

Fossil Fuels, Renewable Energy, International Order, Power Cycle Theory

Alireza Jorjani PhD Student in International Relations, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran. Email: darman.shahrood@gmail.com

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

Hooman Bahmanpour Assistant Professor, Department of HSE, Faculty of Technology and Engineering, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran. Email: h.bahmanpour@srbiau.ac.ir

Article Info

Article Type:

Reserch Article

Keywords:

Performance Of
Obligation, Contractual
Term, Early
Performance,
International
Instruments

ABSTRACT

Our goal in this research is to examine the position of countries such as China, Germany and the United States in the field of renewable energies and to benefit from the expanded theory of the Charles-Doran power cycle, to be able to show the amount of investment and policies of these countries regarding renewable energies and to express the necessity of changing the energy consumption pattern. Given the limitation of fossil resources, increasing production costs, the need to protect the environment and energy crises, countries around the world need to change the energy pattern from fossil fuels to renewable energies in the near future, and countries that benefit from renewable energy technologies as one of the indicators of national power in the future will practically gain control and management of the world's energies and will have a major impact on changes in the international order. This research, using a qualitative method and by applying and modifying the theory of the power cycle, seeks to confirm or answer the main question.

Cite this Article: Jorjani, A. , Mirkoosh, A. H. And Bahmanpour, H. (2024). The Shift from Fossil Fuels to Renewable Energy and Its Impact on International Order. *International Relations Researches*, 14(3), 237-261. doi: 10.22034/irr.2025.507198.2670



© Author(s)

Publisher: Iranian International Studies Association

DOI: 10.22034/irr.2025.507198.2670

تغییر الگوی مصرف انرژی از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدید پذیر و تأثیر آن بر نظم بین‌الملل

علیرضا جرجانی دانشجوی دکتری روابط بین‌الملل، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران رایانامه:

darman.shahrood@gmail.com

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

ایران. رایانامه: ammirkoolesh@gmail.com

هومن بهمن پور استادیار گروه HSE، دانشکده فنی و مهندسی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. رایانامه:

h.bahmanpour@srbiau.ac.ir

در باره مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف ما از این پژوهش این است که با بررسی جایگاه کشورهای همچون چین، آلمان و آمریکا در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌مندی از نظریه بسط یافته سیکل قدرت چارلز دوران بتوانیم میزان سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری این کشورها را در خصوص انرژی‌های تجدید پذیر نشان داده و ضرورت تغییر الگوی مصرف انرژی را بیان کنیم
کلیدواژه‌ها: سوخت‌های فسیلی، انرژی‌های تجدیدپذیر، نظم بین‌الملل، نظریه سیکل قدرت.	با توجه به محدودیت منابع فسیلی، افزایش هزینه‌های تولید، نیاز به حفظ محیط زیست و بحران‌های انرژی، کشورهای جهان در آینده نزدیک نیاز به تغییر الگوی انرژی از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر دارند و کشورهایی که در آینده از فن‌آوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر بعنوان یکی از شاخص‌های قدرت ملی بهره‌مند باشند عملاً به کنترل و مدیریت انرژی‌های جهان اشرافیت پیدا کرده و در تغییرات نظم بین‌الملل تأثیر عمده‌ای خواهند داشت. این پژوهش با روش کیفی و با کاربرد و اصلاح نظریه سیکل قدرت بدنبال تأیید یا پاسخ به سوال اصلی می‌باشد.
تاریخچه مقاله تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۱	

استناد به این مقاله: جرجانی، علیرضا، میرکوشش، امیر هوشنگ و بهمن پور، هومن (۱۴۰۳). تغییر الگوی مصرف انرژی از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدید پذیر و تأثیر آن بر نظم بین‌الملل. پژوهش‌های روابط بین‌الملل، ۱۴(۳)، ۲۳۷-۲۶۱. doi:

10.22034/irr.2025.507198.2670

© نویسنده (گان)

ناشر: انجمن ایرانی روابط بین‌الملل





انسان ابتدا از انرژی خورشید، باد، آب در جهت پیشبرد اهداف خود بهره گرفت و پس از آن با رشد کشاورزی، از نیروی حیوانات نیز بهره‌مند گردید و توانست از نیروی آنها در جهت توسعه‌ی تجارت، کشاورزی و حمل و نقل استفاده نماید. پس از آن با اختراع موتور بخار جهش بلندی در توسعه‌ی انرژی صورت گرفت و سوخت‌های فسیلی به شدت رواج یافت، بزرگترین منبع تولید انرژی ابتدا ذغال سنگ بود، سپس نفت خام در سال ۱۸۸۰ کشف شد و توانست به سرعت مراحل پیشرفت و تکامل را طی کند و با فرآورده‌هایی نظیر بنزین، گازوئیل، نفت سفید و ... جایگاه خود را در چرخه‌ی انرژی تثبیت کند (ترکجزی، ۱۳۹۳: ۱۲). اما با توجه به اینکه سوخت‌های فسیلی دارای منابع محدود و پایان پذیرند، کشورهای پیشرفته دست به کار شدند و تلاش کردند تا حدودی انرژی هسته‌ای را جایگزین سوخت‌های فسیلی نمایند اما هزینه بالای استخراج، تولید و نگهداری سوخت‌های هسته‌ای و آلودگی زیست محیطی آنها موجب شد جهان به دنبال منابع با صرفه‌تر و بهتری همچون انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک بروند (هاشمی، ۱۳۸۲: ۴۳) از طرف دیگر با افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ کشورهای صنعتی مجبور شدند به مسئله تولید انرژی از راه‌های دیگر به غیر از استفاده از سوخت‌های فسیلی توجه جدی‌تری نمایند. اکنون نیز کشورهای نفت خیز خاورمیانه و شمال آفریقا در حال چرخش از نفت به منابع انرژی‌های نو هستند؛ چرخشی که می‌تواند وضعیت ژئوپلیتیک مناطق را تحت تأثیر قرار دهد. در هر صورت در حال حاضر می‌توان گفت انرژی یکی از مهم‌ترین پیشران‌های توسعه اقتصادی و از عوامل مهم ایجاد امنیت و پایدار شدن اقتصاد کشورهای جهان محسوب می‌گردد. همچنین در عرصه مناسبات و نظام بین‌الملل نیز برخورداری از منابع انرژی بعنوان یکی از شاخص‌ها و ابزارهای قدرت می‌باشد. در این پژوهش نیز به رشد سرمایه‌گذاری کشورهای آمریکا، چین و آلمان در زمینه بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته و با استفاده از روش تحقیق کیفی و بر مبنای روش تجزیه و تحلیل اطلاعات توصیفی تبیینی تلاش شده بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر را در چارچوب نظریه بسط یافته سیکل قدرت تبیین نموده و به دنبال پاسخ به این سوال که تغییر الگوی مصرف انرژی از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر چه تاثیری بر نظام بین‌الملل آینده می‌گذارد، هستیم.



۱. چار چوب نظری: نظریه سیکل قدرت

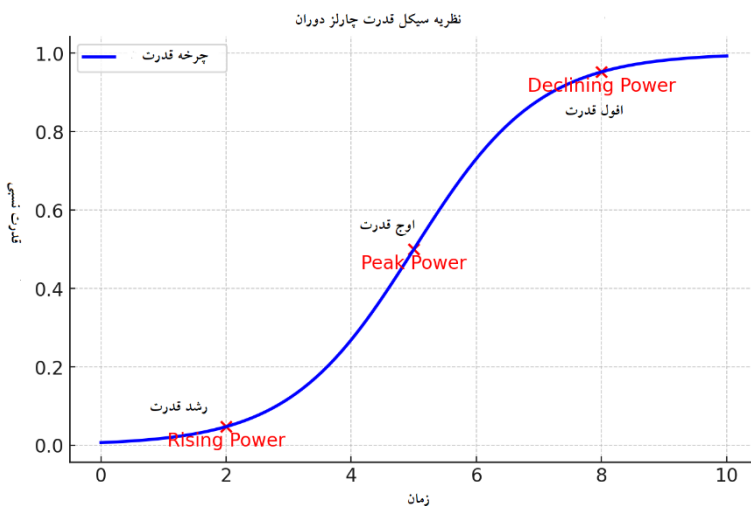
نظریه سیکل قدرت نخستین بار توسط چارلز دوران در اوایل دهه ۱۹۹۰ مطرح گردید و سپس در محافل علمی و دانشگاهی اشاعه یافت. این نظریه که درباره ظهور و افول و سقوط قدرت‌های بزرگ بین‌المللی است، ادعا میکند که رشد و زوال قدرت ملی، کلیدی برای فهم وقوع جنگ‌های بزرگ است. به اعتقاد دوران، تغییر در قدرت ملی از یک الگوی منظم صعود، بلوغ و انحطاط پیروی میکند و این خط سیرها، رقابت‌های مرتبط با قدرت‌های بزرگ را انعکاس می‌دهند. هنگامی که این دولتها با وارونگی غیر منتظره‌ای در مسیر و میزان تغییر در خط سیر قدرتشان مواجه میشوند، تحت شرایط گوناگون قرار می‌گیرند که خطر وقوع جنگ‌ها را افزایش میدهد، تعداد زیادی از قدرت‌های بزرگ که خودشان را تحت اجبار چنین وارونگی می‌یابند، گرایش زیادی به ورود به جنگ‌های بزرگ از خود نشان می‌دهند (Tessman and chan, 2004: 131). نظریه سیکل قدرت ابعاد و زوایای مختلفی را در بر می‌گیرد. در این مقاله آن بخش از این نظریه را مد نظر قرار خواهیم داد که تبیین‌کننده موضوع مطالعه ما یعنی ((کنش چالشگرانه کشورهای دارای منابع انرژیهای تجدیدپذیر و نقش آنها در نظام بین‌الملل می‌باشد)) از جمله مواردی که در نظریه قدرت مطرح شده و مرتبط با موضوع می‌باشد به شرح ذیل می‌باشد:

