



The University of Tehran Press

Analyzing the Boundary Judgments of Stakeholders in the field of Energy with the Approach of Society 5.0: Critical Systems Heuristics in the case of Gas Company

Mohammad Reza Fathi^{1*} | Seyed Mohammad Mahmoudi² | Abolfazl Khosravi³ |
Vahid Etemadi⁴

1. Corresponding Author, Associate Professor, College of Farabi, University of Tehran, Iran. Email: reza.fathi@ut.ac.ir
2. Professor, College of Farabi, University of Tehran, Iran. Email: mahmoudi@ut.ac.ir
3. Associate Professor, College of Farabi, University of Tehran, Iran. Email: khosravi_a@ut.ac.ir
4. PhD Student, College of Farabi, University of Tehran, Iran. Email: Etemadi.vahid@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:

Received 05 December 2024
Revised 04 January 2025
Accepted 03 February 2025
Published Online 06 April 2025

Keywords:

Critical systems heuristics (CSH),
Energy and Gas Crisis,
Society 5.0,
Environmental Sustainability,
Stakeholder Analysis.

ABSTRACT

Over time, the role of energy in economic development, social welfare, and environmental sustainability has significantly increased. Rising energy consumption and the limitations of non-renewable resources have presented societies with unprecedented challenges, requiring innovative strategies and efficient policies for energy management. The global energy crisis, driven by a combination of political, economic, and environmental factors, has pushed countries toward the use of alternative resources and optimization of energy consumption. In this context, despite Iran's vast energy reserves, the country faces the most severe energy crisis in the last four decades. The decrease in temperature and the increase in demand during the colder seasons have not only impacted the country's economy and energy market but also led to social criticism. The primary objective of this study is to provide solutions to improve energy policies, with a focus on the gas crisis and the involvement of stakeholders. This research employs a critical (emancipatory) approach called Critical Systems Heuristics (CSH). The results obtained from the case study of the gas company indicate significant gaps between the current state and the ideal state of the system. The current worldview primarily focuses on the maximal development of fossil energies, while the ideal worldview emphasizes the provision of clean and sustainable energy, the use of modern technologies, and multidisciplinary expertise, such as artificial intelligence, data mining, and strategic management.

Cite this article: Fathi, M. R.; Mahmoudi, M.; Khosravi, A. & Etemadi, V. (2025). Analyzing the Boundary Judgments of Stakeholders in the field of Energy with the Approach of Society 5.0: Critical Systems Heuristics in the case of Gas Company. *Journal of Sustainable Energy Systems*, 4 (2), 213-231. DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2025.388245.1111>



© Mohammad Reza Fathi, Seyed Mohammad Mahmoudi, Abolfazl Khosravi, Vahid Etemadi

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2025.388245.1111>

Introduction

The increasing global focus on sustainable development, energy transitions, and participatory governance has led to significant research on optimizing supply chains, renewable energy integration, and societal transformation toward Society 5.0. This study synthesizes findings from multiple scholarly articles addressing Iran's energy crisis, waste management, hydrogen supply chains, and the role of participatory approaches in renewable energy planning. The research highlights the intersection of industrial innovation, policy-making and stakeholder engagement in achieving sustainability goals, particularly in emerging economies facing energy diversification challenges.

Methodology

A systematic review of peer-reviewed literature was conducted, analyzing case studies and theoretical frameworks from Iran, Mexico, and Europe. Key methodologies included multi-criteria decision analysis (MCDA), critical systems heuristics (CSH), and best-worst method (BWM) for evaluating sustainable supply chains, energy policies, and participatory planning models. Empirical data from energy transition projects, waste-to-energy initiatives, and hydrogen production were examined to assess technological, economic and social dimensions. The study also incorporated stakeholder perspectives to evaluate contradictions in policy implementation and corporate social responsibility (CRS) strategies.

Results

The findings reveal that Iran faces significant challenges in transitioning from fossil fuels to renewables due to policy gaps and infrastructural limitations. However, localized solutions, such as blue hydrogen production and waste-to-energy models, demonstrate potential for sustainable energy diversification. Participatory energy planning enhances community engagement but requires institutional support to avoid tokenism. In supply chain management, the integration of ESG (environmental, social, governance) criteria improves resilience, as seen in Mexico's waste disposal optimization. Society 5.0 frameworks further emphasize human-centric technological adoption, though disparities persist in stakeholder alignment. Case studies on ride-hailing systems and agrivoltaics illustrate how digitalization and circular economy principles can mitigate crises like COVID-19 and water scarcity.

Conclusion

This study underscores the necessity of holistic, adaptive strategies for energy transitions and sustainable supply chains. Iran's energy sector must prioritize policy coherence, technological innovation, and stakeholder collaboration to overcome dependency on fossil fuels. Participatory models, when effectively institutionalized, can bridge gaps between policymakers and communities, fostering equitable energy democracy. The integration of Industry 5.0 and Society 5.0 principles offers a pathway to balancing economic growth with environmental and social sustainability. Future research should explore scalable frameworks for Global South contexts, emphasizing decentralized renewable systems and cross-sectoral synergies.



انتشارات دانشگاه تهران

فصلنامه سیستم‌های انرژی پایدار

شاپا الکترونیکی: ۸۶۹۳-۲۹۸۰

سایت نشریه: <https://ses.ut.ac.ir>

تحلیل قضاوت‌های مرزی ذی‌نفعان در حوزه انرژی با رویکرد جامعه ۵/۰: ادراکات انتقادی سیستم در مورد مطالعاتی شرکت گاز

محمدرضا فتحی^{۱*} | سید محمد محمودی^۲ | ابوالفضل خسروی^۳ | وحید اعتمادی^۴

۱. نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدهان فارابی، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: reza.fathi@ut.ac.ir

۲. استاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدهان فارابی، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: mahmoudi@ut.ac.ir

۳. دانشیار، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدهان فارابی، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: khosravi_a@ut.ac.ir

۴. دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدهان فارابی، دانشگاه تهران، ایران. رایانامه: Etemadi.vahid@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۱۶

کلیدواژه:

ادراک انتقادی سیستم (CSH)،

بحران انرژی و گاز،

جامعه ۵/۰،

پایداری زیست‌محیطی،

تحلیل ذی‌نفعان.

با گذر زمان، نقش انرژی در توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی و حفظ محیط زیست به طور چشمگیری افزایش یافته است. افزایش مصرف انرژی و محدودیت منابع تجدیدناپذیر، جوامع را با چالش‌های بی‌سابقه‌ای روبه‌رو کرده که نیازمند راهبردهای نوآورانه و سیاست‌های کارآمد برای مدیریت انرژی است. بحران جهانی انرژی، ناشی از ترکیبی از عوامل سیاسی، اقتصادی و زیست‌محیطی، کشورها را به استفاده از منابع جایگزین و بهینه‌سازی مصرف انرژی سوق داده است. در این میان، ایران با وجود ذخایر عظیم انرژی، با شدیدترین بحران انرژی در چهار دهه اخیر مواجه است. کاهش دما و افزایش تقاضا در فصل‌های سرد سال، نه تنها اقتصاد و بازار انرژی کشور را تحت تأثیر قرار داده، بلکه به بروز انتقادهای اجتماعی منجر شده است. هدف اصلی این پژوهش، ارائه راهکارهایی برای بهبود سیاست‌های انرژی با تأکید بر بحران گاز و با مشارکت ذی‌نفعان است. در این پژوهش، از رویکردی انتقادی (رهایی‌بخش) تحت عنوان «ابتکارات سیستم‌های انتقادی (CSH)» استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه موردی شرکت گاز نشان‌دهنده گپ‌های چشمگیر میان وضعیت فعلی و حالت ایده‌آل سیستم است. جهان‌بینی کنونی عمدتاً بر توسعه حداکثری انرژی‌های فسیلی تمرکز دارد، در حالی که جهان‌بینی ایده‌آل بر تأمین انرژی پاک و پایدار، استفاده از فناوری‌های نوین و تخصص‌های چندبعدی مانند هوش مصنوعی، داده‌کاوی و مدیریت استراتژیک تأکید می‌کند.

استناد: فتحی، محمدرضا؛ محمودی، سید محمد؛ خسروی، ابوالفضل و اعتمادی، وحید (۱۴۰۴). تحلیل قضاوت‌های مرزی ذی‌نفعان در حوزه انرژی با رویکرد جامعه ۵/۰: ادراکات انتقادی سیستم در مورد مطالعاتی شرکت گاز. فصلنامه سیستم‌های انرژی پایدار، ۴ (۲) ۲۳۱-۲۳۱.

DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2025.388245.1111>

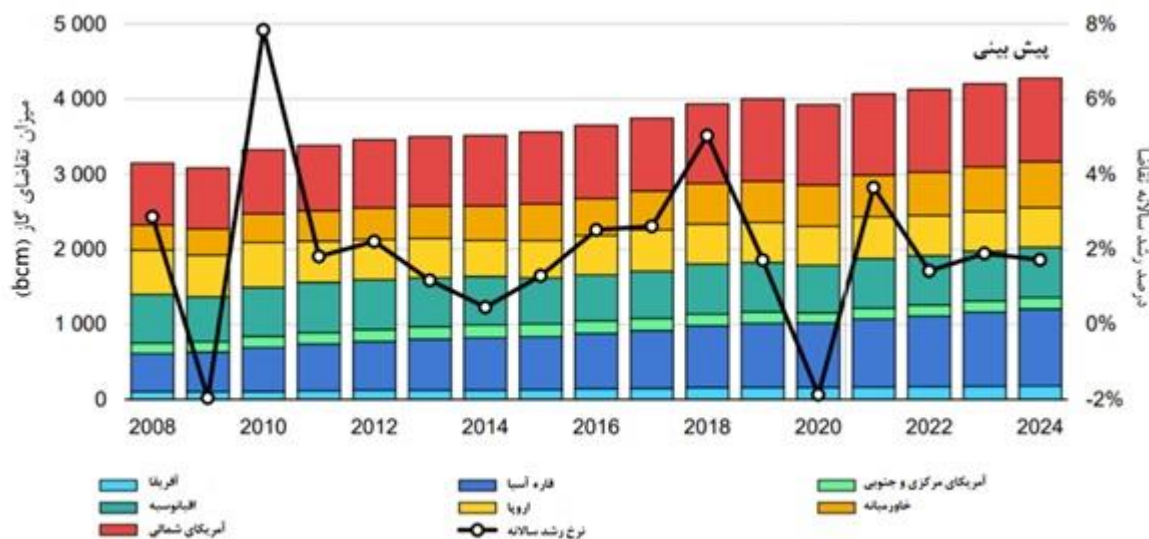
© محمدرضا فتحی، سید محمد محمودی، ابوالفضل خسروی، وحید اعتمادی ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <http://doi.org/10.22059/ses.2025.388245.1111>



