




<https://gеп.и.а.с.и.р/?lang=en>
Geography and Environmental Planning
E-ISSN: 2252- 0910
Document Type: Research Paper
Vol. 35, Issue 1, No.93, Spring 2024, pp. 1- 2
Received: 06/06/2023 Accepted: 01/10/2023

Developing Feasibility of Urban Renewable Energy in Ahvaz with a Passive Defense Approach

Mostafa Mohammadi Dehcheshmeh¹ *, Masoud Safaepour², Nahid Sajjadian³, Hossein Ebadi⁴
1- Associate Professor of Geography and Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
M.mohammadi@scu.ac.ir

2- Professor of Geography and Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Safae_p@scu.ac.ir

3- Professor of Geography and Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
n.sajadian@scu.ac.ir

4- Ph.D. Student of Geography and Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
h.ebadi940@gmail.com

Abstract

In the 21st century, global efforts to mitigate environmental pollutants have focused on fostering a low-carbon economy and advancing energy sources that minimize greenhouse gas emissions and energy consumption. However, numerous challenges persist. Therefore, this research aimed to investigate and analyze the obstacles to sustainable development in the city of Ahvaz within an environmentally non-operating context. This study was applied in its purpose and survey-oriented while being descriptive-analytical in its methodology. Data were gathered through document analysis, library research, and fieldwork (questionnaires and interviews). The statistical population of the study comprised experts in the field of energy in Ahvaz with a sampling method based on stratification. The analysis employed quantitative methods, utilizing the ARAS and VIKOR techniques. The findings revealed that the challenges in developing geothermal, biomass, water, wind, and solar energy were primarily environmental in nature. The VIKOR technique results indicated that solar energy ranked highest in terms of ineffectiveness in addressing energy challenges in Ahvaz with a score of 1 followed by wind energy at 0.758 and water energy at 0.2220. Geothermal energy and biomass ranked lowest, respectively. Furthermore, the integration results demonstrated a varying degree of interdependence between non-factor indicators and energy development challenges contingent upon the type of renewable energy.

Keywords: Energy Development, Passive Defense, ARAS, VIKOR, Ahvaz

*Corresponding Author

Mohammadi, M., Safaepour, M., Sajadiyan, N., & Ebadi, H. (2023). Feasibility of urban renewable energy development in Ahvaz with non-active defense approach. *Geography and Environmental Planning*, 35 (1), 1 - 2 .



2252-0910 © University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



10.22108/GEP.2023.137813.1587

Introduction

Renewable Energy Sources (RES) are gaining global prominence as a viable alternative to fossil fuels with recent research underscoring their pivotal role in the future. Depleting reserves and the adverse environmental impact of fossil fuels have prompted investors to consider RES for sustainable development. Conventional energy sources, such as oil, coal, and gas, are not only dwindling in supply, but also carrying significant environmental repercussions. A diverse array of renewable energy sources, including solar, geothermal, hydroelectric, and wind power, have been posited as more sustainable alternatives to meet both current and future energy demands. Despite their potential to furnish affordable and clean energy, adoption of renewable energy has encountered varying degrees of governmental policy support and market uptake.

Materials & Methods

This study was classified as an applied research due to its focus on assessing the development of renewable energies and examining non-functional defense indicators. Methodologically, it adopted a survey-based and descriptive-analytical approach. Data were collected through documentary analysis, library research, and fieldwork involving questionnaires and interviews. The statistical population consisted of experts in the field with their number determined through a systematic review of resumes and statistics within the renewable energy and passive defense sectors. A minimum number of 50 individuals was selected based on this criterion. The sampling method employed in this research was proportional stratified sampling, wherein a percentage of the total statistical sample was allocated to each area based on its population. Additionally, to rank the indicators pertinent to renewable energy development, a questionnaire was distributed to other experts in the field. The snowball sampling method was utilized to select 50 relevant experts. The analysis method utilized quantitative models, specifically employing the ARAS decision-making method and the VIKOR model for ranking with the results subsequently integrated.


Research Findings:

The outcomes derived from the VIKOR technique revealed that the defense indicators least effective in mitigating the challenges of renewable energy in the city of Ahvaz were solar energy with a score of 1, wind energy ranking second with a score of 0.758, and hydro energy securing the third position with a score of 0.2220. A correlation existed between the non-operating defense indicators and the challenges of energy development, influencing the feasibility of developing each type of energy and likelihood of overcoming the existing challenges based on the conditions specific to Ahvaz. This correlation varied depending on the specific type of renewable energy. Furthermore, biomass and geothermal energy ranked lowest, respectively. The overall conclusion of this study suggested that the development of solar energy was more feasible than those of other energy sources. The interplay between the non-operating defense indicators and energy development challenges determined the relative feasibility of developing each type of energy and overcoming the existing challenges with this relationship varying across different types of renewable energy.

Discussion of Results & Conclusion

The array of challenges present in the development of geothermal, biomass, hydro, wind, and solar energy respectively exerted a significant influence, necessitating careful consideration by relevant managers in their planning efforts as these challenges had to be addressed concurrently, presenting a formidable task. However, the potential for developing renewable energies varied across different energy types. According to the findings of ARAS, geothermal energy development ranked as the lowest priority in terms of feasibility. From a non-agent perspective, prioritizing a comprehensive and interdisciplinary approach that encompasses the broader social and environmental impacts of energy policy and technology is imperative. This approach allows for a better understanding of the opportunities and challenges associated with transitioning to a more sustainable energy system, enabling the identification of effective strategies to achieve this objective. With the burgeoning population and economy, the demand for energy in Ahvaz City was escalating rapidly. The development of renewable energy in Ahvaz was essential to meet the ever-increasing energy demand and mitigate the environmental impacts stemming from the city's industrial nature and heavy reliance on fossil fuels. Nonetheless, numerous challenges existed in the path of renewable energy development in Ahvaz.

امکان‌سنجی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر شهری اهواز با رویکرد دفاع غیرعامل

مصطفی محمدی ده چشمه * ، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

M.mohammadi@scu.ac.ir

مسعود صفایی پور، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

Safae_p@scu.ac.ir

ناهید سجادیان، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

n.sajadian@scu.ac.ir

حسین عبادی، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

h.ebadi940@gmail.com

چکیده

در قرن ۲۱ میلادی مهم‌ترین سیاست‌های جهانی برای کاهش آلاینده‌های محیطی شامل اقتصاد کم‌کربن و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است که این سیاست‌ها منجر به کاهش گازهای گلخانه‌ای و صرفه‌جویی در انرژی می‌شود؛ اما در راستای رسیدن به این امر چالش‌های متعددی وجود دارد؛ از این رو هدف از پژوهش حاضر بررسی و تحلیل چالش‌های توسعه انرژی در شهر اهواز با رویکرد پدافند غیرعامل است. پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ روش، پیمایشی و توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات لازم در این پژوهش به صورت اسنادی، کتابخانه‌ای و میدانی (پرسشنامه و مصاحبه) جمع‌آوری شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر خیرگان حوزه‌های شهر و انرژی است. شیوه نمونه‌گیری در این پژوهش، نمونه‌گیری طبقه‌ای متناسب با حجم نمونه است. همچنین، روش آنالیز نیز کمی بوده که در آن از تکنیک‌های ARAS, VIKOR استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که مجموعه چالش‌های موجود به ترتیب در توسعه انرژی زمین‌گرمایی، انرژی زیست‌توده، انرژی آبی، بادی و خورشیدی بیشترین اثرها را دارد. نتایج تکنیک VIKOR حکایت از آن دارد که از میان شاخص‌های پدافند غیرعامل در کاهش چالش‌های انرژی تجدیدپذیر انرژی خورشیدی با امتیاز ۰/۷۵۸ اول، انرژی بادی با امتیاز ۰/۷۵۸ دوم، انرژی آبی با امتیاز ۰/۲۲۲۰ در رتبه سوم قرار گرفته است. همچنین، انرژی زمین‌گرمایی و زیست‌توده به ترتیب در پایین‌ترین رتبه قرار دارد. نتایج ادغام‌سازی نیز نشان داد که بین شاخص‌های پدافند غیرعامل و چالش‌های توسعه انرژی نوعی وابستگی وجود دارد که این وابستگی بسته به هر نوع انرژی تجدیدپذیر با یکدیگر متفاوت است. در نهایت، مشخص شد که امکان توسعه انرژی حاصل از خورشید در اهواز زیاد است؛ اما توسعه انرژی حاصل از گرمایش زمین امکان کمی دارد.

واژه‌های کلیدی: توسعه انرژی، پدافند غیرعامل، ARAS, VIKOR، اهواز.

*نویسنده مسئول

محمدی ده چشمه، مصطفی، صفایی پور، مسعود، سجادیان، ناهید، عبادی، حسین. (۱۴۰۲). امکان‌سنجی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر شهری اهواز با رویکرد دفاع غیرعامل جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳۵ (۱)، ۴۴-۱۹.



مقدمه

منابع انرژی تجدید پذیر (RES) (Renewable energy sources) در سطح جهانی به‌عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی در حال ظهور است و آخرین پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این منابع در آینده اهمیت حیاتی خواهد داشت. ذخایر محدود و اثرهای منفی زیست‌محیطی سوخت‌های فسیلی باعث می‌شود که سرمایه‌گذاران RES را برای توسعه پایدار در نظر بگیرند (Büyükoçkan & Güleriyüz, 2016). منابع انرژی سنتی مانند نفت، زغال‌سنگ و گاز در معرض کمبود عرضه هستند و به‌دنبال آن اثرهای زیست‌محیطی چشمگیری دارند. طیف وسیعی از منابع انرژی تجدید پذیر از جمله انرژی خورشیدی، زمین‌گرایی، برق‌آبی و نیروی باد به‌عنوان جایگزین‌های پایدارتری برای برآوردن نیازهای انرژی فعلی و آینده مطرح شده‌اند. با وجود پتانسیل انرژی‌های تجدید دربارۀ انرژی مقرون‌به‌صرفه و پاک، پذیرش این انرژی میزان متفاوتی از حمایت را در سیاست‌های دولتی و جذب در بازارهای انرژی داشته است. انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک رویکرد پایدار برای جبران محدودیت و آثار منفی زیست‌محیطی سوخت‌های فسیلی به یکی از گزینه‌های اصلی تأمین انرژی در راستای پیشبرد انتقال به انرژی کم‌کربن ظاهر شده است. این رویکرد نشان‌دهنده یک تغییر مهم به سمت عرضه انرژی مقرون‌به‌صرفه، مطمئن، پایدار، غیرمتمرکز و پاک است (Herbst & Grant-Smith, 2020). بنابراین ایجاد اقدام‌های کاهش‌دهنده کربن مستلزم آن است که انرژی‌های تجدیدپذیر آشکارا به‌عنوان یک اولویت شناخته شوند؛ زیرا در قرن ۲۱ سیاست‌های جهانی برای کاهش آلاینده‌های محیطی معتقد به اقتصاد کم‌کربن و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر هستند که این خود منجر به کاهش گازهای گلخانه‌ای و صرفه‌جویی در انرژی می‌شود (Iskandarova et al., 2021). در همین راستا، اتحادیه اروپا برای دستیابی به انرژی‌های تجدیدپذیر بسته انرژی پاک را در اختیار کشورهای وابسته قرار داده است. این بسته مجموعه‌ای از هشت آیین‌نامه و شیوه‌نامه است که سیاست‌های انرژی اروپا را در آینده شکل خواهد داد. از جمله هدف‌های این بسته کاهش ۴۰ درصدی گازهای گلخانه‌ای، استفاده ۳۲ درصدی برق ناشی از انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود ۳۲/۵ درصدی از میزان بهره‌وری انرژی تا سال ۲۰۳۰ میلادی است (Iskandarova et al., 2021). همچنین، پیش‌بینی می‌شود که در چند دهه آینده با کاهش کربن‌زدایی بخش انرژی جهانی، مبالغ تأمین مالی برای انرژی‌های تجدیدپذیر رشد چشمگیری داشته باشد؛ برای مثال، پیش‌بینی می‌شود که بخش انرژی جهانی کربن‌زدایی شده به سرمایه‌گذاری‌های تجمعی حداقل ۱۱۰ تریلیون دلاری از هم‌اکنون تا سال 2050 نیاز داشته باشد که به‌طور متوسط ۲ درصد از تولید ناخالص داخلی جهانی در سال را نشان می‌دهد (Iskandarova et al., 2021). در کشور ایران نیز افزایش میزان شهرنشینی در دهه‌های اخیر و استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های تجدیدناپذیر موجب شده است که طراحان و برنامه‌ریزان شهری به موضوع کنترل و بهینه‌سازی مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساخت‌وسازها بیشتر از گذشته توجه کنند. در همین راستا، در کشور ما طبق ماده ۸ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و در راستای ارتقا بهره‌وری و استفاده هرچه بیشتر از منابع تجدیدپذیر لایحه تأسیس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) که از ادغام سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) و سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) شکل گرفته است، تأسیس شد که سبابا با هدف ارتقای بهره‌وری انرژی و استفاده هرچه بیشتر از منابع تجدیدپذیر و

پاک با فراهم کردن زیرساخت‌های لازم در کشور، افزایش بهره‌وری عرضه انرژی، کاهش تلفات انتقال، توزیع و مصرف انرژی در کشور و استفاده از روش‌های تولید برق تجدیدپذیر و پاک تشکیل شد ([سازمان انرژی‌های تجدید پذیر و بهره‌وری انرژی برق، ۱۴۰۰](#))^۱. با نگاهی به رویکرد دفاع غیرعامل در شهر اهواز لزوم وجود انرژی جایگزین و متنوع برای انرژی‌های موجود از جهت استفاده در شرایط عادی و بحران اقتصادی-سیاسی و زیست‌محیطی اهمیت فراوانی دارد. همچنین، ناپایداری‌های زیست‌محیطی در انرژی‌های موجود و ضرورت همسازی این الگوهای انرژی با پایداری زیست‌محیطی نیز ضرورت دارد. در همین راستا، آسیب‌پذیری اقتصادی، اجتماعی و امنیتی در صورت محدودیت عرضه انرژی‌های موجود در این شهر باعث نمود بیشتر ضرورت انرژی جایگزین و متنوع در اهواز است. در این شهر است. در شهر اهواز با توجه به پتانسیلی که در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بنا بر دلایل متعدد از جمله ارتقا شاخص‌های پدافند غیرعامل، متنوع‌سازی منابع تولید انرژی، کاهش اثرهای زیست‌محیطی تولید انرژی و تمایل به کاهش انتشار آلاینده‌ها روبه افزایش است؛ از این رو در پژوهش حاضر کوشش شده است تا امکان‌سنجی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر شهری اهواز با رویکرد دفاع غیرعامل از دیدگاه سیاست‌گذاران و تصمیم‌سازان بررسی شود.

