Bi -quarterly

Rural Development and Extension Studies

Journal Homepage: https://jrdes.znu.ac.ir/

University of Zanjan

Comprehensive Analysis of Renewable Energy Potential and Development Strategies for Agricultural Sector in Rural Areas of Kurdistan Province

Yasin Tashan*[1], Heydar Gholizadeh[2], Mohammad Badsar[2], Omid Karami[3] & Majid Namdari[4]

1. PhD. Student of agricultural development, University of Zanjan, Iran
2. Associate professor, Department of Extension, Communication and Rural Development, University of Zanjan, Iran.
3. Postdoctoral Student, Department of Agricultural Economics, Purdue University, United States of America
4. Assistant professor, Department of Plant production and genetics, University of Zanjan, Iran.

* Corresponding Author, yasintashan@znu.ac.ir

Received Date:	Revise Date:	Accepted Date:	Published Date:
22/10/2024	30/11/2024	14/02/2025	20/03/2025

Article Info

Research Paper
Volume 2, Issue 2, Autumn and Winter 2024
Pages 110-129

Abstract

Energy is a fundamental component in fulfilling basic human needs, supporting systems ranging from the food supply chain to diverse economic activities. In light of the existing imbalance between energy production and consumption within the agricultural sector, and the mounting challenges posed by global warming, the imperative to transition toward renewable energy sources becomes increasingly clear. This study aimed to identify and evaluate the renewable energy potential in the agricultural sector of Kurdistan Province—a subject that has received relatively limited scholarly attention—and to propose strategic recommendations for its advancement. Data were gathered through 15 semi-structured expert interviews, conducted until theoretical saturation was achieved, and subsequently analyzed using qualitative content analysis in MAXQDA software. The findings indicate that the province's renewable energy potential comprises 40.54% solar, 37.84% wind, 13.51% hydropower, and 8.11% biomass. The prioritization for development was determined as follows: solar (31.9%), wind (29.79%), biomass (15.19%), hydropower (10.64%), and geothermal (8.51%). Recommended strategies include the provision of financial support (22.95%), public education and awareness campaigns (21.31%), reallocating subsidies from fossil fuels to renewable sources (6.56%), and the implementation of incentive-based policies (4.92%). These results offer a foundation for designing participatory renewable energy initiatives involving local farmers and advancing sustainable development across the province.

Keywords: Renewable energy, capacity assessment, rural development, sustainable agriculture, Kurdistan Province

Tashan, Y., Gholizadeh, H., Badsar, M., Namdari, M., & karami, O. (2024). Comprehensive Analysis of Renewable Energy Potential and Development Strategies for Agricultural Sector in Rural Areas of Kurdistan Province. Journal of Rural Development and Extension Studies, 2(2), 110-129.

https://doi.org/10.30470/jrdes.2025.2051127.1049

2821-2266 © University of Zanjan.
This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

In rural communities of Iran, agriculture constitutes the foundation of the economy and livelihoods, serving as a critical driver of rural development. The agricultural sector heavily relies on external energy sources, particularly fossil fuels and electricity, which have become integral to modern agricultural production. However, the depletion of fossil fuel reserves, rising energy costs, and environmental impacts such as global warming and climate change pose significant threats to the sustainability of rural areas and agriculture. The concept of sustainable agriculture emphasizes balancing maximized production and economic growth with minimizing environmental harm. The relationship between agricultural activities and energy consumption is often complex and imbalanced, necessitating self-reliance in the agricultural sector to address high energy costs and environmental challenges. This self-reliance can be achieved through the adoption of renewable energy sources, such as solar, wind, hydro, geothermal, and biomass. Given the critical role of renewable energy in sustainable development, this study aims to identify and assess the potential of renewable energy sources in the agricultural sector of Kurdistan Province, Iran, and propose strategies for their development from the perspective of experts and stakeholders. As the first comprehensive assessment in this region, it addresses a notable gap by focusing on local renewable energy potentials. This study makes three significant contributions to the existing literature: (1) it provides a comprehensive assessment of the perspectives of agricultural experts in Iran, (2) it identifies key barriers and opportunities for renewable energy adoption in the agricultural sector, and (3) it offers practical recommendations for policymakers and practitioners. This assessment warrants critical and immediate attention due to the multifaceted challenges facing the agricultural sector and the pressing need for sustainable energy solutions.

Methodology

This applied research adopts a descriptive-analytical approach and is qualitative in nature. Data were collected through semi-structured individual interviews using a research protocol. The protocol consisted of two main sections: the first addressed technical interview details (e.g., interview format, participant selection criteria, and interviewee characteristics such as education, age, occupation, and professional experience), while the second included interview questions focused on two key themes:

1) Familiarity with renewable energy sources and their types, and

2) The potential of renewable energy sources in Kurdistan Province based on geographical and infrastructural factors.

Participants included 15 experts and stakeholders from organizations such as the Agricultural Jihad Organization, the Kurdistan Electricity Department, the University of Kurdistan, the Barakat Foundation, and the Agricultural and Natural Resources Engineering Organization. The participant selection process combined purposive sampling of institutional leaders with snowball sampling to identify experienced field practitioners. Data collection ceased after 15 interviews upon reaching theoretical saturation. To ensure data validity, confirmability, credibility, and transferability were evaluated. Researcher triangulation and member checking procedures were employed to ensure the validity and reliability of the findings. Data were analyzed using qualitative content analysis with a conventional approach, employing MAXQDA software. In the open coding phase, 196 indicators were extracted and categorized into four themes: familiarity with renewable energy, potential sources, prioritization, and development strategies.

Results and discussion

Qualitative content analysis revealed that experts have the highest familiarity with solar and wind energy (each 27.5%), followed by hydro (17.7%), geothermal (15.7%), and biomass (11.8%). This indicates a lack of specialized training on renewable energy, its benefits, and applications among experts and farmers, posing a barrier to development. The renewable energy potential in Kurdistan Province comprises 40.5% solar, 37.8% wind, 13.5% hydro, and 8.1% biomass, with over 78% attributed to solar and wind energy.

Prioritization for development, based on accessibility, applicability, and geographical conditions, ranked solar energy first (31.9%), followed by wind (29.8%), biomass (19.2%), hydro (10.6%), and geothermal (8.5%), the latter contingent on geological studies confirming its feasibility. Experts proposed 61 strategies for renewable energy development, with financial support (22.9%), education and awareness-raising (21.3%), and redirecting fossil fuel subsidies to renewables (6.6%) being the most frequent. Other strategies included incentive policies, technical training, establishing renewable energy networks with farmer participation, and ensuring equipment security. These findings align with prior studies (e.g., Abualigah et al., 2022; Sayigh, 2024), highlighting the prominence of solar and wind energy in rural contexts, particularly in its integration with pastoral and grazing systems.

Conclusion

Agriculture, as the cornerstone of Iran's rural economy, requires renewable energy to achieve sustainable development. The depletion of fossil fuel reserves, rising energy costs, and environmental impacts like global warming necessitate the adoption of renewable energy in Kurdistan's agricultural and rural sectors. This study, the first comprehensive qualitative research in the region, identifies solar and wind energy as the top priorities due to their accessibility and economic viability. However, limited awareness and infrastructure pose challenges. To address these, the following recommendations are proposed:

1. *Specialized Training Programs*: Organize training by the Agricultural Jihad Organization and the University of Kurdistan for experts and farmers on solar and wind technologies.
2. *Financial Support*: Provide long-term loans through banks and the Agricultural Jihad Organization for purchasing solar and wind equipment, particularly in eastern and northern Kurdistan.
3. *Local Energy Networks*: Establish renewable energy networks with rural community participation to enhance knowledge sharing and efficiency.
4. *Geological Studies*: Conduct specialized research to assess geothermal energy potential.
5. *Public Awareness Campaigns*: Use mass media and social networks to educate farmers on renewable energy benefits.
6. *Policy Development*: Formulate strategic plans to redirect fossil fuel subsidies to renewables and develop infrastructure.

These strategies can guide targeted energy planning in Kurdistan, enhancing energy security and sustainability in rural and agricultural sectors. Despite identified potentials, challenges such as inadequate infrastructure and the need for further studies must be addressed.

Policy Implications:

The study identifies a series of structural paradoxes that warrant policy intervention, foremost among them being the discrepancy between Kurdistan's considerable renewable energy resources and their limited integration into agricultural practice. This disconnect is primarily attributed to three interrelated factors: inadequate technical knowledge among end-users, restricted financial access for farming communities, and uneven policy implementation across administrative jurisdictions. To address these constraints, the study recommends prioritizing the design of farmer-oriented technologies compatible with local agricultural systems, the development of financial mechanisms tailored to the realities of rural economies, and the formulation of adaptive policy frameworks that accommodate regional disparities in both renewable energy potential and agricultural structures.

Key Research Priorities:

Looking ahead, three key research priorities emerge as particularly salient:

1. Comprehensive economic analyses of the proposed financial instruments
2. Rigorous monitoring and evaluation of pilot implementation projects
3. Comparative investigations involving other agricultural regions undergoing similar energy transitions

Funding

There was no external funding received for this research

Authors' Contribution

Yasin Tashan conducted the investigation, drafted the original manuscript, and managed project administration. Heydar Gholizadeh and Mohammad Badsar, as supervisors, led conceptualization, methodology development, validation, and manuscript review and editing. Omid Karami and Majid Namdari, in advisory roles, contributed to methodology refinement and formal analysis

Conflict of Interest

The author declares no conflict of interest with respect to the authorship or the publication of this article.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the University of Zanjan for providing support for the current study

دو فصلنامه
تحقیقات ترویج و توسعه روستایی
وبگاه مجله: https://jrdes.znu.ac.ir/

تحلیل جامع ظرفیت‌های انرژی تجدیدپذیر و تدوین راهبردهای توسعه آن در بخش کشاورزی مناطق روستایی استان کردستان

یاسین تاشان[۱و*]، حیدر قلی‌زاده[۲]، محمد بادسار[۲]، امید کرمی[۳] و مجید نامداری[۴]

۱. دانشجوی دکتری، توسعه کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. دانشیار، گروه ترویج، توسعه و ارتباطات روستایی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. دانشجوی پسادکتری، دپارتمان اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پوردو، ایالات متحده آمریکا
۴. استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت:	تاریخ بازنگری:	تاریخ پذیرش:	تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۰۸/۰۱	۱۴۰۳/۰۹/۱۰	۱۴۰۳/۱۱/۲۶	۱۴۰۳/۱۲/۳۰

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی
دوره ۲، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳
صص ۱۱۰-۱۲۹

چکیده

انرژی پارامتری حیاتی برای تأمین نیازهای اساسی انسان از زنجیره غذایی تا فعالیت‌های اقتصادی است. با توجه به عدم تعادل در تولید و مصرف انرژی در بخش کشاورزی و پیامدهای گرمایش جهانی، ضرورت بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر آشکار می‌شود. این پژوهش با هدف شناسایی و تبیین ظرفیت‌های بالقوه انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان - که تاکنون کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است - و ارائه راهکارهای توسعه آن انجام شد. داده‌ها از طریق ۱۵ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان (تا رسیدن به اشباع نظری) گردآوری و با تحلیل محتوای کیفی در نرم‌افزار MAXQDA بررسی شدند. یافته‌ها نشان داد ترکیب منابع بالقوه تجدیدپذیر استان شامل ٪۴۰/۵۴ انرژی خورشیدی، ٪۳۷/۸۴ انرژی بادی، ٪۱۳/۵۱ انرژی آبی و ٪۸/۱۱ انرژی زیست‌توده است. اولویت توسعه به ترتیب به انرژی خورشیدی (٪۳۱/۹)، بادی (٪۲۹/۷۹)، زیست‌توده (٪۱۵/۱۹)، آبی (٪۱۰/۶۴) و زمین‌گرمایی (٪۸/۵۱) اختصاص دارد. راهکارهای پیشنهادی شامل حمایت مالی (٪۲۲/۹۵)، آموزش و آگاهی‌بخشی (٪۲۱/۳۱)، انتقال یارانه از بخش فسیلی به تجدیدپذیر (٪۶/۵۶) و سیاست‌های تشویقی (٪۴/۹۲) بودند. این نتایج می‌تواند مبنای برنامه‌ریزی برای ایجاد شبکه‌های انرژی تجدیدپذیر با مشارکت کشاورزان و دستیابی به توسعه پایدار در استان قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: انرژی تجدیدپذیر، ظرفیت‌سنجی، توسعه روستایی، کشاورزی پایدار، استان کردستان

