



تحلیلی بر آینده انرژی جهان، از تاریکی نفت تا روشنایی انرژی‌های نو مطالعه مروری در زمینه فرصت‌ها و چالش‌های ایران

پدرام ناصحی^۱، مجتبی ساعی مقدم^{۲*}، ریحانه ایزی^۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی قوچان، قوچان

۲- دانشیار، مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی قوچان، قوچان

* قوچان، ۹۴۷۷۱۶۷۳۳۵، mojtabasaei@qiet.ac.ir

چکیده

نفت ابزاری که روزگاری قدرت و تکنولوژی را به جهان هدیه داد، امروزه آماده است تا نابودی دنیا را رقم بزند. ماده‌ای که با به‌کارگیری آن دنیایی مدرن را ایجاد کردیم، اما خود در حال نابودی دنیای ماست. در این مقاله تلاش شد تا به خوبی برایمان روشن شود دنیای امروز تا چه میزان نیازمند تغییر استفاده از این ماده است. تغییری که نفت را از جایگاه سوخت مصرفی به جایگاه ماده‌ی اولیه برای ساخت کالاها تغییر می‌دهد. سپس راه‌کارهای عملی برای آینده‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر و پایدار که متکی بر سه فاکتور محیط زیست، اقتصاد و دیدگاه اجتماعی استوار است، پرداخته شود. در این میان انرژی‌های خورشیدی، بیودیزل، آبی و زمین گرمایی بررسی شده و مشخص شد برای تولید ۱۷۵/۲ تراوات ساعت برق به روش سنتی، به $۸/۱۸۵ \times ۱۰^۷$ تن زغال سنگ نیاز است. در صورت استفاده از زغال سنگ ۲۳۴/۰۹۱ مگاتن دی‌اکسیدکربن وارد جو خواهد شد. با تولید برق با استفاده از نیروگاه‌های تجدیدپذیر می‌توان حدود ۲۰ درصد از تقاضای انرژی را تامین کرد و بیش از ۴۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به تولید انرژی را کاهش داد. میزان مصرف انرژی برق در ایران برابر با ۲۵۵،۰۰۰،۰۰۰ مگاوات ساعت می‌باشد که نیروگاه خورشیدی سالانه ۱۸۹۸۶۵۸ مگاوات ساعت انرژی تولید و سالانه به میزان ۱۸۴۶۴۲۶ مگاوات ساعت برق به شبکه تزریق می‌کند. **کلیدواژگان:** نفت، انرژی‌های نو، انرژی‌های تجدیدپذیر

An analysis of the future of the world's energy from the darkness of the oil to the brightness of the new energies a case study on the opportunities and challenges of Iran

Pedram Nasehi¹, Mojtaba Saei Moghaddam^{2*}, Reihaneh Iziy¹

1- Chemical Engineering Department, Quchan University of Technology, Quchan, Iran.

2- Chemical Engineering Department, Quchan University of Technology, Quchan, Iran.

* P.O.B. 9477167335 Quchan, Iran, mojtabasaei@qiet.ac.ir

Received: 4 May 2019 Accepted: 18 August 2019

Abstract

Oil, the tool that once gave the world the power and technology, today it is ready to annihilate the world, a commodity that has been a tool of power and slavery throughout history. The material that we created using this modern world, but itself is destroying our world. In this paper, attempts have been made to examine the powerlessness of this commodity throughout history, which, as a result, will further understand the painful future that comes with over-consumption of oil. Then, practical solutions to the future of renewable and sustainable energies that rely on three environmental, economic and social factors are to be addressed. In the meantime, solar, biodiesel, hydro and geothermal energy have been investigated, and it has been found that in order to produce 17.25 per capita electricity per hour in traditional way, it



requires 8.85×10^7 tons of coal. If coal is used, the amount of carbon dioxide 091/234 MW will enter. Renewable power generation can provide about 20% of energy demand and reduce more than 40% of greenhouse gas emissions associated with energy production. The amount of power consumed in Iran is 255,000,000 MW, with an annual solar power plant of 1898658 MWh and an annual supply of 1846426 MWh of electricity to the network.

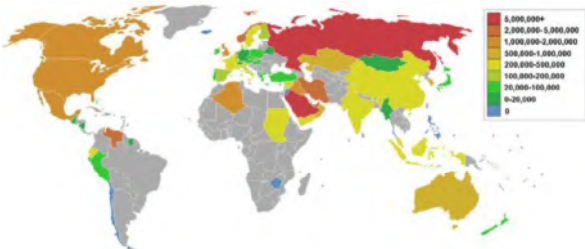
Keywords: Oil, new Energies, Renewable energies.





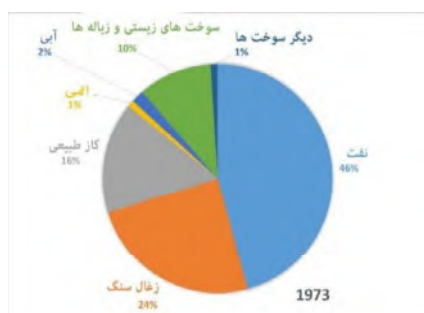
شکل ۱ قیمت دلار در سال های ۱۸۶۱ تا ۲۰۱۱ میلادی خط آبی (پایین) قیمت دلار در همان سال و خط نارنجی (بالا) ارزش برابر دلار در سال ۲۰۱۵ را نشان می دهد [۵]

از طرفی تعداد کم کشورهای تولیدکننده نفت در جهان باعث شده که این کالا به کالایی انحصاری تبدیل شود، کشورهای دارنده تلاش می کنند تا کنترل آن را در اختیار داشته باشند تا اطمینان حاصل کنند که این ثروت همیشه در اختیارشان است؛ اما همیشه کشمکش بزرگ برای به دست آوردن نفت وجود دارد تا جایی که بیشتر کشورها تلاش می کنند اختیار آن را به دست بگیرند. در شکل ۲ نقشه ی کشورهای تولیدکننده نفت در دنیا بر اساس (بشکه در روز) را نشان می دهد.



شکل ۲ نقشه ی کشورهای تولید کننده نفت در دنیا (بشکه در روز) [۶].

انقلاب شیل به آمریکا کمک کرده تا بتواند وابستگی خود را به واردات نفت کاهش دهد و از طرفی با افزایش تولیدکنندگان نفت در دنیا کم انحصاری بودن نفت رو به پایان است. این تغییرات باعث شده که قیمت نفت در دنیا سیر نزولی یافته اتفاقی که تولید نفت را برای کشورهای که به صورت صلح آمیز در حال استخراج آن هستند، کم اهمیت کرده و صادرات خام آن را به چیزی بدون توجه اقتصادی تبدیل کرده است. تا جای که کشورهای صلح طلبی مانند ایران روی به تبدیل و پالایش نفت خام آورده اند تا جای که میزان خام فروشی نفت خود را بسیار کاهش داده اند [۷]. شکل ۳: منابع انرژی مصرفی جهان در سال های ۱۹۷۳ و ۲۰۱۳ را نشان می دهد.



۱- مقدمه

شاید به جرات بتوان گفت نفت ماده ای بود که در دنیا بارها کشف شد و تا قرن ها قدرت بزرگ آن مشخص نبود. از اولین روزهایی که سومری ها در سرزمین بین النهرین در ۴۵۰۰ سال قبل با کشف قیر دنیای خود را دستخوش تغییر کردند تا روزگاری که دانشمندان مسلمان نفت سفید را کشف و روشنایی را به کوچه و خیابان های تاریک شهر هدیه دادند گرفته تا امروزه که دنیای بدون نفت دنیایی به دور از باور است [۱].

شاید با واکاوی واژه ی نفت به پیچیدگی ذاتی آن پی ببریم. نفت به مایعی غلیظ و افروخته به رنگ قهوه ای سیر یا سیاه گفته می شود که شامل هیدروکربن های پیچیده است. از دیگر واژه های مهم آن میتوان به طلای سیاه نام برد. نام های خاص با کالبد خاص آن در کنار تجدیدناپذیر بودنش ویژگی های کلیدی خاصی است که تراژدی مهم را برایش به وجود آورده است [۲].

