

## فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد انرژی‌های نو در ایران برای کاهش آلودگی محیط زیست

زینب حمیدزاده<sup>۱\*</sup>

[zeinab.hamidzadeh@srbiau.ac.ir](mailto:zeinab.hamidzadeh@srbiau.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۴/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۶

### چکیده

**زمینه و هدف:** رشد روزافزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، گرم شدن بیش از حد کره زمین و در نهایت مشکلات زیست محیطی و اکولوژیکی ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی، جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک با انرژی‌های رو به پایان و آلوده کننده فسیلی را به ویژه در ایران ضروری ساخته است. توجه به انرژی‌های نو در جامعه ایران از منظر توسعه پایدار، مدیریت ناترازی‌های انرژی، امنیت و کارایی انرژی، عدالت زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست دارای اهمیت کلیدی است.

**روش بررسی:** پژوهش حاضر با بهره‌گیری از منابع مکتوب داخلی و خارجی و مصوبات، اسناد و اقدامات انجام یافته مرتبط با حوزه انرژی‌های نو به ویژه از منظر کاهش آلاینده‌ها و حفاظت از محیط زیست با روش تحلیلی استنتاجی انجام یافته است.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش نشان می‌دهد ایران با جغرافیای منحصر به فرد خود، و امکان دستیابی به دانش و تکنولوژی به روز و پرورش نیروی متخصص پتانسیل‌های خوبی برای بهره‌گیری از انرژی‌های نو در اختیار دارد. مهمترین چالش‌ها و موانع کاربرد انرژی‌های نو در ایران موانع زیست محیطی و اقلیمی، موانع اقتصادی و سیاست‌گذاری، محدودیت‌های زیرساختی و تکنولوژیکی، مقاومت اجتماعی و فرهنگی است.

**بحث و نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌ها، لازم است اصلاح و تکمیل قوانین و مقررات مرتبط با جابجایی، احداث و بهره‌برداری از انرژی‌های نو، حذف یارانه‌های غیرهدفمند انرژی و افزایش قیمت انرژی سوخت‌های فسیلی، ثبات در خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و سیاست‌های حمایتی از بخش خصوصی، فراهم سازی زیرساخت‌های بخش اکتشاف، حفاری و ارزیابی مخازن انرژی‌های نو و تربیت نیروی انسانی متخصص، برآورد پیامدهای اجتماعی (SIA) در کنار برآورد پیامدهای زیست محیطی (EIA)، مد نظر قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** انرژی‌های نو، انرژی تجدیدپذیر، ناترازی انرژی، فرصت‌ها و چالش‌ها، آلودگی محیط زیست.

۱- استادیار گروه مهندسی انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. \* (مسئول مکاتبات)

## **Opportunities and Challenges in Using New Energies in Iran to Reduce Environmental Pollution**

**Zeynab Hamidzadeh<sup>1 \*</sup>**

[zeinab.hamidzadeh@srbiau.ac.ir](mailto:zeinab.hamidzadeh@srbiau.ac.ir)

Date of Acceptance: July 9, 2025

Date of Submission: April 15, 2025

### **Abstract**

**Background and Objective:** The increasing demand for energy, increasing living standards, global warming, and ultimately environmental and ecological problems resulting from the combustion of fossil fuels have made it necessary to replace depleting and polluting fossil energies with renewable and clean energies, especially in Iran. Paying attention to new energies in Iranian society is of key importance from the perspectives of sustainable development, energy imbalance management, energy security and efficiency, environmental justice, and environmental protection.

**Material and Methodology:** Especially from the perspective of reducing pollutants and protecting the environment, the present study used deductive-analytical methods, and utilized domestic and foreign written sources, approvals, documents, and actions taken regarding the new energies.

**Findings:** The results showed that Iran, with its unique geography, access to up-to-date knowledge and technology, and education of skilled workers, has good potential for utilizing new energies. The most important challenges and obstacles to the use of new energies in Iran are environmental and climatic, economic and policymaking, infrastructural and technological limitations, and social and cultural resistance.

**Discussion and Conclusion:** Based on the findings, it is necessary to amend and supplement laws and regulations related to the location, construction, and exploitation of new energies, eliminate untargeted energy subsidies, increase the price of fossil fuel energy, stabilize guaranteed purchases of renewable electricity, and support policies for the private sector, providing infrastructure for exploration, drilling and evaluation of new energy reservoirs, train specialized human resources, using social impact assessment (SIA) along with environmental impact assessment (EIA).

**Keywords:** New energies, renewable energy, energy imbalance, opportunities and challenges, environmental pollution.

---

1- Department of Energy Engineering, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran. *\*(Corresponding Author)*

## مقدمه

رشد روزافزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، گرم شدن بیش از حد کره زمین و در نهایت مشکلات زیست محیطی و اکولوژیکی ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی، نگرانی‌هایی را برای کشورهای مختلف از جمله ایران ایجاد کرده است (۱). این پیامدهای زیانبار در آب، خاک و هوا نمایان شده و تهدیداتی از جمله گرمایش جهانی، تغییرات آب و هوا و باران اسیدی برای محیط زیست به وجود آورده، که سبب شده اکوسیستم‌های جهان در معرض آسیب‌های جدی قرار گیرند. از این رو، به منظور تثبیت آب و هوای زمین و جلوگیری از گرم شدن بیشتر، نیاز به کاهش ۷۰ درصدی در تولید گازهای گلخانه‌ای، بویژه CO<sub>2</sub> است (۲). تلاش برای حل این مساله دانشمندان و محققان را به فکر جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک با انرژی‌های رو به پایان و آلوده کننده فسیلی انداخته است.

جهان در دهه گذشته، شاهد رشد بی سابقه‌ای در انرژی‌های نو و تجدیدپذیر (RNE)<sup>۱</sup> بوده است، چراکه توسعه انرژی‌های نو می‌تواند به کیفیت بهتر محیط زیست، افزایش امنیت انرژی و در مقیاس بزرگتر «سرمایه‌گذاری سبز» را به ارمغان آورد (۳). در این راستا، آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۲</sup>، مدعی است در سالهای آینده، نقش انرژی تجدیدپذیر در تأمین انرژی جهانی بسیار مهم‌تر خواهد شد (۴).

آژانس بین‌المللی انرژی، انرژی تجدیدپذیر را «انرژی ناشی از فرایندهای طبیعی، به طور دائمی و پایدار تکرارپذیر، و در اشکال مختلف مشتق از خورشید یا حرارت تولیدی از اعماق زمین» تعریف و انرژی تولیدی از منابع خورشید، باد، زیست توده، زمین گرمایی، برق آبی، اقیانوس، سوخت‌های زیستی و هیدروژن ناشی از منابع تجدیدپذیر را به عنوان انرژی‌های تجدیدپذیر دسته بندی می‌کند (۵).

با توجه به رشد و توسعه تکنولوژی در صنایع مختلف، به کارگیری و تولید بهینه منابع انرژی پاک در جهان در بین

جوامع پیشرفته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. اهمیت و ارزش منابع انرژی همواره کشورهای پیشرفته را در پی پیدا کردن منابع نامحدود و با صرفه اقتصادی ترغیب کرده است. رشد شدید فناوری‌های نوین در کلیه سطوح صنایع نیاز انسان را به استفاده روزافزون از نیروی برق به عنوان یک انرژی پاک و بهینه را بر می‌شمارد (۶) دنیا به سرعت در حال حرکت به انرژی‌های پاک است تا جایی که بر اساس پیش‌بینی‌ها تولید انرژی از پیل‌های خورشیدی تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۶۵ برابر افزایش خواهد یافت. بر اساس مطالعات انجام شده در زمینه هزینه‌های محیط زیستی تولید برق، نیروگاه‌هایی که از سوخت‌های فسیلی جهت تولید برق استفاده می‌کنند متصاعد کننده آلاینده‌های مضر به محیط اطراف هستند. این آلاینده‌ها اثرات جبران ناپذیری بر محیط و سلامت انسان بر جای می‌گذارند. برای تولید ۱۷۵٫۲ تراوات ساعت برق به روش سنتی، ۲۳۴٫۰۹۱ مگاتن دی اکسید کربن وارد جو خواهد شد (۷) بانک جهانی نقش اساسی در حمایت از تلاش برای کاهش میزان آلودگی و کاهش میزان تولید گازهای گلخانه‌ای ایفا کرده است. تلاش‌های بانک جهانی عمدتاً بر ترغیب کشورها برای استفاده از انرژی‌های پاک با دادن انگیزه‌های مالی متمرکز است (۸)

اثرات مصرف انرژی تجدید پذیر بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در مطالعات تجربی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات باتاتچاریا<sup>۳</sup> در سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که از ۸۵ کشور توسعه یافته و در حال توسعه، نیروگاه‌های انرژی تجدید پذیر نقش مهمی در کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید دارند. زوندی<sup>۴</sup> در سال ۲۰۱۷ برای ۲۵ کشور آفریقایی نشان می‌دهد که انتشار گاز دی اکسید کربن با درآمد سرانه افزایش یافته است. ایتو<sup>۵</sup> در سال ۲۰۱۷ برای ۴۲ کشور توسعه یافته نشان می‌دهد، مصرف انرژی غیر قابل تجدید منجر به تاثیر منفی بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه می‌شود. در دراز مدت،

3- Bhattacharya

4- Zoundi

5- Ito

1- renewable and new energy

2- IEA

مصرف انرژی تجدیدپذیر تاثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد. کشورهای خاورمیانه با داشتن پتانسیل‌های بالا در انرژی‌های فسیلی می‌توانند منابع بالقوه‌ای برای مصرف آن‌ها را داشته باشند؛ اما این مهم باعث می‌شود میزان تولید آلودگی در این کشورها به شدت افزایش یابد که در نتیجه آن انرژی‌های تولید شده به شدت آلوده بوده و موجب افزایش بیماری‌های محیطی می‌شود که نیازمند ایجاد بستر انرژی‌های پاک است (۹).