۱. مقدمه

بحران متعدد جهانی پس از همه‌گیری کووید-۱۹ در سال ۲۰۲۱ آغاز شد [۱] و در بخش انرژی، بسیاری از کشورهای جهان با کمبود و افزایش قیمت‌ها در بازارهای نفت، گاز و برق مواجه شدند [۲]. قیمت گاز طبیعی به بالاترین حد خود رسید و در نتیجه برق در برخی از بازارها نیز افزایش یافت [۳]. قیمت نفت به بالاترین سطح خود از سال ۲۰۰۸ رسید. قیمت‌های بالاتر انرژی خانواده‌ها را به سمت فقر سوق داد، برخی از کارخانه‌ها را مجبور به کاهش تولید یا حتی تعطیلی کرد و رشد اقتصادی را کند کرد [۴]. شکل ۱ روندی از میزان تقاضا و نحوه رشد مصرف گاز در جهان را نشان می‌دهد که مشخص می‌کند خاورمیانه به‌تنهایی در ۱۵ سال گذشته رشد چشمگیری داشته است و به اندازه کل اروپا گاز مصرف می‌کند. به طور کلی، پاسخ به این بحران فزاینده از طرف اغلب کشورها، بازگشت به زغال سنگ و سایر منابع آلاینده انرژی [۵]، پرداخت یارانه به قیمت‌ها، کاهش مالیات بر گاز یا حتی کاهش قیمت انتشار دی‌اکسید کربن بوده است [۶ و ۷]. این راه‌حل‌های کوتاه‌مدت قبض‌های گاز را کاهش می‌دهند، اما دقیقاً در جهت مخالف آنچه برای جلوگیری از افزایش ۱/۵ درجه‌ای دما لازم است، پیش می‌روند و احتمال بحران آب‌وهوایی را افزایش می‌دهند [۸]. اروپایی‌ها عجلایان در صدد افزایش واردات گاز از تولیدکنندگانی مانند الجزایر، نروژ و آذربایجان برآمدند [۹]. اعضای اتحادیه اروپا همچنین تعهدات ذخیره‌سازی گاز را ارائه کردند و روی اهداف داوطلبانه برای کاهش تقاضای گاز و برق تا ۱۵ درصد از طریق اقدامات بهره‌وری، استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر و حمایت از بهبود بهره‌وری توافق کردند [۲ و ۴]. با وجود همه مشکلات و تصمیم‌گیری‌های متفاوت صورت گرفته در سایر نقاط جهان، وضعیت در ایران نیز چشم‌انداز روشن‌تری ندارد [۹]. ایران دومین ذخایر بزرگ گاز طبیعی جهان و چهارمین تولیدکننده گاز طبیعی است. نهادهای ذی‌ربط اغلب به عواید بالقوه ناشی از افزایش صادرات بین‌المللی گاز اشاره کرده‌اند [۱۰]. با این حال، بخش گاز طبیعی کشور با چالش‌های زیادی مواجه است.



شکل ۱. میزان مصرف گاز در جهان و نرخ رشد آن (منبع: انجمن جهانی اقتصاد)

بر اساس شواهد موجود در پاییز و زمستان ۱۴۰۱، تولید گاز طبیعی در ایران در نیمه اول سال ۲۰۲۲ با سرعتی بین ۸۴۰ تا ۸۵۰ میلیون مترمکعب، به چهار میلیارد مترمکعب افزایش یافته است. به طور متوسط سالانه حدود ۲۵۰ میلیارد مترمکعب گاز در ایران مصرف می‌شود که تقریباً ۶۸۵ میلیون متر مکعب در روز است. اگرچه روی کاغذ این عدد برای تأمین نیازهای انرژی ایران کافی به نظر می‌رسد، اما کشور طی زمستان (و کمتر در تابستان) با کمبود گاز مواجه بوده است، زیرا تولید گاز طبیعی ایران نسبتاً ثابت است، اما تقاضا در ماه‌های زمستان به شدت افزایش می‌یابد [۱۱]. ایران با شدیدترین بحران انرژی در چهار دهه اخیر مواجه

است. روزهای سختی برای اقتصاد و بازار انرژی کشور در پیش است و این بحران با کاهش دما به انتقادات اجتماعی در ایران منجر خواهد شد [۱۲]. ضروری است شرکت ملی گاز ایران در ادامه سیاست‌های تنبیهی و تشویقی را در هر یک از استان‌های پرمصرف و کم‌مصرف اجرایی کند [۱۳].

به منظور استفاده و مدیریت بهینه انرژی تا کنون رویکردهای زیادی مورد آزمون قرار گرفته است از جمله مدیریت سبز، مدیریت پایدار [۱۴]، و مفهومی که اخیراً رشد بسزایی داشته است: جامعه ۵/۰ [۱۵]. این مفهوم توصیه‌هایی را برای سیستم‌های انرژی آینده که از جامعه ۵/۰ پشتیبانی می‌کنند، تبلیغ می‌کند. چشم‌انداز آینده برای سیستم‌های انرژی در جامعه ۵/۰، افراد نقش اصلی را در زندگی روزمره ایفا خواهند کرد و سیستم‌های انرژی منحصربه‌فرد برای هر جامعه محلی توسعه خواهند یافت [۱۶]. در این راستا، هرچند بسیاری از دستگاه‌های ذی‌ربط در کشور مدعی این هستند که اقدامات مؤثری در راستای حل بحران انرژی و به‌خصوص بحران گاز در فصل‌های سرد ایران صورت داده‌اند [۱۷]، ولی نگاهی به آمارها و واقعیت‌های موجود به‌خصوص بحران گاز در زمستان ۱۴۰۱ نشان می‌دهد همچنان شکاف عمیقی در این مسئله وجود دارد و مسئولان نتوانسته‌اند پاسخ درخوری به ریسک‌های موجود بدهند. همچنین، رویکرد مطالب مطرح‌شده به نحوی است که نشان می‌دهد تصمیم‌گیری‌ها در این خصوص عمدتاً از لایه‌های بالا صورت گرفته و مشارکت در تصمیم‌گیری نادیده گرفته شده است.

بنابراین این پژوهش در نظر دارد، با استفاده از رویکردی انتقادی (رهایی‌بخش) با نام ابتکارات سیستم‌های انتقادی (CSH^۱) به اکتشاف و کنکاش در حوزه انرژی با تأکید بر بحران گاز بپردازد و روندی مشارکتی را ایجاد کند. با استفاده از این رویکرد، ادراک و بازتاب نظرهای (پنهان) ذی‌نفعان در قالب دوازده پرسش مرزی، در دو حالت «وضع موجود» به مفهوم واقعیت‌ها و آنچه وجود دارد و حالت «باید باشد» به مفهوم ارزش‌ها و آنچه باید در حالت ایده‌آل مقرر باشد، کنکاش می‌شود. با توجه به چالش‌های یادشده در زمینه بحران انرژی و به‌ویژه بحران گاز در ایران، و همچنین نیاز به تغییرات اساسی در نگرش‌ها و روش‌های مدیریتی، مسئله اصلی تحقیق حاضر این است که چگونه می‌توان با استفاده از رویکردهای سیستمی انتقادی، ذی‌نفعان مختلف را در فرایند تصمیم‌گیری انرژی مشارکت داد؟ و شکاف‌های موجود بین وضعیت فعلی و ایده‌آل از منظر ذی‌نفعان چیست؟ این پژوهش تلاش دارد راهکارهایی برای بهبود سیاست‌های انرژی و تأمین انرژی پایدار با تأکید بر نقش جامعه ۵/۰ ارائه دهد.

۲. مرور ادبیات

۱-۲. جامعه ۵/۰

جامعه ۵/۰ مفهومی تحول‌آفرین است که هدف آن، استفاده از پیشرفت‌های تکنولوژیکی برای مقابله با چالش‌های اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسان است. این مفهوم با ادغام نوآوری‌هایی مانند اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی، داده‌های بزرگ و فناوری‌های پیشرفته، سعی در ایجاد یک جامعه پایدار و ایمن دارد. فوکویاما [۱۸] جامعه ۵/۰ را به عنوان جامعه‌ای توصیف می‌کند که می‌تواند با استفاده از این فناوری‌ها، مشکلات اجتماعی مختلف را حل کند و هم‌زمان با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد (SDGs) همسو باشد. از جنبه‌های کلیدی این جامعه، تمرکز آن بر انرژی پاک و پایداری محیطی است. هوانگ و همکاران [۱۹] تأکید می‌کنند که نانو ژنراتورهای زیستی مبتنی بر طبیعت می‌توانند به عنوان برداشت‌کننده‌های انرژی سبز نسل بعدی برای جامعه‌ای هوشمند و عاری از آلودگی نقش ایفا کنند. این مفهوم همچنین با تبدیل شهرها به شهرهای هوشمند و افزایش کارایی در حوزه‌هایی مانند امنیت، تحرک و مصرف انرژی، به بهبود رفاه انسان کمک می‌کند [۲۰].

علاوه بر این، جامعه ۵/۰ ارتباط نزدیکی با مفهوم صنعت ۵/۰ دارد که بر جنبه انسان‌محوری و پایداری فناوری‌های معرفی‌شده در چارچوب صنعت ۴/۰ تمرکز دارد. صنعت ۵/۰ بر طراحی سیستم‌های انعطاف‌پذیر، پایدار و انسان‌محور تأکید می‌کند و به عنوان زیرمجموعه‌ای از جامعه ۵/۰ به شمار می‌رود [۲۱]. در حالی که ادبیات موجود بر پتانسیل جامعه ۵/۰ برای تحول در زمینه‌هایی مانند انرژی و پایداری تأکید دارد، شکاف‌هایی نیز در دانش کنونی وجود دارد. به عنوان مثال، تأثیر این مفهوم بر آموزش و آمادگی جوامع برای پذیرش تغییرات فناورانه به طور کامل بررسی نشده است [۲۱].

۲-۲. مدیریت انرژی و جامعه ۵/۰

مدیریت انرژی، مفهومی کلیدی در دستیابی به پایداری محیطی و بهینه‌سازی مصرف منابع انرژی است که معانی گسترده‌ای در مشاغل، سازمان‌های دولتی و بخش خانگی دارد. این فرایند شامل نظارت، کنترل و حفظ انرژی از طریق اندازه‌گیری دقیق مصرف، شناسایی فرصت‌های صرفه‌جویی و تخمین اثرات این اقدامات است. با توجه به تغییرات سریع در الگوهای مصرف انرژی و فشارهای زیست‌محیطی، نقش آگاهی‌بخشی اجتماعی و بهینه‌سازی رفتار مصرفی به‌ویژه در قالب فرایندهای مشارکتی، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. تصمیم‌گیری مشارکتی، با ادغام نظرات ذی‌نفعان، فرصتی برای طراحی سیاست‌های بهتر و رسیدن به توسعه پایدار فراهم می‌کند. در چارچوب جامعه ۵/۰، مدیریت انرژی معنای گسترده‌تری پیدا می‌کند. این رویکرد تأکید دارد که سیستم‌های انرژی باید بازطراحی شوند تا نیازهای محلی و جهانی را به صورت پایدار تأمین کنند. در این جامعه، فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ، و هوش مصنوعی به عنوان ابزارهایی کلیدی برای نظارت بر مصرف انرژی، پیش‌بینی تقاضا، و ارتقای بهره‌وری انرژی استفاده می‌شوند. تحلیل کلان‌داده‌ها، اطلاعات متنوعی نظیر شرایط هواشناسی، وضعیت عملیاتی نیروگاه‌ها و میزان مصرف انرژی در خانه‌ها و شهرها را در اختیار قرار می‌دهد. این فناوری‌ها امکان تأمین مداوم انرژی، کاهش گازهای گلخانه‌ای، و تولید محلی برای مصرف محلی را فراهم می‌کنند و به ایجاد جوامع تاب‌آور و پایدار کمک می‌کنند.

