ISSN(Print): 2008-6407 ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

Prioritization and Study of Economic-Environmental Dimensions of the Use of Renewable Energy in the Agricultural Sector

Mahsa Taslimi [1], Hamid Amirnejad[2*], Seyed Mojtaba Mojaverian[2], Hossein Azadi[3]

1- Department of Agricultural Economics, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3- Department of Geography, Ghent University, Belgium.

Received:2019/10/12
Accepted: 2019/12/04
PP:39-56

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/JAE.2022.22990.2079

Keywords:
Sustainable Development, TOPSIS, Environment, Solar Energy.

Abstract

Introduction: The agricultural sector is highly dependent on energy consumption to meet the growing need for food. One of the challenges of sustainable agriculture is that the majority of farmers still use fossil fuels. Iran ranks ninth in the world in terms of carbon dioxide emissions, and the emission of this gas has caused a damage of 26.267 billion dollars to the country. The per capita final energy consumption in Iran's agricultural sector is 3.3 times the global average. Therefore, the use of renewable energy in the country is very important.

Materials and Methods: This study prioritizes renewable energy in the agricultural sector of northern Iran (Golestan, Mazandaran and Gilan) using entropy weighting technique and TOPSIS method. The information required for this study was collected using a Delphi questionnaire from 39 experts and five types of renewable energy and five criteria were examined.

Findings: The results showed that the priorities of renewable energy sources are solar energy, wind energy, biomass energy, hydropower and geothermal energy, respectively, and environmental, political, social, technical and economic criteria are in the first to fifth place, respectively.

Conclusion: Providing the necessary facilities by the government and promoting the use of renewable energy by experts can provide the necessary infrastructure for the use of renewable energy in the agricultural sector.

Citation: Taslimi M, Amirnejad H, Mojaverian SM, Azadi H. Prioritization and Study of Economic-Environmental Dimensions of the Use of Renewable Energy in the Agricultural Sector: Journal of Agricultural Economics Research. 2022; 14 (3):39-56

***Corresponding author:** Hamid Amirnejad
Address: Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
Tell: 00989111275328
Email: Hamidamirnejad@yahoo.com; h.amirnejad@sanru.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

The increasing population growth and consequently the increasing trend of energy consumption and the main focus of human beings on fossil fuels to supply energy and limited resources on the other hand, has led to the emergence of a new problem called the energy crisis. This crisis has raised concerns about the path of economic development; increasing greenhouse gas emissions along with the development and evolution of human societies, making severe climate change a major challenge and a major obstacle to achieving sustainable growth and development across the world. Consequently, sustainable development, which emphasizes the simultaneous growth of economic growth and the reduction of climate change and environmental pollution, has received more and more attention in recent years. Since the agricultural sector consumes energy as a production input, it is therefore important to provide timely, reliable and inexpensive energy, given the limited natural resources and the adverse effects of using different energy sources on Human health and the environment are critical to examining energy consumption patterns and reducing greenhouse gas emissions in order to be used efficiently in agriculture. The agricultural sector is heavily dependent on energy consumption to meet the growing need for food for the world's growing population and to provide adequate and suitable nutrition. In this regard, one of the challenges of sustainable agriculture is that the majority of farmers still use fossil energy. However, while the increase in production and lower production costs, the per capita final energy consumption in Iran's agricultural sector is 3.3 times the global average. Comparison of Iran's per capita energy consumption with the global scale shows that natural gas consumption per capita is 6.2 and crude oil and petroleum products 1.6 times the average global per capita consumption; This is because of the low efficiency in production, high energy consumption as well as the use of energy-intensive goods and services. Total per capita consumption is lower than Iran in countries such as Turkey, India, China and Hong Kong, Pakistan, Africa, Venezuela, non-OECD Asian countries and the Middle East. For this reason, many countries consider the use of renewable energy services essential to achieving sustainable development goals. Benefits of using these energy sources include huge endless reserves, easy access and cleanliness. These resources are accessible through the natural environment and are environmentally acceptable and technically feasible. In fact, renewable energies are efficient and quickly enforceable, helping to preserve natural resources for future generations and reduce human impact on the environment. The European Union reports in 2017 show that Iran ranks ninth in the world in carbon dioxide production, while Iran ranks just behind China, the United States, the European Union, India, Russia, Japan, Germany and, South Korea, which are very different and higher than Iran in terms of economic growth and development. In addition, according to the latest report by the International Energy Agency (IEA) in 2018, Iran ranks first in the world in subsidizing fossil fuels at an average rate of 79 %. According to the report, the per capita subsidy for fossil fuels in Iran is $ 844 per person, which amounts to a total of 15.3 percent of GDP in the country. Regarding the economic and environmental conditions of the country conditions and international sanctions, the use of renewable energies can be a good solution for managing natural and environmental resources, reducing pollution and cost pressures on the government.

Materials and Methods

Methods of Multi Criteria Decision Making (MCDM)

In multi-criteria decision making, some decision-making alternatives are evaluated based on a number of indicators and the best alternative is selected. The main steps in a multi-criteria decision-making problem can be described as follows:

1. Determining the evaluation criteria in a way that reflects the objectives;
2. Identify the alternatives to compare;
3. Evaluation of the Alternatives to Criteria (Criteria Function Values);
4. Applying a formal multi-criteria analysis method;

5. Accept an alternative as optimal (preferred);
6. If the final alternative is not acceptable, new information collected and go to the next step to multi-criteria optimization. The steps above can be applied to any multi-criteria problem. In the fourth step of this decision-making process, the decision maker can choose one of several types of multi-criteria decision-making based on the problem situation and the type of information available.

Determining weights by Shannon Entropy

In a decision matrix with m alternative and n index, to determine the weights of the indexes by the Shannon entropy method, the following is calculated for each decision matrix element specified by:

$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}}$ j=1,2,….,n

$\forall\, i, j$ (1)

The Ej entropy is calculated as follows: $E_j = -K \sum_{i=1}^{m} P_{ij} ln P_{ij} \quad \forall j$ (2)

K is calculated as a constant value as follows:

$K = \frac{1}{\ln(m)}$ (3)

Which holds Ej between zero and one. In the following, the value of dj (Degree of Diversification) is calculated, which states how much relevant index (j) provides the decision maker with useful information.

$\forall j \quad d_j = 1 - E_j$ (4)

Then the weight value Wj is calculated, in which the best weight is selected: $W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad \forall j$ (5)

TOPSIS Method

In this method, m alternative is evaluated by n index. The basis of this technique is that the chosen alternative should have the least distance with the ideal positive solution (A +: best possible case) and the maximum distance with the negative ideal solution (A-: worst possible case). Solving this problem requires six steps:

1. Changing the decision-making matrix into a dimensionless matrix.
2. Creating the weighted dimensionless matrix (V): the dimensionless matrix (W) is multiplied in the diagonal matrix of weights ($W_{n\times n}$), in other words: $V = N \times W_{n\times n}$
3. Determining the Ideal Positive Solution and the Ideal Negative Solution: The ideal positive solution (V_j^+) and the negative ideal solution (V_j^-) are defined as follows:

$V_j^+ =$ [the best-case vector of any indexes of V matrix]

$V_j^- =$ [The worst-case vector of any indexes of V matrix]

The best values for the positive indices are the largest values, and for the negative indices are the smallest values, the worst values for the positive indices are the smallest values, and the negative values are the largest values.

4. Obtaining Euclidean Distance of Each Alternative to Positive and Negative Ideals: Euclidean distance of each alternative from negative to ideal is calculated by the following formulas:

$d_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2}$ i=1,2,…..,m (6)

$d_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2}$ i=1,2,…..,m (7)

5. Calculating the relative closeness to the ideal solution.
6. Ranking the alternatives: Any alternative that CL is larger, the better.

A-Alternative: alternatives considered for prioritization and selection.

B- Criteria: characteristics or operating parameters for the alternatives considered decision. Criteria may be quantitative or qualitative, and qualitative criteria may be positive or negative.

C- Decision Matrix: Multi-criteria decisions are usually formulated by the decision matrix.

Findings

To achieve the most important and effective factors in prioritizing renewable energies, first a review of the studies in this field was accomplished and the most important effective criteria and sub-criteria were identified. The results showed that the most important factors affecting the prioritization of renewable energies could be divided into technical, economic,

environmental, political and social criteria. Technical criteria including sub-criteria of energy production capacity, efficiency, reliability, security, technical progress; environmental criteria including sub-criteria of impact on ecosystems, emission of pollution, impact on human health, water and land requirements; Economic criteria, including the sub-criteria of cost, market, financial perspectives, the payback period, competition, economic life, Political criteria including the sub-criteria of foreign dependency and political acceptability, and social criteria including sub-criteria of general acceptability and social benefits. The information required for this study was collected through a questionnaire completed in two stages using the Delphi method; to this end, 39 experts were asked. After completing the first stage questionnaires and obtaining the results, due to the lack of consensus among experts, the data collection entered into the second stage. In the second stage, sub-criteria with a mean of less than three were eliminated and the new questionnaire was completed in the second stage. After collecting the data, and achieving the consensus of experts' opinions, the results were extracted. To assess the prioritization of renewable energies (wind, solar, geothermal, biomass, and hydroelectric power) in the north of Iran, five technical, environmental, economic, social and political criteria and 19 sub-criteria have been used. After gathering the required information, in order to achieve the prioritization of the investigated energies, in the first step, the weight of the criteria was calculated by entropy method. The results showed that environmental, political, social, technical and economic criteria were obtained in order of importance. The weight obtained for the environmental criterion is 0.34, which is the highest among the criteria. Also, political criteria with 0.27 and social criteria with 0.21 were in the second and third place respectively. The technical criterion with 0.11 and the economic criterion with 0.05 gained the following positions. In addition, the calculated Ej for the criteria is between zero and one according to the stated condition. In the second step of calculations, by dividing each element by the sum of its columns, the normalized matrix and the results are obtained. According to step 3, after calculating the normalized matrix and multiplying it by the weighted criteria vector that obtained by the entropy method, the normalized weighted matrix can be achieved. After calculating the normalized weighted matrix, the fourth step in calculating renewable energy priority is to determine the ideal positive and negative solutions, followed by Euclidean distance (step 5), the relative closeness (step 6) and the energy ranking is determined.