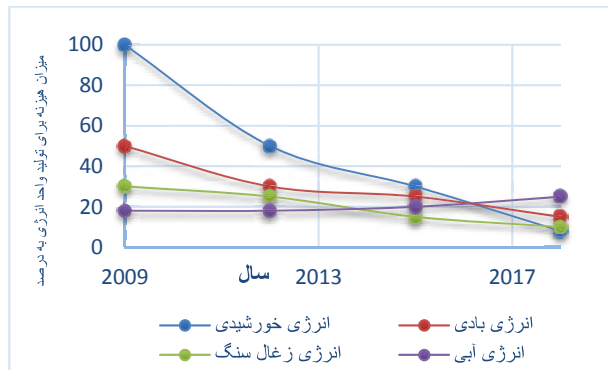
نفت بارها کشف شد و هر بار دریچه های جدید بر دنیا روشن کرد. این تغییرات زمینه ساز انقلاب های بزرگی بود که در سده ی اخیر دنیا را با قدرت بزرگی از انرژی آشنا کند. قدرتی که نفت را ابزار قدرت جهانی تبدیل کرد؛ اما نفت کم کم در حال از دست دادن قدرت خود است. قدرتی که به عنوان تک منبع انرژی دنیا و یکه تاز میدان به دست آورده بود. این مهم برای کشورهای که تکیه شدیدی به صادرات آن دارند زنگ خطری بزرگ است. در این میان کشورهای وجود داشته اند که از آن به عنوان سلاحی برای کنترل دنیا استفاده کردند و از درآمد سرشار آن در جهت مقاصد جنگی استفاده کرده و دنیا را درگیر جنگ های بزرگی برای تصاحب آن کردند و با تکیه بر بازار بزرگ آن دنیا را در دوران سیاهی فرو بردند [۳].

اما کشورهای متعددی همچون ایران که اعتقاد به سرمایه ملی خود دارند می بایست به سرعت به دنبال راهکارهای جدید برای تامین انرژی مصرفی خود باشند. منابعی که در کنار پاکی و تجدیدپذیری، آلودگی نیز به همراه نداشته باشند تا بتوانند از سرمایه ملی در جهت تولید مواد ثانویه با ارزش استفاده کنند. این در حالی است که مصرف انرژی به شدت در حال افزایش است و منابع نفت رو به پایان هستند و از طرفی آلودگی هایی را به وجود می آورند که در حال نابودی دنیا هستند. پس باید به دنبال انرژی های جدید همچون نیروی پیل های سوختی، باد، زمین گرمایی بود. نکته ی مهمی که در باب انرژی های تجدیدپذیر وجود دارد این است که بیشتر آن ها همیشگی نیستند. به آن معنا که در تمام ساعت ها و روزهای سال نمی توان از آن ها استفاده کرد. در نتیجه برای رهایی زمین از تهدید آلودگی های زیست محیطی می بایست تلاشی جهانی انجام گیرد تا شبکه های جهانی و فرا مرزی در جهت انتقال انرژی های پاک صورت گیرد [۴].

نفت ابزار قدرت قدرتمندی است که در سال های اخیر جهان را در دست گرفته است. ابزاری که کشورهایی را به قله قدرت و کشورهایی را به بردگی کشانده است. کالایی حیاتی که عامل جنگ های بزرگی در طول قرن های متعددی بوده است. جنگ هایی که در سال های مختلف باعث تغییرات چشم گیر در قیمت نفت در جهان شده است. تغییراتی که با نام شک های نفتی شناخته می شوند. در شکل ۱ تغییرات قیمت نفت خام به دلار در طی سال های ۱۸۶۱ تا ۲۰۱۱ میلادی نشان داده شده است. خط آبی (پایین) قیمت دلار در همان سال و خط نارنجی (بالا) ارزش برابر دلار در سال ۲۰۱۵ را نشان می دهد.



است تا بتوانیم درک کنیم دنیا به سمت اقتصادی پایدار به کمک انرژی‌های تجدیدپذیر در حال حرکت است [۱۲].



شکل ۵ میزان تغییر هزینه‌کرد برای استفاده از انرژی‌های مورد استفاده در سال‌های اخیر [۱۲].

نگرانی‌ها در مورد تغییرات آب و هوایی باعث شده است جامعه به دنبال جایگزینی برای کاهش انتشار کربن باشد. برای این منظور، بسیاری از آن‌ها خواستار تغییر تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر شده‌اند.

این موضوع موجب رقابت شدیدی میان کشورهای توسعه یافته دنیا برای یافتن انرژی‌ها و تکنولوژی‌های پاک، با کمترین آلودگی و بی‌نیاز از سایر انرژی‌ها شده است. چین به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده زغال‌سنگ و دومین مصرف‌کننده نفت جهان سرآمد این انقلاب و تلاش جهانی برای تولید انرژی پاک در دنیا شده است. تا جای که پرچم‌دار تولید انرژی‌های تجدیدپذیر شده است. بیش از یک سوم انرژی‌های بادی و پنل‌های خورشیدی جهان در چین تولید می‌شود.

گرچه انرژی تجدیدپذیر می‌تواند یک منبع تمیز برای تولید برق فراهم آورد، سوخت‌های فسیلی هنوز هم بخش عمده‌ای از تولید برق جهان را تشکیل می‌دهند. نوآوری در بخش برق گامی مهم برای جلوگیری از انتشار کربن است. در این کشور بیش از و پیش از هر کشوری در دنیا خودروهای برقی فروخته می‌شود. امروزه چین توانسته است با تکیه بر انرژی‌های تجدیدپذیر نیاز روزافزون خود به انرژی را کنترل کند [۱۱]. شکل ۶: میزان سرمایه‌گذاری کشورهای دنیا بر روی انرژی پاک (به میلیارد دلار) را نشان می‌دهد. این در حالی است که تمام سرمایه‌گذاری در سال ۲۰۱۸ میزان ۲۱۶ میلیون دلار بوده است.



شکل ۶ میزان سرمایه‌گذاری کشورهای دنیا بر روی انرژی پاک (به میلیارد دلار) [۱۱].



شکل ۳ منابع انرژی مصرفی جهان در سال‌های ۱۹۷۲ و ۲۰۱۳ [۸].

با نگاهی اجمالی به میزان تاثیر نفت بر انرژی جهان در سال‌های اخیر نیز به خوبی نمایان است که میزان تاثیر نفت در حال حاضر در جهان نیز کاهش پیدا کرده است. نشان‌دهنده آن است که جایگاه نفت در انرژی آینده جهان، جایگاهی سست و شکننده خواهد بود.

از طرفی همچنان یک سوم انرژی‌های مصرفی جهان از نفت تأمین می‌شود؛ به طوری که تا سال ۲۰۴۰ مصرف انرژی جهان تا ۳۰ درصد افزایش خواهد یافت [۹]. شکل ۴: افزایش مصرف انرژی جهان تا ۳۰ درصد تا سال ۲۰۴۰ را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

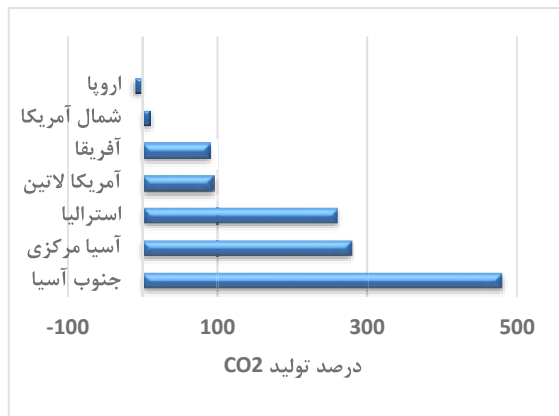


شکل ۴ افزایش مصرف انرژی جهان تا ۳۰ درصد تا سال ۲۰۴۰ [۱۰].

صرف ۳۰ درصد بیشتر انرژی فسیلی به معنای افزایش ۳۰ درصد آلاینده‌های تولیدی از سوخت این دسته از انرژی‌ها است. به بیانی روشن‌تر به معنای افزایش ۳۰ درصدی نابودی زیست محیط و افزایش سرعت گرم شدن زمین است تا جای که نابودی زمین امری اجتناب‌ناپذیر باشد. همانگونه که در شکل زیر نشان داده شده است با وجود افزایش تقاضا برای انرژی در طول سال‌های آینده، اما میزان مصرف نفت به سرعت کاهش خواهد یافت. این مهم تاییدی بر آن است که دیگر زمان آن رسیده است که نفت را به عنوان سوخت مصرفی فراموش کنیم [۱۱].

