Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Modeling Natural Gas Consumption Demand Based on Climatic Conditions in Zanjan City

Mohammad Mohammadi[1]✉ | **Hossein asakereh**[2] | **Abdollah faraji**[3]

1. Corresponding author, Assistant Professor of Climatology, Department of Crisis Management, Faculty of Social Sciences, Command and Staff University of the Army, Tehran, Iran. **E-mail:** m.mohammadi@casu.ac.ir
2. Professor of Climatology, Department of Geography, Faculty of Geographical Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran. **E-mail:** asakereh@znu.ac.ir
3. Associate Professor of Climatology, Department of Geography, Faculty of Geographical Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran. **E-mail:** abfaraji@znu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2023/05/16
Received in revised
2023/06/09
Accepted
2024/03/05
Published
2024/03/08
Published online
2025/09/23

Keywords:
modeling,
polynomial regression,
natural gas,
Zanjan.

ABSTRACT

Today, energy consumption plays a decisive role in the qualitative and quantitative development of human life. One of the energy sources that aligns with development, economic prosperity, and the acquisition of climatic comfort is natural gas. This energy source, especially in cold regions of the country, is essential for providing thermal comfort and requires proper management. Effective management of this fossil energy source depends on awareness and accurate forecasting of its demand. For this reason, the demand for natural gas in Zanjan city, one of the cold cities in Iran, was studied and modeled. Two groups of data—weather elements and natural gas consumption—over a period of 9 years (2013–2021) on a daily scale were used for this study. CurveExpert software and regression methods were employed to model the demand for natural gas in the city. Based on the most accurate pattern, temperature was selected as the only independent variable in the chosen model. Polynomial regression, with a correlation coefficient of 0.94 (coefficient of determination of 89.03%), was selected as the final model. The analysis revealed that the percentage increase in natural gas consumption per one-degree decrease in temperature varies across different temperature ranges. From 22°C to 16°C, the highest percentage increase in consumption was observed, while from 0°C to -5°C, the lowest percentage increase per one-degree decrease in temperature was recorded. The turning point and the beginning of issues related to natural gas shortages in Zanjan city were identified to occur at temperatures below -7°C.

Cite this article: Mohammadi, Mohammad., Asakereh, Hossein., & Faraji, Abdollah. (2025). Modeling Natural Gas Consumption Demand Based on Climatic Conditions in Zanjan City. *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (78), 398-413. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.78.9

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.78.9

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Today, energy consumption plays a decisive role in the quantitative and qualitative development of human life. Natural gas is one of the key energy sources that aligns with development, economic prosperity, and the achievement of climatic comfort. With the increase in energy consumption alongside the country's development, as well as the limited availability of resources, proper energy management is essential to prevent future crises. Iran is the second-largest country in terms of natural gas reserves globally, following Russia. Statistics published in the energy balance sheet indicate that the country's natural gas consumption is on an upward trend. According to the comprehensive oil and gas production plan outlined in the 2025 Vision Document, natural gas is expected to account for 70% of Iran's energy portfolio. The total demand for natural gas across various consumption sectors is projected to reach 1,612 million cubic meters per day (Raei et al., 2022: 153). One of the most significant challenges in this sector is the uneven distribution of consumption throughout the year. Changes in weather conditions directly impact natural gas consumption, creating difficulties in service delivery during many periods of the year. This issue is particularly pronounced in cold regions. Given Iran's diverse climates, sensitivity to temperature changes and planning accordingly can help better manage seasonal natural gas consumption and address related challenges, such as meeting domestic sector needs during the cold season and mitigating the long-term effects of climate change. Energy carriers, especially natural gas, are of critical importance, and any shortcomings in their provision and supply can lead to significant challenges for the government. One of the most important measures in this regard is the prediction of natural gas consumption, with weather conditions being a key influencing factor. Therefore, the primary goal of this research is to model natural gas consumption in order to take necessary measures for accurate prediction and effective planning to meet the demand for natural gas in Zanjan city under varying weather conditions throughout the year.

Material and Methods

To conduct this research, two groups of data were used for a 9-year statistical period (2013–2021). The first group of data includes weather elements (such as temperature, relative humidity, wind speed, and cloud cover), which were obtained directly from the Meteorological Office of Zanjan Province. The second group of data consists of daily natural gas consumption for Zanjan city over the same 9-year statistical period, which was obtained from the Zanjan City Gas Department. To determine the relationship between gas consumption and each weather element, Pearson's correlation coefficient was used. Through statistical analysis, it was found that temperature is the only climatic element suitable for estimating natural gas consumption in Zanjan city. Several models were examined using CurveExpert software to estimate gas consumption based on temperature. Some of these models, such as sinusoidal functions, exponential functions, Richards growth function, and polynomial regression, showed promising results in terms of the coefficient of determination between natural gas consumption and temperature. However, due to limitations in some

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

models regarding the domain of the explanatory variable (temperature) and their lack of alignment with real-world conditions, they were excluded. Ultimately, the 5th-degree polynomial regression model, which has the highest correlation and coefficient of determination between temperature and natural gas consumption, was selected and modeled.

Results and Discussion

To evaluate the influence of natural gas consumption on weather elements in Zanjan city, multivariate correlation analysis was used. A correlation level of 0.904 indicates a strong influence of weather elements on gas consumption. This degree of correlation is significant at any confidence level, and according to the value of the coefficient of determination, it is clear that changes in the investigated weather elements account for 81.8% of the variation in natural gas consumption in Zanjan city. To uncover the real relationship between weather elements and natural gas consumption, partial correlation was used to remove the effect of other weather elements. The results show a very weak and inverse relationship between wind speed and humidity with natural gas consumption. A weak and direct relationship was observed between cloud cover and natural gas consumption, while a strong and inverse relationship was found between temperature changes and natural gas consumption. To fit an optimal model with the minimum number of variables, the lowest error rate, and the highest coefficient of determination, independent variable selection methods were employed. The progressive regression method was found to be suitable through trial and error. Initially, temperature, which had the highest correlation with natural gas consumption, was included in the model, resulting in a coefficient of determination of 81.3%. The second variable, selected based on the highest discriminant correlation (Abernaki), increased the coefficient of determination by 0.4%. The third variable, relative humidity, added another 0.1% to the coefficient of determination. When wind speed was included as the final independent variable, it did not affect the coefficient of determination. Including all variables resulted in a coefficient of determination of 81.8%, representing only a 0.5% increase, which is not considered significant. Therefore, only temperature was retained as the independent variable in the model.

Conclusion

In the output of the regression model, the highest estimation errors occurred in April, March, and October, respectively, while the lowest estimation error was observed in July. When the average daily temperature falls below -7°C, the model's error increases significantly. This temperature threshold is critical, as it marks the point where gas consumption increases steeply with decreasing temperature, leading to potential issues such as gas shortages if proper management and planning are not in place.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

الگوسازی تقاضای مصرف گاز طبیعی بر اساس شرایط آب و هوایی در شهر زنجان

محمد محمدی[۱]✉، حسین عساکره[۲]، عبداله فرجی[۳]

۱. نویسنده مسئول، استادیار آب‌وهواشناسی، گروه مدیریت بحران، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش، تهران، ایران. رایانامه: m.mohammadi@casu.ac.ir

۲. استاد آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه زنجان، زنجان ایران. رایانامه: asakereh@znu.ac.ir

۳. دانشیار آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه زنجان، زنجان ایران. رایانامه: abfaraji@znu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۲/۲۶

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۱۲/۱۵

تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۱۲/۱۸

تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
الگوسازی،
رگرسیون چندجمله‌ای،
گاز طبیعی،
زنجان.