*نویسنده مسئول: yasintashan@znu.ac.ir

ارجاع به این مقاله: تاشان، یاسین؛ قلی‌زاده، حیدر؛ بادسار، محمد؛ نامداری، مجید؛ و کرمی، امید. (۱۴۰۳). تحلیل جامع ظرفیت‌های انرژی تجدیدپذیر و تدوین راهبردهای توسعه آن در بخش کشاورزی مناطق روستایی استان کردستان ، دوفصلنامه تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، ۲(۲)، ۱۱۰-۱۲۹.

https://doi.org/10.30470/jrdes.2025.2051127.1049

2821-2266 © University of Zanjan.
This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

مقدمه

در جوامع روستایی معیشت و اقتصاد غالب بر پایه بخش کشاورزی است. بخش کشاورزی به عنوان بخش اصلی اقتصاد روستایی نقش حیاتی و تعیین کننده‌ای در سرنوشت جامعه روستایی دارد. بر اساس اهداف توسعه پایدار سازمان ملل، بند دوم تاکید بر ترویج کشاورزی پایدار شده است. کشاورزی پایدار تاثیر مستقیم و معنی‌داری بر توسعه روستایی دارد (Nouri ZamanAbadi et al, 2016). مناطق روستایی فضاهای جغرافیایی پیچیده‌ای هستند که با سکونتگاه‌های پراکنده روستایی و مناظر زمین‌های کشاورزی، مشخص می‌شوند که ساختار اجتماعی مبتنی بر کشاورزان و ساختار صنعتی مبتنی بر کشاورزی دارد (Li et al, 2019; Long et al, 2016). بخش کشاورزی به عنوان موتور محرک و هسته اصلی اقتصاد روستایی یکی از ارکان اصلی در توسعه روستایی به شمار می‌آید به این معنی که ایجاد توسعه در بخش کشاورزی تاثیر مستقیم و مثبتی بر توسعه روستایی دارد. کشاورزی مدرن به منابع انرژی خارجی وابسته است. سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته به عنصری ضروری از تولیدات کشاورزی مدرن تبدیل شده‌اند (Gołasa et al, 2021). با توجه به راهبردهای کاهش فقر و احیای مناطق روستایی، مصرف انرژی روستایی نیز روند رو به رشدی را نشان می‌دهد (Yang et al, 2024). انرژی یک پارامتر مهم برای برآوردن نیازهای اساسی انسان است، به طوری که از زنجیره غذایی تا انجام فعالیت‌های مختلف اقتصادی به وجود انرژی و دسترسی به آن بستگی دارد (Majeed et al, 2023) و مهمترین دغدغه برای رشد اقتصادی و توسعه پایدار یک جامعه است (Sahu et al, 2016; Teimourian et al, 2020). با ادامه رشد جمعیت، تقاضا برای انرژی ارزان نیز افزایش می‌یابد و اقتصاد متکی به سوخت‌های فسیلی در حال ایجاد تغییرات شدید در آب و هوای دنیا است (UNDP, 2022). پیش‌بینی می‌شود که جمعیت جهان در ۲۰ سال آینده با افزایش ۲۵ درصدی رو به رو باشد (Korovin, 2018) و انتظار می‌رود تقاضای انرژی اولیه در سراسر جهان تا سال ۲۰۵۰ تقریبا ۱/۵ تا ۳ برابر افزایش یابد (Shahsavari et al, 2018). مصرف انرژی در جهان به سرعت در حال افزایش است و این افزایش در مصرف از طریق منابع فسیلی تامین می‌شود، در حالی که ذخایر جهانی منابع فسیلی به سرعت در حال کاهش است و باعث عدم تعادل در عرضه و تقاضا و به تبع آن باعث افزایش در هزینه‌های انرژی شده است و علاوه بر آن، استفاده از انرژی‌های فسیلی باعث انتشار کربن و گرم‌شدن کره زمین می‌شود (Ling et al, 2024). اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی بشر در این روزها واقعی و جدی است و یکی از بزرگترین دغدغه‌های جامعه به‌شمار می‌آید که پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم بسیاری بر زندگی انسان‌ها دارد (Martinho, 2018). آلودگی محیط زیست یکی از مسائل بسیار ضروری انسان است که به صورت‌های مختلفی وجود دارد، اما مهمترین آن آلودگی هوا است که باعث گرم شدن کره زمین می‌شود، هسته اصلی آلودگی هوا انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) است که اصلی‌ترین عامل آن دی اکسید کربن (CO_2) ناشی از مصرف منابع فسیلی است (Hasanov et al, 2021). افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب افزایش سطح میانگین دمای عمومی کره زمین و به دنبال آن باعث تغییرات اقلیمی و آب وهوایی می‌شود. اجماع نظری دانشمندان برجسته جهان حاکی از آن است که تغییرات اقلیمی بزرگترین تهدید علیه آینده بشریت است (Ripple et al, 2020). حال سوالی که در اینجا پیش می‌آید این است که با وجود مشکلات ناشی از مصرف منابع انرژی فسیلی (نفت، گاز و ذغال‌سنگ) مانند تغییرات اقلیمی شدید، گرم شدن کره زمین، افزایش جمعیت و تقاضای فزآینده برای انرژی، محدودیت در دسترسی به منابع انرژی فسیلی، پایان‌پذیر بودن منابع فسیلی، بالا رفتن قیمت حامل‌های انرژی و نقش انکار ناپذیر آن در رشد و توسعه، آینده انرژی به چه صورت خواهد بود؟

از آن‌جا که انتشار گازهای گلخانه‌ای خصوصا (CO_2) بزرگترین تهدید برای اکوسیستم در نظر گرفته می‌شود، کشورهای جهان طی توافقات بین‌المللی، متعهد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده‌اند. مرور اسناد بالادستی بین‌المللی در این راستا حاکی از آن است که در اجلاس جهانی ریو (Weiss, 1992)، پیمان کیوتو ژاپن (Oberthür et al, 1999)، موافقت‌نامه پاریس (Seo et al, 2017) و در نهایت آخرین سند در این راستا سند اهداف توسعه پایدار ۲۰۳۰ (UNDP, 2022) است که به ضرورت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفاظت از محیط‌زیست تاکید کرده‌اند. در واقع وجود چالش بحران انرژی در دنیا انکار ناپذیر است بر این اساس تمام

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

کشورهای دنیا در تلاش جهت مبارزه با این بحران هستند (Ozili et al, 2023). سوخت‌های فسیلی، منابع هسته‌ای و منابع تجدیدپذیر سه منبع اصلی انرژی هستند، منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، باد، زیست توده، زمین گرمایی و انرژی آبی برای بازتولید انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند و بنابراین به طور گسترده‌ای برای مبارزه با بحران‌های انرژی مفید هستند (Ludin et al, 2018; Qazi et al, 2019; Raheem et al, 2016). برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰، افزایش چشمگیر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تراز انرژی جهانی و همچنین تشدید همکاری‌های بین‌المللی برای تسهیل دسترسی به تحقیقات و فناوری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر پیشنهاد شده است (Olabi et al, 2023; Seema Arora, 2023) و همچنین حداقل دو دلیل برای توسعه منابع تجدیدپذیر وجود دارد که شامل؛ ایمنی زیست‌محیطی و استقلال در حوزه انرژی است (Bolyssov, 2019)، لذا اهرم کلیدی و اثربخش دنیای امروز در رابطه با کاهش گازهای گلخانه‌ای و مبارزه با بحران انرژی حرکت از اقتصاد فسیلی به سمت اقتصاد سوخت فسیلی کم (Ji et al, 2024)، یا به عبارت دیگر انتقال مصرف از انرژی فسیلی به انرژی تجدیدپذیر است (Holechek et al, 2022). از نظر تئوری، انرژی خورشیدی پتانسیل این را دارد که به اندازه کافی نیازهای انرژی کل جهان را برآورده کند، در صورتی که فناوری های برداشت و تامین آن به آسانی در دسترس باشد (Blaschke et al, 2013; Kabir et al, 2018). روند مصرف انرژی در جهان به این صورت بوده است که برای دوره ۲۰ ساله ۲۰۰۲-۲۰۲۲ با افزایش ۴۸ درصدی از ۱۱۳۸۴۲ TWH به ۱۶۷۷۸۸ TWHرسیده است، این روند برای ایران طی دوره مشابه با افزایش بیش از دو برابری از ۱۶۲۶ TWH به ۳۳۷۷ TWH رسیده است (Hannah et al, 2020).

جدول ۱. تغییرات مصرف انرژی طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۲

	تغییرات نسبی(درصد)	مصرف سال۲۰۲۰ (TWH)	مصرف سال۲۰۰۲ (TWH)
جهان	+٪۴۸	۱۶۷۷۸۸	۱۱۳۸۴۲
ایران	+٪۱۰۸	۳۳۷۷	۱۶۲۶

روند انتشار گازهای گلخانه‌ای در دنیا به طور متوسط سالانه ۱/۵ درصد افزایش داشته به طوری که از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ میانگین انتشار گازهای گلخانه‌ای ۶۲ درصد افزایش را نشان می‌دهد (Crippa et al, 2022). بر این اساس در ایران روند افزایشی انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز وجود دارد. طبق آخرین آمار در سال ۲۰۲۳ ایران جزو ۱۰ کشور اول دنیا در تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای و در مقام هفتم دنیا قرار دارد (Hannah et al, 2023). بر اساس آمار موجود برای کشور ایران روند روبه رشد مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در استان کردستان (منطقه مورد مطالعه) نیز وجود دارد.

در بخش کشاورزی، انرژی برای مقابله با چالش‌های مرتبط با تولید مواد غذایی بسیار مهم است و برای تولید غذا، انرژی برای پمپاژ آب برای آبیاری، کارکرد ماشین آلات کشاورزی برای کارهای مختلف کشاورزی در مرحله کاشت و داشت و برداشت مانند حذف علف‌های هرز، کوددهی، سمپاشی، برداشت و حمل و نقل محصول، تبرید، و خشک کردن یا فرآوری محصولات ضروری است (Zhang *et al*, 2019). در بخش کشاورزی، ایده انرژی پایدار بر ایجاد تعادل بین به حداکثر رساندن تولید کشاورزی و ترویج رشد اقتصادی و در عین حال کاهش اثرات مضر زیست‌محیطی مبتنی است (Bolyssov, 2019). روابط بین فعالیت‌های کشاورزی، تولید و مصرف انرژی همیشه آسان نیست و گاهی نامتعادل می‌شود (Martinho, 2018) به همین دلیل بخش کشاورزی آینده باید برای جبران هزینه بالای انرژی و گرم شدن کره زمین متکی به خود باشد و این خوداتکایی را می‌توان با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به دست آورد (Majeed et al, 2023). در سال‌های اخیر، مناطق روستایی به عنوان عرصه‌های مهم جهت اجرای راهبرد انتقال مصرف انرژی از منابع فسیلی به منابع تجدیدپذیر تبدیل شده‌اند (Clausen et al, 2020). در کشورهای درحال توسعه از کل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ۳۵٪ آن مربوط به بخش کشاورزی می‌باشد، این درحالی است که در کشورهای توسعه یافته این مقدار تنها ۱۲٪ است (Rahman et al, 2022). با توجه به آمارهای موجود طی دوره ۵ ساله ۲۰۲۰-۲۰۱۵ روند انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش

کشاورزی جهان ۴٪ رشد داشته است اما این روند برای کشور ایران بیش از ۳ برابر میانگین جهانی یعنی ۱۳٪ رشد را نشان می‌دهد (Hannah et al, 2021).