در طول تاریخ بشریت سوخت‌های فسیلی و سوخت‌های هیدروکربنی بر پایه کربن ارزان‌ترین نوع سوخت‌های مصرفی جهان بوده‌اند. تا جای که در قرن اخیر گاز و زغال‌سنگ بسیار ارزان‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر بوده‌اند؛ اما هزینه‌های استفاده از این انرژی‌ها به شدت در حال کاهش است. شکل ۵: میزان تغییر هزینه‌کرد برای استفاده از انرژی‌های مورد استفاده در سال‌های اخیر را نشان می‌دهد. انرژی‌های تجدیدپذیر به قدرت توانایی انتقال به یک جهان با توانایی‌های پایداری بالا و قدرت اقتصادی را به وجود می‌آورند. به گزارش REN 2017 در سال ۲۰۱۶ بیشترین پیشرفت در طول تاریخ به جهت استفاده و راه‌اندازی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در طول تاریخ بوده است. نصب و راه‌اندازی بیش از ۱۶۸ گیگاوات منبع تولید انرژی تجدیدپذیر گواهی محکم





شکل ۷. درصد رشد CO₂ در طول دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۲ [۱۵].

منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا حدود ۵۷ درصد ذخایر نفت جهان و ۴۱ درصد از ذخایر گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. حدود ۸۵ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در این منطقه به طور عمده از تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شود. انتشار گاز دی‌اکسیدکربن از سال ۱۹۸۰ به طور چشمگیری در این کشورها افزایش یافته است [۱۵].

انتظار می‌رود که رشد اقتصادی تأثیر مثبتی بر انتشار CO₂ داشته باشد؛ زیرا اکثر کشورهای خاورمیانه هنوز در حال توسعه هستند. منطقه خاورمیانه به دو دلیل اساسی انتخاب شده است، با توجه به استفاده گسترده از سوخت های فسیلی، محیط زیست در دهه‌های اخیر در این منطقه بدتر شده و مصرف اکثر کشورها از سوخت فسیلی بسیار زیاد می‌باشد. منابع انرژی تجدیدپذیر (عمدتاً انرژی خورشیدی و باد) در کشورهای منطقه خاورمیانه مهم هستند که می‌توانند منجر به غلبه بر آلودگی محیط زیست در منطقه و حتی در جهان شود [۱۴].

اثرات مصرف انرژی تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، FDI و TR بر میزان انتشار CO₂ در مطالعات تجربی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات باتاچاریا [۱۴] در سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که از ۸۵ کشور توسعه یافته و در حال توسعه، نیروگاه‌های انرژی تجدیدپذیر نقش مهمی در تحریک رشد اقتصادی و کاهش انتشار CO₂ دارند. زوندی [۱۴] در سال ۲۰۱۷ برای ۲۵ کشور آفریقایی نشان می‌دهد که انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با درآمد سرانه افزایش یافته است. ایتو [۱۴] در سال ۲۰۱۷ برای ۴۲ کشور توسعه یافته نشان می‌دهد، مصرف انرژی غیرقابل تجدید منجر به تأثیر منفی بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه می‌شود. در دراز مدت، مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد [۱۵].

این مطالعه دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۲ را پوشش می‌دهد. داده‌های مورد استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعات جهانی توسعه شاخص‌های بانک جهانی [۱۴] (۲۰۱۷) و اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده (EIA 2017) برای ۱۲ کشور منطقه خاورمیانه بدست آمده است. کشورهای منتخب عبارتند از: الجزایر، مصر، ایران، عراق، اسرائیل، اردن، لبنان، مراکش، موریتانی، سوریه، تونس و ترکیه. داده‌های مورد استفاده برای متغیرهای تولید ناخالص داخلی (در سال ۲۰۰۵

۲- انرژی‌های جدید قابل اتکا

نام‌های همچون انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های نو، خالص یا حتی نامحدود کلید واژه‌هایی است که امید دنیای ما را دربر گرفته است. درک این خطر شاید سخت و بزرگ‌تر از تصور باشد پس بد نیست اندکی به ویژگی‌های بزرگ این انرژی‌ها دقت کنیم و دیدگاهی را بیش‌ازپیش بررسی کنیم. انرژی‌های تجدیدپذیر دسته‌ای از انرژی‌ها که به دست طبیعت به سرعت توانایی تجدید شدن را داشته باشد. نور خورشید، باد، باران، جزر و مد، امواج و انرژی گرمایی زمین از این دست هستند [۱۳].

انرژی‌های تجدیدپذیر اغلب به چهار صورت مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱. تولید برق
۲. گرمایش و سرمایش هوا یا آب
۳. حمل و نقل
۴. خدمات انرژی روستایی

در مقایسه با سایر منابع انرژی که در تعداد محدودی از کشورها متمرکز هستند، منابع انرژی تجدیدپذیر در مناطق وسیع جغرافیایی قابل دسترس می‌باشند [۱۳].

این مهم تا جای بوده که در سال‌های اخیر استفاده بیش از حد از سوخت های فسیلی موجب تغییر آب و هوا در سطح جهان گشته و موجی از گرما را به ارمغان آورده است. این تغییرات موجب تأثیرات بر وضعیت انسان و طبیعت شد. اگر افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ادامه یابد، باعث گرم شدن بیشتر و تغییرات طولانی مدت در آب و هوا می‌شود. میزان انتشار دی‌اکسیدکربن باعث مشکلات بسیاری در سلامت مردم و محیط زیست می‌شود. تأثیر گازهای گلخانه‌ای بر محیط‌زیست موضوعی است که توسط محققان دانشگاهی و علمی ۲۰۱۴ (UNFCCC) بررسی شده است. 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 [۱۴].

شایان ذکر است که مطالعات بیشتری وجود ندارد که ارتباط بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین المللی و انتشار CO₂ را در مورد کشورهای منطقه خاورمیانه بررسی کرده باشد. انرژی مورد استفاده در فعالیت‌های اقتصادی خود عامل توسعه اجتماعی و اقتصادی است، اما می‌تواند تأثیرات منفی بر تغییرات آب و هوایی در مقیاس جهانی داشته باشد. مصرف متعارف انرژی می‌تواند منجر به افزایش فعالیت‌های اقتصادی و در نتیجه رشد اقتصادی شود. جایگزینی بخشی از انرژی مصرفی توسط انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند اثرات منفی ناشی از سوخت‌های فسیلی در کشورهای منطقه خاورمیانه را از بین ببرد (شکل ۷).



^۱Itō

^۲World Bank

^۳US Energy Information Administration

^۱foreign direct investment (FDI)

^۲international trade (TR)

^۳Bhattacharya

^۴Zoundi

- در سال ۱۹۷۰، سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده تأسیس شد. آسیب جدی به منابع طبیعی در نتیجه‌ی استفاده از انرژی فسیلی یکی از اولین چالش‌های رو در روی آژانس بود.
 - در سال ۱۹۷۶، کنگره ایالات متحده، کمیته‌ای را برای بررسی پتانسیل توسعه‌ی وسایل نقلیه الکتریکی، با هدف کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی تصویب کرد.
- اکثر انرژی‌های تجدیدپذیر به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم توسط خورشید ایجاد می‌شوند. با این حال منابع انرژی تجدیدپذیر به چند دسته مهم زیر تقسیم می‌گردند [۱۶].

۲-۲- انرژی خورشیدی

شاید گفتن همین نکته که میزان تولید انرژی از خورشید تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۶۵ برابر حال حاضر می‌رسد کافی باشد تا درک میزان تأثیر این منبع ممکن شود. انرژی خورشیدی از تبدیل نور خورشید به برق حاصل می‌شود. برق حاصل به‌طور مستقیم با استفاده از فتوولتائیک و یا به‌طور غیرمستقیم با استفاده از انرژی خورشیدی متمرکز تولید می‌شود. سیستم‌های انرژی خورشیدی متمرکز از عدسی‌ها یا آینه‌ها و سیستم‌های ردیابی نور خورشید استفاده می‌کنند.

بدین ترتیب یک منطقه بزرگ حاوی آینه‌ها، نور خورشید را در یک نقطه‌ی کوچک متمرکز می‌نماید.

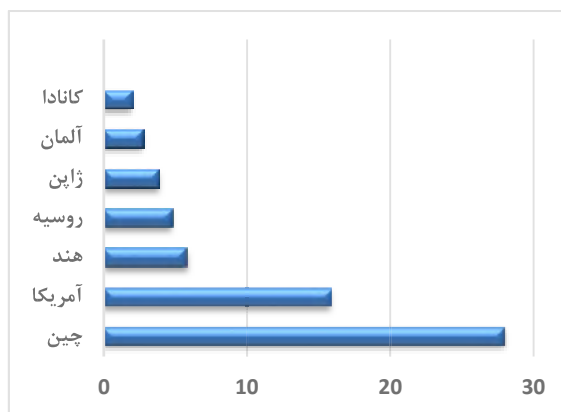
از منظر زیست محیطی، انرژی خورشیدی از بهترین و پاک‌ترین نوع انرژی‌هاست. یک سیستم ۱/۵ کیلووات، بیش از ۱۱۰,۰۰۰ پوند دی‌اکسید کربن را به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در طی ۲۵ سال از جو زمین حذف می‌کند. سیستم خورشیدی همچنین از نیاز به سوختن ۶۰,۰۰۰ پوند زغال‌سنگ جلوگیری می‌کند. با استفاده از نور خورشید، باران‌های اسیدی، گرد و غبارهای شهری و هر نوع آلودگی از بین می‌رود. از منظر مالی، صاحب‌خانه‌ها می‌توانند در بلندمدت با استفاده از انرژی خورشیدی، معادل ۲۵,۰۰۰ دلار در هزینه‌ها صرفه‌جویی کنند [۱۷].