چکیده

امروزه مصرف انرژی نقش تعیین‌کننده‌ای در توسعه کمّی و کیفی زندگی بشر دارد. یکی از منابع تأمین انرژی، در راستای توسعه و رفاه اقتصادی و نیز کسب آسایش آب و هوایی گاز طبیعی است. این منبع تأمین انرژی، به‌ویژه در نواحی سرد کشور و نیز به‌منظور تأمین آسایش دمایی، نیازمند مدیریت صحیح است. مدیریت صحیح این منبع انرژی فسیلی از طریق آگاهی و پیش‌بینی از میزان تقاضای آن میسر است. بدین منظور تقاضای مصرف گاز طبیعی در شهر زنجان به‌عنوان یکی از شهرهای سرد ایران‌زمین موردبررسی و الگوسازی قرار گرفت. برای انجام پژوهش حاضر از دو گروه داده (عناصر آب و هوایی و میزان مصرف گاز طبیعی) برای یک دوره آماری ۹ ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۲) در مقیاس روزانه استفاده‌شده است. به‌منظور الگوسازی تقاضای مصرف گاز طبیعی در شهر زنجان از نرم‌افزار CurveExpert و نیز روش وایازی (رگرسیون) استفاده شد. بر اساس برازنده‌ترین الگو، عنصر دما به‌عنوان تنها متغیر مستقل در الگوی انتخابی جای گرفت. الگوی نهایی، وایازی چندجمله‌ای با ضریب همبستگی ۰/۹۴ (ضریب تبیین ۸۹/۰۳ درصد) اختیار شد. درصد افزایش مصرف گاز طبیعی به ازای یک درجه کاهش دما، از دمای ۲۲ تا دمای ۱۶ درجه بیشترین درصد افزایش و از دمای صفر تا ۵- درجه کمترین درصد افزایش به ازای یک درجه کاهش دما رخ‌داده است. نقطه عطف و شروع مشکلات مربوط کمبود گاز طبیعی در شهرستان زنجان دمای کمتر از منفی ۷ درجه تشخیص داده شد.

استناد: محمدی، محمد؛ عساکره، حسین؛ و فرجی، عبداله (۱۴۰۴). الگوسازی تقاضای مصرف گاز طبیعی بر اساس شرایط آب‌وهوایی در شهر زنجان. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۸)، ۴۱۳-۳۹۸.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.78.9
ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

© نویسندگان.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

مقدمه

انرژی نقش تعیین‌کننده‌ای در توسعه کمّی و کیفی زندگی بشر دارد. یکی از منابع تأمین انرژی، گاز طبیعی است. باتوجه به افزایش مصرف انرژی و محدود بودن منابع، مدیریت مصرف انرژی اجتناب‌ناپذیر است. گاز طبیعی یکی از عمده‌ترین منابع تأمین انرژی در کشور بوده که مصرف آن در سال‌های اخیر به طرز جهش‌واری فزونی یافته است. پیش‌بینی میزان تقاضای گاز طبیعی، امکان سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی واقع‌بینانه و طراحی زیرساخت‌های لازم جهت تولید، توزیع و مصرف گاز طبیعی را میسر می‌سازد. روند کنونی مصرف انرژی توأم با عدم اعمال مدیریت همه‌جانبه در خصوص توزیع و مصرف انرژی، در آینده نه‌چندان دور با مشکلات زیادی مواجه خواهیم بود. ایران دومین کشور دارای ذخایر گازی جهان پس از روسیه است (سیف و همکاران، ۱۳۹۹: ۸۴). آمار منتشرشده در ترازنامه انرژی نشان می‌دهد که مصرف گاز طبیعی کشور دارای روند افزایشی است و بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان گاز طبیعی به ترتیب بخش‌های نیروگاهی (۳۱ درصد)، خانگی (۲۴ درصد) و صنعت (۱۵) درصد می‌باشد (فاروجی و درگاهی، ۱۴۰۱: ۱۳). میزان مصرف گاز طبیعی در ایران از سال ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۹ افزایشی چشمگیری داشته و ۱,۴۶ برابر شده است. ایران در سال ۲۰۱۹ با مصرف ۵,۷ درصد کل مصرف گاز طبیعی جهان، چهارمین مصرف‌کننده بزرگ جهان شناخته‌شده است (شرکت انرژی جهانی[1]، ۲۰۲۰: ۳۶). در برنامه جامع تولید نفت و گاز کشور در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ میزان گاز مصرفی در سبد انرژی کشور ۷۰ درصد در نظر گرفته‌شده است. کل تقاضای گاز طبیعی برای بخش‌های مختلف مصرف بالغبر ۱۶۱۲ میلیون مترمکعب در روز خواهد رسید (راعی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۵۳). یکی از مهم‌ترین مسائل در این بخش توزیع نایکنواخت مصرف در طول سال می‌باشد. به‌طوری‌که با تغییر شرایط آب و هوایی، میزان مصرف گاز طبیعی نیز تغییر پیداکرده و خدمات‌رسانی را در خیلی از مواقع از سال با مشکل مواجه می‌سازد. این ویژگی در مناطق سردسیر جلوه بیشتری دارد. ازاین‌رو این باور عمومی وجود دارد که متغیر دما نقش تعیین‌کننده‌ای بر تقاضای گاز طبیعی دارد. این باور در بسیاری از مطالعات به اثبات رسیده است(امامی میبدی و همکاران ۱۳۸۹). علاوه بر در نظر گرفتن متغیرهای متداول، لازم است به تأثیر اقلیم و تغییرات آب و هوایی به‌عنوان یکی از کلان‌روندهای مهم مؤثر بر مصرف انرژی نیز توجه کرد. در نظر گرفتن اقلیم‌های مختلف هر استان، حساسیت نسبت به افزایش درجه حرارت و برنامه‌ریزی متناسب با آن، می‌تواند به‌صورت مناسب‌تری به تغییر مصرف فصلی گاز طبیعی و چالش‌های مرتبط با آن، مانند تأمین نیاز بخش خانگی در فصل سرد سال و آثار بلندمدت تغییرات آب و هوایی را بر چشم‌انداز مصرف گاز طبیعی کشور در چهارچوب مطالعات آینده‌پژوهی لحاظ نمود(حسینی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۱۱). گاز طبیعی برای مناطق سردسیری نسبت به سایر مناطق جغرافیایی از اهمیت بالاتری برخوردار است. شهر زنجان به‌واسطه موقعیت جغرافیایی خود، در این مناطق واقع‌شده و برای تأمین انرژی به‌خصوص در بخش خانگی به گاز طبیعی وابستگی زیادی دارد. هرگونه اخلال در تأمین گاز طبیعی به‌خصوص در فصل‌های سرد، مشکلاتی را به همراه خواهد داشت و حتی می‌تواند در شرایط عدم برنامه‌ریزی صحیح منجر به بحران شود.

مطالعات پرشماری در مورد الگوسازی و پیش‌بینی مصرف انرژی در ایران و جهان صورت گرفته است. در زیر برخی از این مطالعات ارائه‌شده است: سیلر و مونز[2] (۱۹۹۷) همبستگی بین دما و مصرف ماهانه گاز طبیعی را در بخش‌های مسکونی و تجاری چند ایالات آمریکا بررسی کردند. آن‌ها متغیر دما را بر اساس میانگین وزنی متوسط دما محاسبه و ارتباط آن را با مصرف روزانه گاز طبیعی بر اساس روش‌های مختلف موردمطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل از اکثر روش‌ها، ضریب همبستگی بین دما و میزان مصرف گاز طبیعی بیش از ۰/۹ بود. بدین ترتیب متغیر دما به‌عنوان تنها متغیر مستقل در الگوها مورداستفاده قرار گرفت. آن‌ها همچنین پیش‌بینی کردند که با افزایش ۱ درجه در دما ۸/۱ درصد در میزان مصرف گاز طبیعی کاهش ایجاد می‌شود. خوتانزاد[3] (۲۰۰۰) با استفاده از دما و سرعت باد به‌عنوان متغیر مستقل، مصرف روزانه گاز