رشد سریع جمعیت شهرنشین سبب گسترش فعالیت‌های اقتصادی و افزایش روند روز افزون مصرف منابع و انرژی می‌شود. جمعیت بیشتر به محصولات بیشتری نیازمند است. تولید بیشتر، به ایجاد مشاغل بیشتر و به تبع آن به افزایش گازها و انواع آلاینده‌های زیست محیطی و محصولات جانبی آسیب رسان به کره زمین منجر می‌شود. ایران در دهه‌های گذشته از سویی متاثر از پدیده شهرنشینی شتابان بوده و از سوی دیگر، به دلیل برخورداری از منابع فراوان انرژی، رشد فزاینده‌ای در مصرف انرژی تجربه کرده است. این دو عامل به همراه پایین بودن سطح تکنولوژی دوستدار محیط زیست، کشور را با مسایل زیست محیطی روبرو کرده است. بر این اساس، توجه به انرژی‌های نو در جامعه ایران از چند منظر دارای اهمیت کلیدی است:

**توسعه پایدار:** انرژی‌های نو، نویدبخش توسعه پایدار است. توسعه پایدار، توسعه اقتصادی است که نیازهای نسل فعلی را برآورده می‌کند بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده را برای برآورده کردن نیازهایشان تحت تأثیر قرار دهد. لازمه توسعه پایدار اقتصادی، کمترین آسیب به محیط زیست و اتلاف منابع است (۱۰).

**مدیریت ناترازی‌های انرژی:** ناترازی انرژی زمانی رخ می‌دهد که مصرف انرژی بیش یا کمتر از میزان تولید آن باشد که نتایج آن در سیستم‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیطی نمود پیدا می‌کند (۱۱). ناترازی انرژی در ایران با افزایش واردات سوخت و مواد اولیه برای تولید انرژی، هزینه‌های مالی زیادی به دولت تحمیل و رقابت‌پذیری صنایع ایرانی را در بازارهای بین‌المللی کاهش می‌دهد.

ناترازی انرژی در ایران، در عین چالش برانگیز بودن، با اتخاذ سیاست‌ها و استراتژی‌های مناسب می‌تواند به یک فرصت تبدیل شود. استفاده از انرژی‌های نو، نه تنها باعث حل مشکل ناترازی انرژی و کاهش هزینه‌ها و وابستگی به واردات انرژی می‌شود، بلکه می‌تواند تأثیرات مثبتی بر کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و بهبود کیفیت زندگی مردم داشته باشد.

**امنیت و کارایی انرژی:** استفاده از انرژی‌های نو به بهبود امنیت و کارایی انرژی کمک می‌کند؛ چراکه در مقایسه با انرژی‌های فسیلی نیاز به فناوری‌های پیچیده و پرهزینه ندارد. همچنین این نوع انرژی‌ها کمک می‌کنند کشورها از بحران‌های انرژی به سلامت عبور کنند.

**عدالت زیست محیطی:** در سوخت‌های فسیلی، به دلیل توزیع فضایی نامتناسب سازوکارهای تولید و قرارگرفتن در معرض آلودگی، اقشار فقیرتر بیشتر از سایر شهروندان در معرض اثرات بد ناشی از آلودگی‌های هوا و صدا به ویژه سلامتی فردی قرار دارند (۱۲). استفاده از انرژی‌های نو، می‌تواند به برقراری عدالت زیست محیطی کمک نماید.

**حفاظت از محیط زیست:** براساس آمار بانک جهانی، روند انتشار CO<sub>2</sub> و سرانه آن نیز در ایران صعودی بوده است؛ با این وجود به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک و ملاحظات زیست محیطی توجه نشده است (۱۳). انرژی تجدیدپذیر با تامین انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهند و از افزایش حرارت زمین که نتایج منفی و بالقوه فاجعه آمیزی را به بار می‌آورد جلوگیری می‌کنند.

بهره‌گیری از مزایای انرژی‌های نو در ایران چون توسعه پایدار، مدیریت ناترازی‌های انرژی، امنیت و کارایی انرژی، عدالت زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست نیازمند شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد این انرژی‌ها در ایران است. بر این اساس این پژوهش قصد دارد به پاسخ پرسش‌های زیر دست یابد:

✓ فرصت‌ها و چالش‌های بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ایران با محوریت حفاظت از محیط زیست کدامند؟

✓ چه راهبردهایی برای بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ایران در راستای حفاظت از محیط زیست وجود دارد؟

### روش تحقیق

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از منابع مکتوب داخلی و خارجی و مصوبات، اسناد و اقدامات انجام یافته مرتبط با حوزه انرژی‌های نو به ویژه از منظر کاهش آلاینده‌ها و حفاظت از محیط زیست با روش تحلیلی استنتاجی انجام یافته است.

### یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش در دو بخش ارائه شده است. نخست به فرصت‌ها و سپس به چالش‌های بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ایران با محوریت حفاظت از محیط زیست پرداخته شده است.

### فرصت‌ها

در این بخش با معرفی فرصت‌های بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ایران، آثار زیست محیطی کاربرد آنها ارائه شده است.

### انرژی خورشیدی<sup>۱</sup>

بستر مهم بهره‌گیری ایران در انرژی خورشیدی جغرافیای مناسب آن است؛ چراکه ایران با قرار گرفتن در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی، به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بالا ترین رده‌ها قرار دارد؛ به نحوی که میزان تابشی خورشید در ایران ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلو وات ساعت بر مترمربع تخمین زده شده است (۱۴) به استناد اطلاعات سازمان انرژی‌های نو، ایران کشوری است که به گفته متخصصان این فن با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم آن و متوسط تابش ۵٫۵ - ۵٫۴ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز یکی از کشورهای پتانسیل بالا در زمینه انرژی خورشیدی معرفی شده است. برخی از کارشناسان انرژی خورشیدی گام را فراتر نهاده و در حالتی آرمانی عنوان می‌کنند که ایران در صورت تجهیز مساحت بیابانی خود به سامانه‌های دریافت انرژی تابشی می‌تواند انرژی مورد نیاز بخش‌های گسترده‌ای از منطقه را نیز تأمین و در زمینه صدور انرژی برق فعال شود. بر مبنای مطالعات انجام شده توسط DLR آلمان، در مساحتی بیش از دو هزار کیلومترمربع، امکان نصب بیش از ۶۰ هزار مگاوات

نیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد بنابراین در صورت اختصاص مساحتی معادل ۱۰۰×۱۰۰ کیلومترمربع زمین به ساخت نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک، میزان برق تولیدی آن معادل کل تولید برق کشور در سال ۱۳۸۹ خواهد بود (۱۵).

با توجه به اینکه انرژی خورشید یک منبع بی پایان و پایدار است، بهره‌گیری از آن می‌تواند مانع از آلودگی ناشی از کاربرد انرژی سوخت‌های فسیلی شود (۱۶). استفاده از انرژی خورشیدی در کل آلودگی به همراه ندارد. هر چند که مقدار آلودگی در اثر ساخت، انتقال و نصب نیروگاه‌های خورشیدی وجود دارد، اما میزان آنها در مقابل نیروگاه‌های سوخت فسیلی متداول بسیار کم است و از این رو انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل می‌رسانند (۱۷).

از منظر زیست محیطی، انرژی خورشیدی از بهترین و پاک‌ترین نوع انرژی‌هاست. یک سیستم ۱٫۵ کیلووات، بیش از ۱۱۰ هزار پوند دی اکسید کربن را به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در طی ۲۵ سال از جو زمین حذف می‌کند. انرژی سیستم خورشیدی همچنین از نیاز به سوختن ۶۰ هزار پوند زغال سنگ جلوگیری می‌کند. با استفاده از نور خورشید، باران‌های اسیدی، گرد و غبارهای شهری و هر نوع آلودگی از بین می‌رود. از منظر مالی، صاحبخانه‌ها می‌توانند در بلند مدت با استفاده از انرژی خورشیدی، معادل ۲۵ هزار دلار در هزینه‌ها صرفه‌جویی کنند (۱۸).