Discussion

Solar energy is the first priority and geothermal energy is the fifth priority in the north of Iran from the experts' point of view. In the leading countries, solar energy is widely used as a generating factor, especially in the agricultural sector, while in Iran, the use of renewable energy is not as developed. Expanding the use of renewable energies in the country requires studies, feasibility, and provision of its requirements and needs; Education and information on new energies, basic concepts and methods of using and applying clean energies are one of the main requirements of any development program to apply these technologies so that these educations can be informed through effective communication channels. The results show that solar energy is the first priority in the north of Iran for the use of renewable energies, the factors influencing this choice include the capacity of energy production, easy accessibility, lack of pollution and the least negative effect on human health in compared to other energies. However, geothermal energy has been given lower priority because of its high costs, emissions of pollution and negative effects on human health compared to other energies. The high importance of environmental criteria in comparison with other criteria indicates that the prevention of environmental pollution, especially in the study areas due to their role in the country, has particular importance among experts. Due to the special geographical and climatic conditions of the north of Iran, which consists of both plains and mountainous areas, on the one hand, it makes possible the use of solar energy, especially in

mountainous areas. The use of solar energy on steep lands where agricultural, industrial and residential use is not possible, saline or coastal (sandy) land and low yields land is possible. Besides, despite the various dams in the north of Iran, to prevent evaporation of surface water and appropriate use of land, the solar panels can be used on water channels. On the other hand, the existence of geographical and climatic conditions of northern Iran in recent years has led to migration and population growth in these areas. On the other hand, the Special geographical and climatic conditions in north of Iran in recent years has led to migration and population growth to these areas. Increasing demand for fossil fuels, followed by an increase in fossil fuel prices, increase in greenhouse gas emissions, climate change ,and global warming, and using renewable energies to deal with these problems can be a good solution. Moreover, Due to the cost of energy taxes imposed on the government, providing necessary facilities and promoting the use of renewable energies in the community by the government can provide the necessary infrastructure for the use of renewable energies, and it can help the government in reducing costs and significantly reduce the amount of pollution caused by the use of fossil fuels. In addition, the use of renewable energies can lead to different fields of employment, creating an environment without pollutants, and reducing dependence on fossil fuels in society.

Conclusion

Based on the results, prioritization of renewable energies in the north of Iran by TOPSIS method shows that solar energy, wind energy, biomass energy, hydroelectric power and geothermal energy are renewable sources for electricity production, respectively.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Hamid Amirnejad, Seyed Mojtaba Mojaverian, Hossei Azadi; Methodology and data analysis: Mahsa Taslimi, Hamid Amirnejad; Supervision and final writing: Mahsa Taslimi, Hamid Amirnejad, Seyed Mojtaba Mojaverian.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

شاپا الکترونیکی: ۷۲۴۸-۲۴۲۳ شاپا چاپی: ۶۴۰۷-۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

اولویت‌بندی و بررسی ابعاد اقتصادی- محیطزیستی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی

مهسا تسلیمی [۱]، حمید امیرنژاد [۲]*، سیدمجتبی مجاوریان [۲]، حسین آزادی [۳]

۱- دانشجوی دوره دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۲- دانشیار و عضو هیأت علمی گروه اقتصادکشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۳- دانشیار و عضو هیأت علمی دانشگاه گنت بلژیک.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۳
شماره صفحات:۵۶-۳۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/JAE.2022.22990.2079

واژه‌های کلیدی:
توسعه پایدار، تاپسیس، محیطزیست، انرژی خورشیدی.

چکیده

مقدمه و هدف: بخش کشاورزی بمنظور پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا، به مقدار زیادی به‌مصرف انرژی وابسته می‌باشد. یکی از چالش‌های کشاورزی پایدار این است که هنوز اکثریت کشاورزان از انرژی فسیلی استفاده می‌کنند. ایران از لحاظ انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در دنیا رتبه نهم را دارد و انتشار این گاز خسارتی برابر با ۲۶/۲۷۷ میلیارد دلار بر کشور وارد کرده است. سرانه مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی ایران ۳/۳ برابر متوسط جهانی می‌باشد. بنابراین، بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور اهمیت زیادی پیدا می‌کند.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی شمال ایران (گلستان، مازندران و گیلان) با استفاده از تکنیک وزن‌دهی آنتروپی و روش تاپسیس پرداخته است. اطلاعات مورد نیاز این مطالعه، با استفاده از پرسش‌نامه به روش دلفی از ۳۹ متخصص گرد آوری شده و پنج نوع انرژی تجدیدپذیر و پنج معیار مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اولویت‌بندی انرژی‌ها به‌ترتیب انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی زیست‌توده، انرژی برق‌آبی و انرژی زمین‌گرمایی می‌باشد و معیارهای محیطزیستی، سیاسی، اجتماعی، فنی و اقتصادی به‌ترتیب اهمیت در رتبه اول تا پنجم قرار دارند.

بحث و نتیجه‌گیری: ارائه تسهیلات لازم از سوی دولت و ترویج بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر توسط کارشناسان می‌تواند زیرساخت‌های لازم را جهت بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی فراهم کند.

* **نویسنده مسئول:** حمید امیرنژاد
نشانی: استاد گروه اقتصادکشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران.
تلفن: ۰۹۱۱۱۲۷۵۳۲۸
پست الکترونیکی: h.amirnejad@sanru.ac.ir

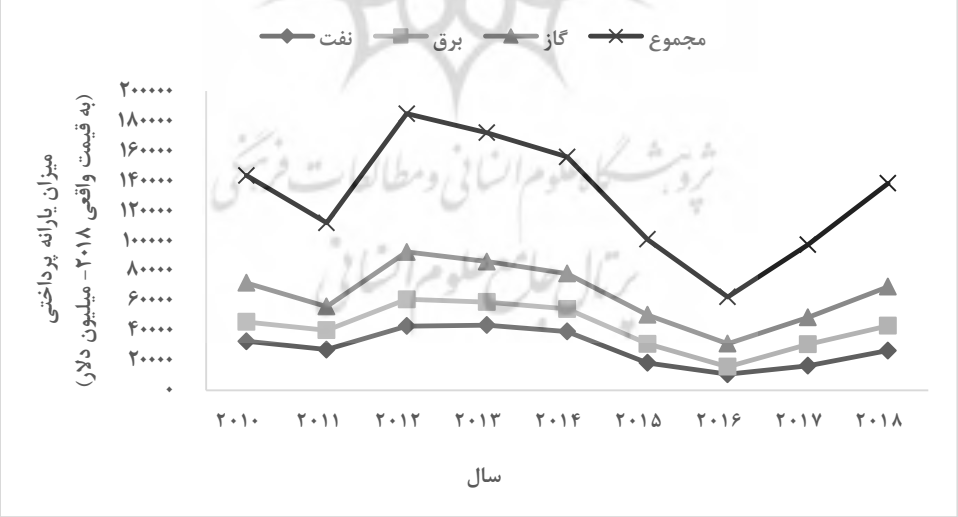
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و به‌تبع آن روند فزاینده مصرف انرژی و تمرکز اصلی بشر بر سوخت‌های فسیلی برای تأمین انرژی و محدودبودن آن منابع از سوی دیگر، منجر به‌ظهور مسأله جدیدی به نام بحران انرژی شده است (۱).

این بحران منجر به‌بروز نگرانی‌هایی در مسیر توسعه اقتصادی شده است؛ افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای همزمان با توسعه و تکامل جوامع بشری، تغییرات شدید آب و هوایی را به چالشی مهم و مانعی بزرگ برای دست‌یابی به رشد و توسعه پایدار در سراسر جهان تبدیل کرده است؛ در نتیجه، توسعه پایدار که بر افزایش همزمان رشد اقتصادی و کاهش تغییرات آب و هوایی و آلودگی‌های محیط زیستی تأکید دارد، در سال‌های اخیر مورد توجه بیش‌تر کشورها قرار گرفته است (۲).