جدول ۲. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۵

	تغییرات نسبی(درصد)	سال۲۰۲۰	سال۲۰۱۵
جهان	+٪۴	۵/۸ میلیارد تن	۵/۶ میلیارد تن
ایران	+٪۱۳	۳۶/۲ میلیون تن	۳۲ میلیون تن

حال با توجه به آمارهای بررسی شده و روند فزآینده مصرف انرژی فسیلی و به دنبال آن انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی جهان و ایران طی دوره های زمانی مختلف این روند نیز قابل تعمیم به استان کردستان می‌باشد. با توجه به این‌که اقتصاد استان متکی به بخش کشاورزی است و بر اساس آمارهای موجود در سال ۱۴۰۰ از کل مصرف انرژی استان ۳۰٪ آن در بخش کشاورزی بوده است (K.E.P.D.CO, 2022) همچنین وجود بحران کمبود انرژی در کشور و منطقه مورد مطالعه بسیار ملموس است، همین امر ضرورت توجه به نیاز روزافزون انرژی را در استان کردستان و بخصوص در مناطق روستایی و بخش کشاورزی، جایگزینی انرژی فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر را بیشتر می‌کند. توسعه نوآورانه صنعت انرژی‌های نو روستایی گامی حیاتی در جهت ایجاد یک سیستم انرژی روستایی سبز، کم کربن و متنوع است (Yin et al, 2023). آشنایی با ویژگی‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در کشاورزی مستلزم کاوش در چهار شکل اصلی انرژی تجدیدپذیر شامل منابع انرژی خورشیدی، زیست توده، انرژی بادی و انرژی آبی است، این در حالی است که تاکنون مطالعه جامع و دقیقی در رابطه با شناسایی ظرفیت‌های بالقوه انرژی تجدیدپذیر به‌ویژه با تاکید بر بخش کشاورزی و موقعیت جغرافیایی استان کردستان انجام نگرفته است. از این رو هدف اصلی این پژوهش شناسایی و تبیین ظرفیت‌های بالقوه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان و راهکارهای توسعه آن از دیدگاه خبرگان و متخصصان موضوعی است. بررسی‌های انجام شده در مبحث انرژی نشان می‌دهد که با توجه به ویژگی‌های انرژی‌های فسیلی، مانند پایان‌پذیر بودن، آلودگی‌های حاصل از مصرف آن‌ها و تاثیرات مخرب بر محیط‌زیست، قیمت بالا، عدم پایداری، رابطه مستقیم و شدید توسعه و پیشرفت کشورها با مصرف انرژی، ضروری است که جایگزینی مناسب برای آن در نظر گرفته شود در این راستا شناسایی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر و توسعه آن امری حیاتی است. انرژی‌های متداول مانند کربن، گازطبیعی و نفت دیگر برای برآورد کردن تقاضای اقتصاد جهان کافی نیستند. پیاده‌سازی موفق مفهوم توسعه پایدار نیازمند استفاده کافی و بهینه از منابع طبیعی است (Henderson et al, 2023). هدف اصلی در دستیابی به توسعه پایدار افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و مقرون به‌صرفه کردن استفاده از آن است. انرژی‌های تجدیدپذیر در عمل پاک و نامحدود می‌باشند. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر موجب افزایش پایداری در انرژی می‌شود که در این وضعیت بحران انرژی بسیار مهم است و همچنین موجب امنیت اقتصادی، افزایش سطح تامین انرژی و رقابت‌پذیری اقتصادی می‌شود (Petrović-Ranđelović et al, 2020).

انرژی: دانشمندان انرژی را به عنوان توانایی انجام کار تعریف می‌کنند. مردم آموخته‌اند که انرژی را از شکلی به شکل دیگر تغییر دهند و سپس از آن برای انجام کار استفاده کنند، همین امر باعث به وجود آمدن تمدن مدرن امروزی شده است. مردم از انرژی برای کارهای مختلفی استفاده می‌کنند، مانند پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، حرکت ماشین‌ها در جاده‌ها و قایق‌ها در آب، پختن غذا روی اجاق‌گاز، ساختن یخ در فریزر، روشنایی خانه‌ها و دفاتر کار، تولید محصولات، فرستادن فضانوردان به فضا و ...(E.I.A, 2023).

انرژی‌های فسیلی: سوخت‌های فسیلی به هر نوع از هیدروکربن‌های شامل مواد زیستی گفته می‌شود که زیر پوسته زمین وجود دارد و می‌تواند به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرارگیرد. سوخت‌های فسیلی شامل زغال سنگ، نفت خام، گاز طبیعی، شیل‌های نفتی، قیر، ماسه‌های قیری و نفت سنگین است و تمامی این‌ها حاوی کربن هستند و طی فرآیندهای زمین‌شناسی که بر روی بقایای باقی مانده مواد حاصل از فرآیند فتوسنتز تشکیل شده‌اند، فرآیندی که در دوره آرکین ۲/۵ تا ۴ میلیارد سال پیش آغاز شده است. تمام

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

سوخت‌های فسیلی را می‌توان در هوا یا با اکسیژن به دست آمده از هوا برای تأمین گرما سوزاند. این گرما ممکن است مستقیماً، مانند اجاق‌های خانگی یا برای تولید بخار برای به حرکت درآوردن ژنراتورهایی که می‌توانند برق را تولید کنند استفاده شود و در موارد دیگر گرمای حاصل از این سوخت‌ها در موتورها باعث افزایش فشار و موجب تولید نیروی محرکه می‌شود (Kopp, 2025).

انرژی تجدیدپذیر: آژانس بین‌المللی انرژی انرژی تجدیدپذیر را این گونه تعریف کرده است؛ انرژی که از فرآیندهای طبیعی حاصل می‌شود و با سرعت بیشتری نسبت به مصرف آن جایگزین می‌شوند و همچنین از انرژی خورشیدی، باد، زمین‌گرمایی، آبی و زیست‌توده به عنوان نمونه‌هایی از انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره کرده است (Mentel et al, 2023; Trevisan et al, 2023; Vakulchuk et al, 2020).

اقتصاد سوخت فسیلی کم [1](LFFE): اقتصاد سوخت فسیلی کم (کم‌کربن) به اقتصاد زیست محیطی سبز بر اساس مصرف کم انرژی و آلودگی کم اشاره دارد. اصطلاح اقتصاد کم‌کربن برای اولین بار در یک مقاله توسط وزارت تجارت و صنعت بریتانیا تحت عنوان آینده انرژی ما- ایجاد اقتصاد کم‌کربن در سال ۲۰۰۳ منتشر شد (Sengupta et al, 2020).

توسعه پایدار: توسعه پایدار در گزارش کمیسیون برانتلند[2]در سال ۱۹۸۷ به عنوان توسعه‌ای که نیازهای زمان حال را برآورده می کند، بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهایشان توصیف شد.

نتایج بررسی مطالعات صورت‌گرفته در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد که مطالعات کمتری به‌صورت مستقیم در بخش روستایی، کشاورزی و جغرافیای استان کردستان از منظر شناسایی و تبیین ظرفیت‌های انرژی تجدیدپذیر موجود در منطقه مورد مطالعه انجام شده است. لذا این پژوهش سعی دارد که با شناسایی و تبیین ظرفیت‌های منابع انرژی تجدیدپذیر درمناطق روستایی و بخش کشاورزی استان کردستان از دیدگاه خبرگان و متخصصان موضوعی در راستای شناسایی این ظرفیت‌ها، اولویت‌بندی پتانسیل‌های موجود، و راهکارهای توسعه آن در بخش کشاورزی استان کردستان گام موثری بردارد. یافته‌های پژوهشی حاجی مینه و همکاران[3] (۲۰۲۴) تحت عنوان آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در سیاست‌های انرژی ایران؛ حاکی از آن است که در بلندمدت، حل چالش‌های ساختاری مانند تحریم‌ها که تاثیر بسیار زیادی در ورود علم و تجهیزات به‌روز انرژی تجدیدپذیر به کشور و سرمایه‌گذاری و تشویق سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر دارد و می‌تواند با تنوع بخشیدن به منابع انرژی، مسیر گذار از انرژی فسیلی و بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر را فراهم کند. اردو و همکاران[4] (۲۰۲۳) در پژوهشی تحت عنوان تحلیل الگوی SWOT-AHP راهبردهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین راهبردهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران عبارتند از: افزایش تعرفه خرید تضمینی برق حاصل از انرژی‌های تجدیدپذیر، ایجاد صندوق انرژی‌های تجدیدپذیر و تامین منابع مالی از طریق شکل دادن به بازار رقابتی برای سرمایه‌گذاران و تامین‌کنندگان و همچنین افزایش امنیت مالی و صادرات برق. همچنین ایجاد و توسعه زیرساخت‌ها از قبیل تحقیقات، آموزش، آزمایش، صدور گواهینامه و مراکز استانداردسازی سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود قراردادهای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر برای تشویق سرمایه‌گذاران را در این راستا مفید دانسته‌اند. زاهدی و همکاران[5] (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان مطالعه راهبردی برای سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر، بهینه سازی و پایداری در ایران و با هدف شناسایی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران و اولویت‌بندی بکارگیری آن‌ها از بعد اقتصادی دریافتند که از میان پتانسل‌های متنوع انرژی تجدیدپذیر در ایران، انرژی‌های بادی نسبت به سایر صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر از نظر توجیه اقتصادی و رقابت در بازار و نرخ تولید داخلی در سطح بالاتری قرار دارد و قابلیت رقابت بیشتری را در بازار انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. سایر منابع انرژی تجدیدپذیر

1. Low-Fossil-Fuel-Economy
2. Brundtland Commission
3. Hajimineh et al
4. Ordoo et al
5 .zahedi et al

برای تولید برق و اتصال به شبکه اولویت کمتری برای سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت یا میان‌مدت دارند، با این حال برای استفاده غیر شبکه‌ای در کشور، می‌توانند در کوتاه‌مدت نیز بسیار مفید باشند و به طور کلی ایران می‌تواند قطب انرژی‌های تجدیدپذیر باشد. محسن و همکاران[1] (۲۰۲۲) مروری بر پتانسیل‌ها، وضعیت فعلی و کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش انرژی ایران انجام دادند. نتایج گویای آن است که با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور و به دلیل قرار گرفتن بر روی کمربند خورشیدی جهان متوسط تابش خورشیدی سالانه در ایران ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع است که بیشتر از میانگین جهانی است. مجموع ظرفیت نصب شده تکنولوژی انرژی خورشیدی در ایران قابل توجه نیست، اما با این حال سالانه در حال رشد است. همچنین سواحل خلیج فارس می‌توانند محلی برای استفاده از انرژی جزر و مدی اقیانوس باشد و همچنین سواحل دریای خزر می‌تواند مکان مناسبی برای بهره‌برداری از انرژی حرارتی باشد. درحال حاضر ۵۵۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر در ایران در حال ساخت است و ظرفیت نصب شده انرژی‌های تجدیدپذیر به ۵۷۵ مگاوات رسیده است. انرژی‌های تجدیدپذیر از نظر اشتغال‌زایی منجر به اشتغال ۴۷ هزار و ۳۲۱ نفر به صورت مستقیم و غیرمستقیم در کشور شده است. ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های بادی ایران حدود ۲۵۹ مگاوات (۴۵ درصد از کل ظرفیت نصب شده انرژی‌های تجدیدپذیر) است که بیشتر در منجیل و رودبار قرار دارد. انرژی بیوگاز در ایران عمدتاً از فاضلاب، پسماندهای خانگی و صنعتی، فضولات حیوانی و پسماند محصولات کشاورزی تولید می‌شود. بر این اساس کشور ایران دارای پتانسیل‌های متنوعی از انرژی تجدیدپذیر است و بهره‌برداری از این منابع می‌تواند موجب امنیت و پایداری در بخش انرژی کشور شود. سلیمانی[2] (۲۰۲۱) پژوهشی را تحت عنوان مروری بر سیاست‌های انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران انجام داد. هدف از این پژوهش بررسی روند تقاضای انرژی، سیاست‌ها و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، تبیین رابطه علی بین انرژی‌های تجدیدپذیر و فسیلی و رشد اقتصادی بود. نتایج پژوهش حاکی از آن است که در حال حاظر تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر نقش کافی و مناسبی در سبد انرژی کشور ایران ندارد به همین دلیل راهبردهایی جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران اتخاذ شده که هسته اصلی آن بر سیاست تنوع‌بخشی به منابع انرژی در کشور استوار است، همچنین اظهار داشت، که انرژی خورشیدی، انرژی آبی و انرژی زیست توده حاصل از پسماندهای شهری و محصولات کشاورزی به عنوان منابع انرژی تجدیدپذیر می‌توانند در این راستا بکارگرفته شوند. میشل و همکاران[3] (۲۰۲۳) در پژوهشی تحت عنوان هم‌افزایی سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی و کشاورزی پایدار برای توسعه روستایی در نیجریه به بررسی قابلیت و اهمیت اجرای سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر ترکیبی در بخش کشاورزی نیجریه پرداخته‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که از بین صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی انرژی خورشیدی برای تولید برق با ۹۸/۳ درصد بیشترین سهم را در میان انرژی‌های تجدیدپذیر دارد و مابقی آن به انرژی بایوگاز و توربین‌های بادی تعلق دارد. با این حال، چالش‌هایی مانند داده‌های نادرست، زیرساخت‌های ناکافی، و پویایی سیاست‌های ناسازگار بر سر راه توسعه سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی وجود دارد. همچنین معتقد است که استفاده از سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر ترکیبی در بخش کشاورزی با اهداف توسعه پایدار سازگار است و باعث افزایش بهره‌وری کشاورزی، خودکفایی و سازگاری با محیط زیست در نیجریه خواهد شد. کومار و همکاران[4] (۲۰۲۳) در پژوهشی تحت عنوان: انرژی خورشیدی یک منبع تجدیدپذیر قابل اتکا برای برآوردن تقاضای انرژی در بخش کشاورزی هند، به بررسی وضعیت، اهمیت، در دسترس بودن، و کاربردهای فناوری‌های انرژی خورشیدی در بسیاری از عملیات‌های کشاورزی که در حال حاضر در سراسر هند در حال انجام است، پرداخته‌اند. نتایج گویای آن است که انرژی خورشیدی به عنوان یکی از امیدوارکننده‌ترین و قابل اتکاترین جایگزین‌های تجدیدپذیر برای ایجاد گرما و برق از طریق فناوری‌های خورشیدی برای کشاورزی و همچنین فرآیندهای مختلف صنعتی شناخته شده است. هولچک و همکاران (۲۰۲۲)در پژوهشی با عنوان؛ یک ارزیابی جهانی: آیا تا سال ۲۰۵۰ انرژی‌های تجدیدپذیر