مدیریت انرژی در جامعه ۵/۰ نه تنها بر کاهش مصرف و حفظ منابع تأکید دارد، بلکه به ایجاد سیستم‌های انرژی هوشمند که نیازهای متنوع جوامع محلی را پوشش می‌دهند، می‌پردازد. با تغییر از مصرف سنتی انرژی به استفاده از خدمات انرژی، کیفیت زندگی افراد بهبود می‌یابد و دسترسی به منابع انرژی پاک و پایدار تضمین می‌شود. در نهایت، جامعه ۵/۰ فراتر از تولید کالاها و خدمات، بر انسان‌محوری، پایداری و تاب‌آوری تمرکز دارد و به عنوان مدلی نوآورانه برای طراحی و مدیریت سیستم‌های انرژی معرفی می‌شود. این دیدگاه، راهکارهایی جامع برای چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی ارائه می‌دهد و نقش مدیریت انرژی را در تحقق اهداف توسعه پایدار تقویت می‌کند.

۲-۳. مروری بر مطالعات پیشین

در سال‌های اخیر بخش انرژی ایران با چالش‌هایی در گذار به پایداری مواجه است، در حالی که از منابع گسترده گاز طبیعی خود بهره می‌برد. طیبی و همکاران [۲۲] سیستمی پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) طراحی کردند که با ترکیب روش‌های ANP، DEMATEL و MULTIMOORA، به اولویت‌بندی فناوری‌های کنترل آلودگی هوا در تأسیسات نفت، گاز و پتروشیمی پرداخت. یافته‌های آن‌ها اثربخشی فناوری‌هایی مانند فیلترهای الکترواستاتیک را در حمایت از سیاست‌های کم‌کربن برجسته کرد. پاموچار و همکاران [۲۳] با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشاورزی سواحل دریای خزر ایران ارزیابی کردند. تحلیل آن‌ها نشان داد مازندران دارای بالاترین پتانسیل برای تولید بیوانرژی است و این یافته می‌تواند به تدوین استراتژی‌های پایدار انرژی در کشاورزی کمک کند. زاهدی و همکاران [۲۴] سیاست‌های استراتژیک انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را بررسی کردند و بر مزایای اقتصادی و بازار انرژی بادی تأکید داشتند. آن‌ها به پتانسیل ایران برای تبدیل شدن به یک مرکز منطقه‌ای انرژی تجدیدپذیر اشاره کردند. جمالی و همکاران [۲۵] جریان انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) را در سیستم‌های آبیاری جنوب ایران مقایسه کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد سیستم‌های بارانی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود بهره‌وری انرژی نسبت به روش‌های سنتی عملکرد بهتری دارند. تقوایی و همکاران [۲۶] به تحلیل بهبود بهره‌وری انرژی در مقابل سیاست‌های قیمتی برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی پرداختند. مدل‌سازی پویای آن‌ها نشان داد بهبود بهره‌وری مبتنی بر فناوری در مقایسه با سیاست‌های قیمتی عملکرد بهتری داشته و منافع قابل توجه زیست‌محیطی و اقتصادی به همراه دارد.

نوراللهی و همکاران [۲۷] با استفاده از مدل EnergyPLAN، گذار انرژی ایران را شبیه‌سازی کردند. آن‌ها دریافتند که بهبود بهره‌وری در نیروگاه‌های حرارتی و گسترش ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر به طور قابل توجهی انتشار CO2 را کاهش داده و پایداری سیستم انرژی را افزایش می‌دهد. سلیمانی [۲۸] روندها و سیاست‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را ارزیابی کرد و چالش‌های پیش روی گسترش این انرژی‌ها را شناسایی کرد. مطالعه وی بر نیاز به تنوع‌بخشی سیاست‌ها و استفاده از زیست‌توده

برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و ترویج پایداری تأکید داشت. استوس و همکاران [۲۹] ادغام معیارهای اجتماعی در تصمیم‌گیری برای انرژی‌های تجدیدپذیر را تحلیل کرده و با بررسی ۱۸۴ مقاله، ۴۹۰ شاخص تأثیر اجتماعی را با استفاده از تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDA) شناسایی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان‌دهنده عوامل اجتماعی مهمی از جمله اشتغال، حاکمیت و پذیرش اجتماعی بود، در حالی که چالش‌هایی مانند مشاوره با کارشناسان و مشارکت ذی‌نفعان به‌ویژه در آسیا و اروپا شناسایی شد. والوند و پالم [۳۰] مفاهیم دموکراسی انرژی و شهروندی انرژی را در چارچوب گذارهای مشارکتی انرژی بررسی کردند. از طریق یک مرور ادبیات موضوعی، تفاوت‌های بین حاکمیت نهادی در دموکراسی انرژی و تغییر رفتار در شهروندی انرژی را برجسته کردند. با وجود تمرکز بر سیستم‌های غیرمتمرکز در اروپا و آمریکای شمالی، مطالعه آن‌ها نشان داد تحقیقات کمی درباره سیستم‌های متمرکز انجام شده است.

گالنده - سانچز و سورمن [۳۱] ابتکارات اقلیمی و انرژی مشارکتی را به طور انتقادی مرور کردند تا پتانسیل تولید مشترک را ارزیابی کنند. بررسی سیستماتیک آن‌ها از ۱۸۳ مقاله نشان داد تولید مشترک واقعی همچنان نادر است و بیشتر مشاوره غالب است. آن‌ها خواستار روش‌های نوآورانه و تقویت هم‌افزایی بین علم و سیاست برای دستیابی به نتایج تحول‌آفرین در کشورهای توسعه‌یافته شدند. ژو و لوند [۳۲] اشتراک انرژی همتا به همتا (P2P) و تصمیم‌گیری در جوامع هوشمند را بررسی کردند. بررسی آن‌ها نقش فناوری بلاک‌چین را در ارتقای شفافیت، امنیت و اتوماسیون، همراه با مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی تجارت انرژی P2P برجسته کرد. استور و همکاران [۳۳] تحلیل مقایسه‌ای از ۲۵ پروژه انرژی تجدیدپذیر مشارکتی در اروپا انجام دادند و بر شمولیت و سطح مشارکت تمرکز کردند. یافته‌های آن‌ها نشان‌دهنده پیشرفت‌های چشمگیر در اروپای غربی بود و اهمیت شمولیت گسترده و استدلال‌های معنادار را برای افزایش پذیرش اجتماعی پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر نشان داد. اسپیریونیدو و همکاران [۳۴] چارچوبی مشارکتی برای مکان‌یابی مزارع بادی و خورشیدی بزرگ‌مقیاس در فلسطین اشغالی توسعه دادند که از ابزارهای GIS و AHP همراه با مشاوره‌های عمومی و کارشناسی استفاده کرد.

پژوهش‌های پیشین عمدتاً به بررسی موضوعاتی مانند تخصیص منابع انرژی، شناسایی بازارهای هدف صادرات، ارزیابی عملکرد سیستم‌های HSE و تصمیمات استراتژیک در صنعت انرژی پرداخته‌اند. همچنین، در برخی تحقیقات به مفاهیمی همچون شهروندی انرژی و نقش فناوری‌های نوظهور مانند بلاک‌چین در شفافیت و امنیت تبادلات انرژی اشاره شده است. این مطالعات بیشتر بر تحلیل‌های منفرد و روش‌های متداول در مدیریت انرژی تمرکز داشته‌اند. با این حال، شکاف قابل توجهی در ادبیات موجود مشاهده می‌شود. تحقیقات گذشته اغلب فاقد یکپارچگی میان عوامل زیست‌محیطی، اجتماعی و فناوری در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با انرژی بوده و به‌ندرت از رویکردهای مشارکتی و تحلیل سیستمی برای ترکیب دیدگاه‌های ذی‌نفعان استفاده شده است. همچنین، استفاده از روش‌های پیشرفته‌ای که بتوانند قضاوت‌های مرزی و ارزش‌های مرتبط را شفاف‌سازی کنند، در این حوزه کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با استفاده از یک رویکرد نوآورانه مبتنی بر روش‌شناسی CSH، تلاش کرده است تا این شکاف را پر کند. با ترکیب ابزارهای چندمعیاره تصمیم‌گیری و پرسش‌های مرزی، چارچوبی جامع برای بررسی عمیق روابط میان ارزش‌ها، قضاوت‌ها و مشاهدات واقعی ارائه شده است. این رویکرد نه تنها به شفاف‌سازی تصمیمات مشارکتی کمک کرده، بلکه امکان دستیابی به راه‌حل‌هایی پایدار و عملیاتی در حوزه مدیریت انرژی را فراهم ساخته است.

۳. مواد و روش‌ها

روش‌شناسی پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و با توجه به متدولوژی انتخابی، از جمله پژوهش‌های اقدام‌پژوهی است [۳۵]. اقدام‌پژوهی فرایندی تحقیقی و عملی است که در آن پژوهشگر با مشارکت ذی‌نفعان به شناسایی مشکلات، طراحی و اجرای راه‌حل‌ها، و ارزیابی تغییرات ایجادشده می‌پردازد [۳۶]. این روش به طور هم‌زمان به تولید دانش و بهبود عملی سیستم‌ها کمک می‌کند و بر یادگیری مشارکتی و مداخله هدفمند تأکید دارد [۳۷]. لذا این پژوهش به شرح دیدگاه‌های متعدد و متناقض در خصوص به‌کارگیری تصمیم‌های مشارکتی در حوزه انرژی، با تأکید بر پایداری زیست‌محیطی و توسعه فناوری به روش CSH^۱

می‌پردازد [۳۸]. این روش مبتنی بر اجرای مصاحبه‌های عمیق با ذی‌نفعان بر مبنای پرسش‌های ازپیش تعریف شده (پرسش‌های مرزی) در خصوص موضوع هدف است که در ادامه تشریح خواهند شد. برای بررسی و تحلیل مصاحبه‌های انجام شده در CSH، ابتدا باید ابزارهای تفسیر این پرسش‌ها و گام‌های الزام به منظور تحلیل پاسخ‌های به‌دست‌آمده را در قالب مبحث انتقاد مرزی شرح دهیم. به طور کلی، پرسش‌های مرزی مجموعه‌ای از سؤالات کلیدی هستند که به شفاف‌سازی ساختار، اهداف، و محدودیت‌های سیستم کمک می‌کنند. در این تحقیق، از ۱۲ پرسش مرزی شامل سؤالاتی مانند «مشتری یا ذی‌نفع در این سیستم کیست؟» و «چه تخصصی در این سیستم مورد نیاز است؟» استفاده شده است. این پرسش‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که ابعاد مختلف سیستم انرژی را از دیدگاه‌های مختلف ذی‌نفعان بررسی کنند [۳۹].

ذی‌نفعان در این پژوهش شامل گروه‌های متنوعی از جمله کارشناسان حوزه انرژی، مدیران دولتی، نمایندگان صنایع مرتبط، اعضای سازمان‌های محیط زیستی، و پژوهشگران دانشگاهی بودند. این افراد با توجه به نقش‌های کلیدی‌شان در فرایندهای تصمیم‌گیری و اجرا انتخاب شدند. برای هر مصاحبه، چند ساعت در نظر گرفته شد تا مشارکت‌کنندگان بتوانند نظرات و دیدگاه‌های خود را به صورت جامع و عمیق بیان کنند. پژوهشگر در این جلسات، نقش تسهیلگر را به عهده داشت و وظیفه او همسو کردن افکار و استخراج اطلاعات مرتبط با پرسش‌های مرزی بود. برای تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها، از ترکیبی از تحلیل محتوای کیفی و ابزارهای تصمیم‌گیری استفاده شد. ابتدا پاسخ‌ها با استفاده از رویکرد بازتابی بررسی شدند تا میزان انطباق با اهداف پژوهش سنجیده شود. انتقاداتی که کاربردی نبودند، از مراحل تحلیل حذف شدند و در صورت نیاز، دوباره با مشارکت‌کنندگان بررسی شدند تا اطمینان حاصل شود که برداشتها دقیق و معتبر هستند. علاوه بر این، مرور اسناد آمایش سرزمین نیز به همسوسازی نتایج کمک کرد [۳۹].