دست‌یابی به سطح رشد اقتصادی بالاتر است، مخاطرات محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی، به یک موضوع بحث برانگیز تبدیل شده است. کاهش آلودگی محیط‌زیست و دست‌یابی به اقتصادی همراه با محیط زیستی پاک، یکی از مباحث اصلی اقتصاد در طی دهه‌های اخیر می‌باشد. بررسی ابعاد اقتصادی انتشار گازهای گلخانه‌ای و آثار محیط‌زیستی آن‌ها به‌خصوص در شرایط کنونی که حجم گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است، دارای اهمیت است چرا که صنعتی‌شدن جوامع امروزی، منجر به بهره‌برداری بیش‌تر و فشرده‌تر از سوخت‌های فسیلی از قبیل زغال‌سنگ، نفت و گاز بمنظور استفاده در تولید کالاها و خدمات گوناگون شده است (۳). گزارش‌های اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۷ نشان داد که، ایران رتبه نهم دنیا را در تولید گاز دی‌اکسیدکربن دارد؛ این در حالی است که ایران این رتبه را پس از کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا، هند، روسیه، ژاپن، آلمان و کره جنوبی کسب کرده است که از نظر درجه رشد اقتصادی و توسعه‌یافتگی بسیار متفاوت و بالاتر از ایران می‌باشند (۴). گزارش‌های بانک جهانی در سال ۲۰۱۷ نشان داده است که تنها انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران خسارتی برابر با ۲۶/۲۷۷ میلیارد دلار به قیمت جاری بر کشور وارد کرده است که از این مقدار ۱/۵۷ میلیارد دلار آن، سهم بخش کشاورزی می‌باشد. هم‌چنین، آلودگی هوا در ایران منجر به بیماری‌های عفونتی، ریوی، قلبی، سکته مغزی، سرطان و مرگ و میر ۲۷۱۷۸ نفر در سال ۲۰۱۶ شده است (۵). هم‌چنین، براساس آخرین گزارش منتشرشده از سوی آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)[1] در سال ۲۰۱۸، ایران با میانگین نرخ ۷۹ درصد، رتبه اول را در مقدار یارانه پرداختی به سوخت‌های فسیلی در دنیا دارا می‌باشد. براساس این گزارش، سرانه یارانه سوخت‌های فسیلی در ایران، معادل ۸۴۴ دلار به‌ازای هر نفر است که مجموع مقدار یارانه‌های پرداختی بابت سوخت‌های فسیلی معادل سهم ۱۵/۳ درصدی تولید ناخالص داخلی کشور می‌باشد. شکل (۱)، روند مقدار یارانه‌های پرداختی به سوخت‌های فسیلی در ایران برای انواع سوخت‌های فسیلی (نفت، برق، گاز) و مجموع یارانه‌های پرداختی به سوخت‌ها را در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۱۰ نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، روند یارانه پرداختی به سوخت‌های فسیلی در دوره مورد بررسی، دارای نوسان است و بیش‌ترین مقدار یارانه پرداختی برای نفت مربوط به سال ۲۰۱۳ با ۴۳/۵ میلیارد دلار، برای برق مربوط به سال ۲۰۱۸ با ۱۶/۶ میلیارد دلار و برای گاز مربوط به سال ۲۰۱۲ با ۳۱/۷ میلیارد دلار می‌باشد (۶).



شکل ۱- مقدار یارانه‌های انرژی در ایران دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۱۰

1-International Energy Agency (IEA)

یارانه، یکی از ابزارهای اقتصادی است که دولت‌ها از راه آن برای دست‌یابی به اهداف مشخصی در بازار دخالت می‌کنند؛ مهم‌ترین پیامد پرداخت یارانه‌ها، کاهش قیمت‌های نسبی در اقتصاد، تحریف قیمت‌ها و در نهایت، عدم تخصیص بهینه منابع است (۷). مهم‌ترین عامل تخصیص‌دهنده منابع در اقتصاد، قیمت‌های نسبی هستند. انحراف قیمت‌های نسبی از مقادیر تعادلی بازار موجب تخصیص ناکارای منابع در اقتصاد می‌شود. در صورتی‌که دخالت و قیمت‌گذاری انرژی در اقتصاد در راستای کاهش قیمت نسبی این نهاده کمیاب و پراهمیت نسبت به سایر نهاده‌های مصرفی باشد، تبعات آن در کنار رشد روزافزون جمعیت سبب افزایش فزاینده و پرشتاب مصرف انرژی و اتلاف شدید آن در اقتصاد می‌شود. در نتیجه، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر آلاینده‌های محیط‌زیستی نیز افزایش خواهد یافت (۸). افزایش بی‌رویه و غیرکارای مصرف انرژی افزون بر اثرات مخرب اقتصادی، موجب بروز اثرات محیط‌زیستی نیز می‌شود (۹).

از سوی دیگر، سهم بخش کشاورزی در تولید گازهای گلخانه‌ای حدود ۱۲ درصد از کل انتشارات گازهای موجود در جهان می‌باشد (۱۰). افزون بر این، بخش کشاورزی بمنظور پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا برای جمعیت رو به رشد کره زمین و فراهم‌کردن مواد غذایی کافی و مناسب، به‌مقدار زیادی به مصرف انرژی وابسته می‌باشد (۱۱). در این راستا، یکی از چالش‌های کشاورزی پایدار این است که هنوز اکثریت کشاورزان از انرژی فسیلی استفاده می‌کنند (۱۲). بخش کشاورزی، انرژی را به عنوان یک نهاده تولیدی به مصرف می‌رساند، در نتیجه تأمین به‌موقع، مطمئن و ارزان انرژی مورد نیاز آن، اهمیت به‌سزایی در افزایش تولیدات و کاهش هزینه‌های تولید دارد (۱۳). سرانه‌ی مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی ایران ۳/۳ برابر متوسط جهانی می‌باشد. مقایسه سرانه مصرف نهایی انرژی ایران با مقیاس جهانی نشان می‌دهد که سرانه مصرف نهایی گاز طبیعی ۶/۲ و نفت خام و فرآورده‌های نفتی ۱/۶ برابر متوسط مصرف سرانه جهانی می‌باشد؛ این امر از بهره‌وری پایین در بهره‌برداری، مصرف بالای انرژی و هم‌چنین، استفاده از کالاها و خدمات انرژی‌بر ناشی می‌شود. مجموع مصرف سرانه در کشورهایی نظیر ترکیه، هند، چین و هنگ‌کنگ، پاکستان، آفریقا، ونزوئلا، کشورهای آسیایی غیر OECD (بدون چین) و منطقه خاورمیانه از ایران پائین‌تر است. همین‌طور، سهم انواع حامل‌های انرژی در عرضه انرژی به صورت ۵۰/۵ درصد نفت خام، ۴۸/۴ درصد گازطبیعی، حدود ۰/۳۴ درصد انرژی آبی، ۰/۲۱ درصد انرژی هسته‌ای، ۰/۳ درصد منابع تجدیدپذیر قابل احتراق (بیوگاز و بیوماس جامد)، مقادیر ناچیز انرژی بادی، خورشیدی و ۰/۲درصد زغال سنگ بوده است (۱۴).

با توجه به تغییرات پیش‌آمده و پدیده تغییر اقلیم و گرمایش کره زمین، کنوانسیون چارچوب تغییر اقلیم سازمان ملل متحد (UNFCCC)[1] اهداف سیستم قیمت‌گذاری کربن که شامل انتشار سیستم‌های تجارت، مالیات کربن و سایر مکانیسم‌های بازار می‌باشد را برای کشورهایی که مشارکت قطعی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند، تعیین کرده است؛ بر این اساس، هدف تعیین‌شده برای ایران کاهش ۸ درصدی انتشار کربن تا سال ۲۰۳۰ می‌باشد (۱۵). به همین جهت، بسیاری از کشورها، استفاده از خدمات انرژی‌های تجدیدپذیر را برای رسیدن به اهداف توسعه پایدار ضروری می‌دانند(۲). از مزایای استفاده از این منابع انرژی، وجود ذخایر عظیم پایان‌ناپذیر، دسترسی آسان و پاکیزگی است. این منابع، از راه محیط زیست طبیعی در دسترس و قابل‌قبول هستند و از نظر فنی، استحصال آن‌ها امکان‌پذیر است. در واقع، انرژی‌های تجدیدپذیر، کارایی داشته و به‌سرعت قابل اجرا هستند و به حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آینده و کاهش تأثیر انسان بر محیط‌زیست کمک می‌کنند (۱۶). هم‌چنین، انرژی‌های تجدیدپذیر با ساختار محیط‌زیست سازگارتر هستند و دارای پتانسیل‌های فراوانی بمنظور توسعه اجتماعی و اقتصادی از جمله جلوگیری از مهاجرت روستاییان به مناطق شهری، اشتغال‌زایی، افزایش سطح رفاه و ... می‌باشند(۱۷). استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی ضمن افزایش امنیت عرضه انرژی، موجب کاهش مقدار گرمایش جهانی، تحریک رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال، افزایش مقدار درآمد سرانه، افزایش عدالت اجتماعی و حفاظت از محیط‌زیست در تمام زمینه‌ها خواهد شد(۱۸). از موارد کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی می‌توان به تأمین آب محصولات کشاورزی و باغات، تأمین آب عشایر و دام‌های آن‌ها در مراتع، تأمین آب مورد نیاز حوضچه‌های پرورش ماهی و پمپاژ آب در چاه‌های کم آب، تأمین دمای مورد نیاز گلخانه‌ها، پمپ آب خورشیدی برای انتقال آب از چاهها و رودخانه‌ها و خشک‌نمودن محصولات کشاورزی اشاره داشت (۱۹). با توجه به شرایط اقتصادی و محیط‌زیستی کشور، تحریم‌های بین‌المللی، ماهیت و کاربرد گسترده انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه‌های گوناگون، بکارگیری این انرژی‌ها می‌تواند راهکار مناسبی برای مدیریت منابع طبیعی و محیط‌زیست، کاهش آلودگی‌ها و بویژه فشارهای هزینه‌ای بر روی دولت باشد؛ که در این میان، یکی از مهم‌ترین زیربخش‌های اقتصاد که پتانسیل و ظرفیت مساعد نسبتاً زیادی برای توسعه و بکارگیری از انرژی‌های تجدیدپذیر دارد، بخش کشاورزی می‌باشد (۲۰).

استان‌های شمالی کشور متشکل از استان‌های گلستان، مازندران و گیلان می‌باشد که از نظر فعالیت‌های کشاورزی در کشور دارای اهمیت هستند به‌گونه‌ای‌که در سال ۱۳۹۴ سهم استان‌های گلستان، مازندران و گیلان از ارزش افزوده بخش کشاورزی کل کشور به ترتیب برابر ۲/۶۸ درصد، ۷/۱۲ درصد و ۳/۱۷ درصد بوده است. هم‌چنین، استان‌های یاد شده به‌ترتیب سهم ۱/۲۰، ۳/۳۸ و ۲/۱۸ درصدی در تولید ناخالص داخلی کشور داشتند (۲۱). مقدار مصرف سوخت‌های فسیلی (بنزین موتور، نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره) در سال ۱۳۹۵ در استان گلستان برابر ۲۱۳۶ میلیون لیتر بوده که معادل سهم ۳/۲۸ درصد، در استان مازندران برابر ۳۲۹۷ میلیون لیتر بوده که معادل سهم ۵ درصد و در استان گیلان ۱۰۶۸ میلیون لیتر بوده که معادل سهم ۱/۶۴ درصد از مصرف کل کشور می‌باشد (۲۲).