پیشینه پژوهش

شناسایی و مطالعه پیشینه برای جلوگیری از پژوهش‌های تکراری از ملزومات هر کار پژوهشی است که در جدول ۱ پیشینه داخلی و خارجی مشخص شده است.

جدول ۱: پیشینه داخلی و خارجی پژوهش

Table 1: Research background

پیشینه داخلی		
نویسنده و سال	عنوان پژوهش	نتایج
اصغری و سلیمان‌زاده (۱۳۹۵)	اهمیت و لزوم استفاده از انرژی‌های نو تجدیدپذیر در اماکن انتظامی	محققان در این پژوهش معتقدند که ضرورت و اهمیت استفاده از انرژی‌های نو در اماکن نظامی می‌تواند بسیار مهم باشد. در نهایت، آنها برقرسانی را به کار بردن منابع انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی و بادی در دستور کار خود قرار دادند.
کاظمیان و همکاران (۱۳۹۱)	جایگاه انرژی‌های نو تجدیدپذیر در زیست‌پذیرانه کردن شهرها، (مطالعه موردی: شهر تهران)	در این پژوهش با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی مواردی چون استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک پیشنهاد شده است. در نهایت، مشخص شد که می‌توان با افزایش سرانه تحقیق و توسعه انرژی‌های پاک میزان آلاینده‌ها را در تهران کاهش داد تا تهرانی زیست‌پذیر ساخت.
باقرار و همکاران (۱۳۹۷)	اولویت‌بندی منابع انرژی تجدید پذیر در استان هرمزگان	معیار اقتصادی با برتری پارامتر هزینه سرمایه‌گذاری بیشترین اهمیت را در ارزیابی و انتخاب انرژی تجدیدپذیر مناسب دارد که در این میان، انرژی خورشیدی مناسب‌ترین انرژی از میان انرژی‌های تجدیدپذیر ارزیابی شده در استان هرمزگان است.

پیشینه داخلی		
نویسنده و سال	عنوان پژوهش	نتایج
اکبری و حسینی‌نژاد (۱۳۹۸)	تعیین زاویه بهینه استقرار سطوح قائم ساختمان براساس دریافت انرژی خورشیدی در اقلیم گرم و مرطوب (مطالعه موردی: شهرهای بندرعباس، بوشهر و اهواز)	مطابق با نتایج به دست آمده جهت استقرار بهینه در شهرهای مطالعه شده برای ساختمان‌های یک، دو و چهارطرفه یکسان است. مناسب‌ترین جهت استقرار برای دریافت بهینه میزان انرژی خورشیدی از جهت ساختمان‌های یک‌طرفه در شهرهای بندرعباس، بوشهر و اهواز جهت ۱۸۰ درجه جنوب و بعد از آن جهت ۱۶۵ درجه جنوب شرقی و غربی است.
پیشینه خارجی		
Wang et al. (2010)	اولویت‌بندی سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری	در این پژوهش مهم‌ترین معیار برای انتخاب انرژی، زیرساخت انرژی فعلی است. محققان در این مطالعه از یک مدل تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی استفاده کردند و سپس قضاوت‌های متخصص‌ها کمی‌سازی شد تا گزینه‌ها ارزیابی شود. معیارهای استفاده شده برای ارزیابی‌ها در دسترس بودن، زیرساخت انرژی فعلی، قیمت، ایمنی، اثرهای زیست‌محیطی و اثرهای اجتماعی است.
Brahim (2014)	انرژی‌های تجدیدپذیر و امنیت انرژی در فیلیپین	نتایج این پژوهش نشان داد که انرژی تجدیدپذیر سهم فزاینده‌ای از ترکیب انرژی فیلیپین را برای تولید برق در آینده به خود اختصاص خواهد داد؛ ولی کماکان سوخت‌های فسیلی به‌ویژه نفت و مشتقات آن سهم بیشتری در منابع انرژی دارند.
Kabak & Dağdevire (2014)	اولویت‌بندی منابع انرژی تجدیدپذیر پذیر برای کشور ترکیه	نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که از بین انواع انرژی تجدیدپذیر، انرژی آبی بیشترین اولویت و انرژی زیست‌توده کمترین اولویت را دارد. همچنین نتایج واکاوی پژوهش نشان می‌دهد که در بین معیارهای استراتژیک، معیار اقتصادی با وزن ۰/۴۸۵ اهمیت بیشتری نسبت به سایر معیارها دارد.
Büyüközkan & Güllervüz (2016)	ترکیبی از کارآزمایی تصمیم‌گیری و آزمایشگاه ارزیابی انرژی تجدیدپذیر	دیدگاه اصالت کار، چارچوب مؤثر و یکپارچه‌ای در ترکیب ویژگی‌های فنی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی با مدل‌های ارزیابی مانند (RER توسعه یافته) دارد؛ بنابراین برای اولین بار در ترکیه به انتخاب مناسب‌ترین RER با ترکیب مدل‌های ANP و DEMATEL به صورت یکپارچه و مؤثر پرداخته شد.
Best (2017)	روی آوردن به زغال سنگ یا انرژی‌های تجدیدپذیر؟	سرمایه مالی در کشورهای پردرآمد، پروژه انتقال را از سوخت‌های فسیلی به منابع انرژی تجدیدپذیر مدرن به‌ویژه انرژی‌های بادی آسان‌تر می‌کند. در مقابل، در کشورهایی که درآمد پایین دارند، کمبود سرمایه مالی به‌مثابه یک مانع در پیشرفت است و این باعث شده است که در این کشورها از انرژی زیست‌توده در مقایسه با منابع انرژی سوخت فسیلی مانند زغال سنگ حمایت کمتری شود.
Kim et al. (2017)	ارزیابی فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی (EES) برای انرژی‌های تجدیدپذیر (مطالعه موردی: شمال غربی اقیانوس آرام ایالات متحده)	در این پژوهش ارزیابی فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی (EES) برای انرژی‌های تجدیدپذیر در دو حوزه بررسی شد: ۱- چگونگی برطرف کردن چالش‌های مختلف با رویکردهای متفاوت؛ ۲- بررسی عوامل این نوع ارزیابی و روش‌های به‌کاررفته. در نهایت، اینگونه فناوری به یک چارچوب پیشنهادی منتج شد.
Bloomfield (2019)	داروینیسیم انرژی: تقوای نئولیبرال و خودمختاری بازار در گفتمان اقتصادی	محققان در این پژوهش بیان کردند که استعاره داروینیسیم انرژی یک مطالعه موردی مهم برای تحلیل گفتمان انرژی معاصر است که مانع از تصور آینده‌های پایدار می‌شود. همچنین، این استعاره راه‌هایی را که ممکن است مفروضات نئولیبرالی در خدمت آن آینده‌های پایدار بازسازی کند، ارائه می‌دهد.

منبع: نگارندگان

باتوجه به جدول ۱ مشخص می‌شود که پژوهش‌های اصغری و سلیمان‌زاده (۱۳۹۵)، کاظمیان و همکاران (۱۳۹۶)، باوقار و همکاران (۱۳۹۷)، اکبری و حسینی‌نژاد (۱۳۹۸) با پژوهش حاضر نقاط مشترک و تفاوت‌هایی دارد؛ بدین صورت که در پژوهش اصغری و سلیمان‌زاده (۱۳۹۵) توجه به انرژی‌های نو به صورت یک رویکرد کلی مدنظر است که در آن انرژی‌های نو در یک کاربری خاص، یعنی کاربری‌های نظامی سنجدیده شده است. همچنین، محققان در این پژوهش توسعه انرژی‌های خورشیدی و بادی را در دستور کار قرار داده‌اند؛ به طوری که اولویت را به این دو نوع انرژی می‌دهند؛ اما وجه تفاوت اصلی آن نگاه ترکیبی و ادغام‌سازی پژوهش حاضر با الزام‌های پدافند غیرعامل است. پژوهش کاظمیان و همکاران (۱۳۹۶) در راستای زیست‌پذیرکردن شهرها انجام شده است که هدف آن کاهش آلاینده‌های شهر تهران است. این پژوهش با مطالعه حاضر از دیدگاه پشته‌نانه نظری اشتراکاتی دارد؛ زیرا در آن به نظریه‌های توسعه پایدار و پایداری زیست‌محیطی و کاهش آلاینده‌های شهری به عنوان الزام‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر توجه شده است؛ اما تفاوت آن از ابعاد مختلفی بررسی شده است؛ به طوری که از نظر قلمرو مکانی، اهواز و تهران از نظر سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و طبیعی دو محیط جغرافیایی به طور کامل، مجزا هستند. همچنین، محققان در پژوهش حاضر از نظر شاخص‌شناسی چالش‌های توسعه انرژی را بررسی کرده‌اند و در نهایت، کاظمیان و همکاران از نظر روش تحلیل از روش‌های اقتصادسنجی استفاده کردند؛ اما محققان در پژوهش حاضر از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره برده‌اند. وجه تمایز پژوهش باوقار و همکاران (۱۳۹۷) با پژوهش حاضر از نظر قلمرو مکانی است؛ زیرا این محققان پژوهش خود را در شهر هرمزگان انجام داده‌اند که این شهر با اهواز از نظر اقلیمی تفاوت چندانی ندارد.

همان‌گونه که پژوهش‌های فوق نشان می‌دهد توجه به انرژی خورشیدی نسبت به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر است و به انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر اساس پیشینه موجود توجه کمتری شده است؛ بنابراین پژوهشی جامع دیده نمی‌شود که در آن مجموعه‌ای از چالش‌ها استخراج شده باشد. از دیگر تفاوت‌های پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌های پیشین داخلی بی‌توجهی به روش‌های ترکیبی در سنجش انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است؛ اما در پژوهش حاضر برای اینکه نشان داده شود کدام نوع چالش‌ها در کدام نوع انرژی بیشترین اثر منفی را دارد، از مدل آراس استفاده شده است. همچنین، در ادامه برای تعیین درجه اهمیت با مدل ویکور ادغام‌سازی صورت گرفته است تا بررسی شود که درجه اهمیت چالش‌های موجود توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر اهواز چگونه است؟ در واقع، استفاده از مدل‌های کمی ترکیبی در بعد روش تحلیل یکی دیگر از تفاوت‌های بارز پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌های موجود است.

مقایسه پژوهش حاضر با پژوهش‌های خارجی مشابه نیز برخی تفاوت و شباهت‌هایی را نشان می‌دهد؛ به طوری که در پژوهش وانگ و همکاران از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده که نشان از وجه تشابه است (Wang et al., 2010)؛ اما وجه تفاوت آن استخراج و شناسایی چالش‌ها و پتانسیل‌های موجود در راستای توسعه انرژی‌های نو است. پژوهش براهیم نیز از لحاظ ماهیت شباهت زیادی با پژوهش حاضر دارد (Brahim, 2014)؛ زیرا پژوهش حاضر مبتنی بر امنیت انرژی است که با رویکرد پدافند غیرعامل نگاشته شده است؛ اما تفاوت آنها در شاخص‌شناسی و روش انجام است. محققان در پژوهش کبابک و داگدویر منابع انرژی تجدیدپذیر را اولویت‌بندی کرده‌اند (Kabak

([Dağdevire, 2014](#))؛ بنابراین از نظر روش شناسی با پژوهش حاضر تشابه دارد؛ اما وجه تفاوت آن مقیاس قلمرو مکانی است؛ زیرا آنها در سطح کشور ترکیه پژوهش خود را انجام داده‌اند؛ اما پژوهش حاضر در سطح قلمرو شهری است. همچنین، شاخص‌های چالش‌های توسعه و پتانسیل‌های موجود همراه با روش‌های آینده‌پژوهی وجه تفاوت آن است. پژوهش بویوک و گولریوز نیز از لحاظ روش با پژوهش حاضر متفاوت است؛ زیرا آنها از روش‌های آزمایشگاهی استفاده کرده‌اند ([Büyüközkan & Güleriyüz, 2016](#))؛ اما محققان در پژوهش حاضر از روش‌های آماری بهره گرفته‌اند. پژوهش بست نیز با پژوهش حاضر از نظر شاخص شناسی اشتراک دارد ([Best, 2017](#))؛ زیرا روی آوردن به منابع تجدیدناپذیر یکی از سناریوهای ضعیف این پژوهش (تداوم استفاده از انرژی‌های فسیلی در شهر اهواز) است. در پژوهش بست سناریوها براساس دوره‌های زمانی انجام شده است ([Best, 2017](#))؛ در حالی که محققان در پژوهش حاضر سناریوها را باتوجه به وضع موجود شهر اهواز نگاشته‌اند.

