (کشش درآمدی)
4	Kalman Filter	تهران	دما قیمت دسترس بودن حامل درآمد خانوار	-0.98 (کشش قیمتی) 0.144 (کشش درآمدی)
5	سری زمانی STSM	مصرف سالانه کل کشور	دمای هوا متوسط دمای کشور	-0.13 (کشش بلندمدت قیمتی) 0.17 (کشش کوتاه مدت قیمتی) کشش مصرف سرانه نسبت به (دما)
6	Bi-level Optimization	استان تهران و اصفهان	کشش قیمتی	0.96 (کشش قیمتی تهران) 0.76 (کشش قیمتی اصفهان)
7	Ordinary Least Squares	مصرف کل کشور	تعداد مشترکین درآمد خانوار کشش قیمتی	-0.057 (کشش قیمتی) 0.32 (کشش درآمدی)
8	Seemingly Unrelated Regression	استان خوزستان	کشش قیمتی	0.9608 (کشش قیمتی غیر مقید) 0.9618 (مقید کشش قیمتی)
9	FCM	مصرف استان‌های کشور	متغیرهای فرهنگی و اجتماعی	بی کشش و عددی بین صفر و یک
10	Panel Data Regression	مصرف کل کشور	کشش قیمتی	0.3 (کشش قیمتی)
11	Ordinary Least Squares	مصرف کل کشور	کشش قیمتی	0.87 (کشش بلندمدت قیمتی) 0.48 (کشش کوتاه مدت قیمتی)

همچنین با توجه به جدول ۸، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد کشش قیمتی و درآمدی مصرف انرژی در بخش صنعت به طور قابل توجهی متفاوت است. به طور کلی، کشش قیمتی در بخش صنعت از ۰/۰۷۴ تا ۱/۳۳ متغیر است که نشان‌دهنده تفاوت‌های قابل توجه در حساسیت مصرف انرژی به تغییرات قیمت در این بخش است. به عنوان مثال، کشش قیمتی کوتاه مدت و بلندمدت در مدل ARIMA به ترتیب ۱/۳۳ و ۱۷/۵۶ است که نشان‌دهنده حساسیت بسیار بالای مصرف انرژی به تغییرات قیمت و درآمد در این مدل است.

در مدل‌های دیگر، کَشش قیمتی کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت است؛ به عنوان مثال، در مدل سری زمانی STSM، کَشش قیمتی کوتاه‌مدت ۰/۳۳ و کَشش قیمتی بلندمدت ۰/۱۶ است. همچنین، در مدل Kalman Filter، کَشش قیمتی کوتاه‌مدت ۰/۳۳ و کَشش قیمتی بلندمدت ۰/۱۶ است که نشان‌دهنده تفاوت‌های قابل توجه در حساسیت مصرف انرژی به تغییرات قیمت در این مدل‌ها است.

علاوه بر این، کَشش درآمدی نیز در بخش صنعت متفاوت است. به عنوان مثال، در مدل ARIMA، کَشش درآمدی کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۱۷/۵۶ و ۱/۳۳ است که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه درآمد بر مصرف انرژی در این مدل است. در مدل‌های دیگر، کَشش درآمدی متفاوت است؛ به عنوان مثال، در مدل Seemingly Unrelated Regression، کَشش درآمدی ۰/۴۴ و در مدل تابع ترانسلوگ، کَشش درآمدی کوتاه‌مدت ۰/۳۲ و کَشش درآمدی بلندمدت ۰/۷۱ است.

این نتایج می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا سیاست‌های مناسب‌تری برای مدیریت مصرف انرژی در بخش صنعت اتخاذ کنند. به عنوان مثال، در بخش‌هایی که کَشش قیمتی بالاتری دارند، می‌توان از سیاست‌های قیمت‌گذاری پویا استفاده کرد تا مصرف انرژی را در زمان‌های اوج مصرف کاهش داد. همچنین، در بخش‌هایی که کَشش درآمدی بالاتری دارند، می‌توان از سیاست‌های حمایتی برای صنایع کم‌درآمد استفاده کرد تا تأثیر افزایش قیمت انرژی بر این صنایع کاهش یابد.