1. Mohsen et al
2. solaymani
3. Michael et al
4. Kumar et al

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

می‌توانند جایگزین انرژی‌های فسیلی شوند؟ این مطالعه اثربخشی استفاده از هشت مسیر را برای انتقال کامل از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۵۰ ارزیابی کرده است. این هشت مسیر عبارتند از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، بهبود بهره‌وری انرژی، افزایش صرفه‌جویی در انرژی، مالیات بر انتشارکربن، تعادل عادلانه‌تر رفاه انسان و مصرف سرانه انرژی، تعیین سقف مجاز انتشار کربن، جذب، استفاده و ذخیره کربن و توسعه انرژی هسته‌ای. برای دستیابی به هدف مصرف صفر از انرژی‌های فسیلی تا سال ۲۰۵۰ اگر تقاضای انرژی در سطح تقاضای انرژی در سال ۲۰۲۰ ثابت بماند یا ۵۰ درصد افزایش یابد، تولید انرژی تجدیدپذیر باید ۶ تا ۸ برابر افزایش یابد. محدود کردن تقاضای جهانی انرژی تا سال ۲۰۵۰ و افزایش ۲۵ درصدی نسبت به سطح سال ۲۰۲۰، احتمال دستیابی به استقلال از سوخت‌های فسیلی را بهبود می‌بخشد. بهبود در بهره‌وری انرژی باید فراتر از نرخ فعلی یعنی ۱/۵درصد در سال باشد. استفاده بیشتر از سیاست‌های حفاظت از انرژی شامل استفاده از زمین و مالیات می‌تواند به طور بالقوه مصرف انرژی جهان را تا سال ۲۰۵۰ بیشتر از ۱۰ درصد کاهش دهد.

رحمان و همکاران[1] (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان توانمندسازی بخش کشاورزی: وضعیت فعلی، پتانسیل‌ها و چالش‌های بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، به بررسی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر برای فعالیت‌های کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته و مقایسه آن‌ها می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی کشورهای توسعه یافته به خوبی پذیرفته شده است، اما در کشورهای درحال توسعه بکارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی با چالش‌های فنی و اقتصادی زیادی روبه رو است و معتقد است که بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، کلید توسعه پایدار در بخش کشاورزی می‌باشد.

مرور ادبیات پیشین داخلی و خارجی صورت‌گرفته در این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به محدودیت‌ها و اثرات منفی ناشی از انرژی‌های فسیلی، سیاست‌های عمومی در هر دو سطح داخلی و بین‌المللی به‌طور واضح به سمت توسعه و به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزینی آن‌ها با منابع فسیلی معطوف شده است. همچنین، رویکرد پژوهشگران در این زمینه از منظر کل‌نگرانه بوده و به بررسی ابعاد مختلف این موضوع پرداخته‌اند. با توجه به اینکه انرژی‌های تجدیدپذیر به‌طور مستقیم از منابع طبیعی نشأت می‌گیرند و میزان و کیفیت آن‌ها بر اساس موقعیت جغرافیایی متغیر است، رویکرد کل‌نگر به تنهایی نمی‌تواند به‌طور مؤثر پاسخگوی نیازها باشد. از این رو، شناسایی پتانسیل‌های کاربردی انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاس‌های کوچک ضروری است. این امر باید در قالب یک روند استقرایی (جز به کل) صورت پذیرد تا زمینه‌ساز عملیاتی‌سازی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاس خرد و در نهایت در مقیاس کلان گردد. همچنین، بررسی‌های انجام‌شده در مرور پیشینه نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، شناسایی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر و ارائه یک اولویت‌بندی کاربردی در بخش‌های روستایی و کشاورزی به‌طور کافی صورت نگرفته است. علاوه بر این، بیشتر تحقیقات موجود عمدتاً در قالب تحقیقات کمی و در مقیاس بزرگ با تکیه بر رویکرد اثبات‌گرایی انجام شده‌اند. لذا، پژوهش حاضر با نگاهی نو به این مسئله، به‌منظور پرکردن شکاف‌های تحقیقاتی موجود و بررسی عمیق‌تر موضوع، به تفسیر مسائل پژوهشی می‌پردازد و تلاش می‌کند اطلاعاتی مستقیم، مفید، کاربردی و متمرکز بر منطقه مورد مطالعه استخراج و ارائه نماید.

روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی، به لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها، توصیفی-تحلیلی و از نظر ماهیت در زمره پژوهش‌های کیفی قرار دارد. رویکردهای تحلیل محتوای کیفی عمدتاً بر سه نوع اصلی استوار هستند که شامل تحلیل محتوای متعارف، تحلیل محتوای جهت‌دار و تحلیل محتوای تجمعی می‌باشند(Hsieh et al, 2005). روش تحلیل محتوای جهت‌دار زمانی به کار می‌رود که در مورد پدیده مورد بررسی، چهارچوب‌ها و دیدگاه‌های نظری متنوعی وجود دارد. در مقابل، روش تحلیل محتوای تجمعی هنگامی به کار گرفته می‌شود که هدف تحقیق، مرور ادبیات مرتبط با موضوع باشد. از سوی دیگر، رویکرد تحلیل محتوای متعارف زمانی مورد استفاده قرار

1. Rahman et al

می‌گیرد که اطلاعات کافی درباره پدیده مورد مطالعه در دسترس نیست و به عبارت دیگر، این رویکرد بر پایه روش استقرایی بنا شده است. در این روش، پژوهشگر تلاش می‌کند تا مقوله‌ها را به‌طور مستقیم از داده‌ها استخراج کند و از به‌کارگیری مقوله‌های از پیش تعیین‌شده پرهیز نماید. به این ترتیب، اطلاعات به‌دست‌آمده از این روش، اطلاعاتی مستقیم، دست اول و بدون تحمیل نظریه یا مقوله‌ای از قبل تعیین‌شده خواهد بود (Kuckartz et al, 2023). با توجه به اینکه در حوزه مطالعه پژوهش حاضر اطلاعات کافی در دسترس نبوده است، تلاش می‌شود تا با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل محتوای متعارف، اطلاعات دست اول و مستقیمی از پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در منطقه مورد مطالعه استخراج گردد. این رویکرد به‌منظور پیشبرد هدف کلی، که توسعه بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش‌های روستایی و کشاورزی است، اتخاذ شد. روش گردآوری داده در این قسمت از کار پژوهشی، مصاحبه نیمه ساختارمند به شکل انفرادی است که با استفاده از پروتکل پژوهش انجام شد. این پروتکل از دو بخش اصلی تشکیل شده است؛ بخش اول مربوط به مشخصات تکنیکی مصاحبه می‌باشد که شامل موارد مختلفی اعم از قالب مصاحبه، نحوه انتخاب مشارکت‌کننده، مشخصات مصاحبه شونده و سایر مشخصات (مانند نحوه مصاحبه، زمان مصاحبه، میزان تحصیلات، سن، شغل و تجارب شغلی و عوامل تاثیرگذار بر مصاحبه) می‌باشد. بخش دوم پروتکل نیز شامل پرسش‌های مصاحبه در دو محور اصلی به شرح زیر می‌باشد:

۱- میزان آشنایی با انرژی‌های تجدیدپذیر و انواع آن

۲- با توجه به موقعیت جغرافیایی استان و عوامل زیرساختی منابع بالقوه انرژی‌های تجدیدپذیر در استان کردستان کدامند؟

لازم به ذکر است که با پرسیدن این پرسش‌ها مصاحبه آغاز شده و با توجه به پاسخ‌های دریافتی از مصاحبه شونده، ذیل آن‌ها پرسش‌های فرعی دیگری جهت رسیدن به جزئیات بیشتر و دقیق‌تر در هریک از محورها مطرح شد. مشارکت‌کنندگان در این پژوهش کارشناسان، خبرگان موضوعی و مطلعان کلیدی در بخش‌های مختلف بودند که با در نظر گرفتن دو معیار مرتبط بودن تحصیلات با موضوع و داشتن تجربه یا دانش ویژه دررابطه با موضوع پژوهش انتخاب شدند. همچنین تلاش بر این بود که کارشناسان از مناطق مختلف استان باشند که به صورت تخصصی آشنایی با جغرافیای شهرستان و منطقه خود را داشته باشند. در جدول(۳) به نحوه توزیع افراد و زمینه اصلی فعالیت آن‌ها اشاره شده است. برای انتخاب مشارکت‌کنندگان در این پژوهش از روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک نمونه‌گیری گلوله‌برفی استفاده شد. بر این اساس ابتدا پژوهش با تعداد محدودی از مشارکت‌کنندگان آغاز و در ادامه از هر فرد خواسته شد تا افراد دیگری که از شرایط و معیارهای لازم برای شرکت در پژوهش برخودار هستند را معرفی کنند. لازم به ذکر است که برخی از کارشناسان معرفی‌شده در هماهنگی‌های به‌عمل آمده بنا به دلایل مختلف حاضر به انجام مصاحبه نشدند. در نهایت پس از انجام ۱۵ مصاحبه اشباع نظری به دست آمد و روند مصاحبه متوقف شد. به‌منظور اطمینان از اعتبار داده‌ها و دقت یافته‌ها، معیارهای تاییدپذیری (Confirmability)، اعتبارپذیری (Credibility) و انتقال‌پذیری (Transferability)داده‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند (Golafshani, 2003). به منظور بررسی تاییدپذیری و بدست آوردن بازخوردها تمامی مصاحبه‌های ضبط‌شده و نوشتارها پس از انجام تحلیل به وسیله پژوهشگر در اختیار تیم پژوهش قرارگرفت تا ارتباط و تناسب بین داده‌های خام و نتایج بدست آمده از آن‌ها مورد تایید قرار بگیرد، همچنین به منظور بررسی اعتبارپذیری در این پژوهش از تکنیک سه بعدی سازی (استفاده از محققان مختلف در مراحل جمع آوری و تحلیل داده‌ها) استفاده شد و در نهایت جهت بررسی انتقال پذیری، شرایط انجام پژوهش با دقت توصیف شد (Ahmed et al, 2024).