مبانی نظری پژوهش

جغرافیای انرژی نشان می‌دهد که چگونه یک رویکرد جغرافیایی نسبت به انرژی می‌تواند به مسیرهای تصمیم‌گیری در حوزه‌های عدالت اجتماعی و محیط‌زیست کمک‌کننده باشد و به دنبال آن بینش‌هایی را ارائه کند تا سرانجام، به حرکت جامعه بین‌المللی به سمت همکاری، ثبات و پایداری بیشتر کمک کند ([Bouzarovski et al., 2017](#)). در این شاخه از جغرافیا مسائل زیر به صورت کلان بررسی می‌شود.

- ۱- استفاده از نظریه اجتماعی-فضایی پیشرفته برای درک بهتر ارتباط انرژی و جامعه؛
- ۲- ارزیابی‌های ژئوپلیتیکی و ژئوآکونومیکی (در حال تغییر) تجارت جهانی انرژی؛
- ۳- دیدگاه‌های جغرافیایی درباره انتقال اجتماعی و فنی انرژی؛
- ۴- تصمیم‌گیری فضایی پیشرفته برای برنامه‌ریزی انرژی و اجرای فناوری‌های مرتبط با آن ([Solomon & Pasoutsos, 2004](#)). در همین راستا، زیمیر معتقد است که در جغرافیای انرژی زمینه‌های کلیدی نوظهوری برای پژوهش‌های انرژی ارائه و مسائل زیر را بحث و بررسی می‌شود:

- ۱- رویکردهای جغرافیایی برای مدل‌سازی و ارزیابی انرژی؛
- ۲- تبیین و تحلیل مناظر سوخت فسیلی؛
- ۳- چشم‌اندازهای انرژی‌های تجدیدپذیر؛
- ۴- چشم‌اندازهای مصرف انرژی؛
- ۵- وابستگی کشورهای مختلف به انرژی.

سرفصل دیگری که در جغرافیای انرژی مطرح می‌شود، پراکندگی است. بحث درباره سیستم‌های انرژی پراکنده به‌گونه‌ای در حال تحول است که دامنه سیاست سنتی انرژی مباحثی چون اولویت‌های توسعه شهری و منطقه‌ای و

جنبه‌های مشارکت جامعه را گسترش می‌دهد. در چنین رویکردی نوآوری ممکن است با یک دیدگاه چندمقیاسی نقش این سازمان‌ها را در حاکمیت بازار انرژی فعلی به‌عنوان بخشی از انتقال اجتماعی-مادی در بازار انرژی مورد بحث قرار دهد؛ پراکنش بسیج عوامل سرزمینی خاص، نهادها و رویکردها در تعامل کاربران و شهروندان از دیگر موضوعات جغرافیای انرژی است.

بنا بر آنچه گفته شد انرژی در قلمرو شهری تأثیر عمیقی بر تمام جنبه‌های فعالیت شهری دارد. از تغییر شکل توسعه تمدن اجتماعی تا امنیت و ثبات اقتصاد شهری وابسته به انرژی است. از قرن ۲۱ میلادی توسعه صنعتی و رشد جمعیت شهرها باعث افزایش چشمگیر مصرف انرژی شده است (Lucas et al., 2022). در آخرین چشم‌انداز انرژی جهان (2022) بیان شده است که تقاضای جهانی انرژی به دلیل رونق روزافزون اقتصادهای نوظهور و برقی شدن روزافزون سیستم انرژی جهانی روندی افزایشی داشته است (Ceballos et al., 2022). با افزایش مداوم تقاضای انرژی شهری، آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف انرژی تجدیدناپذیر به‌طور فزاینده‌ای جدی و سپس استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر منجر به بهبود بهره‌وری مصرف انرژی و کاهش انتشار آلودگی می‌شود (Cotten & Forehand, 2022). در همین راستا، انتقال انرژی کم‌کربن به‌عنوان یک رویکرد مهم در پاسخ به الزام‌های تغییرات آب‌وهوایی به شدت ترویج شده است. با شناخت سیستم‌ها، فضاها و جوامع شهری، سیاست‌گذاران، دست‌اندرکاران شهری و محققان شروع به تأکید بر نقش شهرها در ساختن آینده‌ای پایدار کرده‌اند. در این زمینه ادبیات انتقال انرژی شهری (UET) (Urban energy transitions) یک دیدگاه ارزشمند است که ارتباط ذاتی بین تحولات سیستم‌های انرژی و تغییر شهری را به سمت پایداری در نظر می‌گیرد. حوزه تحقیقاتی UET یک حوزه بین‌رشته‌ای است که در آن محققان از رشته‌های مختلف مانند جغرافیا، علم و فناوری، مطالعات شهری و سیاست انرژی مشارکت و آن را با رویکردهای مجزا خود مرتبط می‌کنند. چارچوب مفهومی دیدگاه‌های جغرافیای شهری مواردی چون سیاست انرژی شهری و گذشته شهر را دربر می‌گیرد. همچنین، در توسعه انرژی با رویکرد جغرافیای شهری تصمیمات غالب مدیران شهری و سیاست‌گذاران در دستیابی به هدف‌های جهانی آب‌وهوا به بافت شهرها برجسته شده است (Cheung & Oßenbrügge, 2020).

امروزه افزایش تقاضای انرژی، کاهش سطح موجودی منابع سوخت‌های فسیلی، افزایش آلودگی هوا و گرمایش کره زمین با تولید گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های ناشی از احتراق منابع فسیلی و افزایش قیمت این انرژی محققان را به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک به‌عنوان منابع انرژی فسیلی جایگزین سوق داده است (علائی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰). روند فعلی مصرف انرژی در جهان بشر را با چالش‌های متعددی از جمله بحران آلودگی زیست‌محیطی و شتاب فزاینده در تهی کردن منابع انرژی فسیلی روبه‌رو کرده است. سوخت‌های غیرفسیلی به دلیل منابع زیاد، تجدیدپذیر بودن و کاهش آلودگی هوا و محیط زیست جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی است (فرتاش و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین، در سال‌های اخیر و از اکتبر 2021 جهان اثرهای بحران شدید انرژی را داشته است؛ به‌طوری که بازگشت سریع اقتصادی به‌دنبال کاهش همه‌گیری کووید ۱۹ منجر به در تنگنا قرار گرفتن بازارهای

انرژی شد و سپس بحران انرژی در فوریه سال ۲۰۲۲ پس از تهاجم روسیه به اوکراین آن را تشدید کرد. در طول سال ۲۰۲۲ قیمت انرژی به‌خصوص در اروپا به بیشترین سطح خود در سال ۲۰۰۸ رسید. افزایش قیمت انرژی و اثرهای تورمی شدید در بسیاری از کشورها، دولت‌ها را به دنبال منابع جایگزین سوخت فسیلی برای حل مشکل تأمین انرژی روانه کرد؛ بنابراین به دنبال مسائل اقتصادی و محیط زیستی فوق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بیش از پیش توجه شد ([انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران، ۱۴۰۲](#)).

وقتی سخن از انرژی‌های تجدیدپذیر به میان می‌آید، ذهن به سمت سلول‌های خورشیدی و توربین‌های عظیم بادی متمایل می‌شود. این دو منبع انرژی، یعنی خورشید و باد در کنار سوخت‌های زیستی و انرژی آبی پرمصرف‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر در جهان است. امروزه در جهان حدود ۱۶ درصد از کل انرژی مصرفی با منابع تجدیدپذیر انرژی نظیر انرژی خورشیدی، بادی، بیومس، زمین‌گرایی و انرژی آبی تأمین می‌شود. با توجه به آمارهایی که سازمان سرمایه‌گذاری جهانی و سازمان ملل درباره انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه کردند، در سال‌های اخیر، بیشترین سرمایه‌گذاری به ترتیب در انرژی خورشیدی و انرژی بادی صورت گرفته است. در حال حاضر، بزرگ‌ترین منابع تولیدکننده انرژی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، بیومس، خورشید، باد، زمین‌گرایی و آبی است.

توسعه اقتصاد کم‌کربن شاید امروزه مهم‌ترین مسئله پیش روی جهان باشد. گذار از انرژی‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر تغییر عمیقی است که پیامدهای سیاسی-امنیتی و اقتصادی-اجتماعی گسترده‌ای در پی خواهد داشت که نمی‌توان از نتایج آن مصون ماند. انرژی‌های تجدیدپذیر برخلاف انرژی‌های فسیلی محدود به جغرافیایی خاص نیست و بیشتر تکنولوژی‌محور است. با توسعه این انرژی‌ها، نقشه جدیدی برای ژئوپلیتیک انرژی جهان شکل می‌گیرد و سپس بازیگران جدیدی وارد عرصه رقابت در تأمین انرژی پاک برای مردمانی می‌شوند که نسبت به آثار سوء زیست‌محیطی استفاده از انرژی‌های فسیلی آگاه‌تر شده‌اند. در این بین، بازنده اصلی تولیدکنندگانی خواهند بود که درآمدهای نفتی در تاروپود سیاست و اقتصادشان تنیده شده است و اغلب اقتصادهایی تک‌محصولی دارند. این گروه چاره‌ای جز افزایش ظرفیت دولت، اصلاحات ساختاری و توسعه زیرساخت‌ها و تمرکز بر روابط خارجی توسعه‌گرا برای سازگاری با این گذار نخواهند داشت ([پاشنگ، ۱۴۰۰](#)).

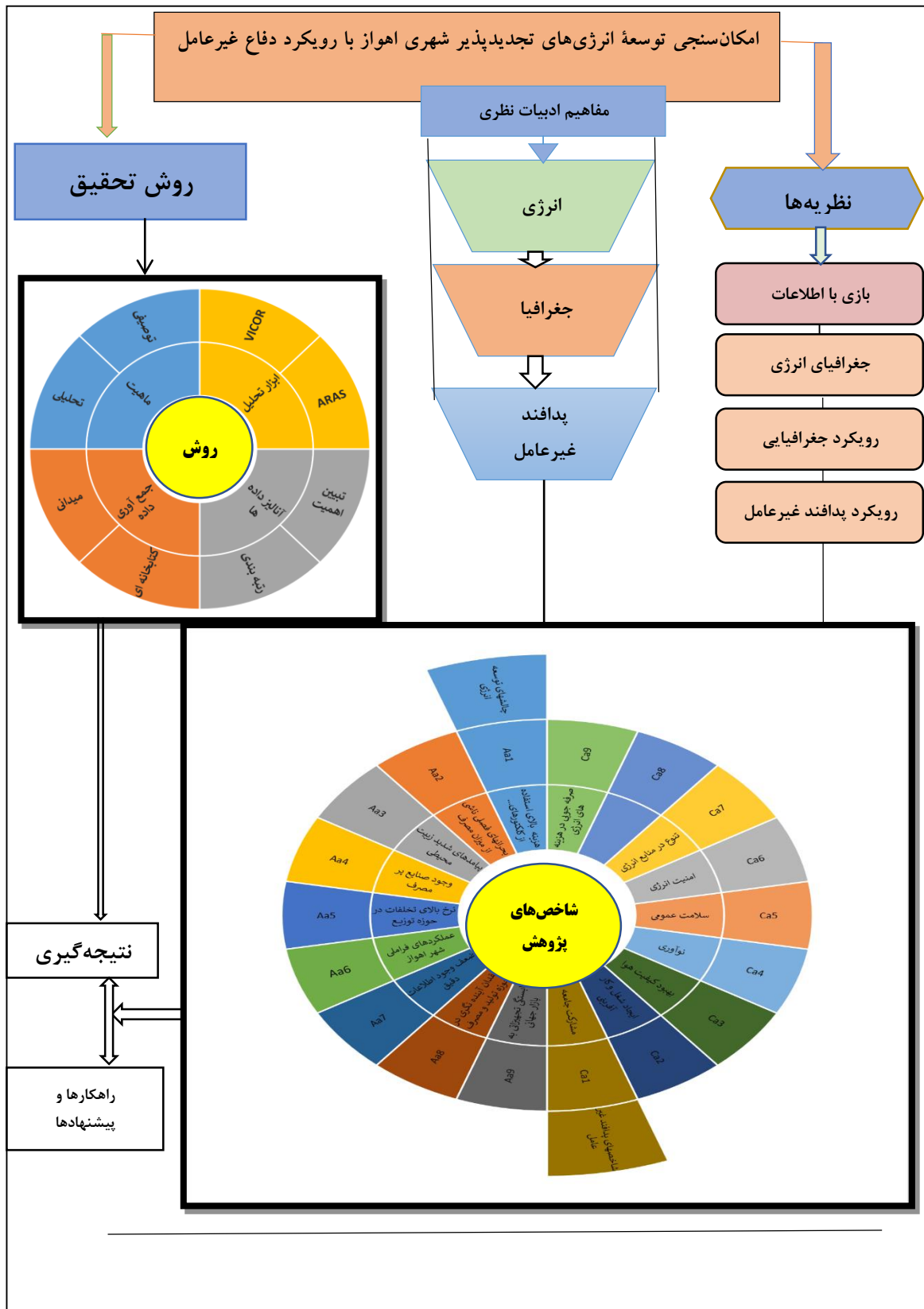
در این سوء اهمیت، توسعه پایدار انرژی با توجه به دو منبع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر دو رویکرد متفاوت خواهد داشت: ۱- در بخش انرژی‌های تجدیدناپذیر با توجه به سهم فراوان آن در تولید و نیز خصوصیت پایان‌پذیری آن اهمیت خواهد داشت؛ ۲- در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به دلیل نیازمندی به فناوری‌های جدید در به‌کارگیری آن و نیاز به سرمایه‌گذاری‌های بیشتر مورد توجه خواهد بود؛ اما آنچه مسلم است و در هر دو بعد انرژی اهمیت فراوان دارد، آلودگی‌های ناشی از به‌کارگیری انرژی و آثار مخرب آن بر محیط زیست و باقی‌ماندن این آلودگی‌های برای نسل‌های آتی است که باید در تحلیل‌های هزینه و فایده به آنها توجه شود؛ بنابراین پایداری در حوزه انرژی با تأکید بر حقوق نسل‌های آتی در سه بخش زیر مطرح است: ۱- استفاده بهینه از منابع انرژی تجدیدناپذیر برای طولانی شدن عمر مصرف منابع موجود؛ ۲- حرکت به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدشونده؛ ۳- کاهش آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی ([شکر بیگی و ریحانی محب سراج، ۱۳۹۵](#)).