[1]. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

باتوجه به مسائل مطرح‌شده در این راستا، مطالعات گوناگونی در زمینه اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر بمنظور تولید برق با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[1] صورت گرفت(۲۳،۲۴،۲۵،۲۶،۲۷،۲۸،۲۹،۳۰) در برخی از مطالعات، بمنظور بررسی اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها از روش دلفی برای تکمیل پرسش‌نامه(۳۰). بهره گرفته شد. هم‌چنین، در مطالعات متعددی بمنظور بررسی اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر از چهار نوع منبع (۲۷،۳۱)، پنج نوع منبع (۲۳،۲۴،۳۲،۳۰) و هفت نوع منبع (۲۵).گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده گردید. بررسی مطالعات نشان داد، بمنظور وزن‌دهی معیارهای ارزیابی، از روش‌های گوناگونی همچون تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[2] (۲۳،۲۴،۲۵،۲۶،۲۷،۲۸،۳۰)، تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)[3] (۲۳،۲۴،۲۸،۲۹)، روش‌هایی نظیر ANP[4] (۳۲) و روش MACBETH[5] (۲۷) استفاده شد. هم‌چنین، بمنظور بررسی اولویت‌بندی میان انرژی‌های تجدیدپذیر از روش‌های تاپسیس (TOPSIS)[6] (۲۶،۳۲) تاپسیس فازی(۲۳،۲۴،۲۸،۳۰) بهره گرفته شد. Şengül *et al*. (۳۳)، در مطالعه خود بمنظور وزن‌دهی شاخص‌ها از روش آنتروپی‌شانون[7] و از روش تاپسیس فازی بمنظور تحلیل انتخاب سیستم‌های تأمین انرژی استفاده نمودند. نتایج نشان دادند که مهم‌ترین و نخستین اولویت در ترکیه، مقدار انرژی تولیدشده می‌باشد.Lee and Chang (۳۴)، در مطالعه خود به ارزیابی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق در تایوان پرداختند. به این منظور، با استفاده از روش آنتروپی شانون، معیارهای مورد بررسی وزن‌دهی و با استفاده از روش‌های WSM[8]، VIKOR، TOPSIS، ELECTRE اولویت‌بندی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که هیدروژن بهترین گزینه در تایوان است و در پی آن انرژی‌های خورشیدی، بادی، زیست‌توده و زمین‌گرمایی می‌باشند. لازم به ذکر است، روش TOPSIS بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد و اهمیت نسبی این فاصله را در نظر نمی‌گیرد (۳۵). هم‌چنین، روش TOPSIS از نرمال‌سازی به روش برداری استفاده می‌کند (۳۶)، اما در روش VIKOR جهت ارزیابی گزینه‌ها نیازی به نظرات خبرگان نیست و همین‌طور برخلاف TOPSIS به واحد ارزیابی معیارها وابسته نمی‌باشد و از نرمال‌سازی به روش خطی استفاده می‌نماید (۳۶). مبنای روش ELECTRE بر روابط غیر رتبه‌ای می‌باشد و جواب‌های بدست‌آمده مجموعه‌ای از رتبه‌ها خواهند بود(۳۷).همان گونه که مرور مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد، بررسی اولویت‌بندی شیوه تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر در مناطق گوناگون باهم متفاوت بوده و بستگی به شرایط جغرافیایی، آب‌وهوایی و پتانسیل منطقه مورد بررسی دارد. هم‌چنین، بمنظور بررسی ارزیابی انرژی‌های تجدید پذیر از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود؛ اما در این مطالعه، با بهره‌گیری از روش دلفی و وزن‌دهی معیارها با بکارگیری روش آنتروپی به اولویت‌بندی پنج نوع انرژی تجدیدپذیر (بادی، برق‌آبی، خورشیدی، زیست‌توده و زمین گرمایی) در بخش کشاورزی شمال ایران (گلستان، مازندران، گیلان) با روش تاپسیس پرداخته شد. پرسش اصلی در این مطالعه این است که کدام نوع از انرژی‌های تجدیدپذیر جهت بکارگیری در بخش کشاورزی در استان‌های شمالی کشور از اولویت بالاتری برخوردار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (MCDM)

در دهه‌های گذشته تصمیم‌گیری چندشاخصه ازجمله حوزه‌هایی بوده که با سرعت زیاد و در جهت‌های گوناگون در حال رشد و توسعه است. در تصمیم‌گیری چندشاخصه، تعدادی گزینه تصمیم‌گیری براساس تعدادی شاخص ارزیابی شده و بهترین گزینه انتخاب می‌شود (۳۸). در این مسائل جواب بهینه، گزینه‌ای است که بهترین مقدار را در هریک از شاخص‌های مورد ارزیابی کسب می‌کند. چنین گزینه‌ای معمولاً وجود ندارد و از این رو هدف یافتن بهترین جواب سازشی (توافقی) از میان تمامی گزینه‌های ممکن براساس چندین شاخص کمّی و کیفی است (۳۹). گام‌های اصلی در یک مسأله تصمیم‌گیری چندشاخصه را می‌توان به‌شرح زیر برشمرد (۴۰):

۱.تعیین معیارهای ارزیابی به‌گونه‌ای که منعکس‌کننده اهداف باشند؛

۲.شناسایی گزینه‌های موردنظر بمنظور مقایسه؛

۳.ارزیابی گزینه‌های موردنظر نسبت به معیارها (مقادیر تابع ملاک)؛

۴.بکارگیری یک شیوه تجزیه و تحلیل چندمعیاره رسمی؛

۵. پذیرش یک گزینه به‌عنوان بهینه (ارجح)؛

۶. اگر گزینه نهایی قابل‌قبول نباشد، اطلاعات جدیدی جمع‌آوری و مراجعه‌کردن به گام بعدی جهت بهینه‌سازی چندمعیاره.

گام‌های بالا، برای هر مسأله چندشاخصه قابل‌استفاده است. در گام چهارم از این فرآیند تصمیم‌گیرنده می‌تواند براساس شرایط مسأله و نوع اطلاعات در دسترس یکی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را انتخاب کند.

تعیین وزن شاخص‌ها به روش آنتروپی شانون

در یک ماتریس تصمیم‌گیری با m گزینه و n شاخص، برای تعیین وزن شاخص‌ها به‌روش آنتروپی شانون، ابتدا به‌ازای هر عنصر ماتریس تصمیم‌گیری که با r_{ij} مشخص می‌شود، P_{ij} به شرح رابطه (۱) محاسبه می‌شود (۴۱):

[1]. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
[2]. Analytical Hierarchy Process (AHP)
[3]. Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)
[4]. Analytical Network Process (ANP)
[5]. Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)
[6]. Technique for Ordصer of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
[7]. Shannon Entropy
[8].Weighted Sum Method (WSM)

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}} \qquad j=1,2,....,n \quad \forall\, i,j \qquad (۱)$$

آنتروپی Ej به‌صورت (۲) محاسبه می‌شود:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^{m} P_{ij} ln P_{ij} \qquad \forall j \qquad (۲)$$

K به‌عنوان مقدار ثابت، به‌صورت (۳) محاسبه می‌گردد:

$$K = \frac{1}{\ln(m)} \qquad (۳)$$

که مقدار Ej را بین صفر و یک نگه می‌دارد. در ادامه، مقدار dj (درجه انحراف)[1] براساس رابطه (۴)، محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (j) چه مقدار اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد.

$$\forall j \qquad d_j = 1 - E_j \qquad (۴)$$

سپس مقدار وزن Wj، محاسبه می‌گردد که در آن، بهترین وزن انتخاب می‌شود (۴۲):

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \qquad \forall j \qquad (۵)$$

روش تاپسیس

این روش در سال ۱۹۸۱، توسط هوانگ و یونگ ارائه شد. این روش، یکی از روش‌های مرسوم و پرکاربرد در میان روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است (۴۳). در این روش m گزینه به وسیله n شاخص، موردارزیابی قرار می‌گیرد. پایه این تکنیک، بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (A^+: بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (A^-: بدترین حالت ممکن) داشته باشد. حل مسئله با این روش، مستلزم طی شش گام است:

۱. کمّی‌کردن و بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم (N): برای بی‌مقیاس‌سازی، از بی‌مقیاس نورم استفاده می‌شود.

۲. بدست‌آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده در ماتریس قطری وزن‌ها ($W_{n\times n}$) ضرب می‌شود، یعنی:

$$V = N \times W_{n\times n}$$

۳. تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی: راه‌حل ایده‌آل مثبت (V_j^+) و ایده‌آل منفی (V_j^-) اینگونه تعریف می‌شود:

$V_j^+ = [$بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V$]$

$V_j^- = [$بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس V$]$

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر است و بدترین برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، بزرگ‌ترین مقادیر است.

۴. بدست‌آوردن مقدار فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل منفی (d_j^-) با روابط (۶) و (۷) محاسبه می‌شود:

$$d_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2} \qquad i=1,2,.....,m \qquad (۶)$$

$$d_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2} \qquad i=1,2,.....,m \qquad (۷)$$

۵. تعیین نزدیکی نسبی (CL_i^*) یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل.

۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها: هر گزینه‌ای که CL آن بزرگ‌تر باشد، بهتر است (۴۴).

الف– گزینه[2]: گزینه‌های مورد بررسی برای اولویت‌بندی و انتخاب.

ب– معیار[3] : ویژگی‌ها یا پارامترهای عملکردی که برای انتخاب گزینه‌های تصمیم‌گیری مطرح است. معیارها ممکن است کمّی یا کیفی باشند و معیارهای کیفی ممکن است دارای مطلوبیت مثبت یا مطلوبیت منفی باشند.