۲-۲-۱- پتانسیل انرژی خورشیدی ایران

مقدار تابش خورشیدی در نقاط مختلف کره زمین متفاوت است و بالاترین مقدار متعلق به کمربند خورشیدی جهانی است. ایران در کمربند خورشیدی قرار دارد (شکل ۹) و مقدار بالایی از تابش خورشیدی را دریافت می‌کند. این کشور دارای ۳۰۰ روز آفتابی در سال است و استفاده از سیستم‌های خورشیدی در آن از نظر فنی و اقتصادی توجیه‌پذیر است. بیش از دو سوم کشور ایران به طور متوسط ۴/۵ تا ۵/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز تشعشعات خورشیدی دریافت می‌کند که در مقایسه با سایر نقاط جهان قابل ملاحظه است.

ثابت، انتشار CO₂، سهم مصرف از منابع انرژی تجدیدپذیر در کل مصرف انرژی؛ TR به صورت مجموع واردات و صادرات تقسیم بر تولید ناخالص داخلی، و جریان ورود FDI به عنوان یک سهم از تولید ناخالص داخلی بیان می‌شود [۱۴].

شکل ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ تغییرات هر متغیر را برای ۱۲ کشور منتخب در دوره ۲۰۱۲-۱۹۸۰ نشان می‌دهد. شکل ۴ تولید گاز CO₂ را نشان می‌دهد. اسرائیل با ۱۰,۷۳ مترمکعب، بزرگترین منتشرکننده CO₂ در سال ۲۰۰۱ بود، در حالی که موریتانی کمترین مقدار را با ۰,۲۹ مترمکعب در سال ۱۹۸۶ داشته است. براساس شکل ۸، میتوان کشور های بزرگ تولید CO₂ در جهان را مشاهده کرد.



شکل ۸. میزان تولید CO₂ سالانه [۱۵]

با بررسی اجمالی در متغیرهای موجود میتوان نتیجه گرفت که کشور های خاور میانه با داشتن پتانسیل های بالای در انرژی های فسیلی میتوانند منابع بلقوه ای برای مصرف آن ها را داشته باشند این مهم باعث شده است که میزان تولید آلودگی در این کشور ها به شدت افزایش یابد. که در نتیجه آن انرژی های تولیدی به شدت آلوده بوده و موجب افزایش بیماری های محیطی میشود که نیازمند ایجاد بستر انرژی های پاک را ایجاد می‌نماید [۱۵]

۲-۲-۱- نگاهی کلی به تاریخچه پیدایش انرژی های نو

شاید به جرات بتوان تاریخ تولد انرژی‌های نو را سال ۱۸۳۰ قرارداد. زمانی که برای اولین بار مواد فتوولتائیک اختراع شد. این کشف در نهایت منجر به توسعه سلول‌های خورشیدی و انرژی خورشیدی شد.

- در سال ۱۸۳۹، ویلیام رابرت گروو کودک انرژی‌های نو را وارد پرورش داد. زمانی که برای نخستین بار پیل سوختی هیدروژن را اختراع کرد. در این سلول از واکنش بین هیدروژن و اکسیژن برق تولید می‌شد.
- در اواخر سال ۱۸۸۰، کودک نوپای انرژی‌های نو به بلوغ خود رسید زمانی که برق تولیدی توسط آب در ایالات‌متحده به‌طور تجاری در دسترس قرار گرفت و انرژی خورشیدی در اروپا کشف شد.
- قدرت گرفتن انرژی‌ها هیچ زمان دور از جنگ و تنش نبوده است. شاید بتوان به جرات گفت که تنش‌های بزرگ اعراب و آمریکا در سال ۱۹۴۷ که منجر به تهدید عرضه نفت در خاک آمریکا شد. اولین کلیدهای بود که باعث تولد اولین پروژه راکتور هسته‌ای با هدف تولید انرژی در «Brookhaven» نیویورک بوده است.

'renewable energy consumption (REC)



جوامع هزاران سال از قدرت باد برخوردار بوده‌اند. اولین استفاده شناخته شده از این نیرو به ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد که مردم از بادبان برای حرکت در رود نیل استفاده می‌کردند. پارس‌ها به از سال ۴۰۰ بعد از میلاد، از آسیاب‌های بادی برای پمپ آب و آسیاب دانه‌ها استفاده می‌نمودند. آسیاب‌های بادی پیش از سال یک میلادی در چین توسعه پیدا کردند؛ اما اولین مدارک مکتوب در این باره مربوط به سال ۱۲۱۹ است. کرت‌ها^۲ به معنای واقعی کلمه، صدها آسیاب بادی را به کار می‌گرفتند تا آب را برای محصولات کشاورزی و دام پمپاژ کنند.

هزینه اولیه سیستم توربین بادی AOC 291، ۷۵۰ دلار است و هزینه توربین بیش از نیمی از آن است و هزینه برج، کمتر از ۲۰ درصد است. تولید سالانه برق حدود ۲۲۸/۵۳۱ کیلووات ساعت تخمین زده شده است. این سیستم جایگزین یک منبع موجود در هزینه برق تقریباً ۰/۰۹ دلار در کیلووات است که باعث صرفه جویی سالیانه حدود ۲۰/۵۶۸ یورو می‌شود [۲۰-۲۲].

۴-۲- انرژی زیست‌توده

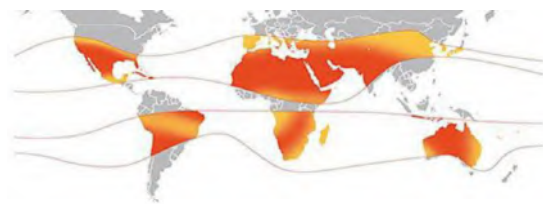
اصطلاح زیست‌توده یا بیومس^۳ به موادی آلی که انرژی را از طریق فرآیند فتوسنتز ذخیره می‌کنند، اشاره دارد. این انرژی در قالبی مانند گیاهان وجود دارد و از طریق زنجیره غذایی به بدن حیوانات و ضایعات آن منتقل می‌گردد. همه انرژی به این شکل می‌تواند برای موارد استفاده روزمره انسان از طریق فرآیندهایی مانند احتراق به دست آید. با این روش دی‌اکسیدکربن ذخیره شده در مواد گیاهی آزاد می‌شود.

بسیاری از سوخت‌های زیست‌توده که امروزه استفاده می‌شوند به شکل محصولات چوب، پوشش گیاهی، بقایای محصول و گیاهان آبرزی هستند. زیست‌توده در دو دهه گذشته یکی از رایج‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر بوده و تنها انرژی آبی^۴ در تولید برق از زیست‌توده جلوتر است. این منبع انرژی به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد به طوری که ۱۵ درصد از کل انرژی در جهان را به دلیل کم‌هزینه بودن و طبیعت بومی، تامین می‌کند. البته در کشورهای در حال توسعه این عدد به ۳۵ درصد می‌رسد [۲۳].

۴-۲- مزایا و معایب انرژی زیست‌توده شامل موارد زیر است:

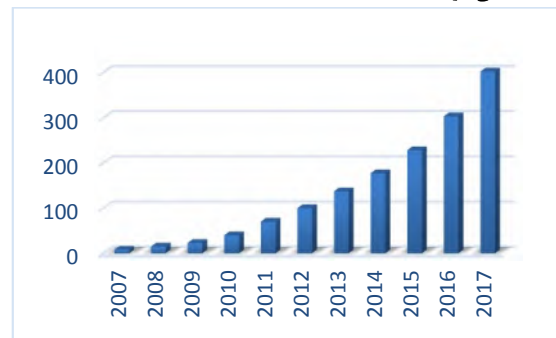
مزایای انرژی زیست‌توده شامل:

۱. زیست‌توده به عنوان سوخت، نیاز به سوخت‌های فسیلی برای تولید گرما، بخار و برق را برای استفاده در مناطق مسکونی، صنعتی و کشاورزی کاهش می‌دهد.
۲. زیست‌توده همیشه در دسترس است و می‌تواند به عنوان یک منبع تجدیدپذیر تولید شود.
۳. سوخت زیست‌توده از زباله‌های کشاورزی محصول ثانویه‌ای است که باعث افزایش ارزش محصول کشاورزی می‌شود.
۴. رشد استفاده از محصولات زیست‌توده تولید اکسیژن را افزایش و دی‌اکسید کربن را مصرف می‌کند.
۵. دی‌اکسید کربنی که پس از سوختن زیست‌توده آزاد می‌گردد، توسط گیاهان مصرف می‌شود [۲۴].