[1] BP Statistical Review of World Energy

[2] Sailor& Muñoz

[3] Khotanzad

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

طبیعی را پیش‌بینی کرد. ساراک و ساتمن[4] (۲۰۰۳) با استفاده از درجه روزهای گرمایشی، مصارف گاز خانگی ترکیه را تا سال ۲۰۲۳ پیش‌بینی کردند. جیل و دفراری[5] (۲۰۰۴) با استفاده از الگوسازی ریاضی، مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری را در مقیاس‌های روزانه، ماهانه و سالانه طی روزهای کاری و تعطیلی و بر اساس میزان دما برآورد و پیش‌بینی کردند. سیلان و اوزترک[6] (۲۰۰۴) بر اساس نمایه‌های اقتصادی و با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک، تقاضای انرژی در ترکیه را برآورد کردند آن‌ها ثابت کردند که پیش‌بینی تقاضای انرژی با استفاده از الگوریتم ژنتیک نتیجه مطلوب‌تری دارد. دمبایسی[7] (۲۰۱۰) اقدام به پیش‌بینی مصارف گرمایشی بر اساس شبکه‌های عصبی مصنوعی در دنیزلی ترکیه مصرف گاز طبیعی در ترکیه نموده است که این مدل برای گاز طبیعی نتیجه مطلوب‌تری داده است. آزاده و همکاران(۲۰۱۲) با استفاده از الگوریتم ژنتیک و تحلیل مؤلفه‌های اصلی به پیش‌بینی بلندمدت مصارف گاز طبیعی پرداخته‌اند در این تحقیق شش مدل را برای پیش‌بینی سالیانه گاز طبیعی ارائه‌شده است به‌این‌ترتیب که ابتدا تولید ناخالص داخلی و جمعیت را تا سال ۲۰۱۵ پیش‌بینی و به‌عنوان بهترین ورودی برای الگوریتم ژنتیک تشخیص داده‌شده و بر اساس آن مصرف گاز طبیعی را تا سال ۲۰۱۵ پیش‌بینی‌شده و با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی رفتار گاز مصرفی در کشورهای منتخب را مورد ارزیابی قرار داده‌شده است. تاسپینار[8] و همکاران(۲۰۱۳) از مدل‌های شبکه عصبی و سری‌های زمانی برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت گاز طبیعی استفاده نموده‌اند و برای ایجاد مدل از برخی عناصر آب و هوایی (دما، رطوبت، فشار، سرعت باد) استفاده نموده و برای پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی، از بین مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و در بین مدل‌های سری زمانی، مدل ساریمکس بهتر تشخیص داده‌شده است. گاتام و پاودل[9] (۲۰۱۹) تقاضای مصرف گاز طبیعی در بخش‌های صنعتی، تجاری و خانگی آمریکا را بررسی و به این نتیجه رسیدند که در هر سه بخش تقاضای مصرف گاز طبیعی متأثر از درآمده نبوده و درجه حرارت اثر معنادار و مثبتی بر تقاضای گاز طبیعی در آمریکا داشته است.

بسیاری پژوهشگران ایرانی حامل‌های انرژی مختلف را در ارتباط با شرایط آب و هوایی، به‌ویژه دما، بررسی نمودند.

لطفعلی پور و باقری(۱۳۸۲) تابع تقاضای کل گاز طبیعی و متوسط مصرف گاز طبیعی را بر اساس متوسط دما، قیمت گاز طبیعی و درآمد سرانه هر خانوار در شهر تهران را تخمین زدند. نتایج حاصل از مطالعه ایشان نشان داد که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر میزان مصرف گاز طبیعی، دما می‌باشد. کشاورز و همکاران (۱۳۸۶) با به‌کارگیری الگوی سری زمانی(STSM[10]) تقاضای گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری را بر اساس دما، قیمت گاز نسبت به برق و درآمد مصرف‌کننده بررسی کردند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که کشش مصرف سرانه گاز طبیعی نسبت به دما ۰/۲۶- ، به قیمت ۰/۱۳- و به درآمد ۰/۱۷ می‌باشد و تغییرات دما، شرایط جوی و نوسانات فصلی، عامل اصلی تقاضای مصرف گاز طبیعی هستند. شکیبایی و همکاران(۱۳۸۸) تولید نفت خام در یازده کشور تولیدکننده را با استفاده از دو الگوی وایازی خطی و شبکه‌های عصبی پیش‌بینی نمودند و نتایج به‌دست‌آمده در هر کشور را به‌طور مجزا باهم مقایسه کردند. تخمین‌ها حاکی از آن بود که شبکه‌های عصبی پیش‌بینی بهتری نسبت به سایر مدل‌ها ارائه می‌کنند. کریمی و همکاران(۱۳۸۹) با استفاده از الگوی وایازی میزان مصرف گاز در کشور را بررسی کردند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که بین دما و میزان مصرف در بخش حمل‌ونقل، تجاری، عمومی، کشاورزی و خانگی رابطه معکوس وجود دارد. ضریب تعیین این رابطه در بخش خانگی ۷۰ درصد می‌باشد. میبدی و همکاران(۱۳۹۱) با استفاده از الگوهای نروفازی، شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره، مصرف انرژی در

[4] Sarak and Satman

[5] Gil and Deferrari

[6] Ceylan H, Ozturk

[7] Dombayci

[8] Taspinar

[9] Gautam and Paudel

[10] Structure Time Series Model

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

بخش حمل‌ونقل ایران را پیش‌بینی کردند. کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از روش رگرسیون خطی فازی تقاضای حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف مصرف ایران را پیش‌بینی کردند. شیعه و بیگی و همکاران(۱۳۹۳) اثرات تغییرات آب و هوایی بر عملکرد و مصرف سوخت نیروگاه‌های حرارتی ایران در دهه آینده را با استفاده از روش ریزمقیاس نمایی پیش‌بینی و نشان دادند که به‌طور متوسط بازدهی نیروگاه‌های گازی حدود ۰/۶ درصد به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، کاهش می‌یابند. صادقی و همکاران(۱۳۹۴) با استفاده از تحلیل آماری و برآورد فاصله اطمینان پیش‌بینی شبکه عصبی ترکیبی، و با استفاده از متغیرهای میزان مصرف گاز طبیعی، قیمت گاز طبیعی، دما و تعداد مشترکین، اقدام به پیش‌بینی مصرف ماهانه گاز طبیعی در بخش خانگی ایران نمودند، فاصله اطمینان ۹۵ درصد به‌دست‌آمده و نتایج مربوط به تحلیل‌ها، حاکی از تأثیرپذیری بسیار بالای مصرف گاز از تغییرات دمایی بود. سلیمیان و همکاران(۱۳۹۴) به دنبال به دست آوردن تابع مصرف گاز طبیعی با توجه به مصرف روند گذشته، برای پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی در استان خراسان جنوبی با توجه به شاخص‌های آماری تعداد مشترکین، قیمت گاز طبیعی و دوره‌های فصلی، روش نوسانات فصلی – حداقل مجذورات را انتخاب و مصرف گاز طبیعی را برای ۳ سال بعد پیش‌بینی نمودند نتایج این تحقیق نشان داد که نوسانات مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی متأثر از فصول سال است. هنری و همکاران(۱۳۹۶) پیش‌بینی میزان تقاضا برای مصرف گاز طبیعی الگوهای مبتنی بر عنصر دما را انجام و از بین انواع الگوهای پیش‌بینی مورداستفاده، الگوهای شبکه عصبی، الگوهای وایازی (رگرسیون) و نیز واکاوی سری زمانی ARIMA[11] برای این کار مفید ارزیابی کردند.

حسینی و همکاران(۱۳۹۹) اثر تغییرات آب و هوایی را بر مصرف گاز طبیعی در ایران را مطالعه و مدل رگرسیونی برای این منظور ارائه و درنهایت به این نتیجه رسیدند که اثر تغییرات آب و هوایی بر مصرف گاز طبیعی معنی‌دار است. حاج حسینی و همکاران(۱۴۰۱) به‌منظور آینده‌پژوهی مصرف گاز طبیعی در افق ۲۰۳۰، از سناریوهای مبتنی الگوی رگرسیون سانسور شده استفاده و از ۲ متغیر قیمت گاز طبیعی و دما در این الگو، بهره گرفته است. نتایج نشان داد که تأثیرات دما نسبت به قیمت گاز طبیعی تأثیر بیشتری در مصرف گاز طبیعی دارد به‌نحوی‌که افزایش ۴ درجه‌ای دما، مصرف گاز طبیعی را به ۳۵۸,۶ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۳۰ خواهد رساند.

در این تحقیق، برای افزایش دقت و برای جلوگیری از ورود همه داده‌های اقلیمی به مدل، از اصل امساک استفاده شده است و برای کاهش اثر سایر عوامل مؤثر در دقت مدل برای استفاده در سال‌های آتی، تغییرات در مصرف گاز طبیعی به ازای یک درجه کاهش در دما به‌صورت درصد محاسبه‌شده است.

روش تحقیق

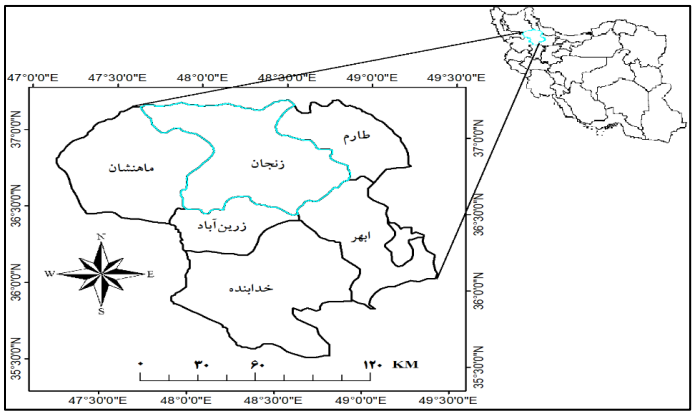
منطقه موردمطالعه

شهر زنجان به لحاظ جغرافیایی در ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی در شمال غرب ایران واقع‌شده است شکل (۱).