ج– ماتریس تصمیم‌گیری: تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره معمولاً توسط ماتریس تصمیم‌گیری، فرمول‌بندی می‌شوند (۴۵).

بمنظور دست‌یابی به مهم‌ترین و مؤثرترین عوامل تأثیرگذار بر اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر، ابتدا مروری بر مطالعات انجام‌شده در این زمینه صورت گرفت و مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای مؤثر مشخص شد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان به معیارهای فنی، اقتصادی، محیط‌زیستی، سیاسی و اجتماعی تقسیم‌بندی کرد؛ لازم به ذکر است که هر کدام از معیارها شامل چندین زیرمعیار می‌باشند که شرح آن در جدول (۱) آمده است. با توجه به جدول (۱)، معیار فنی شامل زیرمعیارهای ظرفیت تولید انرژی، کارایی، قابلیت اطمینان، امنیت، پیشرفت فنی؛ معیار محیط‌زیستی شامل زیرمعیارهای اثر بر روی اکوسیستم، انتشار آلودگی، اثر بر روی سلامت انسان، نیازمندی به آب و زمین؛ معیار اقتصادی شامل زیرمعیارهای هزینه، بازار، چشم‌اندازهای مالی، دوره بازگشت سرمایه، رقابت، عمر مفید؛ معیار سیاسی شامل زیرمعیارهای وابستگی خارجی، مقبولیت سیاسی؛ و معیار اجتماعی شامل زیرمعیارهای مقبولیت عمومی و مزایای اجتماعی می‌باشند. اطلاعات موردنیاز این مطالعه از راه تکمیل پرسش‌نامه و با استفاده از روش دلفی در دو مرحله جمع‌آوری شد؛ در این راستا، به ۳۹ نفر از کارشناسان، صاحب‌نظران، خبرگانی که در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر فعالیت داشتند و اعضای هیأت علمی دانشگاهها مراجعه شد. پس از تکمیل و جمع‌آوری پرسش‌نامه‌های مرحله نخست و بدست‌آمدن نتایج، به‌دلیل عدم وجود اجماع نظرات میان خبرگان، جمع‌آوری اطلاعات وارد مرحله دوم شد. در مرحله دوم، بمنظور طراحی پرسش‌نامه‌ها، زیرمعیارهایی که میانگینی کمتر از سه داشتند، حذف و پرسش‌نامه جدید در مرحله دوم تکمیل شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات پرسش‌نامه‌های بدست‌آمده از مرحله دوم و حصول از اجماع نظرات خبرگان، نتایج موردنظر استخراج شد.

[1]. Degree of Diversification
[2] .Alternative
[3] .Criteria

جدول ۱- شرح معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر

معیارها	زیرمعیارها	تعریف
فنی	ظرفیت تولید انرژی	مقدار برق تولیدشده در طول دوره‌ی موردنظر
	کارایی	بازدهی تولید انرژی نسبت به انرژی ورودی
	قابلیت اطمینان	توانایی عملکرد سیستم برحسب موقعیت و مشکلات
	امنیت	پیامدها، حوادث و اتفاقات در رابطه با سیستم‌های تولید انرژی (تصادفات، آتش‌سوزی، حوادث غیرمترقبه، ایجاد اختلال، پارازیت و ...)
	پیشرفت فنی	مسائل فنی مرتبط با مشتریان، خدمات‌رسانی، دسترسی به خدمات، لوازم یدکی و ...
محیط زیستی	اثر بر روی اکوسیستم	شامل تغییرات بر محیط زیست، تغییر بر تنوع زیستی، تغییر اقلیم و آب و هوا و ....
	انتشار آلودگی	انتشار گازهای گلخانه‌ای، تخریب لایه اوزون، آلودگی آب، آلودگی خاک و ....
	اثر بر روی سلامت انسان	اثر بر روی تنفس، سرطان‌زایی، و ..
	نیازمندی به آب و زمین	دسترسی به زمین، دسترسی به آب، تغییر کاربری زمین و ...
اقتصادی	هزینه	شامل انواع هزینه‌ها اعم از هزینه‌های سرمایه‌گذاری، خرید، نصب و اجرا و ....
	بازار	فروش برق تولید شده در بازار
	چشم اندازهای مالی	در دسترس بودن سرمایه، تسهیلات، سودآوری و ....
	دوره بازگشت سرمایه	مدت زمان لازم برای دست‌یابی به سرمایه هزینه شده
	رقابت	رقابت بخش‌های دولتی و خصوصی در خرید برق تولیدشده از انرژی‌های تجدیدپذیر
	عمر مفید	مدت زمانی که دستگاه‌های انرژی تجدیدپذیر می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند
سیاسی	وابستگی خارجی	مقدار وابستگی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در بکارگیری تکنولوژی‌های مرتبط با انرژی موردنظر، اثرات تحریم و ...
	مقبولیت سیاسی	سازگاری با چارچوب‌های سیاسی، قانونی و اداری، سازگاری با اهداف سیاست ملی انرژی، پشتیبانی دولت و ...
اجتماعی	مقبولیت عمومی	پذیرش و مقبولیت در جامعه
	مزایای اجتماعی	اشتغال‌زایی، بهبود و پیشرفت در جامعه محلی، منطقه‌ای و ملی، افزایش درآمد محلی، رفاه اجتماعی و ...

بمنظور بررسی اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی، زیست‌توده و برق‌آبی) در بخش کشاورزی در شمال ایران از دیدگاه خبرگان، از پنج معیار فنی، محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی و ۱۹ زیرمعیار استفاده شد. پس از گردآوری اطلاعات موردنیاز، بای دست‌یابی به اولویت‌بندی انرژی‌های مورد بررسی، در گام نخست با استفاده از روش آنتروپی، ابتدا وزن زیرمعیارها و معیارهای هریک از انرژی‌های تجدیدپذیر، سپس وزن مجموع هریک از معیارها به‌طورکلی محاسبه شد که نتایج آن به‌ترتیب در جدول (۲) و (۳) ارائه شد.

جدول ۲- محاسبه وزن زیرمعیارها و معیارهای هریک از انرژی‌های تجدیدپذیربا استفاده از روش آنتروپی

معیار	نوع انرژی تجدیدپذیر / زیرمعیار	انرژی بادی				انرژی خورشیدی				انرژی زمین‌گرمایی			
		زیرمعیار		معیار		زیرمعیار		معیار		زیرمعیار		معیار	
		Ej	Wj	Ej	Wj	Ej	Wj	Ej	Wj	Ej	Wj	Ej	Wj
فنی	ظرفیت تولید انرژی	–	–	۰/۹۹۷۴	۰/۰۲۵۳	۰/۹۹۲۲	۰/۱۸۴۹	۰/۹۹۵۴	۰/۰۹۷۱	–	–	۰/۹۸۳۵	۰/۲۲۸۸
	کارایی	۰/۹۹۵۸	۰/۰۳۱۲			–	–			–	–		
	قابلیت اطمینان	–	–			–	–			۰/۹۸۳۵	۰/۱۹۵		
	امنیت	۰/۹۸۶۳	۰/۱۰۳۴			–	–			–	–		
	پیشرفت فنی	–	–			۰/۹۸۶۳	۰/۳۲۳۳			–	–		
	اثر بر روی اکوسیستم	–	–			–	–			۰/۹۸۲۸	۰/۲۰۳		
محیط‌زیستی	انتشار آلودگی	۰/۹۴۰۳	۰/۴۵۲۷	۰/۹۴۶۸	۰/۵۲۹۱	۰/۹۹۲۰	۰/۱۸۷۶	۰/۹۹۳۶	۰/۱۳۷۵	۰/۹۷۰۲	۰/۳۵۳	۰/۹۹۰۹	۰/۱۲۵۲
	اثر بر روی سلامت انسان	۰/۹۴۹۹	۰/۳۸			۰/۹۹۴۷	۰/۱۲۵۲			۰/۹۷۹۰	۰/۲۴۹		
	نیازمندی به آب و زمین	–	–			–	–			–	–		
اقتصادی	هزینه	۰/۹۹۵۶	۰/۰۳۲۸			۰/۹۹۲۴	۰/۱۷۹۰			۰/۹۹۵۶	۰/۰۵۱		
	بازار	–	–			۰/۹۸۶۵	۰/۳۱۷۹			–	–		
	چشم اندازهای مالی	–	–	۰/۹۹۹۲	۰/۰۰۷۲	۰/۹۹۱۴	۰/۲۰۱۹	۰/۹۹۷۸	۰/۰۴۶۲	–	–	۰/۹۹۶۳	۰/۰۵۱۲
	دوره بازگشت سرمایه	۰/۹۹۵۶	۰/۰۳۲۸			۰/۹۹۷۵	۰/۰۵۷۶			۰/۹۸۸۶	۰/۱۳۵		
	رقابت	–	–			–	–			–	–		
سیاسی	عمر مفید	۰/۹۹۴۷	۰/۰۳۹۶			–	–			۰/۹۷۵۹	۰/۲۸۶		
	وابستگی خارجی	۰/۹۷۱۸	۰/۲۱۳۹	۰/۹۷۱۸	۰/۲۸۰۷	–	–	۰/۹۸۷۴	۰/۲۷۹۰	۰/۹۷۶۹	۰/۲۷۳		
	مقبولیت سیاسی	–	–			۰/۹۸۷۴	۰/۲۹۸			–	–	۰/۹۷۶۹	۰/۳۲
اجتماعی	مقبولیت عمومی	–	–	۰/۹۸۴۱	۰/۱۵۷۸	۰/۹۷۹۲	۰/۴۹۳۱	۰/۹۷۹۲	۰/۴۴۸۲	–	–		
	مزایای اجتماعی	۰/۹۸۴۱	۰/۱۲۰۲			–	–			۰/۹۸۰۲	۰/۲۳۵		

ادامه جدول ۲- محاسبه وزن زیرمعیارها و معیارهای هریک از انرژی‌های تجدیدپذیربا استفاده از روش آنتروپی