شکل ۹. کمربند خورشیدی [۱۸].

با احداث نیروگاه خورشیدی میتوان انرژی برق قابل توجهی تولید کرد. ایران ظرفیت انرژی خورشیدی بالایی دارد و با احداث یک نیروگاه خورشیدی بزرگ در این کشور، مقدار قابل ملاحظه‌ای انرژی الکتریسته‌ی پاک قابل تولید است. میزان ظرفیت نیروگاه‌های خورشیدی در جهان در تصویر ۱۰ نشان داده شده است. بر طبق این تصویر، در سال ۲۰۱۷ به میزان ۹۸ گیگاوات به ظرفیت نیروگاه خورشیدی اضافه شده و ظرفیت نصب شده در این سال به ۴۰۲ گیگاوات رسیده است. به طور میانگین، بیش از ۴۰۰۰۰ پنل خورشیدی در هر ساعت نصب می‌شود [۱۸].



شکل ۱۰. ظرفیت نیروگاه خورشیدی

چنانچه در شکل ۱۰ ملاحظه می‌گردد، از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ ظرفیت نصب شده‌ی نیروگاه‌های خورشیدی به طور قابل توجهی افزایش داشته و این در حالی است که ایران با وجود پتانسیل بالای انرژی خورشیدی حدود ۳۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی نصب شده دارد. از طرفی با توجه به مصرف بالای انرژی برق در ایران و انتشار بالای گاز CO₂ احداث نیروگاه‌های خورشیدی امری ضروری است.

میزان تولید ماهانه‌ی انرژی نیروگاه خورشیدی دشت لوت ۱ گیگاوات در است. این نیروگاه، سالانه ۱۸۹۸۶۵۸ مگاوات ساعت انرژی تولید می‌کند که با در نظر گرفتن تلفات ناشی از اینورتر و ترانسفورماتور، سالانه به میزان ۱۸۴۶۴۲۶ مگاوات ساعت برق به شبکه تزریق می‌کند [۱۹].

۳-۲- انرژی باد

انرژی باد^۱ با استفاده از جریان هوا تولید می‌شود. جریان هوا از طریق توربین‌های بادی به ژنراتورهای مکانیکی انتقال می‌یابد و برق تولید می‌گردد. از جمله مزایای انرژی بادی می‌توان به فراوانی، قابلیت تجدید، توزیع گسترده، پاک بودن، تولید گازهای گلخانه‌ای در حد صفر در طول عملیات بهره‌برداری و نیاز کم به زمین مورد استفاده اشاره کرد.



^۲ Cretans
^۳ Biomass
^۴ hydro power

^۱ Wind power

معایب انرژی زیست توده شامل:

۱. اگر محصولات پایه رشد نکنند، زباله‌های کشاورزی هم وجود نخواهند داشت.
۲. در زمینه‌هایی مانند روش‌های برداشت محصولات کشاورزی، کارهای جانبی زیادی باید صورت گیرد.
۳. زمین مورد استفاده برای محصولات انرژی‌زا ممکن است برای مقاصد دیگری مانند کشاورزی، حفاظت از محیط زیست، مسکن، حمل‌ونقل یا کشاورزی مورد نیاز باشند.

۵-۲- انرژی آبی

برق آبی یا هیدروالکتریسیته اصطلاحی است که آن را به انرژی الکتریکی تولیدی توسط نیروی آب جاری نسبت داده شده است. شایع‌ترین و پر استفاده‌ترین روش برای نیروگاه برق آبی با ایجاد یک سد روی یک رودخانه و ذخیره آب در یک مخزن ایجاد می‌گردد. آب آزاد شده از مخزن از طریق یک توربین جریان می‌یابد. این جریان توربین را به چرخش درمی‌آورد که به نوبه خود ژنراتور را برای تولید برق فعال می‌کند؛ اما انرژی برق آبی لزوماً نیازی به یک سد بزرگ ندارد. بعضی از نیروگاه‌های انرژی آبی فقط از یک کانال کوچک برای انتقال آب رودخانه از طریق یک توربین استفاده می‌کنند. نوع دیگر نیروگاه انرژی آبی، نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای نامیده می‌شود. الکتریسیته از یک شبکه برق به ژنراتورهای تولید ارسال می‌گردد. در این نیروگاه ژنراتورها باعث چرخش توربین‌ها در جهت عکس می‌گردند. این حرکت آب را از سطح رودخانه یا از یک مخزن سطح پایین به مخزن بالا پمپ می‌کند، جایی که ذخیره‌سازی برق صورت می‌گیرد. برای تولید برق، آب از مخزن بالایی به مخزن پایینی یا رودخانه جریان می‌یابد. توربین‌ها در جهت جلو می‌چرخند و ژنراتورها برای تولید برق فعال می‌شوند. این روش یکی از معدود روش‌های ذخیره انرژی الکتریکی نیز به شمار می‌آید [۲۵].

مزایای انرژی آبی به شرح زیر است:

۱. هنگامی که سد ساخته می‌شود، برق را می‌توان با سرعت ثابت تولید کرد. اگر برق مورد نیاز نباشد، می‌توان دریچه‌ها را بست. به طوری که تولید برق متوقف شود. از آب ذخیره شده برای زمان‌هایی که تقاضای تولید برق بالاست، استفاده می‌گردد.
۲. عمر سدها برای چندین دهه طراحی می‌شوند و بنابراین می‌توانند سال‌های زیادی برق تولید کنند.
۳. دریاچه‌ای که در پشت سد شکل می‌گیرد، می‌تواند برای ورزش‌های آبی و فعالیت‌های اوقات فراغت مورد استفاده قرار گیرد. اغلب سدهای بزرگ جزء جاذبه‌های گردشگری هستند.
۴. از آب دریاچه می‌توان برای آبیاری استفاده نمود.
۵. ذخیره‌سازی آب در دریاچه‌ها به منظور ذخیره‌سازی انرژی برای مواقع مورد نیاز امکان‌پذیر است. در هنگام ضرورت، می‌توان با آب ذخیره شده شروع به تولید برق نمود [۲۶].

۶-۲- بیودیزل

شروع تولید بیودیزل به سال ۱۸۹۳ برمی‌گردد. زمانی رادولف دیزل به‌سختی به دنبال سوختی برای موتور تولید خودش می‌گشت. برای اولین بار روغن بادام‌زمینی را به‌عنوان سوخت امتحان کرد. ولی به دلایلی موفقیت‌آمیز نبود. سال‌ها بعد دانشمندان زیادی بر روی بیودیزل کار کردند تا در نهایت در سال ۱۹۷۷ فرایند صنعتی تولید آن توسط Expedito Parente آغاز شد. در سال‌های بعد روش‌های دیگر از مواد اولیه گوناگون مورد استفاده قرار گرفت و نهایتاً در سال ۱۹۹۱ اولین استاندارد جهت تولید این ماده صادر شد؛ و با گذر زمان تکامل یافت تا به شکل نهایی خود در سال ۲۰۰۸ رسید. بیودیزل یا عملاً هر نوع از سوختی دارای مشخصات بسیار کاربردی است که برای توصیف آن ماده و بیان آن‌ها ضروری است. از مهم‌ترین این خصوصیات می‌توان به ویسکوزیته، تراکم‌پذیری، نقطه اشتعال، عدد ستان آن اشاره کرد.

طبیعی است که روغن‌های مختلف مشخصات مختلفی را نیز دارا می‌باشند که در جدول ۱ آمده است. نقطه اشتعال یکی از خواص بیودیزل است که برای دانه‌های مختلف تفاوت دارد. مثلاً برای روغن کانولا (C ۲۹۰.۵) است و برای سویا (C ۲۸۰) است که به‌طور متوسط از دیزل بالاتر است. از این خاصیت می‌توان نتیجه گرفت که بیودیزل برای حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی ایمن‌تر است. ویسکوزیته سینماتیک بیودیزل‌ها بین ۱۰ تا ۱۵ برابر دیزل است و بین (-۳۰ تا ۵۵ CST) است. ارزش گرمایی پارامتری است که مناسب بودن سوخت را مشخص می‌کند. مقدار کالری روغن‌های گیاهی در حدود (۳۲-۴۰ Mj/Kg) است که از دیزل کمتر است اما با ترکیب با دیزل قابل قبول می‌شود.