[11] Auto-Regressive Integrated Moving Average

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

زنجان یکی از بزرگ‌ترین شهرهای شمال غرب ایران است. بر اساس آمارنامه‌های منتشرشده دارای ۵۲۱۳۰۲ نفر جمعیت، نوزدهمین شهر کشور ازلحاظ جمعیت محسوب می‌شود (مرکز آمار ایران، سرشماری ۱۳۹۵). مساحت این شهر نیز قریب ۸۱ کیلومترمربع است. شهر زنجان از شمال به شهرستان طارم، خلخال و میانه و از شرق به سلطانیه و از جنوب به خدابنده و ایجرود و از غرب به شهرستان ماهنشان محدود است و از سطح دریا ۱۶۶۳ متر ارتفاع دارد و جزو یکی از مناطق سردسیر ایران محسوب می‌شود.

داده و روش کار

برای انجام پژوهش حاضر از دو گروه داده برای یک دوره آماری ۹ ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۲) استفاده‌شده است؛ اولین گروه داده‌های موردبررسی، داده‌های برخی عناصر آب و هوایی (شامل دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و ابرناکی) می‌باشد که با مراجعه مستقیم به اداره هواشناسی استان زنجان اخذ گردید. دومین گروه داده‌ها شامل میزان گاز مصرفی روزانه برای شهر زنجان برای یک دوره آماری ۹ ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۲) که با مراجعه به اداره گاز شهرستان زنجان، اخذ و مورد بهره‌برداری قرار گرفت. ازآنجاکه اندازه‌گیری‌های گاز مصرفی تنها برای ۹ سال یادشده در دسترس بود، پژوهش حاضر تنها برای این دوره آماری انجام‌شده است.

ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه‌ای (نظیر مقالات، کتاب‌ها و...)، مبانی نظری و کلیات پژوهش حاصل و تدوین شد. سپس داده‌های اخذشده از مراجع و سازمان‌های مربوط در نرم‌افزار متلب[12] و SPSS گردآوری، پیش‌پردازش و مورد واکاوی آماری قرار گرفت.

به‌منظور تعیین ارتباط بین مصرف گاز و هریک از عناصر آب و هوایی رابطه همبستگی پیرسون استفاده شد. متداول‌ترین نمایه برای بیان همبستگی، استفاده از ضریب همبستگی پیرسون است. این نمایه جهت و درجه همبستگی را نشان می‌دهد (عساکره،۱۳۹۰:۱۸۸). برای محاسبه همبستگی هریک از متغیرها با میزان مصرف انرژی گاز با نادیده گرفتن سایر متغیرها از همبستگی جزئی (تفکیکی) استفاده‌شده است (رابطه ۱). برای مثال جهت برآورد رابطه x_i و y_i با حذف اثر z_i از رابطه (۲) می‌توان استفاده نمود (عساکره،۱۳۹۰:۱۹۳):

$$r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{1-r_{xz}^2}\sqrt{1-r_{yz}^2}}$$ رابطه (۱)

به‌منظور الگوسازی آب‌وهوا یا عناصر آن بهتر است، الگوی انتخابی بر اساس اصل امساک اختیار شود(عساکره،۱۳۹۰:۲۵۵). یکی از نمودهای امساک در الگوسازی اختیار نمودن کمترین شمار متغیرها در الگو است. برای الگوسازی روابط عناصر آب و هوایی با مصرف گاز در استان زنجان از روش‌های وایازی بهره گرفته شد. وایازی شگردی آماری – ریاضی و واکاوی برای بیان رابطه، برآورد و پیش‌بینی است، به‌گونه‌ای که با آن بتوان کمیت متغیری نامعلوم را با استفاده از متغیری معلوم تعیین کرد.

[12] Matlab

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

درواقع وایازی روشی ساده برای الگوسازی روابط تابعی میان متغیرهاست (عساکره،۱۳۹۰:۲۱۷). برای برازش الگوی وایازی بهینه از تمامی متغیرهای ممکن، راه‌های پرشماری وجود دارد. در تمامی این روش‌ها به‌ویژه در وایازی چند متغیره، تمرکز اصلی در الگوسازی بر یافتن ترکیبی از متغیرهای مستقل است که دارای بزرگ‌ترین ضریب تبیین (مجذور ضریب همبستگی) و یا کمترین مقدار خطا باشد (عساکره،۱۳۹۰:۲۵۵).

در مطالعه حاضر از چهار روش، شامل تمامی متغیرها، حذف پس‌رونده[13]، وایازی پیش‌رونده[14]، وایازی گام‌به‌گام[15]، برای انتخاب تعداد متغیرهای مستقل با بیشینه ضریب تبیین، استفاده و بهترین روش برای انجام این تحقیق، روش رگرسیون پیش‌رونده اختیار شد. در این روش با محاسبه همبستگی ساده بین هریک از متغیرهای مستقل و متغیر وابسته انجام و آن متغیر مستقلی را که قوی‌ترین همبستگی را با متغیر وابسته دارد وارد الگو می‌شود. دومین متغیر، متغیری خواهد بود که بالاترین ضریب همبستگی نیمه تفکیکی را با متغیر وابسته داشته باشد که در این حالت اثر سایر متغیرهای مستقل از متغیر وابسته برداشته می‌شود. مجذور همبستگی نیمه تفکیکی افزایش در ضریب تعیین و یا افزایش در پراش منتسب به متغیر دوم را نشان می‌دهد. این فرایند در مورد هر تعداد متغیر ادامه داده می‌شود و متغیری که بیشترین مجذور همبستگی با متغیر وابسته را داشته باشد وارد الگو می‌شود. (عساکره، ۱۳۹۰: ۲۵۵).

بر اساس روش‌های یادشده در بالا، معلوم شد که عنصر دما، تنها عنصر آب و هوایی است که می‌توان بر اساس آن میزان مصرف گاز طبیعی را در شهر زنجان برآورد نمود. الگوهای متعددی جهت برآورد گاز مصرفی بر اساس این عنصر تحت نرم‌افزار CurveExpert موردمطالعه قرار گرفت. تعدادی از این الگوها (نظیر توابع سینوسی، توابع نمایی، تابع رشد ریچاردز و رگرسیون چندجمله‌ای) به لحاظ مقدار ضریب تبیین بین میزان مصرف گاز طبیعی و عنصر دما نتیجه مناسبی را نشان دادند، ولی با توجه به محدودیت برخی از این الگوها به لحاظ تعریف دامنه متغیر توضیحی (دما) و در نتیجه عدم تطبیق با واقعیت از آن‌ها صرف‌نظر شد. درنهایت از الگوی وایازی درجه ۵ که دارای بیشترین همبستگی و ضریب تبیین بین عنصر انتخابی و مصرف گاز طبیعی داشت انتخاب و الگوسازی انجام گرفت. در حالت کلی این الگو به‌صورت زیر بیان می‌شود:

رابطه (۲)

$$y = a + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 + b_5x^5$$

در رابطه (۲) y متغیره وابسته (در اینجا مصرف گاز طبیعی)، a مقدار ثابت و یا عرض از مبدأ، b شیب متغیر مستقل و x متغیر مستقل (در اینجا دما) می‌باشد.

نتایج

عوامل پرشماری در مصرف حامل‌های انرژی تأثیرگذار می‌باشند. از مهم‌ترین عوامل، عناصر آب و هوایی (دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و ابرناکی) می‌باشند. به همین منظور جهت ارزیابی تأثیرپذیری مصرف گاز طبیعی از این عناصر آب و هوایی در شهر زنجان، از همبستگی چند متغیره بهره گرفته شد. همان‌گونه که در جدول (۱) دیده می‌شود، میزان همبستگی ۰/۹۰۴ بیانگر تأثیرپذیری بسیار زیاد میزان مصرف گاز از این عناصر آب و هوایی است. این میزان همبستگی در هر سطح اطمینان دلخواه معنی‌دار بوده و با توجه به مقدار ضریب تبیین مشخص می‌گردد که تغییر عناصر آب و هوایی موردبررسی در شهر زنجان ۸۱/۸ درصد تغییر در میزان مصرف گاز طبیعی را توجیه می‌کند.