امروزه، از بین بردن زیرساخت‌های صنعتی و فلج کردن کشور با انهدام تجهیزات اصلی لازم کشور از هدف‌های اولیه در جنگ‌هاست. دشمن تأکید دارد تا با از بین بردن زیرساخت‌های حیاتی (به‌عنوان سرمایه‌های ملی) آستانه مقاومت مردم را کاهش دهد. آمار و سوابق جنگ‌های گذشته حاکی از این است که پدافند عامل به‌تنهایی قادر به مقابله با اسلحه‌های مدرن و مخرب برای جلوگیری از اثرهای ویرانگر آنها بر مراکز حیاتی، حساس و مهم و نیروی انسانی نیست؛ بنابراین به‌کارگیری اصول و معیارهای پدافند غیرعامل در کنار روش‌های به‌روز جهانی در سیاست‌های برنامه‌ریزی و مدیریتی کشور می‌تواند به تکمیل زنجیره دفاعی کمک مؤثر و چشمگیری کند. صنعت برق کشور به‌عنوان فناوری زیر ساخت در اداره امور کشور بسیار حساس و حیاتی بوده است؛ بنابراین در اولویت‌های اولیه تهاجم دشمن قرار خواهد گرفت. هدف این صنعت تحویل برق مطمئن و پایدار به مشترکان با در نظر گرفتن اولویت مراکز حیاتی، حساس و مهم است. تجربه‌ها و نتایج جنگ‌های اخیر نشان می‌دهد که خسارت وارد شده ناشی از تهاجم دشمن به تأسیسات زیربنایی برقی، از کار افتادن کارخانه‌های حیاتی و اساسی کشور، وقفه در فعالیت پایگاه‌های حساس نظامی و قطع طولانی مدت برق شهروندان، تضعیف روحیه آنان و فشار غیرمستقیم بر دستگاه‌های نظامی کشور را به دنبال خواهد داشت. تجربه جنگ ایران و عراق نشان داده است که نیروگاه‌ها، خط‌های انتقال و پست‌های برق از جمله اولین تأسیساتی است که به آنها آسیب وارد شد ([جدی و همکاران، ۱۳۹۷](#)). در پژوهش حاضر ضمن امکان‌سنجی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، چالش‌های پیش رو و ارتباط آن با دفاع غیرعامل بررسی خواهد شد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به‌لحاظ ماهیت، تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی است؛ از این رو با توجه به ماهیت هدف‌گذاری و ابزارهای مطالعه در این پژوهش از روش توصیفی-تحلیلی و کاربردی استفاده شده است. در ادامه، برای تبیین مبانی نظری از مطالعات کتابخانه‌ای-اسنادی استفاده و سپس با بیان توصیفی از ویژگی‌های پژوهش و چگونگی انجام دادن آن، مفاهیم به‌کاربرده شده، تعریف شده است. همچنین، برای تکمیل یافته‌های پژوهش از بررسی‌های میدانی و پیمایش‌های الگویی، برگزاری جلسه‌ها با نخبگان و تدوین پرسشنامه در سطح نخبگان به همراه تحلیل‌های نرم‌افزاری (برای سنجش وضعیت متغیرهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر با رویکرد پدافند غیرعامل) استفاده شده است. در این راستا، پس از مراجعه به اسناد فرادست و پژوهش‌های انجام‌شده ضمن استخراج مهم‌ترین مؤلفه‌های اثرگذار و چالشی از محدوده مطالعه شده لیستی تهیه و در اختیار گروه نخبگان پژوهش قرار داده شد. سپس با تدوین پرسشنامه مربوط به ماتریس اثرگذاری متقاطع از نخبگان خواسته شد تا با وزن‌دهی به هر کدام از متغیرها مهم‌ترین آنها را به‌عنوان عناصر پیشران اثرگذار بر روندهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر با رویکرد پدافند غیرعامل در شهر اهواز شناسایی کنند. در ادامه، ضمن تبیین وضعیت کلی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر با رویکرد پدافند غیرعامل در اهواز عناصر تعیین‌کننده دووجهی، تنظیم‌کننده و ریسک‌آزایی و متناسب با هر عنصر ضمن تحلیل اثرسنجی وابستگی مستقیم،

غیرمستقیم، بالقوه و محاسبه ضریب جابه‌جایی بین شاخص‌ها، مهم‌ترین عناصر پیش‌ران در وضعیت‌های مختلف نیز معرفی شد. درباره نمونه‌گیری جامعه آماری پژوهش حاضر را خبرگان حوزه مطالعه شده تشکیل می‌دهد که تعداد آنها براساس آمارنامه و رزومه کاری بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و خبرگان پدافند غیرعامل به صورت اجرایی و علمی مشخص شد. باتوجه به جامعه آماری حداقل ۵۰ نفر (۳۰ نفر از استادان دانشگاه‌ها در رشته‌های مدیریت شهری، برنامه‌ریزی شهری، جغرافیا، شهرسازی و... و ۲۰ نفر مدیران و کارشناسان عالی سازمان‌های مرتبط محلی، منطقه‌ای و ملی) از خبرگان و نخبگان حوزه انرژی انتخاب شدند. شیوه نمونه‌گیری در پژوهش حاضر، نمونه‌گیری طبقه‌ای متناوب با حجم نمونه بود؛ بدین صورت که متناوب با جمعیت هر حوزه در صدی از کل نمونه آماری به آن منطقه اختصاص خواهد یافت. همچنین، برای رتبه‌بندی شاخص‌ها در راستای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، پرسشنامه خبرگان دیگری تنظیم شد. برای تعیین تعداد نمونه خبرگان از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی استفاده شد که براساس آن، تعداد ۵۰ نفر از خبرگان مرتبط با حوزه این پژوهش انتخاب شدند. برای دانستن میزان پایایی از یکی از معروف‌ترین معیارهای سنجش پایایی، یعنی معیار آلفای کرونباخ استفاده شده که هرچه مقدار آنها نزدیک به مقدار یک باشد، نشان‌دهنده میزان پایایی و همبستگی درونی زیاد و همگن‌تر بودن پرسش‌هاست. مقدار آلفای کرونباخ برای پرسشنامه پژوهش حاضر برابر ۹۵ درصد به دست آمده است که نشان‌دهنده پایایی زیاد پرسشنامه است. همچنین، برای سنجش اعتبار محتوایی پژوهش حاضر با توزیع پرسشنامه در میان ۵۰ نفر از ۳۰ استاد و کارشناس دانشگاهی و ۲۰ نفر از متخصصان و خبرگان مدیریت شهری و تصمیم‌گیران شهری استفاده شده است. روش تحلیل پژوهش حاضر براساس مدل‌های کمی بوده که برای رتبه‌بندی از روش تصمیم‌گیری ARAS و مدل VIKOR استفاده شده است. بعد از آن برای دانستن میزان وابستگی بین شاخص‌ها و انواع انرژی ادغام‌سازی نتایج صورت گرفت. [شکل ۱](#) فرآیند انجام‌دادن پژوهش را نشان می‌دهد.

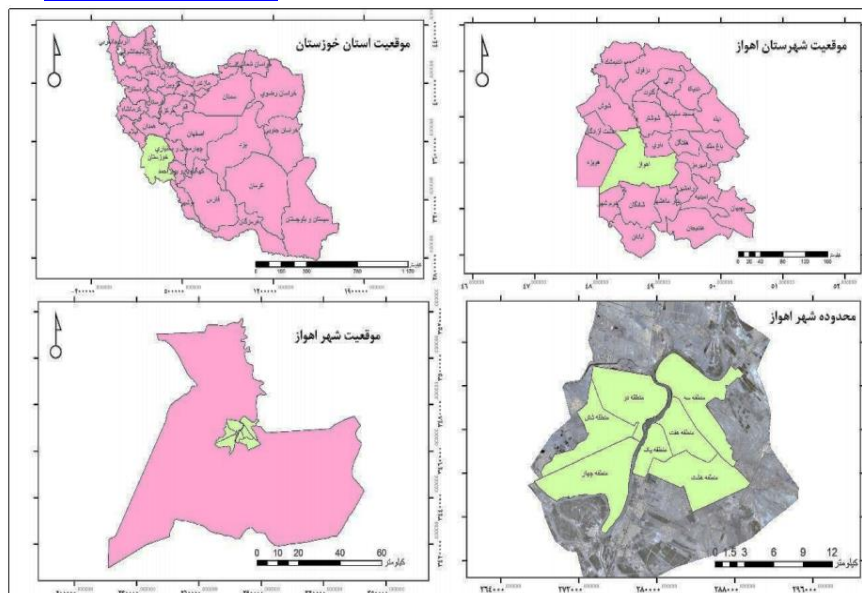


شکل ۱: فرآیند انجام‌دادن پژوهش (منبع: نگارندگان)

Figure 1: Research process

معرفی منطقه مطالعه‌شده

کلانشهر اهواز به‌عنوان مرکز استان خوزستان از نظر جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. وسعت شهر اهواز در محدوده قانونی شهری ۲۲۲ کیلومترمربع در محدوده خدماتی ۳۰۰ کیلومترمربع و در محدوده استحفاظی ۸۹۵ کیلومترمربع است (شهرداری اهواز، ۱۳۹۹).



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی کلانشهر اهواز (منبع: نگارندگان)

Figure 2: Research area

یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل

درباره توسعه انرژی‌های جدید از دیدگاه پدافند غیرعامل باید رویکردی جامع و بین‌رشته‌ای در نظر گرفته شود تا تأثیرات اجتماعی و زیست‌محیطی، سیاست و فناوری انرژی را در نظر گیرد و بر این اساس، نهادهای ذی‌صلاح اولویت‌بندی شود. با انجام دادن این کار می‌توان فرصت‌ها و چالش‌های انتقال به یک سیستم انرژی پایدارتر را بهتر درک و استراتژی‌های مؤثر را برای دستیابی به این هدف شناسایی کرد. با رشد جمعیت و اقتصاد، تقاضا برای انرژی در شهر اهواز به سرعت در حال افزایش است. توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در اهواز برای پاسخگویی به تقاضای روزافزون انرژی و کاهش اثرهای زیست‌محیطی با توجه به صنعتی بودن شهر و استفاده زیاد از انرژی‌های فسیلی ضروری است؛ با این حال چالش‌های متعددی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در اهواز وجود دارد که در ادامه، این چالش‌ها تحلیل خواهد شد و در پایان مشخص می‌شود که با وجود این چالش‌ها امکان توسعه کدام نوع انرژی تجدیدپذیر بیشتر یا کمتر است. برای انجام دادن این کار در پژوهش حاضر از روش‌های مختلف کمی رتبه‌بندی و ادغامی استفاده شده است. رتبه‌بندی انرژی ابزاری حیاتی برای برنامه‌ریزان شهری از جهت درک نیازهای انرژی خود و شناسایی راه‌حل‌های بالقوه است. برنامه‌ریزان شهری با رتبه‌بندی راه‌حل‌های انرژی بر اساس اثربخشی، هزینه و تأثیر زیست‌محیطی می‌توانند تصمیمات آگاهانه‌ای درباره مناسب‌ترین راه‌حل‌های انرژی برای شهرهای خود بگیرند. همچنین، رتبه‌بندی انرژی برنامه‌ریزان را قادر می‌کند تا منابع انرژی بالقوه‌ای را که ممکن است در گذشته نادیده گرفته شده باشد،

(منابع انرژی تجدیدپذیر) شناسایی کنند. در شهری مانند اهواز رتبه‌بندی انرژی در برنامه‌ریزی شهری مزایای متعددی دارد: ۱- برنامه‌ریزان شهری را قادر می‌کند تا تصمیمات آگاهانه‌ای درباره راه‌حل‌های انرژی براساس داده‌ها و تجزیه و تحلیل عینی بگیرند؛ ۲- به شناسایی منابع انرژی بالقوه‌ای که ممکن است در گذشته نادیده گرفته شده باشد، (منابع انرژی تجدیدپذیر) کمک می‌کند؛ ۳- به اولویت‌بندی راه‌حل‌های انرژی براساس اثربخشی، هزینه و تأثیر زیست‌محیطی کمک می‌کند که این خود می‌تواند منجر به راه‌حل‌های انرژی پایدارتر و مقرون به صرفه برای شهرها شود. برای اطمینان از استقرار مؤثر انرژی‌های تجدیدپذیر، شناسایی عوامل مؤثر و چالش‌های آن برای توسعه انرژی ضروری است.

