

WORLD POLITICS

Print Issn: 2383-0123

Online Issn: 2538-4899

Homepage: <https://interpolitics.guilan.ac.ir/>

Comparative Study of the Role of Renewable Energy in Sustainable Development: A Case Study of Iran and Germany

Mohammadreza Mohammadian  PhD Student, Department of Political Science and International Relations, Shahrood Branch, Islamic Azad University of Shahrood, Iran Email: dr.mohammadian171@gmail.com

Amirhoshang Mirkooshesh *  Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Political Science and International Relations, Shahrood Branch, Islamic Azad University of Shahrood, Iran. Email: amkooshesh@gmail.com

Ali Mohammadzadeh  Assistant Professor, Department of Political Science and International Relations, Shahrood Branch, Islamic Azad University of Shahrood, Iran. Email: a.mohammadzadeh75@gmail.com

Article Info

Article Type:

Reserch Article

Keywords:

Renewable Energy,
Sustainable
Development,
Urban Planning,
Iran,
Germany

Article history:

Received May 1, 2024

Received in revised form

August 17, 2024

Accepted September 14,
2024

Published Online

September 21, 2024

ABSTRACT

In recent decades, sustainable development and environmental protection have emerged as major global challenges. Renewable energy plays a central role in addressing these issues by reducing reliance on fossil fuels and mitigating climate change. This study adopts a comparative approach to examine the role of renewable energy in sustainable development in Iran and Germany. The primary objective is to analyze the policies, planning structures, and levels of success achieved in energy optimization in both countries, aiming to identify Iran's strengths, weaknesses, and potential pathways forward. The research employs a descriptive-analytical and comparative methodology, utilizing data from credible library sources and online databases. The findings reveal significant differences in urban planning frameworks, the engagement of civil society, and the existence (or lack) of integrated energy strategies. Germany has made notable progress by institutionalizing efficient energy use through comprehensive planning, strong institutions, and transparent governance. Iran, on the other hand, struggles with fragmented institutional responsibilities, limited public participation, and underperforming strategic documents. Drawing on Germany's successful experience, a proposed framework for enhancing energy planning and policy implementation in Iran is presented..

Cite this Article: Mohamadian, M. R. , Mirkooshesh, A. H. and Mohamadzadeh, A. (2024). Comparative study of the role of renewable energies in sustainable development: A case study of Iran and Germany. *World Politics*, 13(2), 278-302. doi: 10.22124/wp.2025.31161.3551



© Author(s)

Publisher: University of Guilan

DOI: 10.22124/wp.2025.31161.3551

1. Introduction

Iran and Germany, despite their divergent economic structures, energy resource profiles, and geographic conditions, offer valuable comparative insights into the role of renewable energy in sustainable development. Germany, as a pioneer in the global energy transition (Energiewende), has invested heavily in clean energy infrastructure, public engagement, and policy coherence. Iran, endowed with vast renewable energy potential—especially solar and wind—has yet to fully harness these resources due to systemic barriers. Exploring these contrasting paths allows for a nuanced understanding of how policy, governance, and public participation affect the success or failure of renewable energy strategies.

2. Theoretical Framework

Renewable energy sources—such as solar, wind, hydro, biomass, and tidal power—offer a sustainable alternative to fossil fuels, contributing to environmental protection, energy security, and economic resilience. From a sustainable development perspective, renewables help mitigate greenhouse gas emissions, promote energy equity, and stimulate green innovation. Theoretically, the integration of renewable energy aligns with the principles of ecological modernization and energy justice, which emphasize a transition to cleaner technologies through institutional reform, citizen engagement, and market incentives. In this study, these theoretical lenses help contextualize how different national models (centralized vs. decentralized) affect the development and integration of renewable energy systems.

3. Methodology

This study adopts a qualitative, comparative case study approach, employing descriptive-analytical methods to investigate energy policy structures in Iran and Germany. Data were collected through extensive desk research, including government reports, policy documents, academic articles, and reputable online databases. The comparative method enables the identification of key similarities and divergences between the two countries, providing a structured basis for policy evaluation and strategic recommendations. Attention was paid to cross-sectoral factors such as governance frameworks, technological capabilities, and socio-political dynamics in shaping each country's renewable energy trajectory.

4. Results and Discussion

Germany's renewable energy sector has benefited from long-term strategic planning, substantial government investment, and decentralized energy governance. Key components of its success include robust feed-in tariffs, active participation of municipalities and cooperatives, and strong research and development (R&D) infrastructure. Public acceptance and grassroots movements have also played a critical role. Conversely, Iran's renewable energy development remains limited despite high solar irradiance and wind corridors. Structural issues such as centralized decision-making, inadequate funding, energy subsidies that distort market signals, and limited access to advanced technologies hinder progress. Additionally, the weak

role of local authorities and NGOs in shaping energy policy further exacerbates the problem. The discussion also highlights shared challenges, including intermittency in power generation and the need for energy storage solutions, while emphasizing Germany's advantage in integrating renewables into a diversified and flexible grid.

5. Conclusion

This comparative analysis underscores the pivotal role of coherent governance, institutional coordination, and public involvement in the successful deployment of renewable energy. Germany's experience demonstrates that sustainable energy transitions require more than technical potential—they depend on long-term policy consistency, stakeholder engagement, and strong regulatory frameworks. For Iran, overcoming energy inefficiency and unlocking its renewable potential necessitate systemic reforms, recommendations include:

- Decentralizing energy governance to empower local and regional authorities;
 - Revising energy subsidies to reflect true costs and encourage conservation;
 - Strengthening institutional coordination among ministries and regulatory bodies;
 - Enhancing public and private investment incentives in renewable projects;
 - Investing in research and technology transfer through international partnerships.
- By adapting these lessons to its unique context, Iran can move toward a more sustainable and resilient energy future.

سیاست جهانی

شاپا چاپی: ۲۳۸۳-۰۱۲۳

شاپا الکترونیکی: ۴۵۳۸-۴۸۹۹

Homepage: <https://interpolitics.guilan.ac.ir/>

بررسی تطبیقی نقش انرژی‌های تجدید پذیر در توسعه پایدار:

مطالعه موردی ایران و آلمان

محمدرضا محمدیان دانشجوی دکتری گروه علوم سیاسی و روابط بین الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی شاهرود، ایران

ایانامه: dr.mohammadian171@gmail.com

امیر هوشنگ میرکوشش^{*} نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم سیاسی و روابط بین الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی

شاهرود، ایران. رایانامه: amkooshesh@gmail.com

علی محمدزاده استادیار گروه علوم سیاسی و روابط بین الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی شاهرود، ایران. رایانامه:

a.mohammadzadeh75@gmail.com

درباره مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	در دهه‌های اخیر، توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست به یکی از چالش‌های اصلی دولت‌ها تبدیل شده و انرژی‌های تجدیدپذیر نقشی کلیدی در تحقق این اهداف ایفا می‌کنند. پژوهش حاضر با رویکرد تطبیقی، به بررسی نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه پایدار در دو کشور ایران و آلمان می‌پردازد. هدف اصلی، تحلیل سیاست‌ها، ساختارهای برنامه‌ریزی و میزان موفقیت این کشورها در بهینه‌سازی مصرف انرژی است تا از این طریق، نقاط قوت و ضعف ایران شناسایی شود. روش تحقیق به‌صورت توصیفی-تحلیلی و تطبیقی بوده و داده‌ها از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی معتبر گردآوری شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌های اصلی میان دو کشور در ساختار برنامه‌ریزی شهری، میزان مشارکت نهادهای مدنی و وجود یا فقدان سیاست‌های یکپارچه انرژی نهفته است. کشور آلمان با اتکا به برنامه‌ریزی جامع، نهادهای منسجم و سیاست‌گذاری شفاف، موفق به نهادینه‌سازی مصرف بهینه انرژی شده است؛ در حالی که ایران با چالش‌هایی همچون نبود هماهنگی بین نهادهای متولی، ضعف مشارکت مردمی و ناکارآمدی اسناد بالادستی مواجه است. در پایان، چارچوبی پیشنهادی برای ارتقای کارایی برنامه‌ریزی انرژی در ایران با بهره‌گیری از تجربیات موفق آلمان ارائه شده است.
کلیدواژه‌ها: انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه پایدار، برنامه‌ریزی شهری، ایران، آلمان	
تاریخچه مقاله تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۴ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۶/۳۱	

استناد به این مقاله: محمدیان، محمدرضا، میرکوشش، امیر هوشنگ و محمدزاده، علی. (۱۴۰۳). بررسی تطبیقی نقش انرژی‌های تجدید

پذیر در توسعه پایدار: مطالعه موردی ایران و آلمان. سیاست جهانی، ۱۳(۲)، ۲۷۸-۳۰۲. doi: 10.22124/wp.2025.31161.3551

© نویسنده(گان)

ناشر: دانشگاه گیلان



در دهه‌های اخیر، تحولات گسترده در عرصه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و فناورانه، بسیاری از کشورها را بر آن داشته است تا در راستای کاهش وابستگی به منابع انرژی فسیلی و مقابله با آثار مخرب تغییرات اقلیمی، به دنبال راهکارهایی پایدار و نوآورانه برای تأمین انرژی باشند. در این میان، انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی در تحقق اهداف توسعه پایدار، جایگاه ویژه‌ای در سیاست‌گذاری‌های ملی و بین‌المللی یافته‌اند. این منابع با ویژگی‌هایی نظیر قابلیت تجدیدپذیری، پراکندگی جغرافیایی مناسب، امکان بهره‌برداری در مقیاس‌های کوچک و متوسط، کاهش هزینه‌های انتقال و آثار زیست‌محیطی اندک، به عنوان جایگزینی مطلوب برای سوخت‌های فسیلی شناخته می‌شوند. افزایش روزافزون تقاضای جهانی برای انرژی، رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه صنعتی، موجب شده است که فشار بر منابع انرژی فسیلی بیش از پیش افزایش یابد. این روند نه تنها به افزایش قیمت حامل‌های انرژی منجر شده، بلکه پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی گسترده‌ای را نیز به همراه داشته است. در چنین شرایطی، دستیابی به منابع انرژی پایدار، ایمن، پاک و مقرون به صرفه، به یکی از اولویت‌های اصلی دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی تبدیل شده است. از سوی دیگر، استمرار حیات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی جوامع، مستلزم ایجاد زیرساخت‌هایی کارآمد برای تولید، توزیع و مصرف بهینه انرژی است؛ زیرساخت‌هایی که در آن، انرژی‌های تجدیدپذیر نقش محوری ایفا می‌کنند. با وجود اهمیت فزاینده انرژی‌های تجدیدپذیر، میزان موفقیت کشورها در بهره‌برداری از این منابع، به عوامل متعددی از جمله ساختار اقتصادی، ظرفیت‌های فناورانه، نظام حکمرانی، سیاست‌گذاری‌های انرژی، و سطح مشارکت عمومی وابسته است. در این زمینه، ایران و آلمان به عنوان دو کشور با تفاوت‌های چشمگیر در زمینه‌های اقتصادی، جغرافیایی، نهادی و فرهنگی، راهبردهای متفاوتی را در توسعه و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر اتخاذ کرده‌اند. آلمان با بهره‌گیری از مدیریت غیرمتمرکز، مشارکت فعال نهادهای محلی و جامعه مدنی، دسترسی گسترده به فناوری‌های نوین، و فرهنگ عمومی صرفه‌جویی، توانسته است به موفقیت‌های قابل توجهی در این حوزه دست یابد. این کشور با تدوین برنامه‌های بلندمدت، ایجاد زیرساخت‌های فناورانه، و حمایت از نوآوری‌های بومی، نه تنها وابستگی خود را به منابع فسیلی کاهش داده، بلکه توانسته است سهم قابل توجهی از انرژی مورد نیاز خود را از منابع پاک تأمین کند. در مقابل، ایران با وجود برخورداری از ظرفیت‌های اقلیمی ممتاز، از جمله تابش خورشیدی بالا، پتانسیل قابل توجه باد در مناطق مختلف، و منابع زمین‌گرمایی، با چالش‌هایی جدی در

مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر مواجه است. الگوی مصرف انرژی ناکارآمد، تمرکزگرایی در ساختار مدیریتی، قیمت‌گذاری غیرواقعی حامل‌های انرژی، نبود زیرساخت‌های فناورانه، ضعف در انتقال و بومی‌سازی تکنولوژی‌های نوین، و مشارکت محدود نهادهای محلی و مردمی، از جمله موانعی هستند که مانع بهره‌برداری مؤثر از منابع تجدیدپذیر در ایران شده‌اند. این چالش‌ها نه تنها بهره‌وری انرژی را کاهش داده‌اند، بلکه موجب اتلاف منابع، افزایش آلاینده‌ها و کاهش تاب‌آوری زیست‌محیطی کشور نیز شده‌اند. پژوهش حاضر با رویکردی تطبیقی، به بررسی و تحلیل وضعیت برنامه‌ریزی انرژی در دو کشور ایران و آلمان می‌پردازد. هدف از این مطالعه، شناسایی نقاط قوت و ضعف ساختاری در هر دو کشور و ارائه راهکارهایی عملی برای ارتقای بهره‌وری انرژی در ایران است. با تمرکز بر نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در تحقق توسعه پایدار، این پژوهش تلاش دارد تا از طریق تحلیل تجربه موفق آلمان، زمینه‌ای برای اصلاح سیاست‌های انرژی و بهینه‌سازی مصرف در ایران فراهم آورد. بدین ترتیب، می‌توان با بهره‌گیری از تجارب بین‌المللی و تطبیق آن با شرایط بومی، مسیر حرکت به‌سوی نظام انرژی پایدار، کارآمد و عدالت‌محور را هموار ساخت؛ مسیری که در آن، توسعه اقتصادی، حفظ محیط‌زیست و رفاه اجتماعی به‌صورت هم‌زمان محقق خواهد شد.

۱. انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختار نهادهای حکمرانی آلمان

انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشیدی، بادی، آبی، بیوماس و جذر و مد هستند. این منابع انرژی نشان‌دهنده رویکردی پایدارتر نسبت به تولید انرژی هستند و به کاهش آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کنند. سطح فدرال، ایالت و دولت محلی تعریف شده است. در سطح در این بخش، نقش و جایگاه سازمان‌های تأثیرگذار بر تنظیم فدرال ساختار قدرت در دست مجمع فدرال آلمان است^۱. در مصرف انرژی در دو کشور ایران و آلمان مورد بررسی و هر ایالت نیز مجالس ایالتی^۲، در شهرستان‌ها شورای استان، لذا به نظر می‌رسد برنامه یکپارچه در آلمان و وحدت رویه موجود در رابطه با بهینه‌سازی مصرف انرژی موجب شده تا در این کشور در مقیاس سازمان‌های متولی در حوزه انرژی یکپارچگی بیشتری دارا باشد. در شهرهای شورای شهر و در مناطق شهری شهرداری‌ها مسئولیت و قدرت اجرایی را در دست دارند. ساختار فدرالی به انضمام سطح حکومتی فدرال، ایالت و دولت محلی یک سیستم قاطع برای برنامه‌ریزی آلمان به شمار می‌آید. برنامه‌ریزی فضایی در کشور آلمان یک ساختار غیرمتمرکز حکومتی را در دستور کار خود دارد. تقسیم‌قابلیت‌ها و عملکردها بین سه سطح

حکومتی، یک سیستم قانونی، سازمان یافته و با قابلیت برنامه ریزی مستقل در سطوح مختلف را شکل داده است (Schayan & Giehle, 2010). برنامه ریزی فضایی ایالتی ساختار و فرم پایداری را از اصول برنامه ریزی فضایی فدرال میگیرد و بدین ترتیب در بخش محلی، اهداف همراه با معیارهای برنامه ریزی فدرال و ایالتی تحقق می یابد. در ضمن در سطوح محلی، مسئولین موظف هستند که استفاده از زمین برای ساخت و ساز و دیگر اهداف را با طرح های بالادست هماهنگ سازند.

در کشور آلمان، برنامه ریزی به صورت غیرمتمرکز انجام شده و مهم ترین اسناد برنامه ریزی در مقیاس ایالت ها و شهرداری ها تهیه می شوند. به طور کلی برنامه ریزی در سه سطح فدرال، شهرداری کل ۵، و شهرداری محلی ۶ انجام می شود. مهم ترین سند برنامه ریزی شهری، طرح کاربری زمین ۷ است که به عنوان یک سند قانونی توسط شهرداری کل تهیه شده و هر پنج سال یکبار به روز می شود. طرح تفصیلی توسط شهرداری های محلی تهیه شده و دارای اطلاعات سه بعدی است. به روز کردن این طرح، در صورت نیاز و ایجاد تغییرات، انجام می شود.

همان طور که بیان شد پروژه «تغییر منابع انرژی» مهم ترین گام کشور آلمان در راستای مدیریت انرژی در مقیاس کلان بوده و کلیه مقیاس ها را شامل می شود. لازم به ذکر است که این امر به صورت ناگهانی و بدون برنامه محقق نشده است. زیرساخت های موجود در این کشور زمینه را برای این برنامه به خوبی فراهم آورده است. بدیهی است که نظام برنامه ریزی شهری از جمله مواردی است که در این برنامه مورد توجه قرار گرفته است. لازم به ذکر است که به طور کلی اصول سیاست های انرژی آلمان بر سه اصل پایداری، تداوم اقتصادی و منابع محیطی انرژی استوار است. همچنین برنامه تغییر منابع انرژی بر اساس پنج محور: کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، بهره وری، بخش ساختمان ها، حمل و نقل و انرژیهای تجدیدپذیر استوار است. (Morris & Pehnt, 2015)

به طور کلی سیستم برنامه ریزی در آلمان متشکل از برنامه های رسمی و غیررسمی است. مقررات ملی ساختمان به عنوان منبع تهیه اسناد قانونی مانند طرح کاربری زمین و طرح تفصیلی به کار میرود. در همین راستا، ابزارهای غیررسمی مانند طرح های توسعه یکپارچه در مقیاس های مختلفی مانند منطقه و محله تهیه می شوند. همچنین در راستای برنامه تغییر منابع انرژی، اسناد دیگری مانند «برنامه اقدام اقلیمی» به عنوان اسناد غیررسمی تهیه میشوند که در فرآیند برنامه ریزی مورد استفاده قرار میگیرند. بر همین اساس، راهبردهایی در مقیاس شهری به صورت «طرح کاربری زمین متناسب با اقلیم» تهیه میشود که در آن کلیه اقدامات مرتبط با توسعه پایدار با هدف ارتقای زیست پذیری و تاب آوری در مقابل

تغییرات اقلیمی لحاظ می شود. بدین ترتیب و پس از تهیه این اسناد، آسیب پذیری شهرها در برابر مسایل مربوط به محدودیت منابع انرژی و افزایش بهای آن کاهش یافته، وضعیت ترافیکی بهبود یافته و شرایط آب و هوایی سالم نیز حاصل می شود (Bialk & Kurth, 2013).

در همین راستا لازم است به نقش مهم شهرداریها در تهیه و اجرای برنامه ها و طرح های شهری مرتبط با موضوع مصرف بهینه انرژی اشاره شود. در آلمان، شهرداری ها تمایل زیادی به حمایت از پروژه «تغییر منابع انرژی» دارند (Schönberger, 2013) بسته به نوع اختیارات قانونی، شهرداری ها می توانند دستورالعمل هایی همچون، قوانین ساخت و ساز، تدوین دستورالعمل هایی برای بازدهی انرژی، گرمایش و منابع آب گرم را ایجاد کنند. همچنین می توانند با آگاه سازی و مشاوره دهی برنامه حمایتی در سطح محلی ایجاد کنند. علاوه بر این قادر هستند در موارد مربوط به کاربری اراضی تصمیم سازی کنند. باید توجه داشت که این اختیارات تا زمانی برقرار است که منافاتی با برنامه های توسعه منطقه ای نداشته باشد. شهرداری ها همچنین با مدیریت خود و تصمیم گیری در حوزه زیرساخت های شهری، تأثیر بسزایی در حوزه هایی چون بازدهی انرژی، حمل و نقل و مسکن عمومی دارند. (Buchan, 2012). در نهایت، شهرداری ها در تلاش هستند تا جایگاه و جذابیت سیاسی خود را به عنوان سازمانی سازگار با محیط زیست، با ایجاد ائتلاف های منطقه ای و یا پیوستن به شبکه های ملی، به مناطقی با ۱۰۰٪ تجدیدپذیری انرژی ارتقا دهند. جهت تحقق این امر شهرداری ها در چارچوب مشارکت مردمی و همکاری و نظارت سازمان های غیردولتی نیز عمل میکنند. با توجه به سیستم برنامه ریزی محلی و غیرمتمرکز آلمان، تهیه اسناد و برنامه های بهینه سازی مصرف انرژی در ایالت های مختلف با اندکی تفاوت انجام می شود و بعضی شهرداری ها مانند شهرداری مونیخ در این امر پیشگام هستند. به عنوان مثال: در این شهر، در سه مقیاس شهر، محله و ساختمان، اسناد برنامه ریزی انرژی تهیه شده است.

۲. وضعیت انرژی های تجدیدپذیر در آلمان

آلمان به عنوان یکی از پیشروان جهانی در استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، تجربه های موفقی در این زمینه دارد. به ویژه، برنامه انتقال انرژی که هدف آن افزایش سهم انرژی های تجدیدپذیر در ترکیب انرژی کشور است، به وضوح نشان دهنده تعهد این کشور به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و دستیابی به اهداف توسعه پایدار است. در این بخش، به تحلیل داده ها و آمارهای مربوط به تولید و مصرف انرژی های تجدیدپذیر در آلمان پرداخته خواهد شد. آلمان یکی از پیشگامان جهانی در زمینه انرژی های تجدیدپذیر است و در سال های اخیر به طور قابل توجهی تلاش کرده تا وابستگی خود به سوخت های فسیلی را

کاهش دهد. انرژی تجدیدپذیر در آلمان عمدتاً مبتنی بر باد و زیست توده، به علاوه انرژی خورشیدی و آبی است. آلمان در سال ۲۰۱۴، دارای بزرگ‌ترین ظرفیت نامی فتوولتائیک در جهان بود و در سال ۲۰۲۳، این مقدار به بیش از ۸۲ گیگاوات رسید. این کشور همچنین سومین کشور جهان با مجموع ظرفیت نامی نیروگاه بادی بالغ بر ۶۴ گیگاوات در سال ۲۰۲۱ (Strauss, 2011) (۵۹ گیگاوات در سال ۲۰۱۸) بود و با ظرفیت بیش از ۷ گیگاوات، دومین کشور از لحاظ نیروگاه بادی دریایی است. آلمان را «اولین اقتصاد بزرگ انرژی تجدیدپذیر در جهان» نامیده‌اند (Barati, 2013).

سهام انرژی تجدیدپذیر در تولید برق از ۳/۵ درصد در سال ۱۹۹۰ به ۵۲/۴ درصد در سال ۲۰۲۳ افزایش یافت (Bankdar, 2012). همانند بسیاری از کشورها، سیر انتقال انرژی مصرفی به انرژی تجدیدپذیر در بخش‌های حمل و نقل و گرمایش و سرمایش بسیار کند بوده است (Rafian, 2011). بر اساس آمار رسمی در سال ۲۰۱۰، حدود ۳۷۰'۰۰۰ نفر در بخش انرژی تجدیدپذیر به ویژه در شرکت‌های کوچک و متوسط، مشغول به کار بودند (Rigin, 2009). این رقم بیش از دو برابر نسبت به سال ۲۰۰۴ (۱۶۰'۵۰۰) در این بخش است. حدود دو سوم این مشاغل به قانون منابع انرژی تجدیدپذیر نسبت داده می‌شود (Sharifian, 2014). دولت فدرال آلمان در تلاش برای افزایش تجاری‌سازی انرژی تجدیدپذیر، (Abbasi, 2012) همراه با تمرکز ویژه بر نیروگاه بادی دریایی است (Dehkordi and Jafari, 2008) چالش اصلی، توسعه ظرفیت‌های مناسب شبکه برای انتقال برق تولید شده در دریای شمال به مصرف‌کنندگان بزرگ صنعتی در بخش‌های جنوبی کشور است. بخش گذار انرژی آلمان، انرژی‌وند^۱، از سال ۲۰۱۱ تغییر قابل توجهی را در سیاست انرژی به کار گمارده است. این امر یک بازآرایی در سیاست از حوزه تأمین تا تقاضا را دربر گرفته است و تغییر جهت از تولید متمرکز به تولید چند بخشی (به عنوان نمونه، تولید گرما و برق به‌طور همزمان در واحدهای تولید بسیار کوچک) را در نظر دارد که باید جایگزین تولید مازاد و مصرف انرژی اجتناب‌پذیر با اقدامات صرفه‌جویی و افزایش بازدهی باشد.

۱-۲. اهداف

از زمان تصویب دستورالعمل تولید برق از منابع انرژی تجدیدپذیر در سال ۱۹۹۷، آلمان و دیگر کشورهای اتحادیه اروپا در جهت دستیابی به هدف در نظر گرفته شده، مبتنی بر سهم ۱۲ درصد برق مصرفی از برق تجدیدپذیر تا سال ۲۰۱۰، به فعالیت پرداختند. آلمان در اوایل سال ۲۰۰۷، هنگامی که

¹ Energiewende

سهم انرژی تجدیدپذیر از برق مصرفی در این کشور به ۱۴ درصد رسید، از هدف در نظر گرفته شده عبور کرد (Mirmoqtai, 2013). بعد از انتخابات ۲۰۱۳، دولت جدید ائتلافی حزب اتحادیه و حزب سوسیال دموکرات آلمان به سیاست گذار انرژی، همراه با تنها اندکی اصلاحات در اهداف توافقنامه ائتلاف، ادامه داد (Gasoline prices around the world, 2022)

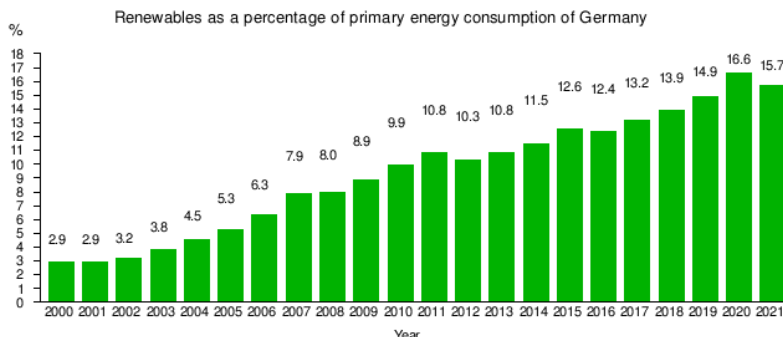
۲-۲. مصرف انرژی اولیه

مصرف انرژی اولیه آلمان در سال ۲۰۱۵ که موید ۱۳۲۱۸ پتاژول یا ۳۶۷۲ تروات ساعت است به مجموع انرژی استفاده شده در کشور اشاره دارد. مصرف نهایی انرژی تجدیدپذیر بر اساس هر بخش و درصد سهم آنها به قرار ذیل است:

- بخش برق با مصرف انرژی تجدیدپذیر ۳۱/۵ درصد (۱۸۷/۳۶۴ گیگاوات ساعت)
 - بخش گرمایش با مصرف انرژی تجدیدپذیر ۱۳/۳ درصد (۱۵۸/۶۶۲ گیگاوات ساعت)
 - بخش حمل و نقل با مصرف انرژی تجدیدپذیر ۵/۳ درصد (۳۳/۶۱۱ گیگاوات ساعت)
- در پایان سال ۲۰۱۵، منابع انرژی تجدیدپذیر همچون زیست توده، زیست گاز، زیست سوخت، آب و باد، ۱۲/۴ درصد از مصرف انرژی اولیه کشور را در بر می گرفت که نسبت به سال ۲۰۰۴، که این رقم تنها ۴/۵ درصد بود، مقداری بیش از دو برابر را نشان می دهد.

هر چند اصطلاح انرژی و الکتریسیته اغلب به جای یکدیگر به کار گرفته می شوند ولی نباید آنها را با هم اشتباه گرفت زیرا الکتریسیته تنها یک فرم از انرژی است و انرژی مصرف شده توسط موتورهای احتراقی و دیگ بخار یا آبگرمکن ها را که به ترتیب توسط وسائل نقلیه در بخش حمل و نقل و برای گرمایش ساختمان ها مورد استفاده واقع می شود را در بر نمی گیرد.

نمایه ای از پایانه انرژی تجدیدپذیر در آلمان در سال ۲۰۱۶ منتشر شد (Iran's Renewable Energy Potential, 2016)



منبع: وزارت فدرال امور اقتصادی و اقدامات اقلیمی، ۲۰۰۰-۲۰۱۷، طبق گزارش ماه اوت (۵): ۳۰۱۸.

۳-۲. انرژی بادی

در سال ۲۰۱۳، از انرژی بادی در مجموع ۵۳/۴ تراوات ساعت برق تولید شد و بیش از ۳/۲ گیگاوات ظرفیت جدید به شبکه اضافه گردید (Liaghati, 2015). در سال ۲۰۱۱، ظرفیت نامی انرژی بادی به ۲۹'۰۷۵ مگاوات (MW) رسیده بود که حدود ۸ درصد از ظرفیت کل را دربرداشت (International, 2016). طبق اعلام انجمن ویند اروپا در یک سال که وزش باد حالت معمولی را دارد، ظرفیت نامی نیروگاه بادی آلمان در پایان سال ۲۰۱۰، ۹/۳ درصد و در پایان ۲۰۱۱، ۱۰/۶ درصد از برق مورد نیاز این کشور را تأمین خواهد کرد (Share of renewables in Iran energy mix rising, 2020). بیش از ۲۱'۶۰۷ عدد توربین باد در ناحیه آلمان فدرال قرار دارد و این کشور طرح‌هایی برای ایجاد تعداد بیشتری از آنها در نظر گرفته است. (Germany: The World's First Major Renewable Energy Economy, 2015). در سال ۲۰۱۱، دولت فدرال در حال کار رو طرح جدیدی به منظور افزایش قابلیت تجاری سازی انرژی تجدیدپذیر بود (Abbasi, 2012) که با تمرکز ویژه روی نیروگاه بادی دریایی همراه می باشد. (Dehkordi and Jafari, 2008) چالش اصلی، توسعه مناسب ظرفیت شبکه جهت انتقال برق تولید شده از دریای شمال به مصرف کنندگان بزرگ صنعتی در جنوب آلمان است.

۴-۲. زیست توده

قرار است تأمین کننده اصلی منبع زیست توده در آلمان، بخش کشاورزی باشد. علاوه بر این، ۴۰ درصد از تولید چوب آلمان به عنوان ماده خام زیست توده استفاده می شود (Germany Leads Way on Renewables, 2020). مرکز تحقیقات فدرال آلمان در بخش جنگل داری و تولیدات جنگل ادعا کرد که

ذخایری وجود دارد که شاید به گسترش بخش جنگلداری در تولید زیست توده کمک کند. کشاورزی منبع اصلی روغن دانه کلزا است که برای تولید زیست دیزل و ایجاد بسترهایی برای تولید زیست گاز استفاده می شود (Renewable energy statistics, 2023).

زیست توده مورد استفاده برای تولید زیست گاز و زیست سوخت، بخشی از مهم ترین منابع انرژی تجدیدپذیر آلمان است. در سال ۲۰۱۰، سهم زیست توده از تولید برق تجدیدپذیر ۳۰ درصد و برای تمام انرژی تجدیدپذیر، ۷۰ درصد بود (Gerhardt, 2016).

۲-۵. انرژی خورشیدی فتوولتائیک

فناوری فتوولتائیک خورشیدی برق را از انرژی خورشید تولید می کند که می تواند در بخش شبکه برق یا خارج از آن مورد استفاده قرار گیرد. این فناوری در سال ۲۰۰۰ به تولید انبوه رسید و این امر هنگامی اتفاق افتاد که طرفداران محیط زیست و انجمن یوروسولار آلمان موفق به کسب حمایت دولت جهت تأمین برق ۱۰۰'۰۰۰ دستور کار سقف ز این روش شدند (Renewable energy statistics, 2023). در ماه ژوئیه ۲۰۱۲، در مجموع ظرفیت نامی فتوولتائیک خورشیدی به مقدار ۲۹/۷ گیگاوات وجود داشت. فناوری فتوولتائیک خورشیدی در سال ۲۰۱۱، ۱۸ تراوات ساعت برق تأمین کرد که برابر با ۳ درصد از کل تقاضای برق بود. با سرعت گرفتن چیدمان انرژی خورشیدی، در نیمه ابتدایی سال ۲۰۱۲ حدود ۵/۳ درصد از مجموع تقاضای برق توسط انرژی خورشیدی پوشش داده شد. در روز ۲۵ مه ۲۰۱۲، انرژی خورشیدی با ارسال ۲۲ گیگاوات به شبکه برق، رکورد جدیدی بر جا گذاشت. این جهش ناگهانی ۲۰ گیگاوات به خاطر افزایش ظرفیت و شرایط آب و هوایی عالی در سراسر کشور اتفاق افتاد و نیمی از تقاضای برق کشور در وسط روز را تأمین کرد. آلمان همچنین بزرگ ترین بازار در حال گسترش برای انرژی خورشیدی فتوولتائیک در سال ۲۰۱۲ بود، وفق اینکه ۷/۶ گیگاوات از سامانه هایی بود که به تازگی متصل شده بود. برخی از تحلیلگران بازار انتظار دارند که تا سال ۲۰۵۰ سهم برق خورشیدی به ۲۵ درصد افزایش پیدا کند. قیمت سامانه های فتوولتائیک در طی ۵ سال از سال ۲۰۰۶، بیش از ۵۰ درصد کاهش داشته است.

۲-۶. برق آبی

در پایان سال ۲۰۰۶، مجموع ظرفیت نامی برق آبی در آلمان، ۴/۷ گیگاوات بود. انرژی آبی ۳/۵ درصد از تقاضای برق را برآورده می‌کند. طبق آخرین برآوردها، در سال ۲۰۰۷ در آلمان، حدود ۹'۴۰۰ نفر در بخش انرژی آبی به کار مشغول بودند که در مجموع ۱/۲۳ میلیارد یورو گردش مالی را به دنبال داشت.

۲-۷. انرژی زمین‌گرمایی

پیش‌بینی شده است که انرژی زمین‌گرمایی در آلمان رشد کند و این بیشتر به خاطر قانونی است که تولید الکتریسیته زمین‌گرمایی را سودمند نموده و خرید تضمینی برق را ضمانت کرده است. اما بعد از اینکه قانون انرژی تجدیدپذیر مبنی بر طرح تعرفه ۰/۱۵ یورو (۰/۲۳ دلار آمریکا) در هر کیلووات ساعت (KWh) برای برق تولید شده از منابع زمین‌گرمایی در آن سال به اجرا گذاشته شد، رونق ساخت و ساز در این بخش خودنمایی کرد و نیروگاه‌های جدید شروع به ورود به مدار کرده‌اند.

۳. سیاست دولت

بخش انرژی تجدیدپذیر، هنگامی که حزب اتحاد ۹۰/سبزها بین سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ وارد دولت فدرال شد به منفعت رسید. بخش انرژی تجدیدپذیر در ابتدا توسط قانون منابع انرژی تجدیدپذیر مورد حمایت واقع شد که انرژی تجدیدپذیر را عمده‌تاً توسط خرید تضمینی برق تشویق کرد و همچنین این اواخر پاداش بازار که اپراتورهای شبکه باید برای ورود انرژی تجدیدپذیر در شبکه برق پرداخت نمایند، این پاداش‌ها در دولتی که در آن حزب سبز مشارکت نداشت کاهش پیدا کرد. افرادی که مبادرت به تولید انرژی تجدیدپذیر کنند می‌توانند برای یک دوره ۱۵ یا ۲۰ ساله آن را به قیمت‌های تعیین شده بفروشند. این امر موجی در تولید انرژی تجدیدپذیر ایجاد کرد. در سال ۲۰۱۲، شرکت زمینس برآورد کرد که مجموع ارزش انرژی تجدیدپذیر تا سال ۲۰۳۰ به دست کم ۱/۴ تریلیون یورو (۱/۸ تریلیون دلار) خواهد رسید. برای دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۴، دولت فدرال ۳/۵ میلیارد یورو برای تحقیقات علمی در کشور اختصاص داد. علاوه بر این، در سال ۲۰۰۱ قانونی به تصویب رسید که باید تمام نیروگاه‌های هسته‌ای تا ۳۲ سال بعد تعطیل شوند. در سال ۲۰۱۰ با روی کار آمدن دولت جدید، این مهلت تا سال ۲۰۴۰ افزایش یافت. بعد از حادثه اتمی فوکوشیما در سال ۲۰۱۱، این قانون لغو و پایان انرژی هسته‌ای، سال ۲۰۲۲ تعیین شد. سیاست انرژی آلمان در چارچوب اتحادیه اروپا تدوین شده است و در ماه مارس ۲۰۰۷، شورای اروپایی در بروکسل یک طرح انرژی الزام‌آور را تصویب کرد که مستلزم کاهش ۲۰ درصد از انتشار دی‌اکسید کربن تا قبل از سال ۲۰۲۰ و اینکه مصرف انرژی تجدید پذیر باید ۲۰ درصد از

مجموع مصرف اتحادیه اروپا را تا آن سال شامل شود (در قیاس با مقدار ۷ درصد در سال ۲۰۰۶). این طرح به طور غیر مستقیم نقش انرژی هسته‌ای، که به طور معمول به عنوان انرژی تجدیدپذیر در نظر گرفته نمی‌شود ولی دارای آلاینده‌گی صفر است، پذیرفته است و به هر کشور عضو اجازه داده است تا برای استفاده یا عدم استفاده از برق هسته‌ای تصمیم بگیرد.

همچنین مصالحه‌ای برای دستیابی به حداقل سهمیه ۱۰ درصدی مصرف زیست‌سوخت از کل مصرف بنزین و گازوئیل برای سال ۲۰۲۰ در بخش حمل و نقل حاصل شد.

برخی از ویژگی‌های وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان به شرح زیر است:

۱. نسبت بالای انرژی‌های تجدیدپذیر: تا سال ۲۰۲۳، حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد از نیاز انرژی آلمان از منابع تجدیدپذیر تأمین می‌شود. این شامل انرژی بادی، خورشیدی، بیوماس، و هیدروالکتریک می‌شود.
 ۲. انرژی بادی: آلمان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان انرژی بادی در جهان است. این کشور دارای تعدادی مزارع بادی دریایی و زمینی است که سهم قابل توجهی در تولید برق دارند.
 ۳. انرژی خورشیدی: این کشور از روزهای اولیه توسعه پنل‌های خورشیدی، به سرعت توسعه یافته است و در استفاده از انرژی خورشیدی نیز در دنیا به مقام بالایی دست یافته است.
 ۴. برنامه "انرژی سبز": این برنامه استراتژی ملی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور است. هدف این برنامه، ایجاد یک سیستم انرژی پایدار و قابل تجدید است.
 ۵. نقش سیاست‌گذاری و حمایت عمومی: دولت آلمان با ارائه تسهیلات مالی، یارانه‌ها و سیاست‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، به توسعه این بخش کمک می‌کند.
 ۶. چالش‌ها: با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، آلمان همچنین با چالش‌هایی نظیر مدیریت شبکه برق، نیاز به ذخیره‌سازی انرژی و تغییرات قیمت‌ها و تأمین مالی روبه‌رو است.
- به طور کلی، آلمان به عنوان یک الگو در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر شناخته می‌شود و تلاش می‌کند به سمت یک سیستم انرژی پایدار و بدون کربن حرکت کند.

۴. سازمان‌های تأثیرگذار بر مبحث انرژی در آلمان

نظام برنامه‌ریزی شهری در ایران دارای ساختاری متمرکز است که در آن تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی عمدتاً به صورت از بالا به پایین انجام شده و نهادهای دولتی و محلی استقلال و قدرت تصمیم‌گیری محدودی دارند. سیاست‌های کلی نظام معمولاً توسط برنامه‌ها و طرح‌های ملی مانند سند چشم‌انداز ۲۰ ساله و برنامه‌های پنج ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی کشور (که به متولی‌گری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی تهیه می‌شود) اعلام و ابلاغ می‌شود.

نهاد اصلی سیاست‌گذار در مقوله برنامه‌ریزی شهری، وزارت راه و شهرسازی است. شورای عالی شهرسازی و معماری که زیر نظر این وزارتخانه فعالیت میکند، به عنوان عالی‌ترین مقام مسئول در تصویب سیاست‌ها، آیین‌نامه‌ها و ابلاغ مصوبات کلی شهرسازی و معماری به دستگاه‌های ذیربط و تصویب نهایی و جزء آن است (bankdar, 2012). در حقیقت نظام برنامه‌ریزی در ایران به تدریجی است که وزارتخانه‌های متولی به انضمام شرکت‌ها و سازمان‌های تابعه در سطح ملی با عنوان‌های مختلفی چون سیاستگذاری، تهیه طرح‌های توسعه، تعیین بودجه و نظارت در امر نظام برنامه‌ریزی نقش ایفا میکنند و سازمان‌های وابسته آنها در مقیاس منطقه‌ای و محلی مسئولیت اجرای سیاستها و دستورات از رأس هرم برنامه‌ریزی به پایین‌ترین نقطه سیستم را بر عهده دارند. در حوزه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، طرح‌های کالبدی ملی و آمایش سرزمین از مهم‌ترین برنامه‌های فرادست توسعه شهری محسوب می‌شوند. در سطوح بعدی، طرح‌های منطقه‌ای جامع ناحیه‌ای و مجموعه شهری برای کلان‌شهرها توسط وزارت راه و شهرسازی و طرح‌های منطقه‌ای-استانی توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی تهیه می‌شود. همچنین طرح‌های جامع و طرح‌های تفصیلی که با مقیاس بزرگ‌تر برای شهرها تهیه شده و در آنها تخصیص کاربری زمین با جزییات بیشتر، شرایط دقیق شبکه ارتباطی و تراکم دقیق جمعیتی را در بخش‌های مختلف مشخص می‌شود از جمله مهم‌ترین طرح‌های با مقیاس شهری هستند (Rasoolimanesh, et al, 2013). در سطح محلی شورای اسلامی شهرها و شهرداری‌ها مسئولیت اصلی را در سیستم برنامه‌ریزی شهری ایران را بر عهده دارند که در حقیقت بیشتر بخش‌های اجرایی کار را بر دوش می‌کشند و البته سازمانهایی نیز هستند که در این میان دارای قدرت قانونی تأثیرگذاری در این بخش از برنامه‌ریزی هستند. در ایران، شهرداری‌ها وابسته به کمک‌های مالی شورای اسلامی شهر و وزارت کشور هستند و توسط آنها نظارت می‌شوند که این امر نشان‌دهنده آن است که فعالیت شهرداری‌ها به عنوان نهادهای محلی، در حوزه اجرایی طرح‌های جامع، تفصیلی و مدیریت شهری

محدوده شده و نمی‌توانند نقش خود را در تهیه و برنامه‌ریزی‌های آینده ایفا کند (Pahl-Weber, et al, 2013).

۵. وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

ایران با دارا بودن منابع غنی انرژی تجدیدپذیر، از جمله انرژی خورشیدی و بادی، در حال تلاش برای توسعه این منابع است. با این حال، چالش‌هایی همچون کمبود زیرساخت‌ها و وابستگی به منابع فسیلی، بر روند توسعه پایدار تاثیر گذاشته است. در این قسمت به بررسی پروژه‌ها و برنامه‌های دولت ایران در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته می‌شود. انرژی تجدیدپذیر در ایران بخشی از تأمین‌کننده انرژی در ایران است. ایران با دارا بودن چهارمین ذخایر بزرگ نفت و دومین تأمین‌کننده گاز طبیعی در جهان، یک غول جهانی هیدروکربنی است. با این وجود، علاقه زیادی به منابع انرژی تجدیدپذیر برای بهبود امنیت انرژی، کاهش وابستگی داخلی به هیدروکربن‌ها و برآوردن رشد پیش‌بینی‌شده در تقاضای برق نشان داده شده است.

سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران تا تیر ۱۴۰۳ معادل ۱۲۳۱ مگاوات شامل: ۷/۴۸٪ خورشیدی (۵۴۸ مگاوات)، ۳/۳۸٪ بادی (۴۱۶۰۳ مگاوات)، ۵/۱۰٪ برق آبی کوچک (۱۰۲۸۷ مگاوات) ۳/۱۰٪ زیست توده (۱۲۰۵ مگاوات)، و ۱٪ توربین انبساطی (۹۰۶ مگاوات) بوده است (Strauss, 2011).

ایران دارای سطح بسیار بالایی مصرف انرژی برای سرانه جمعیت است. تخمین زده می‌شود ۸۰ درصد بالاتر از میانگین خاورمیانه باشد. این افزایش به دلیل سطوح بالای یارانه‌های انرژی و سوخت برای مصرف‌کنندگان و مشاغل است که انگیزه ای برای استفاده کارآمد از انرژی ایجاد نمی‌کند.

گاز طبیعی و مشتقات نفتی مانند بنزین و نفت کوره نیروگاه‌های حرارتی سستی را تأمین می‌کنند که حدود ۹۸ درصد از کل نیاز انرژی ایران را برآورده می‌کند. دو درصد باقی مانده از ترکیبی از انرژی آبی، هسته‌ای، سوخت‌های زیستی و سایر منابع تجدید پذیر حاصل می‌شود. اتکای بیش از حد به منابع سوخت فسیلی به دلایلی یک مشکل است. اولاً، ثروت ایران از هیدروکربن‌ها، دولت را به سوبسید شدید برای سوخت‌ها برای مصرف انرژی فردی سوق داده است. قیمت بنزین با حدود ۳۲ سنت در لیتر، (Barati, 2013: 3-21) نزدیک به یک بطری آب معدنی در ایران است و شهروندان با تنها ۴/۵ سنت به ازای هر کیلووات برق، بسیار کمتر از میانگین جهانی می‌پردازند (Barkpour, 2011: 14-6). علاوه بر این، ایران سالانه ۳۰ میلیارد دلار برای سوخت زیرساخت‌های نیروگاه حرارتی خود هزینه می‌کند. هر

ساله درصد قابل توجهی از این ۳۰ میلیارد دلار را به دلیل زیرساخت‌های قدیمی و ناکارآمد انتقال و توزیع از دست می‌دهد. تقاضا برای برق حدود ۶/۵ درصد در سال رشد می‌کند (Bankdar, 2012) ایران با انتقال به ترکیب انرژی متنوع‌تر دو مزیت عمده را تجربه خواهد کرد. اول، کاهش تقاضای داخلی برای سوخت‌های فسیلی باعث افزایش رقابت در بازارهای جهانی انرژی خواهد شد. به عبارت دیگر، کاهش تقاضای داخلی به ایران این امکان را می‌دهد که بیشتر از ذخایر عظیم نفت و گاز طبیعی خود را به کشورهای مشتری خارج از کشور صادر کند. دوم، کاهش مصرف سوخت داخلی به دولت این امکان را می‌دهد که یارانه‌های پرهزینه خود را کاهش دهد و همزمان تقاضای برق رو به رشد را از طریق R.E پایدارتر و مقرون به صرفه تر تأمین کند.

تحقق این اهداف برای دولت ایران محتمل است زیرا از توپوگرافی سودمندی برای انرژی‌های تجدیدپذیر برخوردار است. در سال ۲۰۱۰، دولت ایران برنامه‌هایی برای ایجاد ۲۰۰۰ مگاوات ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ اعلام کرد. ایران تا سال ۲۰۱۰ دارای ۸۵۰۰ مگاوات ظرفیت برق آبی و ۱۳۰ مگاوات ظرفیت انرژی بادی بود. در سال ۲۰۱۰، شرکت‌های خصوصی قراردادهایی برای ساخت بیش از ۶۰۰ مگاوات سیستم‌های زیست توده و ۵۰۰ مگاوات پروژه‌های جدید انرژی بادی امضا کرده بودند (Bankdar, 2012: 741-761).

ایران همچنین در تلاش کرد تا انرژی‌های تجدیدپذیر را از نظر تجاری قابل دوام کند و وزارت نیرو موظف است انرژی‌های تجدیدپذیر تولید خصوصی را به قیمت بازار جهانی خریداری کند. در سال ۲۰۱۲، ایران ۵۰۰ میلیون یورو از صندوق توسعه ملی برای پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاص داد. همچنین سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر ایران (SUNA) با حمایت دولتی از صنعت خورشیدی حمایت می‌کند که وابسته به وزارت نیرو است.

تابستان ۲۰۱۶ مصرف برق ایران به اوج ظرفیت تولید خود (کمی بیش از ۵۱ گیگاوات) رسید. بخش برق ایران در سال‌های آینده با کمبود مواجه خواهد شد زیرا انتظار می‌رود تقاضای برق ایران ۶ درصد در سال رشد کند، اما رشد ظرفیت تولید آن تنها به یک سوم این میزان محدود می‌شود.

۵-۱. پروژه‌های در دست اجرای ایران

دولت ایران در برنامه پنجم توسعه (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴) برنامه‌های خود را برای نصب ۵۰۰۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر با ارائه مشوق‌هایی مانند حداقل نرخ تعرفه به بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در این بخش اعلام کرد. این هدف در کشوری که بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در مراحل ابتدایی خود است،

برای دستیابی به آن بسیار بلندپروازانه بود. تحریم‌های بین‌المللی نیز یکی از عوامل مؤثر در دستیابی ایران به این هدف بود. دولت ایران اکنون هدف جدیدی را در برنامه ششم توسعه خود (۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰) در نظر گرفته‌است که در سال ۲۰۱۶ به تصویب مجلس رسید که در این دوره شاهد اقساط ظرفیت تجدیدپذیر ۵۰۰۰ مگاواتی و همچنین برنامه‌ریزی برای ۲۵۰۰ مگاوات اضافی خواهد بود.

جغرافیا و اقلیم ایران برای انواع مختلف فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار مناسب است. استان‌های جنوبی ایران مکانی ایده‌آل برای پروژه‌های خورشیدی هستند، زیرا بر روی کمربند خورشیدی جهان قرار دارند و از تابش خورشیدی بالا (تابش اسمی مستقیم تا ۵/۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز) و میانگین ۳۰۰ روز آفتابی در سال برخوردار هستند. علاوه بر این، این کشور همچنین پتانسیل تولید ۱/۴ گیگاوات نیروی بادی را دارد زیرا در یک منطقه کم فشار که توسط مناطق پر فشار احاطه شده‌است و در کریدور اصلی هوای بادهای تابستان و زمستان قرار دارد. شرکت تولید، انتقال، توزیع و مدیریت نیروی برق ایران ("توانیر") تخمین می‌زند که ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر ایران می‌تواند ۱۰ درصد انرژی مورد نیاز کشور را ظرف ۵ سال تأمین کند.

مزرعه بادی ۴۸ مگاواتی در جنوب غربی ایران، و نیروگاه خورشیدی ۱۲۵۰ مگاواتی که قرار است در نقاط مختلف ایران (شامل ۵۰۰ مگاوات در نزدیکی تهران) ساخته شود.

پارک خورشیدی استان خوزستان توسط کنسرسیومی متشکل از شرکت‌های ایرانی، هندی و کره جنوبی و نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی در جزیره قشم توسط یک شرکت ایتالیایی ساخته می‌شود. همچنین یک شرکت دانمارکی از ساخت تأسیسات توربین‌های بادی در ایران خبر داده و یک شرکت اسپانیایی قراردادی ۱۸ ماهه برای تأمین خدمات فنی با سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر ایران (SUNA) منعقد کرده‌است.

۶. چارچوب نظارتی تجدیدپذیر در ایران

توسعه دهندگان زیرساخت و تأمین کنندگان تجهیزات به عنوان مثال، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر ایران (SUNA) سیاست تعرفه خوراک جدید خود را بر اساس معادل آلمانی الگوبرداری کرد و خرید برق توسط دولت را به مدت ۲۰ سال تضمین کرد و کاهش ۱۵ درصدی مالیات را برای شرکت‌هایی که از اجزای داخلی استفاده کنید اجرا کرده است.

وزارت انرژی که در سال ۱۹۷۵ تأسیس شد، نهاد اصلی مسئول تنظیم و اجرای سیاست‌های خدمات برق، انرژی‌های تجدیدپذیر، آب و فاضلاب در ایران است. وزارت انرژی توانیر را برای مدیریت و

نظارت بر فعالیت‌های دولت در راه اندازی و توسعه صنعت برق تأسیس کرد که شامل شرکت‌های مختلف برق منطقه ای و همچنین SUNA می‌شود SUNA. که در سال ۱۹۹۶ تأسیس شد، در اصل تنها مسئول ارزیابی پتانسیل بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران و تلاش برای جذب سرمایه گذاران بخش خصوصی با تضمین خرید هر گونه انرژی تجدیدپذیر تولید شده بود.

اما امروزه مسئولیت‌های SUNA افزایش یافته‌است و شامل عمل به عنوان مرجع نظارتی برای توسعه سیاست‌ها، صدور مجوز برای پروژه‌های تجدیدپذیر و انعقاد قراردادهای خرید برق («PPA») با توسعه‌دهندگان می‌شود. دولت در سال‌های اخیر سیاست‌ها و مکانیسم‌های قانونی را برای حمایت از بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تشویق توسعه دهندگان خصوصی به سرمایه‌گذاری معرفی کرده‌است.

۷. پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

در اوایل سال ۲۰۱۴، شرکت‌های آلمانی، کره جنوبی، دانمارکی و هندی شروع به بررسی دقیق انرژی‌های تجدیدپذیر کشور کردند.

۷-۱. برق آبی

انرژی برق آبی به عنوان یک جایگزین تجدیدپذیر در ایران در دهه ۱۹۵۰ ظهور کرد. ایران، برخلاف اکثر کشورهای خاورمیانه، خانه شبکه وسیعی از رودخانه‌ها است که به کشور اجازه داد تا زیرساخت‌های برق آبی خود را تا اوایل دهه ۲۰۰۰ به سرعت گسترش دهد. با این حال، خشکسالی‌های گسترده اخیر، ظرفیت برق آبی ایران را تا حد زیادی کاهش داده‌است. زمانی که ۱۴ درصد از بار پایه انرژی ایران را تأمین می‌کرد، منابع برق آبی به کمتر از ۵ درصد کاهش یافته است، زیرا سطح رودخانه‌ها همچنان پایین می‌آید. در نتیجه، معاون شرکت توانیر اخیراً اعلام کرد که تقریباً تمام ۵۰ نیروگاه برق آبی ایران یا تولید را متوقف کرده‌اند یا ظرفیت خود را کاهش داده‌اند. ایران پتانسیل تولید انرژی حاصل از منابع برق آبی بین ۲۳۰۰۰ تا ۴۲۰۰۰ مگاوات را دارد (Raefian, 2011).

۷-۲. بادی

در حال حاضر با ۶۵۰۰ مگاوات (Rign, 2009) ظرفیت نصب شده بالقوه، پتانسیل انرژی بادی ایران می‌تواند با پتانسیل بادی کشورهای بزرگ در حال توسعه بادی مانند فرانسه و بریتانیا رقابت کند. جای تعجب نیست که دولت ایران برق بادی را نسبت به دیگر کشورها در اولویت قرار داده است. منابع با توجه به توپوگرافی کشور و قابلیت‌های موجود ساخت و تولید.

شمال غرب و شمال شرق ایران به دلیل موقعیت استراتژیک خود در امتداد چندین کریدور اصلی باد، از جمله جریان‌های اقیانوس اطلس، مدیترانه و اقیانوس هند، بادهای شدیدی را در طول سال تجربه می‌کنند. ایران موقعیت خوبی برای افزایش سریع بخش انرژی بادی خود دارد. این کشور در حال حاضر دارای ۱۵ مزرعه بادی است، (Sharifian and Mofidi, 2014:108-99) و اکثریت قریب به اتفاق اجزای مورد استفاده برای توسعه این مزارع به صورت محلی تولید شده‌است (Shahabian, 2013: 95-27). مطابق برآورد وزارت نیرو، ایران دارای پتانسیل فراوان تولید برق از منابع تجدیدپذیر است که ۴۹ هزار مگاوات مقدار مربوط به انرژی بادی است (Abbasi, 2012:90).

۳-۷. خورشیدی

بر پایه آمار وزارت نیرو، پتانسیل ایران برای تولید برق برای انرژی خورشیدی در صورت فراهم شدن امکانات دست‌کم ۷۰ هزار مگاوات خواهد بود (Dehkordi and Jafari, 2008). برنامه ششم توسعه ایران همچنین نصب ۵۰۰ مگاوات ظرفیت جدید خورشیدی را تا سال ۲۰۱۸ پیش‌بینی کرده‌است (Mirmoqtaii, 2013). آب و هوای ایران متنوع است و بسیاری از مناطق آن خشک هستند. از آنجایی که مناطق جنوبی، شمال غربی و جنوب شرقی حدود ۳۰۰ روز در سال خورشید دریافت می‌کنند، به‌طور منحصر به فردی برای انرژی خورشیدی مناسب هستند. طبق گزارش‌ها، مجموعه‌ای از قراردادها با یک شرکت آلمانی ناشناس برای افزودن حدود ۵۵۰ مگاوات انرژی خورشیدی به شبکه برق در اوت ۲۰۱۴ امضا شد و در حال حاضر در حال توسعه است.

در حالی که سیاست‌های ایران برای انرژی بادی در کوتاه‌مدت تهاجمی‌تر است، برنامه‌هایی برای ظرفیت خورشیدی در بلندمدت بلندپروازانه است. برای مثال، توسعه‌دهنده انرژی ایرانی Sunir و یک شرکت اسپانیایی به نام Bester اخیراً برنامه‌هایی را برای گسترش چشمگیر پتانسیل خورشیدی ایران تا سال ۲۰۲۰ فاش کردند. مشارکت شدید شرکای خارجی در پروژه‌های خورشیدی عملی و همچنین اقتصادی است. عدم دسترسی به فناوری‌های کلیدی خورشیدی مانند اینورترها برای کنترل ولتاژ و نیمه هادی‌های مناسب پیشرفته، چالش‌های لجستیکی را برای شرکت‌های داخلی ایرانی ایجاد کرده‌است. با لغو تحریم‌ها، شرکت‌های ایرانی دسترسی بیشتری به طیف وسیع‌تری از فناوری‌های خورشیدی پیچیده‌تر و تأمین مالی برای خرید و توسعه آن‌ها دارند. مزایای فوری نصب سریع آنها خواهد بود و در دراز مدت، این

کشور احتمالاً از به دست آوردن توانایی تولید مقدار قابل توجهی از زیرساخت‌های خورشیدی خود در داخل کشور سود خواهد برد.

۴-۷. زمین گرمایی

کارشناس انرژی زمین گرمایی مرتضی قمشه ای با بیان این که میناب، لار، کازرون، بیابانک و محلات از دیگر نقاط دارای پتانسیل انرژی زمین گرمایی در کشور هستند، اضافه کرد: قرار گرفتن ایران در کمربند زمین لرزه، این امکان را در اختیار ما قرار داده است. قمشه ای با اشاره به این که هم اکنون ۲۰ کشور جهان نیروگاه های نصب شده زمین گرمایی دارند، ظرفیت تولید برق این نیروگاه ها را ۱۰ هزار مگاوات عنوان کرد و خاطر نشان کرد: این ظرفیت به صورت انرژی الکتریکی استحصال می شود (Gasoline, 2022).

۵-۷. چالش‌های موجود

انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران برای دستیابی به پتانسیل با چالش‌های مهمی مواجه است.

۱-۵-۷. تأمین مالی

تأمین مالی پروژه‌های تجدیدپذیر در ایران یک چالش مهم است. در داخل کشور، بانک‌های داخلی ایرانی آمادگی ارائه فینانس پروژه را ندارند و فقط وام‌هایی با نرخ بهره بسیار بالا (حدود ۲۰ درصد) ارائه می‌کنند. علاوه بر این، با توجه به کاهش قیمت جهانی نفت، دولت ایران تنها آمادگی تأمین مالی فوری‌ترین پروژه‌ها را از طریق صندوق توسعه ملی دارد. در سطح بین‌المللی، بخش مالی جهانی به دلیل تحریم‌های آمریکا که همچنان پابرجاست، هنوز برای تأمین مالی پروژه‌ها در ایران مردد است. با این حال، پتانسیل بانک‌های بین‌المللی کوچکتر و آژانس‌های اعتبار صادراتی برای تأمین مالی پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران وجود دارد.

۲-۵-۷. قابلیت‌های محلی

توسعه دهندگان محلی در مقایسه با سایر حوزه‌ها که در آن انرژی‌های تجدیدپذیر توسعه یافته تر است، فاقد تجربه و دانش هستند. علاوه بر این، در کشوری که بیشتر انرژی توسط سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود، کمبود دانش در مورد مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه در مناطق روستایی وجود دارد.

۷-۵-۳. چارچوب نظارتی

مقررات فعلی موجود هنوز به طور کامل آزمایش نشده است. هنوز پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر کافی در ایران وجود نداشته‌است تا درک کاملی از نحوه اعمال مقررات به دست آورده شود. همچنین خطر مواجهه با تاخیرهای اداری و تشریفات اداری وجود دارد که ایران را در رتبه ۱۱۸ (از بین ۱۸۹ کشور) در گزارش بانک جهانی «سهولت انجام تجارت» در سال ۲۰۱۶ قرار داده است.

۷-۵-۴. تملک زمین

برای پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، مکان یک ملاحظه کلیدی است. با این حال، تملک زمین‌های دولتی یا خصوصی در ایران می‌تواند برای توسعه دهندگان کاری زمان بر و پرهزینه باشد. به طور کلی، استاندارد بازار این است که زمین توسط دولت ارائه شود.

۸. مقایسه وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان و ایران

مقایسه وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان و ایران می‌تواند به درک بهتر چالش‌ها و فرصت‌های هر دو کشور کمک کند. در ادامه، ابعادی نظیر سیاست‌های دولتی، سرمایه‌گذاری‌ها، فناوری‌ها، و عملکرد بازار انرژی هر دو کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین، چالش‌ها و فرصت‌های مشترک و متفاوت در هر دو کشور مطرح می‌شود.

نقاط قوت و ضعف هر کشور در این زمینه را بررسی خواهیم کرد:

۸-۱. آلمان:

- میزان تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر
- آلمان یکی از پیشگامان جهانی در تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر است و حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد از نیاز برق کشور خود را از این منابع تأمین می‌کند.
- تنوع منابع
- این کشور از منابع مختلفی همچون انرژی بادی، خورشیدی، بیوماس و هیدروالکتریک استفاده می‌کند. به ویژه انرژی بادی، هم زمینی و هم دریایی، نقش عمده‌ای در تأمین انرژی دارد.
- سیاست‌های حمایت‌گرا

برنامه "انرژی سبز" یک استراتژی جامع برای کاهش گازهای گلخانه‌ای و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر است. دولت آلمان با ارائه یارانه‌ها و تسهیلات مالی برای توسعه این بخش، زمینه را تسهیل کرده است.

• زیرساخت‌های قوی

آلمان دارای زیرساخت‌های بالایی برای مدیریت شبکه برق و ذخیره‌سازی انرژی است که به استحکام سیستم انرژی این کشور کمک می‌کند.

ایران

• پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر

ایران دارای پتانسیل بالایی برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، به ویژه انرژی خورشیدی و بادی، است. اما سهم فعلی این منابع در تولید انرژی کشور کمتر از ۱۰ درصد است.

۱. محدودیت در تنوع منابع

با وجود پتانسیل‌ها، هنوز تنوع منابع تجدیدپذیر نسبت به آلمان محدود است و توسعه به طور عمده بر روی انرژی خورشیدی متمرکز شده است.

۲. چالش‌های سیاسی و اقتصادی

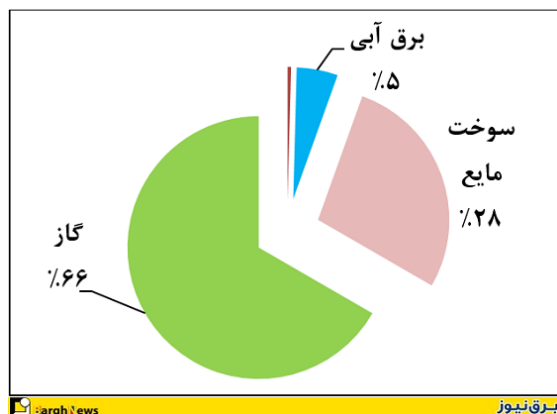
موانع سیاسی، اقتصادی و تحریم‌ها تأثیر منفی بر سرمایه‌گذاری و توسعه زیرساخت‌ها در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر داشته است.

۳. برنامه‌های دولتی

دولت ایران برنامه‌هایی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دارد، اما این برنامه‌ها تا کنون در مقایسه با آلمان کمتر موفق بوده‌اند و نیاز به اجرای گسترده‌تری دارد.

براساس آمارهای ترازنامه هیدروکربوی وزرات نفت، سوخت‌های فسیلی در سال ۹۲، ۹۵٪ از سبد سوخت کشور در تولید برق را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که ایران به لحاظ در اختیار داشتن منابع تجدیدپذیری مثل باد و خورشید، در جایگاه بسیار خوبی قرار دارد و به گفته کارشناسان، افزون بر ۴۰ هزار مگاوات ظرفیت فنی در زمینه انرژی بادی شناسایی شده است و امکان نصب بیش از ۶۰ هزار مگاوات نیروگاه خورشیدی نیز در کشور وجود دارد (Strauss and Corbin, 2011). بر اساس

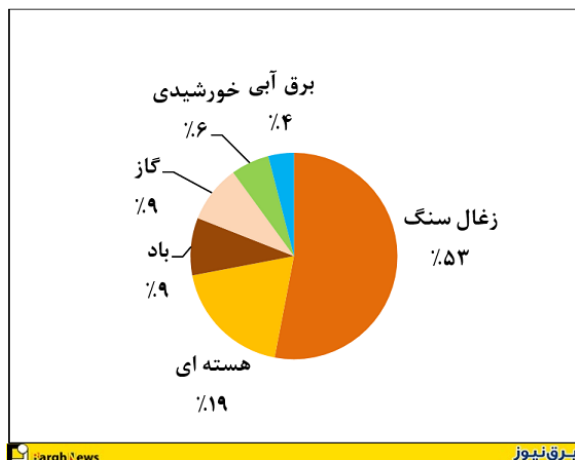
گزارش آژانس اطلاعات انرژی آمریکا (IEA)، سبد مصرف سوخت در تولید برق ایران در سال ۱۳۹۲ در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱). سبد مصرف سوخت در تولید برق ایران در سال ۱۳۹۲

با وجود ظرفیت بالای نصب نیروگاه‌های بادی در کشور، بنابر گزارش سازمان جهانی انرژی بادی در سال ۲۰۱۳، ایران به لحاظ ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های بادی، در رتبه ۵۱ دنیا قرار دارد. درحالیکه ظرفیت بالقوه تولید برق کشور با استفاده از منابع تجدیدپذیر بیش از ۱۰۰ هزار مگاوات -یعنی ۲ برابر میزان کنونی تولید برق کشور- است، همچنان صرفاً کمتر از ۱ درصد از کل برق کشور با استفاده از منابع تجدیدپذیر تولید می‌شود و قسمت عمده انرژی برق کشور از سوزاندن سوخت فسیلی به دست می‌آید (Strauss and Corbin, 2011). از طرف دیگر، اتکای کشور به یک منبع انرژی برای تولید برق امنیت انرژی در این حوزه را با خطر روبرو می‌کند. چراکه اگر به هر دلیلی تامین آن منبع انرژی در کشور دچار مشکل شود، خسارت‌های سنگین اقتصادی و امنیتی به کشور وارد می‌کند.

حال مناسب است نگاهی به سبد مصرف سوخت در تولید برق کشور آلمان به عنوان یکی از کشورهای پیشرو در زمینه تولید انرژی تجدیدپذیر (نمودار ۲) بیاندازیم. بر اساس گزارش آژانس اطلاعات انرژی آمریکا (IEA)، سبد مصرف سوخت در تولید برق آلمان در سال ۱۳۹۲ در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲). سبد مصرف سوخت در تولید برق آلمان در سال ۱۳۹۲

کشور آلمان تنها ۹٪ از انرژی برق کشورش را از سوخت فسیلی گاز تامین می‌کند و دارای سبد متنوعی از منابع تولید برق است. به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۲ میزان تولید برق بادی در کشور آلمان معادل کل برق تولیدی کشور ایران بوده است. در مورد انرژی خورشیدی نیز میزان تابش خورشید در این کشور اروپایی به طور متوسط نصف میزان تابش در ایران است؛ با وجود این، ظرفیت تولید ۳۳ هزار مگاوات برق خورشیدی در این کشور احداث شده است.

وجود ظرفیت بالای تولید برق تجدیدپذیر در کشور و ارزش بالای سوخت‌های فسیلی مورد استفاده برای تولید برق در کشور، ضرورت حرکت پرشتاب بخش غیردولتی برای تولید برق تجدیدپذیر را دوچندان کرده است. ایجاد این حرکت پرشتاب توسط بخش غیردولتی نیازمند حمایت‌های هوشمندانه وزارت‌خانه‌های نیرو و نفت از این تولیدکنندگان است.

آلمان به دلیل سیاست‌های حمایتی، زیرساخت‌های قوی و پیشرفت‌های فناوری توانسته است به یکی از رقبای اصلی جهان در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر تبدیل شود. در مقابل، ایران با وجود پتانسیل‌های قابل توجه، هنوز در مراحل اولیه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر قرار دارد و نیاز به سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی بهتر در این زمینه دارد. هر دو کشور می‌توانند از تجربیات یکدیگر بهره ببرند؛ آلمان در جهت گسترش و بهبود تکنولوژی‌ها و ایران در زمینه برداشت از پتانسیل‌های خود.

۸-۲. بررسی تطبیقی کارایی انرژی در ساختار حکمرانی ایران و آلمان

مطالعه تطبیقی شاخص‌های مصرف و سیاست‌های انرژی در ایران و آلمان نشان‌دهنده تفاوت‌های معناداری در زمینه‌های فنی، اقتصادی، فرهنگی و مدیریتی است. ایران با داشتن اقلیم‌های متنوع، فرهنگ‌های متفاوت مصرف، اقتصاد مبتنی بر صادرات انرژی فسیلی، قیمت پایین انرژی و مشارکت محدود مردم در سیاست‌گذاری، با چالش‌های فراوانی در مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر مواجه است. در مقابل، آلمان با ساختار همگن جغرافیایی، فرهنگ مصرف بهینه، اقتصاد صنعتی، و ساختار غیرمتمرکز مدیریتی، توانسته است با مشارکت مردمی و دسترسی گسترده به فناوری، به موفقیت‌های چشمگیری در این حوزه دست یابد (Bialk & Kurt, 2013; Buchan, 2012; Schonberger, 2013). در آلمان، ساختار حکومتی فدرال شامل سه سطح فدرال، ایالتی و محلی است که هر یک در حوزه سیاست‌گذاری انرژی نقش ایفا می‌کنند. در سطح فدرال، برنامه‌ریزی ملی با تأکید بر اصول پایداری، تداوم اقتصادی و حفاظت محیط‌زیست انجام می‌پذیرد. در سطح ایالت و شهرداری‌ها، طرح‌های کاربری زمین و طرح‌های تفصیلی با توجه به شرایط بومی تنظیم می‌شوند. پروژه تغییر منابع انرژی مهم‌ترین گام سیاست‌گذاری آلمان در این زمینه است که شامل کاهش گازهای گلخانه‌ای، افزایش بهره‌وری، بهینه‌سازی مصرف در بخش ساختمان و حمل و نقل و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (Morris & Pehnt, 2015). نقش شهرداری‌ها در این میان بسیار پررنگ است. آنان می‌توانند دستورالعمل‌های محلی تدوین کرده، طرح‌های اقلیمی و انرژی تهیه و اجرا نمایند و از پروژه‌های نوآورانه حمایت کنند. شهرداری‌هایی چون مونخ با برنامه‌ریزی در سه سطح شهر، محله و ساختمان، نقش الگویی برای سایر مناطق ایفا کرده‌اند. برنامه‌ریزی فضایی آلمان نیز با ترکیبی از اسناد رسمی و غیررسمی مانند طرح کاربری زمین، طرح تفصیلی، و برنامه اقدام اقلیمی، سازوکاری منعطف و هماهنگ در حوزه انرژی ارائه داده است (Bialk & Kurth, 2013).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تطبیقی نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه پایدار، به تحلیل ساختار سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی در دو کشور ایران و آلمان پرداخت. یافته‌ها نشان داد که آلمان به‌عنوان یکی از کشورهای پیشرو در حوزه انرژی‌های پاک، توانسته است با بهره‌گیری از مجموعه‌ای از عوامل ساختاری، نهادی و فرهنگی، مسیر گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر را با موفقیت طی کند. وجود

برنامه جامع و بلندمدت انرژی، ساختار حکمرانی فدرال و غیرمتمرکز، مشارکت فعال نهادهای محلی و مردم در فرآیند برنامه‌ریزی و اجرا، دسترسی گسترده به فناوری‌های نوین و توسعه زیرساخت‌های مرتبط، و همچنین فرهنگ عمومی صرفه‌جویی و مصرف بهینه انرژی، از جمله مؤلفه‌هایی هستند که در موفقیت این کشور نقش کلیدی ایفا کرده‌اند. در مقابل، ایران با وجود برخورداری از ظرفیت‌های اقلیمی مناسب و منابع گسترده انرژی خورشیدی و بادی، نتوانسته است به‌طور مؤثر از این پتانسیل‌ها بهره‌برداری کند. تمرکزگرایی در ساختار مدیریت انرژی، نبود هماهنگی نهادی، ضعف در دسترسی به فناوری‌های نوین، وابستگی شدید به یارانه‌های انرژی و مشارکت محدود مردم در فرآیندهای تصمیم‌گیری، از جمله چالش‌هایی هستند که مانع تحقق اهداف توسعه پایدار در کشور شده‌اند. این وضعیت نشان‌دهنده نیاز فوری به بازنگری در سیاست‌های موجود و حرکت به‌سوی اصلاحات ساختاری و نهادینه‌سازی رویکردهای مشارکتی و پایدار است. بر اساس تحلیل‌های صورت‌گرفته، دستیابی به توسعه پایدار انرژی در ایران مستلزم تدوین یک برنامه ملی جامع انرژی با رویکرد توسعه پایدار است؛ برنامه‌ای که به‌صورت بین‌بخشی و با مشارکت نهادهای علمی، بخش خصوصی و جامعه مدنی طراحی شود و بتواند به‌طور هماهنگ، اهداف بلندمدت کشور را در حوزه انرژی دنبال کند. در این راستا، تقویت نقش شهرداری‌ها و نهادهای محلی در تصمیم‌سازی و اجرای طرح‌های انرژی‌محور، همراه با اعطای اختیارات قانونی، منابع مالی مستقل و مشوق‌های سرمایه‌گذاری محلی، می‌تواند به افزایش اثربخشی و کارآمدی سیاست‌های انرژی کمک کند. اصلاح تدریجی نظام یارانه‌ای انرژی و واقعی‌سازی قیمت‌ها، در کنار توسعه سیاست‌های حمایتی برای اقشار آسیب‌پذیر، از الزامات این تحول است که باید با دقت و حساسیت اجتماعی دنبال شود. همچنین، افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، تجهیزات داخلی و انتقال فناوری‌های پاک، با بهره‌گیری از ظرفیت صندوق توسعه ملی و جذب سرمایه‌گذاران خارجی در دوران پساتحریم، می‌تواند نقش مهمی در ارتقای بهره‌وری و تنوع‌بخشی به منابع انرژی ایفا کند. توسعه آموزش عمومی، فرهنگ‌سازی و ارتقای آگاهی درباره مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه در مناطق روستایی و اقلیم‌های مستعد تولید انرژی، نیز باید در اولویت قرار گیرد تا زمینه مشارکت مردمی و پذیرش اجتماعی فراهم شود. در این مسیر، تشکیل یک نهاد ملی هماهنگ‌کننده انرژی‌های تجدیدپذیر برای مدیریت سیاست‌گذاری، صدور مجوز، تسهیل سرمایه‌گذاری و هماهنگی بین‌دستگاهی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. چنین نهادی می‌تواند با ایجاد انسجام در تصمیم‌گیری‌ها، از پراکندگی وظایف نهادی جلوگیری کرده و مسیر اجرای مؤثر سیاست‌ها را هموار سازد. همچنین، الگوبرداری از تجربه کشورهای

موفق مانند آلمان در طراحی نظام اسناد راهبردی انرژی، برنامه‌ریزی شهری و حکمرانی محلی، می‌تواند به اصلاح ساختارهای موجود و تسریع حرکت به‌سوی توسعه پایدار در ایران کمک کند. در مجموع، پژوهش حاضر با تمرکز بر ساختار برنامه‌ریزی انرژی، زمینه‌ای را برای مطالعات بیشتر در حوزه‌های شهرسازی، سیاست‌گذاری انرژی و حکمرانی محلی فراهم می‌سازد. امید است با بهره‌گیری از تجارب موفق بین‌المللی، اصلاح ساختارهای نهادی، ارتقای مشارکت عمومی و تقویت ظرفیت‌های داخلی، مسیر توسعه پایدار در ایران نیز هموارتر گردد و کشور بتواند جایگاهی شایسته در عرصه جهانی انرژی‌های پاک کسب کند.

References

- "Iran's Renewable Energy Potential. Middle East Institute Retrieved 2022-05-26.
- Abbasi, H. et al. (2012). The effect of city form on household fuel consumption in the transportation sector. The role of the world - theoretical studies and new technologies of architecture and urban planning(91-30:3)[In Persian].
- Adibfar, Akbar, "Wind Energy in Iran: Feed in Tariffs, Wind Energy Potential," Berlin, Germany, 2015. 10 (2014-10-20).
- Bankdar, A., Gharai, F and Barakpour, N. (2012). A Comparative Study of the Position of Urban Design Documents in the Planning Systems of Iran and England ..Letter of Architecture and Urbanism(741-761:8) [In Persian].
- Barakpour, N, and Masnanzadeh, F. (2011). A Comparative Study of Energy Consumption Optimization Policies in the Field of Land Use Planning in Iran and England. Urban Studies Quarterly(14-6:1) [In Persian].
- Barati, Naser and Sardareh, Ali Akbar. 2013. The Effect of Urban Form Indicators on the Use of Private Cars and Energy Consumption in Areas of Tehran. Bagh-e-Nazar Quarterly (3-21:1) [In Persian].
- Gasoline prices around the world, 23-May-(2022)". GlobalPetrolPrices.com Retrieved 2022-05-26.
- Gerhardt, Ch.(2016). "Germany's Renewable Energy Shift: Addressing Climate Change". Capitalism, Nature, Socialism. 28 (2): 103–119. doi:10.1080/10455752.2016.1229803.
- Germany Leads Way on Renewables, Sets 45% Target by 2030". Archived from the original on 2 January 2020. Retrieved 2 November 2007.
- Germany: The World's First Major Renewable Energy Economy". Archived from the original on 29 March 2015. Retrieved 15 April 2009.
- International, Sputnik (2016-01-19). "Iran Set to Start Construction of Two Nuclear Power Plants". Sputnik International Retrieved 2022-05-26.
- Invest in Iran's renewable energy? Not so crazy. Christian Science Monitor. 2012-09-
- Iran's Renewable Energy Potential. Middle East Institute Retrieved 2022-05-26.
- Liaghati, Houman, "The Potentials of Wind Energy Investment in Iran," Tehran, Iran, 2015.

- M. Dehkordi, A and H, Jafari, H.(2008). The necessity of developing a comprehensive energy plan for the country with an approach to modifying the consumption pattern in a 20-year perspective. Quarterly Journal of Energy Economics Studies(97-301:91.5) [In Persian].
- Mirmoqtai, M. (2013). The necessity of developing an urban design guide with the aim of optimizing energy consumption, International Conference on Sustainable Development of Civil Engineering, Architecture and Urban Design. Tabriz. [In Persian].
- Rafiiian, M., F, Jalali, A and Dadashpour, H. (2011). Investigation and feasibility of the effect of form and density of residential blocks on city energy consumption, case study of the new city of Hashtgerd. Arman Shahr(611-701:6) [In Persian].
- Renewable energy statistics. Eurostat. (2023). Retrieved 2024-10-06.
- Rigin, Ch. (2009). Comparative method - a framework of quantitative and qualitative strategies. T: Mohammad Fazeli. Tehran: Ageh Publications. [In Persian].
- Shahabian, P., Zarrin, B and Azimi, Sh. (2013). Studying the relationship between land use, transportation and energy consumption - a case study of twenty-two districts of Tehran Municipality. Quarterly Journal of Page(95-27:36,32) [In Persian].
- Share of electricity production from renewables: Germany. Our World in Data. 2024-06-20. Retrieved 2024-10-06.
- Share of renewables in Iran energy mix rising. IRNA English Retrieved 2022-05-26
- Sharifian B. Shafaq, and Mofidi Sh. S. M.(2014). Criteria for the urban ecosystem from the perspective of theorists. Bagh Nazar(108-99:13:11) [In Persian].
- Strauss, A, and Corbin, J. (2011). Fundamentals of Qualitative Research - Techniques and Stages of Grounded Theory Generation. T: Ebrahim Afshar. Tehran: Ney Publishing [In Persian].
- Where leading countries stand in the transition to renewable heating, road transport and electricity. Bertelsmann Stiftung. 2024-10-01. Retrieved 2024-10-06.
- Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Erneuerbare Energien . February 2018. Retrieved 9 August 2018