به‌منظور تعیین شدت و جهت رابطه بین هریک از عناصر آب و هوایی با میزان مصرف گاز طبیعی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج در جدول (۱) ارائه‌شده است. می‌توان دید که رابطه دما با میزان مصرف گاز طبیعی بسیار زیاد و در جهت عکس می‌باشد و با کاهش دما میزان مصرف افزایش می‌یابد. رابطه رطوبت نسبی متوسط در جهت مستقیم و رابطه ابرناکی کم و در جهت مستقیم و رابطه سرعت باد بسیار کم و در جهت عکس می‌باشد جدول (۱). چون در ضریب همبستگی

[13] Backward variable Elimination
[14] Forward variable selection
[15] Stepwise variable Entry

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

رابطه عناصر آب و هوایی با میزان مصرف به‌صورت منفرد و بدون توجه به سایر عناصر بررسی‌شده است، نمی‌توان آن را واقعی دانست. به همین منظور و به‌منظور کشف رابطه واقعی عناصر آب و هوایی با میزان مصرف گاز طبیعی، با حذف اثر سایر عناصر آب و هوایی، از همبستگی جزئی استفاده‌شده است. نتایج نشان‌دهنده رابطه بسیار کم و معکوس بین سرعت باد و رطوبت با میزان مصرف گاز طبیعی و بین میزان ابرناکی و مصرف انرژی گاز طبیعی کم و مستقیم و بین تغییرات دما و میزان مصرف گاز طبیعی بسیار زیاد و در جهت معکوس می‌باشد.

به‌منظور برازش الگویی بهینه با کمینه متغیرها و نیز میزان خطا و بیشینه ضریب تعیین از روش‌های گزینش متغیر مستقل در جهت انتخاب کمترین تعداد متغیرها به‌نحوی‌که در ضریب تعیین، تغییر قابل‌توجهی صورت نگیرد انجام گردید. بر اساس آزمون‌وخطا در این مطالعه، روش وایازی پیش‌رونده مناسب تشخیص داده شد. ابتدا عنصر دما که بیشترین همبستگی را با میزان مصرف گاز طبیعی داشت وارد الگو شده و باعث وجود ضریب تعیین به مقدار ۸۱/۳ گردید. دومین متغیر و یا عنصر آب و هوایی بر اساس بیشترین مقدار همبستگی تفکیکی (ابرناکی) انتخاب و وارد الگو گردید. ورود این متغیر باعث افزایش ۰/۴ درصدی در میزان ضریب تعیین شد و سومین متغیر آب و هوایی (رطوبت) بر مبنای بیشترین مقدار همبستگی تفکیکی (رطوبت نسبی) انتخاب و وارد الگو گردید. با حضور رطوبت مقدار ضریب تعیین رشد ۰/۱ درصدی داشت و زمانی که عنصر باد به‌عنوان آخرین متغیر مستقل وارد معادله گردید، تأثیری در میزان ضریب تعیین ایجاد نکرد؛ درواقع زمانی که تمامی عناصر وارد معادله می‌شوند، تنها مقدار ضریب تعیین ۸۱/۸ درصد می‌شود. به‌عبارتی‌دیگر با حضور تمامی متغیرهای مستقل، تنها ۰/۵ درصد در ضریب تعیین تفاوت به وجود می‌آید. این مقدار، افزایش قابل‌توجه و معنی‌داری بشمار نمی‌آید. ازاین‌رو از آن صرف‌نظر می‌شود و تنها عنصر دما به‌عنوان متغیر مستقل در الگو باقی می‌ماند.

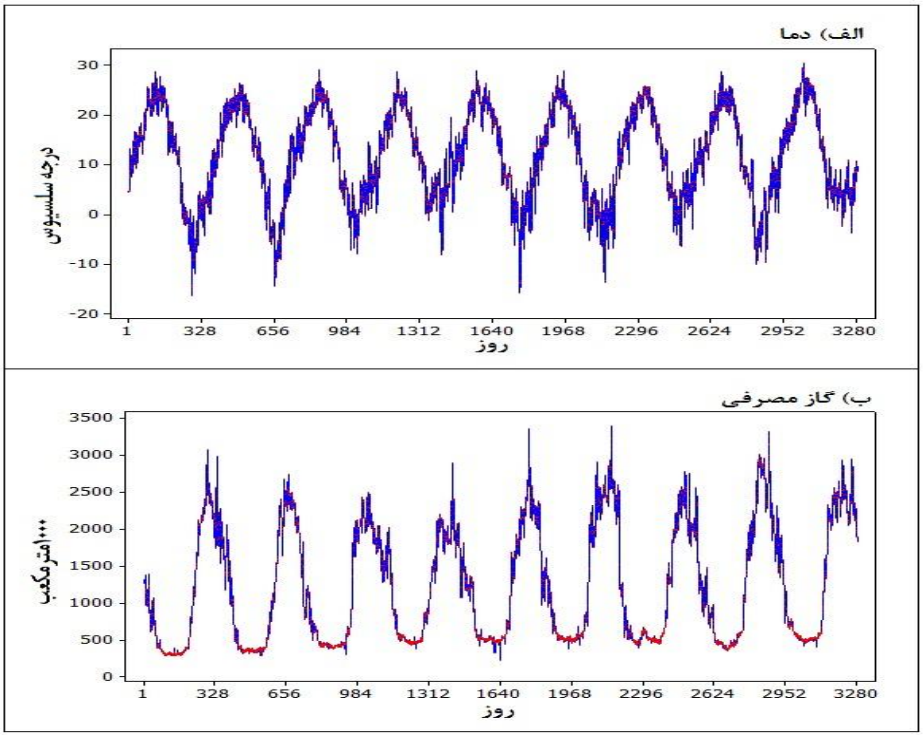
جدول (۲). ضریب همبستگی و همبستگی جزئی بین عناصر آب و هوایی و میزان مصرف گاز

عنصر آب و هوایی	سرعت باد	رطوبت	دما	ابرناکی
ضریب همبستگی	-۰/۱۷۶	۰/۶۰۴	-۰/۹۰۲	۰/۳۵۹
همبستگی جزئی	-۰/۰۳۳	-۰/۰۸۳	-۰/۸۴۲	۰/۱۶۳

نحوی عملکرد دما و میزان مصرف گاز طبیعی در دهه اخیر در شکل (۲) نمایش داده‌شده است. رفتار تناوبی از ویژگی‌های بارز عنصر دما و میزان مصرف گاز طبیعی می‌باشد. همان‌گونه که از شکل (۲) مشخص می‌باشد تابعیت میزان گاز مصرفی از تغییرات عنصر دما در مقادیر پائین این عنصر خیلی بیشتر از مقادیر خیلی بالای این عنصر می‌باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]



شکل (۲). سری زمانی میانگین دما (الف) و سری زمانی مصرف گاز طبیعی (ب) در دهه اخیر در شهر زنجان

همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد، با استفاده از نرم‌افزار CurveExpert الگوی وایازی پنج‌جمله‌ای به شکل زیر بر مشاهدات برازش یافت:

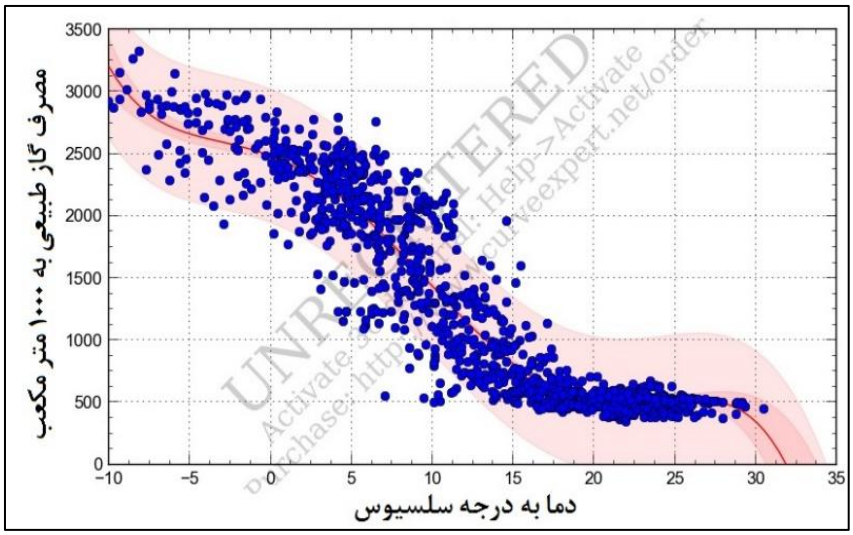
رابطه (۳)

$$GAS = 2483.676 - 49.666\ temp - 5.441\ temp^2 - 0.312\ temp^3 + 0.0376\ temp^4 - 0.00073\ temp^5$$