معیارها	نوع انرژی تجدیدپذیر / زیرمعیارها	انرژی زیست‌توده				انرژی برق‌آبی			
		زیرمعیار		معیار		زیرمعیار		معیار	
		Ej	Wj	Ej	Wj	Ej	Wj	Ej	Wj
فنی	ظرفیت تولید انرژی	۰/۹۸۷۸	۰/۲۷۳۲			۰/۹۸۵۲	۰/۱۳۰		
	کارایی	۰/۹۹۱۳	۰/۱۹۴۵			۰/۹۸۵۰	۰/۱۳۱		
	قابلیت اطمینان	۰/۹۸۸۳	۰/۲۶۲۱	۰/۹۹۱۴	۰/۱۱۲۰	–	–	۰/۹۸۴۴	۰/۱۵۴۸
	امنیت	–	–			–	–		
	پیشرفت فنی	–	–			۰/۹۷۶۷	۰/۲۰۴		
	اثر بر روی اکوسیستم	–	–			–	–		
محیط‌زیستی	انتشار آلودگی	–	–	۰/۹۸۷۹	۰/۱۵۸۰	۰/۹۴۶۹	۰/۴۶۶	۰/۹۴۶۹	۰/۵۲۹۵
	اثر بر روی سلامت انسان	۰/۹۸۷۹	۰/۲۷۰۲			–	–		
	نیازمندی به آب و زمین	–	–			–	–		
اقتصادی	هزینه	۰/۹۸۵۵	۰/۳۳۳۴			۰/۹۹۲۰	۰/۰۶۹		
	بازار	–	–			۰/۹۷۶۴	۰/۲۰۶		
	چشم اندازهای مالی	۰/۹۷۹۸	۰/۴۵۲۸	۰/۹۹۴۰	۰/۰۷۸۷	–	–	۰/۹۹۳۴	۰/۰۶۴۹
	دوره بازگشت سرمایه	۰/۹۸۷۶	۰/۲۷۶۷			–	–		
	رقابت	–	–			–	–		
سیاسی	عمر مفید	–	–			۰/۹۸۵۹	۰/۱۲۳		
	وابستگی خارجی	۰/۹۶۵۴	۰/۷۷۵۰	۰/۹۶۵۴	۰/۴۵۳۲	–	–	۰/۹۸۶۳	۰/۱۳۶۶
	مقبولیت سیاسی	–	–			۰/۹۸۶۳	۰/۱۲۰		
اجتماعی	مقبولیت عمومی	–	–	۰/۹۸۴۹	۰/۱۹۸۱	–	–	۰/۹۸۸۵	۰/۱۱۴۱
	مزایای اجتماعی	۰/۹۸۴۹	۰/۳۳۸۸			۰/۹۸۸۵	۰/۱۰۰		

همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده شد، وزن هریک از زیرمعیارهایی که با توجه به نظرات خبرگان و با استفاده از روش دلفی، در پرسش‌نامه دوم قرار داشتند گزارش شد. زیرمعیارهایی که وزنی برای آن‌ها گزارش نشده، به‌علت نمره کم‌تر از میانگین سه در دور دوم از پرسش‌نامه حذف شدند. پس از بدست‌آمده وزن زیرمعیارها، وزن معیارهای مربوط به هر زیرمعیار برای هر انرژی تجدیدپذیر محاسبه شد و در نهایت، وزن معیارهای انرژی‌های تجدیدپذیر به‌طورکلی از دیدگاه خبرگان بدست آمد که در جدول (۳) ارائه شد.

جدول ۳- محاسبه وزن معیارهای انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از روش آنتروپی

معیار	وزن هر معیار W_j	درجه انحراف d_{jj}	عدم اطمینان E_j
فنی	۰/۱۱۷۵	۰/۰۰۶۴	۰/۹۹۳۶
محیط‌زیستی	۰/۳۴۵۴	۰/۰۱۸۸	۰/۹۸۱۲
اقتصادی	۰/۰۵۰۱	۰/۰۰۲۷	۰/۹۹۷۲
سیاسی	۰/۲۷۵۷	۰/۰۱۵۰	۰/۹۸۵۰
اجتماعی	۰/۲۱۱۳	۰/۰۱۱۵	۰/۹۸۸۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که نتایج بدست‌آمده در جدول (۳) نشان داد به‌ترتیب اهمیت، معیارهای محیط‌زیستی، سیاسی، اجتماعی، فنی و اقتصادی به‌دست آمد. وزن بدست‌آمده برای معیار محیط‌زیستی برابر با ۰/۳۴ می‌باشد که بالاترین اهمیت را در میان معیارها دارد. همین‌طور، معیارهای سیاسی با ۰/۲۷ و معیار اجتماعی با ۰/۲۱ در جایگاههای دوم و سوم قرار گرفتند. معیار فنی با ۰/۱۱ و معیار اقتصادی با ۰/۰۵ جایگاههای بعدی را کسب کردند. همچنین، Ej های محاسبه‌شده برای معیارها بر اساس شرط ذکرشده، بین صفر و یک قرار دارد. در گام دوم محاسبات، با تقسیم هر درایه بر جمع ستونی خودش، ماتریس نرمال‌شده بدست آمد که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شد.

جدول ۴- ماتریس نرمال‌شده

ردیف	فنی	محیط‌زیستی	اقتصادی	سیاسی	اجتماعی
انرژی بادی	۰/۴۷۳۴	۰/۴۱۰۰	۰/۴۵۷۱	۰/۴۷۱۷	۰/۴۵۲۵
انرژی خورشیدی	۰/۴۵۵۴	۰/۵۸۶۲	۰/۴۷۱۸	۰/۴۹۲۵	۰/۴۷۳۳
انرژی زمین‌گرمایی	۰/۳۹۴۵	۰/۴۲۴۴	۰/۴۵۹۳	۰/۴۳۰۰	۰/۳۷۵۹
انرژی زیست‌توده	۰/۴۴۹۴	۰/۴۱۰۰	۰/۴۰۲۷	۰/۳۷۴۵	۰/۴۸۷۳
انرژی برق آبی	۰/۴۵۹۰	۰/۳۷۴۰	۰/۴۴۱۸	۰/۴۵۷۸	۰/۴۳۸۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مطابق با گام سوم، پس از محاسبه ماتریس نرمال‌شده و ضرب آن در بردار وزن‌معیارها، که توسط روش آنتروپی بدست آمده، ماتریس موزون نرمال شده حاصل می‌شود که نتایج آن در جدول (۵) قابل مشاهده است.

جدول ۵- ماتریس موزون نرمال‌شده

ردیف	فنی	محیط‌زیستی	اقتصادی	سیاسی	اجتماعی
انرژی بادی	۰/۰۵۵۶	۰/۱۴۱۶	۰/۰۲۲۸	۰/۱۳۰۰	۰/۰۹۵۶
انرژی خورشیدی	۰/۰۵۳۵	۰/۲۰۲۴	۰/۰۲۳۶	۰/۱۳۵۸	۰/۱۰۰۰
انرژی زمین گرمایی	۰/۰۴۶۳	۰/۱۴۶۵	۰/۰۲۲۹	۰/۱۱۸۵	۰/۰۷۹۴
انرژی زیست توده	۰/۰۵۲۸	۰/۱۴۱۶	۰/۰۲۰۱	۰/۱۰۳۲	۰/۱۰۲۹
انرژی برق آبی	۰/۰۵۳۹	۰/۱۲۹۱	۰/۰۲۲۱	۰/۱۲۶۲	۰/۰۹۲۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از محاسبه ماتریس موزون نرمال‌شده، گام چهارم در محاسبه اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر، تعیین راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی می‌باشد که پس از آن، فاصله اقلیدسی (گام پنجم)، ضریب نزدیکی (گام ششم) و رتبه‌بندی انرژی‌ها تعیین می‌شود. نتایج بدست آمده در جدول (۶) ارائه شد.

جدول ۶- فاصله اقلیدسی، ضریب نزدیکی و رتبه‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر از دیدگاه خبرگان

انواع انرژی	فاصله اقلیدسی		ضریب نزدیکی	رتبه‌بندی
	D-	D+	CL	
انرژی بادی	۰/۰۳۵۰	۰/۰۶۱۵	۰/۳۶۲۵	۲

۱	۰/۹۵۸۳	۰/۰۰۳۶	۰/۰۸۳۱	انرژی خورشیدی
۵	۰/۲۶۸۰	۰/۰۶۳۷	۰/۰۲۳۳	انرژی زمین‌گرمایی
۳	۰/۲۸۳۶	۰/۰۶۹۱	۰/۰۲۷۳	انرژی زیست‌توده
۴	۰/۲۷۰۱	۰/۰۷۴۶	۰/۰۲۷۶	انرژی برق آبی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

براســاس نتایج جدول (۶)، اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی شمال ایران با استفاده از روش تاپسیس نشان داد که به‌ترتیب اولویت‌های انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی زیست‌توده، انرژی برق‌آبی و انرژی زمین‌گرمایی منابع تجدیدپذیر برای تولید برق می‌باشـند. انرژی خورشیدی اولویت اول و انرژی زمین‌گرمایی اولویت پنجم در بخش کشـاورزی در شـمال ایران از دیدگاه خبرگان بشـمار می‌رود.

