

## The Role of Renewable Energy in the Sustainable Development of Countries: A Case Study of Germany

**Mohammadreza Mohammadian**, PhD student, Department of Political Science and International Relations, Shahrud Branch, Islamic Azad University, Shahrud, Iran. [dr.mohammadian171@gmail.com](mailto:dr.mohammadian171@gmail.com)

**Amirhoshang Mirkooshesh**, corresponding author, Assistant Professor, Department of Political Science and International Relations, Shahrud Branch, Islamic Azad University, Shahrud, Iran. [amkooshesh@gmail.com](mailto:amkooshesh@gmail.com)

**Ali Mohammadzadeh**, Assistant Professor, Department of Political Science and International Relations, Shahrud Branch, Islamic Azad University, Shahrud, Iran. [a.mohammadzadeh75@gmail.com](mailto:a.mohammadzadeh75@gmail.com)

### Article Info

Article Type:  
Reserch Article

Date received:  
2025/01/27

Date approved:  
2025/ 09/22

### ABSTRACT

The aim of this study is to examine the role of renewable energy in the sustainable development of countries, with a case study of Germany. Using a descriptive-analytical method and a careful review of existing literature, this research draws on the concept of sustainable development to address the following question: What is the role of renewable energy in Germany's sustainable development? The findings indicate that Germany, through precise and scientific planning, has significantly increased the share of renewable resources in its energy production over the past two decades. The country has successfully replaced fossil fuels with clean energy and has managed to meet present needs without compromising the ability of future generations to meet theirs. Germany has effectively utilized its energy resources, directed investments appropriately, and taken fundamental steps in technological development to harness new and renewable energy sources, thereby addressing current and future needs and strengthening the infrastructure for sustainable development.

Cite this Article: Mohammadian, M. , Mirkooshesh, A. and Mohammadzadeh, A. (2025). " The Role of Renewable Energy in the Sustainable Development of Countries: A Case Study of Germany". *International Relations Researches*, 15(2), 377-301. doi: 10.22034/irr.2025.517072.2695



© Author(s)

Publisher: Iranian Association of International Studies

DOI: 10.22034/irr.2025.517072.2695



## **Introduction**

The finite nature of fossil fuel resources and the growing environmental challenges associated with greenhouse gas emissions have made the transition to renewable energy sources an urgent global priority. Sustainable development is a concept that emerged in response to the adverse social and environmental consequences of one-dimensional economic growth approaches, especially after the Industrial Revolution. It emphasizes the need for development strategies that meet current societal and economic demands while ensuring the well-being of future generations. In this context, renewable energy—including solar, wind, and geothermal sources—represents a critical pathway toward achieving sustainability. Germany has emerged as one of the leading global examples of a country that has successfully integrated renewable energy into its national energy system while aligning its policies with the principles of sustainable development.

## **Methodology**

This research adopts a descriptive-analytical methodology, combining a thorough review of academic literature, policy documents, governmental reports, and statistical data from energy production and consumption sources. The study carefully examines Germany's renewable energy policies, energy efficiency incentives, technological advancements, and private sector participation. By applying the framework of sustainable development, the research investigates the central question: How has renewable energy contributed to Germany's sustainable development in terms of environmental, social, and economic dimensions? The methodology also involves comparative analysis of energy production trends, renewable energy adoption rates, and carbon emission reduction achievements over the past two decades.

## **Theoretical Framework**

The theoretical foundation of this study is rooted in the principles of sustainable development, which emphasize meeting present energy needs without compromising the ability of future generations to satisfy theirs. The framework also integrates concepts of energy efficiency, environmental economics, technological innovation, and strategic resource management. Renewable energy adoption is analyzed not merely as a technical or economic strategy but as a multidimensional approach that addresses ecological preservation, long-term societal welfare, and the resilience of energy systems. This framework allows for assessing Germany's policies and initiatives both in terms of their effectiveness in energy transition and their contribution to broader sustainability objectives.

## **Discussion**

Findings from the study reveal that Germany has effectively leveraged a combination of policy instruments, technological advancement, and private sector engagement to



substantially increase the share of renewable energy in its national energy mix. Over the past two decades, Germany has achieved remarkable progress in replacing fossil fuels with clean energy, guided by well-designed incentive policies, tax regulations, and energy efficiency programs. The country produces nearly one-third of the world's solar panels and over half of all wind turbines, positioning it as a global leader in renewable energy technology and production. Strategic investments, careful planning, and technological innovation have enabled Germany to minimize reliance on nuclear and fossil fuels while expanding renewable energy infrastructure. Furthermore, the country has implemented environmental energy policies aimed at achieving net-zero annual carbon emissions, promoting the sustainable use of natural resources, and reducing environmental hazards associated with conventional energy production. The study highlights the role of private sector participation, efficient energy consumption management, and research and development in renewable technologies as critical drivers of success. These efforts collectively demonstrate the alignment of Germany's energy policies with the broader goals of sustainable development, including economic growth, social welfare, and environmental protection.

### **Conclusion**

Germany's experience illustrates that a coordinated approach encompassing strategic planning, technological innovation, proper allocation of investments, and renewable energy adoption can effectively achieve sustainable development. By successfully transitioning from fossil-based energy systems to renewable energy sources, Germany has demonstrated that it is possible to meet current energy needs while safeguarding the interests of future generations. The country's achievements provide a valuable model for other nations seeking to develop renewable energy industries, strengthen sustainability infrastructure, and reduce environmental impacts. Germany's success underscores the importance of long-term vision, robust policy frameworks, and societal commitment in the pursuit of sustainable energy and comprehensive development.

### **Keywords:**

Keywords: Sustainable Development, Renewable Energy, Energy Efficiency, Energy Policy, Germany.



## نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه پایدار کشورها: مطالعه موردی آلمان

محمد رضا محمدیان دانشجوی دکتری گروه علوم سیاسی و روابط بین‌الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی شاهرود، ایران

[dr.mohammadian171@gmail.com](mailto:dr.mohammadian171@gmail.com)

امیر هوشنگ میرکوشش نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم سیاسی و روابط بین‌الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران.

[amkooshesh@gmail.com](mailto:amkooshesh@gmail.com)

علی محمدزاده استادیار گروه علوم سیاسی و روابط بین‌الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران.

[a.mohammadzadeh75@gmail.com](mailto:a.mohammadzadeh75@gmail.com)

در باره مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی	محدود بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات ناشی از انتشارات گازهای گلخانه‌ای ضرورت توجه بیش از پیش به انرژی‌های تجدید را بر همگان روشن ساخته است. توسعه پایدار مفهومی است که به واسطه‌ی پیامدهای منفی زیست محیطی و اجتماعی ناشی از رویکردهای توسعه‌ی یک جانبه‌ی اقتصادی پس از انقلاب صنعتی و تغییر نگرش بشر به مفهوم رشد و پیشرفت است. هدف این تحقیق شناخت نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه پایدار کشورها، مطالعه موردی کشور آلمان است که با روش توصیفی تحلیلی با مذاقه در منابع و متون موجود با بهره‌مندی از مفهوم توسعه پایدار به این مهم می‌پردازد و بدنبال پاسخ به این سوال است که نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه پایدار کشور آلمان چگونه است؟ یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که کشور آلمان با برنامه‌ریزی دقیق و علمی عملاً توانست در دو دهه گذشته سهم منابع تجدیدپذیر در تولید انرژی کشورش را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد. بطوری که جایگزینی انرژی‌های پاک را به جای انرژی‌های فسیلی با موفقیت عملی سازد و در برآوردن نیازهای امروزیان بی‌آسیب‌رسانی به نیازهای آیندگان موفق باشد. این کشور توانسته است از منابع انرژی بدرستی استفاده کند، سرمایه‌گذاری‌ها را در مسیر درست هدایت کند و در سمت‌گیری توسعه تکنولوژیکی در زمینه بهره‌گیری از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر گام‌های اساسی در جهت رفع نیازهای حال و آینده و تحکیم زیرساخت‌های توسعه پایدار بر دارد.
<b>کلیدواژه‌ها:</b> توسعه پایدار، انرژی‌های تجدیدپذیر، آلمان	
<b>تاریخچه مقاله</b> تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۳۱	

**استناد به این مقاله:** محمدیان، محمد رضا، میرکوشش، امیر هوشنگ و محمدزاده، علی. (۱۴۰۴). نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه

پایدار کشورها: مطالعه موردی آلمان پژوهش‌های روابط بین‌الملل، ۱۵(۲)، ۳۰۱-۲۷۷.

doi: 10.22034/irr.2025.517072.2695

© نویسنده(گان)

ناشر: انجمن ایرانی روابط بین‌الملل





در این مقاله منظور از انرژی های تجدیدپذیر انواعی از انرژی های موجود در جهان است که بعد از مصرف، نگرانی در رابطه با تمام شدن آنها نداریم، امروزه ذخیره انرژی های طبیعی بر روی کره زمین رو به اتمام است و تنها راه نجات نسل های آینده، استفاده از انرژی های تجدید پذیر می باشد. بحث استفاده از انرژی های پاک و تجدید پذیر تحت تأثیر آثار مخرب زیست محیطی انرژی های موجود اهمیت دوچندانی پیدا کرده است. از سال ۱۸۸۰ اندازه گیری دمای هوای کره زمین توسط سازمان آمریکایی (اقیانوس و فضا) آغاز شده است و تاکنون نیز ادامه دارد. گفته می شود گرم شدن کره زمین تحت تأثیر آلاینده های زیست محیطی تا سال ۲۱۰۰ باعث خشکسالی شدید، گرمای سوزان، طوفان های وحشتناک، سیلاب و بالا آمدن آب دریاها و در نتیجه رفتن مناطق ساحلی و جزایر زیر آب و رقیق شدن آب اقیانوس ها خواهد شد. علاوه بر این گرم شدن دمای زمین باعث شده است که درجه حرارت داخلی یخچال های طبیعی واقع در نقاط مختلف جهان از جمله یخچال های واقع در قطب شمال، قطب جنوب و چین افزایش پیدا کند و در نتیجه با آب شدن تدریجی، حجم زیادی از ذخایر یخچالها ذوب شود.

این مسئله از آنجا حائز اهمیت است که این یخچال ها بخش عمده های از ذخایر آب آشامیدنی جهان را تشکیل می دهند. داشتن انرژی مناسب عمده ترین عامل اقتصادی جوامع صنعتی پس از نیروی انسانی است چراکه انرژی یک نیاز اساسی برای استمرار توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی، بهبود کیفیت زندگی و امنیت جامعه است. اگر انرژی به نحوی تولید و مصرف شود که توسعه انسانی را در بلندمدت در تمامی ابعاد اقتصادی اجتماعی و زیست محیطی تامین نماید، مفهوم انرژی پایدار تحقق خواهد یافت. به همین دلیل در سال های اخیر کشورهای مختلف اعم از پیشرفته و در حال توسعه توجه فزاینده ای به انرژی تجدیدپذیر (انرژی خورشید، انرژی باد، ژئوترمال و ...) جهت ایجاد تنوع در استفاده از منابع انرژی و کاهش وابستگی به یک حامل انرژی و ملاحظات زیست محیطی برای دستیابی به انرژی پایدار معطوف داشته اند.

آلمان به عنوان یک الگوی موفق در حمایت از انرژی های تجدیدپذیر در سطح جهان مطرح است. هاشم اورعی برنامه حمایتی این کشور را این گونه تشریح می کند: «آلمان برای یک دوره ده ساله برنامه ریزی کرد تا سهم منابع تجدیدپذیر در تولید انرژی کشورش را به متوسط ۲۵ درصد برساند. پس از آن پتانسیل های کشورش را مورد بررسی قرار داد و در مرحله دوم سطح فناوری را در کشورش مورد بررسی قرار داد که فناوری تولید سلول های خورشیدی، فناوری الکتریکی قدرت و تجهیزاتی که اجزای



اصلی استفاده از انرژی خورشیدی هستند امروز در چه وضعی است و برای انرژی بادی هم این کار را انجام داد و بعداً بر مبنای این‌ها میزان سرمایه‌گذاری موردنیاز را انجام داد. دولتمردان آلمانی به‌دقت محاسبه کردند که انرژی خورشیدی و بادی را به چه قیمتی بخرند تا تولیدکنندگان هر دو نوع انرژی تجدید پذیر به یک مقدار و کمی بیش از تولیدکنندگان برق فسیلی سود کنند. (اورعی، ۱۳۹۳)

بر این اساس در این مقاله هدف این است که سیاست‌ها و موفقیت‌های عملی کشور آلمان در زمینه توسعه انرژی‌های نو و پاک و نقشی که انرژی‌های تجدید پذیر در توسعه پایدار کشور آلمان ایفا می‌کنند مورد تحقیق و پژوهش قرار گیرند.

#### ۱. پیشینه تحقیق

در پژوهشی تحت عنوان «اثر پویای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر ردپای اکولوژیک در کشورهای درحال توسعه منتخب» که توسط اصفهانی و آذربایجانی در سال ۱۴۰۱ انجام شده است، نتایج حاصل از برآورد نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر بر ردپای اکولوژیکی کشورهای منتخب درحال توسعه به ترتیب اثر مثبت و منفی داشته‌اند. بدین ترتیب مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر منجر به تخریب بیشتر محیط‌زیست شده، اما مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر موجبات بهبود محیط‌زیست را فراهم آورده است.

در مقاله ای تحت عنوان «تاثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر اقتصاد سبز» که در سال ۱۳۹۸ روستایی و حقی انجام داده‌اند به این نتیجه رسیده‌اند که نتایج حاصل از برآورد مدل در گروه کشورهای منتخب به روش اثرات ثابت در دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۵ نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیر منفی و معنی داری بر انتشار گاز دی اکسید کربن به عنوان شاخص نشان دهنده اقتصاد سبز در گروه کشورهای منتخب دارد. همچنین میزان تاثیرگذاری انرژی‌های تجدیدپذیر بر اقتصاد سبز در گروه کشورهای منتخب درآمد متوسط بیشتر از گروه کشورهای منتخب درآمد بالا است. سایر نتایج نشان داد که رشد اقتصادی و درجه باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت و معنی دار و سرمایه انسانی، فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) و حاکمیت قانون تاثیر منفی و معنی داری بر انتشار گاز دی اکسید کربن به عنوان شاخص نشان دهنده اقتصاد سبز در گروه کشورهای منتخب دارند.

در تحقیقی تحت عنوان «بررسی سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر کشور ترکیه در مقایسه با اتحادیه اروپا» که در سال ۱۳۹۸ توسط کیوانفر و شکوری صورت گرفته است به این نتایج دست پیدا کرده‌اند که یکی از مهمترین مشکلات برای ترکیه عدم ثبات در سیاست‌های بلندمدت بخش انرژی تجدیدپذیر



است. در مقایسه با سیاست‌های اتحادیه اروپا، ترکیه دارای سهم قابل توجه انرژی برق آبی است که از نظر محیط‌زیستی مشکلاتی به دنبال خواهد داشت در حالی که سهم انرژی زمین گرمایی به عنوان یک منبع مناسب برای محیط‌زیست، بسیار کم است. بررسی آمارهای رسمی نیز نشان می‌دهد سیاست‌های ترکیه نتوانسته تغییر قابل توجهی را ایجاد کرده و با روندی نوسانی همراه بوده در حالی که آمار در مورد اتحادیه اروپا حاکی از موفق بودن سیاست‌گذاری‌ها در این منطقه بوده است.

در تحقیقی تحت عنوان «بهره برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در نظام حقوقی اتحادیه اروپا» که توسط تقوی و مطلق در سال ۱۳۹۹ انجام شده به این نتیجه رسیده اند که بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر برای حفاظت محیط‌زیست در سال‌های اخیر به‌طور گسترده‌ای در کشورهای توسعه یافته متداول شده و به کارگیری این نوع انرژی‌ها برای حفاظت از محیط‌زیست موفقیت آمیز بوده است. علیرغم اهمیت کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، متأسفانه این نوع انرژی‌ها به‌طور گسترده مورد استفاده همه کشورها قرار نمی‌گیرند. کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اتحادیه اروپا علاوه بر ایجاد تنوع منابع انرژی، گام‌های اساسی برای جلوگیری از بروز خسارات محیط‌زیستی و آسیب‌های غیرقابل جبران به محیط‌زیست محسوب می‌گردد که با اصلاح قوانین قبلی و اضافه نمودن بخش‌های مربوط به حفاظت محیط‌زیست، برای تحقق هر چه بیشتر اهداف محیط‌زیستی تلاش می‌شود.

در پژوهشی با عنوان «سنجش الویت‌بندی روابط متقابل سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در توسعه پایدار» که امینی و عمو زاده در سال ۱۴۰۱ انجام داده اند به این نتیجه رسیده اند که امروزه در نتیجه افزایش جمعیت در سراسر جهان تقاضای انرژی افزایش یافته است. با توجه به محدود بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، توجه بیش از پیش به انرژی‌های تجدیدپذیر ضرورت دارد، زیرا از این طریق می‌توان به اهداف توسعه پایدار دست یافت.

در پژوهشی تحت عنوان «بررسی اثر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر توسعه پایدار در کشورهای عضو اوپک» که پرهیزکار و نیکو مقدم در سال ۱۴۰۱ انجام داده اند، به این نتیجه رسیده اند که در کشورهای مورد مطالعه، رابطه معنی‌داری میان مصرف انرژی تجدیدپذیر با رشد اقتصادی و همچنین میان مصرف این انرژی با انتشار CO<sub>2</sub> وجود ندارد، اما مصرف انرژی تجدیدناپذیر با رشد اقتصادی و انتشار CO<sub>2</sub> رابطه مثبت و معنی‌داری دارد و دلیل آن سهم اندک انرژی‌های تجدیدپذیر و سهم زیاد انرژی‌های تجدیدناپذیر در سبد مصرفی انرژی این کشورها است. در پژوهشی با عنوان «رفع چالش‌های یارانه انرژی تجدیدپذیر در سازمان جهانی تجارت با بهره‌گیری از مقررات اتحادیه اروپا» که توسط قنبری و



حمید زاده در سال ۱۳۹۹ انجام شده به این نتایج رسیده اند که تداوم و توسعه سرمایه‌گذاری و تکنولوژی گران در این صنعت، اعطای یارانه‌های دولتی را می‌طلبد. با وجود ضرورت‌های یادشده، نظام حقوقی سازمان جهانی تجارت یارانه انرژی تجدیدپذیر را به‌عنوان یارانه‌های قابل تعقیب قانونی و گاه ممنوع دانسته است. در پی این سیاست‌ها، دعوایی همچون دعوای «ژاپن و اتحادیه اروپا علیه کانادا» و نیز «امریکا علیه هند» در رکن حل و فصل اختلاف سازمان مطرح شده است.

علیرضایی و همکاران در مقاله ای با عنوان «تعیین سهم بهینه انرژی های تجدیدپذیر در رشد اقتصادی و توسعه پایدار» در سال ۱۳۹۷ به این نتیجه دست یافتند که فاصله اقتصاد ایران از مسیر بهینه رشد پایدار قابل توجه است. براساس حل عددی الگو، در سال ۱۳۸۹، سهم بهینه انرژی تجدیدپذیر بایستی ۸۰ درصد از کل انرژی باشد. اما در عمل این سهم در این سال تنها ۴/۰ درصد بوده است.

یقموری در پایان نامه ارشد خود در سال ۱۳۹۵ با عنوان «بررسی اثر مصرف انرژی های تجدید پذیر بر توسعه پایدار» به این رسید که مصرف انرژی های تجدیدپذیر بر توسعه پایدار اثر مثبتی دارد. این اثر در کشورهای توسعه یافته بیشتر خود را نشان می دهد، زیرا در این کشورها از سه متغیر بخش انرژی تجدیدپذیر دو متغیر "مصرف انرژی های تجدیدپذیر" و "انرژی بیوماس و زباله ها" اثرگذار شد؛ اما در کشورهای در حال توسعه تنها متغیر "مصرف انرژی های تجدیدپذیر" با اثر بود.

در تحقیقات پیشین که مواردی از آنها در سطور پیشین آمد، جایگاه انرژی های تجدیدپذیر در برخی کشورهای در حال توسعه، اتحادیه اروپا، ایران، ترکیه و کشورهای عضو اوپک و اهمیت این انرژی ها در توسعه پایدار، بررسی شده است. نوآوری و وجه تمایز این مقاله در این است که این مهم در کشور آلمان بر اساس آخرین داده های موجود پژوهش شده است و نتایج جدید و معتبری را به منظور الگوبرداری از پیشرفت ها و جایگاه کشور آلمان در زمینه انرژی های تجدیدپذیر در اختیار محققان و مدیران کشور قرار می دهد.

## ۲. چارچوب مفهومی: توسعه پایدار<sup>۱</sup>

کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه که برای اولین بار این اصطلاح را ارائه داد، توسعه پایدار را به عنوان توسعه ای تعریف کرد که نیازهای نسل فعلی را بدون ایجاد اشکال در توانایی نسلهای آینده در برآوردن احتیاجات خود تأمین میکند. در واقع توسعه پایدار بر پایه هشپاری انسان نسبت به خودش و

<sup>1</sup> Sustainable development

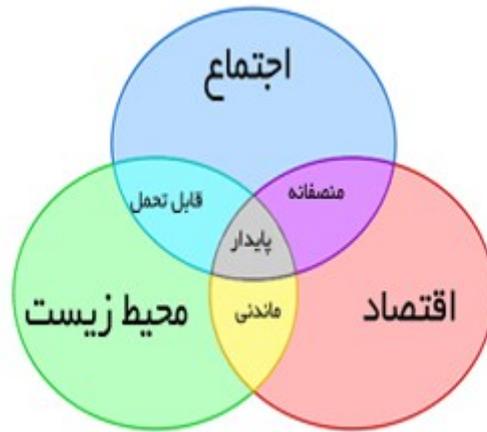


نسبت به منابع طبیعی کره زمین استوار است و خواهان یک سبک زندگی پایدار برای همه انسانها است و مخالف مصرف بیش از اندازه، اتلاف منابع و بی توجهی به نسلهای آینده و قطع رابطه با گذشته است. (Zahedi & Najafi, 2006: 49-50) توسعه پایدار توسعه‌ای است که بتواند نیازهای فعلی سازمان را بدون خدشه‌دار کردن به توانایی‌های نسل آینده در برآورد ساختن نیازهایشان پاسخ گوید. در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار دیگر نسل‌ها قرار داشته به رسمیت شناخته شده و استفاده از سرمایه طبیعی در حد بهره آن مجاز شمرده شده است. ارکان سه گانه بخش مهمی از پایه‌های توسعه پایدار است. این اصطلاح اولین بار توسط جان ال‌کینگتون، مؤسس یک شرکت مشاوره پایداری استفاده شد. شرکت‌ها باید ۳ رکن مهم را در کسب‌وکار خود در نظر بگیرند - و تنها، به فکر سود و زیان خود نباشند. این بدان معناست که سازمان‌ها باید میزان مسئولیت اجتماعی عملیات در سراسر زنجیره ارزش خود و همچنین تأثیرات زیست محیطی اقدامات خود را بر روی کره زمین اندازه‌گیری کنند.

اقتصاد: اقتصاد منابع در دسترس و چگونگی سازماندهی این منابع برای تامین نیازهای انسان و اهداف او را توصیف می‌کند. عوامل اقتصادی معانی بسیار زیادی را در رابطه با تأثیرات محیطی و عوامل اجتماعی دربر دارد.

جامعه: منظور از جامعه در این مفهوم مجموعه‌ای از فعل و انفعالات انسانی و چگونگی سازماندهی آنهاست. انسان‌ها به گونه‌ای کامل شده‌اند که کاملاً به جامعه وابسته باشند. بنابراین پایداری جوامع یک شرط مهم برای گردآوری نیازهای انسان است. معیارهای وابسته به جامعه برای پایداری مهم هستند زیرا آنها خصایص کنونی زندگی را تعریف می‌کنند و می‌توانند یک جزء اصلی از میراث نسل‌های آینده باشند.

محیط: محیط نیز پیرامون انسان‌هاست و وجوه زندگی آنها را حمایت می‌کند و فعالیت‌های آنها را طبق قوانین کالبدی پایه محدود می‌سازد. عوامل محیطی در رفاه کنونی تأثیر می‌گذارد و میراث نسل‌های آینده را مشخص می‌کند.



شکل ۱ ابعاد توسعه پایدار

این شرایط نشان می‌دهد که در اینجا پایداری فقط به اصطلاح نگهداری محیط طبیعی در یک وضعیت خوب تفسیر شده است و توسعه اقتصادی و اجتماعی در نظر گرفته نشده است. در حالی که در مفهوم توسعه پایدار، پایداری اقتصادی، محیطی و اجتماعی در کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت، لاینفک هستند. مفاهیم پایداری اغلب از طریق این سه حوزه پایداری نشان داده می‌شوند که اشاره به ماهیت یکپارچه پایداری محیطی، اجتماعی و اقتصادی دارد. در یک نگاه کلی توسعه پایدار را می‌توان توازن و تعادل ابعاد پایداری در طول زمان دانست. بنابراین ذاتا توانایی اولویت بندی موضوعات اجتماعی، محیطی و اقتصادی را ندارند. زیرا موضوعات پایداری اغلب در تعارض با یکدیگرند (Farhadi, 2021: 2-3)

توسعه پایدار در عرصه بین‌المللی به گفتمانی رایج بدل شده و با تصویب اهداف توسعه پایدار در اجلاس سران ملل متحد در سال ۲۰۱۵ به برنامه‌ای فراگیر و مورد اتمام دولت‌ها در ابعاد گوناگون تبدیل شده است. عملکرد دولت‌های جهان در مواجهه با این موضوع در دهه‌های اخیر سیر جالبی داشته است. توسعه پایدار در سیاست و حقوق بین‌الملل جایگاه مشخصی یافته است، هرچند هنوز پرسش‌ها و ابهاماتی نیز وجود دارد توسعه پایدار امروز از حد یک مفهوم صرف عبور کرده و در جنبه‌هایی به حوزه حقوق نرم بین‌الملل و حتی در بعضی موارد به حقوق سخت وارد شده است.

اهداف توسعه پایدار که به عنوان اهداف جهانی نیز شناخته می‌شوند، در سال ۲۰۱۵ توسط سازمان ملل متحد به عنوان یک فراخوان جهانی جهت اقدام برای پایان دادن به فقر، حفاظت از کره زمین و تضمین اینکه تا سال ۲۰۳۰ همه مردم از صلح و رفاه برخوردار خواهند بود، تصویب شد. اهداف توسعه پایدار



نه تنها به رفاه مردم، توسعه اقتصادی کشورها و محیط زیست بهتر اشاره دارد بلکه ابزارهای مورد نیاز برای رسیدن به آنها و چگونگی ایجاد این تغییرات را نیز ارائه می دهد. این اهداف به علل ریشه‌ای فقر و نابرابری می‌پردازد. مشکلاتی از قبیل ضعف حاکمیت قانون، فساد، سنت‌گرایی و وهنجارهایی که باعث تبعیض می‌شوند. از آنجایی که تمام این اهداف به هم مرتبط هستند، بدون شناختن علل ریشه‌ای یکی، نمی‌توان به دیگری دست یافت.

جهان با چالش‌های جدی منابع طبیعی و زیست محیطی مواجه است: مانند تغییرات آب و هوایی، کاهش آب شیرین، ماهیگیری بیش از حد اقیانوس‌ها، جنگل‌زدایی، آلودگی آب و هوا و تلاش برای تغذیه سیاره‌ای میلیاردی. از منظر محیط زیستی، پایداری در مورد مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی، اکوسیستم‌ها، آب و هوا و جو زمین است تا نسل‌های کنونی و نسل‌های آینده زندگی مناسبی داشته باشند. رشد اقتصادی پایدار از نظر زیست محیطی نام دیگری برای مفهوم توسعه پایدار است. هدف آن دستیابی به هماهنگی بین پایداری محیطی، پایداری اقتصادی و پایداری سیاسی-اجتماعی است. توسعه پایدار همیشه ما را تشویق می‌کند تا با تغییر تدریجی شیوه‌های توسعه و استفاده از فناوری‌ها، منابع خود را حفظ و ارتقا دهیم. همه کشورها باید نیازهای اساسی خود از قبیل اشتغال، غذا، انرژی، آب و بهداشت را تامین کنند. همه حق داشتن یک محیط سالم، ایمن و پاک را دارند. با کاهش آلودگی، فقر و بیکاری می‌توان به راحتی به این امر دست یافت (Neday-e Tose'e, 2022: 1)

انقلاب صنعتی در ظهور ایده توسعه پایدار، دخیل است. از نیمه دوم قرن نوزدهم، جوامع غربی به این نتیجه رسیدند که فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی آنها تأثیر بسزایی بر محیط زیست و تعادل اجتماعی دارد. چندین بحران اکولوژیکی و اجتماعی در جهان رخ داد و نیاز به الگویی پایدارتر، افزایش پیدا کرد. در سال ۱۹۷۲، کنفرانس سازمان ملل متحد در مورد محیط زیست در استکهلم برگزار شد - اولین نشست بزرگ رهبران جهان که توسط سازمان ملل برای بحث در مورد تأثیر انسان بر محیط زیست و چگونگی ارتباط آن با توسعه اقتصادی برگزار شد. یکی از اهداف اصلی این گردهمایی، یافتن دیدگاه مشترک و اصول مشترک برای الهام بخشیدن و هدایت جمعیت جهان برای حفظ «محیط زیست انسانی» بود. مفهوم توسعه پایدار، موضوع کنفرانس سازمان ملل متحد در مورد محیط زیست و توسعه بود که در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برگزار شد. این اجلاس اولین تلاش بین‌المللی برای ترسیم برنامه‌های عملی و استراتژیک بود که حرکت به سمت الگوی توسعه پایدار را ممکن می‌کرد. (Neday-e Tose'e, 2022: 1)



### ۳. نقش انرژی های تجدید پذیر در توسعه پایدار در کشور آلمان

#### ۱-۳. اهداف آلمان

آلمان و دیگر کشورهای عضو اتحادیه اروپا از سال ۱۹۹۷ ( ۱۳۷۶ شمسی) در پی چاره‌اندیشی برای حل معضل انرژی بوده‌اند. در این راستا برای رسیدن به رکورد تولید ۱۲ درصدی تولید الکتریسیته از منابع تجدیدپذیر تا سال ۲۰۱۰ ( ۱۳۸۹ شمسی)، تلاش قابل ملاحظه‌ای از سوی آنها صورت گرفته است، حال آنکه آلمان ۳ سال زودتر از موعد مقرر، در سال ۲۰۰۷ (۱۳۸۶ شمسی)، به تعهد خود جامه عمل پوشاند و توانست از این مرز عبور کرده و به رکورد ۱۴ درصد در این زمینه برسد. پس از آن در سپتامبر ۲۰۱۲ ( ۱۳۹۱ شمسی) دولت آلمان طرح‌های بلندمدت دیگری را تصویب کرد. از جمله اینکه سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تامین انرژی مورد نیاز آلمان به ۱۸ درصد در سال ۲۰۲۰ (۱۳۹۹ شمسی)، ۳۰ درصد در سال ۲۰۳۰ (۱۴۰۷ شمسی) و ۶۰ درصد در سال ۲۰۵۰ (۱۴۲۷ شمسی) برسد (Ganjitar, 2014)

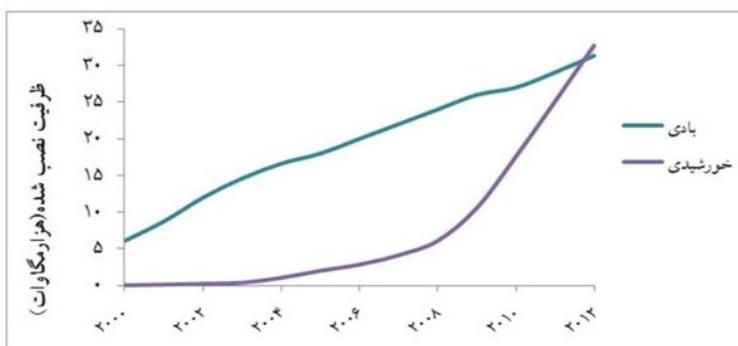
#### ۳-۲. نحوه گسترش انرژی های تجدیدپذیر در آلمان

کشور آلمان به عنوان یک اقتصاد پیشرو توجه ویژه‌ای به آینده انرژی خود دارد. اصلی‌ترین سیاستی که آلمان در زمینه انرژی در سال‌های اخیر پیگیری کرده سیاست " گذار انرژی " است که با هدف کاهش وابستگی به منابع فسیلی و کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در دستور کار قرار گرفته است. بر مبنای این سیاست سهم منابع هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی شامل زغال سنگ، نفت و گاز در تامین انرژی کاهش و سهم منابع تجدیدپذیر افزایش می‌یابد. این کشور قصد دارد ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز خود را تا سال ۲۰۵۰ با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر تامین کند و میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را تا این سال به ۸۰ تا ۹۵ درصد سطح تولید آن در سال ۱۹۹۰ برساند.

سهم انرژی‌های تجدیدپذیر(%)	۲۰۱۲	۲۰۲۰	۲۰۳۰	۲۰۴۰	۲۰۵۰
سبد نهایی انرژی	۱۱.۳%	۱۸%	۳۰%	۴۵%	۶۰%
سبد تولید برق	۱۷.۱%	۳۵%	۵۰%	۶۵%	۸۰%



بنابراین انرژی‌های تجدیدپذیر جایگزین مناسبی برای منابع فسیلی بوده‌اند به نحوی که در سال ۲۰۱۲ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق این کشور به ۲۳ درصد رسیده است. ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر در آلمان شامل نیروگاه‌های خورشیدی و بادی تا پایان سال ۲۰۱۲ به ۷۶ هزار مگاوات رسید که بیش از ظرفیت کل نیروگاه‌های ایران (۷۰ هزار مگاوات) است



روند افزایش تولید انرژی در نیروگاه‌های بادی و خورشیدی در آلمان

دولت آلمان برای افزایش ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر به جای آن که از سرمایه‌های محدود دولتی استفاده کند، زمینه مشارکت بخش غیردولتی را در این بخش فراهم کرده است. در این راستا اصلی‌ترین سیاستی که این کشور برای جلب مشارکت بخش غیردولتی استفاده کرده سیاست راهبردی خرید تضمینی است که بر مبنای آن بازار تقاضای این فناوری فعال شده و با ورود سرمایه‌گذاران غیردولتی، نیروگاه‌های تجدیدپذیر گسترش می‌یابند. بررسی وضعیت مدیریت بازار فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان حاکی از آن است که این کشور منابع لازم برای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر را با افزایش تعرفه مشترکین برق تامین کرده است. تعرفه برق خانگی برای یک خانواده سه نفره از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ در این کشور بیش از دو برابر شده و از ۱۳.۹۴ سنت یورو به ۲۸.۵ سنت یورو به ازای هر کیلووات ساعت رسیده است که البته یکی از بالاترین ارقام در میان کشورهای اروپایی محسوب می‌شود (Hosseiniya, 2013)

### ۳-۳. وضعیت مدیریت انرژی در آلمان در سال ۲۰۲۲

پس از افزایش قابل توجه قیمت‌های انرژی متأثر از جنگ اوکراین، حال عواملی همچون پرشدن ذخایر گاز (۹۹.۵ درصد) برای مصرف زمستانه، پایین نسبتاً ملایم، طرح پرداخت یارانه انرژی برای مصرف کنندگان حقیقی و حقوقی و نیز دورنمای آغاز تحویل گاز مایع با توجه به آماده شدن تعدادی از بنادر



آلمان برای دریافت گاز مایع وارداتی مطابق با قراردادهای پیش تر منعقد شده با برخی کشورها؛ موجبات کاهش قابل ملاحظه قیمت ها بخصوص قیمت گاز مصرفی در این کشور را فراهم کرده است. همزمان با افزایش ذخایر گاز؛ مقادیر گاز مصرفی از سوی مصرف کنندگان خصوصی، برعکس مصرف کنندگان حقوقی (شرکت های انرژی بر) نسبت به نوامبر سال گذشته میلادی افزایش یافته و قیمت گاز مصرفی نیز به حدود نصف قیمت آن در اوایل وقوع بحران انرژی و در حدود ۱۹ سنت برای هر کیلو وات ساعت رسیده است قیمت انواع سوخت خودرو در ایستگاه های پمپ بنزین در دو ماه اخیر برخلاف ماه های آغازین بحران اوکراین؛ تا حدودی کنترل شده و همانطور که در نمودارهای زیر مشاهده می شود؛ از بالای دو یورو برای هر لیتر، به حدود ۱.۷ سنت (بنزین) و حدود ۱.۹۰ سنت (دیزل) کاهش یافته است افزایش ذخایر گاز و نیز مجوز بهره برداری اضطراری بیشتر از ظرفیت نیروگاه های زغال سنگ جهت تولید برق نیز باعث کاهش قابل ملاحظه قیمت برق در آلمان شده است. قیمت هر کیلووات ساعت برق در این کشور نسبت به اوایل ماه گذشته میلادی؛ حدود ۱۲ سنت تقلیل یافته و در حال حاضر به ۴۰.۳ سنت رسیده است.

تا پیش از حمله روسیه به اوکراین؛ نیمی از واردات گاز و زغال سنگ آلمان و حدود یک سوم نفت مورد نیاز آن از روسیه تامین می شد. بحران انرژی اخیر در اروپا، علاوه بر بازبینی طرح تعطیلی نیروگاه های اتمی باقی مانده در آلمان؛ ضرورت توسعه سریع انرژی های تجدیدپذیر را - که بیش از نیمی از برق تولیدی کشوری همچون آلمان را تامین می کنند - بیش از پیش آشکار ساخته است. سهم ذغال سنگ و انرژی اتمی در تولید برق در آلمان (مطابق با فاز دوم طرح اضطراری انرژی) نسبت به ماه گذشته میلادی، به ترتیب؛ حدود ۱۹ درصد و ۱ درصد افزایش و سهم سایر حاملان انرژی شامل گاز، بایومس و بخصوص باد و انرژی خورشیدی، کاهش یافته است. سهم کنونی هر کدام از حاملان انرژی در تولید برق آلمان در نمودار روبرو نمایش داده شده است

طرح پرداخت یارانه ۲۵۰ میلیاردی مصوب دولت فدرال آلمان هنوز با اما و اگرهایی در کمیسیون مربوطه در حال بررسی است. طبق گزارش بحث برانگیز کمیسیون گاز دولت فدرال که منتشر و منجر به ایجاد دودستگی میان دولتمردان و نیز و اقتصاددانان آلمانی شده است؛ نه تنها خانوارهای خصوصی، بلکه شرکت های انرژی بر نیز از تخفیف دولتی برای خرید گاز برخوردار شده و این شرکت ها در استفاده و یا فروش مجدد این گاز یارانه ای مختار خواهند بود. موافقان طرح مذکور از جمله رابرت هابک، وزیر اقتصاد دولت فدرال؛ فروش مجدد گاز یارانه ای از سوی شرکت های هزینه بر را عاملی برای در امان



ماندن از ورشکستگی و همچنین ابزار مهمی برای توزیع و استفاده بهینه انرژی کمیاب می دانند و مخالفان آن و تاحدودی شخص اولاف شولتس، صدراعظم آلمان؛ به آن به عنوان یک هدیه میلیاردی بی ثمر برای صنایع تولیدی این کشور می نگرند.

از نظر مخالفین، پیشنهاد کمیسیون با هدف اولیه ترمز قیمت گاز مورد نیاز شهروندان و شرکت ها، در تناقض می باشد چراکه، طبق تصمیم متخذه؛ شرکت های صنعتی سهمیه ۷۰ درصدی مصرف گاز طبیعی خود را به هزینه مالیات دهندگان آلمانی با قیمت ترجیحی ۷۰ یورو در هر مگاوات ساعت دریافت کرده و می توانند بجای استفاده در تولید، آن را به قیمت حدود ۱۰۷ یورو مجددا در بازار به متقاضیان انرژی عرضه کنند و لذا این طرح تنها یک مشوق مالی برای شرکت ها بوده و در عمل، به تعطیلی تولید و کمبود کالاهای اساسی خواهد انجامید. مدافعان پیشنهاد کمیسیون انرژی آلمان معتقدند که سود حاصل از فروش مجدد گاز، از ورشکستگی شرکت ها و انتقال سایت های آنان به خارج از آلمان جلوگیری کرده و ضمناً به نفع بازار و دیگر متقاضیان و مصرف کنندگان انرژی هم خواهد بود (Deputy of Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran, 2022)

#### ۳-۴. بهینه سازی مصرف انرژی در آلمان

دولت آلمان کاهش ۳۰ درصدی سرانه مصرف انرژی را تا سال ۲۰۳۰ (در مقایسه با ۲۰۰۸) به عنوان هدف بهره‌وری انرژی کشور برای سال ۲۰۳۰ تعیین کرده است. سرانه مصرف انرژی قرار است تا سال ۲۰۵۰ به نصف برسد. دولت فدرال با برنامه اقدام ملی برای بهره‌وری انرژی (NAPE، استراتژی جامع) را برای دستیابی به این هدف طراحی کرده است. NAPE ابزاری مهم برای هدایت سیاست بهره‌وری انرژی در آلمان است که جهت گیری استراتژیک سیاست بهره‌وری را تعریف می‌کند. در چارچوب سیاست بهره‌وری انرژی اهداف ذیل تعریف شده است:

پیشبرد بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها،

پایه گذاری بهره‌وری انرژی به عنوان مدل کسب و کار

افزایش مسئولیت فردی در بهره‌وری انرژی

به منظور کاهش سرانه مصرف انرژی، تغییرات ساختاری گسترده‌ای در بخش تولید و کاهش چشمگیر مصرف توسط مصرف کنندگان نهایی لازم است که از طریق انجام برنامه‌های ذیل دنبال می‌گردد:



۱- با جایگزینی نیروگاه‌های هسته‌ای و زغال سنگ با انرژی‌های تجدیدپذیر، سرانه مصرف انرژی در بخش تولید تا بیش از نصف کاهش پیدا می‌کند. به طور کلی، سرانه مصرف انرژی در بخش برق در سال ۲۰۳۰ در مقایسه با ۲۰۰۸ حدود ۷۰۰ تراوات ساعت (TWh) کاهش خواهد یافت.

۲- کاهش سرانه مصرف انرژی در خانوارها، صنعت، بخش خدمات و تجارت و همچنین حمل و نقل برای دستیابی به این هدف الزامی است. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ سرانه مصرف انرژی ۲۰۰ TWh در این بخش‌ها کاهش یابد.

۳- برای دستیابی به سرانه مصرف انرژی به حدود ۲۰۰ TWh (در مقایسه با ۲۰۰۸)، باید در جهت کاهش سرانه مصرف انرژی مصرف کنندگان نهایی (حداقل ۳۰۰ TWh کاهش) اقداماتی صورت گیرد.

بدین ترتیب این بسته اقدامات زیست محیطی را در بخش ساختمان، صنعت و تجارت، زیرساخت‌های گرمایش و بخش حمل و نقل دربرمی‌گیرد. در همه بخش‌ها، هنوز پتانسیل زیادی برای افزایش بهره‌وری انرژی و افزایش بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. تولید انرژی سرمایشی و گرمایشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و تقریباً ۵۰ درصد کل مصرف نهایی انرژی در آلمان را تشکیل می‌دهد. ارتباط تنگاتنگی میان برنامه اقدام ملی برای بهره‌وری انرژی (NAPE) و پیاده سازی اهداف کشور در زمینه کاهش تغییرات اقلیمی برای سال ۲۰۳۰ وجود دارد. اکثریت قریب به اتفاق اقدامات سیاسی و ابزارها برای کاهش مصرف سوخت در عین حال منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز می‌شود. بسیاری از این اقدامات در طرح کاهش تغییرات آب و هوایی اعمال می‌شود، مانند:

تعیین تعرفه برای انتشار دی اکسید کربن در بخش‌های حمل و نقل و تولید گرما (ساختمان)؛

مشوق‌های مالیاتی برای بازسازی ساختمان جهت بهبود کارایی انرژی

تقویت و توسعه بیشتر بودجه موجود برای ساختمان‌ها و صنعت؛

توسعه بیشتر استانداردهای قانونی در چارچوب ممیزی اجباری بهره‌وری انرژی برای شرکت‌های بزرگ و در چارچوب بهبود کارایی انرژی در تولید محصولات (Deputy of Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran, 2021)

۴. راهبردهای بهینه سازی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف

الف) بهبود کارایی انرژی ساختمان‌های موجود

در سال ۲۰۱۶ مصرف نهایی سالانه انرژی در بخش ساختمان، که حدود دو سوم آن مربوط به بخش ساختمان و حدود یک سوم آن مربوط به فرآیندهای صنعتی و تجاری است، ۸۹۸ کیلووات ساعت بوده



که حدود ۳۵.۹ درصد کل مصرف نهایی انرژی آلمان را تشکیل می‌دهد. طبق قوانین آلمان جهت مهار تغییر اقلیم برای سال ۲۰۳۰، بخش ساختمان تنها مجاز به انتشار معادل ۷۰ میلیون تن گاز دی اکسید کربن می‌باشد. علاوه بر این، هدف آلمان دستیابی به سهم ۲۷ درصدی انرژی‌های تجدیدپذیر در مصرف نهایی انرژی در بخش گرمایش و سرمایش می‌باشد.

کاهش انتشار غیرمستقیم گازهای گلخانه‌ای در تولید مصالح و قطعات ساختمانی، فناوری سیستم‌ها و غیره در بخش صنایع نیز می‌تواند یکی از راهبردهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها باشد. علاوه بر ترویج استفاده از مصالح ساختمانی با مصرف بهینه انرژی، تخریب بخش‌هایی از ساختمان و بازیافت مصالح ساختمانی نیز می‌تواند به کاهش مصرف انرژی کمک کند.

توسعه زیرساخت‌های گرمایشی، بهره‌وری بیشتر انرژی و سهم بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید گرما را ممکن می‌سازد. تولید گرمای تجدیدپذیر می‌تواند به ویژه در زیرساخت‌های گرمایشی مناسب مانند شبکه‌های گرمایشی مدرن با دمای پایین به کار گرفته شود. برخی از اقدامات در حال اجرا در بخش ساختمان عبارتند از:

مشوق‌های مالیاتی برای بازسازی ساختمان جهت بهبود کارایی انرژی

کمک مالی دولت برای ساختمان‌های کارآمد (از جمله ارائه مشوق مالی برای تعویض دستگاه‌های نفتی)

توسعه بیشتر مشاوره در زمینه انرژی

توسعه بیشتر استانداردهای انرژی

توسعه بیشتر طرح نوآوری ساخت و ساز در آینده

توسعه شبکه‌های گرمایشی کارآمدتر و تجدید پذیرتر

جایگزینی آبگرمکن‌های مخزن دار با آبگرمکن‌های الکترونیکی

بهینه سازی در چارچوب مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)

علاوه بر این، تعیین تعرفه برای انتشار گاز دی اکسید کربن برای بخش‌های گرمایش و حمل و نقل انگیزه‌هایی را برای کاهش مصرف انرژی ایجاد می‌کند. برای ثبت و ارزیابی سریع تر وضعیت انرژی ساختمان‌ها و فناوری آنها توسط مشاوران و بازرسان انرژی، باید در آینده از سیستم‌های دیجیتالی بیشتری استفاده شود. سیستم‌های دیجیتالی می‌توانند برای مصرف کنندگان شفافیت ایجاد کرده و آنها را برای صرفه جویی در انرژی ترغیب کنند.

ب) بهبود کارایی در صنعت، تجارت و خدمات



دو سوم انرژی نهایی مورد نیاز در صنعت مربوط به انرژی گرمایی در فرآیندهای صنعتی (۴۷۶ TWh) می‌شود. حدود نیمی از این نیاز به شکل انرژی گرمایی اتلاف می‌گردد. کاهش مصرف انرژی گرمایی حاصل از سوخت‌های فسیلی در فرآیندهای صنعتی و بهینه سازی اتلاف انرژی گرمایی نیاز به انرژی گرمایی در فرآیندهای صنعتی (به ویژه فسیلی) با افزایش ظرفیت‌های بهینه سازی کاهش می‌یابد. "بودجه فدرال برای بهره‌وری انرژی در اقتصاد" با اختصاص بودجه ۵۰ میلیون یورویی تا سال ۲۰۳۰ برای این منظور استفاده می‌شود. در همین حال دولت آلمان از سرمایه گذاری در بهینه سازی اتلاف انرژی گرمایی نیز حمایت می‌کند.

برخی از اقدامات در حال اجرا در بخش صنعت، تجارت و خدمات:

توسعه حداقل استانداردها، توسعه بیشتر طرح‌های ۳۰۰NER، که منجر به سرمایه گذاری در نمونه پروژه‌های نوآورانه، کم کربن و کم مصرف در صنعت انرژی می‌شود.

(پ) بهبود کارایی در ترابری.

مشروح برخی از اقدامات در حال اجرا در ترابری:

افزایش جذابیت جا به جایی ریلی مسافرین، افزایش جذابیت حمل و نقل عمومی، توسعه زیرساخت‌های دوچرخه سواری و بهبود شرایط برای دوچرخه سواری، تقویت جابه‌جایی بار در حمل و نقل ریلی، نوسازی ناوبری داخلی و استفاده از برق ساحل در بندر به وسیله ایجاد سریعتر زیرساخت‌ها و ارتقای فن آوری‌های پیشرفته، اعطای مشوق‌های مالیاتی و مالی به خریداران خودروهایی که انتشار گاز دی اکسید کربن آنها کم است، توسعه زیرساخت‌های شارژ (Najafi, 2023: 16-22).

(ت) بهبود کارایی در صنعت کشاورزی

تعیین معیارها جهت طراحی بهینه محصولات توسط اتحادیه اروپا و برچسب مصرف انرژی راهکارهایی هستند که سال‌هاست بهره‌وری محصولات در خانوارها و تجارت را شکل می‌دهند. در حالی که معیارهای طراحی بهینه عاملی برای بهبود محصولات تولید شده می‌باشد، برچسب انرژی بر تصمیم‌گیری خریداران اثر می‌گذارد و بنابراین بین تولیدکنندگان برای تولید محصولات با کارایی بیشتر رقابت ایجاد می‌شود.

مشروح برخی از اقدامات در حال اجرا در صنعت کشاورزی:

ادامه و توسعه برنامه فدرال BMEL برای افزایش بهره‌وری انرژی با حرکت به سوی انرژی‌های تجدیدپذیر (به عنوان مثال استفاده از گرمای اتلافی و انرژی زمین گرمایی) در کشاورزی و باغداری،



افزایش کارایی نیروگاه‌های بیوگاز با کنترل بیشتر بر روی متان اتلافی احتمالی، ایجاد طرح حمایت دولتی برای تامین انرژی تجدید پذیر در کشاورزی (به ویژه جایگزینی استفاده از گازوئیل کشاورزی با برق تجدید پذیر) آموزش و مشاوره در زمینه بهبود کارایی ماشین آلات سنگین کشاورزی و طرح حمایتی برای استفاده از فناوری مربوطه تامین مالی پروژه‌ها در حال حاضر مصرف کنندگان برق به منظور حمایت از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در آلمان، عوارض اضافی EEG را پرداخت می‌کنند که بخشی از قیمت برق را تشکیل می‌دهد. اخیراً مجلس سنای آلمان از دولت فدرال خواستار اعمال اصلاحات سیستماتیک بر روی مالیات و عوارض در بخش انرژی شده است. نمایندگان ایالت‌ها هشدار داده اند که سیستم فعلی تامین مالی، مانع دستیابی به اقتصادی کارآمد خواهد شد. آنها انتقاد کرده اند که در شرایط فعلی برق نسبت به سایر منابع انرژی بسیار گران بوده و خواستار ایجاد انگیزه و شرایط رقابتی در همه بخش‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده اند.

پیتر آلتمایر، وزیر اقتصاد آلمان نیز ضمن تایید انتقادات اعلام کرده که "هزینه‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر باید از طریق بودجه دولت تامین شود و نباید بر قیمت برق تأثیر بگذارد". بدین ترتیب عوارض اضافی بر قیمت برق در سال ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ کاهش خواهد یافت و باقی مانده هزینه‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از طریق بودجه دولت تامین خواهد شد. (Deputy of Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran, 2021)

#### ۵. غلبه بر چالش‌های بازار انرژی در آلمان

به رغم آثار نامطلوب بحران انرژی بر آهنگ رشد اقتصادی آلمان که منجر به کاهش تولیدات صنعتی این کشور شد، این اقتصاد برتر اروپا سال گذشته را به طرز شگفت‌انگیزی با موفقیت پشت سر گذاشت و وارد رکود پیش‌بینی شده نگردید. نرخ تورم ۷.۹ درصدی هم میل به کاهش داشته و طبق برآوردهای صورت پذیرفته، به زودی به ۶ درصد خواهد رسید. (معاونت دیپلماسی وزارت امور خارجه ایران، ۱۴۰۲) تعطیلی نیروگاه‌های هسته‌ای باقی مانده در آلمان قرار بود در پایان سال گذشته میلادی (۲۰۲۲) اجرایی گردد، اما با توجه به وقوع جنگ اوکراین و بحران انرژی ناشی از آن، دولت تصمیم به تعویق آن و تداوم کار راکتورها تا پایان زمستان گرفت. بنا بر اعلام رسمی وزیر اقتصاد فدرال آلمان، دولت این کشور با تعطیل نمودن ۵ نیروگاه اتمی باقی‌مانده در مناطقی از ایالت‌های لورساکسونی، بادن و ورتمبرگ و باواریا



به دوران ۶۰ ساله استفاده از انرژی هسته‌ای در تولید برق خاتمه خواهد داد. شایان توجه است که انرژی اتمی در آلمان، زمانی که قابلیت تامین بیشترین مقادیر برق را دارا بود، کمترین محبوبیت را در بین مردم داشت و امروز که تعطیلی نهایی آن قریب الوقوع است، بحران اوکراین و آثار اقتصادی برآمده از آن، شرایط را به گونه‌ای تغییر داده که اکثر نظرسنجی‌ها حاکی از تمایل شهروندان به تداوم فعالیت نیروگاه‌های اتمی و حتی ایجاد نیروگاه‌های جدید می‌باشند.

صنایع و بازرگانی فدرال آلمان (DIHK) نیز نسبت به وقوع تنگناهای عرضه و افزایش قیمت انرژی و زیان‌دهی صنایع آلمانی در نتیجه این تصمیم، هشدار داده است. پیتر آدریان<sup>۱</sup>، رئیس اتاق بازرگانی، در مصاحبه با راینیشه پست در این رابطه توضیح داد که علی‌رغم کاهش نسبی قیمت گاز، هزینه‌های انرژی برای اغلب شرکت‌های آلمانی همچنان بالا بوده و وضعیت این کشور در تامین انرژی ناپایدار است و بنابراین فعلاً باید کاری کرد تا تداوم عرضه مطلوب انرژی حفظ شود. آدریان با اشاره به وابستگی آلمان به تمام منابع انرژی موجود، بر این مطلب تاکید کرد که تداوم فعالیت نیروگاه‌های اتمی، تنها راه‌هایی از تنگناهای عرضه و مدیریت افزایش بهره‌برداری از سایر حامل‌های انرژی طی ماه‌های آتی می‌باشد. شایان ذکر است که تعطیلی نیروگاه‌های هسته‌ای باقی مانده در آلمان قرار بود در پایان سال گذشته میلادی اجرایی گردد، اما با توجه به وقوع جنگ اوکراین و بحران انرژی ناشی از آن، دولت تصمیم به تعویق آن و تداوم کار راکتورها تا پایان زمستان گرفت. رابرت هابک، وزیر اقتصاد فدرال اخیراً با توجه به پر بودن ذخایر گاز و راه‌اندازی پایانه‌های جدید گاز مایع و انرژی‌های تجدیدپذیر و در نتیجه تضمین عرضه انرژی مکفی مورد نیاز خانوارها و صنایع و کسب و کارها، پایان استفاده از انرژی اتمی را حتمی و برگشت‌ناپذیر عنوان کرده بود، اما برخی صاحب‌نظران، خواستار تمدید فعالیت نیروگاه هسته‌ای آلمان حداقل تا پایان سال ۲۰۲۴ شده‌اند. (Hertz, 2023: 37-41)

## ۶. تداوم تامین مالی پروژه‌های گازی جدید در خارج از کشور توسط دولت آلمان

آلمان یکی از ۳۹ کشور و مؤسسه مالی است که در نوامبر سال ۲۰۲۱ و در بیست و ششمین کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل متحد (COP26) تعهدی را برای توقف تامین مالی عمومی برای پروژه‌های سوخت فسیلی خارج از کشور امضا کرد. گروه مشاوران آب و هوا و آژانس محیط‌زیست فدرال آلمان (UBA) در گزارش اخیر خود اعلام نمود این کشور قصد دارد براساس اعتبار صادراتی

<sup>1</sup> . Peter Adrian



دولت، به سیاست تامین مالی پروژه‌های گازی جدید در خارج از آلمان ادامه دهد که این موضوع مغایر با تعهدات بین‌المللی دولت آلمان در حوزه حفاظت از محیط‌زیست، خصوصاً ناقض تعهدات بین‌المللی این کشور در بیست و ششمین کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل متحد (COP ۲۶) برای پایان دادن به تأمین مالی بین‌المللی سوخت‌های فسیلی و برخلاف اهداف تعیین شده در اجلاس مذکور می‌باشد.

همچنین جمهوری فدرال آلمان براساس مفاد اجلاس اقلیمی گلاسکو (اسکاتلند) تعهد داده است که از پایان سال ۲۰۲۲ از تصویب بودجه‌های مربوط به پروژه‌های زغال‌سنگ، نفت و گاز در خارج از آلمان خودداری نماید، ولی سیاست اخیر آلمان مبنی بر گنجانیدن یک سری استثناء برای گازهای فسیلی، مورد انتقاد محافل علمی و رسانه‌ای قرار گرفته است. در این رابطه آقای مک گیبون<sup>۱</sup> عضو انجمن Oil Change International می‌گوید: این سیاست ضدعلم است و با هر چیزی که دانشمندان جهان به ما می‌گویند در تضاد می‌باشد. وی افزود: آلمان می‌خواهد تا سال ۲۰۲۵ به حمایت مالی از توسعه میداین گازی جدید و تسهیلات حمل در خارج از کشور ادامه دهد و این موضوع بر خلاف اهداف توافقنامه اقلیمی پاریس می‌باشد. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) در سال ۲۰۲۲ هشدار داده بود که سرمایه‌گذاری در پروژه‌های جدید تولید زغال‌سنگ، نفت و گاز با محدود کردن گرمایش جهانی به ۱.۵ درجه سانتیگراد ناسازگار است. براساس مطالعه موسسه بین‌المللی توسعه پایدار (IISD) که روندهای انرژی را بررسی می‌کند، اجماع بزرگی در میان دانشمندان امور اقلیمی وجود دارد که توسعه هر میدان گازی جدید با محدود کردن گرمایش به ۱.۵ درجه سانتیگراد ناسازگار می‌باشد.

آلمان که قبلاً یک سوم گاز خود را از روسیه تهیه می‌کرد، گزینه‌های جایگزین در خارج از کشور را انتخاب کرده و حتی خود را به ظرفیت جدید واردات LNG با پایانه‌های شناور جدید (FSRU) مجهز کرده است. در اواخر سال ۲۰۲۲، این کشور حتی یک قرارداد ۱۵ ساله برای واردات گاز از میدان شمالی امارات متحده عربی امضا نمود. سیاست جدید آلمان به این کشور اجازه می‌دهد تا تضمین‌های صادراتی را برای حفظ پروژه‌های استخراج و حمل‌ونقل گاز موجود تا سال ۲۰۲۵ در کشورهای صنعتی و تا سال ۲۰۲۹ در کشورهای در حال توسعه ارائه دهد. به گزارش رویترز، وزارت اقتصاد و امور اقلیمی آلمان اعلام نموده است سیاست جدید برای تامین مالی پروژه‌های گازی جدید در خارج از آلمان بسیار سخت

<sup>۱</sup> . Mack Gibon



و محدود می‌باشد، ولی انتظار می‌رود این سیاست پس از طی مراحل مربوطه از پایان ۲۰۲۳ اجرایی شود. آلمان یکی از ۳۹ کشور و مؤسسه مالی بود که در نوامبر سال ۲۰۲۱ و در بیست و ششمین کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل متحد (COP26) تعهدی را برای توقف تأمین مالی عمومی برای پروژه‌های سوخت فسیلی خارج از کشور امضا کرد. در میان بزرگترین امضا کنندگان، بریتانیا، فرانسه و کانادا سیاست‌هایی را اعلام کرده‌اند که به وعده داده شده در گلاسکو عمل می‌کنند. ایتالیا قبلاً به تعهدات خود عمل نموده و طیف گسترده‌ای از معافیت‌ها را برای حمایت مستمر از پروژه‌هایی در زمینه امنیت انرژی در نظر گرفت. ایالات متحده نیز هنوز سیاست خود را منتشر نکرده، ولی در ماه می ۲۰۲۳ آژانس اعتبار صادراتی آمریکا وامی به ارزش ۱۰۰ میلیون دلار برای توسعه تاسیسات پالایش نفت در اندونزی تصویب نمود. (Deputy of Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran, 2023)

#### ۷. عدم تحقق اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در آلمان و اروپا

طبق ارزیابی‌های جدید آژانس محیط‌زیست فدرال آلمان، اهداف این کشور برای کاهش ۶۵ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ محقق نخواهد شد و این بدان معناست که سیاست رسیدن به هدف کربن صفر تا سال ۲۰۴۵ نیز تحقق نخواهد یافت. بر اساس گزارش منتشر شده توسط گروه مشاوران آب و هوا و آژانس محیط‌زیست فدرال آلمان (UBA)، این کشور به عنوان بزرگترین اقتصاد اروپا، در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های حمل‌ونقل و ساختمان به اهداف خود نرسیده است. طبق این گزارش، اهداف آلمان برای کاهش ۶۵ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ محقق نخواهد شد و این بدان معناست که سیاست رسیدن به هدف کربن صفر تا سال ۲۰۴۵ نیز تحقق نخواهد یافت.

اتحادیه اروپا و در راس آن آلمان، در اهداف بلندپروازانه خود به دنبال آن هستند که پیشگام حفاظت از محیط‌زیست و آب و هوا در جهان معرفی شوند. آلمان به عنوان بزرگترین اقتصاد اروپا قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ انتشار دی‌اکسید کربن خود را در مقایسه با سال ۱۹۹۰، تا ۶۵ درصد کاهش دهد. سطح دی‌اکسید کربن آلمان در سال ۲۰۲۲ حدود ۴۰ درصد کمتر از سطح ۱۹۹۰ بود، اما گزارش‌های جدید می‌گویند که این میزان کاهش کافی نیست. آقای هانس مارتین هنینگ رئیس شورای کارشناسان اقلیم آلمان که به دولت مشاوره می‌دهد، معتقد است کاهش مورد انتظار محقق نشده است. دولت آلمان در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۱۳۰ اقدام را در بخش‌های مختلف در دستور کار خود قرار داده است. در گزارش گروه مشاوران آب و هوا آمده است که بخش‌های گرمایشی ساختمان‌ها و



حمل و نقل در اجرای اهداف خود ناکام مانده‌اند. بخش ساختمان مدعی است تا سال ۲۰۳۰، به میزان ۳۵ میلیون تن دی‌اکسیدکربن کمتری تولید خواهد کرد، در حالی که انتظار می‌رود بخش حمل و نقل بین ۱۱۷ میلیون تا ۱۹۱ میلیون تن در مقایسه با هدف تعیین شده دولت، گازهای گلخانه‌ای بیشتری تولید نمایند. بنابراین آلمان نمی‌تواند تا سال ۲۰۴۵ بر اساس سیاست‌های اقلیمی برنامه‌ریزی شده، به اهداف تعیین شده دست یابد.

در گزارش آژانس محیط‌زیست فدرال آلمان آمده است که با توجه به وضعیت فعلی، انتظار می‌رود آلمان همچنان ۲۲۹ میلیون تن گازهای گلخانه‌ای مخرب آب و هوا در سال ۲۰۴۵ تولید نماید و این در حالی است که براساس اعلام وزارت اقتصاد و امور اقلیمی آلمان، سیاست‌هایی که از زمان روی کار آمدن دولت فعلی در اواخر سال ۲۰۲۱ اجرا شده، حدود ۸۰ درصد از انتشار دی‌اکسیدکربن مازاد را کاهش داده است. این گزارش نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل آلمان، دو سوم از انتشار گازهای گلخانه‌ای را صورت می‌دهد و این در حالی است که وزارت دیجیتال و حمل و نقل آلمان اقدامات برنامه‌ریزی شده خود مثل تخفیف بلیط راه‌آهن سراسری و مترو برای ترغیب مردم در استفاده نکردن از خودرو شخصی، اعمال جریمه و هزینه دی‌اکسیدکربن در عوارض کامیون‌ها و ... را در مسیر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اثربخش می‌داند. لازم به ذکر است بخش حمل و نقل آلمان کمترین سهم را از منابع انرژی تجدیدپذیر دارا می‌باشد. در سال ۲۰۰۰ کمتر از یک درصد انرژی مصرفی در بخش حمل و نقل از منابع انرژی تجدیدپذیر به دست می‌آمد. این سهم در سال ۲۰۲۲ به ۶.۸ درصد افزایش یافت ولی کماکان از اهداف تعیین شده عقب است. دولت آلمان در حوزه انرژی و تولید هیدروژن و فاصله گرفتن از انرژی‌های فسیلی برنامه‌های فراوانی ارائه داده است، ولی اعلام نموده که برای تامین بخشی از انرژی جهان توسط هیدروژن، نیاز به سرمایه‌گذاری بیش از ۷۰۰ میلیارد یورویی است. تولید هیدروژن در قیاس با انرژی‌های فسیلی نیاز به هزینه‌های هنگفتی دارد، ولی آلمان و اروپا باتوجه به جنگ اوکراین و تحریم‌های دوجانبه انرژی روسیه و اروپا علیه یکدیگر، ظاهراً بدنال تسریع بخشیدن به طرح هزینه‌بر هیدروژن می‌باشند. اما واقعیت تداوم حیات بزرگترین اقتصاد اروپا، حداقل در کوتاه‌مدت، استفاده از سوخت‌های فسیلی را اجتناب‌ناپذیر نموده است (Sherman, 2024: 29).

#### ۸. اهداف کشور آلمان در جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

در سپتامبر ۲۰۱۰ وزارت اقتصاد و تکنولوژی دولت آلمان سیاست‌های کلان انرژی را با اهداف زیر اعلام نمود:



کاهش گاز CO<sub>2</sub> تا سال ۲۰۲۰ به میزان ۴۰٪ کمتر از سال ۱۹۹۰

کاهش گاز CO<sub>2</sub> تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۸۰٪ کمتر از سال ۱۹۹۰

افزایش بهره وری ۷۰٪ انرژی تا سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۰۸

به روز سازی اهداف وسیع برای انرژی های تجدیدپذیر برای سال ۲۰۲۰

افزایش سهم انرژیهای تجدیدپذیر در تولید برق به میزان ۲۵٪ تا سال ۲۰۲۰ و میزان ۸۰٪ تا سال ۲۰۵۰ ( )

ادهمی و دیگران، ۱۳۹۳: ۲)

### ۹. نسخه موفق آلمان و انگلیس برای توسعه انرژی تجدیدپذیر

رهایی از نفت آرزوی بسیاری از کشورهاست. به همین منظور دولت‌ها برنامه حمایتی را از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به اجرا درآورده‌اند؛ اما تجربه نشان داده است که تنها حمایت کافی نیست و این هوشمندی دولتمردان در طراحی شیوه حمایت است که شکست یا پیروزی کشورها را در رسیدن به آرزوهایشان رقم می‌زند. هزینه تولید برق با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر هنوز یک مانع جدی بر سر راه توسعه این انرژی‌ها محسوب می‌گردد. با این وجود سال گذشته رسانه‌ها اعلام کردند در یکی از روزهای تابستان برای اولین بار در تاریخ کشور انگلستان بیش از ۵۰ درصد از مصرف انرژی الکتریکی این کشور توسط منابع انرژی تجدیدپذیر تأمین شده است. این رکورد حیرت‌آور در حالی بر جای گذاشته شد که اولین برنامه حمایتی انگلستان از انرژی‌های تجدیدپذیر با موفقیت چندانی همراه نبود. بدین ترتیب به نظر می‌رسد اصلاحات انجام‌شده در برنامه‌های حمایتی بسیار مؤثر بوده است. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مزایای بسیاری را برای دولت‌ها به دنبال دارد. هاشم اورعی، رییس انجمن علمی انرژی بادی ایران در این باره می‌گوید: «در حوزه انرژی تجدیدپذیر اگر دولت حمایت بکند در واقع از خودش حمایت کرده است چراکه اولاً مسائل زیست‌محیطی را در نظر گرفته که اگر دولت این کار را انجام ندهد عواقب اقتصادی و اجتماعی آن بر گردن دولت است و دوم اینکه به‌طور مستقیم از تلف شدن سوخت‌های فسیلی جلوگیری کرده، یعنی به‌جای این که نفت و گاز کشور را بفروشد بیاید و آن را یک پله جلوتر ببرد. برق تجدیدپذیر تولید کند و آن را بفروشد برساند پس در راستای آن، توسعه پایدار اینجا معنی پیدا می‌کند؛ بنابراین حمایت دولت از این فناوری باهدف کمک و صدقه نیست و اگر درست انجام شود هدفش کمک به اقتصاد همان دولت است (Oraei, 2014) تحلیل نتایج اعمال سیاست های انرژی در کشور آلمان نشان می‌دهد که این کشور تا حدود زیادی در تحقق اهداف میان مدت خود موفق بوده است. به طوری که در تولید برق از انرژیهای تجدیدپذیر فراتر از چشم انداز پیش رفته است



و به ۴۲٪ تولید برق از منبع تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۹ رسیده است. در خروج انرژی هسته ای و زغال سنگ و جایگزینی آن با تجدیدپذیرها نیز نتایج خوبی رقم خورده است. با رویه موجود تحقق هدف کنار رفتن کامل زغال سنگ در تولید برق در سال ۲۰۳۸ دور از دسترس نخواهد بود.

طی سه دهه گذشته در حالی که تولید ناخالص داخلی ۵۴٪ رشد داشته است، عرضه انرژی اولیه ۱۴٪/ انتشار گازهای گلخانه ای ۷٪/ ۳۵٪ کاهش داشته است. همچنین با وجود افزایش تقاضای انرژی و اعمال سیاست های بهره وری انرژی و صرفه جویی انرژی تولید برق ۴٪/۵٪ افزایش داشته است و طی این مدت تولید برق از تجدیدپذیرها ۲۰ برابر افزایش یافته است. بر طبق آخرین گزارش ها خبر نامه نیرو نوین گزارشی می نویسد: در سال ۲۰۲۳، بالغ بر ۵۵ درصد انرژی تولید شده آلمان از منابع انرژی تجدیدپذیر بوده است. ترکیب تأمین برق یک تغییر عمده نسبت به سال ۲۰۱۸ داشت، زمانی که ترکیب برق این کشور حدود ۳۸ درصد از زغال سنگ، تنها ۴۰ درصد از منابع انرژی تجدیدپذیر و ۸ درصد از گاز طبیعی تأمین می شد. در این ۵۵ درصد، حدود ۳۱.۱ درصد مربوط به باد، ۱۲.۱ درصد به برق خورشیدی، ۸.۴ درصد به زیست توده و بالغ بر ۳.۴ درصد باقی مانده از انرژی آبی و سایر انرژی های تجدیدپذیر نسبت داده شد سیاست ها و دستاوردهای کشور آلمان از بکارگیری انرژی های تجدید پذیر، این کشور را نه تنها در زمره پیش روترین این حوزه قرار داده است بلکه جایگاه آن کشور در گسترش زیرساخت های توسعه پایدار را در جهان ارتقاء بخشیده است: (Fuel Consumption Optimization Company, 2020)

20-21.

### نتیجه گیری

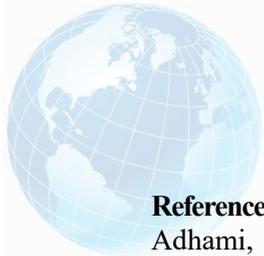
در خصوص بهره وری انرژی و جایگزینی انرژی های تجدیدپذیر به جای انرژی های فسیلی، باید گفت کشور آلمان یکی از پیش روترین کشورهای جهان در این زمینه است. یافته های مقاله نشان از نتیجه بخش بودن سیاست های مشوق بهره وری انرژی و سیاست های مالیاتی استفاده از انرژی های فسیلی در کنار سهم نفوذ انرژی های تجدیدپذیر در سیستم انرژی آلمان است. بعلاوه مشارکت بخش خصوصی، مدیریت مصرف بهینه انرژی، بهبود کارایی و بهره گیری از فناوری های جدید در این زمینه نه تنها موفقیت های فراوانی را برای این کشور به ارمغان آورده است بلکه به گسترش و استحکام زیرساخت های توسعه پایدار در این کشور کمک نموده است. طبق یافته های مقاله امروزه آلمان به کشوری تبدیل شده است که صنعت انرژی های نو را بدون رقیب و با شایستگی هدایت می کند. تقریباً یک سوم از تمام صفحات خورشیدی و بیش از نیمی از توربین های بادی کل دنیا را آلمان تولید می کند. در حال حاضر با



توجه به فاصله زیادی که آلمان از سایر کشورها پیدا کرده است و سیاست‌های اکید این کشور مبنی بر توسعه هرچه بیشتر صنعت انرژی‌های نو، رقیب جدی برای این کشور وجود ندارد.

با این وجود مسائل و چالش‌های انرژی و توسعه پایدار، برنامه‌های توسعه را تحت تأثیر قرار داده است. کشور آلمان برای مقابله با این چالشها و در عین حال بهره‌گیری مطلوب از منابع انرژی تجدیدی پذیر در دسترس، یکی از نخستین کشورهایی است که سیاست زیست‌محیطی انرژی را با هدف کاهش تولید کربن و رساندن سطح آن به تولید کربن سالانه صفر در پیش گرفته و در تلاش است با استفاده از منابع تامین انرژی ایمن مصرف آن دسته از منابع انرژی را که خطرات زیست‌محیطی بالقوه‌ای دارند قطع کند و در ابتدا از وابستگی به انرژی هسته‌ای رها شود و در ادامه با توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر و بهره‌برداری از آنها از وابستگی به انرژی فسیلی بکاهد.

آلمان به‌عنوان یک الگوی موفق در حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح جهان مطرح است. این کشور با برنامه ریزی دقیق و علمی عملاً توانست در دو دهه گذشته سهم منابع تجدیدپذیر در تولید انرژی کشورش را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد. کشور آلمان از توسعه پایدار توانسته است جایگزینی انرژی‌های پاک را به جای انرژی‌های فسیلی با موفقیت عملی سازد و در برآوردن نیازهای امروزیان بی‌آسیب رسانی به نیازهای آیندگان موفق باشد. این کشور توانسته است از منابع انرژی بدرستی استفاده کند، سرمایه‌گذاری‌ها را در مسیر درست هدایت کند و در سمت‌گیری توسعه تکنولوژیکی در زمینه بهره‌گیری از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر گام‌های اساسی در جهت رفع نیازهای حال و آینده بردارد و این اقدامات دقیقاً همان توسعه پایدار است که خصوصیات آن در ابتدای مقاله نگارش شد. کشور آلمان یکی از بهترین الگوها برای کشور ما در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و نیل به توسعه پایدار است.



## References

- Adhami, M., Kamali, A., Qanadian, M., & Najarnajad, M. (2014). *Study of Germany's policies regarding renewable energy and the role of government governance in developing these energies*. 6th National Conference on Renewable, Clean and Efficient Energy, Tehran.
- Oraei, H. (2015). *Germany and UK's successful outcomes in renewable energy development*. Retrieved from <https://www.khabaronline.ir/new422187>
- Neday-e Tose'e Team. (2022). *What are the 17 sustainable development goals and why are they important?* Retrieved from <https://www.nedayetosee.com>
- Hosseiniya, S. (2013). *Informative propositions on the expansion of renewable energy in Germany*. Retrieved from <https://www.tasnimnews.com/fa/news/113007>
- Niro Novian Newsletter. (2024). *55% of Germany's electricity is produced by renewables*. Retrieved from <https://nnqenergy.com/55>
- Zahedi, Sh. S., & Najafi, G. (2006). Conceptual expansion of sustainable development. *Modares Journal of Humanities*, 10(4).
- Fuel Consumption Optimization Company. (2020). *Germany's energy policies*. Tehran: Measurement and Validation Unit.
- Foroughi, D. (1996). *Energy for the world of tomorrow*. Tehran: World Energy Council, Iran National Committee.
- Farhadi, K. (2021). *Examining the relationship between environment and economy and the role of universities in sustainable development*. Tehran: 1st National Conference on the Ideal University in the Second Step of the Revolution.
- Ganjitar, H. (2014). *Germany's leadership in new energies*. Sehat Newspaper. Retrieved from <https://www.shana.ir/news/224613>
- Deputy of Economic Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran. (2021). *Energy consumption optimization in Germany*. Retrieved from <https://economic.mfa.gov.ir/portal/newaview/637738>
- Deputy of Economic Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran. (2022a). *Energy management status in Germany in 2022*. Retrieved from <https://economic.mfa.ir/portal/newaview/701257>
- Deputy of Economic Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran. (2022b). *End of the nuclear energy era in Germany*. Retrieved from <https://economic.mfa.gov.ir/portal/newaview/717537>
- Deputy of Economic Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran. (2022c). *Latest developments in Germany's energy market*. Retrieved from <https://economic.mfa.gov.ir/portal/newaview/719155>
- Deputy of Economic Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran. (2023a). *Failure to reduce greenhouse gas roles in Germany and Europe*. Retrieved from <https://economic.mfa.gov.ir/portal/newaview/728233>



Deputy of Economic Diplomacy, Ministry of Foreign Affairs of Iran. (2023b).  
*Continuation of financing new gas projects abroad by the German government.*  
Retrieved from <https://economic.mfa.gov.ir/portal/newaview/729152>