- قدرت هر کشور تابع توانمندی‌های آن کشور است پس قدرت هر کشور در نتیجه افزایش یا کاهش توانمندی‌های آن کشور عملاً افزایش یا کاهش خواهد یافت.
- قدرت هر بازیگر امری نسبی است و در مقایسه با قدرت سایر بازیگران میتواند مورد محاسبه قرار گیرد. به عنوان مثال رشد منحنی قدرت یک بازیگر میتواند با نزول منحنی قدرت بازیگر دیگر همراه گردد.
- افزایش قدرت هر بازیگر، به افزایش نقش آن بازیگر منجر میشود. به عبارت دیگر جایگاه و نقش یک بازیگر در نظام بین‌الملل تابع قدرت و توانایی آن بازیگر است.
- زمانی که قدرت یک بازیگر بر بازیگر دیگر فزونی گیرد و بازیگر نوظهور، متقاضی افزایش نقش خود در صحنه بین‌الملل گردد، مرحله حساس یا نقطه عطفی در نظام بین‌الملل اتفاق می‌افتد که می‌تواند به دگرگونی در ساختار نظام بین‌الملل منجر شود (قلی‌زاده و شفیعی، ۱۳۹۱).



• رفتار قدرت چالش شده (اصلی) درمقابل تقاضای قدرت نوظهور (چالشگر) به سه شکل متجلی میگردد: استفاده از قدرت نظامی به شکل یک اقدام پیشگیرانه علیه کشور چالش کننده، ایجاد ائتلاف گسترده به منظور تعدیل قدرت بازیگر جدید در صورتی که به تنهایی قادر به مهار قدرت جدید نباشد، پذیرش جایگاه قدرت نوظهور در تصمیم گیریهای بین المللی و جهانی (اخوان زنجانی، ۱۳۸۴: ۱۷۱-۱۶۱).

چارلز دوران در نظریه چرخه قدرت استدلال می کند که قدرت های بزرگ در یک الگوی چرخه ای از رشد، بلوغ و افول قرار دارند. بر اساس این نظریه، نظام بین الملل زمانی بی ثبات می شود که یک قدرت بزرگ به نقطه عطفی در مسیر قدرت خود برسد، خواه این نقطه اوج قدرت باشد یا آغاز افول (Doran, 1991: 19-27) یکی از جنبه های کلیدی این نظریه، نقاط عطف بحرانی است که در آن تغییرات سریع در قدرت نسبی می تواند باعث درگیری های بین المللی شود (Doran: 58-65) این نظریه همچنین یک چارچوب پیش بینی کننده ارائه می دهد که به تحلیل رفتار دولت ها در دوران گذار کمک می کند (Doran: 72)



نمودار چرخه قدرت چارلز دوران - منبع: نگارندگان

شاخص های کلی قدرت یک کشور از نظر دوران عبارتند از قدرت نظامی، قدرت اقتصادی، نفوذ سیاسی و انسجام داخلی که در قالب الگوی چرخه قدرت در جدول ذیل آمده است:



تغییرات قدرت هر کشور بر اساس شاخص‌های قدرت در مراحل چرخه قدرت

مرحله چرخه قدرت	قدرت اقتصادی	توان نظامی	نفوذ سیاسی	انسجام داخلی
صعود اولیه	متوسط → رو به رشد	متوسط	محدود	متوسط
رشد سریع	قوی و پایدار	توسعه یافته	افزایش نفوذ	بالا
اوج قدرت	بسیار قوی	قوی	بیشترین تأثیرگذاری	بالا اما شکننده
افول تدریجی	کند شدن رشد	کاهش نسبی	کاهش نفوذ	افزایش نارضایتی
بحران و بی‌ثباتی	ضعف شدید	کاهش قدرت نظامی	نفوذ حداقلی	بحران داخلی

منبع: نگارندگان

البته بعدها در نظریه سیکل قدرت بخصوص در مدل تجدید نظر شده و نوین آن که توسط دیلان کیسان پردازش گردیده است، شش مولفه و یا شاخص اصلی را برای سنجش قدرت کشورها که ابتدا در سطح مطلق و سپس در موقعیت نسبی مورد ارزیابی قرار گرفته اند، مورد توجه قرار می گیرد از نظر دیلان کیسان شاخص‌های ارزیابی قدرت :

قابلیت اقتصادی: تولید و فولاد، مصرف انرژی، جمعیت شهری بعنوان درصدی از جمعیت
 قابلیت نظامی: مخارج نظامی، پرسنل نظامی، سرانه مخارج نظامی به ازای هر سرباز (kissane, 2005:68)



جدول مفهومی برای شاخص‌های ارزیابی قدرت از دیدگاه دیلان کیسان ارائه شده است

ابعاد قدرت	شاخص‌ها
قابلیت اقتصادی	تولید و فولاد مصرف انرژی درصد جمعیت شهری از کل جمعیت
قابلیت نظامی	مخارج نظامی پرسنل نظامی سرايه مخارج نظامی به ازای هر سرباز

منبع: نگارندگان

۱-۱. تعدیل نظریه سیکل قدرت

در این تحقیق تلاش شده است نظریه سیکل قدرت چارلز دوران با توجه به اهمیت انرژی در قدرت کشورها، انرژی‌های تجدید پذیر بعنوان یکی از عناصر و شاخص‌های جدید در قدرت و نظم بین‌الملل آینده تعدیل و تبیین شود. در نظریه چرخه قدرت چارلز دوران، شاخص‌های سنتی مانند قدرت اقتصادی، توان نظامی و نفوذ سیاسی برای سنجش موقعیت یک کشور در نظام بین‌الملل مورد توجه قرار گرفته‌اند. با ظهور چالش‌های زیست‌محیطی و تغییرات اقلیمی، انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک شاخص جدید و مهم در ارزیابی قدرت و نظم بین‌الملل آینده مطرح شده‌اند. در ادامه به تبیین و تحلیل این شاخص پرداخته می‌شود:

۲. مفهوم انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان شاخص قدرت

امنیت انرژی

استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی، زیست‌توده و آب باعث کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی می‌شود. کشورهایی که توانایی تولید انبوه انرژی تجدیدپذیر دارند، از نظر امنیت انرژی مزیت رقابتی پیدا می‌کنند؛ زیرا وابستگی به منابع خارجی کاهش می‌یابد و از اثرات نوسانات قیمت نفت و گاز بر اقتصاد آنها جلوگیری می‌شود.



رشد اقتصادی و نوآوری

سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر می‌تواند زمینه‌ساز رشد اقتصادی پایدار و ایجاد شغل‌های جدید در این حوزه باشد. علاوه بر این، توسعه این فناوری‌ها منجر به انتقال تکنولوژی، افزایش سطح نوآوری و متعاقباً بهره‌وری در سایر بخش‌های اقتصادی می‌شود.

تأثیرات زیست‌محیطی

استفاده گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقابله با تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. از دیدگاه قدرت نرم، کشورهایی که در این زمینه پیشگام هستند، می‌توانند نقش مهمی در تعیین استانداردهای جهانی و ایجاد چارچوب‌های همکاری بین‌المللی در حوزه محیط زیست داشته باشند.