### انرژی بادی<sup>۲</sup>

ایران با مساحت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع و مناطق وسیع ساحلی در شمال و جنوب، پتانسیل بسیاری برای بهره‌برداری از انرژی باد دارد. نواحی شرقی و جنوب شرقی دارای آب و هوای بیابانی با تغییرات قابل ملاحظه دما در طول روز است. بر اساس اطلس بادی کشور تهیه شده در سازمان انرژی‌های نو ایران و بر اساس اطلاعات دریافتی از ۶۰ ایستگاه و در مناطق مختلف کشور، میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها در حدود ۶۰۰۰۰ مگاوات می‌باشد. میزان انرژی تخمینی قابل استحصال بادی کشور از لحاظ اقتصادی بالغ بر ۱۸۰۰۰ مگاوات، موید اقتصادی بودن

سازی ندارند و منجر به آلودگی حرارتی آب رودخانه‌ها و دریاچه‌های اطراف نمی‌شوند. همچنین در حین بهره برداری این نیروگاه‌ها برای تولید انرژی از باد، پسماند ماندگار ایجاد نمی‌شود.

- نیروگاه‌های بادی در مقایسه با سایر منابع تولید انرژی، فضای کمتری را روی زمین اشغال می‌کنند ولی ایجاد فاصله مابین توربین‌های بادی متعدد در یک مزرعه بادی، نیاز به سطح بزرگ تری برای جابجایی آنها را ایجاد می‌کند. در مزارع بادی حدود ۹۶٪ تا ۹۹٪ از سطح زمین جهت فاصله گذاری مابین توربین‌ها برای تولید برق کاربرد ندارد (۲۴)
- استفاده از نواحی فراساحلی برای نصب این توربین‌ها مشکل زمین را برای مناطق مجاور دریا تا حد زیادی مرتفع می‌کند. از طرفی، امکان استفاده از زمین‌های مزارع بادی برای کاربری‌های دیگر نظیر کشاورزی نیز وجود دارد. این امکان در انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر نیروگاه‌های خورشیدی یا نیروگاه‌های آبی وجود ندارد. به خصوص که این نوع نیروگاه در مقایسه با نیروگاه‌های آبی منجر به زیر آب رفتن زمین‌های اطراف نمی‌شوند. از طرفی، نیروگاه‌های بادی با ایجاد آشفستگی در جریان‌های عبوری از روی سطح زمین در مزارع به ویژه در طول شب منجر به افزایش دمای سطح زمین در مزارع بادی نسبت به سایر زمین‌های کشاورزی می‌شوند، که با ماهواره‌های پایشی قابل تشخیص است (۲۵) این افزایش دما و آشفستگی جریان‌ها در نزدیکی سطح زمین منجر به جلوگیری از تشکیل شب‌نم و یا تبخیر سریع تر شب‌نم تشکیل شده روی گیاه می‌شود که تاثیر مثبتی روی کشت محصولات نظیر سویا و ذرت دارد (۲۶)

#### انرژی امواج<sup>۱</sup>

انرژی موج یک منبع تجدید شونده است که پس از استخراج و استحصال دوباره توسط برهم کنش باد با سطح اقیانوس جبران می‌شود. با شروع کوشش‌های جدی برای جذب انرژی امواج از دهه ۷۰، ماشین‌آلات مختلفی بر اساس ویژگی‌های مختلف موج مانند بالا روی موج، پایین روی موج، ضربه زنی موج، فشار

سرمایه گذاری در صنعت انرژی بادی است. در انجام پروژه پتانسیل‌سنجی بادی در ایران شرکت لامیر آلمان نیز به عنوان مشاور همکاری داشته است (۱۹)

تاثیرات مثبت محیط زیستی استفاده از توربین‌های بادی را در موارد زیر می‌توان خلاصه نمود:

- تولید انرژی توربین‌های بادی با جایگزینی و کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی موجب جلوگیری از آزادسازی دی اکسیدکربن در اتمسفر و به تبع آن کاهش گرمایش زمین می‌شود (۲۰) سوزاندن سوخت‌های فسیلی نظیر زغال سنگ در نیروگاه‌های حرارتی می‌تواند تا حدود  $870 \text{ kWh/gCO}_2$  گاز دی اکسیدکربن آزاد کند (۲۱) که در صورت جایگزینی با نیروگاه‌های بادی، به میزان قابل ملاحظه‌ای از تولید این گاز گلخانه‌ای کاسته می‌شود. میزان اثر ساخت نیروگاه‌های بادی بر گرمایش زمین از طریق آزادسازی دی اکسید کربن وابسته به محل احداث، اندازه و فناوری ساخت این نوع نیروگاه‌ها است که برای چرخه حیات (تمام فرآیندهای ساخت، نصب، بهره برداری، و از کار اندازی) این نیروگاه‌ها در مطالعات مختلف در حدود  $5.7$  تا  $86.5 \text{ kWh/gCO}_2$  گزارش شده است (۲۲) جایگزینی سوخت فسیلی با انرژی باد، جدای از جلوگیری از آزادسازی کربن در اتمسفر، از آزادسازی سایر گازهای مضر تولید شده در فرآیند احتراق سوخت‌های فسیلی نظیر اکسیدهای گوگرد و نیتروژن نیز جلوگیری می‌کند (۲۳) و از وقوع باران‌های اسیدی می‌کاهد.
- توربین‌های بادی در مقایسه با انواع دیگر روش‌های تولید انرژی نظیر سوخت‌های فسیلی و هسته‌ای، منجر به آلودگی آب و خاک نیز نمی‌شوند. نیروگاه‌های بادی در زمان بهره‌برداری جهت تولید توان الکتریکی منجر به آزادسازی مواد آلوده‌کننده آب نمی‌شوند. از طرفی مشابه نیروگاه‌های حرارتی و هسته‌ای، نیاز به مصرف آب جهت مصارف خنک

باشند؛ زیرا آب دارای چگالی بیشتری نسبت به هوا است پس یک توربین آبی کوچک می‌تواند قدرتی بیشتر یا معادل یک توربین بادی بزرگ ایجاد کند. این توربین‌ها در مجموع از برتری‌های بیشتر و معایب کمتری نسبت به توربین‌های بادی نیز برخوردار هستند.

مطالعاتی توسط سازمان انرژی‌های نو ایران و موسسه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی و دیگر مراکز تحقیقاتی در زمینه پتانسیل سنجی منابع انرژی‌های دریایی در آب‌های ایران صورت گرفته بود که طرح پتانسیل سنجی ساخت و بهره برداری از توربین جریانی جزر و مدی در پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی با همکاری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری از جمله طرح‌های این حوزه انرژی است (۳۱) در یک پروژه از شمال خلیج فارس تا چابهار، مطالعات به منظور اندازه‌گیری نوسانات جزر و مدی انجام شد. این تحقیقات نشان داد در منطقه خوریات، خورموسی بیشترین نوسانات جزر و مدی وجود دارد و بهترین منطقه برای تولید انرژی برق است پس از آن نیز مناطق بندر امام، بندر پل و کاوه قرار دارند. در منطقه بندر امام (ره) توانایی تولید ۶۰ تا ۸۰ مگاوات انرژی الکتریکی تجدیدپذیر وجود دارد (۳۲).

با اینکه درحال حاضر آماری مبنی بر اثرات زیست محیطی مزارع بادی دریایی وجود دارد، اطلاعات علمی در مورد اثرات زیست محیطی از دیگر منابع انرژی دریایی در دسترس نمی‌باشد. سدهای جزرومدی وقتی روی مناطق ساحلی ساخته شوند پتانسیل ایجاد اثرات زیست محیطی قابل توجهی بخصوص روی تغذیه پرندگان منطقه دارند. برخی از اثرات زیست محیطی این سدها بر روی خور و مناطق ساحلی پرداخته شود. اثرات اصلی زیست محیطی تولید شده از عملیات سدهای جزر و مدی، تغییر رژیم جزر و مد و تاثیر آن بر روی جوامع پرندگان و زیستگاه قابل دسترس در اعماق دریا می‌باشند (۳۳).

هیدرولیکی، حرکت نوسانی خاصیت جاری بودن موج و ... طراحی و ساخته شده است. انواع روش‌های بدست آوردن انرژی از امواج دریا شامل SDE، CETO، Energy-AW، plane Wave، Energy Wave، Power Wave-C، technodogies، star Wave، Energy Trident، OWC volt Sea می‌باشد (۲۷) با توجه به وضعیت جغرافیایی کشور ما و داشتن مرزهای آبی طولانی در شمال و جنوب، زمینه‌های تحقیقاتی بسیاری در این مورد وجود دارد.