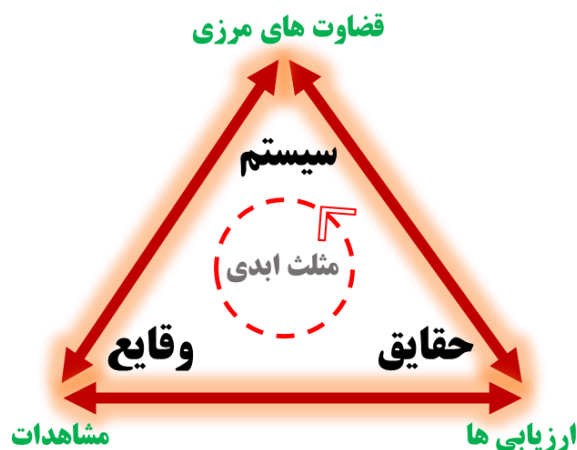
۳-۱. انتقاد مرزی: هسته اصلی CSH

ایده اصلی CSH به کارگیری انتقاد مرزی است که به عنوان تلاش سیستماتیک در دستکاری قضاوت‌های مرزی به صورت انتقادی، تعریف می‌شود [۳۵]. انتقاد مرزی در روش‌شناسی CSH به معنای نقد و بازنگری سیستماتیک محدودیت‌ها و فرضیاتی است که مرزهای یک سیستم یا مسئله را تعیین می‌کنند. این قضاوت‌ها مشخص می‌کنند که چه عواملی در یک بررسی گنجانده شده و چه مواردی کنار گذاشته می‌شوند. این فرایند به پژوهشگران کمک می‌کند تا بررسی کنند آیا انتخاب‌هایشان با اهداف و نیازهای مسئله همخوانی دارد یا خیر. برای مثال، در بررسی سیاست‌های انرژی، قضاوت‌های مرزی می‌توانند تعیین کنند [۴۰] که آیا تنها جنبه‌های اقتصادی مد نظر است یا باید ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی نیز لحاظ شوند. چنین نقدهایی به تصمیم‌گیران اجازه می‌دهند که نگاه جامع‌تر و پایدارتری به مسئله داشته باشند.

انتقاد مرزی می‌تواند دو فرم کلی داشته باشد. می‌تواند به عنوان دستکاری قضاوت مرزی به صورت خودانتقادی مطرح شود (تمرین بازتاب) یا به صورت استفاده قضاوت‌های مرزی برای مقاصد انتقادی در مقابل کسی (یا کسانی) که به صورت خودانتقادی اقدام به دستکاری این قضاوت‌ها نمی‌کنند، به آن توجه شود (تمرین رهاسازی). در نتیجه ما نمی‌توانیم بدون دانستن قضاوت‌های مرزی، دربارهٔ وجوه مختلف موضوع مورد بحث (به صورت معنادار و دقیق) سخن بگوییم و اظهار نظر کنیم. در مجموع، تمرین بازتاب و رهاسازی می‌تواند به صورت متدولوژیک در فرایندی سیستماتیک از انتقاد مرزی باشد. با این روش می‌توانیم به افراد ابزاری مفهومی ارائه کنیم تا قضاوت‌های مرزی خود را به صورت سیستماتیک، منظم و ساختارمند شناسایی کنند، به بحث بگذارند و به چالش بکشند [۴۱]. هسته روش CSH دربارهٔ انتقاد مرزی و مفهوم آن ارائه تجسمی از ادعای به‌دست‌آمده است. به تعبیری، درک ادعاها از دیدگاه حقیقت و با توجه به مشاهدات و ارزش‌هایی است که به قضاوت‌های مرزی مرتبط هستند، در نتیجه هر سئ این موارد به هم مرتبط هستند. CSH توضیح می‌دهد که این می‌تواند به صورت یک مدل مفهومی به اسم مثلث ابدی باشد [۳۷].

مثلث‌سازی سیستمی، نوعی فرایند بازتاب یا گفتگویی از به کارگیری مثلث ابدی (شکل ۲) برای پاسخ به پرسش‌های مرزی است. به عنوان یک اصل روش شناختی جدید، مثلث سیستمیک، مفهوم متعارف مثلث‌سازی در علم را با در نظر گرفتن یافته‌ها و نتیجه‌گیری آن گسترش می‌دهد. مثلث ابدی، که یکی از ابزارهای کلیدی CSH است، به بررسی تعامل میان سه عنصر اصلی

می‌پردازد: قضاوت‌های مرزی (حدود سیستم)، مشاهدات واقعی (آنچه وجود دارد)، و ارزیابی‌ها و ارزش‌ها (آنچه باید باشد). این سه عنصر به شدت به یکدیگر وابسته‌اند و تغییر در هر یک می‌تواند دو عنصر دیگر را تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال، اگر در مطالعه‌ای قضاوت مرزی تنها بر مصرف انرژی صنعتی متمرکز باشد، داده‌های مربوط به مصارف خانگی کنار گذاشته شده و ارزش‌های مرتبط با عدالت اجتماعی ممکن است نادیده گرفته شوند. با گسترش مرزهای سیستم به همه بخش‌ها، دیدگاه‌ها تغییر می‌کند و نتایج جامع‌تری حاصل می‌شود. این رویکرد کمک می‌کند تا راه‌حل‌ها و سیاست‌هایی طراحی شوند که نه تنها جامع باشند، بلکه منافع تمام ذی‌نفعان را نیز بهبود بخشند [۴۰]. CSH فرایند تفکر درون این مثلث را، مثلث‌سازی سیستمیک می‌نامد. برای بررسی هر گوشه از این مثلث، نیاز به شفاف‌سازی آن با توجه به دو گوشه دیگر داریم.



شکل ۲. مثلث ابدی ارزیابی‌ها، مشاهدات، قضاوت‌های مرزی (منبع: الریچ^۱ [۴۲])

۳-۲. چهار موضوع اصلی مرزی

روش‌شناسی CSH با تمرکز بر مفاهیم مرزی، چهار موضوع اصلی را به عنوان پایه‌های تحلیل سیستم‌ها معرفی می‌کند که عبارت‌اند از: پایه انگیزش، پایه قدرت، پایه دانش و پایه مشروعیت. این موضوعات نقش کلیدی در تحلیل مسائل پیچیده و تعیین محدوده سیستم دارند. پایه انگیزش به این سؤال پاسخ می‌دهد که حس هدفمندی و ارزش از کجا نشأت می‌گیرد و چه کسانی انگیزه‌های اصلی برای طراحی سیستم را ایجاد می‌کنند. به طور معمول، مشتریان یا ذی‌نفعانی که از سیستم بهره‌مند می‌شوند، این انگیزه‌ها را فراهم می‌کنند. این افراد به مقاصد سیستم توجه دارند و به دنبال پیشرفت‌هایی هستند که سیستم می‌تواند ایجاد کند [۳۵]. پایه قدرت به مفهوم کنترل و تصمیم‌گیری در سیستم می‌پردازد. این بخش به عهده تصمیم‌گیرندگانی است که کنترل سیستم را در دست دارند و مسئولیت برنامه‌ریزی، تخصیص منابع و مدیریت فرایندها را به عهده دارند. این افراد باید منابع داخلی و خارجی سیستم را شناسایی و مدیریت کنند تا موفقیت سیستم تضمین شود. در همین راستا، پایه دانش به نقش برنامه‌ریزان و متخصصانی اشاره دارد که با دانش، تجربه و مهارت خود اجرای سیستم را هدایت می‌کنند. این گروه به عنوان منابع دانش عمل می‌کنند و وظیفه دارند سیستم را به طور مؤثری پیاده‌سازی کرده و موفقیت آن را تضمین کنند [۳۸ و ۳۹].

در نهایت، پایه مشروعیت به سؤالاتی درباره مشروعیت و عدالت سیستم پاسخ می‌دهد. این بخش به افرادی اشاره دارد که ممکن است به طور مستقیم در طراحی یا مدیریت سیستم مشارکت نداشته باشند، اما تحت تأثیر عملکرد آن قرار می‌گیرند. ناظران و نمایندگان جامعه در این گروه قرار دارند و مسئولیت دارند که دیدگاه‌های اخلاقی و اجتماعی را در سیستم لحاظ کنند. این چهار موضوع اصلی، به پژوهشگران و تصمیم‌گیرندگان امکان می‌دهند تا ابعاد مختلف سیستم را از جنبه‌های انگیزش، قدرت، دانش و مشروعیت مورد بررسی قرار داده و تحلیل کنند [۴۰]. روش CSH این امکان را فراهم می‌کند که با ترکیب حالت‌های

1. Ulrich

موجود (Is) و حالت‌های ایده‌آل (Ought to)، مرزهای بحرانی سیستم شناسایی شوند. این رویکرد، که از دیدگاه پراگماتیسم نشئت گرفته است، بر اهمیت عملی بودن و سودمندی تأکید دارد. به بیان دیگر، روش‌شناسی CSH تلاش می‌کند با بررسی قضاوت‌های مرزی و شفاف‌سازی تفاوت میان وضعیت فعلی و وضعیت مطلوب، تحلیل جامع‌تری از سیستم ارائه دهد. پاسخ به سؤالات مرزی در دو حالت Is و Ought to، اطلاعات لازم برای درک شکاف‌ها و تضادها در سیستم را فراهم می‌کند و امکان تصمیم‌گیری دقیق‌تر و پایدارتری را برای مدیریت سیستم‌ها مهیا می‌سازد [۴۱ و ۴۲].

۳-۳. فرایند پیاده‌سازی

در مرحله نخست، مسئله به طور دقیق تعریف و ذی‌نفعان کلیدی شامل سازمان‌های دولتی، صنایع، نهادهای نظارتی و مصرف‌کنندگان انرژی شناسایی شدند. این مرحله به تدوین پرسش‌های مرزی منجر شد که چارچوب تحلیل سیستم را مشخص کردند. در مرحله دوم، داده‌ها از طریق مصاحبه‌های عمیق با ۱۴ نفر از خبرگان جمع‌آوری شدند. این مصاحبه‌ها بر مبنای پرسش‌های مرزی طراحی شدند و پژوهشگر به عنوان تسهیلگر به هم‌سوسازی دیدگاه‌ها پرداخت. مرحله سوم شامل تحلیل داده‌ها با استفاده از ابزارهایی مانند انتقاد مرزی و مثلث ابدی بود که به شفاف‌سازی فرضیات پنهان و تضادهای موجود در سیستم کمک کردند. در نهایت در مرحله چهارم، پیشنهادها عملیاتی در سه حوزه کلیدی شامل زیست‌محیطی، توسعه فناوری و مشارکت عمومی تدوین و در جلسات نهایی با خبرگان بررسی و تأیید شدند. این فرایند امکان تحلیل جامع سیستم انرژی و طراحی راهکارهای پایدار و عملی را فراهم آورد.