هر نوع از بیودیزل دارای مشخصات خاص خود است که بیانگر کیفیت سوخت است. یکی از خاصیت‌های مهم بیودیزل چگالی و از دیگر خواص آن می‌توان به ویسکوزیته، نقطه اشتعال، درجه حرارت، نقطه ابری، پایداری الکترواستاتیک و ... اشاره کرد. این خواص در نهایت ویژگی‌های کلیدی سوخت را مشخص می‌کنند [۲۷].

جدول ۱ خصوصیات روغن خام و مقایسه با دیزل

نقطه اشتعال C	عدد ستان	ویسکوزیته سینماتیک	نام روغن
۲۴۱	۳۴.۸	۳۷.۲	روغن کنجد
۲۷۱	۴۱.۸	۳۹.۶	بادام‌زمینی
۲۴۶	۳۷.۶	۳۷	کلزا
۲۶۰	۴۱.۳	۳۱.۳	روغن گل‌رنگ
۲۶۰	۴۰.۲	۳۵.۵	کنجد
۲۵۴	۳۷.۹	۳۲.۶	سویا
۲۷۴	۳۷.۱	۳۳.۹	آفتابگردان
۲۶۷	۴۲	۳۹.۶	پالم
۲۶۴	۵۱.۵	۲۷.۶۴	روغن نارگیل
۷۶	۵۰	۳۰.۶	دیزل

Hydroelectricity
pumped storage plant



۴۴۱۲۶	۵۲۴۹۱	۸۱۳۲۲	بادام	۹
۷۲۱۲۵۲	۱۰۶۸۸۳۱	۳۶۱۸۵۴۲	کل	

۷-۲- انرژی زمین گرمایی

انرژی زمین گرمایی به انرژی حرارتی که در پوسته ی جامد زمین وجود دارد، گفته می شود. این گونه انرژی اغلب در جهت تولید الکتریسیته زمین گرمایی مورد استفاده قرار می گیرد که به چرخه تولید انرژی الکتریکی از انرژی زمین گرمایی اطلاق می گردد. فناوری مورد استفاده در طرح های تولید برق از انرژی زمین گرمایی شامل [۳۰]:

۱. نیروگاه های بخار خشک
۲. نیروگاه های تبدیل بخار سیال
۳. نیروگاه چرخه دوگانه

استفاده حرارتی از انرژی زمین گرمایی در حال حاضر در بسیاری از کشورهای دنیا در حال بهره برداری است و حتی توانایی تأمین انرژی حرارتی در کشورهای سردسیر از جمله کشور ایسلند را نیز دارد. با توجه به دائمی بودن و عدم وابستگی این منبع انرژی به شرایط آب و هوایی (مانند بسیاری از انرژی های تجدید پذیر مثل باد و خورشید) استفاده آن از قابلیت اطمینان بسیار بالایی برخوردار است. از منابع انرژی زمین گرمایی برای تولید برق و حرارت استفاده می شود. در سال ۲۰۱۷ از انرژی زمین گرمایی در حدود ۳۰۰ تراوات ساعت انرژی دریافت شده است. یک سوم برای تولید برق که در حدود ۵۰ گیگاوات ظرفیت نصب شده داشته و دو سوم باقی مانده برای تولید گرمایش بوده است. بیشترین رشد در کاربرد مستقیم در استفاده از پمپ های حرارتی زمین گرمایی بوده است که می توانند گرمایش و سرمایش تولید نمایند و نرخ رشد متوسطی معادل ۲۰٪ سالانه داشته است [۳۱]. شکل ۱۱: درصد کاربردهای انرژی زمین گرمایی در جهان را نشان می دهد.



شکل ۱۱. درصد کاربردهای انرژی زمین گرمایی [۳۱].

۷-۲-۱- پتانسیل منابع انرژی زمین گرمایی در ایران

قرار گرفتن در کمربند آتش فشانی باعث شده است که گستر ایران از لحاظ زمین ساختاری، بسیار فعال بوده و از پتانسیل بالای انرژی بهره مند باشد. وجود فعالیت های آتش فشانی و چشمه های آب گرم فراوان، گواهی بر این مدعی است. پتانسیل انرژی زمین گرمایی در ایران بر اساس مطالعات انجام شده در بیش از ۱۰ منطقه شناسایی شده است این مناطق بر اساس میزان فعالیت های تک تونیکی، میزان چشمه های آب گرم و ظهورهای سطح الارضی و سایر شواهد زمین شناسی شناسایی شده اند. بر اساس مطالعات انجام شده در سال ۱۳۷۷ این مناطق بدین شرح هستند [۳۲-۳۳]:

از کاربردهای مهم بیودیزل می توان به استفاده آن به عنوان جایگزین سوخت های نفتی نام برد، در نتیجه انتخاب مواد اولیه آن از حساسیت بالای برخوردار است. از طرفی مواد اولیه حدود ۷۵٪ هزینه های تولید بیودیزل را شامل می شوند، پس انتخاب ماده اولیه یکی از مهم ترین سرفصل های تولید آن است. تا به امروز حدود ۳۵۰ منبع مختلف برای تولید بیودیزل که به دو دسته روغن های خوراکی و غیر خوراکی تقسیم شده اند، وجود دارند. کشورهای مختلف منابع مختلف تولید بیودیزل را دارا هستند. جدول ۲ پتانسیل های کشورهای مختلف برای تولید بیودیزل را نشان می دهد [۲۸].

جدول ۲ پتانسیل های کشورهای مختلف در تولید بیودیزل

منطقه	کشور	مواد
آسیا / جنوب شرق آسیا	چین	روغن زیتون پخت و پز / کلزا
	ایران	پالم، جاتروفا، کرچک، جلبک
اروپا	فرانسه	کلزا / آفتابگردان
	ایتالیا	کلزا / آفتابگردان
آمریکا شمالی	ایالات متحده آمریکا	سویا / روغن زیتون / بادام زمینی

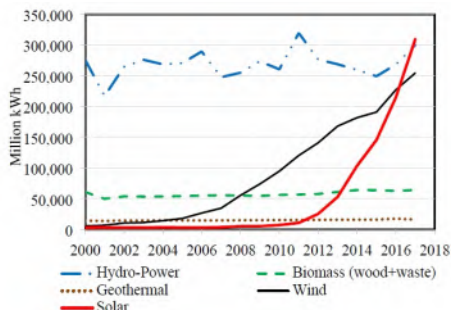
در سال های اخیر تولید بیودیزل در جهان بیش از ۲۰ برابر شده است. جالب است بدانیم این افزایش تولید در کشورهای بوده است که خود دارای منابع نفت هستند. (مانند آمریکا به عنوان بزرگترین تولیدکننده بیودیزل) ایران دارای وسعتی با بیش از ۱،۶۴۸،۰۰۰ مترمربع است. ایران با دارا بودن اقلیم های متنوع ای توانایی پرورش بسیار زیادی از دانه های روغنی را دارد؛ که از آن ها می توان به: کلزا، سویا، کنجد، زیتون، آفتابگردان و ... اشاره کرد. جدول ۳ محصولات کشت شده در ایران و توانایی تولید بیودیزل از آن ها را نشان می دهد [۲۹].

جدول ۳ محصولات کشت شده در ایران و پتانسیل تولید بیودیزل از آن ها

ردیف	نوع گیاه	میزان تولید (تن)	میزان کشت (هکتار)	توانایی تولید بیودیزل (تن)
۱	کلزا	۳۵۶۸۹۲	۱۶۹۱۶۲	۱۴۲۱۵۶
۲	ذرت	۲۳۶۱۲۹۸	۳۲۶۹۲۵	۲۳۶۱۲۶
۳	گردو	۲۴۱۸۶۳	۱۶۹۶۲۱	۱۴۸۱۱۸
۴	سویا	۱۱۸۸۱۸	۱۴۹۹۳	۳۴۱۶۴
۵	گلرنگ	۴۵۵۱	۴۶۲۲	۱۴۵۸
۶	زیتون	۶۱۳۲۹	۹۵۲۴۴	۱۲۲۶۸
۷	کنجد	۳۴۳۶۸	۴۲۲۲۲	۱۱۱۸۴
۸	آفتابگردان	۲۱۲۲۱	۲۳۹۸۲	۱۲۶۱۲



میزان برق تولید شده از دیگر منابع تجدیدپذیر تقریباً ثابت است، فناوری‌های باد و خورشید همانطور که در شکل ۱۲ نشان داده شده است به طور چشمگیری در تولید برق در سال‌های اخیر توسعه یافته است [۳۵].