انرژی موج از نظر مزایای زیست محیطی از ویژگی‌هایی چون تجدیدپذیری، فراوانی انرژی، طبیعی بودن، کاهش وابستگی به انرژی فسیلی، عدم آلودگی محیط زیست، پایداری و سازگاری آن با محیط، قابلیت تمرکز بالا، قابلیت نصب تجهیزات، پراکندگی و فراوانی انرژی موج برخوردار است (۲۸) یکی از مزایای این انرژی، چگالی انرژی بالای آن نسبت به سایر انرژی‌های بدست آمده از خورشید است. همچنین، دسترسی‌پذیری انرژی موج خیلی بیشتر از سایر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر است. به علاوه، بر خلاف انرژی‌های خورشیدی و بادی، به منظور استخراج انرژی موج نیازی به زمین‌های بزرگ نیست و این انرژی بیشتر در مکان‌هایی نظیر جزایر دور دست که به شبکه برق سراسری متصل نیستند، در دسترس است (۲۹)

### انرژی جزر و مد<sup>۱</sup>

استخراج انرژی از جزر و مد فقط هنگامی عملی بنظر می‌رسد که انرژی زیادی به صورت جزر و مدهای بزرگ متمرکز شده باشد و به علاوه جغرافیای محل نیز برای احداث نیروگاه جزر و مدی مکان‌های مناسبی فراهم کرده باشد. چنین مکان‌هایی در هر جا یافت نمی‌شود، اما تا بحال تعداد قابل ملاحظه‌ای از آنها شناسائی شده‌اند. بررسی‌های اخیر میزان انرژی بالقوه اقتصادی را ۲۰۰ TWh یا تقریباً ۱۰ درصد پتانسیل تعریف شده در معادله برنشتاین برآورد نموده است (۳۰)

توربین‌ها می‌توانند در تبدیل انرژی جریان جزر و مدی به پتانسیل مکانیکی برای چرخاندن یک ژنراتور نیز کاربردی

انرژی آبی<sup>۱</sup>

برق آبی منبع انرژی قابل دسترس، قابل اعتماد، مقرون به صرفه و پایدار ملی است. برق آبی تنها به نیروی آب جاری، رودخانه‌ها، اقیانوسها و سایر جریانها نیاز دارد و این انرژی همچنین بومی و پایدار نیز می‌باشد. بدون هیچ وابستگی به قیمت‌های افسار گسیخته سوخت‌های فسیلی، بسیاری از هزینه‌های صرف شده در صنعت برق آبی باقی می‌ماند و گسترش ظرفیت برق آبی صدها هزار فرصت شغلی جدید ایجاد می‌کند. انرژی برق آبی بیش از ۷۰ سال یک منبع انرژی قابل اطمینان در ایران بوده است. این قابلیت اطمینان اثبات شده به طرق مختلف مزایایی را برای شبکه ملی برق فراهم می‌کند، از حمایت منابع دیگر انرژی تجدیدپذیر گرفته تا ایجاد ثبات در شبکه و ذخیره انرژی برق برای استفاده در آینده انرژی برق آبی از منابع انرژی تجدیدپذیر ثابتی است که بیش از نیم قرن در ایران استفاده و تولید شده و هم اکنون برای بیش از ۳ میلیون خانه انرژی مقرون به صرفه فراهم می‌کند. تاسیسات برق آبی می‌تواند سریعاً از خروجی صفر به بیشترین خروجی برق برسند. این قابلیت، انرژی برق آبی را به یک گزینه مناسب در مقابل تقاضاهای سریعاً متغیر در روز تبدیل می‌کند؛ زیرا تجهیزات برق آبی تنها مولدهای بزرگ برق می‌باشند که اگر دیگر منابع انرژی غیرقابل دسترس باشند، می‌توانند سریعاً انتقال انرژی به شبکه را انجام دهند. برق آبی یک منبع ارزان انرژی تجدیدپذیر است و به نوسانات غیر قابل پیش بینی قیمت انرژی در بورس‌های انرژی وابسته نیست. با توجه به اینکه برق آبی فقط وابسته به انرژی حرکت آب است، هزینه‌های برق آبی به نوسانات غیر قابل پیش بینی قیمت سوخت‌های فسیلی بستگی ندارد. نیروی برقی همچنین ۶۳ درصد از انرژی الکتریکی تولیدی از منابع تجدیدپذیر را نیز شامل می‌شود. میزان انرژی الکتریسته تولیدی در جهان ۱۹۰۰۰ میلیارد کیلووات ساعت است که حدود ۲۳ درصد از آن توسط منابع تجدیدپذیر عمدتاً برقی تامین می‌شود. (۳۴)

در ایران به دلیل شرایط خاص آب و هوایی و وجود حوضه‌های آبریز بزرگ با آبدهی مناسب، پتانسیل‌های زیادی برای گسترش نیروگاه‌های برقی وجود دارد. کل پتانسیل تولید انرژی برقی کشور حدود ۵۰ تراوات ساعت تخمین زده شده که شامل حوضه‌های آبریز کارون با پتانسیل تولید ۳۰ تراوات ساعت، حوضه آبریز دز با پتانسیل تولید ۹ تراوات ساعت و کرخه با پتانسیل تولید ۶ تراوات ساعت است. همچنین پتانسیل تولید سایر رودخانه‌ها نیز حدود ۵ تراوات ساعت برآورد گردیده است. پتانسیل تولید برق آبی کشور بالغ بر ۲۶ هزار مگاوات ساعت است.

انرژی آبی به طرق مختلف به حفاظت از محیط زیست کمک می‌کند:

الف- کاهش آلودگی هوا: نیروی برق آبی با ایجاد انرژی الکتریکی بدون سوزاندن سوختها از ایجاد آلوده کننده‌های متصاعد شده از سوختن سوخت‌های فسیلی مانند دی اکسید گوگرد، اسید نیتریک، منواکسید کربن، گرد و غبار و سرب جلوگیری می‌کند. انرژی برق آبی ۹۸/۸ درصد از تولید ملی برق تجدیدپذیر و ۱۳/۸ درصد از مجموع الکتریسته تولیدی در ایران را تشکیل می‌دهد. استفاده از برق آبی از تولید سالیانه نزدیک به ۱۵۴ میلیون تن از الاینده‌های کربنی در ایران جلوگیری می‌کند که معادل خروجی بیش از ۳۰ میلیون اتومبیل سواری می‌باشد. جوامعی که بر برق آبی به عنوان منبع اولیه انرژی تکیه می‌کنند از مزیت هوا و آب پاک‌تر بهرمند می‌شوند.

ب- امکان اجرای پروژه‌های پژوهشی و تعدیلی زیست محیطی: صنعت برق آبی این امکان را دارد که برای جبران اثرات منفی زیست محیطی ناشی از سدسازی بر طبیعت و محیط زیست اطراف خود، از طرح‌های توسعه زیست محیطی جبرانی بهره بگیرد. برای نمونه با ایجاد سازه‌هایی چون نردبان‌ها یا آسانسورهای ماهی، تلاش می‌شود اثرات زیست محیطی تعدیل شود.

ج- کنترل بلایای طبیعی و تغییرات سریع اقلیمی: سدها مانع از تخریب محیط زیست ناشی از بلایای طبیعی چون سیلاب می‌شوند.

صنعتی و در حال توسعه تأمین می‌کند. مواد زیستی، یا زیست توده به مجموع مواد بیولوژیک تولید شده یا موجود در یک سامانه اکولوژیک اطلاق می‌شود، که پایه آلی داشته و به عنوان منابع انرژی قابل بازیابی، توانایی تبدیل مستقیم به انرژی و یا مواد حامل انرژی را دارند (۳۹).

زیست توده قابلیت تولید برق، حرارت، سوخت های مایع، سوخت‌های گازی و انواع کاربردهای مفید شیمیایی را دارا می‌باشد. منابع زیست توده که برای تولید انرژی مناسب هستند، عبارتند از: سوخته‌های چوبی، زائدات جامد شهری، فضولات دامی، فاضلاب‌های شهری. در حال حاضر پروژه‌های متعددی در این خصوص توسط وزارت نیرو و بخش خصوصی در دست اجرا می‌باشد. دسته بندی ایران به عنوان یک کشور خشک توجیهی بر عدم استفاده از منابع زیست توده نمی باشد، چرا که مطالعات تطبیقی صورت گرفته در کشورهای خاورمیانه با شرایط مشابه حاکی از استفاده فعلی انرژی زیستی یا در نظر گرفتن انرژی منابع مذکور در چشم‌انداز آنها می‌باشد (۴۰).

در شهر تهران روزانه ۶۵۰۰ تا ۷۰۰۰ تن زباله جمع آوری می‌شود که مواد غیر قابل بازیافت آن را در منطقه کهریزک دفن می‌کنند تا از تخمیر آنها کود شیمیایی تولید شود. دفن زباله علاوه بر آلوده کردن هوای منطقه کهریزک، در اثر نفوذ زباله به اعماق خاک، آب‌های زیرزمینی را دچار آلودگی کرده است. در حالی که با راه‌اندازی یک نیروگاه زباله سوز می‌توان ضمن حل مشکل دفن زباله‌ها، حدود پنج مگاوات برق نیز تولید نمود (۴۱) هم اکنون ۷ نیروگاه زیست توده با فناوری‌های متفاوت در ایران حدود ۱۴ مگاوات برق تولید می‌کنند (۴۲).