جدول ۱. مراحل اجرایی و پیاده‌سازی روش CSH

مرحله	شرح اقدامات	نتایج کلیدی
مرحله اول: تعیین محدوده مسئله	تعریف مسئله، شناسایی ذی‌نفعان (سازمان‌های دولتی، صنایع، نهادهای نظارتی، مصرف‌کنندگان انرژی) و تدوین پرسش‌های مرزی.	تعیین چارچوب تحلیل و تدوین ۱۲ پرسش مرزی.
مرحله دوم: جمع‌آوری داده‌ها	انجام مصاحبه‌های عمیق با ۱۴ نفر از خبرگان بر اساس پرسش‌های مرزی؛ مرور اسناد آمایش سرزمین و داده‌های تاریخی.	جمع‌آوری داده‌های نیازها، چالش‌ها و فرصت‌های بهبود سیستم انرژی.
مرحله سوم: تحلیل داده‌ها	تحلیل داده‌ها با ابزارهای CSH؛ شفاف‌سازی فرضیات مرزی؛ استفاده از مثلث ابدی برای تحلیل اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت.	شناسایی تضادها و بهبود فرضیات مرزی؛ تأیید نتایج تحلیل توسط خبرگان.
مرحله چهارم: طراحی پیشنهادها و اقدامات بهبودی	تدوین پیشنهادها در سه حوزه کلیدی (زیست‌محیطی، توسعه فناوری، مشارکت عمومی) و بررسی در جلسات خبرگان.	مستندسازی پیشنهادها عملیاتی و اطمینان از قابلیت اجرایی بودن آن‌ها.

۴. یافته‌های پژوهش

فرایند پیاده‌سازی روش‌شناسی تحقیق شامل برگزاری جلسات عمیق و مشارکتی با خبرگان و ذی‌نفعان اصلی حوزه انرژی بود. هر جلسه مصاحبه به طور متوسط ۳ تا ۴ ساعت به طول انجامید و در آن، پژوهشگر در نقش تسهیلگر وظیفه داشت که افکار و نظرات گوناگون را سازمان‌دهی کند و به یک نتیجه منسجم برساند. در این جلسات، سؤالات کلیدی روش CSH مطرح شد و از مشارکت‌کنندگان خواسته شد که وضعیت فعلی و ایده‌آل سیستم را از دیدگاه خود تحلیل کنند. برای هم‌سوسازی دیدگاه‌ها، مرور اسناد آمایش سرزمین و داده‌های منطقه‌ای انجام شد تا زمینه مشترکی برای بحث‌ها فراهم شود. انتقاداتی که کاربردی نبودند یا با اهداف تحقیق همخوانی نداشتند، از مراحل تحلیل حذف شدند. در صورت لزوم، برداشت‌های اولیه اصلاح و دوباره با کارشناسان مطرح شد تا صحت و دقت نتایج تضمین شود. یکی از نتایج مهم این فرایند، شناسایی ذی‌نفعان جدید در سیستم انرژی بود. برای مثال، در وضعیت فعلی، وزارت نفت و وزارت نیرو به عنوان تصمیم‌گیرندگان اصلی شناخته شدند، اما در وضعیت ایده‌آل، تأکید بر مشارکت مراکز تحقیقاتی، سازمان‌های محیط زیستی و نهادهای قانون‌گذار به عنوان ذی‌نفعان کلیدی بود. همچنین، پیشنهاد مشخص برای تغییر جهان‌بینی از توسعه حداکثری انرژی‌های فسیلی به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و داده‌کاوی، از دیگر نتایج این جلسات بود. در پژوهش حاضر با ۱۴ نفر از خبرگان مصاحبه شد. جدول ۲ نشان می‌دهد سیمای خبرگان این گروه از نظر سن، سابقه کاری و حوزه فعالیت بسیار متنوع است.

جدول ۲. سیمای خبرگان

سن	جنسیت	تحصیلات	حوزه فعالیت	سابقه کار
۳۴	زن	دکتری	مدیریت صنعتی	۶
۴۸	مرد	دکتری	مدیریت بازرگانی	۲۳
۴۷	مرد	دکتری	صنایع شیمیایی	۲۳
۴۴	زن	دکتری	مدیریت دولتی	۱۹
۵۴	مرد	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	۳۰
۳۲	مرد	کارشناسی ارشد	مدیریت صنعتی	۷
۲۹	زن	کارشناسی ارشد	منابع انسانی	۶
۵۵	مرد	دکتری	انرژی و برق	۲۱
۴۲	زن	کارشناسی ارشد	صنایع و تولید	۱۸
۴۸	مرد	کارشناسی	مدیریت پروژه	۱۸
۳۶	زن	دکتری	محیط زیست	۱۰
۳۱	مرد	کارشناسی ارشد	فناوری اطلاعات	۵
۳۸	زن	دکتری	مالی و حسابداری	۱۳
۴۳	مرد	دکتری	اقتصاد و بازار سرمایه	۲۱
۴۶	زن	دکتری	صنایع و تولید	۱۶

نتایج به‌دست‌آمده از پیاده‌سازی روش‌شناسی CSH و پاسخ‌های خبرگان به سؤالات کلیدی در حوزه انرژی در ایران نشان‌دهنده گپ‌ها و اختلاف‌های چشم‌گیر بین حالت فعلی سیستم و حالت ایده‌آل است (جدول ۳). این بررسی‌ها نه تنها به ما کمک کرد تا مشکلات و چالش‌های فعلی را شناسایی کنیم، بلکه به شفاف‌سازی مسیرهای بهبود و پیشرفت برای رسیدن به اهداف بلندمدت کمک کرد. اولین گپ واضح در این بررسی، تفاوت میان ذی‌نفعان اصلی است. در حالت فعلی، وزارت نفت، وزارت نیرو، صنایع و مردم به عنوان ذی‌نفعان کلیدی شناخته می‌شوند، اما در حالت ایده‌آل، جامعه وسیع‌تری از ذی‌نفعان شامل اکوسیستم، نهادهای قانون‌گذار، مراکز علمی و تحقیقاتی و سازمان‌های محیط زیستی در نظر گرفته می‌شوند. این گپ نشان می‌دهد برای رسیدن به پایداری واقعی، لازم است که نگاه جامعی به ذی‌نفعان و مشتریان این سیستم داشته باشیم. هدف از تأمین انرژی در حال حاضر بیشتر بر اساس نیازهای کوتاه‌مدت و رضایت مردم با استفاده از هر منبع انرژی موجود، حتی سوخت‌های آلاینده‌ای مثل مازوت، تعریف شده است. اما در حالت ایده‌آل، هدف باید تأمین انرژی پاک و پایدار با تمرکز بر رفاه عمومی و پایداری بلندمدت باشد. این تفاوت در اهداف نشان می‌دهد نگاه بلندمدت به پایداری و حفاظت از منابع طبیعی در حالت فعلی به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است. همچنین، معیار پیشرفت و موفقیت در حال حاضر بیشتر توسعه زیرساخت‌های گازرسانی و تأمین انرژی است، در حالی که در حالت ایده‌آل، معیارهای موفقیت باید بر اساس میزان استفاده از انرژی‌های پاک و توسعه پایدار برای همه مردم جامعه تعریف شود.

در زمینه تصمیم‌گیری، هم‌اکنون بیشتر تصمیم‌ها توسط دولت، وزارت نیرو، وزارت نفت و مجلس گرفته می‌شود، اما در حالت ایده‌آل باید گروهی متشکل از کارشناسان و خبرگان حوزه انرژی و نخبگان علمی و فنی تصمیم‌گیر باشند. این گپ نشان‌دهنده نیاز به اصلاح در ساختار تصمیم‌گیری برای مشارکت بیشتر افراد خبره و استفاده از تخصص‌های متنوع در این حوزه است. منابع تحت کنترل نیز در حالت فعلی بیشتر منابع فسیلی هستند، در حالی که در حالت ایده‌آل باید منابع تجدیدپذیر و پایدار مثل انرژی باد و خورشید و قوانین مرتبط با انرژی‌های پایدار مورد استفاده قرار گیرند. یکی از موارد مهم دیگر در گپ‌ها، شرایط محیطی و تعاملات بین‌المللی است. در حال حاضر، توجه بیشتر به منابع داخلی نفت و گاز معطوف شده است، در حالی که در حالت ایده‌آل، تعامل با کشورهای دیگر، انتقال تکنولوژی‌های نوین و سرمایه‌گذاری‌های خارجی باید بخش مهمی از استراتژی‌ها باشد. این موضوع نشان می‌دهد نیاز به گسترش همکاری‌های بین‌المللی و تمرکز بیشتر روی فناوری‌های نوین و انرژی‌های پاک وجود دارد. در حالت فعلی، تخصص‌های مرتبط با حوزه انرژی بیشتر محدود به استخراج و بهره‌برداری از منابع فسیلی هستند، اما در حالت ایده‌آل، نیاز به تخصص‌های چندبعدی و پیشرفته مثل هوش مصنوعی، داده‌کاوی و مدیریت استراتژیک احساس می‌شود.

جدول ۳. نتایج روش CSH به صورت جمع‌بندی شده از تمامی خبرگان

پرسش‌های مرزی	حالت فعلی	حالت ایده‌آل
۱- مشتری یا ذی‌نفع در این سیستم کیست؟	وزارت نفت، وزارت نیرو، صنایع، مردم	همه انسان‌های عادی، سازمان‌ها، کل اکوسیستم، نهادهای قانون‌گذار، سازمان محیط زیست، مراکز علمی و تحقیقاتی
۲- هدف چیست؟	رضایت مردم، تأمین انرژی به هر قیمت (سوخت مازوت)	تأمین انرژی پاک و پایدار، رفاه، پایداری و اهداف بلندمدت
۳- معیار پیشرفت یا موفقیت چیست؟	توسعه گازرسانی و انرژی	میزان استفاده از انرژی پاک و تجدیدپذیر، توسعه پایدار برای تمام مردم
۴- تصمیم‌گیرنده چه کسی است؟	دولت، وزارت نیرو، وزارت نفت، مجلس	گروه خبره متشکل از کارشناسان حوزه انرژی، نخبگان تصمیم‌گیر
۵- چه منابعی برای موفقیت تحت کنترل تصمیم‌گیرنده است؟	منابع فسیلی و انرژی تحت کنترل وزارت نفت و نیرو	منابع تجدیدپذیر مثل باد و خورشید، قوانین و منابع مرتبط با انرژی‌های پایدار
۶- چه شرایطی در خارج از محیط تصمیم وجود دارد؟	منابع نفت و گاز، منابع بالقوه محیطی	تعامل با کشورهای دیگر، انتقال تکنولوژی، سرمایه‌گذاری‌های خارجی
۷- متخصص یا حرفه‌ای در این سیستم کیست؟	کارشناسان حوزه انرژی، متخصصین دولتی	متخصصان GIS، هوش مصنوعی، پژوهشگران حوزه انرژی
۸- چه تخصصی در این سیستم مورد نیاز است؟	تخصص‌های حوزه انرژی، استخراج و بهره‌برداری	تخصص‌های چندبعدی، هوش مصنوعی و داده‌کاوی، مدیریت استراتژیک
۹- چه کسی موفقیت سیستم را تضمین می‌کند؟	دولت، وزارت نیرو و وزارت نفت	گروه خبرگان و نخبگان حوزه انرژی، استفاده از منابع تجدیدپذیر
۱۰- چه کسی ناظر علایق کسانی است که تحت تأثیر هستند؟	رسانه‌ها، فرماندار شهر، نهادهای نظارتی	نهادهای نظارتی و قانون‌گذار با رویکرد جامعه پایدار
۱۱- چه چیزی افراد را از وعده‌های اشتباه حفظ می‌کند؟	دیوان محاسبات، دستگاه‌های نظارتی	شفاف‌سازی، فضای باز، رویکرد پیشگیرانه
۱۲- جهان‌بینی و چشم‌انداز تعریف شده چیست؟	توسعه حداکثری انرژی (گاز)	انرژی پایدار برای همه جامعه، حفاظت از محیط زیست برای نسل‌های آینده

همچنین، در حالت فعلی، تضمین موفقیت سیستم به عهده نهادهای دولتی است، اما در حالت ایده‌آل باید گروهی از خبرگان مستقل و نخبگان علمی مسئولیت این امر را به عهده داشته باشند و تأکید بیشتر بر استفاده از منابع تجدیدپذیر باشد. نظارت بر علایق افراد و جوامعی که تحت تأثیر تصمیم‌ها قرار می‌گیرند نیز در حال حاضر توسط رسانه‌ها، فرماندار شهر و نهادهای نظارتی صورت می‌گیرد، اما در حالت ایده‌آل باید نهادهای قانون‌گذار با رویکرد جامعه پایدار این وظیفه را به عهده بگیرند. در زمینه شفاف‌سازی و جلوگیری از وعده‌های اشتباه، سیستم فعلی بیشتر بر دستگاه‌های نظارتی داخلی مثل دیوان محاسبات تکیه دارد، اما در حالت ایده‌آل باید شفاف‌سازی گسترده‌تر، فضای باز و رویکردهای پیشگیرانه جایگزین شوند. این تغییر می‌تواند به بهبود اعتماد عمومی و افزایش مشارکت افراد در تصمیم‌گیری‌ها منجر شود. همچنین، جهان‌بینی تعریف‌شده در حالت فعلی بیشتر بر توسعه حداکثری انرژی‌های فسیلی و گاز تمرکز دارد، در حالی که در حالت ایده‌آل، تأکید بر تأمین انرژی پایدار و حفاظت از محیط زیست برای نسل‌های آینده است. این بررسی نشان داد اگرچه سیستم فعلی بر تأمین نیازهای انرژی متمرکز است، اما نیاز به تغییرات اساسی در نگرش‌ها و روش‌های مدیریتی وجود دارد. به منظور ایجاد یک سیستم پایدار و قابل اطمینان، لازم است که معیارهای موفقیت به‌روزرسانی شده و نگاه بلندمدت به انرژی‌های تجدیدپذیر و پایدار تقویت شود. همچنین، نیاز به گسترش تخصص‌ها و مشارکت بیشتر متخصصان بین‌المللی و استفاده از فناوری‌های نوین از اهمیت بالایی برخوردار است.

۴-۱. تحلیل نتایج بخش CSH

برای بررسی دقیق بخش‌های ایده‌آل و فعلی، تصمیم گرفتیم تا جلسه‌ای گروهی با حضور خبرگان حوزه انرژی و نمایندگان ذی‌نفعان تشکیل دهیم. در این جلسه، به شناسایی گپ‌های موجود بین وضعیت فعلی سیستم و حالت ایده‌آل پرداخته شد. هدف اصلی این بررسی، درک دقیق‌تر از مشکلات موجود و یافتن مسیرهای بهبود و رسیدن به یک سیستم پایدارتر و هماهنگ با اهداف بلندمدت بود. با استفاده از اطلاعات جامع و بازخوردهای ارائه‌شده توسط خبرگان، توانستیم دیدگاه‌های مختلف را جمع‌بندی و با یکدیگر مقایسه کنیم. این تحلیل نه تنها به شفاف‌سازی اختلافات کمک کرد، بلکه دید انتقادی به مسائل فعلی و نیازهای آتی ایجاد کرد. برای تبدیل این انتقادات و گپ‌ها به گزینه‌های بهبود، سه روش کلیدی را به کار گرفتیم. اولین روش،

استفاده از مبانی مثلث‌سازی سیستمیک در روش CSH بود که از طریق آن توانستیم مسائل پیچیده و چندبعدی را درک کنیم. با تمرکز بر ارتباطات بین اجزای مختلف سیستم، فرصت‌های بهبود و ضعف‌های فعلی به‌وضوح شناسایی شد. این روش به ما اجازه داد تا نگرش کلی‌نگران‌تری به وضعیت داشته باشیم و پیشنهادهای بهبود را بر اساس عملکرد کلی سیستم ارائه دهیم. دومین رویکرد، تحلیل تفاوت‌ها (Gap Analysis) بود که به ما کمک کرد تا به طور دقیق شکاف‌های موجود میان وضعیت فعلی و حالت ایده‌آل را بررسی کنیم. از طریق این تحلیل، بخش‌هایی که نیاز به بهبود فوری داشتند مشخص شد و سپس بر اساس آن گزینه‌های بهبود را اولویت‌بندی کردیم. سومین روش، جلسات مشترک و مشارکتی با خبرگان بود. در این جلسات، با استفاده از بازخورد و نظرات انتقادی خبرگان، توانستیم راه‌حل‌های عملی و اجرایی برای بهبود سیستم ارائه کنیم. این مشارکت جمعی باعث شد تا گزینه‌های پیشنهادی متناسب با واقعیت‌های موجود باشند و بتوانند به صورت عملی در سیستم پیاده‌سازی شوند.

۴-۲. استخراج گزینه‌های بهبود

با تکیه بر رویکرد سیستمی مانند CSH، ما موفق شدیم مجموعه‌ای از گزینه‌های بهبود را در حوزه انرژی شناسایی کنیم که در سه دسته‌بندی کلیدی مرتبط با جامعه ۵/۰ قرار می‌گیرند. این دسته‌ها شامل زیست‌محیطی، توسعه فناوری، و فرهنگ مصرف و مشارکت عمومی هستند. در مجموع ۱۷ گزینه بهبود شناسایی شدند که هر یک به بهبود عملکرد سیستم انرژی و مدیریت آن در ایران کمک می‌کنند. این گزینه‌ها از بررسی عمیق وضعیت فعلی و تطبیق آن با حالت ایده‌آل به دست آمده‌اند و هر یک در راستای توسعه پایدار و بهره‌وری بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر و ایجاد زیرساخت‌های پایدار به‌ویژه در حوزه گاز، برق، و انرژی‌های نوین هستند.

جدول ۴. گزینه‌ها و اقدامات راهبردی بهبودی مستخرج از مصاحبه‌ها

دسته‌بندی جامعه ۵/۰	کد	نام گزینه	شرح گزینه
زیست‌محیطی	S1	انتقال تمرکز از انرژی فسیلی به انرژی‌های جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر مانند خورشیدی و بادی برای حفظ تجدیدپذیر	محیط زیست و منابع پایدار.
	S2	افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	توسعه و استفاده از انرژی‌های نوین در بخش‌های خانگی و صنعتی برای کاهش اثرات زیست‌محیطی.
	S3	ایجاد استراتژی‌های بلندمدت و پایدار	تمرکز بر برنامه‌های پایدار و پیشگیری از بحران‌ها به جای مدیریت موقت و جزیره‌ای.
	S4	پیش‌بینی و مدیریت ریسک‌های محیطی و پیش‌بینی ریسک‌های محیطی و سیاسی و برنامه‌ریزی برای مدیریت آن‌ها به منظور سیاسی	تحلیل و پیش‌بینی ریسک‌های محیطی و سیاسی و برنامه‌ریزی برای مدیریت آن‌ها به منظور افزایش پایداری سیستم.
توسعه فناوری	IT1	سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های نوین	افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته برای بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی و کاهش اتکا به انرژی‌های قدیمی.
	IT2	استفاده از روش‌های داده‌محور و هوش مصنوعی	بهره‌گیری از فناوری‌های داده‌کاوی و هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و پیش‌بینی تقاضاهای آینده.
	IT3	توسعه زیرساخت‌های انرژی‌های پاک	ایجاد زیرساخت‌های لازم برای تولید و توزیع انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح ملی.
	IT4	ارتقای سیستم‌های نظارتی و شفاف‌سازی تقویت نهادهای نظارتی و ایجاد شفافیت در فرایندهای تصمیم‌گیری به منظور جلوگیری از تصمیم‌گیری‌ها	خطاهای سیستم.
فرهنگ مصرف و مشارکت عمومی	W1	ترویج فرهنگ‌سازی و تغییر نگرش مصرف انرژی	آموزش و فرهنگ‌سازی برای مصرف بهینه انرژی در جامعه و افزایش آگاهی زیست‌محیطی.
	W2	تقویت سیستم‌های مشارکت عمومی	افزایش مشارکت عمومی و سازمان‌های مردم‌نهاد در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با انرژی و محیط زیست.
	W3	تقویت همکاری بین سازمان‌های دولتی و ایجاد تعامل بیشتر بین وزارتخانه‌ها، شرکت‌های خصوصی، و مراکز علمی برای بهبود استفاده از خصوصی	منابع انرژی.
	W4	تغییر در ذی‌نفعان و مشتریان سیستم	افزایش مشارکت عمومی، سازمان‌های محیط زیست، و مراکز علمی به عنوان ذی‌نفعان سیستم انرژی.
	W5	توسعه منابع انسانی با تخصص‌های جدید و آموزش و تربیت نیروهای متخصص در حوزه‌های جدید مانند هوش مصنوعی، داده‌کاوی، و چندبعدی	انرژی‌های نوین.
	W6	ارتقای استانداردهای ساخت‌وساز و بهره‌وری ایجاد استانداردهای جدید برای عایق‌سازی ساختمان‌ها و افزایش بهره‌وری انرژی در صنایع.	انرژی
	W7	تقویت نقش نهادهای علمی و تحقیقاتی	تقویت مشارکت مراکز علمی و پژوهشی در تصمیم‌گیری‌ها و توسعه راه‌حل‌های نوآورانه در حوزه انرژی.
	W8	بهینه‌سازی قوانین و مقررات انرژی	تجدیدنظر در قوانین انرژی با هدف حمایت از انرژی‌های پاک و بهینه‌سازی مصرف منابع.

در بخش زیست‌محیطی، اولین گزینه بهبود، انتقال تمرکز از انرژی فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر (S1) است. این گزینه بر جایگزینی سوخت‌های فسیلی مانند گاز و نفت با انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر مانند خورشیدی و بادی تأکید دارد. در کشور ایران که به شدت متکی بر منابع فسیلی است، اجرای این گزینه می‌تواند به کاهش آلاینده‌ها و حفظ منابع زیست‌محیطی کمک شایانی کند. به دنبال آن، افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (S2) به توسعه انرژی‌های نوین در بخش‌های خانگی و صنعتی اشاره دارد. این اقدام می‌تواند به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش بهره‌وری انرژی در کشور منجر شود. علاوه بر این، ایجاد استراتژی‌های بلندمدت و پایدار (S3) که بر مدیریت پایدار و پیشگیری از بحران‌ها متمرکز است، به سیاست‌گذاری‌های آینده‌نگرانه کمک می‌کند. همچنین، پیش‌بینی و مدیریت ریسک‌های محیطی و سیاسی (S4) می‌تواند به تحلیل دقیق ریسک‌های زیست‌محیطی و سیاسی و ایجاد برنامه‌های پیشگیرانه برای حفظ منابع طبیعی و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی منجر شود.