در رابطه (۳) GAS مقدار گاز مصرفی و temp میانگین دمای روزانه می‌باشد. همبستگی در این رابطه برابر ۰/۹۴ است. رابطه خطی دما و گاز طبیعی با ضریب تعیین ۸۱/۸ درصد و الگوی غیرخطی بالا، نسبت به الگوی خطی با بیش از ۸ درصد افزایش با ضریب تبیین ۸۹/۰۳ گویای این واقعیت است که الگوی فوق ۸۹/۰۳ درصد تغییرات مصرف گاز در شهر زنجان را توجیه می‌کند. شکل (۳) الگوی برازنده (خط ممتد)، بازه اطمینان برآورد الگو (منطقه سایه‌دار) و میزان مصرف گاز (محور عمودی) به ازای دماهای مختلف (محور افقی) را به‌صورت نقطه و در بازه دمایی ۱۰- تا ۲۹ درجه سلسیوس نشان می‌دهد. مقادیر برآورد به ازای دماهای مختلف و خطاهای مربوط در جدول (۳) ارائه‌شده است:

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]



شکل (۳). نمودار پیش‌بینی مصرف گاز طبیعی بر مبنای رگرسیون درجه ۵

جدول (۲) مقادیر گاز مصرفی برآورد شده و متوسط خطای الگو در مقیاس روزانه به مترمکعب را برای ۱ روز با مقادیر دمای ۱۰- الی ۲۹ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد همان‌گونه که مشخص می‌باشد زمانی که متوسط دمای روزانه از ۷- درجه سلسیوس کمتر می‌شود مقدار خطای الگو به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای افزایش پیدا می‌کند. همین‌طور مقدار خطا در دماهای بالا مقدار کمتری داشته و مقدار پیش‌بینی‌شده از دقت بالایی برخوردار است.

جدول (۲). ارزیابی خطای الگوی برازنده مصرف گاز طبیعی به ازای مقادیر مختلف دما در روز برای شهر زنجان

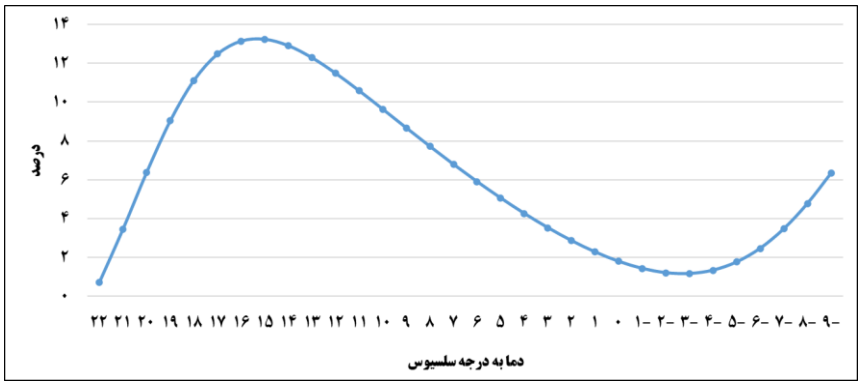
ردیف	دما به درجه سلسیوس	گاز مصرفی برآورد شده به مترمکعب	متوسط خطای الگو به مترمکعب	ردیف	دما به درجه سلسیوس	گاز مصرفی برآورد شده به مترمکعب	متوسط خطای الگو به مترمکعب
۱	۲۹	۴۴۰۷۴۱	۵۱۲۳۴	۲۱	۹	۱۵۷۲۰۳۴	۷۰۹۸۲
۲	۲۸	۴۹۴۷۴۸	۵۲۴۴۴	۲۲	۸	۱۷۰۸۴۲۰	۱۷۱۶۴
۳	۲۷	۵۱۷۴۹۸	۵۳۴۶۳	۲۳	۷	۱۸۴۰۳۶۱	۳۹۹۵
۴	۲۶	۵۱۹۳۰۸	۳۰۱۴۶	۲۴	۶	۱۹۶۵۴۳۹	۵۰۹۲۳
۵	۲۵	۵۰۹۰۲۷	۲۲۴۸۲	۲۵	۵	۲۰۸۱۵۲۳	۵۲۷۷۴
۶	۲۴	۴۹۴۱۱۳	۵۸۴۳	۲۶	۴	۲۱۸۶۸۵۷	۵۶۹۳۸
۷	۲۳	۴۸۰۷۲۸	۲۷۱۷۹	۲۷	۳	۲۲۸۰۱۵۰	۶۲۹۰۷
۸	۲۲	۴۷۳۸۲۷	۱۰۲۵۶	۲۸	۲	۲۳۶۰۶۶۲	۶۴۴۳۳
۹	۲۱	۴۷۷۲۴۱	۹۹۵۹	۲۹	۱	۲۴۲۸۲۹۵	۴۸۷۸
۱۰	۲۰	۴۹۳۷۷۱	۹۲۳۱	۳۰	۰	۲۴۸۳۶۷۶	۲۹۲۳۷
۱۱	۱۹	۵۲۵۲۷۰	۱۹۵۶	۳۱	-۱	۲۵۲۸۲۴۹	۳۵۹۷۲
۱۲	۱۸	۵۷۲۷۳۵	۲۰۰۸۴	۳۲	-۲	۲۵۶۴۳۶۴	۱۴۱۰۲
۱۳	۱۷	۶۳۶۳۹۵	۴۷۸۱۱	۳۳	-۳	۲۵۹۵۳۶۱	۴۴۲۸
۱۴	۱۶	۷۱۵۷۹۶	۲۱۶۵۴	۳۴	-۴	۲۶۲۵۶۶۰	۵۳۹۱۴
۱۵	۱۵	۸۰۹۸۹۳	۲۷۴۶۵	۳۵	-۵	۲۶۶۰۸۵۱	۲۴۱۰۰
۱۶	۱۴	۹۱۷۱۳۷	۷۱۹۴	۳۶	-۶	۲۷۰۷۷۸۰	۹۲۶۲
۱۷	۱۳	۱۰۳۵۵۵۹	۹۶۰۰۳	۳۷	-۷	۲۷۷۴۶۳۷	۱۲۴۷۰
۱۸	۱۲	۱۱۶۲۸۶۳	۳۷۲۴۵	۳۸	-۸	۲۸۷۱۰۴۳	۱۶۳۶۵۴
۱۹	۱۱	۱۲۹۶۵۱۴	۵۵۱۸۴	۳۹	-۹	۳۰۰۸۱۴۲	۱۶۵۵۴۶
۲۰	۱۰	۱۴۳۳۸۲۲	۶۴۶۶۹	۴۰	-۱۰	۳۱۹۸۶۸۴	۱۷۴۵۲۱

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

شکل (۳) درصد افزایش مصرف گاز طبیعی به ازای یک درجه کاهش دما را نشان می‌دهد. در دمای ۲۲ درجه تا دمای ۱۶ درجه بیشترین درصد افزایش و از دمای صفر درجه تا ۵- درجه کمترین درصد افزایش به ازای یک درجه در کاهش دما را نشان می‌دهد.

علت بالا بودن درصد افزایش مصرف گاز طبیعی در دماهای کمتر از ۱۸ درجه به این دلیل است که در این محدوده زمانی فصل سرد سال شروع‌شده و استفاده از وسایل گرمایشی شروع می‌شود. این مسئله تا دمای ۱۵ درجه ادامه دارد و در این دما تقریباً تمام وسایل گرمایشی شروع به کارکرده‌اند. از این نقطه دمایی به بعد روند افزایشی مصرف گاز به ازای کاهش دما سیر نزولی به خورد گرفته ولی کماکان این افزایش نسبت به کاهش دما وجود دارد. در دمای صفر درجه تا منفی ۶ درجه تمام وسایل گرمایشی در حال استفاده بوده و درصد افزایش مصرف گاز طبیعی به ازای یک درجه کاهش دما در این محدوده تغییر چندانی ندارد.