اهمیت انرژی زیست توده از منظر حفاظت از محیط زیست در آن است که سوخته‌های زیستی یک سیکل دی اکسید کربن در فرایند احتراق دارند و در نتیجه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به شدت کاهش می‌دهند. سوخته‌های زیستی دارای پتانسیل قابل توجه سازگاری با محیط زیست هستند و زیست تخریب‌پذیر می‌باشند. تولید این سوخت‌ها یک بازار جدید برای محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند و با تولید این سوخت‌ها مصرف سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد (۴۳).

د- گسترش صنایع سبز و حفاظت از گونه‌های زیستی دریایی: آب ذخیره شده در پشت سد می‌تواند به گسترش صنایع سبز و حفاظت از گونه های جانوری و گیاهی کمک کند.

### انرژی زمین گرمایی<sup>۱</sup>

منبع انرژی زمین گرمایی، حرارت طبیعی زمین است که از مواد مذاب یا ماگما نشات می‌گیرد. این انرژی در اثر تجزیه رادیو اکتیو ایزوتوپ پتاسیم و عناصر دیگر پراکنده در پوسته زمین و به خاطر فشار زیاد حاصل از نیروی وزن ایجاد می‌شود. به تجربه معلوم شده است هرچه به عمق افزوده شود دما افزایش می‌یابد. به طوری که درجه حرارت در لایه‌های پایینی پوسته زمین حدود ۱۳۰۰ درجه و در هسته مرکزی زمین حدود ۵ هزار درجه است (۳۵).

با توجه به مقرون به صرفه بودن انرژی زمین گرمایی، دولت باید سیاستگذاری‌های لازم را انجام دهد. این انرژی همچنین امکان جذب گردشگر را در زمینه چشمه‌های آب گرم دارد (۳۶) (قدمی، ۱۳۹۲). بر اساس مطالعات دفتر انرژی زمین گرمایی سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) تاکنون ۱۸ منطقه با پتانسیل بالای انرژی زمین گرمایی در کشور شناسایی شده‌اند. از سال ۱۳۷۴ سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) در منطقه سبلان مطالعاتی توسط یک شرکت نیوزلندی شروع کرده است که با حفر سه چاه اکتشافی مخزنی با دمای حدود ۲۵۰ درجه سانتی گراد برای استحصال برق شناسایی شد (۳۷).

انرژی زمین گرمایی برخلاف سایر انرژی‌های تجدید پذیر محدود به فصل زمان و شرایط خاصی نبوده و بدون وقفه قابل بهره‌برداری می‌شود. همچنین قیمت تمام شده برق در نیروگاه‌های زمین گرمایی با برق تولیدی از سایر نیروگاه‌های فسیلی قابل رقابت و ارزان‌تر است. چنین نیروگاه‌هایی آلودگی کمتر و مساحت کمی را اشغال می‌کنند (۳۸).

### انرژی زیست توده<sup>۲</sup>

زیست توده از جمله منابع انرژی تجدیدپذیری است که حدود ۳ تا ۳۵ درصد نیازهای اولیه انرژی را به ترتیب در کشورهای

1- Geothermal energy

2- Biomass energy

زیست توده به عنوان سوخت، نیاز به سوخت‌های فسیلی برای تولید گرما، بخار و برق را برای استفاده در مناطق مسکونی صنعتی و کشاورزی کاهش می‌دهد. زیست توده همیشه در دسترس است و می‌تواند به عنوان یک منبع تجدید پذیر تولید شود. سوخت زیست توده از زباله‌های کشاورزی محصول ثانویه است. زیست توده تولید اکسیژن را افزایش و دی اکسید کربن را مصرف می‌کند. دی اکسید کربنی که پس از سوختن زیست توده آزاد می‌گردند توسط گیاهان مصرف می‌شود (۴۴).

### چالش‌ها و موانع

در این بخش ضمن معرفی چالش و موانع کاربرد انرژی‌های نو در ایران با محوریت حفاظت از محیط زیست به راهبردهای مقابله با آنها نیز می‌پردازیم:

### موانع زیست محیطی و اقلیمی

هر چند انرژی‌های نو به بهبود وضعیت محیط زیست کمک می‌کنند اما تغییرات زیست محیطی نیز می‌تواند به چالش و مانعی در برابر توسعه و تهدید سرمایه‌گذاری این انرژی‌ها تبدیل شوند. بر این اساس، لازم است قبل از انتخاب محل احداث تاسیسات تولید انرژی به عوارض متقابل زیست محیطی بر آنها نیز دقت نمود. در این باب می‌توان به اثرات بد تغییرات جوی مانند فرستایش خاک، رانش زمین، سیلاب، طوفان‌ها، زلزله و ... بر طرح‌های انرژی نو اشاره نمود. این نوع بلایای طبیعی کنترل نشده می‌توانند تجهیزات و تاسیسات انرژی‌های نو را تخریب کنند. همچنین استفاده از انرژی‌های نو به معنای حذف کامل اثرات بد زیست محیطی نیست؛ بر این اساس، بررسی و شناسایی اثرات محیط زیستی می‌تواند نقش اساسی در وضع و اعمال قوانین و مقررات مرتبط با جابجایی، احداث و بهره‌برداری از انرژی‌های نو داشته و به هرچه سبزتر شدن آنها منتهی شود. برای مثال نیروگاه‌های انرژی بادی اثرات نامطلوب زیست محیطی چون نیاز هم‌زمان به نیروگاه‌های فسیلی، آلودگی صوتی، تغییر منظره، برخورد پرندگان، چشمک زدن سایه، تغییرات در اکوسیستم منطقه در حین ساخت و بهره‌برداری نیروگاه، انتشار کربن و ایجاد سایر آلاینده‌ها در فرآیند ساخت،

بازیافت در پایان عمر و از کار اندازی، و وقوع حوادث در نیروگاه‌های بادی به همراه دارند (۴۵)

### موانع اقتصادی و سیاست‌گذاری

برای توسعه انرژی‌های نو در ایران، موانع جدی اقتصادی و سیاست‌گذاری وجود دارد. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد این توسعه با یک سیاست واحد یا کپی‌برداری مکانیکی از تجربه دیگر کشورها حاصل نمی‌شود؛ بلکه اینکار نیازمند فراهم شدن شرایط زمینه‌ای، حمایت و سیاست‌گذاری خلاقانه دولتی است. در این زمینه اسناد بالادستی می‌تواند مبنا قرار گیرد که می‌توان به مهمترین آنها اشاره نمود: سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری (ابلاغ سیاست‌های کلی نظام ۱۳۷۹)، قوانین سالیانه بودجه کشور، سیاست‌های کلان محیط زیست سال ۱۳۷۹، سند راهبردی انرژی‌های نو کشور، برنامه راهبردی وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴ (مرداد ۱۳۹۰)، قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی ابلاغی سال ۱۳۹۰، قانون حمایت از صنعت برق در سال ۱۳۹۴؛ برنامه‌های توسعه سوم، چهارم، پنجم توسعه اقتصادی اجتماعی فرهنگی کشور و بند ۱۳ سیاست‌های کلی برنامه ششم در سال ۱۳۹۴؛ سند راهبردی انرژی مصوب ۱۳۹۶ هیئت وزیران. با اینهمه بحران ناترازی انرژی در کشور نشان می‌دهد برنامه‌ریزی‌های انرژی ناکارآمد و روش‌های ترسیم آینده انرژی نیازمند بازاندیشی است. هر چند قوانین بسیاری، مبنی بر افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور همچون سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی، قانون هدفمندکردن یارانه‌ها، قانون اصلاح الگوی مصرف، سیاست‌های کلی محیط زیست و قانون پنج ساله ششم توسعه، به تصویب رسیده است، اما آمار موجود حاکی از آن است که انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورمان به نحو شایسته‌ای مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است. نکته مهم در سیاست‌گذاری برای بهره‌گیری از انرژی‌های نو آن است که هنوز قوانین کاربرد این انرژی‌ها و نظارت بر طرح‌ها و پروژه‌های مربوطه تکمیل نشده و خلاءهای قانونی زیادی در آنها به چشم می‌خورد.

وزارت نیرو به عنوان سیاست‌گذار انرژی کشور، مصمم به توسعه استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر بخصوص انرژی خورشیدی و

نوع از نیروگاه‌ها در دسترس نیست (۴۶) از طرفی به علت عدم وجود استاندارد اختصاصی برای نیروگاه‌های بادی، ضوابطی از سوی سازمان برنامه و بودجه با همکاری سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا)، با عنوان "دستور العمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های بادی" تدوین شده است (۴۸)

با توجه به روند رو به رشد پژوهش‌ها و یافته‌های جدید در زمینه تأثیرات محیط زیستی تاسیسات انرژی‌های نو، و روش‌ها و فناوری‌های جدید کاهش و مدیریت این تأثیرات، لازم به نظر می‌رسد که این ضوابط نیز با اعمال محدودیتهای کمی، به روزرسانی شوند و استانداردهای لازم تدوین گردد.

اما نکته مهم اقتصادی در عدم تمایل اجتماعی به انرژی‌های نو در ایران، قیمت پایین سوخت‌های فسیلی است. با حذف یارانه‌های غیرهدفمند انرژی و افزایش قیمت انرژی سوخت‌های فسیلی، تمایل و اقبال عمومی به انرژی‌های نو افزایش یافته و آلودگی هوا کاهش خواهد یافت.

بزرگ‌ترین دغدغه سرمایه‌گذاران در بخش انرژی‌های نو، وجود ثبات در خرید تضمینی برق تجدیدپذیر است. هیأت وزیران قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر را بر اساس سه مؤلفه، سوخت صرفه‌جویی شده، هزینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی صرفه‌جویی شده و هزینه تبدیل انرژی در بازار برق تعیین می‌کند. بیش از ۹۰ درصد ظرفیت‌های تجدیدپذیر دنیا به روش خرید تضمینی است که مشوقی برای بخش خصوصی خواهد بود. ماده ۶۱ قانون اصلاح الگوی مصرف پایه و زیرساخت اصلاح الگوی مصرف است. این ماده از قانون، بر حمایت از تولید کنندگان تأکید دارد و وزارت نیرو موظف است نسبت به عقد قرارداد خرید تضمینی از تولید کنندگان غیر دولتی اقدام کند. در این راستا، مجلس شورای اسلامی مصوب کرده که طبق ماده ۵ قانون حمایت از صنعت برق، دولت موظف است برای تأمین بخشی از انرژی‌های تجدیدپذیر عوارض مصرف برق را پیش‌بینی کرده و ۱۰۰ درصد آن را صرفاً با کمک به اجرای طرح‌های مذکور، حمایت کند. با وجود فعالیت حدود ۱۴ نیروگاه برق تجدیدپذیر در کشور، ارتقای قابل

بادی است. بند ب سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی بر ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور با رعایت مسایل زیست محیطی و تلاش برای استفاده از سهم تجدیدپذیرها و ایجاد نیروگاه‌های خورشیدی و بادی و... تأکید دارد. در سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه که از سال ۱۳۹۶ اجرایی می‌شود، فقط در یک بند در خصوص انرژی اشاره شده و آن هم افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و نوین است به طوری که بر اساس این برنامه، ۲۵ هزار مگاوات به ظرفیت تولید برق کشور اضافه خواهد شد که از این میزان، ۵ هزار مگاوات مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود.

هرچند در سالهای اخیر با نصب توربینهای بادی و نیروگاه خورشیدی استفاده از این نوع انرژی‌ها بهبود یافته و با وجود عدم تکمیل پتانسیل‌های بکارگیری از این نوع انرژی‌ها در ایران با منطقی شدن قیمت حامل‌های انرژی امکان استفاده از این انرژی‌ها میسر شده است؛ اما توجه به انرژی‌های نو طی چند دهه اخیر بیشتر در حد مطالعه و پیگیری فعالیتهای سایر کشورها بوده است.

در رشد و گسترش استفاده از انرژی‌های نو، باید به دو عامل اقتصادی و مسایل زیست محیطی همزمان توجه نمود. عدم توجه به عوامل محیط زیستی در طول زمان می‌تواند هزینه‌های بسیار بیشتر و شاید لطمات جبران ناپذیری را به نسل‌های حال حاضر و آینده وارد می‌کند. با توجه به اینکه، نظر خبرگان می‌تواند تابع عوامل مختلف اجتماعی و فرهنگی نیز باشد، از این رو لازم به نظر می‌رسد که علاوه بر شناخت تمامی جوانب رشد و گسترش استفاده از انرژی‌های نو، نهادهای متولی امر نظیر سازمان محیط زیست نیز با تدوین استانداردهای لازم از مقدار عدم قطعیت این تصمیم‌گیری بکاهند. برای مثال در ایران، با توجه به مصوبه شورای عالی حفاظت محیط زیست، فقط نیروگاه‌های بادی با ظرفیت بالاتر از ۱۰۰ MW مشمول ارزیابی محیط زیستی هستند (۴۶) با توجه به توان نامی MW 5/2 توربین‌های تولید شرکت مپنا (۴۷) مزارع با ۴۰ توربین بادی و کمتر شامل این ارزیابی نخواهند شد. هنوز دستور العمل تخصصی مطالعات ارزیابی آثار و پیامدهای محیط زیستی این

انتظاری را از انرژی‌های تجدید پذیر شاهد نیستیم که از دلایل مهم آن نبود تضامین پرداخت و قیمت‌های تشویقی بیان شده است.

نکته دیگر سیاست‌های حمایتی از بخش خصوصی است. بر این اساس مجری پروژه‌های انرژی‌های نو باید سرمایه خود را حفظ کنند تا در این کار ماندگار بشوند. حمایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری از پژوهش‌های حوزه انرژی‌های نو و حمایت مالی و معنوی سازمان بهینه سازی انرژی کشور از اجرای پروژه‌های انرژی‌های نو اهمیت کلیدی دارد.

### محدودیت‌های زیرساختی و تکنولوژیکی

از موانع و چالش‌های مهم انرژی‌های نو در ایران، محدودیت‌های زیرساختی و تکنولوژیکی است. از جمله این محدودیت‌ها، ناترازی ناخواسته در تولید انرژی‌های نوین است؛ چراکه تولید انرژی نو در کنترل تغییرات جوی و اقلیمی است و در همه اوقات شبانه روز یکسان و با توزیع یکنواخت نیست. این ناترازی موجب می‌شود. از نظر فنی برای حفظ ایمنی تجهیزات تولید انرژی در مواقع خطر و فشار خاموش شوند. برای مثال در وزش باد بسیار شدید بنابر ملاحظات ایمنی، توربین‌ها را باید خاموش نمود و چنانچه شدت باد نیز بسیار کم باشد، نمی‌توان برق مورد نیاز را تولید کرد. در پاره‌ای موارد وزش باد هنگام شب شدیدتر است، طوریکه در زمان مصرف برق در پایین ترین حد ممکن، مشکلاتی جدی برای شرکت‌های تولید کننده برق ایجاد می‌شود؛ زیرا امکانی برای ذخیره سازی برق در مقیاسی گسترده وجود ندارد. برق تولیدی نیز باید زمانی مصرف شود که در شبکه تولید شده است. همچنین نیروگاه‌های بادی درست در همان مناطقی که شدیداً به برق نیاز دارند دایر نمی‌شوند، در نتیجه برای انتقال برق تولیدی به مناطق مورد نیاز، باید انرژی را با خطوط شبکه منتقل نمود که نیازمند هزینه‌های سنگینی است (۴۹)

نبود زیرساخت‌ها از دیگر عوامل عدم توسعه تجدیدپذیرها در ایران است. بر خلاف کشورهای پیشرفته، در ایران انرژی‌های تجدیدپذیر بخش خصوصی به علت هوشمند نبودن به شبکه وصل نیست. همچنین سازمان انرژی‌های نو ایران به عنوان

سازمان متولی توسعه انرژی‌های نو، هنوز زیرساخت‌های لازم در بخش اکتشاف، حفاری و ارزیابی مخازن را در اختیار ندارد. موضوع دیگر آنکه زنجیره ساختارها، نیروی انسانی، شرایط و امکانات لازم برای فرایند مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک، حفاری و آزمایشگاه در کشور شکل نگرفته است. با تعیین یک متولی مشخص برای کاربردهای حرارت حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توان امیدوار بود انرژی در بخش حرارت و برق مسیر کاربردی و تجاری شدن را به سرعت طی کند (۳۷)

تعمیرات و نگهداری تاسیسات انرژی‌های نو نیازمند تربیت تکنسین است و باید در این مورد سیاستگذاری درستی صورت بگیرد؛ چراکه در صورت نبود تکنسین بعد از مدتی این تجهیزات بلااستفاده و به ضد تبلیغ در فرهنگ کاربرد انرژی‌های نو تبدیل خواهند شد.

مساله مهم دیگر در این باب، حمایت از پژوهش‌های حوزه انرژی‌های نو و راه‌کارهایی جهت عملیاتی کردن نتایج آنها است؛ چراکه اینکار امکان قدرت استراتژیک کشور را در آینده افزایش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در نوسازی شبکه‌های انتقال و توزیع انرژی می‌تواند تلفات انرژی را کاهش دهد. توسعه شبکه‌های هوشمند برق نیز می‌تواند به مدیریت بهتر عرضه و تقاضای انرژی کمک کند. این شبکه‌ها قادرند مصرف انرژی را به صورت لحظه‌ای کنترل و از خاموشی‌ها جلوگیری کنند.

### مقاومت اجتماعی و فرهنگی

اجرای طرح‌های توسعه و نوین در هر جامعه‌ای نیازمند فراهم شدن بسترهای اجتماعی و فرهنگی است. بر این اساس لازم است برآورد پیامدهای اجتماعی (SIA) در کنار برآورد پیامدهای زیست محیطی (EIA) برای توسعه انرژی‌های نو در ایران مد نظر قرار گیرد. برآورد پیامدهای اجتماعی را می‌توان فرایند برآورد یا برآورد پیشاپیش پیامدهای تعریف کرد که احتمالاً در نتیجه اقدامات سیاست گذارانه یا پروژه‌های توسعه‌ای، خصوصاً در حوزه سیاست‌های مصوبه مربوط به امور محیط زیست در سطح ملی، منطقه‌ای و استانی به وجود می‌آید (۵۰).

نیروگاه‌های برقی وجود دارد. بر اساس مطالعات دفتر انرژی زمین گرمایی سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) تاکنون ۱۸ منطقه با پتانسیل بالای انرژی زمین گرمایی در کشور شناسایی شده‌اند. همچنین دسته بندی ایران به عنوان یک کشور خشک توجیهی بر عدم استفاده از منابع زیست توده نمی باشد.

علیرغم پتانسیل بسیار ایران برای استفاده از منابع تجدیدپذیر، تاکنون به نحو شایسته‌ای مورد بهره برداری قرار نگرفته است. بنا بر آمارهای موجود ساتب، توسعه تجدیدپذیرها متناسب با ظرفیت های کشور و اهداف تعیین شده در اسناد و خط مشی های بالادستی، توسعه نیافته است. طبیعتا وضعیت موجود ناشی از تاثیر عوامل و شرایطی است. با توجه به چالش ها و موانع شناسایی شده برای بهبود استفاده از انرژی‌های نو در راستای کاهش آلودگی و حفاظت از محیط زیست ایران راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

در راهبردهای زیست محیطی و اقلیمی لازم است با بررسی و شناسایی اثرات محیط زیستی، قوانین و مقررات مرتبط با جایابی، احداث و بهره‌برداری از انرژی‌های نو اصلاح گردد.

در راهبردهای اقتصادی و سیاست‌گذاری لازم است قوانین کاربرد این انرژی‌ها و نظارت بر طرح‌ها و پروژه‌های مربوطه تکمیل و خلاءهای قانونی بر طرف و ضوابط تاثیرات محیط زیستی بر تاسیسات انرژی‌های نو، با اعمال محدودیتهای کمی، به روزرسانی و استانداردهای لازم تدوین گردد. حذف یارانه‌های غیرهدفمند انرژی و افزایش قیمت انرژی سوخت‌های فسیلی، ثبات در خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و سیاست‌های حمایتی از بخش خصوصی از راهبردهای دیگر اقتصادی است.

بر اساس راهبردهای زیرساختی و تکنولوژیکی، اتخاذ تدابیر فنی برای کنترل ناترازی ناخواسته در تولید انرژی‌های نوین ناشی از تغییرات جوی و اقلیمی برای حفظ ایمنی تجهیزات تولید انرژی در مواقع خطر و فشار لازم و ضروری است. لازم است انرژی‌های تجدیدپذیر بخش خصوصی با هوشمند سازی به شبکه وصل شوند. همچنین زیرساخت‌های لازم در بخش اکتشاف، حفاری و ارزیابی مخازن انرژی های نو فراهم شود و نیروی انسانی متخصص در هر سه بخش و تعمیرات و نگهداری تاسیسات

عدم آشنایی مردم ایران با انرژی‌های نو و عادت کردن آنها به انرژی‌های فسیلی به علت ارزان بودن، از دلایل عدم تمایل آنها به بهره‌گیری و سرمایه گذاری در انرژی‌های نوین است. دولتی بودن مشکل عمده انرژی‌های نو در ایران است و از نوآوری‌های جامعه مدنی در سرمایه‌گذاری، تبلیغ و بازاریابی انرژی‌های نو چندان استقبال نمی‌شود. بر این اساس، افزایش آگاهی‌های عمومی، آموزش و فرهنگ‌سازی نقش مهمی در بهینه‌سازی انرژی و تمایل به کاربرد انرژی‌های نوین دارد. در این راستا، گنجاندن مباحث مربوط به انرژی‌های نوین در برنامه‌های درسی مدارس و دانشگاه‌ها نیز می‌تواند نسل آینده را به سمت مصرف انرژی‌های نو سوق دهد.

### نتیجه‌گیری

استفاده و بهره برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر مزایایی همچون بی نهایت بودن، پاک و تمیز بودن، تجدیدپذیر بودن، مقرون به صرفه، کاهش آلودگی هوا و همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارد. نتایج پژوهش مویدی است بر اینکه ایران با جغرافیای منحصر به فرد خود، پتانسیل های خوبی برای بهره گیری از انرژی‌های نو در اختیار دارد. به استناد اطلاعات سازمان انرژی‌های نو، ایران کشوری است که به گفته متخصصان این فن با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم آن و متوسط تابش ۵٫۵ - ۵٫۴ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در زمینه انرژی خورشیدی معرفی شده است. ایران با مساحت قابل توجه و مناطق وسیع ساحلی در شمال و جنوب، پتانسیل بسیاری برای بهره‌برداری از انرژی باد دارد. با توجه به وضعیت جغرافیایی کشور ما و داشتن مرزهای آبی طولانی در شمال و جنوب، بهره گیری از انرژی امواج هم قابل بهره برداری است. مطالعات سازمان انرژی‌های نو ایران و موسسه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی و دیگر مراکز تحقیقاتی در زمینه پتانسیل سنجی منابع انرژی‌های دریایی در آب‌های ایران نشان دهنده پتانسیل های مناسب ایران در ساخت و بهره برداری از توربین جریانی جزر و مدی است. در ایران به دلیل شرایط خاص آب و هوایی و وجود حوضه‌های آبریز بزرگ با آبدهی مناسب، پتانسیل‌های زیادی برای گسترش

- Studying Challenges and New Solutions for Urban Management. (In Persian)
7. Nasehi, P.; Saei Moghadam, M.; Izzi, R. 2019. An Analysis of the Future of World Energy: from the Darkness of Oil to the Brightness of New Energies, A Review of Related Opportunities and Challenges in Iran. *Renewable and New Energies Journal*, 7(1), 84-95. (In Persian)
  8. Lazkano, I., Nøstbakken, L., & Pelli, M. (2017). From fossil fuels to renewables: The role of electricity storage. *European Economic Review*, 99, 113-129.
  9. Kahia, M., Ben Jebli, M., & Belloumi, M. (2019). Analysis of the impact of renewable energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions in 12 MENA countries. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21, 871-885.
  10. Kemp, R., Parto, S., Gibson, R. B. (2005). "Governance for sustainable development: moving from theory to practice". *International Journal of Sustainable Development*, 8(1-2), 12-30.
  11. Arianfar, M. R. 2025. Iran and Energy Imbalance. *Donyaye Eghtesad Journal*, No. 6219, Date: Feb. 4, 2025. (In Persian)
  12. Li, V. O., Han, Y., Lam, J. C., Zhu, Y. & Bacon-Shone, J. (2018). Air pollution and environmental injustice: Are the socially deprived exposed to more PM<sub>2.5</sub> pollution in Hong Kong? *Environmental Science & Policy*, 80, 53-61.
  13. Jafari, S.; Esfandiari, M.; & Pahlavani, M. 2019. The Role of Human Capital in Economic Growth, Energy Consumption and Environmental Pollution in Orientation towards Sustainable انرژی‌های نو تربیت شود. حمایت از پژوهش‌ها و سرمایه گذاری حوزه انرژی‌های نو و راه‌کارهایی جهت عملیاتی کردن نتایج آنها ضروری است.
  - در راهبردهای اجتماعی و فرهنگی بر اساس برآورد پیامدهای اجتماعی (SIA) در کنار برآورد پیامدهای زیست محیطی (EIA)، افزایش آگاهی‌های عمومی، آموزش و فرهنگ‌سازی کاربرد انرژی‌های نوین به ویژه گنجاندن در برنامه‌های درسی مدارس و دانشگاه‌ها مد نظر قرار گیرد.