در دسته توسعه فناوری، شاهد معرفی گزینه‌هایی هستیم که به سرمایه‌گذاری و توسعه فناوری‌های پیشرفته در حوزه انرژی تمرکز دارند. گزینه سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های نوین (IT1) بر افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری‌هایی نظیر هوش مصنوعی و داده‌کاوی برای بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی تأکید دارد. اجرای این گزینه می‌تواند به کشور کمک کند تا بهره‌وری بالاتری از منابع انرژی خود داشته باشد و در عین حال اتکا به انرژی‌های قدیمی کاهش یابد. همچنین، استفاده از روش‌های داده‌محور و هوش مصنوعی (IT2) به بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیشرفته در پیش‌بینی تقاضاهای آینده و بهینه‌سازی مصرف انرژی کمک خواهد کرد. گزینه بعدی، توسعه زیرساخت‌های انرژی‌های پاک (IT3) بر ایجاد زیرساخت‌های لازم برای تولید و توزیع انرژی‌های تجدیدپذیر تمرکز دارد. این اقدام به توسعه انرژی‌های پاک در سطح ملی کمک می‌کند. همچنین، ارتقای سیستم‌های نظارتی و شفاف‌سازی تصمیم‌گیری‌ها (IT4) به افزایش شفافیت در فرایندهای مدیریتی و کاهش خطاهای احتمالی کمک می‌کند که در نهایت باعث بهبود کیفیت تصمیم‌گیری‌های کلان در حوزه انرژی می‌شود.

بخش فرهنگ مصرف و مشارکت عمومی نیز یکی از بخش‌های مهمی است که در آن بهبودهایی پیشنهاد شده است. یکی از این گزینه‌ها، ترویج فرهنگ‌سازی و تغییر نگرش مصرف انرژی (W1) است که بر آموزش عمومی و ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی متمرکز است. این اقدام می‌تواند به مصرف بهینه‌تر انرژی در جامعه و کاهش هدررفت منابع انرژی منجر شود. گزینه دیگر، تقویت سیستم‌های مشارکت عمومی (W2) به افزایش تعاملات بین مردم و سازمان‌های دولتی و غیردولتی اشاره دارد. این تعاملات می‌توانند نقش مهمی در اجرای سیاست‌های انرژی و افزایش حمایت عمومی داشته باشند. همچنین، تقویت همکاری بین سازمان‌های دولتی و خصوصی (W3) به بهبود هماهنگی بین بخش‌های مختلف دولتی و خصوصی برای استفاده بهتر از منابع انرژی منجر می‌شود. یکی دیگر از گزینه‌های کلیدی در این دسته، تغییر در ذی‌نفعان و مشتریان سیستم (W4) است که به مشارکت بیشتر نهادهای علمی، مراکز تحقیقاتی، و سازمان‌های محیط زیست در فرایند تصمیم‌گیری انرژی تأکید دارد. این اقدام باعث می‌شود تصمیم‌گیری‌ها بر پایه داده‌ها و تحقیقات علمی دقیق‌تر انجام شود و پایداری بیشتری به دست آید. همچنین، گزینه توسعه منابع انسانی با تخصص‌های جدید و چندی (W5) به آموزش نیروهای متخصص در حوزه‌های جدیدی مانند هوش مصنوعی و انرژی‌های نوین اشاره دارد. اجرای این گزینه به تربیت نیروی کار ماهرتر و توانمندتر در حوزه‌های کلیدی انرژی کمک می‌کند و می‌تواند به نوآوری و توسعه پایدار در این بخش منجر شود.

در نهایت، یکی از گزینه‌های مهم در این دسته، ارتقای استانداردهای ساخت‌وساز و بهره‌وری انرژی (W6) است که به بهبود استانداردهای عایق‌سازی ساختمان‌ها و بهره‌وری انرژی در صنایع اشاره دارد. این اقدام می‌تواند به کاهش مصرف انرژی و در نتیجه بهینه‌سازی منابع منجر شود. علاوه بر این، تقویت نقش نهادهای علمی و تحقیقاتی (W7) بر تقویت مشارکت مراکز علمی در تصمیم‌گیری‌ها تأکید دارد که می‌تواند به نوآوری در استفاده از منابع انرژی و بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری منجر شود. بهینه‌سازی قوانین و مقررات انرژی (W8) نیز به تجدید نظر در قوانین و مقررات فعلی برای حمایت بیشتر از انرژی‌های پاک و پایدار می‌پردازد و می‌تواند فضای بهتری برای توسعه انرژی‌های نوین فراهم کند.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف بررسی و تحلیل راهبردهای بهینه‌سازی سیستم‌های مصرف انرژی، به‌ویژه در بخش گاز، طراحی و اجرا شد. روند پژوهش از شناسایی مشکلات موجود در سیستم‌های انرژی آغاز شد و با همکاری خبرگان و کارشناسان حوزه‌های مختلف انرژی به جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز پرداخته شد. در فاز ابتدایی، روش‌های مختلف بهینه‌سازی مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از چارچوب جامعه ۵/۰، سه دسته‌بندی کلی شامل زیست‌محیطی، توسعه فناوری و زیرساخت، و فرهنگ مصرف و مشارکت عمومی مشخص شد. این دسته‌بندی‌ها به‌عنوان چارچوب کلی برای اجرای راهکارها و تدوین استراتژی‌های بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی تعیین شدند. فاز دوم پژوهش شامل جلسات مشارکتی و مصاحبه‌های عمیق با خبرگان بود که طی آن مشکلات سیستم فعلی و راهکارهای احتمالی برای بهبود شرایط شناسایی شد.

در این مرحله، از روش اقدام‌پژوهی و مداخلات سیستمی مانند CSH استفاده شد تا به بررسی وضعیت فعلی و ایده‌آل سیستم‌های انرژی پرداخته شود. خبرگان با دیدگاه‌های انتقادی و تحلیلی خود، بینشی عمیق‌تر به پژوهشگران ارائه کردند و اطلاعات ناقص موجود در سیستم‌ها و فرایندهای فعلی تکمیل و بازبینی شد. این فرایند باعث شد تا تمامی ذی‌نفعان به صورت هم‌فکر و هم‌راستا به دنبال حل مشکلات و بهبود وضعیت باشند. در مرحله سوم پژوهش، گزینه‌های بهبود به‌دست‌آمده از جلسات و تحلیل‌ها پیشنهاد داده شدند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد تمرکز بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی از جمله مهم‌ترین اولویت‌های سیستم انرژی در کشور است. خبرگان تأکید داشتند که توسعه زیرساخت‌های لازم برای بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر، بهبود سیستم‌های نظارتی و ارتقای فرهنگ مصرف عمومی در سطح جامعه می‌تواند به تحقق اهداف پایدار انرژی کمک کند. همچنین، سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های نوین مانند هوش مصنوعی و داده‌کاوی به‌عنوان ابزاری کلیدی برای بهبود بهره‌وری و مدیریت مصرف انرژی شناسایی شد. به طور کلی راهکارهای ارائه‌شده در این تحقیق، با تأکید بر اهمیت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه زیرساخت‌ها و تقویت فرهنگ عمومی مصرف انرژی، می‌تواند نقش مهمی در پیشبرد اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی منطقه ایفا کند. روش CSH تحلیل‌های خروجی زیادی را ارائه می‌دهد، اما به عنوان یک روش تصمیم‌گیری مطرح نیست. این تحقیق با وجود دستاوردهای قابل توجه، با محدودیت‌هایی روبه‌رو بوده است که می‌تواند بر اعتبار و گستردگی نتایج تأثیر بگذارد. یکی از اصلی‌ترین محدودیت‌ها، دسترسی محدود به داده‌های به‌روز، به‌ویژه داده‌های آمایش سرزمین و مصرف انرژی پس از سال ۱۳۹۹ است. این محدودیت ممکن است تغییرات اخیر زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به صورت کامل منعکس نکند. علاوه بر این، نبود اطلاعات جامع از دیدگاه‌ها و اولویت‌های تمامی ذی‌نفعان باعث شد که تحلیل کاملی از مشارکت و تأثیر این گروه‌ها در تصمیم‌گیری‌های انرژی به دست نیاید. پیچیدگی اجرای روش‌شناسی‌هایی مانند CSH در تحلیل داده‌ها و ترکیب رویکردهای کیفی و کمی نیز از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بوده است.

از این‌رو، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی در کنار روش حاضر، یکی از متدهای تصمیم‌گیری که بتواند گزینه‌های به‌دست‌آمده را رتبه‌بندی و سنجش کند، به کار گرفته شود. برای این‌منظور، از روش‌های ارزیابی کمی مانند DANP^۱ و DEMATEL استفاده شود تا راهبردها و روابط بین راهبردها شناسایی شوند. این ابزارها به پژوهشگران کمک کرد تا با دقت بیشتری به تحلیل و ارزیابی تأثیرات گزینه‌ها بپردازند و تصمیم‌گیری‌های بهتری انجام دهند. مدل‌های کمی نظیر تحلیل چندراهبرده^۲ (MCDM) [۴۳ و ۴۴]، تحلیل پوششی داده‌ها^۳ (DEA) [۴۵] و تحلیل شبکه‌های اجتماعی^۴ (SNA) [۴۶] می‌توانند به طور دقیق‌تری ابعاد مختلف سیاست‌ها و تأثیرات آن‌ها را مورد بررسی قرار دهند. این روش‌ها به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که روابط پیچیده بین متغیرها و ذی‌نفعان را به طور کامل‌تر درک کنند و اولویت‌بندی‌های دقیق‌تری برای تصمیم‌گیری ارائه دهند. به‌ویژه در حوزه انرژی، داده‌های تاریخی و مدل‌های شبیه‌سازی می‌توانند به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی تقاضاهای

1. Dematel Based ANP (DANP)

2. Multi Criteria Decision Making (MCDM)

3. Data Envelopment Analysis (DEA)

4. Social Network Analysis (SNA)

آتی و تأثیر سیاست‌ها مورد استفاده قرار گیرند. ترکیب این مدل‌های کمی با رویکردهای سیستماتیک نظیر TSI (مداخله سیستم‌های جامع)^۱ می‌تواند به گسترش دامنه تحلیل و ارائه پیشنهادها عملی کمک شایانی کند. همچنین، به‌کارگیری مدل‌های مشارکتی نظیر روش‌شناسی سیستم‌های نرم (SSM) برای ادغام نظرات ذی‌نفعان و حل تعارض‌ها در فرایندهای تصمیم‌گیری پیشنهاد می‌شود. بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین، نظیر هوش مصنوعی و داده‌کاوی، در تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی تقاضای انرژی نیز می‌تواند به توسعه سیاست‌های دقیق‌تر و آینده‌نگرانه‌تر منجر شود. پژوهشگران می‌توانند از رویکردهای مرتبط با خلق ارزش مشترک (CSV) [۴۷] و اصول ESG^۲ [۱۲] برای تلفیق اهداف زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در سیاست‌گذاری‌های انرژی بهره بگیرند. این رویکردها به همراه استفاده از داده‌های به‌روز و شبیه‌سازی‌های دقیق می‌توانند به ایجاد چارچوب‌های سیاست‌گذاری جامع‌تر و پایدارتر منجر شوند که نیازهای حال و آینده را به صورت متوازن پاسخ دهند.