۳. تبیین در چارچوب نظریه سیکل قدرت دوران

در نظریه سیکل قدرت دوران، کشورها در مسیر رشد، بلوغ و افول قدرت قرار دارند. افزودن شاخص انرژی‌های تجدیدپذیر به این نظریه می‌تواند ابعاد جدیدی را به تحلیل قدرت کشورها اضافه کند:

• در مرحله صعود

کشورهایی که در حال افزایش قدرت هستند، با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر می‌توانند رشد اقتصادی و فناوری خود را تسریع کنند. این امر به افزایش پایداری و استقلال انرژی آنها کمک می‌کند.

• در مرحله اوج

در نقطه اوج قدرت، کشورها معمولاً دارای زیرساخت‌های پیشرفته انرژی هستند. ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر در سیاست‌های ملی می‌تواند به تقویت قدرت نرم و رهبری در استانداردهای محیط زیستی بین‌المللی بیانجامد.

• در مرحله افول یا بحران

در دوره‌های کاهش قدرت، عدم تطبیق با تغییرات فناوری و عدم سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر ممکن است باعث کاهش رقابت‌پذیری و افزایش وابستگی به منابع خارجی شود. این موضوع می‌تواند یکی از عوامل تسریع در فرایند افول قدرت باشد.



۴. تحلیل و تأثیر بر نظم بین‌الملل آینده

• تعریف معیار جدید قدرت

انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک شاخص جدید، می‌تواند معیارهای سنتی قدرت (اقتصادی، نظامی و سیاسی) را تکمیل کند. کشورهایی که در این حوزه پیشگام هستند، قادر خواهند بود تا در فضای بین‌المللی به عنوان مدل‌های موفق در تحول پایدار شناخته شوند.

• تغییر در ساختار رقابت بین کشورها

اگر کشورهای قدرت‌مند به سرعت در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر پیشرفت کنند، این امر موجب تغییر در دینامیک رقابت بین کشورها خواهد شد. کشورهایی که فناوری‌های سبز و تجدیدپذیر را در استراتژی‌های ملی خود بگنجانند، از نظر اقتصادی و استراتژیک در موقعیت بهتری قرار خواهند گرفت.

• همکاری‌های بین‌المللی و قدرت نرم

پیشرفت در انرژی‌های تجدیدپذیر زمینه ایجاد همکاری‌های چندجانبه در حوزه محیط زیست و انرژی را فراهم می‌کند. این همکاری‌ها می‌توانند به تقویت قدرت نرم کشورها و ایجاد یک نظم بین‌الملل مبتنی بر استانداردهای پایدار کمک کنند.

جدول مفهومی: انرژی‌های تجدیدپذیر در چرخه قدرت دوران

مرحله چرخه قدرت	ویژگی‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر	تأثیر بر قدرت و نظم بین‌الملل
در مرحله صعود	سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز - توسعه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر	افزایش استقلال انرژی - رشد اقتصادی پایدار
در مرحله اوج	بهره‌برداری بهینه از منابع تجدیدپذیر - نوآوری و رهبری در استانداردهای سبز	تقویت قدرت نرم - رهبری در مباحث محیط زیستی جهانی
در مرحله افول/بحران	کاهش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر - وابستگی به سوخت‌های فسیلی	کاهش رقابت‌پذیری اقتصادی - افزایش وابستگی به منابع خارجی

منبع: نگارندگان

افزودن شاخص انرژی‌های تجدیدپذیر به نظریه چرخه قدرت چارلز دوران، ابعاد جدیدی از تحلیل قدرت کشورها را بسط می‌دهد. از نظر اقتصادی، فناوری و محیط زیست، انرژی‌های تجدیدپذیر به



عنوان عاملی کلیدی در تعیین آینده نظم بین‌الملل مطرح خواهند شد. کشورهایی که در این حوزه پیشگام باشند، می‌توانند از مزایای استراتژیک و قدرت نرم بهره‌مند شوند و نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییرات ساختاری نظام بین‌الملل ایفا کنند.

۵. انواع انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر انرژی‌های تجدیدپذیر به آن دسته از منابع انرژی گفته می‌شود که از طریق فرایندها و سازوکارهای طبیعت، به طور پیوسته تجدید می‌شوند و در دسترس انسان قرار می‌گیرند (اژئیان، ۱۳۹۳: ۱۲۳). در کل آن دسته از منابع انرژی غیرفسیلی را که ویژگی‌هایی نظیر قابلیت استخراج و بهره‌برداری مستمر و قابل تجدید، دردسترس بودن و سازگاری با محیط زیست داشته باشند، می‌توان انرژی تجدیدپذیر نامید. به این ترتیب به انرژی‌های تولید شده از منابع خورشیدی، بادی، آبی، زمین گرمایی، زیست توده و نظایر آن انرژی تجدیدپذیر گفته می‌شود حال به چند مورد از مهمترین انرژی‌های تجدید پذیر اشاره می‌کنیم:

انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی به طور رایگان و بدون هیچ گونه محدودیتی در همه‌ی نقاط جهان دریافت می‌شود. واضح ترین و ساده ترین روش استفاده از انرژی خورشیدی و تبدیل آن به انرژی حرارتی از طریق گردآورنده‌های حرارتی خورشیدی است. تبدیل مستقیم نور خورشید به الکتریسته نظر بسیاری از دانشمندان را برانگیخت. نه تنها به این خاطر که این فن آوری می‌توانست به طور مؤثر از تمرکز سیستم‌های تولید برق بکاهد، بلکه تولید برق از انرژی خورشیدی با هزینه‌ی اندک و با راندمان بالا همواره از خواست‌های بشر بوده است (خوش اخلاق و شریفی، ۱۳۸۴: ۷).

انرژی باد

با بروز بحران انرژی در دهه ۱۹۷۰ بهره‌مندی از انرژی باد اهمیت بیشتری نسبت به قبل پیدا کرد و همین موضوع موجب پیشرفت هر چه بیشتر فناوری‌های مرتبط با انرژی باد شد تا جایی که امروزه سریع ترین رشد در میان سایر فناوری‌های تولید برق در جهان مربوط به انرژی باد است. دسترسی آسان، ارزانی و آسیب نرساندن به محیط زیست از دلایل اصلی این پیشرفت است. آلمان، آمریکا و چین از فعال ترین



کشورها در زمینه استفاده از انرژی باد برای تولید برق هستند؛ به طوری که تعداد زیادی از توربین‌های بادی جهان در این سه کشور کشور نصب شده است (بریمانی و کعبی نژاد، ۱۳۹۳: ۱۲).

انرژی آب (نیروی برق آبی)

نیروگاه‌های برق آبی نیاز به سوخت ندارند و به لحاظ حفظ محیط زیست و ذخایر آبی، یاری رسان هستند. نیروگاه‌های برق آبی در کنترل فرکانس شبکه نقش موثری دارند. با توجه به معضل تغییر فرکانس در شبکه کشور، وجود این نیروگاه‌ها در کنترل فرکانس، مفید است. نیروگاه‌های برق آبی، انرژی مورد نیاز خود را برای تولید برق از جریان آب رودخانه‌ها با کانال‌های انتقال آب تامین می‌کنند. در نیروگاه‌های برق آبی جریان آب و یا انرژی پتانسیل آب پشت سدها و آب بندها عامل تولید برق می‌باشند. بدین صورت که از انرژی موجود در جریان آب رودخانه‌ها می‌توان در چرخاندن پره‌های یک توربین آبی برای تولید انرژی مکانیکی و پس از آن تولید انرژی الکتریکی توسط ژنراتورها بهره جست (اسکندری و زارع، ۱۳۸۷: ۹۱).

انرژی زیست توده

انرژی زیست توده یکی از انواع انرژی است که با توجه به فراوانی آن در کشورهای مختلف از آن به عنوان منبع سوخت استفاده می‌شود. زیست توده اصطلاحی است که مواد سلولزی مانند ضایعات کشاورزی، ضایعات خانگی با منشاء سلولزی، ضایعات کاغذ و ضایعات جنگل‌ها را شامل می‌شود. بیوگاز یا گاز حاصل از فراوری منبع زیست توده مخلوطی قابل اشتعال از تخمیر مواد آلی در یک دامنه دمای معین و PH مشخص است که در شرایط غیر هوازی توسط میکروب‌ها بوجود می‌آید و از حدود ۹۰ تا ۷۰ درصد گاز متان و اکسیدهای کربن، هیدروژن سولفید، نیتروژن و هیدروژن تشکیل شده است. این گاز را که از انرژی‌های نو و تجدید پذیر محسوب می‌شود می‌توان در روستاها با استفاده از فضولات دامی و انسانی همراه با گیاهان و چربی‌ها، تولید و در همان محل بصورت سوخت مصرف کرد (شورای جهانی انرژی، ۱۳۷۵).