شکل (۳). درصد افزایش مصرف گاز طبیعی به ازای یک درجه کاهش دما

از دمای منفی ۷ درجه، درصد افزایش مصرف گاز طبیعی به ازای یک درجه کاهش دما، با شیب تندی افزایش می‌یابد. این نقطه شروع مشکلات مربوط به کمبود گاز برای مصارف خانگی خواهد بود و در صورت عدم مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح مشکلاتی همانند قطعی گاز را به همراه خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

برای انجام پژوهش حاضر از دو گروه داده برای یک دوره آماری ۹ ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۲) استفاده‌شده است؛ نخست داده‌های مربوط به برخی عناصر آب و هوایی و همچنین داده‌های مربوط به میزان گاز مصرفی روزانه برای شهر زنجان می‌باشد. همبستگی چند متغیره نشان داد که میزان هم تغیری مصرف گاز طبیعی با دما در یک رابطه خطی ۸۱/۸ درصد است. بدین ترتیب الگویی طراحی شد که با رعایت اصل امساک، بر پایه دما طراحی شد. با آزمون‌وخطا وایازی ۵ جمله‌ای برازنده‌ترین الگو تشخیص داده شد. مقدار همبستگی در این الگو ۰/۹۴ و ضریب تبیین ۸۹/۰۳ درصد حاصل آمد. افزایش بیش از ۸ درصد در ضریب تبیین حاصل این امر است که تغییرات دما به‌تنهایی و سادگی بر مصرف گاز طبیعی اثر نمی‌گذارد، مصارف متعدد گاز می‌تواند موجبات تغییر در مصرف را مستقل از آسایش دمایی توجیه کند. دوم این‌که عناصر آب و هوایی دیگر که در این پژوهش موردبررسی قرارگرفته‌اند و به‌عنوان عناصر تأثیر کمتر تأثیرگذار در نظر گرفته‌شده‌اند، خود می‌توانند در امتداد زمان و در طی افت‌وخیزشان دما را متأثر سازند و رفتار دما بر مصرف گاز طبیعی را از حالت خطی خارج نمایند. بیشترین مقدار خطا در برآورد به ترتیب در ماه‌های فروردین، اسفند و مهرماه و کمترین مقدار خطا در برآورد در تیرماه رخداده و زمانی که متوسط دمای روزانه از ۷- درجه سلسیوس کمتر می‌شود مقدار خطای الگو به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای افزایش پیدا می‌کند. این نقطه دمایی بسیار مهم است، هم به‌واسطه افزایش میزان خطای مدل و هم این‌که با کاهش دما درصد افزایش

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

مصرف گاز طبیعی با شیب تندتری افزایش می‌یابد. درواقع در این نقطه است که در صورت عدم مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح مشکلاتی همانند قطعی گاز شروع خواهد شد.

در این تحقیق همانند بیشتر تحقیقات گذشته، مهم‌ترین عامل در افزایش مصرف گاز طبیعی، دما تشخیص داده‌شده و همچنین برای مدل‌سازی روش رگرسیون چندجمله‌ای استفاده و نتیجه قابل قبولی را نیز به همراه داشت. مهم‌ترین وجه تمایز این تحقیق با مطالعات گذشته تعیین خطا و میزان مصرف گاز طبیعی در شهر زنجان، برای کاهش ۱ درجه در دما به‌صورت درصد بود. این مسئله می‌تواند در برآورد گاز مصرفی، اثر سایر عوامل مؤثر در افزایش خطا، برای مدل را کاهش دهد.

تقدیر و تشکر

اداره گاز شهرستان و همچنین اداره هواشناسی استان زنجان همکاری‌های خوب و صمیمانه‌ای را با محققان در خصوص واگذاری داده‌های مربوط به مصرف گاز طبیعی و عناصر آب‌وهوایی داشته‌اند، به همین منظور نهایت تشکر و قدردانی، از این قسمت‌ها به عمل می‌آید.

منابع

امامی میبدی علی؛ محمدی تیمور؛ سلطان العلمایی سید محمدهادی. (۱۳۸۹). تخمین تابع تقاضای داخلی گاز طبیعی به روش فیلتر کالمن (مطالعه موردی تقاضای بخش خانگی شهر تهران)، *فصلنامه اقتصاد مقداری*، ۷(۳): ۴۱-۲۳. doi: 10.22055/jqe.2010.10643

بابایی میبدی، حمید؛ طحاری مهرجردی، محمدحسین؛ تقی زاده مهرجردی، روح‌الله. (۱۳۹۱)، بررسی کارایی مدل‌های نروفازی، شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره در پیش‌بینی مصرف انرژی کشور، فصلنامه *پژوهش‌نامه اقتصادی (رویکرد اسلامی ایرانی)*، ۱۲(۴۶): ۶۴-۴۳. https://joer.atu.ac.ir/article_940.html

حاجی حسینی بغدادآبادی، طاهره؛ قاسمی، عبدالرسول؛ محمدی، تیموری. (۱۳۹۹). اثر تغییرات آب و هوایی بر مصرف گاز طبیعی ایران، کاربرد الگوی رگرسیونی سانسور شده (توبیت). *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۹(۳۴): ۱۱۱-۸۷. doi: 10.22054/jiee.2021.50681.1734

دشتبان فاروجی، سحر؛ درگاهی، حسن. (۱۴۰۱). امکان‌سنجی صادرات گاز طبیعی ایران (۱۴۱۰-۱۴۰۱) بر پایه شبیه‌سازی الگوی اقتصادسنجی کلان – انرژی. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۱(۴۲): ۴۵-۱۱. doi: 10.22054/jiee.2022.69430.1947

ذوالفقاری، حسین. (۱۳۹۲). *آب و هواشناسی توریسم*. تهران: انتشارات سمت.

راعی، حسن؛ نظری، جواد؛ سرزهی، مرتضی؛ ملکی، عباس. (۱۴۰۱). نعمت یا نقمت گاز طبیعی در ایران: بررسی آینده‌پژوهانه صادرات گاز طبیعی تا ۲۰۵۰، *سیاست‌گذاری عمومی*، ۸(۱): ۱۶۷-۱۵۱. doi: 10.22059/jppolicy.2022.85917

سیف، هستی؛ اقارب پرست، محمدرضا، بهنود، محمد. (۱۳۹۹). سیاست‌گذاری ایران در حوزه منابع گاز طبیعی. *فصلنامه مطالعات سیاسی*، ۱۲(۴۸): ۹۲-۸۱. https://jourm.azadshahr.iau.ir/article_675060.html

شکیبایی، علیرضا؛ نظام‌آبادی پور، حسین؛ حسینی، سید جعفر. (۱۳۸۸). پیش‌بینی عرضه نفت خام در یازده کشور تولیدکننده با استفاده از شبکه‌های عصبی و رگرسیون خطی، *مجله دانش توسعه*، ۱۶(۲۷): ۵۶-۴۲. ensani.ir/fa/article/152731/2006-1980

شیعه بیگی، اندیشه؛ عباسپور، مجید؛ سلطانیه، محمد؛ حسین زاده لطفی، فرهاد؛ عابدی، زهرا. (۱۳۹۳). ارزیابی تغییرات اقلیم و پیش‌بینی اثر آن بر عملکرد و مصرف سوخت نیروگاه‌های حرارتی ایران در دهه آینده، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۶(۲): ۱۲-۱. https://jest.srbiau.ac.ir/article_3087.html

صادقی، سید کمال؛ موسویان، سید مهدی. (۱۳۹۴). تحلیل آماری و برآورد فاصله اطمینان پیش‌بینی شبکه عصبی ترکیبی به‌منظور مقایسه با مدل خطی ARIMA (مطالعه موردی مصرف ماهانه گاز طبیعی در بخش خانگی ایران)، *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۲۰(۲): ۱۰۶-۷۳. nsani.ir/fa/article/343674

عساکره، حسین. (۱۳۹۰). *مبانی اقلیم‌شناسی آماری*، انتشارات دانشگاه زنجان.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

عساکره، حسین؛ سیفی پور، زهره. (۱۳۹۱). مدل‌سازی مکانی بارش سالانه ایران، *جغرافیا و توسعه*، ۱۰(۲۹): ۱۵-۳۰. doi: 10.22111/gdij.2013.117

کاظمی، عالیه؛ حسین زاده، مهناز. (۱۳۹۱). پیش‌بینی تقاضای حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف مصرف ایران با استفاده از رگرسیون خطی فازی، *چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، ۲(۴): ۱۶۵-۱۴۳. https://jimp.sbu.ac.ir/article_87332.html

کریمی، تورج؛ صادقی مقدم، محمدرضا؛ رهنما، روح‌الله. (۱۳۸۹). بررسی اثر تغییرات دما بر مصرف گاز طبیعی در ایران، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۶(۲۴): ۲۱۸-۱۹۳. https://ensani.ir/fa/article/70509

کشاورز حداد، غلامرضا؛ میرباقری جم، محمد. (۱۳۸۶). بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی (تجاری و خانگی) در ایران، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۹(۳۲): ۱۶۰-۱۳۷. https://ijer.atu.ac.ir/article_3628.html

لطفعلی پور، محمدرضا؛ احمد، باقری. (۱۳۸۲). تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی مصارف خانگی شهر تهران، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۱۶(۲): ۱۰۶-۷۳. https://ensani.ir/fa/article/38779

میرفخرایی، سیدحسن، رحیمی، امید و سفیدی کاسین، آرش. (۱۳۹۶). چشم‌انداز پسابرجام روابط گازی ایران و روسیه در الگوی مشارکت راهبردی. *مطالعات روابط بین‌الملل (پژوهشنامه روابط بین‌الملل)*، ۱۰(۳۸)، ۱۵۵-۱۸۴. SID. https://sid.ir/paper/247652/fa

هنری، الهام؛ یقینی، مسعود؛ ندیمی، محمدحسین. (۱۳۹۶). پیش‌بینی مصارف گاز خانگی و تجاری برای یک دوره پنج‌ساله شهر اصفهان با استفاده از شبکه‌های عصبی، *مدیریت تولید و عملیات*، ۱(۱۲): ۲۶۲-۲۴۷. https://ensani.ir/fa/article/358481

Asakereh, H. (2011). Fundamentals of Statistical Climatology. Zanjan University Press.

Asakereh, H., & Seifi Pour, Z. (2012). Spatial modeling of annual precipitation in Iran, Journal of Geography and Development, 10(29) 15-30. (in Persian) doi: 10.22111/gdij.2013.117

Azadeh, A. Asadzadeh, SM. Saberi, M. Khoshmagham, S. (2012). An integrated genetic algorithm–principal component analysis for improvement and estimation of gas consumption in Finland, Hungary, Ireland, Japan and Malaysia. International Journal of OperationalResearch, 13(2),147-73. https://ideas.repec.org/a/ids/ijores/v13y2012i2p147-173.html.

Babayi Meybodi, H., Tahari Mehrjardi, M. H., & Taghizadeh Mehrjardi, R. (2012). Efficiency evaluation of neuro-fuzzy models, neural networks, and multiple regression in predicting energy consumption in the country, Journal of Economic Research, 12(46) 43-64. (in Persian) https://joer.atu.ac.ir/article_940.html.

BP Statistical Review of World Energy, (2020).

Ceylan, H. Ozturk, H. K. (2004). Estimating energy demand of Turkey based on economic indicators using genetic algorithm approach. Energy Conversion and Management, 45(15), 2525-2537. DOI:10.1016/j.enconman.2003.11.010.

Dashtban Farooji, S., & Dargahi, H. (2022). Feasibility study of Iran's natural gas exports (2022-2031) based on macro-energy econometric model simulation, Journal of Iranian Energy Economics, 11(42) 11-45. (in Persian) doi: 10.22054/jiee.2022.69430.1947

Dombaycı, ÖA. (2010). The prediction of heating energy consumption in a model house by using artificial neural networks in Denizli–Turkey. Advances in Engineering Software, 2, 41(2), 141-147. DOI:10.1016/j.advengsoft.2009.09.012.

Emami Meybodi, A., Mohammadi, T., & Soltan Alamei, S. M. (2010). Estimation of domestic natural gas demand function using Kalman filter method (Case study: Household demand in Tehran), Journal of Quantitative Economics, 3(7) 23-41. (in Persian) doi: 10.22055/jqe.2010.10643

Gautam, T. k. and Paudel, K. (2019). The Demand for Natural Gas in the Northeastern United States, Energy, 158, pp. 890-898. DOI: 10.1016/j.energy.2018.06.092.

Gil, S. & Deferrari, J. (2004). Generalized Model of Prediction of Natural Gas Consumption. Energy Resources Technology,. 126, 90-98. doi.org/10.1115/1.1739239.

Haji Hosseini Baghdadi, T., Ghasemi, A., & Mohammadi, T. (2020). The effect of climate change on natural gas consumption in Iran, application of censored regression model (Tobit), Journal of Iranian Energy Economics, 9(34) 87-111. (in Persian) doi: 10.22054/jiee.2021.50681.1734

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]

Honary, E., Yaghoubi, M., & Nadimi, M. H. (2017). Forecasting household and commercial gas consumption for a five-year period in Isfahan using neural networks, Journal of Production and Operations Management, 1(12) 247-262. (in Persian) https:// ensani.ir/fa/article/358481.

Karimi, T., Sadeghi Moghadam, M. R., & Rahnama, R. (2010). Investigating the effect of temperature changes on natural gas consumption in Iran, Journal of Energy Economics Studies, 6(24) 193-218. (in Persian) https://ensani.ir/fa/article/70509.

Kazemi, A., & Hosseinzadeh, M. (2012). Forecasting energy carriers demand in various consumption sectors of Iran using fuzzy linear regression, Journal of Industrial Management Perspective, 2(4) 143-165. (in Persian) https://jimp.sbu.ac.ir/article_87332.html.

Keshavarz Haddad, G., & Mirbagheri Jam, M. (2007). Investigation of natural gas demand function (commercial and household) in Iran, Journal of Economic Research, 9(32) 137-160. (in Persian) https://ijer.atu.ac.ir/article_3628.html.

Khotanzad, A., Elragal, H., Lu, T. (2000). Combination of Artifical Neural Network Forecasters for Prediction of Natural Gas Consumption. IEEE Transaction of Neural Networks, 11, 464-473. 11(2). DOI: 10.1109/72.839015.

Lotfali Pour, M. R., & Ahmadi, B. (2003). Estimation of natural gas demand function for household consumption in Tehran, Journal of Economic Research, 16(2) 73-106. (in Persian) https://ensani.ir/fa/article/38779.

Mirfakhraei, S. H., Rahimi, O., & Safidi Kasian, A. (2017). Post-JCPOA outlook of Iran-Russia gas relations in the strategic partnership model, Journal of International Relations Studies, 10(38) 155-184. (in Persian) https://sid.ir/paper/247652/fa.

Papageorgiou K, I. Papageorgiou E, Poczeta K, Bochtis D, Stamoulis G. (2020). Forecasting of Day-Ahead Natural Gas Consumption Demand in Greece Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. Energies, 13(9):2317. doi.org/10.3390/en13092317.

Raei, H., Nazari, J., Sarzehi, M., & Maleki, A. (2022). Natural gas: A blessing or a curse for Iran? A foresight study of natural gas exports until 2050, Journal of Public Policy, 8(1) 151-167. (in Persian) doi: 10.22059/jppolicy.2022.85917

Sadeghi, S. K., & Mousavian, S. M. (2015). Statistical analysis and estimation of confidence interval for hybrid neural network prediction to compare with ARIMA linear model (Case study: Monthly natural gas consumption in Iran's household sector), Journal of Economic Modeling Research, 20(2) 73-106. (in Persian) nsani.ir/fa/article/343674.

Sailor, D. J. Munoz, J. R. (1997). Sensitivity of electricity and natural gas consumption to climate in the USA-methodology and results for eight states. Energy, 22(10), 987-998. doi.org/10.1016/S0360-5442(97)00034-0.

Sarak, H. Satman, A. (2003). The degree-day method to estimate the residential heating natural gas consumption in Turkey: a case study. Energy, 28(9), 929-39. doi.org/10.1016/S0360-5442(03)00035-5.

Seif, H., Aghareb Parast, M. R., & Behnood, M. (2020). Iran's policy in the field of natural gas resources, Journal of Political Studies, 12(48) 81-92. (in Persian) https://jourm.azadshahr.iau.ir/article_675060.html.

Shakibaei, A., Nezamabadi Pour, H., & Hosseini, S. J. (2009). Forecasting crude oil supply in eleven producing countries using neural networks and linear regression, Journal of Knowledge and Development, 16(27) 42-56. (in Persian) ensani.ir/fa/article/152731/2006-1980

Shakouri G, H. & Nadimi, R. (2009). A novel fuzzy linear regression model based on a non-equality possibility index and optimum uncertainty, Applied soft computing, 9(2), 590-598. doi.org/10.1016/j.asoc.2008.08.005.

Shiea Beigi, A., Abbaspour, M., Soltanieh, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Abedi, Z. (2014). Evaluation of climate change and its impact on the performance and fuel consumption of Iran's thermal power plants in the next decade, Journal of Environmental Science and Technology, 16(2) 1-12. (in Persian) https://jest.srbiau.ac.ir/article_3087.html.

Zolfaghari, H. (2013). Tourism Climatology. Tehran: SAMT Publications.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/jgs.25.78.9]