1. Total Systems Interventions (TSI)
2. Environmental, Social, and Governance

منابع

- [1] A. Taghipour, A. Sohrabi, M. Ghaedi, and M. Khazaei, "A robust vaccine supply chain model in pandemics: Case of Covid-19 in Iran," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 183, p. 109465 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109465>, 2023.
- [2] P. Z. Foukolaei, F. A. Asari, M. Khazaei, F. Gholian-Jouybari, and M. Hajiaghahi-Keshteli, "From responsible sourcing of wastes to sustainable energy consumption in the blue hydrogen supply chain: Case of nearshoring in Nuevo Leon," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 77, pp. 1387-1400, 2024.
- [3] M. Ghaedi, P. Z. Foukolaei, F. A. Asari, M. Khazaei, F. Gholian-Jouybari, and M. Hajiaghahi-Keshteli, "Pricing electricity from blue hydrogen to mitigate the energy rebound effect: A case study in agriculture and livestock," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 84, pp. 993-1003, 2024.
- [4] S. E. Hosseini, "Transition away from fossil fuels toward renewables: lessons from Russia-Ukraine crisis," *Future Energy*, vol. 1, no. 1, pp. 2-5, 2022.
- [5] M. Ramezani, M. Khazaei, F. Gholian-Jouybari, A. Sandoval-Correa, H. Bonakdari, and M. Hajiaghahi-Keshteli, "Turquoise hydrogen and waste optimization: A Bi-objective closed-loop and sustainable supply chain model for a case in Mexico," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 195, p. 114329 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114329>, 2024.
- [6] Y. Popkostova, "Europe's energy crisis conundrum," *European Union Institute for Security Studies*, 2022.
- [7] A. Taghipour, P. Z. Foukolaei, M. Ghaedi, and M. Khazaei, "Sustainable Multi-Objective Models for Waste-to-Energy and Waste Separation Site Selection," *Sustainability*, vol. 15, no. 22, p. 15764 <https://doi.org/10.3390/su152215764>, 2023.
- [8] S. Singh, "Energy crisis and climate change: Global concerns and their solutions," *Energy: crises, challenges and solutions*, pp. 1-17, 2021.
- [9] I. Von Homeyer, S. Oberthür, and C. Dupont, "Implementing the European Green Deal during the Evolving Energy Crisis," *Journal of Common Market Studies*, vol. 60, 2022.
- [10] L. A. Lambert *et al.*, "The EU's natural gas Cold War and diversification challenges," *Energy Strategy Reviews*, vol. 43, p. 100934, 2022.
- [11] H. Heidari, M. Akbari, A. Souhankar, and R. Hafezi, "Review of global energy trends towards 2040 and recommendations for Iran oil and gas sector," *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 19, no. 8, pp. 8007-8018, 2022.
- [12] A. Taghipour, A. Padash, V. Etemadi, M. Khazaei, and S. Ebrahimi, "Sustainable and Circular Hotels and the Water-Food-Energy Nexus: Integration of Agrivoltaics, Hydropower, Solar Cells, Water Reservoirs, and Green Roofs," *Sustainability*, vol. 16, no. 5, p. 1985 <https://doi.org/10.3390/su16051985>, 2024.
- [13] S. L. Zilberberg, "The Water Crisis in Iran: Heightening Instability," *A Multidisciplinary Journal on National Security*, p. 41.
- [14] M. Ehsanifar, F. Dekamini, C. Spulbar, R. Birau, M. Khazaei, and I. C. Bărbăcioru, "A Sustainable Pattern of Waste Management and Energy Efficiency in Smart Homes Using the Internet of Things (IoT)," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, p. 5081 <https://doi.org/10.3390/su15065081>, 2023.
- [15] A. Deguchi *et al.*, "What is society 5.0," *Society*, vol. 5, no. 0, pp. 1-24, 2020.
- [16] A. Adel and N. H. Alani, "Human-Centric Collaboration and Industry 5.0 Framework in Smart Cities and Communities: Fostering Sustainable Development Goals 3, 4, 9, and 11 in Society 5.0," *Smart Cities*, vol. 7, no. 4, p. 1723, 2024.
- [17] M. Ghobakhloo, M. Iranmanesh, M. Fathi, A. Rejeb, B. Foroughi, and D. Nikbin, "Beyond Industry 4.0 :a systematic review of Industry 5.0 technologies and implications for social, environmental and economic sustainability," *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, 2024.
- [18] M. Fukuyama, "Society 5.0: Aiming for a new human-centered society ", *Japan Spotlight*, vol. 27, no. 5, pp. 47-50, 2018.

- [19] S. Huang, B. Wang, X. Li, P. Zheng, D. Mourtzis, and L. Wang, "Industry 5.0 and Society 5.0—Comparison, complementation and co-evolution," *Journal of manufacturing systems*, vol. 64, pp. 424-428, 2022.
- [20] K. Fukuda, "Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0," *International journal of production economics*, vol. 220, p. 107460, 2020.
- [21] E. G. Carayannis and J. Morawska-Jancelewicz, "The futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as driving forces of future universities," *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 13, no. 4, pp. 3445-3471, 2022.
- [22] M. Tayebi, A. Bemani, A. Fetanat, and M. Fehrest-Sani, "A decision support system for sustainability prioritization of air pollution control technologies in energy and carbon management: Oil & gas industry of Iran," *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, vol. 99, p. 104416, 2022.
- [23] D. Pamučar, M. Behzad, D. Božanić, and M. Behzad, "Decision making to support sustainable energy policies corresponding to agriculture sector: Case study in Iran's Caspian Sea coastline," *Journal of Cleaner Production*, vol. 292, p. 125302, 2021.
- [24] R. Zahedi, A. Zahedi, and A. Ahmadi, "Strategic study for renewable energy policy, optimizations and sustainability in Iran," *Sustainability*, vol. 14, no. 4, p. 2418, 2022.
- [25] M. Jamali, S. Soufizadeh, B. Yeganeh, and Y. Emam, "A comparative study of irrigation techniques for energy flow and greenhouse gas (GHG) emissions in wheat agroecosystems under contrasting environments in south of Iran," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 139, p. 110704, 2021.
- [26] V. M. Taghvaaee, A. A. Arani, S. Soretz, and L. Agheli, "Comparing energy efficiency and price policy from a sustainable development perspective: Using fossil fuel demand elasticities in Iran," *MRS Energy & Sustainability*, vol. 9, no. 2, pp. 480-493, 2022.
- [27] Y. Noorollahi, H. Lund, S. Nielsen, and J. Z. Thellufsen, "Energy transition in petroleum rich nations: Case study of Iran," *Smart Energy*, vol. 3, p. 100026, 2021.
- [28] S. Solaymani, "A review on energy and renewable energy policies in Iran," *Sustainability*, vol. 13, no. 13, p. 7328, 2021.
- [29] R. A. Estévez, V. Espinoza, R. D. Ponce Oliva, F. Vásquez-Lavín, and S. Gelcich, "Multi-criteria decision analysis for renewable energies: research trends, gaps and the challenge of improving participation," *Sustainability*, vol. 13, no. 6, p. 3515, 2021.
- [30] M. Wahlund and J. Palm, "The role of energy democracy and energy citizenship for participatory energy transitions: A comprehensive review," *Energy Research & Social Science*, vol. 87, p. 102482, 2022.
- [31] E. Galende-Sánchez and A. H. Sorman, "From consultation toward co-production in science and policy: A critical systematic review of participatory climate and energy initiatives," *Energy Research & Social Science*, vol. 73, p. 101907, 2021.
- [32] Y. Zhou and P. D. Lund, "Peer-to-peer energy sharing and trading of renewable energy in smart communities—trading pricing models, decision-making and agent-based collaboration," *Renewable Energy*, vol. 207, pp. 177-193, 2023.
- [33] D. Stober, M. Suškevičs, S. Eiter, S. Müller, S. Martinát, and M. Buchecker, "What is the quality of participatory renewable energy planning in Europe? A comparative analysis of innovative practices in 25 projects," *Energy Research & Social Science*, vol. 71, p. 101804, 2021.
- [34] S. Spyridonidou, G. Sismani, E. Loukogeorgaki, D. G. Vagiona, H. Ulanovsky, and D. Madar, "Sustainable spatial energy planning of large-scale wind and PV farms in Israel: A collaborative and participatory planning approach," *Energies*, vol. 14, no. 3, p. 551, 2021.
- [35] S. S. Mirhosseini, M. Ramezani, M. Khazaei, and A. Azar, "Exploring and analysing the risks and challenges of implementing ERP systems: Critical system thinking," *International Journal of Information Systems and Change Management*, vol. 12, no. 3, pp. 234-258 <https://doi.org/10.1504/ijiscm.2021.120325>, 2021.
- [36] M. D. Nayeri, M. Khazaei, and D. Abdollahbeigi, "The drivers of success in new-service development: Rough set theory approach," *International Journal of Services and Operations Management*, vol. 43, no. 4, pp. 421-439 <https://doi.org/10.1504/ijsum.2022.127465>, 2022.

- [37] M. Ramezani, A. Azar, and M. Khazaei, "Gap analysis through a hybrid method: Critical systems heuristics and best worst method," in *The International Workshop on Best-Worst Method*, 2021: Springer, pp. 272-286 https://doi.org/10.1007/978-3-030-89795-6_19.
- [38] M. Khazaei, M. Ramezani, A. Padash, and D. DeTombe, "The quantification role of BWM in problem structuring methods: SYRCS methodology," in *the international workshop on best-worst method*, 2021: Springer, pp. 252-271.
- [39] M. Khazaei, M. Ramezani, A. Padash, and D. DeTombe, "Creating shared value to redesigning IT-service products using SYRCS; Diagnosing and tackling complex problems," *Information Systems and e-Business Management*, vol. 19, no. 3, pp. 957-992, 2021.
- [40] M. Dehghan Nayeri, M. Khazaei, and F. Alinasab-Imani, "The critical heuristics of iranian banking credit system: analysis of the antithetical opinions of the beneficiaries," *Systemic Practice and Action Research*, vol. 33, pp. 363-392, 2020.
- [41] M. Dehghan Nayeri, M. Khazaei, and F. Alinasab Imani, "Critical Systems Heuristics (CSH) to Deal with Stakeholders' Contradictory Viewpoints of Iran Performance Based Budgeting System," *Industrial Management Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 429-454, 2018.
- [42] W. Ulrich, "A brief introduction to critical systems heuristics (CSH)," *ECOSENSUS project site*, 2005.
- [43] M. Khazaei, M. Hajiaghaei-Keshteli, A. Rajabzadeh Ghatari, M. Ramezani, A. Fooladvand, and A. Azar, "A multi-criteria supplier evaluation and selection model without reducing the level of optimality," *Soft Computing*, pp. 1-14 <https://doi.org/10.1007/s00500-023-08954-8>, 2023.
- [44] A. Taghipour, A. Fooladvand, M. Khazaei, and M. Ramezani, "Criteria Clustering and Supplier Segmentation Based on Sustainable Shared Value Using BWM and PROMETHEE," *Sustainability*, vol. 15, no. 11, p. 8670 <https://doi.org/10.3390/su15118670>, 2023.
- [45] F. Gholian-Jouybari *et al.*, "Developing environmental, social and governance (ESG) strategies on evaluation of municipal waste disposal centers: A case of Mexico," *Chemosphere*, vol. 364, p. 142961, 2024.
- [46] A. Taghipour, M. Ramezani, M. Khazaei, V. Roohparvar, and E. Hassannayebi, "Smart Transportation Behavior through the COVID-19 Pandemic: A Ride-Hailing System in Iran," *Sustainability*, vol. 15, no. 5, p. 4178 <https://doi.org/10.3390/su15054178>, 2023.
- [47] A. Taghipour, M. Khazaei, A. Azar, A. Rajabzadeh Ghatari, M. Hajiaghaei-Keshteli, and M. Ramezani, "Creating shared value and strategic corporate social responsibility through outsourcing within supply chain management," *Sustainability*, vol. 14, no. 4, p. 1940, 2022.