سوخت جلبکی

یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر سوخت‌های زیستی است. در حال حاضر زیست سوخت‌ها اغلب از گیاهان روغنی، پسماند روغن‌های خوراکی و یا چربی‌های حیوانی تولید می‌شوند. منابع جلبک‌ها و ریز جلبک‌ها به دلیل ظرفیت بالای روغن، سرعت رشد زیاد، کمک‌کننده به کاهش آلودگی هوا، منابع مناسبی برای تولید زیست سوخت به نظر می‌رسند. در سالیان اخیر تحقیقات زیادی در مورد استفاده از ریز جلبک‌ها به عنوان مواد اولیه تولید زیست سوخت انجام شده است (مرندی و دهدشتیان، ۱۳۸۷).

۶. جایگاه چین در انرژی‌های تجدیدپذیر

چین بزرگ‌ترین سرمایه‌گذار جهان در انرژی‌های تجدیدپذیر است، به طوری که چهار مورد از پنج معامله بزرگ انرژی‌های تجدیدپذیر جهان در سال ۲۰۱۶ متعلق به شرکت‌های این کشور است، در سال ۲۰۱۷، سرمایه‌گذاری در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر بالغ بر ۲۷۹٫۸ میلیارد دلار در سرتاسر جهان بود که ۱۲۶٫۶ میلیارد دلار یا ۴۵ درصد، از سرمایه‌گذاری‌های جهانی در چین بوده است به گفته دکتر کورنلیا ترمن، «چین به بزرگ‌ترین سرمایه‌گذار، تولیدکننده و مصرف‌کننده انرژی‌های تجدیدپذیر در سراسر جهان تبدیل شده است و با ساخت پنل‌های خورشیدی پیشرفته، توربین‌های بادی و تأسیسات انرژی آبی تبدیل به بزرگ‌ترین تولیدکننده خودروهای برقی و اتوبوس در جهان تبدیل شده است». همچنین چین رهبر اصلی فناوری انرژی پاک است. همان‌طور که تولید انرژی‌های تجدیدپذیر چین رشد کرده است، هزینه‌های فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به دلیل نوآوری و صرفه جویی در مقیاس ناشی از گسترش بازار، به‌طور چشمگیری کاهش یافته است.

در سال ۲۰۱۵، چین با تولید ۴۳ گیگاوات کل ظرفیت نصب شده برق فتوولتائیک، به بزرگ‌ترین تولیدکننده برق در جهان تبدیل شد. از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴، تولید سلول‌های خورشیدی در چین ۱۰۰ برابر رشد داشته است (عاشق آبادی و ابطی، ۱۳۹۷).

این کشور قصد دارد تا سال ۲۰۶۰ هشتاد درصد از کل انرژی خود را از منابع سوخت غیرفسیلی تأمین کند و در مجموع به ۱۲۰۰ گیگاوات ظرفیت خورشیدی و بادی تا سال ۲۰۳۰ برساند. در همین راستا به



گزارش "تری گورجس" که زیرمجموعه بزرگترین شرکت برق آبی چین است این کشور در حال حاضر مشغول ساخت نیروگاهی در صحرای مغولستان می باشد که هدفش تولید ۴۵۵ گیگاوات برق از انرژیهای تجدید پذیر است. اگرچه چین در حال حاضر دارای بزرگترین ظرفیت نصب شده نیروگاههای آبی، خورشیدی و بادی در جهان است، اما نیازهای انرژی آن به حدی زیاد است که در سال ۲۰۱۹، منابع تجدیدپذیر فقط توانست ۲۶ درصد از تولید برق را به خود اختصاص دهد. مابقی نیاز به انرژی بیشتر، فعلا توسط نیروگاههای زغالسنگ تأمین می شود. در اوایل سال ۲۰۲۰، انرژیهای تجدیدپذیر حدود ۴۰ درصد از کل ظرفیت برق نصب شده چین و ۲۶ درصد از کل تولید برق آن را تشکیل می داد. تا سال ۲۰۲۱، به ۲۹٫۴ درصد از کل تولید برق رسیده بود و انتظار می رود که سهم انرژیهای تجدیدپذیر در کل تولید برق تا سال ۲۰۲۵ به ۳۶ درصد افزایش یابد، تا تعهد چین برای دستیابی به حذف کربن قبل از سال ۲۰۶۰ برآورده شود. چین انرژیهای تجدیدپذیر را نه تنها برای کاهش انتشار کربن، بلکه به عنوان منبع امنیت انرژی می داند. برنامه اقدام چین برای پیشگیری و کنترل آلودگی هوا که توسط شورای دولتی چین در سپتامبر ۲۰۱۳ صادر شد، نشان دهنده تمایل دولت برای افزایش سهم انرژیهای تجدیدپذیر در سبد انرژی چین است. برخلاف نفت، زغالسنگ و گاز که منابع آنها محدود و در معرض تنشهای ژئوپلیتیکی است، سیستمهای تولید انرژی تجدیدپذیر را می توان در هر جایی که آب، باد و خورشید در حد کافی وجود دارد، ساخته و استفاده کرد (Davis&Andrew,2018:21).

چین و ایالات متحده پیش از کنفرانس آب و هوا COP۲۸ توافق کردند که از یک هدف جهانی برای سه برابر کردن ظرفیت انرژیهای تجدیدپذیر تا سال ۲۰۳۰ حمایت کنند. این امر به عنوان احیای همکاری اقلیمی بین بزرگترین و دومین تولیدکننده گازهای گلخانه ای در جهان مورد استقبال قرار گرفت و این امیدواری را ایجاد کرد که این دو نماینده راهی از میان طوفان مبادلات منفی دیپلماتیک برای زنده نگه داشتن چشم انداز جهانی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی پیدا کنند. هنگامی که آژانس بین المللی انرژی، ارزیابی خود را از وعده سه برابر کردن انرژیهای تجدیدپذیر در سطح جهان تا سال ۲۰۳۰ منتشر کرد، اشاره شد که افزایش ۵۰ درصدی تأسیسات تجدیدپذیر جهانی در سال ۲۰۲۳ عمدتاً توسط



چین انجام شده است. در سال ۲۰۲۲، چین تقریباً به اندازه مجموع سایر نقاط جهان ظرفیت فتوولتائیک خورشیدی نصب کرد، سپس در سال ۲۰۲۳ تأسیسات خورشیدی جدید را دو برابر کرد، ظرفیت انرژی بادی را تا ۶۶ درصد افزایش داد و تقریباً چهار برابر ذخیره انرژی اضافه کرد. در سال ۲۰۲۱، در تعهدات توافق پاریس که چین به سازمان ملل ارائه کرد، پکن متعهد شد رشد زغالسنگ را محدود کند و انرژی و میزان کربن را تا سال ۲۰۲۵ کاهش دهد، سهم منابع انرژی غیر فسیلی را تا سال ۲۰۲۵ به ۲۰ درصد و تا سال ۲۰۳۰ به ۲۵ درصد افزایش یابد بنا بر نظر تحلیلگران، چین میتواند تا پایان سال ۲۰۲۶ هزار گیگاوات انرژی خورشیدی از یازده هزار گیگاوات مورد نیاز جهان برای دستیابی به اهداف توافق پاریس تا سال ۲۰۳۰ را در اختیار داشته باشد. (چگونه چین در انرژیهای تجدید پذیر رهبر جان شد؟، ۱۴۰۳).