شکل ۱۲. میزان برق تولیدی [۳۵].

بر اساس نتایج هزینه تولید برق از نیروگاه‌های بخاری، گازی چرخه ترکیبی و دیزلی به ترتیب ۱۵۲/۸، ۱۵۷، ۲۱۱/۴ ریال در هر کیلووات ساعت می‌باشد، اما با در نظر گرفتن هزینه اجتماعی تولید برق که خود تابعی از هزینه تولید و هزینه‌های محیط زیستی است، به ترتیب برابر ۱۸۵، ۱۸۳، ۲۵۳/۸ ریال در هر کیلووات ساعت می‌باشد. قیمت برق در ایران مانند سایر کشورها، فقط شامل بخشی از هزینه‌های خصوصی تولید برق است و از اثرات خارجی اقتصادی آن صرفه نظر شده است.

برخی از نتایج تجربی سایر کشورهای جهان را ارائه می‌دهد. بررسی هزینه‌های خارجی تولید برق در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که با توجه به شرایط تکنولوژی هر کشوری، هزینه‌های خارجی تولید برق متفاوت است. بررسی هزینه‌های خارجی نیروگاه‌های مختلف برق، در کشورهای مختلف اروپایی، هر کیلووات برق را بر حسب سنت آمریکا، ارائه می‌دهد که بر اساس آن، هزینه‌های خارجی نیروگاه‌های ذغالی بین ۲ تا ۱۵ سنت بر کیلووات ساعت در نوسان است در حالی که این هزینه‌ها برای نیروگاه‌های نفتی ما بین ۳ تا ۱۱، نیروگاه‌های زیست توده بین ۰.۲ تا ۵، نیروگاه‌های آبی ۰.۳ تا ۱، نیروگاه‌های بادی ۰.۵ تا ۰.۲۵ و نیروگاه‌های هسته‌ای ۰.۲ تا ۳ سنت آمریکا در هر کیلووات ساعت، متغیر می‌باشد. بر این اساس نتیجه گرفته می‌شود که نیروگاه‌های آبی، بادی و هسته‌ای، هزینه‌های خارجی اندکی نسبت به نیروگاه‌های گازی، نفتی، ذغالی و زیست توده دارند [۳۶].

۳-۱- مصرف انرژی برق در ایران

کشور ایران دارای مصرف بالای انرژی برق بوده و در صورتیکه بخواهد در آینده خودکفا باشد، نیازمند منابع جدید انرژی مانند انرژی خورشیدی است. مصرف انرژی برق ایران در نمودار ۱۶ نمایش داده شده است. بر اساس این تصویر، در سال ۲۰۱۸ میزان مصرف انرژی برق در ایران برابر با ۲۵۵،۰۰۰،۰۰۰ مگاوات ساعت بوده است [۳۷].

- ۱- سبلان ۲- مشکین شهر ۳- سرعین ۴- ناحیه دماوند ۵- ناحیه ماکو ۶- ناحیه سیاه چشمه ۷- ناحیه خوی ۸- ناحیه سه‌سند ۹- ناحیه نایبند ۱۰- ناحیه بیرجند ۱۱- هشتگرد ۱۲- ناحیه خوی ۱۳- منطقه اصفهان ۱۴- منطقه رامسر ۱۵- بندرعباس ۱۶- بوشهر ۱۷- کازرون

۲-۷-۲- مزایای انرژی زمین‌گرمایی شامل موارد زیر است:

۱. کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی.
۲. آلودگی بسیار پایین.
۳. امکان استفاده مستقیم.
۴. اشتغال‌زایی و مزایای اقتصادی.

۲-۸- گرمایش جهانی (تهدید زمین)

گرمایش جهانی اصطلاح پرکاربرد و مهم در مورد استفاده برای توصیف افزایش تدریجی دمای متوسط جو زمین و اقیانوس‌ها است در سال‌های اخیر بوده است. پدیده‌ای که به طور دائمی، تغییر شرایط آب و هوایی زمین را در پی دارد و می‌تواند تاثیرهای جبران ناپذیری بر روی زمین ایجاد کند. در میان مردم و گاه در خبرها در مورد حقیقت گرمایش زمین بحث‌هایی وجود دارد؛ اما دانشمندان آب و هوا به دنبال اطلاعات و حقایقی هستند تا نشان دهند که سیاره در حال گرم شدن است. توافق علمی در مورد تغییرات اقلیمی مربوط به گرم شدن کره زمین نشان می‌دهد به طور میانگین دمای زمین بین ۰/۴ تا ۰/۸ درجه سانتیگراد طی ۱۰۰ سال گذشته افزایش یافته است. اعتقاد بر این است که افزایش حجم دی‌اکسیدکربن و سایر گازهای گلخانه‌ای که از طریق سوختن سوخت‌های فسیلی، کشاورزی و سایر فعالیت‌های انسانی منتشر می‌شود، منابع اصلی گرمایش جهانی طی ۵۰ سال گذشته هستند.

دانشمندان مجمع بین‌المللی تغییرات اقلیمی با انجام تحقیقات در مورد گرمایش جهانی به تازگی پیش‌بینی کرده‌اند که دمای متوسط جهانی می‌تواند به میزان ۱/۴ تا ۵/۸ درجه سانتیگراد تا سال ۲۱۰۰ افزایش یابد. تغییرات ناشی از گرمایش جهانی ممکن است باعث افزایش سطح دریا به علت ذوب شدن کلاهک‌های یخی قطبی شود. همچنین افزایش احتمال وقوع و شدت طوفان و سایر حوادث شدید آب و هوایی نیز از اثرات جانبی چنین پدیده‌ی مخربی است [۳۴].

۳- انرژی برق

تولید برق یکی از بخش‌های کلیدی برای حذف گاز CO₂ است. در سال ۲۰۱۴، تولید برق ۱۸ درصد از تقاضای انرژی نهایی را تأمین کرد، اما بیش از ۴۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به تولید انرژی را به خود اختصاص داد. در واقع، آژانس بین‌المللی انرژی (IEA، ۲۰۱۷)، کاهش دهد. فن‌آوری‌های تجدیدپذیر (IEA، ۲۰۱۷)، کاهش دهد.

دسترسی به انرژی مقرون به صرفه برای توسعه اقتصادی و اجتماعی ضروری است. انرژی ممکن است از منابع متعارف (سوخت‌های فسیلی مانند نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی) یا از منابع تجدیدپذیر (خورشیدی، باد، زمین گرمایی، زیست توده و غیره) بدست آید. انرژی باد و خورشید، دو منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان هستند که باد سریع‌ترین آن‌ها در جهان است. در حالیکه



[4] کاشانی اصل، کاربرد انرژی های تجدیدپذیر در برنامه ریزی شهری با رویکرد ارتقای شرایط زیست محیطی، اولین همایش بررسی چالش ها و ارایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران، ۱۳۹۷.

[5] Davis, Stacy C., Susan W. Diegel, and Robert G. Boundy. Transportation energy data book. No. ORNL-6984. Oak Ridge National Laboratory, 2009.

[6] Sinclair, Stuart, and Paul Hallwood. Oil, debt and development: OPEC in the Third World. Routledge, 2016.

[7] Licklider, Roy E. Political Power and the Arab Oil Weapon: The Experience of Five Industrial Nations. Vol. 21. Univ of California Press, ۱۹۸۸.

[9] Beard, Charles. An economic interpretation of the Constitution of the United States. Routledge, 2017.

[10] Stauter-Halsted, Keely. "Frank Alison Fleig. Oil Empire: Visions of Prosperity in Austrian Galicia. Cambridge: Harvard University Press, ۲۰۰۵. ۵۵. ۳۴۳. ۵۵۵۵۵۵. ۵۵۵۵۵۵. ۵۵۵۵۵۵. ۵۵۵۵۵۵۵ ۵۵۵۵۵۵۵ ۵۵۵۵۵۵۵ ۲۸ (2007): 255-256.

[۱۱] هادی هزاوه ای، بررسی روش های جدید استخراج و تولید نفت از سنگهای نفتی، اکتشاف و تولید، نشریه تخصصی شرکت ملی نفت ایران، مهر ۸۷.

[12] Hyne, Norman J. Nontechnical guide to petroleum geology, exploration, drilling, and production. PennWell Books, 2012.

[13] Russell, Lorin S. "A Heritage of Light: Lamps and Lighting in the Early Canadian Home." (2003).