در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد برای مدیریت بهینه مصرف انرژی در بخش صنعت، لازم است که سیاست‌های انرژی به صورت دقیق و با توجه به ویژگی‌های خاص هر بخش طراحی و اجرا شوند. این رویکرد می‌تواند به بهبود کارایی انرژی و کاهش مصرف انرژی در سطح ملی کمک کند.

جدول ۸. کَشش قیمتی گاز طبیعی در بخش صنعتی، روش‌ها و یافته‌ها

منبع	مدل	مطالعه موردی	متغیرها	کَشش قیمتی
12	OLS	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی	(۴۸۵۰) کَشش مدت قیمتی
13	سری زمانی STSM	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی	(۶_0.1) کَشش بلندمدت قیمتی (۳۳۰) کَشش کوتاه‌مدت قیمتی
14	سری زمانی ARIMA	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی و درآمدی	(1.33_ کَشش قیمتی کوتاه و بلندمدت) (۵۶.۱۷) کَشش درآمدی کوتاه و بلندمدت
15	Seemingly Unrelated Regression	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی	(۰.۸۴_ کَشش قیمتی) (۰.۴۴) کَشش درآمدی
16	سری زمانی STSM	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی و درآمدی	(۸.3_ کَشش قیمتی) (۰.۲۵) کَشش درآمدی
17	وقفه توزیعی <sup>۱</sup>	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی	(۱۶.۰) کَشش قیمتی
18	تابع ترانسلوگ	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی و درآمدی	(۸۷_0) کَشش قیمتی کوتاه‌مدت (۱,۹۱_ کَشش قیمتی کوتاه‌مدت) (۳۲۰) کَشش درآمدی کوتاه‌مدت (۰,۷۱) کَشش درآمدی بلندمدت
19	Kalman Filter	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی کَشش متقاطع برق	(۶_0.1) کَشش بلندمدت قیمتی (۳۳۰) کَشش کوتاه‌مدت قیمتی (۷۶.۰) کَشش کوتاه‌مدت متقاطع برق (۶۴.۱) کَشش کوتاه‌مدت متقاطع برق
20	بهینه‌یابی دو مرحله	مصرف بخش صنعت	کَشش قیمتی	(کَشش قیمتی) ۰,۰۷۴

## قدردانی

این پژوهش با حمایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) صورت گرفته است و نویسندگان این پژوهش کمال قدردانی را از حمایت‌های بی‌بدیل این سازمان دارند.

## منابع

- [1]. Kalmarzi H., Estimation of Natural Gas Demand in Iran's Domestic Sector, 2<sup>nd</sup> Conference on National Production and Sustainable Employment, Challenges and Solutions, 2019, Iran. [*Persian*]
- [2]. Ebrahimi A., Dehbashi S., Estimation of Natural Gas Demand Function in Household Section (Case Study of Semnan Province), Financial Economics, 2010, Volume 4, Number 11, pp. 109-133. [*Persian*]
- [3]. Mowlaei, M., Yaghoobi, M. Evaluation Natural Gas Demand in Residential Sector of Iran's Region 7 (Consideration of Targeted Subsidies of Law). Iranian Energy Economics, 2015, Volume 5, Number 17, pp. 169-191. [*Persian*]
- [4]. Meibodi A., Mohammadi T., Soltanololamayi S., AN Estimation of Natural Gas Domestic Function by Using Kalman Filter Method (A Case Study of Residential Gas Demand Function In Tehran), Journal of Quantitative Economics (Quarterly Journal of Economics Review), 2010, Volume 7, Number 3, pp. 23-41. [*Persian*]
- [5]. Keshavarz Haddad G., Mirbagheri jam M., Estimation of Residential and Commercial Demand for Natural Gas in Iran Using the Structural Time Series Model, Iranian Journal of Economic Research, 2007, Volume 9, Number 32, pp. 137-160. [*Persian*]
- [6]. Moshiri S., Shahmoradi A., Estimation of Household Natural Gas and Electricity Demand: A Micro-Level Study Based on Household Budgets, Journal of Economic Research, April 2006, Volume 41, Number 1, pp. 23-41. [*Persian*]
- [7]. Bakhtiari S., Yazdani M., Mohammadi P., An Analysis of Natural Gas Consumption in the Residential and Commercial Sectors, First International Conference of Oil, Gas, Petrochemical and Power Plant, 2012, Iran. [*Persian*]
- [8]. Rafiei Z., Sayehmiri A. Investigating the Natural Gas Demand Function in the Home Sector of Khuzestan Province: An Almost Ideal Demand System. Iranian Energy Economics, 2019, Volume 8, Number 32, pp. 75-98. [*Persian*]
- [9]. Akhavan Anvari M., Mehrgan M., Zandieh M., Kazemi A. Modeling Factors Affecting Residential Natural Gas Consumption Using Fuzzy Cognitive Map. Industrial Management Journal, 2017, Volume 9, Number 3, pp. 515-538. [*Persian*]
- [10]. Raeiszadeh M., Monjazeb M., Effect of Subsidy Reform on Natural Gas Consumption in the Residential and Commercial Sectors in Iran: a Panel Data Approach. Journal of Economic Research (Tahghighat- E-Eghtesadi), March 2016, Volume 51, Number 1, pp. 91-112. [*Persian*]
- [11]. Varahrami V., Moshrefi R., Layegh J., Survey Asymmetric Effect of Natural Gas Price on its Consumption in Household Sector. Journal of Economics and Modelling, March 2015, Volume 5, Number 19-20, pp. 1-27. [*Persian*]
- [12]. Kalmarzi H., Estimation of Natural Gas Demand in the Industrial Sector of Iran During the Years 1989-2013, 2<sup>nd</sup> Conference on Industrial Engineering and Management, Jun 2016, Iran. [*Persian*]
- [13]. Shiranfakhr Z., Khoshakhlagh R., Sharifi A., Estimating Demand Function for Natural Gas in the Industrial Sector of Iran Using Structural Time Series Model (STSM). Journal of Applied Economics Studies in Ira, 2014, Volume 3, Number 11, pp. 129-157. [*Persian*]
- [14]. Abounoori A., Ghafouri S., Estimating of Natural Gas Supply and Demand in Iran and predicting them for 2025, Quarterly Journal of Economic Modelling, 2011, Volume 4, Number 2, pp. 129-157. [*Persian*]
- [15]. Varahrami V., Moshrefi R., Layegh Gigloo J., The Asymmetric and Symmetric Effects of Changes in Price and Income on Natural Gas Demand in Iran Industry Sector. Journal of Applied Economics Studies in Iran, 2016, Volume 4, Number 16, pp. 135-155. [*Persian*]
- [16]. Nazemi A., Sheykh Tajian S., Estimation of Natural Gas Demand in the Industrial Sector, 2<sup>nd</sup> Conference on Industrial Engineering and Management, Jun 2016, Iran. [*Persian*]
- [17]. Azerbaijani K., Sarifi A., Shojaee A., The Estimation of Compressed Natural Gas (CNG) Application Function in Industry Section of Country. Journal of Development and Capital, 2008, Volume 1, Number 1, pp. 65-75. [*Persian*]
- [18]. Ashraqnyay Jahromi A., Natural Gas and Petroleum Products: Design Modeling and Analysis of the Possibility of Natural Gas Substitution for Petroleum Products in Iran, Sharif Journal of Industrial Engineering & Management, 2008, Volume 24, Number 45, pp. 47-70. [*Persian*]
- [19]. Shiranfakhr Z., Khoshakhlagh R., Sharifi A., Estimating Demand Function for Natural Gas in the Industrial Sector of Iran Using Structural Time Series Model (STSM). Journal of Applied Economics Studies in Ira, 2014, Volume 3, Number 11, pp. 129-157. [*Persian*]
- [20]. Sadrzadeh Moghadam A., Sadeghi Z., Ghods Elahi A., Estimated Energy Demand Function and Substitution Elasticity Between Inputs in Industry Section: Seemingly Unrelated Regression Estimation, Iranian Energy Economics, 2013, Volume 2, Number 6, pp. 107-127. [*Persian*]