چرا بخش تجدیدپذیر چین در حال رشد سریع است؟ اعلامیه سال ۲۰۲۰ چین مبنی بر اینکه تا سال ۲۰۶۰ به کربن صفر دست خواهد یافت، یک سیگنال سیاسی قدرتمند به نفع سرمایه گذاری های تجدیدپذیر بود. عوامل کلان اقتصادی نیز در این میان نقش داشتند. قطع وام دهی بیش از حد به بخش املاک و مستغلات از سال ۲۰۲۰ به سرمایه گذاری بیشتر در تولید انرژی های تجدیدپذیر کمک کرد. اعطای وام های تولیدی به ویژه در بخش های سبز و فناوری پیشرفته همچنان در حال رشد است. دومین اقتصاد بزرگ جهان در حال حرکت به سمت توسعه سبز است و این امر از جمله نقاط روشن اقتصادی آن در سالهای اخیر بوده است. آمارهای گمرک نشان میدهد که ارزش صادرات "سه محصول جدید" - خودروهای الکتریکی، باتریهای لیتیومی و سلولهای خورشیدی در سال ۲۰۲۳ با ۲۹،۹ درصد افزایش نسبت به سال قبل به ۱،۰۶ تریلیون یوان ۱۴۷،۴ میلیارد دلار رسیده است. چین مزیت رقابتی خود را در ثبات سیاستی حفظ کرده و هزینه ها را برای رهبری بازار جهانی در صادرات انرژی خورشیدی و بادی پایین نگه داشته است. برای مثال، در قطر، یک شرکت چینی ایستگاه فتوولتائیک ۸۰۰ مگاواتی را در سال ۲۰۲۲ به عنوان اولین نیروگاه غیر فسیلی این کشور نفت خیز خاورمیانه راه اندازی کرد. به گفته کارشناسان صنعت و مقامات دولتی چین، انتظار میرود صنعت خودروسازی چین نقشی محوری در جلوگیری از انتشار دی اکسید کربن تا سال ۲۰۳۰ و همچنین در رسیدن به وضعیت کربن خنثی تا سال



۲۰۶۰ از طریق توسعه مداوم خودروهای انرژی جدید ایفا کند. نقاط هدف گذاری شده برای اوج انتشار کربن یعنی شروع روند کاهش انتشار کربن و کربن خنثی، مستقیماً به عنوان ورودی برنامه‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به کار گرفته می‌شوند. انرژی الکتیکی و هیدروژنی از عوامل اصلی به صفر رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند و می‌توان از آنها بطور گسترده‌ای در تمام بخش‌های اقتصاد استفاده کرد. بعد از نزدیک دو دهه، پیشنویس قانون انرژی چین به قانونگذاران این کشور ارائه شد تا درباره امنیت، نوآوری و رفتار سازمانی در این صنعت تصمیم‌گیری نمایند. این پیش‌نویس توسط شورای دولتی به کمیته دائمی کنگره ملی خلق برای بررسی ارائه شد. هدف از این قانون بهبود سیستم برنامه ریزی، تقویت سازوکار بازار انرژی، ذخیره انرژی و واکنش اضطراری، و تقویت نوآوری در فناوری انرژی است. همچنین دولت چین مکلف به تشویق و حمایت از نوآوری در فناوری اکتشاف و توسعه منابع انرژی و فناوری کاهش انتشار کربن شده است. قانون انرژی گامی حیاتی برای مهار گروه‌های ذی نفوذ، هماهنگی بهتر برای کاهش انتشار کربن و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود. به گفته مرکز تحقیقات انرژی و هوای پاک چین در سال ۲۰۲۱ برای اولین بار، ظرفیت فتوولتائیک سقفی خانگی، به دلیل فضای کافی نصب، از ظرفیت نیروگاه‌های بزرگ خورشیدی فراتر رفت و سهم ۵۵ درصدی را از آن خود کرد. پیش‌بینی می‌شود تا پایان سال ۲۰۲۵ حجم بازار بخش خانگی، از مرز ۴۰ میلیارد یوان ۵/۵ میلیارد دلار عبور کند. همچنین از ۱۵ شرکت برتر عرضه‌کننده توربین‌های بادی در جهان، ۱۰ شرکت چینی هستند و ۷۸.۴ گیگاوات از ۱۱۶ گیگاوات کل انرژی بادی جهانی تحویل داده شده در سال ۲۰۲۳ را تحویل داده‌اند. چین بی‌سروصدا در حال تسلط بر انرژی بادی است که صنعت جهانی بزرگی به شمار می‌رود. این کشور در سال ۲۰۲۳ در دو سوم از کل ساخت توربین‌های بادی جهانی سهمیه بوده و اکنون دارایی ۷۷ گیگاواتی دارد که بیش از ۱۰ برابر بیشتر از آمریکا به عنوان بزرگترین بازار بعدی است.



۷. جایگاه آلمان در انرژیهای تجدید پذیر

در سال ۲۰۲۳، مصرف انرژی آلمان به ۱۰۷۹۱ پتاژول رسید که ۷۷٫۶ درصد آن از منابع فسیلی و ۱۹٫۶ درصد از انرژیهای تجدیدپذیر تأمین می‌شد. نکته مهم در سیاست‌گذاری‌های انرژی در آلمان موسوم به «Energiewende» به معنای «تحول انرژی» در سال ۲۰۲۳ این است که انرژی هسته‌ای به تدریج حذف گردد و جایگزین آن انرژیهای تجدیدپذیر شود. مطابق آمارهای اعلام شده مشاهده می‌کنیم که سهم برق تولید شده آلمان از انرژیهای تجدیدپذیر به ترتیب در سال ۲۰۰۰ به میزان ۶٫۳ درصد کل کشور در سال ۲۰۱۶ به میزان ۲۹٫۵ درصد و در سال ۲۰۲۲ به میزان ۴۶٫۲ درصد و در سال ۲۰۲۳ به میزان ۶۴٫۶ درصد افزایش یافته است (Burger, 2016).

در سپتامبر ۲۰۱۰، دولت آلمان یک سیاست تهاجمی انرژی جدید را برای تأمین اهداف زیر اعلام کرد:
- کاهش انتشار CO₂ به میزان ۴۰ درصد کمتر از سطح ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۲۰ و ۸۰ درصد کمتر از سطح ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۵۰

- افزایش سهم نسبی انرژیهای تجدیدپذیر در مصرف ناخالص انرژی به ۱۸ درصد تا سال ۲۰۲۰، ۳۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ و ۶۰ درصد تا سال ۲۰۵۰

- افزایش سهم نسبی انرژیهای تجدیدپذیر در مصرف ناخالص برق به ۳۵ درصد تا سال ۲۰۲۰ و ۸۰ درصد تا سال ۲۰۵۰ (قرنلی، ۱۳۹۷: ۵۸). درخصوص کاهش گازهای گلخانه‌ای بر اساس داده‌های شرکت مالی LSEG شرکتهای تولید کننده برق آلمان تا نیمه ابتدایی سال ۲۰۲۴ میلادی مصرف سوخت فسیلی را به میزان ۱۹ درصد نسبت به ماه‌های مشابه در سال ۲۰۲۳ میلادی کاهش دادند. همچنین بر اساس داده‌های اطلاعاتی اندیشکده EMBER در ۵ ماه نخست سال ۲۰۲۴ در آلمان ۷۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن تولید شده این درحالی است که نسبت به مدت مشابه در سال ۲۰۲۳ که میزان تولید دی‌اکسید کربن ۸۸ میلیون بوده روند کاهشی محسوسی داشته است. به گزارش موسسه تحقیقاتی BDEW صنعت انرژی آلمان اعلام کرد تا برای دستیابی به اهداف اقلیمی تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۳۲۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری خواهد کرد و در همین راستا آنگلا مرکل صدراعظم وقت آلمان طرح محرک اقتصادی



به ارزش ۱۳۰ میلیاردیورو را مصوب نمود که بخش قابل توجهی از آن کمک به توسعه و رونق صنعت انرژی های تجدید پذیر در آلمان بود

۸. جایگاه آمریکا در انرژیهای تجدید پذیر

براساس داده های اولیه اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده، انرژی های تجدیدپذیر حدود ۱۲،۶ درصد از کل مصرف انرژی اولیه و حدود ۱۹،۸ درصد از برق تولیدی داخلی در ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۲۰ را به خود اختصاص داده است.

در سال ۲۰۱۹، نیروی بادی بزرگترین تولیدکننده برق تجدیدپذیر در این کشور بوده است. انرژی بادی در سال ۲۰۲۰ بیش از ۳۳۷،۹ تراوات ساعت برق تولید کرد که ۸،۴ درصد از کل تولید برق کشور و ۴۳،۲ درصد از کل تولید برق تجدیدپذیر را تشکیل می داد. تا اکتبر ۲۰۲۱، ظرفیت تولید برق بادی ایالات متحده ۱۲۹۲۵۶ مگاوات (MW) بود. تگزاس به عنوان ایالات پیشرو در استقرار نیروی بادی باقی ماند و پس از آن آیووا و اوکلاهما قرار گرفتند.