[14] Lazkano, Nøstbakken, Pelli. From Fossil Fuels to Renewables: The Role of Electricity Storage, European Economic, 2017, vol 99, pp 113-۱۲۹

[15] Kahia M, Ben Jebli M, Analysis of the impact of renewable energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions in 12 MENA countries, Clean Technologies and Environmental Policy, 2019, vol 21, PP 871-885

[16] BentSørensen., "A history of renewable energy technology", Energy Policy, 1991.

[17] Treibs, Alfred. "Chlorophyll - und Häminderivate in organischen Mineralstoffen." Angewandte Chemie 49, no. 38 (1936): 682-686.

[18] Boyle, Godfrey. "Renewable energy." Renewable Energy, by Edited by Godfrey Boyle, pp. 456. Oxford University Press, May 2004. ISBN-۱۰۰-۱۹۹۲۶۱۷۸۴. ۵۵۵۵۵۵-۱۳۰-۹۷۸۰۱۹۹۲۶۱۷۸۹ (۲۰۰۴): ۴۵۶.

[۱۹] شیخ بیگلو اسلام بابک، سخن صفت تهمینه، استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، یکی از روش های سازگاری با تغییر اقلیم در ایران، چهاردهمین کنگره انجمن جغرافیایی ایران، تهران، انجمن جغرافیایی ایران، ۱۳۹۸.

[20] Marques A, Fuinhas J, Have fossil fuels been substituted by renewables? An empirical assessment for 10 European countries, Energy Policy, 2018, vol 116, pp 257-265.

[21] Khan, Mohammed Mumtaz A., Nasiru I. Ibrahim, I. M. Mahbubul, Hafiz Muhammad Ali, R. Saidur, and Fahad A. Al-Sulaiman. "Evaluation of solar collector designs with integrated latent heat thermal energy storage: a review." Solar Energy 166 (2018): 334-350.

[22] Kaldellis, John K., and Dimitris Zafarakis. "The wind energy (r) evolution: A short review of a long history." Renewable energy 36, no. ۷ (۲۰۱۱): ۱۸۸۷-۱۹۰۱.

[23] Jones, Michael B., Frank Kansiime, and Matthew J. Saunders. "The potential use of papyrus (Cyperus papyrus L.) wetlands as a source of biomass energy for sub-Saharan Africa." GCB Bioenergy 10, no. 1 (2018): 4-11.

[24] Vaughan, Naomi E., Clair Gough, Sarah Mander, Emma W. Littleton, Andrew Welfle, David EHJ Gernaat, and Detlef P. Van Vuuren. "Evaluating the use of biomass energy with carbon capture and storage in low emission scenarios." Environmental Research Letters 13, no. 4 (2018): 044014.

[25] Iman-Eini, Hossein, David Frey, Seddik Bacha, Cedric Boudinet, and Jean-Luc Schanen. "Evaluation of loss effect on optimum operation of variable speed micro-hydropower energy conversion systems." Renewable energy 131 (2019): 1022-1034.

[26] Jamalmanesh, Arash. "Prediction of hydropower energy price using Gómes-Maravall seasonal model." (2018).



شکل ۱۶. مصرف انرژی برق در ایران [۳۷].

طراحی یک نیروگاه برق خورشیدی در کویر لوت، به وسعت ۲۱۰۰ کیلومتر مربع، قادر است تمام برق ایران را تأمین کند. هرچند که از لحاظ اقتصادی، احداث و راه اندازی چنین نیروگاهی در مقایسه با استفاده از سوخت های فسیلی مقرون به صرفه به نظر نمی رسد، اما برای برون رفت از بحران گرمایش زمین، هرگونه اقدامی در جهت کاهش اثرات مخرب این پدیده ضروری است چون مسئله تغییر اقلیم جهانی به دلیل فعالیت های انسانی، واقعیتی انکار ناپذیر است و بی توجهی به آن می تواند به از بین رفتن امکان حیات بر روی سیاره زمین ختم شود [۳۷].

۴- نتیجه گیری

در حال حاضر، بیش از ۸۱ درصد کل انرژی مصرفی جهان و بیش از ۹۵ درصد انرژی مصرفی در ایران را سوخت های فسیلی تأمین میکند. همچنین انرژی در تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۳۰ درصد افزایش خواهد یافت. افزایش مصرفی که به معنای افزایش تولید گازهای گلخانه ای و تهدید بیش از پیش دنیا خواهد شد. اقداماتی که امروزه برای حفاظت، منجر به ابداع انرژی های نوین، پاک و بدون آلاینده گی همچون پیل های سوختی، پیل های خورشیدی، انرژی آب، انرژی باد و... شده است. دنیا به سرعت در حال حرکت به این سو می باشد تا جاییکه براساس پیش بینی ها تولید انرژی از پیل های خورشیدی تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۶۵ برابر افزایش خواهد یافت.

بر اساس مطالعات انجام شده در زمینه هزینه های محیط زیستی تولید برق، نیروگاه هایی که از سوخت های فسیلی جهت تولید برق استفاده می کنند متصادف کننده آلاینده های مضر به محیط اطراف هستند. این آلاینده ها اثرات جبران ناپذیری بر محیط و سلامت انسان بر جای می گذارد. برای تولید ۱۷۵/۲ تراوات ساعت برق به روش سنتی، به $۸/۱۸۵ \times ۱۰^۷$ تن زغال سنگ نیاز است. در صورت استفاده از زغال سنگ ۲۳۴/۰۹۱ مگاتن دی اکسید کربن وارد جو خواهد شد.

۳- مراجع

[۱] رضا طاهری، از مروراید تا نفت (تاریخ خلیج فارس) از بندر سیراف تا کنگان و عسلویه، نشر نخستین، ۱۳۹۳.

[2] Behrens, Paul. "Diplomatic Interference and Competing Interests in International Law." The British Yearbook of International Law 82, no. 1 (2012): 178-247.

[3] Vandewalle, Dirk. Libya since independence: oil and state-building. Cornell University Press, 2018.



فصلنامه علمی انرژی های تجدیدپذیر و نو - شماره اول - بهار و تابستان ۱۳۹۹

فصلنامه علمی انرژی های تجدیدپذیر و نو - شماره اول - بهار و تابستان ۱۳۹۹

[۲۷] پدram ناصحی، مجتبی ساعی مقدم، بررسی بیودیزل به عنوان سوخت مصرفی در موتورهای درونسوز دیزلی و ارزیابی استفاده از آن در ایران، هفتمین کنفرانس سوخت و احتراق ایران، ۱۳۹۶.

[28] Ghazali, Wan Nor Maawa Wan, Rizalman Mamat, H. H. Masjuki, and Gholamhassan Najafi. "Effects of biodiesel from different feedstocks on engine performance and emissions: A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 51 (2015): 585-602.

[29] Demirbas, Ayhan. "Biodiesel production from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical methanol transesterification methods." *Progress in energy and combustion science* 31, no. 5-6 (2005): ۴۶۶-۴۸۷.

[۳۰] پدram ناصحی، ریحانه ایزی، انرژی زمین گرمایی و تولید برق در ایران، تحلیل تحولات استفاده از این انرژی در ایران بر اساس چشم انداز سال ۱۴۰۴، دومین کنفرانس ملی زیر ساخت‌های انرژی، مهندسی برق و نانو فناوری ۱۳۹۷.

[31] Lu, Shyi-Min. "A global review of enhanced geothermal system (EGS)." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81 (2018): 2902-۲۹۲۱.

[32] Bertani, Ruggero. "Geothermal power generation in the world ۲۰۰۵-۲۰۱۰." *Renewable Energy* 41 (2012): ۱-۲۹.

[۳۳] پوردربانی، راضیه، علی بابا، معصومه. (۱۳۹۸). 'مروری بر مدیریت مصرف انرژی زمین گرمایی کم عمق در جهان تا سال ۲۰۱۵، دو فصلنامه انرژی های تجدیدپذیر و نو، (۱)۶، صفحه ۶۵-۷۳.

[34] Reichler, Thomas, and Piret Plink-Bjorklund. "Global hotspots of river erosion under global warming." In *EGU General Assembly Conference Abstracts*, vol. 20, p. 1898. 2018.

[35] Chang B, Starcher K, Evaluation of Wind and Solar Energy Investments in Texas, *Renewable Energy*, 2019, VOL 132, PP 1348-۱۳۵۹

[۳۶] گزارش صنعت برق ایران ۱۳۹۶

[۳۷] موسوی رینه، سیده مهسا؛ حسین یوسفی و مهناز ابوالقاسمی، ۱۳۹۸، مروری بر هزینه های محیط زیستی تولید برق با تاکید بر انرژی های تجدیدپذیر، دو فصلنامه انرژی های تجدید پذیر و نو، ۶، صفحه ۱۱۰-۱۱۹.