از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند مدل آراس می‌توان برای ارزیابی چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و شناخت امکان‌سنجی استفاده کرد. در ادامه، جایگاه مدل آراس به‌عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره در رتبه‌بندی چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بررسی می‌شود. مدل آراس یک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره ارزشمند برای ارزیابی چالش‌ها توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است. این مدل معیارهای متعددی را در نظر می‌گیرد و تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌کند تا براساس ارزیابی جامع گزینه‌ها تصمیمات آگاهانه بگیرند که در [جدول ۲](#) نتایج نهایی این مدل آمده است.

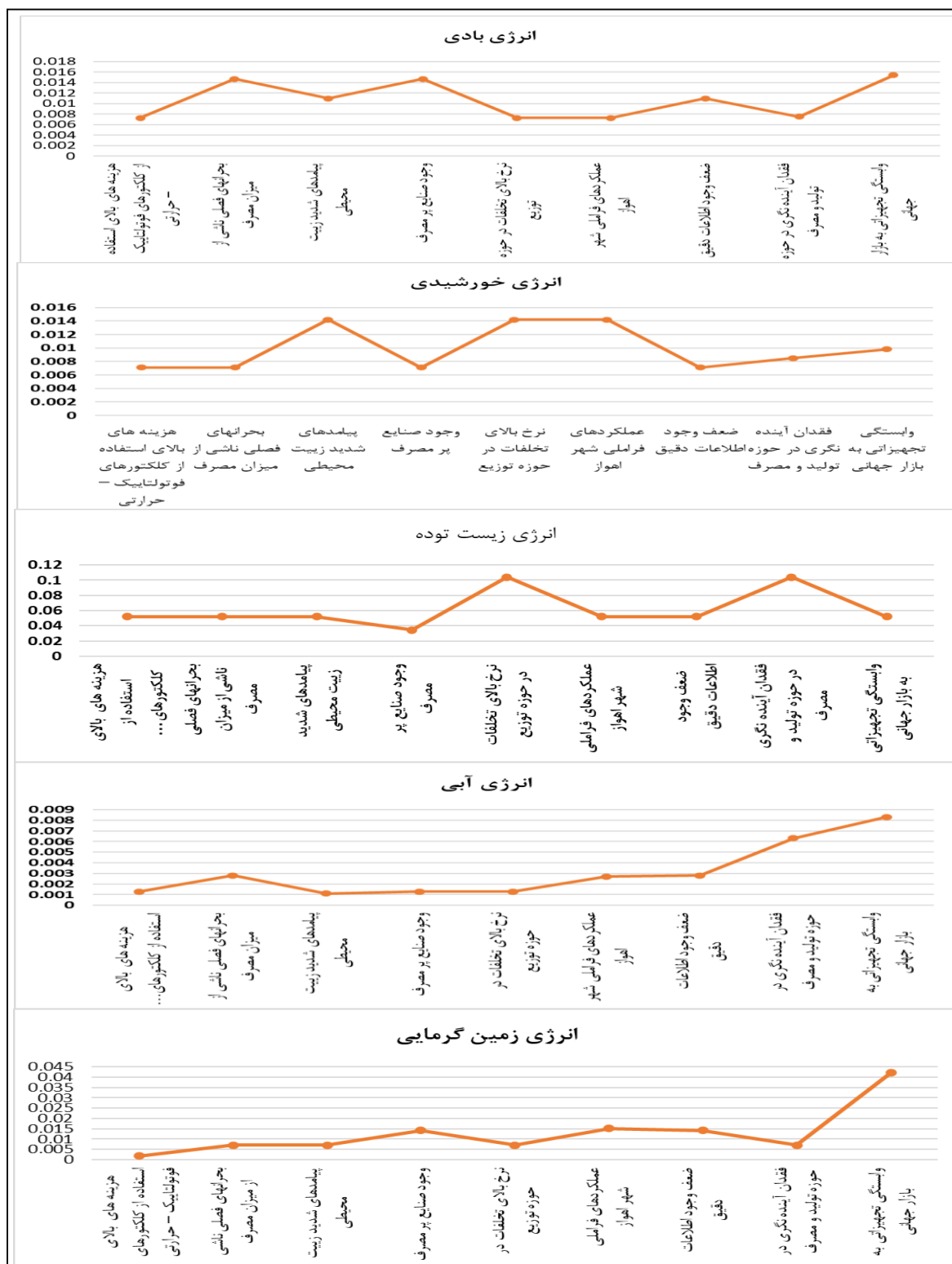
جدول ۲: نتایج مدل آراس

Table 2: Aras model results

مطلوبیت نسبی	مجموع ستون	زمین گرمایی	آبی	بادی	زیست‌توده	خورشیدی	انواع انرژی
		0.458	0.356	0.265	0.385	0.21	وزن معیار
	0.0304	0.0099	0.0079	0.0056	0.0070	0.0489	ایده آل فرضی
0.9151	0.0205	0.0147	0.0044	0.0549	0.0014	0.0013	هزینه زیاد استفاده از کلکتورهای فوتولتائیک-حرارتی
1.2618	0.0259	0.0147	0.0089	0.0187	0.0023	0.0013	بحران‌های فصلی ناشی از میزان مصرف
0.3802	0.0098	0.0073	0.0007	0.0190	0.018	0.0013	پیامدهای شدید زیست‌محیطی
2.6622	0.0262	0.0147	0.0044	0.0047	0.0071	0.0013	وجود صنایع پرمصرف
0.8606	0.0226	0.0110	0.0044	0.0023	0.0071	0.0011	میزان زیاد تخلفات درحوزه توزیع
1.6740	0.0378	0.0147	0.0089	0.0989	0.0142	0.0013	عملکردهای فراملی شهر اهواز
0.7363	0.0278	0.0073	0.0133	0.0047	0.0071	0.0013	ضعف وجود اطلاعات دقیق
1.0949	0.0304	0.0073	0.0089	0.0094	0.0142	0.0027	کمبود آینده‌نگری درحوزه تولید و مصرف
1.2666	0.0386	0.0110	0.0133	0.0023	0.0142	0.0028	وابستگی تجهیزاتی به بازار جهانی

منبع: نگارنده، ۱۴۰۲

همان‌طور که در [جدول ۲](#) مشخص است انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر اهواز با چالش‌های متفاوتی روبه‌روست و این چالش‌ها در هریک از انواع انرژی متفاوت است. براساس جدول مذکور ماتریس تصمیم پس از جمع‌بندی نظر جامعه خبرگان کمی‌سازی و در مرحله بعدی ماتریس تصمیم، وزن‌دهی شده است. گام مهم و نهایی مدل آراس تعیین مطلوبیت‌هاست که بر این اساس، مشخص شد انرژی‌های تجدیدپذیر آبی، بادی، خورشیدی، زیست‌توده و زمین گرمایی چالش‌های متعددی دارند که این چالش‌ها در هریک از انواع انرژی رتبه خاصی دارند؛ بنابراین نمی‌توان گفت که همه انواع انرژی‌های تجدیدپذیر چالش‌های یکسانی دارند. [شکل ۳](#) نتایج رتبه‌بندی را براساس این مدل نشان می‌دهد.

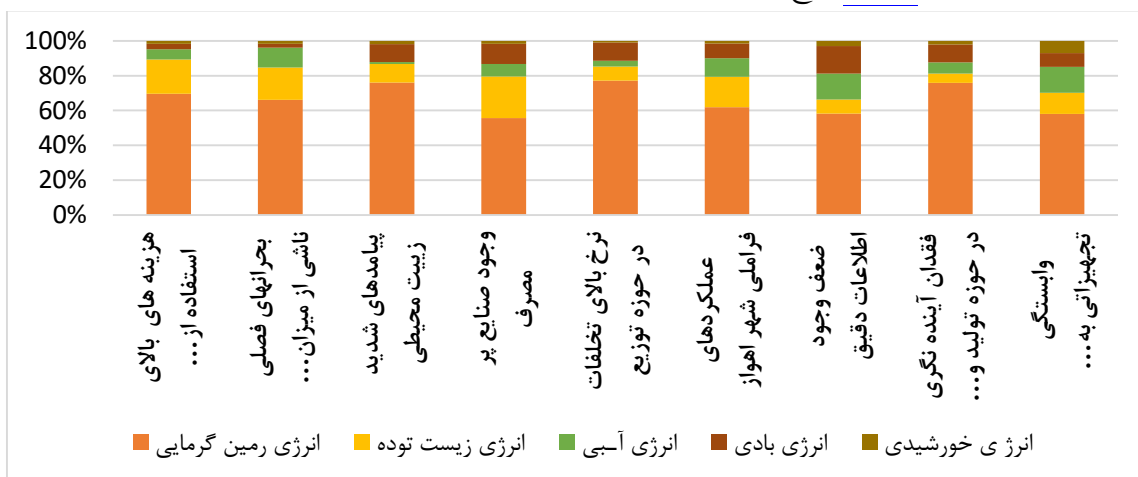


شکل ۳: نتایج رتبه‌بندی مدل آراس در سنجش توسعه انرژی (منبع: نگارندگان)

Figure 3: Ranking results of Aras model in measuring energy efficiency

همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است در توسعه انرژی‌های بادی عواملی چون چالش وابستگی تجهیزات به بازار جهانی، وجود صنایع پر مصرف و بحران‌های فصلی به ترتیب در رتبه‌های اول هستند و عامل میزان زیاد تخلفات در هر

حوزه توزیع و مصرف در رتبه آخر است. در سنجش چالش‌های انرژی خورشیدی هزینه‌های زیاد استفاده فوتولتاییک حرارتی کمترین چالش است؛ اما عملکردهای فراملی شهر اهواز و میزان زیاد تخلفات درحوزه توزیع انرژی بیشترین چالش است. این تفاوت در توسعه انرژی زیست‌توده نشان می‌دهد که عواملی چون کمبود آینده‌نگری درحوزه تولید و مصرف، میزان تخلفات درحوزه توزیع و پیامدهای شدید زیست‌محیطی در رتبه‌های اول هستند و درمقابل، هزینه‌های استفاده شده کمترین عامل چالش است. در همین راستا، در توسعه انرژی‌های آبی، شهر اهواز باوجود پتانسیل رودخانه کارون با چالش‌های متعددی روبه‌روست که در این نوع انرژی تجدیدپذیر وابستگی تجهیزات به بازار جهانی و کمبود آینده‌نگری درحوزه تولید و مصرف اصلی‌ترین عوامل هستند که به ترتیب در توسعه انرژی‌های زیست‌توده، خورشیدی، بادی، آبی و زمین‌گرمایی بیشترین عامل توسعه‌نیافتگی را دارند و برعکس پیامدهای زیست‌محیطی در این ناکارآمدی کمترین اثر را دارد. وابستگی تجهیزاتی به بازار جهانی و ضعف اطلاعات دقیق اصلی‌ترین چالش توسعه انرژی زمین‌گرمایی است و درمقابل، بحران‌های فصلی ناشی از میزان مصرف درکنار میزان زیاد تخلفات کمترین عوامل تأثیرگذار است. پس از شناسایی میزان اهمیت هریک از چالش‌های توسعه انرژی به‌صورت تفکیک‌شده که لازمه برنامه‌ریزی برای شهر اهواز است، اکنون نیاز است که این چالش‌ها در هریک از انواع انرژی با یکدیگر مقایسه تا مشخص شود که کدام نوع انرژی برای شهر اهواز چالش کمتری دارد. در شکل ۴ نتایج آمده است.



شکل ۴: مقایسه چالش‌های توسعه انرژی در هریک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر (منبع: نگارندان، ۱۴۰۲)

Figure 4: Comparing the challenges of energy development in each type of renewable energy

همان‌طور که شکل ۴ نشان می‌دهد وابستگی تجهیزاتی به بازار جهانی برای توسعه انرژی‌های زیست‌توده اصلی‌ترین چالش و برای انرژی‌های آبی کمترین چالش است. کمبود آینده‌نگری درحوزه تولید و مصرف برای انرژی زیست‌توده بیشترین عامل و برای انرژی خورشیدی کمترین عامل مؤثر است. همچنین، ضعف وجود اطلاعات دقیق، عملکردهای فراملی شهر اهواز، میزان زیاد تخلفات درحوزه توزیع، وجود صنایع پر مصرف، پیامدهای شدید زیست‌محیطی، تجهیزات ناشی از مصرف سوخت و هزینه‌های زیاد استفاده به ترتیب اصلی‌ترین چالش‌های انرژی زیست‌توده، انرژی زمین‌گرمایی، انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی آبی و گویای این مقایسه تطبیقی هستند. همچنین، براساس این شکل مشخص می‌شود که مجموعه چالش‌های موجود به ترتیب در توسعه انرژی زمین‌گرمایی،

زیست‌توده، آبی، بادی و خورشیدی بیشترین اثرها را دارد؛ بنابراین نیاز است که مدیران ذی‌ربط در برنامه‌ریزی‌ها نگاهی دقیق به این اولویت‌بندی داشته باشند؛ زیرا از طرفی، رفع این چالش‌ها به صورت همزمان مشکل و از طرف دیگر، امکان توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در هر نوع متفاوت است. چنانکه باتوجه به یافته‌های مدل آراس مشاهده می‌شود که در بُعد امکان‌سنجی، توسعه انرژی زمین‌گرمایی در اولویت آخر قرار دارد.

تحلیل شاخص‌های پدافند غیرعامل در کاهش چالش‌های توسعه انرژی

در این قسمت شاخص‌های پدافند غیرعامل در کاهش توسعه انرژی تجزیه و تحلیل می‌شود که برای رسیدن به این هدف از مدل ویکور استفاده شده است. در همین راستا، شاخص‌های پدافند غیرعامل تبیین می‌شود تا نحوه اثرگذاری بر توسعه انرژی بررسی شود.