## References

1. Sakipoor, M.; Kaabi Nejadian, A.; Sekhvatjoo, M. S.; Jafari Moosavi, S. A. Akbar. 2011. Feasibility of Using Solar Energy and Reducing Greenhouse Gas Emissions in Ahvaz. *Jondishapur Health Sciences Journal*, Vol. 3, Issue 4, Fall 2011. (In Persian)
2. Flannery, T. 2005. *The Weather Markers*. Melbourne, Australia, Text Publishing.
3. Cai W, Wang C, Chen J and Wang SQ. (2011). Green economy and green jobs: myth or reality? The case of China's power generation sectors *Energy*, Vol.36, pp. 5994-6003
4. IEA (2006). Six policy actions for accelerated deployment of renewable energy. IEA-implementing agreement on Renewable Energy Technology Deployment (IEA-RETD).
5. IEA (2012). Six policy actions for accelerated deployment of renewable energy. IEA-implementing agreement on Renewable Energy Technology Deployment (IEA-RETD).
6. Borhani, F.; Varahram, M. H.; Keshavarz Mohammadian, M.; Yavari, M. A. 2018. Optimal Use of Solar Energy Based on Panel Typology, A Case Study. *Bagh-e Koohsar-e Karaj*, the 1st Conference on

- environments. *Renewable Energy*, 200, 970-982.
22. Vélez-Henao, J.-A., & Vivanco, D. F. (2021). "Hybrid life cycle assessment of an onshore wind farm including direct and indirect services: A case study in Guajira, Colombia". *Journal of Environmental Management*, 284, 112058.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112058>
  23. Mendecka, B., & Lombardi, L. (2019). "Life cycle environmental impacts of wind energy technologies: A review of simplified models and harmonization of the results." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 462-480
  24. Msigwa, G., Ighalo, J. O., & Yap, P.-S. (2022). "Considerations on environmental, economic, and energy impacts of wind energy generation: Projections towards sustainability initiatives". *Science of the Total Environment*, 849, 157755.
  25. Rajewski, D. A., Takle, E. S., Lundquist, J. K., Prueger, J. H., Pfeiffer, R. L., Hatfield, J. L., . . . Doorenbos, R. K. (2014). "Changes in fluxes of heat, H<sub>2</sub>O, and CO<sub>2</sub> caused by a large wind farm". *Agricultural and Forest Meteorology*, 194, 175-187.
  26. Takle, G. (2018). Iowa State University Research Finds Wind Farms Positively Impact Crops. Retrieved 1/28/2023, from <https://www.cals.iastate.edu/news/release/s/iowastate-niversity-research-finds-wind-farms-positively-impact-crops>
  27. Alasvand, G.; Kanaan, Sh. 2013. Sea Waves Energy: Gathering Methods and Effects on the Environment. First National Conference on Environment, Development in Iran. *Applied Economic Studies of Iran (Applied Economic Studies) Journal*, 9(34), 77-107. (In Persian)
  14. Masaeli, N. 2018. The Role of Solar Water-Heaters in Optimizing Energy Consumption in Buildings, the 3rd International Engineering Conference. (In Persian)
  15. Fard Afshari, M. 2025. Solar Energy: A Solution for Iran's Electricity Crisis, *Donyaye Eghtesad Journal*, No. 6181, Date: December 19, 2025. (In Persian)
  16. Görig M, Breyer C. (2016). Energy learning curves of PV systems. *Environ. Prog. Sus Energy* 2016; 35(3):914– 23.
  17. Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900.
  18. Treibs, A. (1936). Chlorophyll-und Häminderivate in organischen Mineralstoffen. *Angewandte Chemie*, 49(38), 682-686.
  19. Renewable Energy and Electricity Efficiency Organization. 2025. A Report by the Renewable Energy and Electricity Efficiency Organization, the Organization's Website: [ir.gov.satba.www://http/](http://ir.gov.satba.www/). (In Persian)
  20. Saidur, R., Rahim, N. A., Islam, M. R., & Solangi, K. H. (2011). "Environmental impact of wind energy". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2423-2430.
  21. Li, S., Chen, Q., Li, Y., Pröbsting, S., Yang, C., Zheng, X., & Ke, S. (2022). Experimental investigation on noise characteristics of small scale vertical axis wind turbines in urban

33. IRNA News Agency. 2017. Identifying the Best Areas for Generating Electricity from Tides in the Persian Gulf, available at: <https://irna.ir/xjm3JD>.
34. Hashemi Aslani, Z.; Haji Bigloo, R. 2013. Investigating the Environmental Effects of Energy Generation Devices from Water Tides and Waves, the 3rd National Conference on Fuel, Energy, & Environment. (In Persian)
35. Fadaei, P.; Fadaei, J.; Fadaei, B. 2013. Evaluation of Water Energy and Hydroelectric Power Plants and Its Role in Iran's Electricity Supply. the 1st National Conference on New and Clean Energy, Shahid Mofateh University, Hamedan, Iran. In Persian
36. Nag, R. (2016). A Review on geothermal energy technology. *A Rev. Geotherm. Energy Technol.*, (15202684), 10.
37. Ghadami, M. 2013. Geothermal Energy and Its Prospects in Iran, *Journal of Geological Education and Development*, No. 13: 30-41. (In Persian)
38. Iranian New Energy Organization, Geothermal Energy Office. 2016. Geothermal Energy in Iran: 40 Years of Study, One Power Plant and Zero Kilowatts of Electricity Production! 17/03/2016, available at <https://barghnews.com/00041tement>, Shahid Mofateh University, Hamedan, Iran. (In Persian)
39. Mojdani, H.; Yousefi, H. 2019. A Review of Geothermal Energy Application in Heating and Cooling Greenhouses, *Renewable and New Energies*, 7(1): 125-132. (In Persian)
40. Ralph E.H. Sims. 2013. Bioenergy Options for a Cleaner Environment: in Developed and Developing Countries. Translators: Mehdi Khojastehpoor, Mohammad Ali Ebrahimi-Nik, Energy, & Biodefense, Promotion Group of Environmentalists, Mehr Arvand Higher Education Institute in Cooperation with Meybod Azad University and the National Biodefense Headquarters. (In Persian)
28. Alasvand, G.; Kanaan, Sh. 2013. Sea Waves Energy: Gathering Methods and Effects on the Environment. First National Conference on Environment, Energy, & Biodefense, Promotion Group of Environmentalists, Mehr Arvand Higher Education Institute in Cooperation with Meybod Azad University and the National Biodefense Headquarters. (In Persian)
29. Kematdari, M. J. 2007. Studying the Feasibility of Gathering Energy from Waves in Iranian Sea Waters. National Conference on Marine Technology and Industry, Amirkabir University of Technology, Tehran. (In Persian)
30. Kematdari, M. J.; Soleimani, K. 2015. Types of Methods for Gathering Energy from Water Waves and Tides & the Related Effects on Marine Environment. the 6th International Conference on Offshore Industries, Sharif University of Technology, Tehran. (In Persian)
31. Farzinpour, P.; Dashti, R.; Dashti, R. 2007. Studying the Feasibility of Using Tidal energy in Bushehr Province. National Conference on Energy Consumption Optimization, Iranian Electrical and Electronics Engineers Association (Khorasan Branch), Mashhad, Iran.
32. Shahrabaf Darvazeh Noyi, A. 2017. Iran's Ability to Use Tidal Energy for Energy Production, Bargh News Website, 02/19/2017, available at <https://barghnews.com/0005cR>. (In Persian)

- emission scenarios. *Environmental Research Letters*, 13(4), 044014.
46. Moazen, M.; Saghafi, M. 2024. Studying the Environmental Effects Resulting from the Wind Turbines Use Development & the Need for the Related Policies. *Quarterly Journal of Energy Policy Research and Planning*, 9 (2): 194-216. In Persian
  47. Department of Environment. (2023). Retrieved 2/18/2023, 2023, from <https://eia.doe.ir>
  48. MAPNA Group. (2023). Retrieved 2/18/2023, 2023, from <https://www.mapnagenerator.com>
  49. Planning and Budget Organization. (2018). Environmental, Health and Safety Guideline for Wind Power Plants.
  50. Vatankhah Moghadam, S.; Monavarian, A.; Shahhosseini, M. A.; Vaezi, S. K.; Noorollahi, Younes .2019. Designing a Policy Model for the development of Renewable Energies in Iran; Public Policy Making”, Summer 2019, Volume 6, Issue 2: 115-134. (In Persian)
  51. Becker, H; Wankeli, F. 2009. The International Handbook of Social Impact Assessment: Conceptual and Methodological Advances. Persian translation by Hadi Jalili, Jameehshenasan Pub. (In Persian)
  - Mohammad Hossein Abbaspoor Fard, Mashhad: Ferdowsi University. (In Persian)
  41. Iranian Renewable Energy Association. 2024. Biomass Energy. Available at <https://irrea.ir/our-team-2/>. In Persian
  42. Azarm, B. 2016. Renewable Energy and the Necessity of Its Development in Order to Reduce Environmental Pollution, *Journal of Applied Science Studies in Engineering*, Vol. 0, Issue 4: 12-13. (In Persian)
  43. Mehr News Agency. 2023. Interview with Reza Samadi, Director General of the Technical, Economic and Environmental Assessment Office of the Renewable Energy and Electricity Efficiency Organization, on the Biomass Power Plants Development in the Agenda; available at: [mehrnews.com/xZWQp](https://mehrnews.com/xZWQp). (In Persian)
  44. Otadi, N.; Ahmadpoor, A.; Yousefi, M. 2012. Studying the Methods of Energy Production from Biomass. The 3rd Iranian Bioenergy Conference (Biomass and Biogas), Hamandishan-e Energy-e Kimia, Tehran. (In Persian)
  45. Vaughan, N. E., Gough, C., Mander, S., Littleton, E. W., Welfle, A., Gernaat, D. E., & Van Vuuren, D. P. (2018). Evaluating the use of biomass energy with carbon capture and storage in low