تا سال ۲۰۱۹ بزرگترین تولیدکننده انرژی تجدیدپذیر از نیروی برق آبی ایالات متحده بود اما پس از این سال با ساخت نیروگاه های بادی در جاهای مختلف آمریکا نهایتاً نیروی باد از آن سبقت گرفت و برق آبی تبدیل به دومین منبع تولیدکننده برق تجدیدپذیر در کشور شد که حدود ۷،۳ درصد از کل برق کشور آمریکا در سال ۲۰۲۰ و همچنین ۳۶،۴ درصد از کل تولید برق تجدیدپذیر را تولید می کرد. ایالات متحده پس از چین، کانادا و برزیل، چهارمین تولیدکننده بزرگ برق آبی در جهان است. در زمینه سده های احداث شده برای تولید برق هم میتوان گفت سد گرند کولی هفتمین نیروگاه برق آبی جهان است و از طرفی دیگر شش نیروگاه برق آبی دیگر ایالات متحده نیز در میان ۵۰ نیروگاه بزرگ جهان قرار دارند. مقدار نیروی برق آبی تولید شده به شدت تحت تأثیر تغییرات بارندگی و روان آبهای سطحی است بیش از ۵۰ گیگاوات ظرفیت نصب شده که حدود ۱،۳ درصد از کل برق کشور آمریکا را در سال ۲۰۱۷ می باشد توسط انرژی خورشیدی تولید کرده است. همچنین نیروگاه های فتوولتائیک بزرگی در ایالات متحده شامل Solar Star (579 MW), Mount Signal Solar(600MW) احداث شده اند آمریکا همواره



تلاش داشته میزان بهره مندی خود را از مزایای انرژی خورشیدی بیشتر نماید که در این راستا می تواند به ساخت یکی از بزرگترین نیروگاه های حرارتی خورشیدی، تأسیسات برق نیروگاه خورشیدی ایوانپا (۳۹۲ مگاوات)، در جنوب غربی لاس وگاس، و گروه نیروگاه های سامانه های تولید انرژی خورشیدی در صحرای موهاوی، با ظرفیت کل تولید ۳۵۴ مگاوات اشاره کرد.

از دیگر منابع انرژی تجدیدپذیر آمریکا می توان به زمین گرمایی اشاره کرد که The Geysers در شمال کالیفرنیا بزرگترین مجموعه زمین گرمایی در جهان است. به گفته باراک اوباما، رئیس جمهور پیشین، توسعه انرژی های تجدیدپذیر و بهره وری انرژی، «عصر جدیدی از اکتشاف انرژی» را در ایالات متحده رقم زد اوباما در یک سخنرانی مشترک در ۲۴ فوریه ۲۰۰۹ در کنگره خواستار دو برابر شدن انرژی های تجدیدپذیر در سه سال آینده شد. انرژی های تجدیدپذیر در سه ماهه اول سال ۲۰۱۱ به نقطه عطف مهمی رسید، زمانی که ۱۱،۷ درصد از کل تولید انرژی ملی (۶۶۰ تراوات ساعت) را به خود اختصاص داد که برای اولین بار از سال ۱۹۹۷ از تولید انرژی هسته ای (۶۲۰ تراوات ساعت) پیشی گرفت. باراک اوباما در سخنرانی خود در سال ۲۰۱۲، تعهد خود به انرژی های تجدیدپذیر را تکرار کرد و به تعهد دیرینه وزارت کشور مبنی بر اجازه دادن به ۱۰۰۰۰ مگاوات پروژه های انرژی تجدید پذیر در زمین های عمومی در سال ۲۰۱۲ اشاره کرد. در ایالات متحده پتانسیل نصب ۱۱ تراوات نیروی بادی خشکی و ۴ تراوات نیروی بادی فراساحلی وجود دارد که قادر به تولید بیش از ۴۷۰۰۰ تراوات ساعت هستند. پتانسیل انرژی خورشیدی متمرکز در جنوب غربی ۱۰ تا ۲۰ تراوات تخمین زده می شود که قادر به تولید بیش از ۱۰۰۰۰ تراوات ساعت است (آژانس بین المللی انرژی، ۲۰۲۴).

۹. تغییر الگوی انرژی از سوخت های فسیلی به انرژی های تجدید پذیر

سوخت های فسیلی از جمله انرژی های تجدیدناپذیرند که از سازوکار طبیعت به وجود می آیند و ناپایداری یکی از ویژگی های اصلی آنهاست. در بین سوخت های فسیلی، بشر ابتدا به ذغال سنگ توجه کرد و سپس با کشف نفت و گاز به عنوان دو سوخت راهبردی فسیلی مورد استفاده قرار گرفت، این دسته از منابع انرژی به گسترده ترین شکل ممکن مصرف شدند و نقش بسیار مهمی در صنعتی شدن و



توسعه کشورها ایفا کردند. انرژی های فسیلی به دلیل مصرف فراوان توسط کشورها، مخاطراتی همچون انتشار گازهای گلخانه ای و آسیب های گسترده زیست محیطی را به جامعه بشری تحمیل کرده اند که این مسئله منجر به بروز پیامدهای زیست محیطی نیز شده است.

انواع نیروگاه های فسیلی، بخاری، گازی، سیکل ترکیبی و نیروگاه های دیزلی که به فرایند تولید برق می پردازند به دلیل استفاده از سوخت های فسیلی آلاینده هایی را در محیط متصاعد می کنند که موجب بروز صدمات جدی به بخش کشاورزی، گیاهان، آبزیان و سلامت انسان می شوند البته مسائلی همچون تضعیف لایه اوزون و گرم شدن گلخانه ای جو زمین، پدیده هایی با عواقب جهانی هستند که هریک از آنها ممکن است به طور کامل جغرافیای سکونت انسان را روی زمین تغییر دهند و در نهایت بسیاری از ساختارهای اجتماعی و سیاسی موجود در نظام بین الملل را دگرگون سازند.

از طرف دیگر با جهش سریع و باورنکردنی به سوی صنعتی شدن و به دنبال آن بالا رفتن سطح استاندارد زندگی و شکوفایی و رونق اقتصادی کشورها در یکصد سال اخیر، نیاز به منابع سوخت پایدار، ارزان و پاک بیش از پیش نمایان شده است. همان طور که در مطالب قبلی عنوان شد، محدودیت منابع سوخت فسیلی، مشکلات زیست محیطی ناشی از احتراق اینگونه سوخت ها و بالا رفتن قیمت حامل های انرژی و افزایش غلظت گازهای گلخانه ای از جمله CO₂ در جو و تغییرات آب و هوایی از جمله مهمترین عواملی است که جوامع مدرن و صنعتی را با چالش های بزرگی رو به رو کرده است و نیاز به یافتن منابع انرژی تجدیدپذیر برای تولید انرژی را افزایش داده است. در همین راستا نیز به بررسی بهره مندی و سرمایه گذاری سه کشور قدرتمند صنعتی آمریکا، چین و آلمان پرداختیم و مطابق آمارهای ارائه شده شاهد افزایش رشد تولید انرژی از منابع انرژیهای تجدید پذیر بودیم که این موضوع موجب کاهش وابستگی این کشورها به انرژیهای فسیلی وارداتی شده است که به خصوص در مورد آلمان پس از بحران انرژی بابت جنگ روسیه و اوکراین نیاز به تغییر الگوی انرژی از سوخت های فسیلی به انرژی های تجدید پذیر اهمیت زیادی پیدا کرد و گرایش این کشور به سمت انرژی های تجدید بسیار قابل توجه بود.



با توجه به نظریه سیکل قدرت بهره برداری از انرژی‌های تجدید پذیر را میتوان در قالب ۳ روند برای آینده پیش بینی و تبیین کرد. افزایش تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ابتدا کاهش قدرت نفوذ تولیدکنندگان سنتی انرژی‌های فسیلی را به همراه دارد به عبارت دیگر افزایش تنوع انرژی به معنی افزایش تولیدکنندگان و متعاقباً افزایش گزینه‌های پیش روی مصرف کنندگان خواهد بود. این موضوع موجب عدم وابستگی بازار جهانی انرژی به چند کشور خاص می باشد موضوعی که پس از جنگ روسیه و اوکراین و متعاقباً بحران انرژی برای اروپا پیش آمد و روسیه توانست با همین اهرم وابستگی اروپا تا حدی مشکلات اقتصادی را برای کشورهای عضو اروپا مخصوصاً آلمان بوجود بیاورد که این موضوع خود دلیلی برالزام کشورها برای سرمایه‌گذاری در زمینه بهره مندی از انرژی‌های تجدید پذیر و قطع وابستگی مطلق به انرژی‌های وارداتی مخصوصاً فسیلی می باشد، البته این به معنای قطع درآمد تولیدکنندگان اصلی نیست اما کاهش نفوذ آنان را به دنبال خواهد داشت. به عبارت دیگر با توجه به منحنی قدرت چارلز دوران کشورهای قدرتمند و تاثیرگذار در حوزه انرژی بین الملل، بعلت فاصله گرفتن از هژمون انرژی در قسمت سراسیبی و افول منحنی قرار می گیرند مگر اینکه خود را به منابع جدید انرژی‌های تجدیدپذیر تجهیز کنند. اما دومین روند که می بایست به آن اشاره کرد تمرکز بر تامین نیاز شهروندان است از آنجاییکه تامین انرژی و عدم کمبود آن رضایتمندی شهروندان را فراهم میکند، متعاقباً این رضایتمندی جامعه، امنیت را هم دنبال خواهد داشت. به همین لحاظ با توجه به تنوع انرژی‌های تجدیدپذیر کشورها با هدف‌گذاری در تولید و مصرف انرژی خود، سیاست‌هایی را برای رضایتمندی، امنیت و قدرت ملی اتخاذ می کنند.

سومین روند، افزایش همکاری‌ها در بخش انرژی در سطح بین المللی است. آلودگی هوا و مصرف بی رویه سوخت‌های فسیلی و همگام با آن انتشار گازهای گلخانه‌ای و دهها نوع دیگر از آلودگی‌ها، امروز بشر را برآن داشته است تا با انعقاد ده‌ها کنواسیون و پروتکل با موضوعاتی همچون هوای پاک، تنوع زیستی، حقوق دریاها، بیابان‌زدایی، حفظ زیست بوم‌های منطقه‌ای، لایه ازن و... درصدد جبران اشتباهات گذشته خود برآید. به این ترتیب تاکنون حدود ۲۸۰ معاهده و موافقت‌نامه بین المللی و منطقه‌ای در



زمینه حفظ محیط زیست و مسائل مرتبط با آن منعقد شده است که از این میان حدود ۷۰ کنوانسیون و پروتکل جنبه جهانی داشته و مابقی منطقه‌ای است. عزم جهانی برای حفاظت محیط زیست با تشکیل نخستین کنفرانس جهانی سازمان ملل متحد درباره انسان و محیط زیست معروف به «کنوانسیون استکهلم» در سال ۱۹۷۲ در سوئد جنبه عینی پیدا کرد، به طوری که حق برخورداری انسان از محیط زیست سالم هم تراز با حقوق بشر شناخته شد. از جمله مهمترین کنوانسیونهای مهم که در ارتباط یا بهره مندی هر چه بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر و حفظ محیط زیست بوده است میتوان به: اجلاس «ریو» که در خصوص محیط زیست و توسعه محسوب می‌شود اشاره کرد. این کنوانسیون در سال ۱۹۹۲ میلادی در نیویورک منعقد شد. براساس پیمان موردنظر، کشورهای عضو مسئولیت‌های مشترک اما متمایز و متفاوت بر عهده دارند. آنچه در این کنوانسیون به عنوان اساسی‌ترین الزام برای کشورهای توسعه یافته از اولویت برخوردار است، عبارت است از اینکه سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط آنها در دو دهه اول سده ۲۰۰۰ میلادی به سطح سال ۱۹۹۰ برگردانده و تثبیت شود (اعوانی، ضرابی، ۱۳۲۷: ۲۰).

کنوانسیون وین: با توجه به ضرورت پیش بینی و راهکارهایی برای پیشگیری از تخریب لایه ازن، در سال ۱۹۸۵ میلادی به دعوت سازمان ملل متحد، نمایندگان ۲۱ کشور جهان و کشورهای عضو جامعه اروپا در وین پایتخت اتریش، گرد هم آمدند و مفاد معاهده ای را که کنوانسیون وین نامیده شد، تدوین کردند. و یا قرار دادی که در سال ۱۹۹۷ بین کشورهای عضو اتحادیه اروپا منعقد شد تا سهم تولید انرژی الکتریکی از منابع تجدید پذیر را به ۱۲٪ از کل انرژی تولیدی برسانند. میتوان گفت امکان نشستن گروه‌های متفاوت بر سر یک میز پدیده جدیدی است که ادامه دار خواهد بود. گفتگوهای اقلیمی پاریس نمایانگر یکی از بارزترین تلاش‌های کشورهای برای برنامه‌ریزی یک هدف مشترک در راستای مصرف انرژی است. به نظر میرسد در آینده کشورهایی که در تولید انرژیهای تجدید پذیر و پاک نقش تاثیرگذار و مهمی در بازار انرژی جهان دارند به تشکیل نهادهای و انعقاد کنوانسیون‌های جدید اقدام خواهند کرد تا بتوانند قدرت و تاثیرگذاری خود را بر نظام بین الملل از طریق کنترل انرژیهای تجدید پذیر افزایش دهند (اعوانی و ضرابی، ۱۳۲۷: ۱۸). در نظریه چرخه قدرت چارلز دوران، شاخص‌های سنتی مانند قدرت



اقتصادی، توان نظامی و نفوذ سیاسی به عنوان معیارهای اصلی سنجش قدرت کشورها در نظام بین‌الملل مدنظر قرار گرفته‌اند. امروزه، با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی و تغییرات اقلیمی، انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک شاخص جدید وارد تحلیل قدرت شده‌اند که می‌تواند ابعاد اقتصادی، تکنولوژیکی و محیط‌زیستی قدرت را تقویت نماید.

به طور مشخص، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر (مانند انرژی خورشیدی، بادی، زیست‌توده و آبی) می‌تواند منجر به افزایش امنیت انرژی و کاهش وابستگی به منابع فسیلی شود؛ نکته‌ای که از دیدگاه قدرت اقتصادی موجب ثبات اقتصادی و رشد پایدار می‌شود (Doran: 19-27) همچنین، این شاخص می‌تواند با بهبود تکنولوژی‌های نوین و افزایش سطح نوآوری در کشورها، توان رقابتی آنها در عرصه بین‌المللی را افزایش دهد. (Kissane, 2005: 68) بهره‌برداری گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر علاوه بر تأمین نیازهای انرژی کشورها، می‌تواند به عنوان عاملی کلیدی در بهبود شاخص‌های نظامی و اقتصادی از طریق کاهش هزینه‌های مرتبط با نوسانات قیمت سوخت‌های فسیلی و افزایش بهره‌وری شناخته شود. به عبارت دیگر، کشورهایی که در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر پیشگام هستند، علاوه بر ایجاد مزیت اقتصادی و فناورانه، می‌توانند در عرصه قدرت نرم و تعیین استانداردهای محیط‌زیستی جهانی نقش موثری ایفا کنند. این امر در نهایت موجب تغییر در دینامیک رقابت‌های بین‌المللی و تحکیم نظم بین‌الملل مبتنی بر توسعه پایدار خواهد شد.

با توجه به مطالب فوق و منحنی نظریه سیکل قدرت تعدادی از کشورهای جهان از گذشته تا کنون به سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های فسیلی و نقش آفرینی در بازار جهانی پرداخته‌اند و به عبارتی در مرحله خیزش و بلوغ قرار دارند. چنانچه این کشورها به سرمایه‌گذاری، تولید و بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر نپردازند عملاً فاقد یکی از عناصر مهم قدرت خواهند بود و در قسمت افول منحنی قرار خواهند گرفت و کشورهای نوظهور دیگر که در این زمینه به تکنولوژی لازم دست یافته‌اند در مرحله خیزش و بلوغ قرار می‌گیرند. لذا همان‌طور در متن تحقیق بیان شد کشورهای همچون چین، آمریکا، آلمان که در حال حاضر جزو کشورهای صنعتی و تاثیرگذار در اقتصاد بین‌الملل هستند،



ضرورت تغییر در الگوی مصرف انرژی از فسیلی به انرژیهای پاک را دریافته اند و بخاطر حفظ موقیعت تاثیرگذاری خود در نظام بین الملل آینده، در سرمایه گذاری و بهره مندی از تکنولوژی انرژیهای پاک پیشرو هستند.

نتیجه گیری

در طی گذشت زمان همیشه مقوله ی رشد جمعیت و توسعه ی صنعتی رابطه ی مستقیمی با افزایش مصرف انرژی داشته است با بالا رفتن استانداردهای زندگی بشر، رشد مصرف انرژی ادامه خواهد یافت. هر چند استفاده ی بی رویه از منابع انرژی تک بعدی مثل نفت قطعاً در آینده ی نه چندان دور باعث صدمات جبران ناپذیری به نسل های آتی می گردد ، اما امروزه انرژی به ابزاری مهم و تأثیرگذار در مسائل اقتصادی، سیاسی تبدیل شده است و ژئوپلیتیک انرژی در عصر کنونی جایگاه ویژه ای در اقتصاد و امنیت ملی کشورها پیدا نموده است از سوی دیگر انرژی های تجدید پذیر به عنوان یک متغیر و شاخص جدید قدرت، جایگاه ویژه ای را در بازی های نظام جهانی پیدا کرده است و دسترسی به منابع انرژی برای تمامی سطوح سلسله مراتبی قدرت جهان، اهمیتی استراتژیک پیدا کرده است، انرژی از مهم ترین عوامل راهبردی است که حکومت ها برای توسعه و اعمال قدرت بر سایر کشورها به آن نیاز دارند و تلاش دارند با کنترل تولید، عرضه و قیمت آن در نظام بین الملل تاثیرگذار باشند و سیاست های منطقه ای و جهانی خود را اعمال نمایند. امروزه تقاضای مصرف انرژی در جهان رو به افزایش بوده و با توجه به محدودیت در استفاده از سوخت های فسیلی، برای تولید انرژی بیشتر، علاقمندی در جهت یافتن منابع انرژیهای پاک و تجدیدپذیر وجود دارد، آب، باد، خورشید و زمین گرمایی، زیست توده از مهم ترین منابع تولید انرژی های پاک و تجدید پذیر می باشند. همچنین از جمله عوامل تأثیر گذار دیگر که در توسعه ی انرژیهای تجدید پذیر می تواند باعث ارتقاء بازار قابل رقابت انرژی های تجدیدپذیر شوند عبارتند از : محدود بودن منابع انرژی فسیلی که خواه ناخواه به اتمام خواهند رسید ، آلودگی محیط زیست، پیمان های زیست محیطی بین المللی گوناگونی همچون ، پیمان کیوتو در سال ۱۹۹۷ که کشورهای صنعتی را ملزم نموده است تولید گازهای گلخانه ای را تا حد زیادی کاهش دهند، افزایش



قیمت نفت، بحران‌های مکرر انرژی در جهان، کاهش هزینه سرمایه‌گذاری برای تکنولوژی‌های انرژی های تجدید پذیر، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری تکنولوژی های وابسته به انرژی‌های تجدیدپذیر، اعمال یارانه از طرف دولت‌ها برای تولید و کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین ارتقاء سطح آگاهی مردم برای استفاده از این انرژی ها، لذا با توجه به موارد ذکر شده می توان به این نتیجه رسید که منابع تجدیدپذیر یک جایگزین مناسب برای سوخت های فسیلی در آینده نزدیک خواهد بود. در این مقاله با استفاده از نظریه سیکل قدرت چارلز دوران و توضیح چگونگی منحنی قدرت کشورها به مولفه‌های قدرتی که در دو موضوع نظامی و اقتصادی چارلز دوران مطرح شده اشاره کردیم و پس از بررسی میزان سرمایه‌گذاری و رشد کشورهای همچون چین، آمریکا و آلمان در حوزه انرژی‌های تجدید پذیر و توانمندی آنها در نظام بین الملل، نسبت به اصلاح نظریه سیکل و اضافه کردن یک مولفه جدید قدرت بنام انرژی‌های تجدیدپذیر توضیحاتی دادیم و به این نتیجه رسیدیم که در نظام بین‌الملل آتی کشورهایی که در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر دست یرتر دارند در نظام بین‌الملل هم تاثیر گذارتر خواهند بود.

منابع

- آذین، رضا، شفقیان، محمود (۱۳۷۸)، انرژی زمین گرمایی راهکارها و موانع، دومین همایش ملی انرژی، تهران .
- اژیان، رسول، (۱۳۹۳)، انرژی خورشیدی و محیط زیست، نشریه چشم انداز ایران (۸۴).
- بریمانی، مهدی، کعبی نژادیان، عبدالرزاق (۱۳۹۳)، "انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار در ایران" ؛ فصلنامه انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران، (۸) ۱۲.
- بزرگ زاده، مهدی و تهرانی علی اکبر (۱۳۸۰)، بررسی تابع هزینه گاز طبیعی در ایران، فصلنامه اقتصاد انرژی، (۲۳ و ۲۴).
- ترکجری، میلاد، (۱۳۹۳)، فناوری‌های نوین در جهت بهینه سازی مصرف انرژی، نشریه دانش نما، ۳.
- جبل عاملی، محمد، (۱۳۹۳)، ضرورت بهره گیری از منابع تجدیدپذیر انرژی در بخش کشاورزی، فصلنامه احیا، (۱۲۴۸).
- مظاهری، محمد مهدی، (۱۴۰۳)، چگونه چین در انرژیهای تجدید پذیر رهبر جان شد؟، ماهنامه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، (۳)-۱-۵۷.



چیانگ، آفا. (۱۳۸۷)، اصول بهینه یابی پویا، ترجمه عباس شاکری و فریدون اهرابی، تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.

خوش اخلاق، رحمان، علیمراد شریفی و میثم کوچک زاده، (۱۳۸۴)، ارزیابی اقتصادی نیروگاه خورشیدی در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، (۲۴) ۷.

شعر بافیان، نیلوفر، (۱۳۸۶)، برآورد پتانسیل فنی و اقتصادی انرژی خورشیدی حرارتی در ایران: راهکاری برای توسعه پایدار انرژی خورشیدی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، (۱۵).

شورای جهانی انرژی، منابع انرژی تجدیدپذیر نوین (۱۳۷۵).

عاشق آبادی، محسن، ابطحی فروشانی، زهره، (۱۳۹۷)، جایگاه کشور جمهوری خلق چین در انرژیهای تجدیدپذیر، همایش جامعه علمی ایرانیان مقیم چین.

عباسپور مجید، فریده اتلی، (۱۳۸۴)، سیاست گذاری در زمینه آب و هوا و توسعه پایدار، فرصت‌هایی برای همکاری ایران و آلمان.

قرئلی، کبری و همکاران، (۱۳۹۵)، آموزش دانشگاهی انرژیهای تجدید پذیر، فصلنامه علمی- ترویجی انرژیهای تجدید پذیر و نو، (۱) ۶۷.

کارنامه ی امور انرژی، وزارت نیرو (۱۳۷۹).

مردی، امیر، دهدشتیان، مهیندخت (۱۳۸۷)، بررسی استفاده از بیوگاز در ایران، دومین همایش ملی انرژی، تهران.

مظاهری، محمد مهدی، (۱۳۸۸)، فصلنامه تحقیقات سیاسی و بین‌المللی، (۲)، ۷۴-۹۴.

معین پناه نرگس، علی مددی مازیار، (۱۳۹۰)، بررسی انواع انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در ایران.

هاشمی، مهدی، (۱۳۸۲)، مجموعه مقالات سومین همایش بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران.

وزارت نیرو (۱۳۸۸)، ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۸، معاونت امور انرژی، دفتر برنامه‌ریزی‌های انرژی.

Burger, B.(2016) Poergeneration from RenewABLEEable Energy in Germany Assessment of 2015 Fraunhofer institute for solar energy sestem

Fisher,C,Newell,R.(2003) Environment and Technelogy Policies for Climate change, change, Resources of the Future Washington D.C.

Chakravorty. U, Krulce. D.L, (Nov.,1994). "Heterogeneous Demand and Order of Resource Extraction..Econometrica", 62(6), 1445-1452

Chakravorty,U, Roumasset.J, Tse.K(December 1997)."Endogenous Substitution among Energy Resources and Global Warming", Journal of Political Economy, 105(6),1201-1234

Hoteling, h.(1973). "The Economics of Exhaustible Resources". Journal of political Economy, 137-175.

Nordhaus, William D. "The Allocation of Energy Resources." Brookings Papers.Econ. Activity, no.3.

Roumasset.J, Christopher Wada.C. (JUNE 2011). "Ordering the Extraction of Renewable Resources: Hotelling, Herfindahl, and Groundwater (431) Association of Environmental and Resource Economists". Inaugural Summer Conference 9-10, Seattle



- Prabhas, C.Sinha (2009). Handbook of Alternative Energy, SBS Publishers & Distributors Pvt, Ltd, New Delhi.
- US energy information administration ([available at www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov))
- International Energy Agency (available at www.iea.org)
- Davies . A ‘ and Andrew .R Westgate (2018), “China reinforces renewable energy commitment with significant European wind investments”, IEE
- Doran, C. F. (1991). Systems in crisis: New imperatives of high politics at century’s end. Cambridge University Press,19-27.
- Kissane, D. (2005). [Title of the Work]. [Publisher]. (p. 68)