صرفه‌جویی در هزینه انرژی: انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند با کاهش وابستگی شهرها به سوخت‌های فسیلی و کاهش قبض‌های انرژی، موجب صرفه‌جویی در هزینه‌ها شوند. این شاخص مهم پدافند غیرعامل انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح شهر اهواز است که با سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند وابستگی خود را به سوخت‌های فسیلی پرهزینه کاهش دهد و در عوض، انرژی خود را از منابعی مانند خورشید، باد یا زمین‌گرمایی تولید کند. این امر می‌تواند از طرفی، منجر به صرفه‌جویی چشمگیری در هزینه انرژی برای شهر شود و از طرف دیگر، انرژی در قالب قبض‌های کمتر به ساکنان و مشاغل منتقل شود. علاوه بر این، رشد صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی را برای ساکنان محلی در نصب و نگهداری سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و نیز در توسعه فناوری‌ها و مدل‌های تجاری جدید ایجاد و در نهایت، اقتصاد محلی را تقویت و منبع اشتغال پایدار و بلندمدت را فراهم کند.

ایجاد شغل: استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی را در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر شهر ایجاد کند که این خود منجر به رشد اقتصادی و ایجاد فرصت‌های شغلی برای ساکنان محلی می‌شود. صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر شامل طیف وسیعی از مشاغل است؛ از جمله مشاغل مربوط به نصب، بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر و مشاغل مربوط به توسعه و ساخت فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر. علاوه بر این، رشد صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند فرصت‌هایی را برای کارآفرینی و نوآوری ایجاد کند؛ زیرا در این میان کسب‌وکارها و استارت‌آپ‌های جدید برای پاسخگویی به تقاضای راه‌حل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ظهور می‌کنند. این امر می‌تواند نگرش مثبتی از ایجاد شغل و رشد اقتصادی را در شهر ایجاد کند؛ به نحوی که مشاغل جدید منجر به افزایش هزینه‌های مصرف‌کننده شود؛ زیرا به سهم خود می‌تواند به اقتصاد محلی کمک کند.

بهبود کیفیت هوا: یکی از مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح شهر بهبود کیفیت هواست. سوخت‌های فسیلی منبع اصلی آلودگی هوا هستند. انتشار گازهای گلخانه‌ای از وسایل نقلیه، نیروگاه‌ها و سایر منابع در ایجاد طیف وسیعی از مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی از جمله بیماری‌های تنفسی، مه‌دود و باران اسیدی نقش دارد. منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و برق آبی، آلاینده ساطع نمی‌کنند؛ در نتیجه در آلودگی هوا نقشی ندارند. با جایگزینی سوخت‌های فسیلی با منابع انرژی تجدیدپذیر شهرها می‌توانند سطح آلودگی هوای خود را کاهش دهند که

این خود می‌تواند منجر به بهبود نتایج سلامت عمومی از جمله کاهش میزان بیماری‌های تنفسی و سایر مسائل بهداشتی مرتبط با کیفیت پایین هوا شود.

انعطاف‌پذیری آب‌وهوا: انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (کمک‌کننده به تغییرات آب‌وهوایی) و نیز تنوع‌بخشیدن به منابع انرژی در برابر آب‌وهوا مقاوم‌تر شود. پیش‌بینی می‌شود که تغییرات آب‌وهوایی منجر به رویدادهای شدید آب‌وهوایی مکرر و شدید مانند موج گرما، خشک‌سالی، سیل و طوفان شود که این خود می‌تواند تأثیرات چشمگیری بر شهرها و ساکنان آنها داشته باشد. با سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر شهرها می‌توانند آسیب‌پذیری خود را در برابر این تأثیرات کاهش دهند؛ زیرا منابع انرژی تجدیدپذیر به‌طور معمول نسبت به سوخت‌های فسیلی کمتر در برابر اختلالات مربوط به آب‌وهوا آسیب‌پذیر هستند. علاوه بر این، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به شهرها کمک کنند تا با افزایش سطح دریا سازگار شوند؛ زیرا می‌توان نیروگاه‌های آبی و توربین‌های بادی فراساحلی را در مناطقی که در معرض سیل است، نصب کرد. با ترویج پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر شهرها می‌توانند انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش و انعطاف‌پذیری خود را در برابر تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی افزایش دهند تا بدین ترتیب به تلاش‌های جهانی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی کمک کنند.

نوآوری و کارآفرینی: انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند نوآوری و کارآفرینی را در شهر تحریک کنند. فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر به نسبت جدید و به سرعت در حال توسعه است؛ به این معنا که پتانسیل زیادی برای نوآوری و کارآفرینی در این زمینه وجود دارد. همان‌طور که شهرها انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتری را اتخاذ می‌کنند، انرژی‌های تجدیدپذیر نیز می‌توانند فرصت‌هایی را برای مشاغل و صنایع جدیدی ایجاد کنند؛ زیرا در توسعه، ساخت، نصب و نگهداری سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر تخصص دارند. این امر می‌تواند منجر به ایجاد مشاغل جدید و فرصت‌های اقتصادی جدید برای ساکنان شود. علاوه بر این، پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند منجر به توسعه فناوری‌ها و مدل‌های تجاری جدید شود. همچنین، می‌تواند در سایر بخش‌ها به کار گرفته شوند تا نوآوری و کارآفرینی گسترده‌تر را در شهر هدایت کنند. با پرورش فرهنگ نوآوری و کارآفرینی درباره انرژی‌های تجدیدپذیر، شهرها می‌توانند خود را به‌عنوان رهبران گذار به یک اقتصاد پایدارتر و کم‌کربن معرفی کنند.

سلامت عمومی: انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند با کاهش آلودگی هوا سلامت عمومی را بهبود بخشند. همچنین، می‌توانند منجر به کاهش بیماری‌های تنفسی و سایر مسائل بهداشتی مرتبط با آلودگی سوخت‌های فسیلی شوند. منابع انرژی تجدیدپذیر مانند باد، خورشید، برق آبی و زمین‌گرمایی آلاینده‌های مضر را در هوا منتشر نمی‌کنند. برخلاف سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی که مقادیر زیادی دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن را آزاد می‌کنند و به این ترتیب، سایر آلاینده‌های مضر وارد جو می‌شود. این آلاینده‌ها می‌توانند اثرهای جدی بر سلامتی داشته باشند. به‌ویژه برای افرادی که در نزدیکی نیروگاه‌ها و سایر منابع آلودگی زندگی می‌کنند. قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا با بیماری‌های تنفسی مانند آسم، برونشیت و آمفیزم و نیز بیماری‌های قلبی، سکتۀ مغزی و سرطان ریه مرتبط است. همچنین، کودکان، افراد مسن و افرادی که از قبل شرایط سلامتی دارند، در برابر اثرهای آلودگی هوا آسیب‌پذیر هستند. با به‌کارگیری انرژی تجدیدپذیر می‌توان میزان آلاینده‌های مضر موجود در هوا

را کاهش دهیم و سپس سلامت عمومی را بهبود بخشیم. این امر به‌ویژه در شهر اهواز مهم است. جایی که آلودگی هوا اغلب به دلیل ازدحام ترافیک و فعالیت‌های صنعتی در بیشترین حد است. همچنین، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که محرک‌های اصلی تغییرات اقلیمی است، کمک کنند و به دنبال آن آینده پایدارتر و سالم‌تری را برای همه ترویج دهند.

تنوع در منابع انرژی: انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند ترکیب انرژی یک کشور را متنوع کنند و اتکای آن به یک منبع انرژی را کاهش و در نتیجه، امنیت انرژی را افزایش دهند.

امنیت انرژی: منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و برق آبی می‌توانند وابستگی یک کشور را به سوخت‌های فسیلی وارداتی کاهش و در نتیجه، امنیت انرژی آن را افزایش دهند.

پایداری زیست‌محیطی: منابع انرژی تجدیدپذیر بیشتر دوستدار محیط‌زیست هستند؛ زیرا در مقایسه با سوخت‌های فسیلی انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری تولید و به کاهش آلودگی هوا کمک می‌کنند. همان‌طور که ذکر شد برای تعیین اثرهای شاخص‌های پدافند غیرعامل از مدل ویکور استفاده شده است که این مدل از پنج مرحله عبور می‌کند تا به نتایج دقیق برسد. **جدول ۳** نتایج وزندهی ابتدایی شاخص‌های پدافند غیرعامل را در توسعه انرژی نشان می‌دهد.

جدول ۳: نتایج نهایی مدل VIKOR

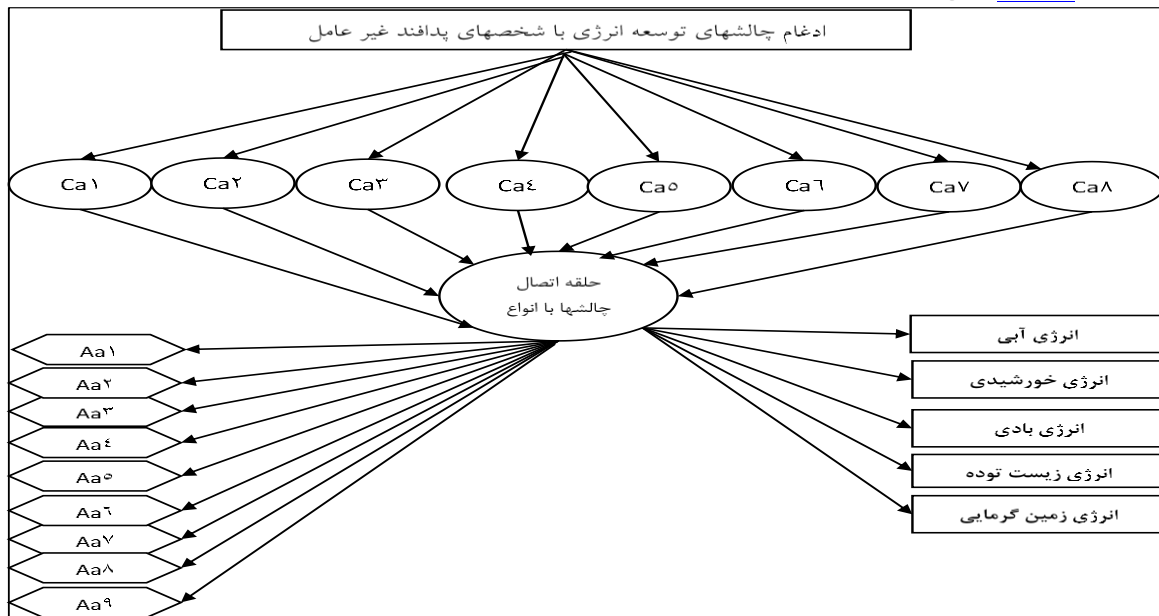
Table 3: Final results of the VIKOR model

مشارکت جامعه	ایجاد شغل و کارآفرینی	بهبود کیفیت هوا	نوآوری	سلامت عمومی	امنیت انرژی	تنوع در منابع انرژی	پایداری زیست‌محیطی	صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی
X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
وزن	۰,۲۰۷	۰,۲۹۵	۰,۸۹	۰,۱۵۴	۰,۴۹	۰,۲۹	۰,۹۲	۰,۸۵
انرژی آبی	۰,۱۳	۰,۷۳	۰,۰۶	۰,۳۲	۰,۰۱	۰	۰,۱۸	۰,۱۱
زمین‌گرمایی	۰,۳۶	۰,۰۳	۰,۱۶	۰,۱۱	۰,۴۱	۰,۱۴	۰,۳۱	۰,۳۵
بادی	۰,۴۰	۰,۰۷	۰,۰۵	۰,۱۹	۰	۰	۰,۰۵	۰,۱۶
خورشیدی	۰,۳۸	۰,۱۵	۰,۰۲۵	۰,۱۶	۰,۲۱	۰,۰۴	۰,۳۸	۰,۹۱
زیست‌توده	۰,۱۴	۰,۵۸	۰,۰۸	۰,۰۲	۰,۰۵	۰	۰,۱۰	۰,۰۱
سنجش و رتبه‌بندی انواع انرژی تجدیدپذیر براساس شاخص ویکور								
انواع انرژی	شاخص سودمندی S			شاخص تأسف R		شاخص ویکور Qi	رتبه انرژی	
بادی	۹۶۶/۱			۰,۷۵۸		۰,۷۸۰	۲	
خورشیدی	۲,۸			۰,۸۴۵		۱	۱	
آبی	۸۶۶			۰,۲۹۱		۰,۲۲۲	۳	
زیست‌توده	۰,۶۰۶			۰,۱۸۸		۰,۰۹۵	۴	
زمین‌گرمایی	۰,۹۲۶			۰,۲۵۱		۰,۲۰۲	۵	

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲

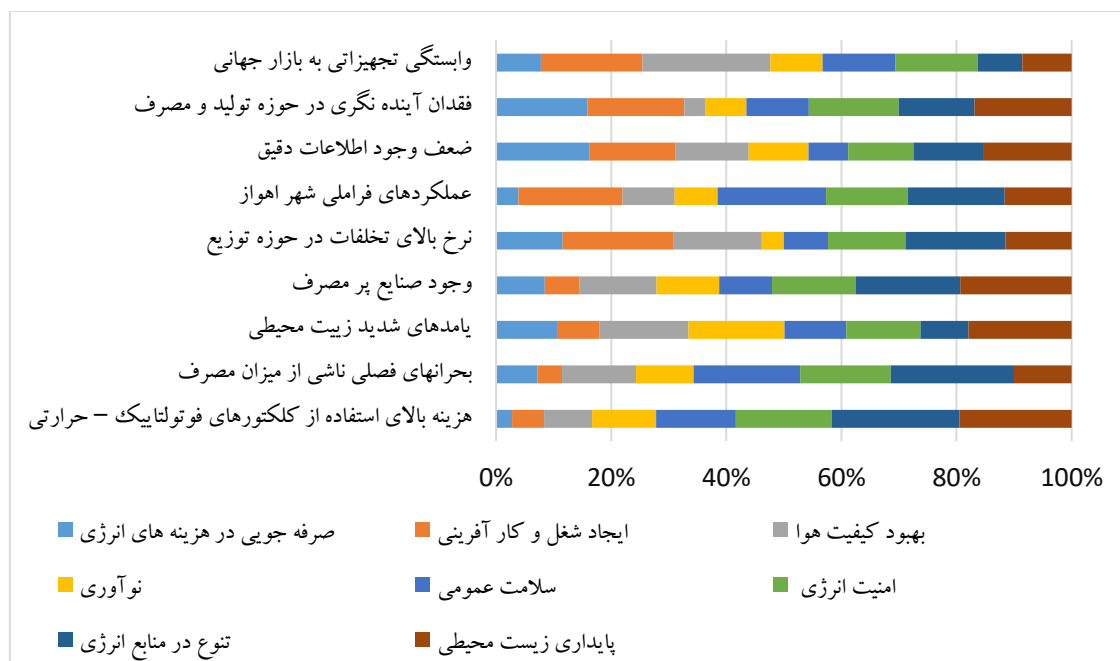
براساس **جدول ۳** ماتریس تصمیم‌گیری متشکل از گزینه‌ها و معیارهاست. گزینه‌ها همان انرژی‌های تجدیدپذیر و معیارها شاخص‌های پدافند غیرعامل هستند که ۸ معیار دارند. در مرحله دوم بیشترین ارزش f_1^+ و پایین‌ترین ارزش

fi⁻ توابع معیار از ماتریس تصمیم‌گیری استخراج شده است که نشان‌دهنده تفاوت مشهود بین شاخص‌هاست. در گام بعدی پس از تعیین حداکثر و حداقل ارزش، وزن‌دهی معیارها صورت گرفته است. بر این اساس، ضریب سازگاری مقایسه معیارها نیز به میزان ۰/۰۱ بوده است که از حد پذیرفتنی ۰/۱ در AHP کمتر و مناسب بوده است. بعد از محاسبه وزن نسبی معیارها باید ارزش S_j (مطلوبیت) و R_j (شاخص نارضایتی) محاسبه شود که این تفاوت در دو شاخص مذکور هم نمایان است. در پنجمین گام شاخص ویکور که همان امتیاز نهایی هر گزینه است محاسبه شده است که کم‌تر بودن مقدار آن شاخص به منزله مطلوبیت فراوان معیار است. نتایج تکنیک VIKOR حاکی از آن است که شاخص‌های پدافند غیرعامل در کاهش چالش‌های انرژی تجدیدپذیر درمیان انواع انرژی در شهر اهواز، انرژی خورشیدی با امتیاز ۱ رتبه اول، انرژی بادی با امتیاز ۰/۷۵۸ در رتبه دوم، انرژی آبی با امتیاز ۰/۲۲۲۰ در رتبه سوم قرار گرفته است. همچنین، انرژی زیست‌توده و زمین‌گرمایی به ترتیب در پایین‌ترین رتبه قرار دارند. نتیجه نهایی این مبحث مشخص می‌کند که امکان توسعه انرژی خورشیدی بیشتر از سایر انرژی‌هاست. در گام بعدی ادغام‌سازی و روابط بین شاخص‌های پدافند و چالش‌های توسعه انرژی در هریک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر مشخص است. همان‌طور که **شکل ۵** نشان می‌دهد وابستگی بین گویه‌های پژوهش به صورت موردی و خوشه‌ای وجود دارد؛ بنابراین نیاز است که این ادغام‌سازی به‌طور دقیق تحلیل تا مشخص شود که در کاهش چالش‌های توسعه انرژی چه اقدام‌های پدافندی نیاز است تا با رویکرد پدافند غیرعامل، بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر در قلمرو مطالعه شده بیشتر شود. به همین منظور، **شکل ۶** نتایج این تحلیل را نشان می‌دهد.



شکل ۵: نمای کلی وابستگی بین شاخص‌های پدافند غیرعامل و چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

Figure 5: The dependence of passive defense and renewable energy



شکل ۶: تحلیل ادغام بین شاخص‌های پدافند غیرعامل و چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

Figure 6: Integration of passive defense indicators and renewable energy challenges

همان‌طور که در شکل ۶ مشخص است بین شاخص‌های پدافند غیرعامل و چالش‌های توسعه انرژی نوعی وابستگی وجود دارد که مشخص می‌کند امکان توسعه کدام نوع انرژی بیشتر است و چالش‌های موجود، امکان توسعه کدام نوع انرژی را براساس شرایط اهواز کمتر می‌کند که این وابستگی بسته به هر نوع انرژی تجدیدپذیر با یکدیگر متفاوت است. جدول ۴ نتایج این وابستگی‌ها را براساس تعداد ستاره‌ها مشخص کرده است؛ به طوری که تعداد ستاره بیشتر نشان‌دهنده اثرهای بیشتر شاخص‌های پدافندی در کاهش چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر کلان‌شهر اهواز است.

جدول ۴: نتایج وابستگی بین شاخص‌های پدافندی با چالش‌های توسعه انرژی

Table 6: The results of the dependence between defense indicators and energy challenges

زیت توده	زمین گرما	خورشیدی	بادی	آبی	Aa	Ca	زیت توده	زمین گرما	خورشیدی	بادی	آبی	Aa	Ca
***	***	***	****	**	Aa1	Ca ^o	**	***	****	****	*	Aa1	Ca1
***	****	*****	****	****	Aa2	***	***	****	****	****	****	Aa2	
****	****	***	****	**	Aa3	****	*****	**	****	**	****	Aa3	
**	****	*	***	**	Aa4	***	****	*	***	**	****	Aa4	
****	**	**	**	***	Aa5	****	*	**	**	****	****	Aa5	
**	**	*****	*	**	Aa6	**	**	*****	*	**	****	Aa6	
****	***	*	***	****	Aa7	****	***	*	***	****	****	Aa7	
***	***	*	**	***	Aa8	***	***	*	**	***	****	Aa8	

***	***	*****	****	**	Aa1	Ca ^α	*	***	***	*****	*	Aa1	Ca2	
***	*****	*****	****	*****	Aa2		***	***	*****	*****	*****	***		Aa2
*****	*****	***	****	**	Aa3		*****	*****	***	*****	*	***		Aa3
**	*****	*	****	**	Aa4		*	*****	*	***	***	**		Aa4
*****	***	**	**	***	Aa5		*****	**	**	**	**	***		Aa5
**	**	*****	*	**	Aa6		**	**	*****	*	**	**		Aa6
*****	***	*****	***	*****	Aa7		*****	***	*	***	*****	*****		Aa7
***	***	**	***	***	Aa8		***	***	*	**	***	***		Aa8
**	***	*****	****	*	Aa1	Ca ^α	*****	***	*	***	*****	Aa1	Ca3	
***	***	*****	****	*****	Aa2		***	***	*	**	***	***		Aa2
*****	*****	***	****	**	Aa3		***	***	*****	*****	**	***		Aa3
***	*****	*	***	**	Aa4		***	*****	*****	*****	*****	*****		Aa4
*****	*	**	**	***	Aa5		*****	*****	***	*****	**	***		Aa5
**	**	*****	*	**	Aa6		**	*****	*	***	**	**		Aa6
*****	***	*	***	*****	Aa7		*****	***	**	**	***	***		Aa7
***	***	*	**	***	Aa8		**	**	*****	*	**	**		Aa8
*****	***	*****	***	*****	Aa1	Ca ^α	*****	***	*****	***	*****	Aa1	Ca4	
***	***	**	***	***	Aa2		***	***	**	***	***	***		Aa2
***	***	*****	****	**	Aa3		***	***	*****	*****	**	***		Aa3
***	*****	*****	****	*****	Aa4		***	*****	*****	*****	*****	*****		Aa4
*****	*****	***	****	**	Aa5		*****	*****	***	*****	**	***		Aa5
**	*****	*	***	**	Aa6		**	*****	*	***	**	**		Aa6
*****	***	**	**	***	Aa7		*****	***	**	**	***	***		Aa7
**	**	*****	*	**	Aa8		**	**	*****	*	**	**		Aa8

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲

نتیجه‌گیری

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر اهواز با چالش‌های متعددی از جمله محدودیت در دسترس بودن منابع، نداشتن آگاهی و آموزش‌ندیدن درباره انرژی‌های تجدیدپذیر، محدودیت‌های مالی، چارچوب نظارتی و ادغام با زیرساخت‌های موجود مواجه است. غلبه بر این چالش‌ها نیازمند تلاش مشترک بین دولت، سرمایه‌گذاران خصوصی و مردم است. همچنین، در این میان ایجاد سیاست‌ها و مقررات روشن، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و فناوری، ایجاد برنامه‌های آموزشی، آگاهی‌بخشی برای غلبه بر این چالش‌ها و ارتقای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر اهواز ضروری است.

در پژوهش حاضر مشخص شد که چالش‌های متعددی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در اهواز وجود دارد. به همین دلیل، تحلیل این چالش‌ها از روش‌های مختلف کمی رتبه‌بندی و ادغامی استفاده شده است. رتبه‌بندی انرژی ابزاری حیاتی برای برنامه‌ریزان شهری از جهت درک نیازهای انرژی خود و شناسایی راه‌حل‌های بالقوه است که

مشخص می‌کند امکان توسعه کدام نوع انرژی بیشتر یا کمتر است. مدیران می‌توانند با رتبه‌بندی راه‌حل‌های توسعه انرژی بر اساس اثربخشی، هزینه و تأثیر زیست‌محیطی تصمیمات آگاهانه‌ای درباره اولویت توسعه هر کدام از انواع انرژی بگیرند. براساس یافته‌های این مقاله چالش‌ها در هر یک از انواع انرژی متفاوت است. در پژوهش حاضر مشخص شد که انرژی‌های تجدیدپذیر آبی، بادی، خورشیدی، زیست‌توده و زمین‌گرمایی چالش‌های متعددی دارند که این چالش‌ها در هر یک از انواع انرژی رتبه خاصی نیز دارند؛ بنابراین نمی‌توان گفت که همه انواع انرژی‌های تجدیدپذیر چالش‌های یکسانی دارند که این امر امکان توسعه انرژی خاصی را براساس وضع موجود و پتانسیل‌های فعلی مشخص می‌کند؛ با این حال وابستگی تجهیزاتی به بازار جهانی برای توسعه انرژی‌های زیست‌توده اصلی‌ترین چالش و برای انرژی‌های آبی کمترین چالش است. کمبود آینده‌نگری در حوزه تولید و مصرف برای انرژی زیست‌توده بیشترین عامل و برای انرژی خورشیدی کمترین عامل مؤثر است. همچنین، ضعف وجود اطلاعات دقیق، عملکردهای فراملی شهر اهواز، میزان فراوان تخلفات در حوزه توزیع، وجود صنایع پرمصرف، پیامدهای شدید زیست‌محیطی، تجهیزات ناشی از مصرف سوخت و هزینه‌های زیاد استفاده به ترتیب اصلی‌ترین چالش‌های انرژی زیست‌توده، انرژی زمین‌گرمایی، انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی آبی، انرژی زیست‌توده و انرژی خورشیدی هستند که گویای این مقایسه تطبیقی است. همچنین، محققان در این پژوهش به این نتیجه رسیدند که مجموعه چالش‌های موجود به ترتیب در توسعه انرژی زمین‌گرمایی، زیست‌توده، آبی، بادی و خورشیدی بیشترین اثرها را دارند؛ بنابراین نیاز است که مدیران ذی‌ربط در برنامه‌ریزی‌ها نگاهی دقیق به این اولویت‌بندی داشته باشند؛ زیرا رفع این چالش‌ها به صورت همزمان مشکل است.

نتایج تکنیک VIKOR حاکی از آن است که شاخص‌های پدافند غیرعامل در کاهش چالش‌های انرژی تجدیدپذیر در میان انواع انرژی در شهر خورشیدی با امتیاز رتبه اول، انرژی بادی با امتیازی ۰/۷۵۸ در رتبه دوم، انرژی آبی با امتیاز ۰/۲۲۲۰ در رتبه سوم قرار گرفته است. همچنین، انرژی زیست‌توده و زمین‌گرمایی به ترتیب در پایین‌ترین رتبه قرار دارد. نتایج ادغام‌سازی هم‌نشان داد که بین شاخص‌های پدافند غیرعامل و چالش‌های توسعه انرژی نوعی وابستگی وجود دارد که این وابستگی بسته به هر نوع انرژی تجدیدپذیر با یکدیگر متفاوت است؛ بنابراین برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و رفع چالش‌های موجود راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود.

۱- ایجاد یک تیم چندرشته‌ای از متخصصان ذی‌ربط: یک تیم چندرشته‌ای ایجاد کنید تا متخصصان حوزه‌های مختلف مانند انرژی، برنامه‌ریزی شهری، علوم محیطی و علوم اجتماعی گرد هم بیایند. این تیم طیف متنوعی از تخصص را برای تجزیه و تحلیل و درک عوامل آسیب‌پذیری انرژی خواهد داشت.