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج بدست‌آمده از اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر نشان داد که انرژی خورشیدی اولویت اول در بخش کشاورزی در شمال ایران می‌باشد که از جمله عوامل مؤثر بر این انتخاب را می‌توان در ظرفیت تولید انرژی، قابلیت دسترسی آسان، عدم ایجاد آلودگی و حداقل اثر منفی بر روی سلامت انسان نسبت به سایر انرژی‌ها دانست، اما انرژی زمین‌گرمایی، به‌دلیل هزینه‌های بالا، انتشار آلودگی و اثرات منفی بروی سلامت انسان نسبت به سایر انرژی‌ها در اولویت پایین‌تری قرار گرفته است. متوسط ساعات آفتابی واقعی مازندران ۱۹۲۱/۸۲ ساعت در سال می‌باشد که با توجه به میانگین ساعات تابش در کل کشور که ۲۰۰۰ ساعت می‌باشد، مازندران برای احداث نیروگاه خورشیدی مناسب خواهد بود (۴۶). استان گلستان نیز از تابش مطلوب خورشید برخوردار است به‌گونه‌ای‌که در شهر گرگان، بیش از ۲۰۰۰ ساعت آفتابی می‌باشد (۴۷). در کشورهای پیش‌رو، از انرژی‌های خورشیدی به‌عنوان یک عامل تولیدی به‌خصوص در بخش کشاورزی استفاده‌های زیادی می‌شود؛ این درحالی است که در ایران، بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر آنچنان‌که باید توسعه نیافته است و اطلاعات و آمارهای منتشرشده نیز نشان می‌دهد انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور گسترش و توسعه لازم را نداشته است.

گسترش بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در زیربخش‌های کشاورزی کشور نیازمند انجام مطالعات، امکان‌سنجی و فراهم‌ساختن الزامات و نیازمندی‌های آن است؛ آموزش کشاورزان و اطلاع‌رسانی به آن‌ها در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، مفاهیم پایه و شیوه‌های استفاده و بکارگیری این انرژی‌ها از الزامات اصلی هر برنامه توسعه‌ای برای بکارگیری این فناوری‌ها می‌باشد که این آموزش‌ها را می‌توان از راه کانال‌های ارتباطی مؤثر مانند رادیو، تلویزیون، کارشناسان کشاورزی، مجلات و نشریات ترویجی به کشاورزان اطلاع‌رسانی کرد.

بالابودن اهمیت معیار محیط‌زیستی در مقایسه با معیارهای دیگر نشان‌دهنده این مطلب است که جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست خصوصاً در مناطق مورد بررسی با توجه به نقش آن‌ها در کشور، از اهمیت ویژه‌ای در میان خبرگان برخوردار است. به‌دلیل شرایط خاص جغرافیایی و آب و هوای شمال ایران، که هم از مناطق دشت و هم از مناطق کوهستانی تشکیل شده است، از یک سو، امکان استفاده از انرژی خورشیدی را بویژه در مناطق کوهستانی فراهم می‌آورد. بکارگیری انرژی خورشیدی در اراضی شیب‌دار و اراضی که در آن‌ها امکان استفاده کشاورزی، صنعتی و مسکونی وجود ندارد، اراضی شور و یا اراضی ساحلی (شنی) که غیرقابل استفاده هستند و همچنین، اراضی کم‌بازده، وجود دارد. لازم به ذکر است در سال ۱۳۹۶، در استان مازندران مساحت اراضی بدون پوشش ۳۱۱/۲ هکتار، در استان گیلان مساحت اراضی پهنه‌ای ماسه‌ای برابر ۱۳۵۵ هکتار، اراضی بدون پوشش برابر ۴۲۴ هکتار و مساحت اراضی شور در استان گلستان حدود ۵۰۰ هزار هکتار بوده است (۲۰). همچنین، با وجود سدهای گوناگون و کانال‌های آب‌رسانی متعدد در مناطق شمال ایران، می‌توان بمنظور جلوگیری از تبخیر آب‌های سطحی و استفاده مناسب از زمین، از پنل‌های خورشیدی بر روی کانال‌های آب استفاده کرد.

از سـوی‌دیگر، شرایط خاص جغرافیایی و آب و هوای شمال ایران در سـال‌های اخیر، منجر به مهاجرت و افزایش جمعیت در این نواحی شـده اسـت؛ مقدار جمعیت مهاجران وارد شـده طی ۵ سال گذشته از اسـتان‌های دیگر به اسـتان مازندران ۶۵۲۴۰ نفر، به اسـتان گیلان ۷۱۴۵۳ نفر و به استان گلستان ۳۰۹۲۱ نفر بوده است (۲۰). همچنین، استان‌های شمالی کشور از نظر فعالیت‌های کشاورزی در کشور دارای اهمیت هسـتند به‌گونه‌ای‌که در سال ۱۳۹۴ سهم استان‌های گلستان، مازندران و گیلان از ارزش افزوده بخش کشاورزی کل کشور به‌ترتیب برابر ۲/۶۸ درصـد، ۷/۱۲ درصـد و ۳/۱۷ درصد بوده است. همچنین، اسـتان‌های مذکور به‌ترتیب سـهم ۱/۲۰، ۳/۳۸ و ۲/۱۸ درصـدی در تولید ناخالص داخلی کشـور داشتند. مقدار مصرف سوخت‌های فسیلی (بنزین موتور، نفت سـفید، نفت گاز و نفت کوره) در سـال ۱۳۹۵ در اسـتان گلسـتان برابر ۲۱۳۶ میلیون لیتر بوده که معادل سـهم ۳/۲۸ درصد، در استان مازندران برابر ۳۲۹۷ میلیون لیتر بوده که معادل سهم ۵ درصـد و در اسـتان گیلان ۱۰۶۸ میلیون لیتر بوده که معادل سهم ۱/۶۴ درصـد از مصـرف کل کشـور می‌باشـد. برای اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر در شـمال کشـور با استفاده از نظرات خبرگان، ابتدا با استفاده از روش آنتروپی، وزن پنج معیار و ۱۹ زیرمعیار محاسبه گردیـد. نتـایج بدسـت‌آمده نشـان داد که معیارها به ترتیب اهمیت به‌صـورت محیط‌زیستی، سیاسی، اجتماعی، فنی و اقتصادی می‌باشند. پس از محـاسـبـه وزن انرژی‌هـای تجـدیـدپذیر از دیدگاه خبرگان، اولویت‌بندی این انرژی‌ها با استفاده از روش تاپسیس انجام شد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که انرژی خورشیدی اولویت اول برای بکارگیری این انرژی‌ها در شـمال کشور بشمار می‌رود. پس از انرژی خورشیدی، بـه‌ترتیـب انرژی بـادی، زیسـت‌توده، برق‌آبی و زمین‌گرمـایی در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

براساس، گزارش‌های اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۷ ایران رتبه نهم دنیا را در تولید گاز دی‌اکسیدکربن دارد؛ این درحالی است که ایران این رتبه را بعد از کشورهایی کسب کرده است که از نظر درجه رشد اقتصادی و توسعه‌یافتگی بسیار متفاوت و بالاتر از ایران می‌باشند. هم‌چنین، گزارش‌های بانک جهانی در سال ۲۰۱۷ نشان داده است که تنها انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران خسارتی برابر با ۲۶/۲۷۷ میلیارد دلار به قیمت جاری بر کشور وارد کرده است که از این مقدار ۱/۵۷ میلیارد دلار، سهم بخش کشاورزی می‌باشد. افزایش روزافزون تقاضای انواع سوخت‌های فسیلی و در پی آن افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، افزایش گازهای گلخانه‌ای، تغییراقلیم و گرمایش جهانی زمین را به همراه دارد و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای رویارویی با این معضلات می‌تواند راهکار مناسبی باشد. کل یارانه اختصاص‌یافته به حامل‌های انرژی (نفت، برق و گاز) از سوی دولت در مجموع ۶۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۸ بوده است (۵)، هم‌چنین، مقدار یارانه پنهان تخصیص‌یافته به حامل‌های انرژی (گازوئیل، برق و گازطبیعی) در کل بخش کشاورزی در سال ۱۳۹۷، معادل ۴۱۴/۰۵۳ میلیارد ریال بوده که از این مقدار، ۴۲/۵ درصد سهم زیربخش زراعی و باغی، ۳۱ درصد سهم دام و طیور، ۱۱ درصد سهم تولیدات گلخانه‌ای و ۱۵ درصد سهم سایر فعالیت‌های کشاورزی بوده است (۴۸). پرداخت یارانه‌ها بویژه یارانه حامل‌های انرژی برای دولت هزینه بسیار زیادی دارد و نیز استفاده از سوخت‌های فسیلی و خسارت‌هایی ناشی از مصرف این سوخت‌ها، هزینه‌های بیش‌تری را بر جامعه جهانی، کشور و محیط زیست تحمیل می‌کند؛ در حالی‌که با ارائه تسهیلات لازم و اختصاص یارانه حامل‌های انرژی به توسعه و گسترش بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توان حدود ۴۵۵۶ نیروگاه ۱۰ مگاواتی انرژی خورشیدی احداث کرد که عواقب و آسیب‌های محیط‌زیستی و مقدار انتشار آلودگی ناشی از استفاده سوخت‌های فسیلی را به‌مقدار قابل‌توجهی کاهش می‌دهد و دولت را در کاهش هزینه‌ها و دست‌یابی به تعهدات ۲۰۳۰ یاری می‌کند. از طرفی، بکارگیری این انرژی‌ها می‌تواند زمینه‌های گوناگونی از اشتغال، ایجاد محیط‌زیستی بدون گازهای آلاینده و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی را در جامعه سبب شود. دولت می‌تواند با فراهم‌آوردن شرایط مناسب جهت حضور بخش خصوصی به‌عنوان سرمایه‌گذار در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، تأمین مالی هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر را از راه راهکارهای ملی و دریافت تسهیلات از جوامع بین‌المللی، حذف یارانه‌های پرداختی به سوخت‌های فسیلی و سرمایه‌گذاری آن در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین نماید و مشکلات اقتصادی موجود در این مسیر را به‌مقدار قابل‌توجهی مرتفع کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

نویسندگان، هیچ حمایت مالی برای این پژوهش دریافت نکردند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References