جدول ۳. توزیع کارشناسان،خبرگان و مطلعان کلیدی

ردیف	کارشناسان، خبرگان و مطلعان کلیدی	تعداد
۱	کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان و شهرستان‌های تابعه	۶
۲	کارشناسان اداره برق استان کردستان	۲
۳	کارشناسان بخش مطالعات شرکت توزیع نیروی استان کردستان	۲
۴	اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان	۳

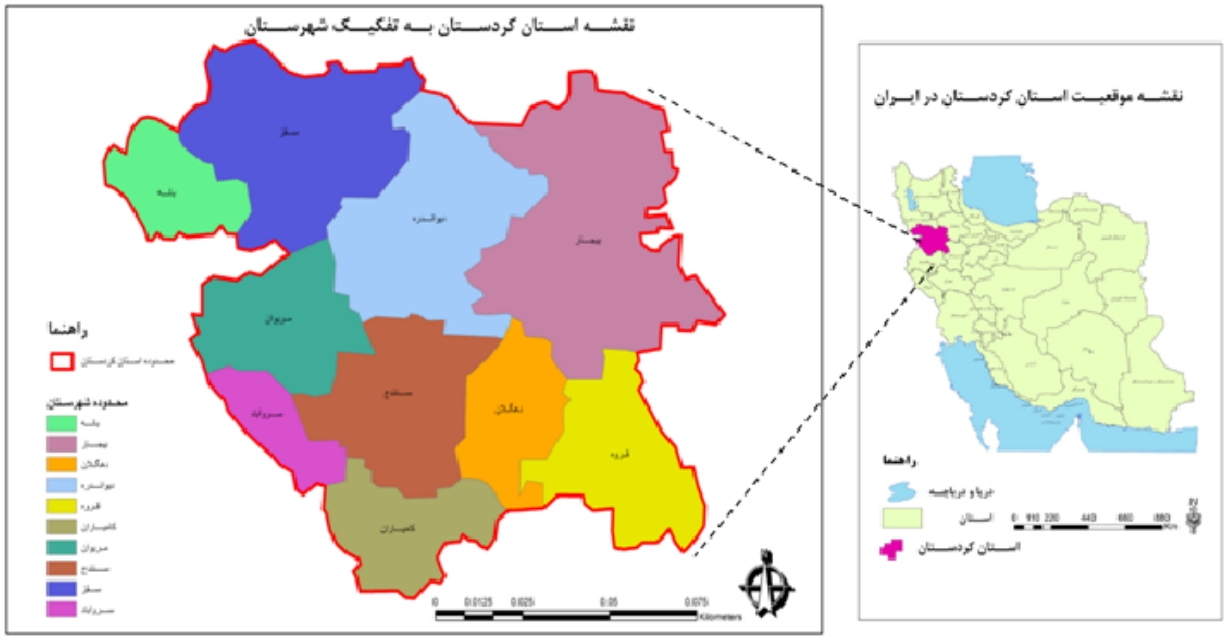
تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

۵	کارشناسان بنیاد برکت	۱
۶	کارشناسان سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی	۱
	مجموع	۱۵

به منظور تحلیل داده‌های گردآوری شده در این پژوهش از تحلیل محتوای کیفی با رویکرد متعارف و با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودا (MAXQDA) بهره گرفته شده است. داده‌های گردآوری‌شده پس از استخراج نشانه‌ها و تفکیک در قالب محورهای مختلف طبقه‌بندی شدند.

منطقه مورد مطالعه

استان کردستان یکی از استان‌های ایران به مرکزیت سنندج است که در بخش غربی ایران واقع شده است. مساحت این استان برابر با ۲۹۳۴۹ کیلومتر مربع و ۱/۷درصد از کل مساحت کشور را دارا می‌باشد. از شمال به استان‌های آذربایجان‌غربی و زنجان، از شرق به همدان و زنجان، از جنوب به کرمانشاه و از غرب به اقلیم کردستان در کشور عراق محدود است. استان کردستان با کشور عراق ۲۳۷ کیلومتر مرز مشترک دارد. استان کردستان برپایه آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۴۰۰ دارای ۱۰ شهرستان، ۳۱ بخش، ۳۰ شهر، ۸۶ دهستان و ۱۶۵۱ آبادی دارای سکنه و ۲۰۵ آبادی خالی از سکنه بوده‌است (Governorate, 2021).



شکل ۱. نقشه محدوده مورد مطالعه

یافته‌ها

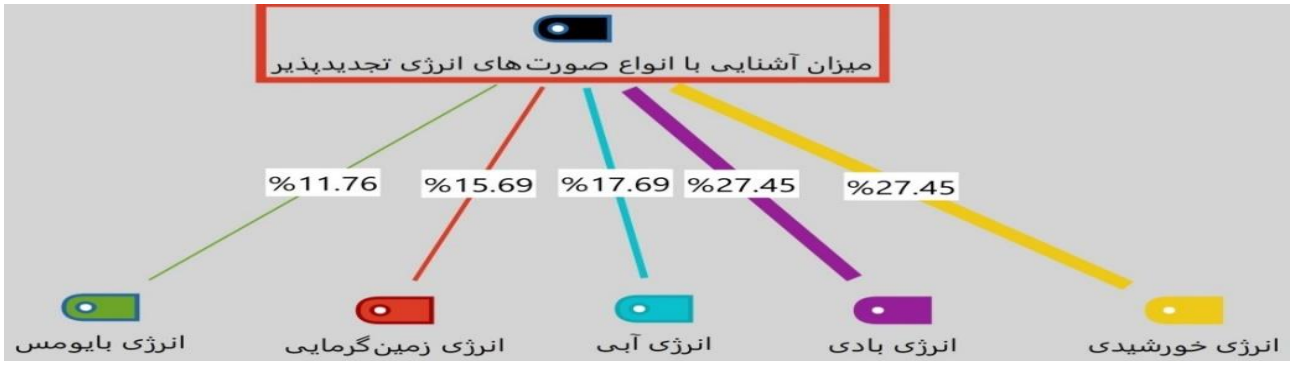
نتایج حاصل از تحلیل محتوای کیفی در مرحله کدگذاری باز، بر اساس بررسی عمیق و خط به خط متون مصاحبه و استخراج نشانه‌ها، مفاهیم و جملات مرتبط با موضوع انجام شد. در این مرحله، ۱۹۶ نشانه استخراج گردید که در قالب چهار محور بر اساس اشتراکات موضوعی، شامل: میزان آشنایی کارشناسان با انواع مختلف انرژی تجدیدپذیر، پتانسیل‌های بالقوه انرژی تجدیدپذیر در استان کردستان، اولویت‌بندی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر بر اساس کاربرد و دسترسی آسان در منطقه، و در نهایت، راهکارهای توسعه انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان، از ابعاد مختلف بازطبقه‌بندی شدند. این محورها به تفکیک در ادامه ارائه خواهد شد.

بررسی میزان آشنایی خبرگان و کارشناسان موضوعی با صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر

در مصاحبه‌های انجام شده، پرسش‌هایی درباره میزان آشنایی مصاحبه شوندگان با صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر مطرح شد. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها در قالب واحدهای مفهومی نشان داد که بیشترین میزان اطلاعات و آگاهی درباره انرژی خورشیدی و بادی وجود دارد. در این راستا در مرحله کدگذاری باز ۵۱ نشانه از متن مصاحبه‌ها استخراج شد. نشانه‌های استخراج شده در قالب کدهای محوری در پنج محور شامل انرژی خورشیدی، بادی، آبی، زمین‌گرمایی و زیست‌توده طبقه‌بندی شد و در نهایت در مقوله میزان آشنایی کارشناسان با صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر قرار گرفت. خروجی حاصل از تحلیل داده‌ها در جدول (۴) و شکل (۲) نیز آورده شد.

جدول ۴. میزان آشنایی کارشناسان با صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر

مقوله	کدهای محوری	فراوانی	سهم از کل(درصد)
میزان آشنایی با صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر	انرژی خورشیدی	۱۴	۲۷/۴۵
	انرژی بادی	۱۴	۲۷/۴۵
	انرژی آبی	۹	۱۷/۶۹
	انرژی زمین‌گرمایی	۸	۱۵/۶۹
	انرژی زیست توده	۶	۱۱/۷۶



شکل ۲. میزان آشنایی کارشناسان با صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر

بررسی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در استان کردستان از دیدگاه خبرگان و کارشناسان موضوعی

در مصاحبه‌های انجام‌شده، از مصاحبه شوندگان خواسته شد که بر اساس موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی استان کردستان پتانسیل‌های بالقوه در استان را مشخص کنند. براساس تحلیل داده‌های حاصل از متن مصاحبه‌ها، کارشناسان و خبرگان موضوعی در قالب مفاهیم و جملات متعدد به این پتانسیل‌ها اشاره کردند. در مرحله کدگذاری باز در این باره ۳۷ نشانه از جملات مصاحبه که حاوی مفاهیم و کلماتی بود که نشان از انواع مختلف انرژی تجدیدپذیر داشت، استخراج شد. در مرحله بعدی (کدگذاری محوری) این نشانه‌ها بر اساس روابط و اشتراکات بازطبقه‌بندی شدند و در قالب چهار کد محوری شامل انرژی خورشیدی، بادی، آبی و زیست‌توده دسته‌بندی شدند که بیشترین فرآوانی یا تکرار را انرژی خورشیدی با ۱۵ نشانه و انرژی بادی با ۱۴ نشانه و انرژی آبی و زیست توده هرکدام به ترتیب دارای فراوانی ۵ و ۳ نشانه داشتند. در نهایت این چهار کد محوری در قالب مقوله پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در استان کردستان قرار گرفتند. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها در جدول (۵) و شکل (۳) به تفکیک آورده شد.

جدول ۳. پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در استان کردستان

مقوله	کدهای محوری	فراوانی	سهم از کل(درصد)
پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر	پتانسیل انرژی خورشیدی	۱۵	۴۰/۵۴
	پتانسیل انرژی بادی	۱۴	۳۷/۸۴
	پتانسیل انرژی آبی	۵	۱۳/۵۱

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

پتانسیل‌های زیست‌توده	۳	۸/۱۱
جمع کل	۳۷	۱۰۰

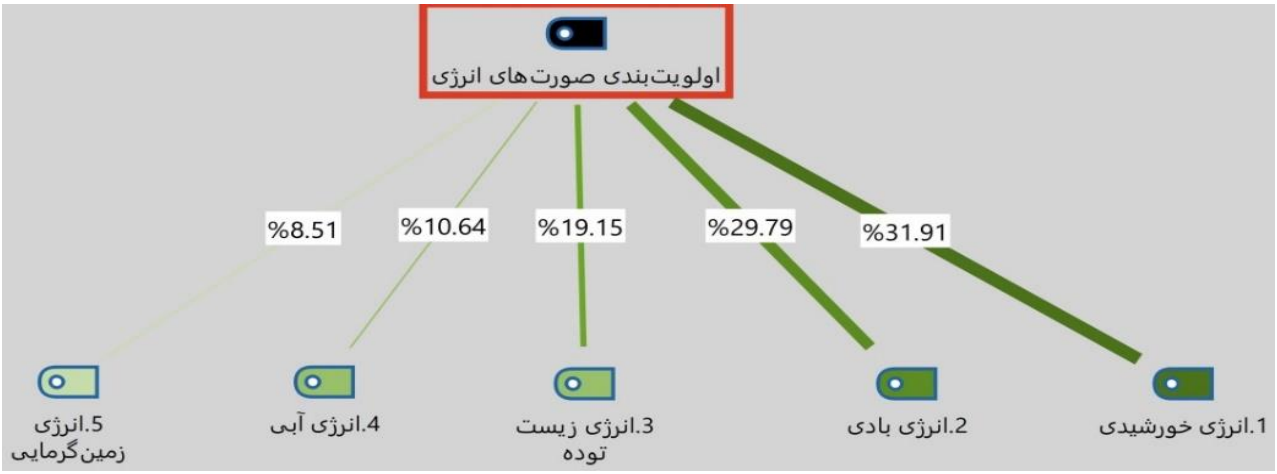
شکل ۳. پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در استان کردستان

بررسی اولویت‌بندی کاربرد صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان از دیدگاه خبرگان و کارشناسان موضوعی

در این بررسی از مصاحبه شوندگان خواسته شد با توجه به پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در استان از بین صورت‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی خورشیدی، بادی، آبی، زمین‌گرمایی و انرژی حاصل از زیست‌توده اولویت‌بندی بکارگیری آن‌ها را در بخش کشاورزی از دیدگاه خود انجام دهند. در مرحله نخست کدگذاری باز، تعداد ۴۷ نشانه از متن مصاحبه‌ها استخراج گردید. این نشانه‌ها بر اساس نظر کارشناسان، به عنوان محتمل‌ترین، کاربردی‌ترین و سهل‌الوصول‌ترین انواع انرژی که با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی استان موجود است، طبقه‌بندی شدند. نتایج تحلیل نشان می‌دهد که از مجموع ۴۷ نشانه استخراج‌شده، ۱۵ نشانه، معادل ۳۱/۹ درصد از کل نشانه‌ها، به‌طور اجماعی از سوی مصاحبه‌شوندگان به‌عنوان اولویت اول در استفاده از انرژی خورشیدی شناسایی شده‌اند. این امر به این معناست که با توجه به موقعیت جغرافیایی و تعداد روزهای آفتابی در استان، به‌کارگیری و سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی توجیه‌پذیر است. در اولویت دوم، ۲۹/۷۹ درصد از کل نشانه‌ها به انرژی بادی اختصاص یافت. اولویت سوم به انرژی حاصل از زیست‌توده تعلق دارد که ۱۹/۱۵ درصد از نشانه‌ها آن را کاربردی ارزیابی کرده‌اند. در اولویت چهارم، ۱۰/۶۴ درصد از نشانه‌ها به انرژی آبی نسبت داده شده‌اند و در نهایت، انرژی زمین‌گرمایی با ۸/۵۱ درصد، آخرین اولویت را به خود اختصاص داده است. همچنین در رابطه با انرژی زمین‌گرمایی کارشناسان معتقداند که در این زمینه باید مطالعات اکتشافی انجام شود. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها در جدول (۶) و شکل (۴) آورده شد.

جدول ۴. اولویت‌بندی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان

مقوله	کدهای محوری	فراوانی	سهم از کل(درصد)
اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر	انرژی خورشیدی	۱۵	**۳۱/۹۱**
	انرژی بادی	۱۴	**۲۹/۷۹**
	انرژی حاصل از زیست‌توده	۹	**۱۹/۱۵**
	انرژی آبی	۵	**۱۰/۶۴**
	انرژی زمین‌گرمایی	۴	**۸/۵۱**
جمع کل		۴۷	**۱۰۰**



شکل ۴. اولویت‌بندی بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان

بررسی راهکارهای توسعه انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان کردستان از دیدگاه کارشناسان و خبرگان موضوعی

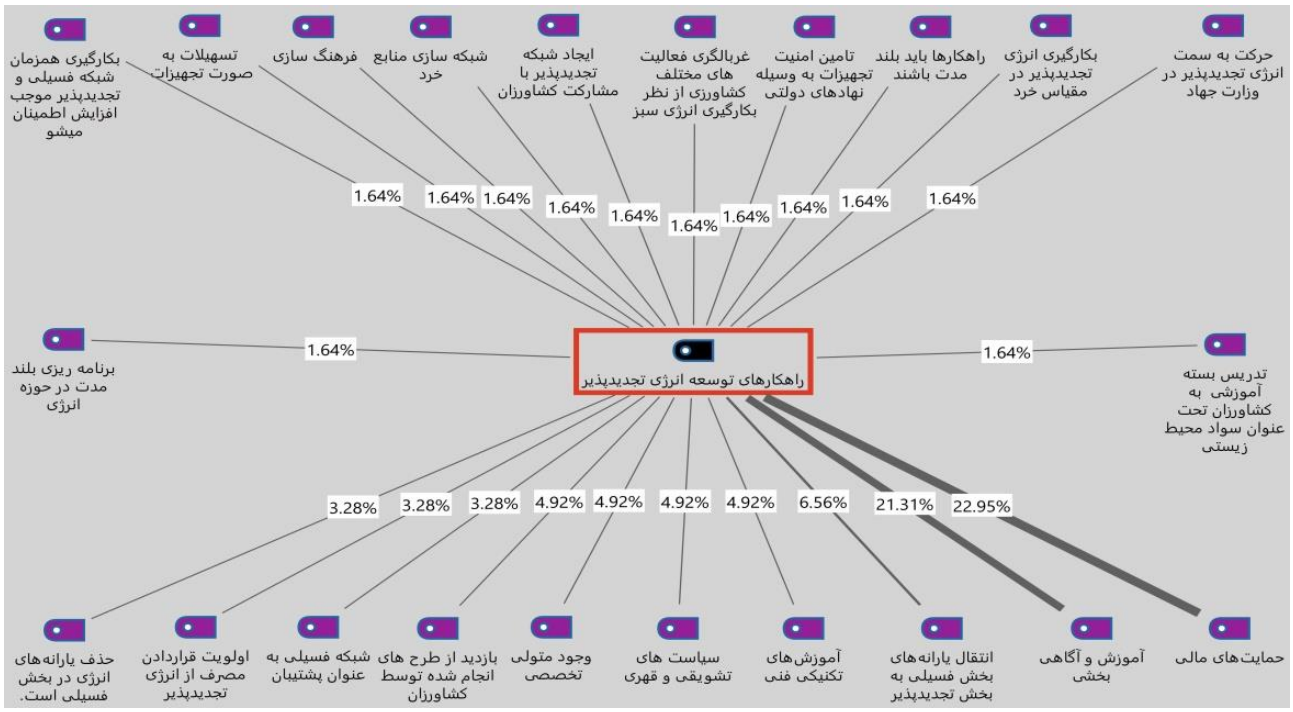
با توجه به چالش‌های موجود در حوزه انرژی کشور و پتانسیل‌های قابل توجه در استان، کارشناسان و متخصصان این حوزه راهکارهایی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان ارائه نمودند. مفاهیم و جملاتی که در مصاحبه‌ها در این زمینه مطرح شد، در مجموع به ۶۱ نشانه استخراج گردید. در مرحله بعد، با توجه به روابط و اشتراکات موجود، این نشانه‌ها در قالب ۲۲ کد محوری بازطبقه‌بندی شدند. از میان این کدها، حمایت‌های مالی با ۱۴ نشانه و آموزش و آگاهی بخشی با ۱۳ نشانه، و همچنین انتقال یارانه‌های بخش فسیلی به بخش تجدیدپذیر با ۴ نشانه، بیشترین فراوانی را دارا بودند. این کدهای محوری در نهایت در قالب مقوله‌ای تحت عنوان راهکارهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی استان دسته‌بندی شدند. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها در جدول (۷) و شکل (۵) آورده شد.

جدول ۷:راهکارهای توسعه و بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی

مقوله	کدهای محوری	فراوانی	سهم از کل(درصد)
راهکارهای توسعه و بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی	حمایت‌های مالی	۱۴	**۲۲/۹۵**
	آموزش و آگاهی بخشی	۱۳	**۲۱/۳۱**
	انتقال یارانه‌های بخش فسیلی به بخش تجدیدپذیر	۴	**۶/۵۶**
	سیاست‌های تشویقی و قهری	۳	**۴/۹۲**
	آموزش‌های تکنیکی فنی	۳	**۴/۹۲**
	وجود متولی تخصصی	۳	**۴/۹۲**
	بازدید از طرح های انجام شده توسط کشاورزان	۳	**۴/۹۲**
	تعریف شبکه فسیلی به عنوان پشتیبان	۲	**۳/۲۸**
	اولویت قراردادن مصرف از انرژی تجدیدپذیر	۲	**۳/۲۸**
	حذف یارانه‌های انرژی در بخش فسیلی	۲	**۳/۲۸**
	بکارگیری همزمان شبکه فسیلی و تجدیدپذیر جهت افزایش اطمینان	۱	**۱/۶۴**
	بکارگیری انرژی تجدیدپذیر در مقیاس خرد	۱	**۱/۶۴**
	شبکه سازی منابع خرد	۱	**۱/۶۴**
	برنامه‌ریزی بلندمدت در حوزه انرژی	۱	**۱/۶۴**
	حرکت به سمت انرژی تجدیدپذیر در وزارت جهاد	۱	**۱/۶۴**
	تدریس بسته آموزشی به کشاورزان تحت عنوان سواد محیط زیستی	۱	**۱/۶۴**
	راهکارها باید به صورت بلند مدت و مستمر باشند	۱	**۱/۶۴**

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

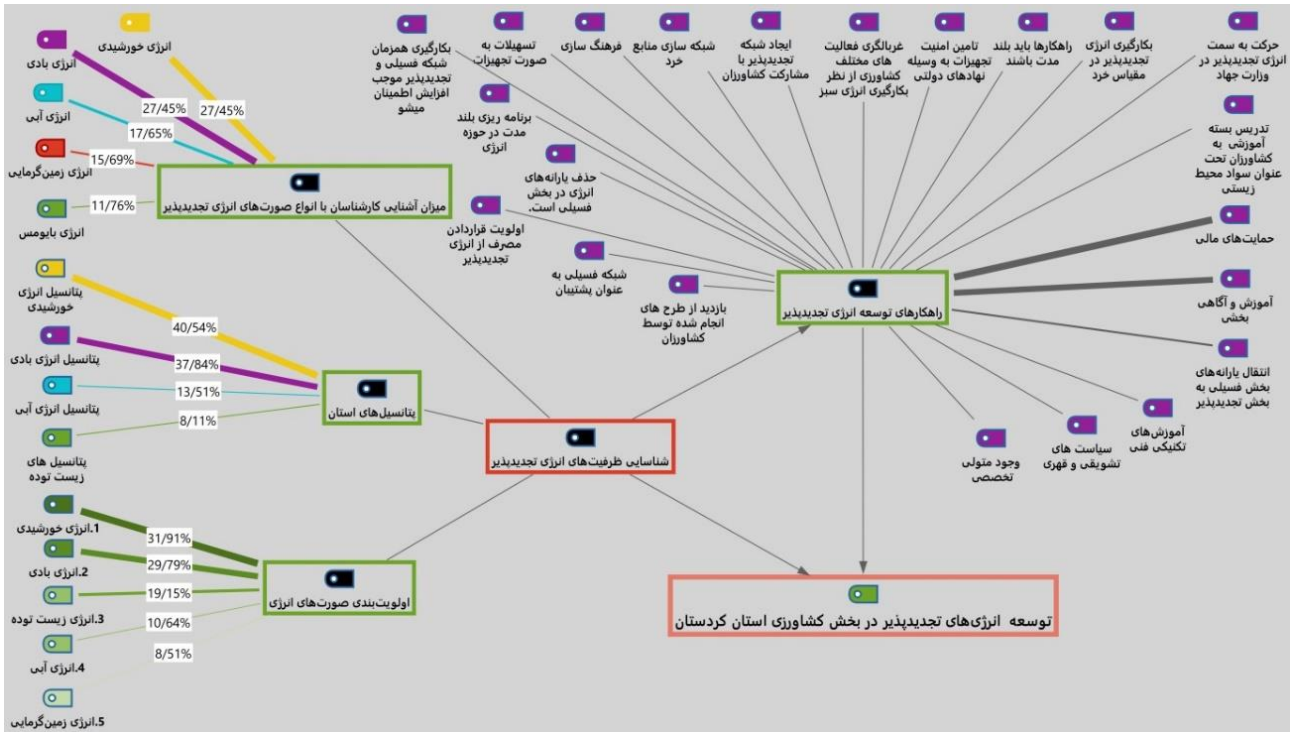
مقوله	کدهای محوری	فراوانی	سهم از کل(درصد)
	تسهیلات به صورت تجهیزات باشد	۱	۱/۶۴
	فرهنگ سازی	۱	۱/۶۴
	غربالگری فعالیت‌های مختلف کشاورزی از نظر پتانسیل بکارگیری انرژی سبز	۱	۱/۶۴
	ایجاد شبکه تجدیدپذیر با مشارکت کشاورزان	۱	۱/۶۴
	تامین امنیت تجهیزات به وسیله نهادهای دولتی	۱	۱/۶۴
جمع کل		۶۱	۱۰۰



شکل ۵. راهکارای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در مناطق روستایی و بخش کشاورزی استان کردستان

مدل‌سازی کیفی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر و راهکارهای توسعه آن در مناطق روستایی و بخش کشاورزی استان کردستان از دیدگاه کارشناسان و خبرگان موضوعی

در این بخش، پس از تعیین دانش کارشناسان در خصوص انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، از آنان خواسته شد تا با توجه به موقعیت جغرافیایی استان و سایر عوامل مؤثر، ظرفیت‌های انرژی تجدیدپذیر را شناسایی نمایند. سپس، بر اساس سهولت در استخراج، کاربرد و امکان توسعه، انواع مختلف انرژی تجدیدپذیر اولویت‌بندی شدند. در این مرحله، سه محور اصلی شامل دانش کارشناسان، پتانسیل‌های استان و اولویت‌بندی کاربرد انواع انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی، در قالب مقوله‌ای تحت عنوان شناسایی ظرفیت‌های انرژی تجدیدپذیر طبقه‌بندی گردید. براساس ظرفیت‌های شناسایی‌شده در استان، کارشناسان اقدام به ارائه راهکارهایی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی نمودند. این راهکارها در ابعاد مختلف از جمله اقتصادی، اجتماعی، فنی و زیرساختی تدوین گردید. در نهایت، نتایج این تحلیل‌ها و راهکارها در قالب یک مدل کیفی در شکل (۶) ارائه شده است.



شکل ۶:مدل‌سازی کیفی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر در استان کردستان و راهکارهای توسعه آن از دیدگاه کارشناسان و متخصصان موضوعی

بحث و نتیجه‌گیری

با نگاهی سیستماتیک به مناطق روستایی، می‌توان دریافت که کشاورزی هسته اصلی اقتصاد روستایی در ایران است و به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی جریان توسعه روستایی محسوب می‌شود. تمرکز بر توسعه پایدار کشاورزی به ایجاد پایداری در مناطق روستایی کمک می‌کند و این امر ضروری و اجتناب‌ناپذیر است که از طریق ورود علم روز و فناوری‌های مدرن به این حوزه میسر می‌شود. راهبردهای مرتبط با کاهش فقر و احیای مناطق روستایی، منجر به افزایش مصرف انرژی در این مناطق گردیده و این موضوع تعارضاتی را با مناطق شهری و صنعتی از نظر دسترسی و بهره‌مندی از منابع انرژی ایجاد کرده است. انرژی به‌عنوان یک عنصر اساسی در تولیدات کشاورزی مدرن شناخته می‌شود. در مناطق روستایی و بخش کشاورزی، انرژی غالباً از منابع فسیلی تأمین می‌شود. با این حال، میزان ذخایر این منابع به‌طور مداوم در حال کاهش است و دسترسی به آن‌ها به‌دلیل هزینه‌های بالا و دشواری‌های فنی، روز به روز پیچیده‌تر می‌شود. مصرف منابع فسیلی منجر به آلودگی محیط‌زیست، گرم شدن کره زمین و تغییرات اقلیمی شده است که این عوامل به‌عنوان تهدیدات جدی برای پایداری مناطق روستایی و بخش کشاورزی به شمار می‌آیند. بنابراین، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک ضرورت، در راستای توسعه روستایی و کشاورزی تلقی می‌شود. بر اساس نتایج این پژوهش، دانش و اطلاعات کارشناسان حوزه انرژی استان در خصوص انرژی‌های تجدیدپذیر به‌طور دقیق‌تر به شرح زیر است: بیشترین آگاهی در مورد انرژی‌های خورشیدی و بادی به ترتیب با ۲۷,۴۵ درصد، انرژی آبی با ۱۷/۶۵درصد، انرژی زمین‌گرمایی با ۱۵,۶۹ درصد و انرژی زیست‌توده با ۱۱,۷۶ درصد مشاهده می‌شود. این یافته‌ها نشان‌دهنده کمبود آموزش‌های تخصصی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، مزایا و کاربردهای آن‌ها در میان کارشناسان و کشاورزان منطقه است؛ این کمبود می‌تواند به‌عنوان یک مانع بزرگ در مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر عمل کند که این نتایج هم راستا با پژوهش‌های (Badsar et al, 2021; Barragán-Escandón et al, 2022; Čábelková et al, 2020; Masukujjaman et al, 2021) است. همچنین نتایج حاکی از آن است که استان کردستان دارای سبد متنوعی از منابع تجدیدپذیر است که ترکیب این سبد متنوع، براساس موقعیت جغرافیایی و سایر موارد موثر شامل ۴۰/۵۴ درصد انرژی خورشیدی، ۳۷/۸۴ درصد انرژی بادی، ۱۳/۵۱ درصد انرژی آبی و ۸/۱۱ درصد انرژی حاصل از زیست‌توده است که بیشتر از ۷۷ درصد آن را انرژی خورشیدی و

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

بادی تشکیل می‌دهد. حال طبق نظر کارشناسان و بر اساس در دسترس بودن، کاربردی بودن و سهل الوصول بودن برای توسعه منابع بالقوه تجدیدپذیر و بهره‌گیری عملی از آن‌ها، اولویت‌بندی انجام شد، نتایج حاکی از آن است که اولویت اول با ۳۱/۹ درصد برای انرژی خورشیدی، اولویت دوم با ۲۹/۷۹ درصد برای انرژی بادی، اولویت سوم با ۱۵/۱۹ درصد انرژی حاصل از زیست‌توده، اولویت چهارم ۱۰/۶۴ درصد انرژی آبی و اولویت آخر ۸/۵۱ درصد سایر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی زمین گرمایی آن هم در صورت اینکه مطالعات تخصصی زمین شناسی وجود آن را در استان تایید کند. بیش از ۶۰ درصد نشانه های استخراج شده از متن مصاحبه حاکی از آن است که انرژی خورشیدی و بادی کاربردی‌ترین صورت‌های انرژی تجدیدپذیر جهت توسعه و بکارگیری و جایگزینی با انرژی‌های فسیلی در بخش کشاورزی و روستایی استان کردستان هستند که این نتایج با مطالعات (Abualigah et al, 2022; Sayigh, 2024) هم سو است. اولویت‌بندی که توسط کارشناسان انجام گرفت، می‌تواند برنامه‌ریزی‌های آتی را در استان هدفمند و مثمر ثمر کند. باتوجه به ظرفیت‌های بالقوه موجود در استان راهکارهایی جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ابعاد مختلف ارائه شد که بیشترین تاکید توسط کارشناسان بر حمایت‌های مالی از بخش تجدیدپذیر، انتقال یارانه‌های منابع فسیلی به بخش تجدیدپذیر بود که با نتایج (Arasteh Taleshmekaiil et al, 2021; Delponte et al, 2020; Mahmud et al, 2021; Solangi et al, 2021; tashan et al, 2024; Wall et al, 2021) هم راستا است. همچنین آموزش و آگاهی بخشی به جامعه روستایی و کشاورزان، ایجاد شبکه‌های تجدیدپذیر با مشارکت روستاییان و کشاورزان، بکارگیری هم‌زمان شبکه فسیلی و تجدیدپذیر با اولویت قرار دادن شبکه تجدیدپذیر نیز توسط کارشناسان خاطر نشان شد. باتوجه به تنوع جغرافیایی که در پهنه کشور ایران وجود دارد منابع متنوع و سرشاری از انرژی‌های تجدیدپذیر را دارد اما شناسایی و اولویت‌بندی آن از نظر کاربرد و بکارگیری آن‌ها می‌تواند موجب ارتقا سطح پایداری و امنیت انرژی کشور و بخصوص استان کردستان شود. شناسایی ظرفیت‌های بالقوه منابع تجدیدپذیر در استان کردستان نیز می‌تواند در ارتقا سطح امنیت و پایداری انرژی بخصوص در مناطق روستایی و بخش کشاورزی کمک کند. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش و شناسایی ظرفیت‌های بالقوه انرژی‌های تجدیدپذیر در استان کردستان، پیشنهادات کاربردی زیر به منظور توسعه و بهره‌گیری از این منابع انرژی ارائه می‌شود:

۱. برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی: برگزاری برنامه‌های آموزشی برای کارشناسان و کشاورزان در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه در حوزه‌های انرژی خورشیدی و بادی. این دوره‌ها باید شامل مباحثی چون تکنولوژی‌های نوین، مزایا و کاربردهای عملی انرژی‌های تجدیدپذیر باشد. ۲. حمایت‌های مالی: ارائه مشوق‌های مالی و یارانه‌ای برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه برای کشاورزان و فعالان بخش روستایی. انتقال یارانه‌های منابع فسیلی به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به منظور کاهش هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری. ۳. ایجاد شبکه‌های انرژی تجدیدپذیر: طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌های انرژی تجدیدپذیر با مشارکت جوامع محلی و کشاورزان. این شبکه‌ها می‌توانند به افزایش همکاری و تبادل دانش در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کنند. ۴. تحقیقات زمین‌شناسی: انجام مطالعات تخصصی زمین‌شناسی برای تأیید وجود و ارزیابی منابع انرژی زمین‌گرمایی و سایر منابع تجدیدپذیر، به‌منظور شناسایی ظرفیت‌های جدید. ۵. توسعه زیرساخت‌ها: سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های لازم برای بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز برای تولید انرژی خورشیدی و بادی. ۶. توسعه سیاست‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر: تدوین سیاست‌های کلان و برنامه‌های راهبردی برای توسعه پایدار انرژی‌های تجدیدپذیر در استان کردستان، با توجه به اولویت‌بندی‌های کارشناسان و ظرفیت‌های موجود. ۷. افزایش آگاهی و اطلاعات عمومی جمعیت روستایی و کشاورزان: برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای عمومی برای آگاهی بخشی به جامعه روستایی در مورد مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر و اهمیت آن‌ها برای توسعه پایدار مناطق روستایی. ۸.توسعه طرح‌های آزمایشی: راه‌اندازی پروژه‌های آزمایشی و پایلوت در زمینه انرژی‌های خورشیدی و بادی به‌منظور نشان دادن کارایی و مزایای این فناوری‌ها به جوامع روستایی. با اجرای این پیشنهادات، می‌توان به بهبود شرایط

اقتصادی و اجتماعی در استان کردستان کمک کرده و به توسعه پایدار انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به منابع فسیلی دست یافت.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

با توجه اینکه مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه می‌باشد، سهم و نقش نویسنده اول، به عنوان دانشجوی دکتری، نویسنده دوم و سوم به عنوان استاد راهنما و نویسنده چهارم و پنجم به عنوان استاد مشاور بود.

تضاد منافع

هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

از همه افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت آنها در این مقاله تشکر و قدرانی می نمایند.

منابع

Abualigah, L., Zitar, R. A., Almotairi, K. H., Hussein, A. M., Abd Elaziz, M., Nikoo, M. R., & Gandomi, A. H. J. E. (2022). Wind, solar, and photovoltaic renewable energy systems with and without energy storage optimization: A survey of advanced machine learning and deep learning techniques. *15*(2), 578 . doi.org/10.3390/en15020578

Ahmed, S. K. J. J. o. M., Surgery,, & Health, P. (2024). The pillars of trustworthiness in qualitative research. *2*, 100051 .doi.org/10.1016/j.glmedi.2024.100051

Arasteh Taleshmekaiil, M. R., Khatibi, S. M. R., Mohemsaz, M., Azimi, M. H & ,.Sadeghpour, A. (2021). Investigating the effective factors of renewable energy development in tehran metropolis. *Mathematical Problems in Engineering, 2021* .https://doi.org/10.1155/2021/6636955

Badsar, M., & Karami, R. (2021). Understanding farmers' response to renewable energy: an application of Protection Motivation Theory. *Journal of Agricultural Science and Technology, 23*(5), 987-1000 . https://jast.modares.ac.ir/article-23-42761-en.html

Barragán-Escandón, A., Jara-Nieves, D., Romero-Fajardo, I., Zalamea-Leon, E. F., & Serrano-Guerrero, X. J. E. S. R. (2022). Barriers to renewable energy expansion: Ecuador as a case study. *43*, 100903 . https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100903

Blaschke, T., Biberacher, M., Gadocha, S., Schardinger, I. J. b., & bioenergy. (2013). 'Energy landscapes': Meeting energy demands and human aspirations. *55*, 3-16 . https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.11.022

Bolyssov, T. (2019). Features of the use of renewable energy sources in agriculture . doi:10.32479/ijeep.7443

Čábelková, I., Strielkowski, W., Firsova, I., & Korovushkina, M. (2020). Public acceptance of renewable energy sources: A case study from the Czech Republic. *Energies, 13*(7), 1742 . https://doi.org/10.3390/en13071742

Clausen, L. T., & Rudolph ,D. J. E. P. (2020). Renewable energy for sustainable rural development: Synergies and mismatches. *138*, 111289 .https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111289

Crippa, M., Guizzardi, D., Banja, M., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., . . . Quadrelli, R. J. J. S. f. P. R., European Commission, EUR. (2 .(۰۲۲CO2 emissions of all world countries. *31182* . https://doi.org/10.2760/07904

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

Delponte, I., & Schenone, C. (2020). RES Implementation in Urban Areas: An Updated Overview. *Sustainability, 12*(1), 382 .https://doi.org/10.3390/su12010382

E.I.A. (2023). u.s. information energy administration. Retrieved from https://www.eia.gov/energyexplained/what-is-energy/

Emezirinwune, M. U., Adejumobi, I. A., Adebisi, O. I., Akinboro, F. G. J. e.-P.-A. i. E. E., Electronics, & Energy. (2024). Synergizing hybrid renewable energy systems and sustainable agriculture for rural development in Nigeria. *7*, 100492 .https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100492

Golafshani, N. J. T. q. r. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *8*(4), 597-607 .

Gołasa, P., Wysokiński, M., Bieńkowska-Gołasa, W., Gradziuk, P., Golonko, M., Gradziuk, B., . . . Gromada, A .(۲۰۲۱) .Sources of Greenhouse Gas Emissions in Agriculture, with Particular Emphasis on Emissions from Energy Used. *Energies, 14*(13), 3784. https://doi.org/10.3390/en14133784

Governorate, k. (2021). Introduction of Kurdistan province .https://ostan-kd.ir/

Hajimineh, R., & Rad, E. R. J. F. E. (2024). The future of renewable energy in Iran's energy policy. *3*(3), 1-13 .https://doi.org/10.55670/fpll.fuen.3.3.1

Hannah , R., Pablo , R., & Max , R. (2020). Energy Production and Consumption. *https://ourworldindata.org/energy-production-consumption* .

Hannah , R., Pablo , R., & Max , R. (2021). Emissions by sector: where do greenhouse gases come from? *https://ourworldindata.org* .

Hannah , R., Pablo , R., & Max , R. (2023). CO_2 and Greenhouse Gas Emissions. *Published online at OurWorldInData.org., https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions*'] *Online Resource* .[

Hasanov, F. J., Khan, Z., Hussain, M., & Tufail, M. J. S. D. (2021). Theoretical framework for the carbon emissions effects of technological progress and renewable energy consumption. *29*(5), 810-822 . https://doi.org/10.1002/sd.2175

Henderson, K., & Loreau, M. J. E .m. (2023). A model of Sustainable Development Goals: Challenges and opportunities in promoting human well-being and environmental sustainability. *475*, 110164 . https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.110164

Holechek, J. L., Geli, H. M., Sawalhah, M. N., & Valdez, R. J. S. (2022). A global assessment :can renewable energy replace fossil fuels by 2050? , *14*(8), 4792 .https://doi.org/10.3390/su14084792

Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. J. Q. h. r. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *15*(9), 1277-1288 .https://doi.org/10.1177/1049732305276687

Ji, M., Li, J., & Zhang, M. J. E. I. A. R. (2024). What drives the agricultural carbon emissions for low-carbon transition? Evidence from China. *105*, 107440 .https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107440

K.E.P.D.CO. (2022). Kurdestan electrical power distribution Co .https://kurdelectric.ir/en/

Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., Kim, K.-H. J. R., & Reviews, S. E. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *82*, 894-900 .https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094

Kopp, O. C. (2025). fossil fuel. Encyclopedia Britannica. *Encyclopedia Britannica https://www.britannica.com/contributor/Otto-C-Kopp/1632*

Korovin, I. O. (2018). Waste management in coal and oil industry in context of alternative sources of energy development *Waste management in coal and oil industry in context of alternative sources of energy development: Korovin, Igor O. DOI: https://doi.org/10.32479/ijeep.6694*

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2023). *Qualitative content analysis: Methods, practice and software*: Sage. https://www.torrossa.com/en/resources/an/5543071

Kumar, C. M. S., Singh, S., Gupta, M. K., Nimdeo, Y. M., Raushan, R., Deorankar, A. V., . . . Assessments. (2023). Solar energy: A promising renewable source for meeting energy demand in Indian agriculture applications. *55*, 102905 .https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102905

Li, Y., Westlund, H., & Liu, Y. J. J. o. R. S. (2019 .(Why some rural areas decline while some others not: An overview of rural evolution in the world. *68*, 135-143 .https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.03.003

Ling, H., Massé, P.-Y., Rihet, T., & Wurtz, F. (2024). Improving Energy Consumption Coordination in Renewable Energy Communities through Nudging .https://hal.science/hal-04481798v1

Long, H., Tu, S., Ge, D., Li, T., & Liu, Y. J. J. o. R. S. (2016). The allocation and management of critical resources in rural China under restructuring: Problems and prospects. *47*, 392-412 . https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.03.011

Ludin, N. A., Mustafa, N. I., Hanafiah, M. M., Ibrahim, M .A., Teridi, M. A. M., Sepeai, S., . . . Reviews, S. E. (2018). Prospects of life cycle assessment of renewable energy from solar photovoltaic technologies: A review. *96*, 11-28 .https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.048

Mahmud, H., & Roy, J. (2021). Barriers to overcome in accelerating renewable energy penetration in Bangladesh. *Sustainability*, *13*(14), 7694 .https://doi.org/10.3390/su13147694

Majeed, Y., Khan, M. U., Waseem, M., Zahid, U., Mahmood, F., Majeed, F., . . . Raza, A. J. E. R. (2023). Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. *10* .۳۵۹-۳٤٤ , https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.06.032

Martinho, V. J. P. D. J. E. S. R. (2018). Interrelationships between renewable energy and agricultural economics: An overview. *22*, 396-409 .https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.11.002

Masukujjaman, M., Alam, S. S., Siwar, C., & Halim, S. A. (2021). Purchase intention of renewable energy technology in rural areas in Bangladesh: Empirical evidence. *Renewable Energy*, *170*, 639-651 . https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.125

Mentel, G., Lewandowska, A., Berniak-Woźny, J., & Tarczyński, W. J. E. (2023). Green and renewable energy innovations: a comprehensive bibliometric analysis. *16* .۱٤۲۸ ,(۳) https://doi.org/10.3390/en16031428

Nouri ZamanAbadi, S. H. A., Amini, A., & Rahimi, H. J. J. o. R. R. (2016). Evaluate the relationship between sustainable agriculture and rural sustainable development (Case study: Fasa county rural areas). *7*(4), 688-703 .http://dx.doi.org/10.21859/jjr-07047

Oberthür, S., & Ott, H .E. (1999). *The Kyoto Protocol: international climate policy for the 21st century*: Springer Science & Business Media. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-qp7Wt9GvccC&oi=fnd&pg=PA1&dq=The+Kyoto+Protocol:+international+climate+policy+for+the+21st+century&ots=ZJGFov6IQF&sig=nhHJhQD082IRrTe2bXPebsDB5_s#v=onepage&q=The%20Kyoto%20Protocol%3A%20international%20climate%20policy%20for%20the%2021st%20century&f=false

Olabi, A., Obaideen, K., Abdelkareem, M. A., AlMallahi, M. N., Shehata, N., Alami, A. H., . . . Sayed, E. T. J. S. (2023). Wind energy contribution to the sustainable development goals: Case study on London array. *15*(5), 4641 .https://doi.org/10.3390/su15054641

Ordoo, S., Arjmandi, R., Karbassi, A., Mohammadi, A., Ghodosi, J. J. J. o. E. M., & Technology. (2023). A SWOT-AHP analysis of renewable energy development strategies in Iran. *7*(2), 80-85 . https://doi.org/10.22109/jemt.2022.335292.1375

Ozili, P. K., Ozen, E. J. T. I. o. C. C., & Market, S. S. o. t. I. (2023). Global energy crisis: impact on the global economy. 439-454 .https://doi.org/10.1002/9781394167944.ch29

Petrović-Ranđelović, M., Kocić, N., & Stojanović-Ranđelović, B. J. E. o. S. D. (2020). The importance of renewable energy sources for sustainable development. *4*(2), 15-24 .DOI: 10.5937/ESD2002016P

Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. J. I. a. (2019). Towards sustainable energy: a systematic review of renewable energy sources, technologies, and public opinions. *7*, 63837-63851 .https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906402

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۲، شماره ۲، ۱۱۰-۱۲۹، زمستان و پاییز ۱۴۰۳.

Raheem, A., Abbasi, S. A., Memon, A., Samo, S. R., Taufiq-Yap, Y., Danquah, M. K., . . . Society. (2016). Renewable energy deployment to combat energy crisis in Pakistan. *6*(1), 1-13 .DOI 10.1186/s13705-016-0082-z

Rahman ,M. M., Khan, I., Field, D. L., Techato, K., & Alameh, K. J. R. E. (2022). Powering agriculture: Present status, future potential, and challenges of renewable energy applications. *188*, 731-749 . https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.02.065

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., & Moomaw, W. R. J. B. (2020). World scientists' warning of a climate emergency. *70*(1), 8-100 .https://hal.science/hal-02397151v1/file/biz088_supplemental_file_s1.pdf

S Mohsen, P., Pourfayaz, F., Shirmohamadi, R., Moosavi, S., Khalilpoor, N. J. R. E. R., & Applications. (2021). Potential, current status, and applications of renewable energy in energy sector of Iran: A review. *2*(1), 25-49 .https://doi.org/10.22044/rera.2020.8841.1008

Sahu, B. K. J. R., & Reviews, S. E. (2016). Solar energy developments, policies and future prospectus in the state of Odisha, India. *61*, 526-536 .https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.027

Sayigh, A. (2024). *Solar and wind energy will supply more than 50% of world electricity by 2030.* Paper presented at the Transition Towards a Carbon Free Future: Selected Papers from the World Renewable Energy Congress (WREC) 2023. https://link.springer.com/

Seema Arora , J. (2023). The sustainable development goals: A universalist promise for the future. *146*, 103087 .https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103087

Sengupta, P., Choudhury, B. K., Mitra, S., Agrawal, K. M. J. E. o. r., & materials, s. (2020). Low carbon economy for sustainable development. *3*, 551-560 . https://www.researchgate.net/profile/Sarbani_Mitra/publication/333957835_Low_Carbon_Economy_for_Sustainable_Development/links/6159610661a8f466709ec1dc/Low-Carbon-Economy-for-Sustainable-Development.pdf

Seo, S. N., & Practice. (2017). Beyond the Paris Agreement: Climate change policy negotiations and future directions. *Regional Science Policy, 9*(2), 121-140 .https://doi.org/10.1111/rsp3.12090

Shahsavari, A., Akbari, M. J. R., & Reviews, S. E. (2018). Potential of solar energy in developing countries for reducing energy-related emissions. *90*, 2 .۲۹۱-۷۵https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.065

Solangi, Y. A., Longsheng, C., & Shah, S. A. A. (2021). Assessing and overcoming the renewable energy barriers for sustainable development in Pakistan: An integrated AHP and fuzzy TOPSIS approach. *Renewable Energy, 173*, 209-222 .https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.141

Solaymani, S. J .S. (2021). A review on energy and renewable energy policies in Iran. *13*(13), 7328 . https://doi.org/10.3390/su13137328

tashan, y., mohamad, B., gholizadeh, h., namdari, m., & karami, o. (2024). Economic Analysis of Renewable Energy Development and Utilization in the Agricultural Sector of Kurdistan Province %J Economic Geography Research. *5*(17), 85-100. https://doi.org/10.30470/jegr.2024.2023887.1156

Teimourian, A., Bahrami, A., Teimourian, H., Vala, M., Oraj Huseyniklioglu, A. J. E. S., Part A: Recovery, Utilization,, & Effects, E. (2020). Assessment of wind energy potential in the southeastern province of Iran. *42*(3), 329-343 .https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1587079

Trevisan, R., Ghiani, E., & Pilo, F. J. S. C. (2023). Renewable Energy Communities in Positive Energy Districts: A Governance and Realisation Framework in Compliance with the Italian Regulation. *6*(1), 563-585 .https://doi.org/10.3390/smartcities6010026

UNDP. (2022). The Sustainable Development Goals (SDGs),. (Sustainable Development Goals .(https://www.undp.org/sustainable-development-goals

Vakulchuk, R., Overland, I., Scholten, D. J. R., & reviews, s. e. (2020). Renewable energy and geopolitics: A review. *122*, 109 .٥٤٧https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109547

Wall, W. P., Khalid, B., Urbański, M., & Kot, M. (2021). Factors influencing consumer's adoption of renewable energy. *Energies, 14*(17), 5420 .https://doi.org/10.3390/en14175420

Weiss, E. B. J. I. L. M. (1992). United Nations conference on environment and development. *31*(4), 814-817 .https://www.cambridge.org/core/journals/international-legal-materials/article/abs/united-nations-conference-on-environment-and-development/22E02DC9F4494CC581525B653EA24B3A

Yang, Y., Si, Z., Jia, L., Wang, P., Huang, L., Zhang, Y., . . . Buildings. (2024). Whether rural rooftop photovoltaics can effectively fight the power consumption conflicts at the regional scale–A case study of Jiangsu Province. *306*, 113921 .https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.113921

Yin, S & ,.Zhao, Z. J. F. i. E. R. (2023). Energy development in rural China toward a clean energy system: utilization status, co-benefit mechanism, and countermeasures. *11*, 1283407 . https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1283407

Zahedi, R., Zahedi, A., & Ahmadi, A. J. S. (2022). Strategic study for renewable energy policy, optimizations and sustainability in Iran. *14*(4), 2418 .https://doi.org/10.3390/su14042418

Zhang, L., Pang, J., Chen, X., & Lu, Z. J. S. o. t. T. E. (2019). Carbon emissions, energy consumption and economic growth: Evidence from the agricultural sector of China's main grain-producing areas. *665*, 1017-1025 .https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.162