۲- ایجاد مجموعه‌ای از شاخص‌ها برای اندازه‌گیری و ارزیابی آسیب‌پذیری انرژی در شهر: این شاخص‌ها می‌تواند شامل عواملی مانند الگوهای مصرف انرژی، انعطاف‌پذیری زیرساخت‌های انرژی، ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی و خطرهای زیست‌محیطی باشد. براساس این شاخص‌ها، محرک‌های خاصی را که به آسیب‌پذیری انرژی کمک می‌کنند با توجه به ویژگی‌های انسانی و طبیعی اهواز تعیین می‌شود.

- ۳- ایجاد یک پایگاه داده و اطلاعات باتوجه به ویژگی‌های انواع انرژی در سطح شهر: باتوجه به اطلاعات موجود در سطح نهادهای ذی‌ربط یک پایگاه داده مرکزی با محوریت سازمان برق ایجاد شود.
- ۴- ارزیابی خطر و اولویت‌بندی اقدام‌ها به‌طور جد در سازمان‌های ذی‌صلاح: پس از شناسایی محرک‌ها، آسیب‌پذیری هر یک از انواع انرژی از نظر تأثیر بالقوه و احتمال میزان آسیب‌پذیری آنها ارزیابی شود. براساس این ارزیابی، اقدام‌های توسعه انرژی به‌صورت تفکیک‌شده اولویت‌بندی می‌شود. بدین ترتیب، یک برنامه عملی برای رسیدگی به آنها تهیه می‌شود. این طرح باید شامل استراتژی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش انعطاف‌پذیری انرژی باشد.
- ۵- اجرای مداخلات و نظارت بر توسعه انرژی: استراتژی‌ها و اقدام‌های متناسب در راستای رسیدگی به محرک‌های اولویت‌بندی‌شده آسیب‌پذیری انرژی شناسایی و اجرا شود. این امر شامل اقدام‌هایی مانند بهبود بهره‌وری انرژی، تنوع‌بخشیدن به منابع انرژی، افزایش انعطاف‌پذیری زیرساخت‌ها، ترویج آموزش و آگاهی جامعه و تقویت عدالت اجتماعی است. برای اطمینان از اثربخشی و تطبیق راهبردها در صورت نیاز به‌طور مستمر پیشرفت را نظارت و ارزیابی کنید.
- ۶- تقویت همکاری‌ها و مشارکت‌ها: برای استفاده از منابع، تخصیص و بودجه با سازمان‌های مربوط، مؤسسات دانشگاهی و سازمان‌های دولتی مشارکت انجام شود. این همکاری و مشارکت می‌تواند به اجرای پروژه‌ها در مقیاس بزرگ‌تر، به اشتراک‌گذاری بهترین شیوه‌ها و تسریع پیشرفت در راستای کاهش آسیب‌پذیری انرژی کمک کند.
- در پایان گفتنی است که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر اهواز با چالش‌های متعددی از جمله محدودیت درد ستس بودن منابع، آگاهی‌نداشتن و آموزش‌ندیدن درباره انرژی‌های تجدیدپذیر، محدودیت‌های مالی، چارچوب نظارتی و ادغام با زیرساخت‌های موجود مواجه است. غلبه بر این چالش‌ها نیازمند تلاش مشترک بین دولت، سرمایه‌گذاران خصوصی و مردم است. در نهایت، ایجاد سیاست‌ها و مقررات روشن، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و فناوری و برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی برای غلبه بر این چالش‌ها و ارتقای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر اهواز ضروری است.

منابع

- اصغری، علی، و سلیمان‌زاده، مهدی (۱۳۹۵). اهمیت و لزوم استفاده از انرژی‌های نو تجدیدپذیر در اماکن انتظامی. *نشریه علمی مطالعات مهندسی*، ۹(۳۲)، ۱۱-۳۶. magiran.com/p2478156
- اکبری، حسن، و حسینی‌نژاد، فاطمه سادات (۱۳۹۸). تعیین زاویه بهینه استقرار سطوح قائم ساختمان براساس دریافت انرژی خورشیدی در اقلیم گرم و مرطوب (مطالعه موردی: شهرهای بندرعباس، بوشهر و اهواز). *معماری و شهرسازی ایران*، ۱۰(۲)، ۹۹-۱۱۲. <https://doi.org/10.30475/isau.2020.103679>
- انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران (۱۴۰۲). *گزارش وضعیت جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر ۲۰۲۳*. <http://irrea.ir/wp-content/uploads/2023/05/REN21-2023-FINAL.pdf>
- باوقار زعیمی، نجوا، فرقانی، محمدعلی، و صادقی، زین‌العابدین (۱۳۹۷). اولویت‌بندی منابع انرژی تجدیدپذیر در

- استان هرمزگان. نشریه انرژی ایران، ۲۱(۱)، ۴۹-۳۷. <https://necjournals.ir/article-1-1164-fa.html>
- پاشنگ، مریم (۱۴۰۰). جایگاه ایران در نقشه جدید انرژی جهان. انتشارات آگاه.
- جدی، بابک، غفارپور، رضا، و رنجبر، علی محمد (۱۳۹۷). ارتقا شاخص‌های پدافند غیرعامل با استفاده از برنامه‌ریزی بهینه منابع تجدیدپذیر انرژی در شبکه هوشمند برق. مجله انجمن مهندسی برق، ۱۵(۱)، ۱-۱۴. <http://jiaeee.com/article-1-537-fa.html>
- سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (۱۴۰۰). گزارش آماری سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق. <https://www.satba.gov.ir/fa/satba/information>
- شکر بیگی، علی عباس، و ریحانی محب سراج، ندا (۱۳۹۵). استراتژی پدافند غیرعامل در حوزه توسعه پایدار انرژی. کنفرانس پدافند غیرعامل و توسعه پایدار، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد. <https://www.sid.ir/paper/830697/fa>
- شهرداری اهواز (۱۳۹۹). آمارنامه کلان‌شهر اهواز. معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه‌آسانی شهرداری اهواز. <https://planning.ahvaz.ir>
- علائی‌پور، مریم‌السادات، مافی، مصطفی، خانکی، منصور، و ابراهیمی، مسعود (۱۴۰۰). امکان‌سنجی فنی اقتصادی سیستم‌های تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر خورشیدی در مناطق روستایی با اقلیم سرد و خشک. نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، ۵۳(۱)، ۸۱-۱۰۰. <https://doi.org/10.22060/mej.2019.16153.6287>
- فرتاش، کیارش، باوفا، فاطمه، و سعدآبادی، علی‌اصغر (۱۴۰۱). تحلیل چالش‌های توسعه بازار فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران. فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، ۲۰(۴۷)، ۵۵-۷۲. [10.22034/jtd.2022.252592](https://doi.org/10.22034/jtd.2022.252592)
- کاظمیان، غلامرضا، رسولی، افشین، و خزایی، محمدمهدی (۱۳۹۶). جایگاه انرژی‌های نو تجدیدپذیر در زیست‌پذیرانه کردن شهرها (مطالعه موردی شهر: تهران). پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱(۲۹)، ۹۹-۱۱۸. https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_2356.html

References

- Ahvaz municipality (2019). *Statistics of Ahvaz metropolis*. Deputy of planning and development of Ahvaz municipality. <https://planning.ahvaz.ir> [In Persian].
- Alaeipour, M. S., Mafi, M., Khanaki, M., & Ebrahimi, M. (2021). Techno-economic feasibility of energy supply systems from renewable sources of solar and biomass in rural areas located in cold and dry climate. *Amirkabir Journal of Mechanical Engineering*, 53(1), 81-100. [10.22060/mej.2019.16153.6287](https://doi.org/10.22060/mej.2019.16153.6287) [In Persian].
- Akbari, H., & Hosseini Nezhad, F. S. (2020). Determining the optimum orientation of vertical building surfaces, based on solar energy receiving in the hot and humid climate (Case Study: Bandar Abbas, Bushehr and Ahvaz Cities). *Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU)*, 10(2), 99-112. <https://doi.org/10.30475/isau.2020.103679> [In Persian].
- Asghari, A., & Suleimanzadeh, M. (2017). The importance and necessity of using new and renewable energy sources in Military sites. *Journal of Police engineering studies*, 9(32), 11-36. magiran.com/p2478156 [In Persian].
- Bawqar Zaeimi, N., Farqani, M. A., & Sadeghi, Z. A. (2017). Prioritizing renewable energy resources of hormozgan province. *Iranian Energy Magazine*, 21(1), 37-49. <https://necjournals.ir/article-1-1164-fa.html> [In Persian].
- Best, R. (2017). Switching towards coal or renewable energy? The effects of financial capital on energy

- transitions. *Energy Economics*, 63(6), 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.01.019>
- Bloomfield, E. F. (2019). The rhetoric of energy Darwinism: Neoliberal piety and market autonomy in economic discourse. *Rhetoric Society Quarterly*, 49(4), 320-341. <https://doi.org/10.1080/02773945.2019.1634831>
- Bouzarovski, S., Pasqualetti, M. J., & Broto, V. C. (Eds.). (2017). *The Routledge research companion to energy geographies*. Taylor & Francis.
- Brahim, S. P. (2014). Renewable energy and energy security in the Philippines. *Energy Procedia*, 52, 480-486. [10.1016/j.egypro.2014.07.101](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.101)
- Büyükoçkan, G., & Gülerüz, S. (2016). An integrated DEMATEL-ANP approach for renewable energy resources selection in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 182, 435-448. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.015>
- Cheung, T. T. T., & Oßenbrügge, J. (2020). Governing urban energy transitions and climate change: Actions relations and local dependencies in Germany. *Energy Research & Social Science*, 69, 101728. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101728>
- Cotten, A., & Forehand, D. I. (2022). Multi-objective optimisation of a sloped-motion, multibody wave energy converter concept. *Renewable Energy*, 194, 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.030>
- Ceballos, J. C., Porfirio, A. C. S., Oricchio, P. A., & Posse, G. (2022). Characterization of the annual regime of surface solar irradiance over Argentine Pampean Region using GL1. 2 satellite-based data. *Renewable Energy*, 194, 526-537. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.038>
- Fartash, K., Bavafasefat, F., & Sadabadi, A. A. (2022). Analysis of market development challenges of renewable energy technologies in Iran with structural-interpretive modeling. *Quarterly journal of Industrial Technology Development*, 20(47), 55-72. [10.22034/jtd.2022.25259](https://doi.org/10.22034/jtd.2022.25259) [In Persian].
- Herbst, J. M., & Grant-Smith, D. (2020). *Tapping into new power opportunities and challenges for growing community renewable energy*. Imprint routledge.
- Iran renewable energy association. (2023). *Report on the global situation of renewable energies 2023*. <http://irrea.ir/wp-content/uploads/2023/05/REN21-2023-FINAL.pdf> [In Persian].
- Iskandarova, M., Dembek, A., Fraaije, M., Matthews, W., Stasik, A., Wittmayer, J. M., & Sovacool, B. K. (2021). Who finances renewable energy in Europe? Examining temporality, authority and contestation in solar and wind subsidies in Poland, the Netherlands and the United Kingdom. *Energy Strategy Reviews*, 38, 100730. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100730>
- Jeddi, B., Ghaffarpour, R., & Ranjbar, A. M. (2018). Optimal Planning of Renewable Energy Resources in Smart Power Distribution Networks for Improvement of Passive Defense Indices. *Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers*, 15(1), 1-14. <https://jiaeee.com/article-1-537-en.html> [In Persian].
- Kazemian, G., Rasouli, A., & Khazaei, M. (2017). New and renewable energies position in creating viable cities, case study Tehran city. *Research And Urban Planning*, 8(29), 99-118. https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_2356.html [In Persian].
- Kim, J., Suharto, Y., & Daim, T. U. (2017). Evaluation of Electrical Energy Storage (EES) technologies for renewable energy: A case from the US Pacific Northwest. *Journal of Energy Storage*, 11, 25-54. <https://doi.org/10.1016/j.est.2017.01.003>
- Lucas, N. S., Austin, M. J., Rippeth, T. P., Powell, B., & Wakonigg, P. (2022). Turbulence and coherent structure characterisation in a tidally energetic channel. *Renewable Energy*, 194, 259-272. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.044>
- Kabak, M., & Dağdeviren, M. (2014). Prioritization of renewable energy sources for Turkey by using a hybrid MCDM methodology. *Energy conversion and management*, 79, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.11.036>
- Pashang, M. (2021). *Iran's position in the new energy map of the world*. AGAH publications. [In Persian].
- Renewable Energy and Energy Efficiency Organization. (2021). *Statistical report of renewable energy organization and electricity energy efficiency*. <https://www.satba.gov.ir/fa/satba/information> [In Persian].

- Shekar Beigi, A. A., & Rihani Mohib Siraj, N. (2016). The strategy of passive defense in the field of sustainable energy development. *National Conference on Passive Defense and Sustainable Development, Ferdowsi university of Mashhad*. <https://www.sid.ir/paper/8306> [In Persian].
- Solomon, B. D., & Pasqualetti, M. J. (2004). History of energy in geographic thought. In C. J. Cleveland (Ed.), *Encyclopedia of Energy* (Volume 2, pp. 831–842). San Diego, CA: Elsevier.
- Wang, B., Kocaoglu, D. F., Daim, T. U., & Yang, J. (2010). A decision model for energy resource selection in China. *Energy Policy*, 38(11), 7130-7141. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.031>