1. Razzaghi M, Rezaei R, Shabanali H. Identifying the Inhibiting Factors of Application Development of Renewable Energies in Smallholder Farming Systems of the Tafresh Township. IJE. 2012; 15 (3): 1-18.
2. United Nations (UN). 2015. https://www.Un.org.
3. Moghaddasi R. Ziaee G. Study of Relationships between Carbon Dioxide Emissions and GDP Per Capita Based on Panel Data. Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Technology). 2011; 25(4):480-487. [DOI: 10.22067/JEAD2.V0I0.12187]
4. Muntean M, Guizzardi D, Schaaf E, Crippa M, Solazzo E, Olivier JGJ, Vignati E. Fossil CO2 Emissions of All World Countries - 2018 Report, EUR 29433 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-97240-9. 2018. [DOI:10.2760/30158]
5. WHO. World Health Organization. Public Health and Environment. Ambient air pollution. 2019. https:// . www.who.int
6. International Energy Agency (IEA). 2019. https://www.iea.org.
7. Tashkini A, Oriani B, Saburi Deilami M. Energy carrier subsidy system: problems and the need to review it. Economic Journal (bi-monthly review of economic issues and policies). 2009; 9 (101) : 140-161.
8. Asiae M, Khiabani N, Mousavi B. The Environmental Effects of the Omission of Energy Carriers Subsidies in Iranian Manufacturing Sector. Iranian Energy Economics. 2012; 1(4): 1-24.
9. Amadeh H, Ghafari AR, Farajzadeh Z. Analysis of Environmental and Welfare Effects of Energy Subsidy Refor Application of Computable General Equilibrium Model. Iranian Energy Economics. 2014; 4(13): 33-62.
10. Khoshnevisan B, Rafiee S, Omid M, Mousazadeh H. Reduction of CO2 emission by improving energy use efficiency of greenhouse cucumber production using DEA approach. Journal of Energy. 2013; 55: 676-682. [DOI:10.1016/j.energy.2013.04.021]
11. Hatirili SA, Ozkan B, Fert K. An econometric analysis of energy input-output in Turkish agriculture. Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2005; 9: 608- 623. [DOI:10.1016/j.rser.2004.07.001]
12. Shabanali Fami H, Ghasemi J, Malekipoor R, Rashidi R, Nazari S, Mirzaee A. Renewable energy use in smallholder farming systems: A case study in Tafresh Township of Iran. Sustainability. 2010; 2: 702-716. [DOI: 10.3390/su2030702]
13. Soheili K. Analysis of results of production technological improvements in agricultural sector on long-run energy demand in this sector by using a technical economic model (MEDEE-S). Agricultural Economics and Development. 2008: 15(4):45-70.
14. Energy balance sheet. Deputy Minister of Electricity and Energy, Ministry of Energy. 2015.
15. World Bank Group. State and Trends of Carbon Pricing 2019. Washington, DC: World Bank. World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31755 License: CC BY 3.0 IGO. 2019. www.worldbank.org.
16. Medusa D, Randers J. Medusa D. Growth restrictions (updated after thirty years). Habibi, A. and Pourasaghrangachin, F. Institute of Higher Education and Research Management and Planning. Tehran. 2009.
17. Lolaavar N, Niknami M. Investigation of Factors Affecting the Possibility of Using Solar Energy in Agriculture as Perceived by Experts of Tehran Province Agriculture Jihad Organization. 2015; 11(2): 135-148. [DOI:20.1001.1.20081758.1394.11.2.9.5]
18. Hamdollahi A, Mohammadi H, Khatib Semnani MA. Economic Evaluation of Solar Energy in Iran's Agricultural and Rural Sector. Journal of Rural Economics Research. 2016; 2(5): 83-100.
19. Jafar Kazemi F. The importance of solar energy in agriculture. Monthly Livestock, Agriculture and Industry. 2014; (175).
20. Razeghei S, Sha'ban Ali Femi H, Rezaei R. Factors Influencing on Farmers' Willingness in Equipping Farm to Renewable Energies

Technology. Agricultural Extension and Education Research. 2013; 6(4):87-106.
21. Statistical Yearbook of Iran. Statistics Center of Iran. 2017.
22. Statistics of consumption of energy products. Iran Petroleum Products Distribution Company. 2016.
23. Razini S, Batahai SMT, Moghaddas Tafreshi SM. Prioritizing Iranian Renewable Energy Sources with the MCDM Approach. 19th Iranian Conference on Electrical Engineering, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Tehran, May 27-29. 2011.
24. Sadeghi A, Larimian T, Molabashi A. Evaluation of Renewable Energy Sources for Generating Electricity in Province of Yazd: a FUZZY MCDM Approach. Procedia, Social and Behavioral Sciences. 2012; 62: 1095 – 1099.[DOI:10.1016/j.sbspro.2012.09.187]
25. Janetipour M, Mohammad Sirus K. Prioritizing renewable energies in Iran with a multi-criteria decision-making approach. Third National Conference on Fuel, Energy and Environment, Energy Research Institute, Karaj. 2013.
26. Ijabi E, Bayat R, Shirvani M. Prioritization energy types in Iran with the aim of increasing energy security in the 1404 horizon (using hierarchical analysis method). Strategic Studies of Public Policy. 2018; 8 (29):135-157.
27. Ertay T, Kahraman C, Kaya I. Evaluations of Renewable Energy Alternatives Using MACBETH and FUZZY AHP Multi Criteria Methods: The Case of Turkey. Technological and Economic Development of Economy. 2013; 19(1): 38–62. [DOI: 10.3846/20294913.2012.762950]
28. Çolak M, Kaya I. Prioritization of Renewable Energy Alternatives by Using an Integrated Fuzzy MCDM Model: A Real Case Application for Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017; 80: 840-853.[DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.194]
29. Toklu MC, Taşkın H. A Fuzzy Hybrid Decision Model for Renewable Energy Sources Selection. International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering. 2018; 4(1), 6-10. [DOI: 10.22399/ijcesen.399976]
30. Solangi YA, Tan Q, Mirjat NH, Valasai GD, Khan MW. A. and Ikram M. An Integrated Delphi-AHP and Fuzzy TOPSIS Approach Toward Ranking and Selection of Renewable Energy Resources in Pakistan. Processes. 2019; 7(2): 118. [DOI: 10.3390/pr7020118]
31. Jahangiri Balataghi V, Asakereh A. Ranking of Renewable Energy Sources for Power Generation in Khuzestan Province Using TOPSIS Method. 10th National Congress of Biosystems Engineering (Agricultural Machinery) and Mechanization of Iran, Mashhad. 2016.
32. Kuleli Pak B, Albayrak YE, Erensal YC. Renewable Energy Perspective for Turkey Using Sustainability Indicators. International Journal of Computational Intelligence Systems. 2015; 8(1): 187-197.[DOI:10.1080/18756891.2014.963987] .
33. Şengül Ü, Eren M, Shiraz SE, Gezder V, Şengül AB. Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey. Renewable Energy. 2015; 75: 617-625. [DOI:10.1016/j.renene.2014.10.045].
34. Lee HC, Chang CT. Comparative Analysis of MCDM Methods for Ranking Renewable Energy Sources in Taiwan. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018; 92: 883-896. [DOI: 10.1016/j.rser.2018.05.007].
35. Asgharpour MJ. Multi-Criteria Decision Making (16th Edition). University of Tehran Press, Tehran .2018.
36. Alimohamadiyan E, Shafiee MA. fuzzy multi-criteria decision approach for performance evaluation and improve the gaps among Shiraz University of Medical Sciences' teaching hospitals based on balanced score card approach. Razi Journal of Medical Science. 2016; 22 (140) :12-24.
37. Mohammadizanjirani D, Salimifard KHK, Yousefi Dah Bidi Sh. Investigating the performance of the most common multi-attribute decision making techniques with an optimization approach. Journal of Operations Research in its Applications. 2014; 11 (1): 65-84.
38. Razavi hajiagha SH, amoozad mahdiraji H, Akrami H, Hashemi Sh. Topsis- based non-Iinear programming model for calculating the Ideal weights of the decision. Industrial Management Studies. 2013; 11(29): 21-39. [DOI:20.1001.1.22518029.1392.11.29.2.9]
39. Amen M. Cost-Oriented Assembly Line Balancing Model Formulations, Solution Difficulty, Upper and Lower Bounds.

European Journal of Operational Research. 2006; 168: 747-770. [DOI: 10.1016/j.ejor.2004.07.026]
40. Sabeti H, Akbari M. Cost-Oriented U-Shaped Mixed-Model Assembly Line Balancing and Sequencing, 7th International Industrial Engineering Conference. 2009.
41. Mousavi SJ, Kazemi A. Ranking of Private Banks Using Multilevel Decision Making Methods. Few studies in management. 2013; 4(3): 121-140.
42. Azar A, Rajabzadeh A. Applied Decision Making MADM Approach, Tehran, Negah Danesh. 2012.
43. Lin HT. Fuzzy Application in Service Quality Analysis: An Empirical Study. Expert systems with Applications. 2010; 37(1): 517-526. [DOI: 10.1016/j.eswa.2009.05.030].
44. Momeni M, Sharifi Salim A. Multi-criteria decision making models and software. Tehran, University of Tehran. 2011.
45. Mirzaei M, Bagheri Nejad J. Presenting a hierarchical model for prioritizing renewable energies using the AHP-Fuzzy method. Second Conference on Environmental Planning and Management, Tehran. 2012.
46. Esfandiari A. Rangzan A., Saberi A. and Fattahi Moghaddam, M. Potential assessment of construction of solar power plants by studying climatic parameters in Khuzestan province using GIS. National Geomatics Conference, 2-7, Shahid Chamran University of Ahvaz. 2011.
47. Iran Deserts and Deserts Group. 2019. https://www.irandeserts.com.
48. Islamic Parliament Research Center of The Islamic Republic Of IRAN (IPRC). About energy subsidies in Iran. 5. Image of energy consumption and water carriers in agriculture. Deputy of Research and Infrastructure Affairs, Office of Infrastructure Studies, Subject Code 250, No. 16656, October 2019. https://rc.majlis.ir/en.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی