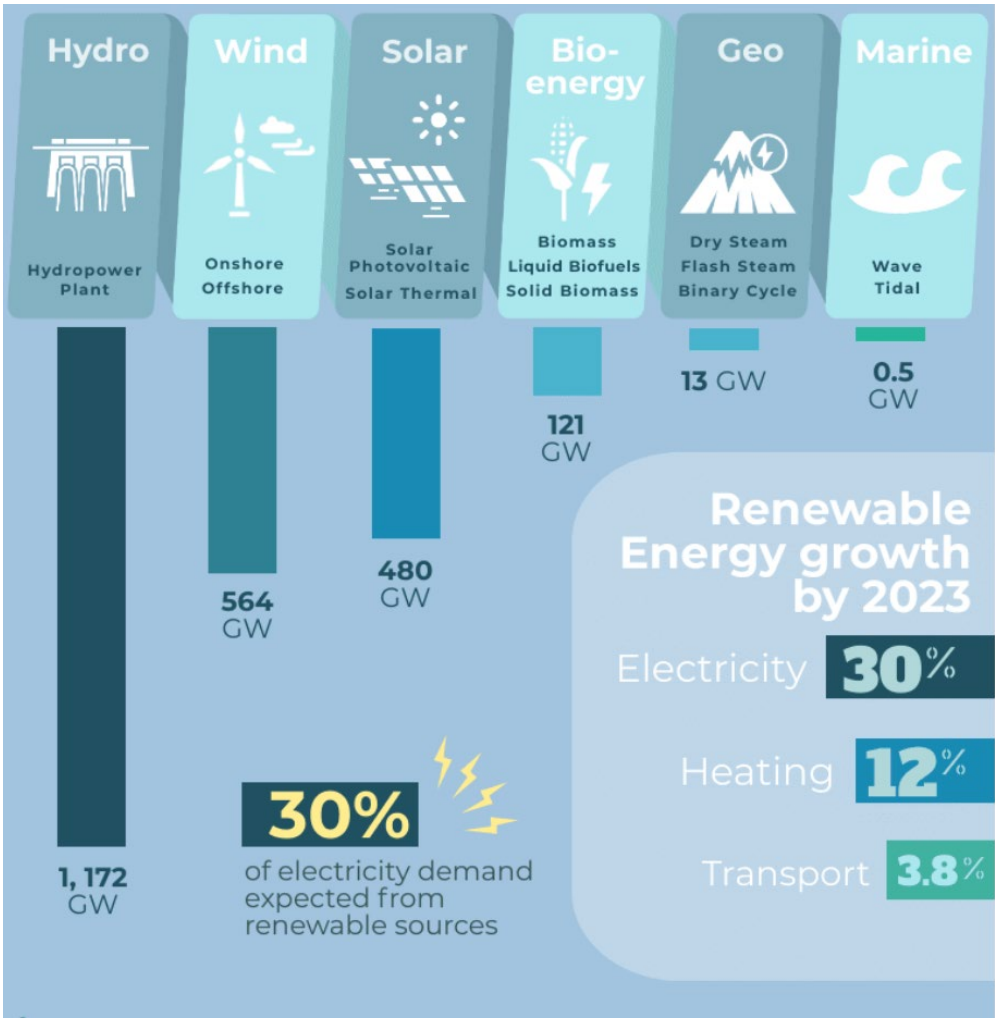
مطالعه و مروری بر انرژی های تجدید پذیر

ساناز عاروان، کارشناس M&V

1- مقدمه

در بخش انرژی ، منابع سوخت فسیلی به دلیل قیمت نسبتاً پایین منبع اصلی انرژی مورد استفاده ما بوده اند. پیش بینی می شود تقاضای انرژی ما در آینده افزایش یابد و دیگر نمی توانیم به منابع محدود و آلوده کننده انرژی اعتماد کنیم. در دهه گذشته ، ما شاهد یک تغییر مثبت به سمت گسترش ظرفیت انرژی های تجدیدپذیر خود ، چه در سطوح محلی و چه در سطح جهانی هستیم.[1]

انرژی تجدید پذیر انرژی است که از منابع طبیعی زمین که محدود یا تمام شدنی نیستند، مانند باد و نور خورشید به دست آمده است. انرژی های تجدیدپذیر جایگزینی برای سوخت های فسیلی است و به نظر می رسد آسیب بسیار کمی به محیط زیست وارد میکنند.[2]در شکل 1 شش منبع تجدیر پذیر انرژی و سهم پیش بینی شده هریک نمایش داده شده است. در این گزارش تکنولوژی های رایج جهت استحصال انرژی نور خورشید، بایو انرژی و هیدروژن به عنوان یک حامل پاک انرژی بررسی میشوند.



شکل 1- پیش بینی رشد و سهم منابع تجدید پذیر

منبع: greenmatch

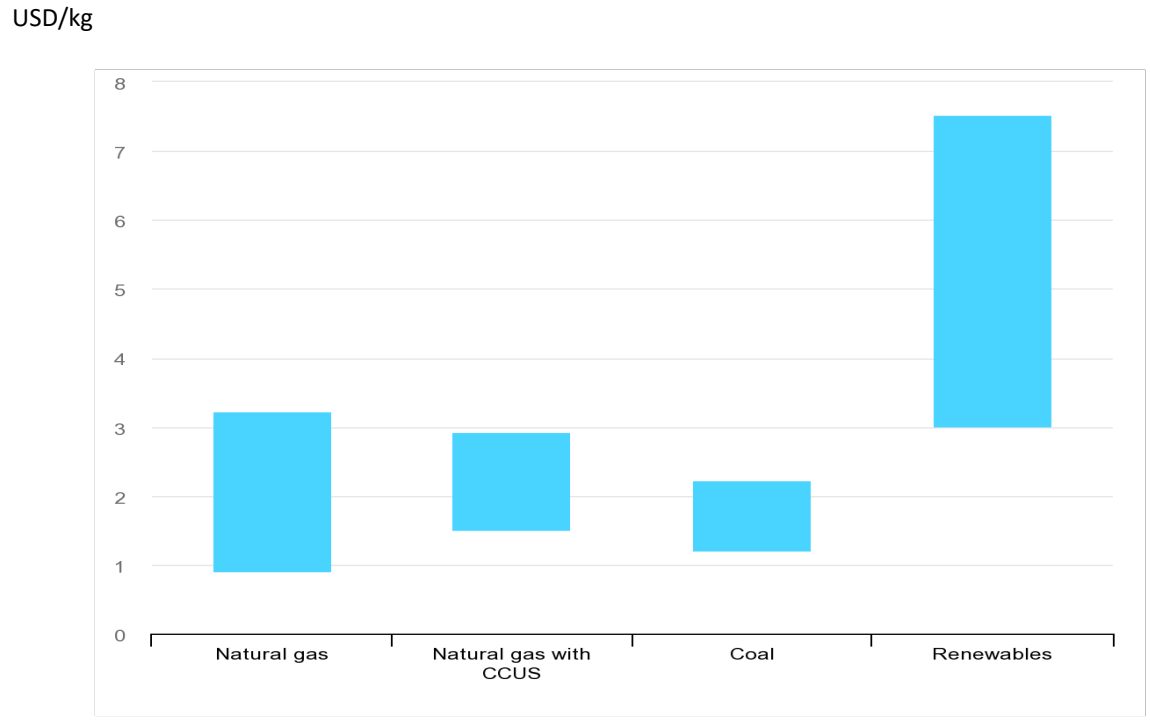
2-سوخت هیدروژن

هیدروژن و انرژی سابقه مشترک طولانی دارند. بیش از 200 سال پیش اولین موتورهای احتراق داخلی را تأمین را تامین کرده است تا به بخشی جدایی ناپذیر از پالایشگاه های مدرن تبدیل شود. این ماده سبک، قابل ذخیره سازی و با چگالی انرژی زیاد است و هیچگونه انتشار مستقیم آلاینده ها یا گازهای گلخانه ای ایجاد نمی کند. اما برای اینکه هیدروژن سهم قابل توجهی در گذار انرژی داشته باشد، باید در بخش هایی که تقریباً به طور کامل وجود ندارد ، مانند حمل و نقل ، ساختمان ها و تولید برق ، به صورت پررنگ تری ظاهر شود.

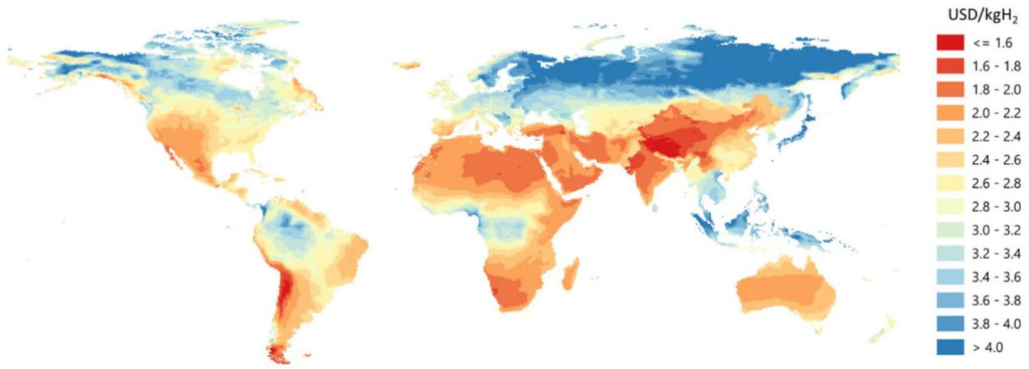
هیدروژن را می توان از سوخت های فسیلی و زیست توده و یا از الکترولیز آب تولید کرد. در حال حاضر گاز طبیعی منبع اصلی تولید هیدروژن است و تقریباً سه چهارم تولید هیدروژن اختصاصی جهانی -حدود 70 میلیون تن- را تشکیل می دهد. این میزان حدود 6٪ از مصرف جهانی گاز طبیعی را تشکیل می دهد. بخش کمی از آن نیز با استفاده از نفت و برق تولید می شود.

بیشترین هزینه ی تولید هیدروژن (بین 45 تا 75 درصد) مربوط به هزینه ی سوخت است. قیمت پایین گاز در خاورمیانه ، روسیه و آمریکای شمالی منجر تولید هیدروژن ارزان می شود درحالی که واردکنندگان گاز مانند ژاپن ، کره ، چین و هند باید با قیمت های بالاتر گاز را وارد کنند، و این باعث افزایش هزینه های تولید هیدروژن می شود.

در حالی که امروز کمتر از 0.1٪ از تولید هیدروژن جهانی از طریق الکترولیز آب حاصل می شود ، با کاهش هزینه های برق تجدیدپذیر ، به ویژه برق حاصل از PV خورشیدی و باد ، علاقه به هیدروژن الکترولیتی در حال افزایش است.



شکل 2- قیمت هیدروژن متناسب با منبع[3]



شکل 3- قیمت هیدروژن الکترولیتی با برق تجدید پذیر در مناطق مختلف [4]

2-1- ریفرمینگ هیدروکربن ها

به طور کلی، ریفرمینگ هیدروکربن فرآیندی است که میتواند بر اساس فرآیند تبدیل و با استفاده از کاتالیست، گاز هیدروژن خالص را از هیدروکربن تولید نماید .(شکل 4و 5)فرآیند ریفرمینگ هیدروکربن میتواند به چهار صورت ذیل انجام بپذیرد:

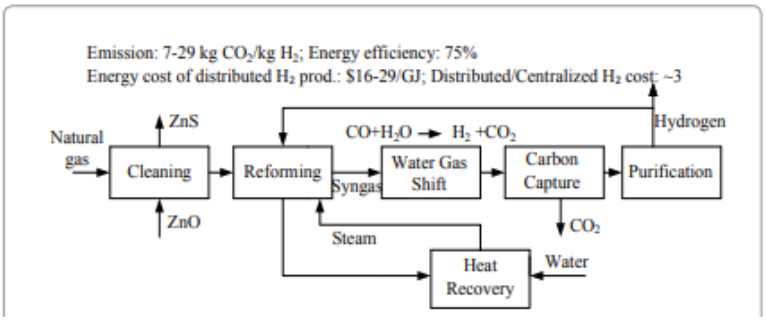
- ریفرمینگ هیدروکربن با استفاده از بخار آب
- ریفرمینگ هیدروکربن با استفاده اکسیداسیون جزئی
- ریفرمینگ هیدروکربن به روش خود گرمایی
- ریفرمینگ کاتالیست

ریفرمینگ هیدروکربن ها

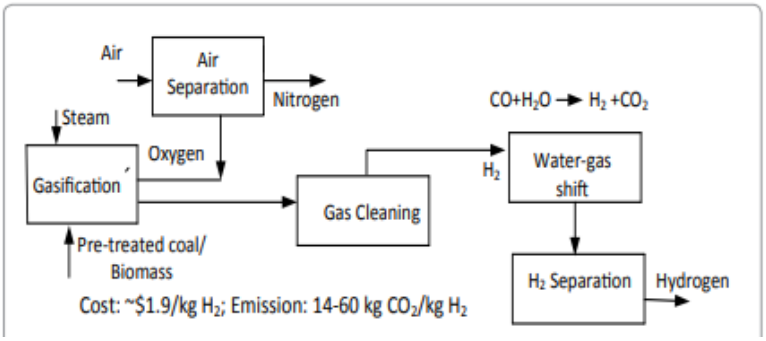
$$C_nH_m + n\,H_2O \rightleftharpoons n\,CO + (n + \frac{m}{2})H_2$$

2-2-الکترولیز

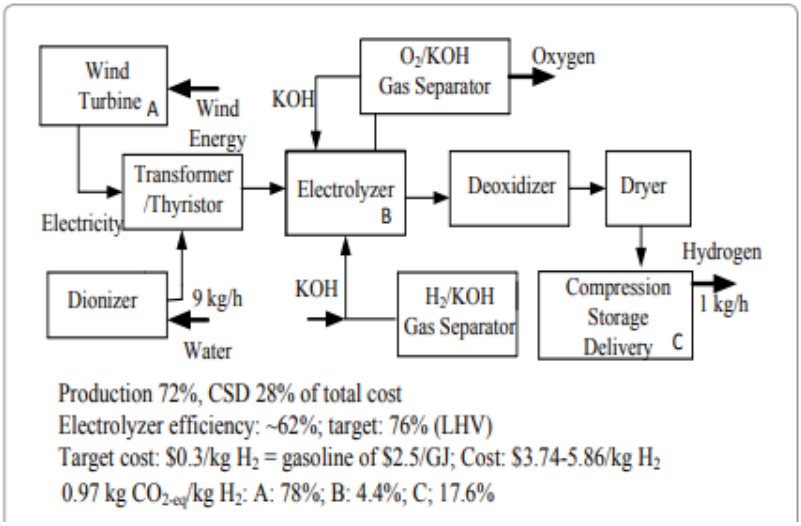
الکترولیز آب به هدف تجزیه آب به عناصر الی یعنی اکسیژن و هیدروژن صورت میگیرد. در فرایند الکترولیز از جریان الکتریکی مستقیم و دو الکترود استفاده میشود.منبع جریان به دو الکترود متصل میشود و طی این فرایند گاز هیدروژن در کاتد و گاز اکسیژن در اند تولید میگردد. این عمل برای صورت گرفتن با سرعت بالا نیاز به الکترولیت و انرژی بالایی دارد.



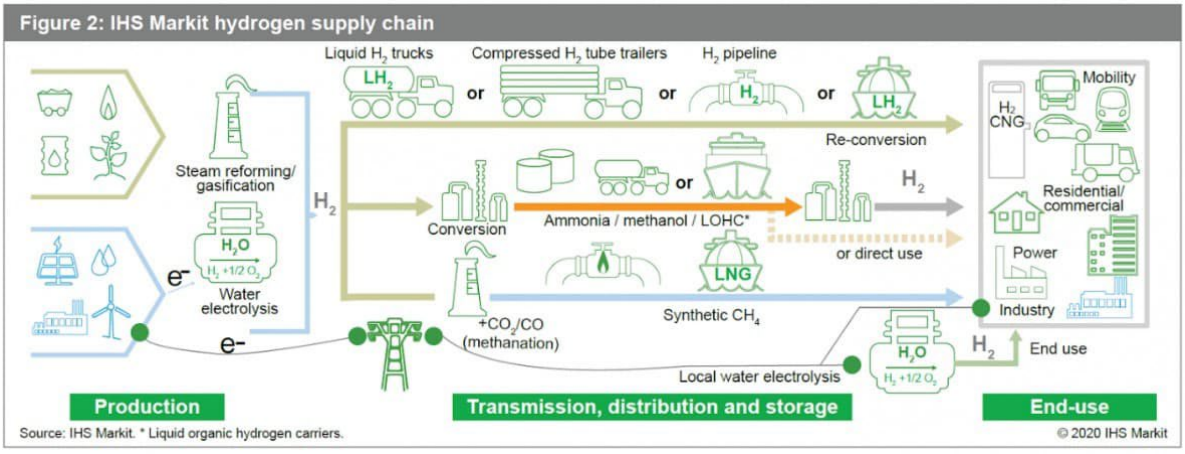
شکل 4- تولید هیدروژن از طریق ریفرمینگ گاز طبیعی



شکل 5- تولید هیدروژن از طریق گازی سازی زغال سنگ و یا بیومس



شکل 6- تولید هیدروژن از طریق الکترولیز با برق تجدید پذیر[5]

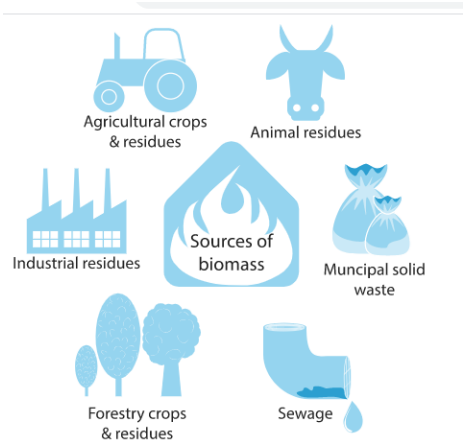


شکل 7- تولید هیدروژن از طریق الکترولیز با برق تجدید پذیر

منبع:HIS Markit

3-سوخت زیستی(biofuel)

سوخت زیستی سوختی است که از مواد آلی تولید میشود و یک منبع تجدیدپذیر و پایدار انرژی که برای ایجاد برق یا سایر اشکال انرژی است. در شکل ... منابعی که میتون از انها بیومس تولید کرد آورده شده است.

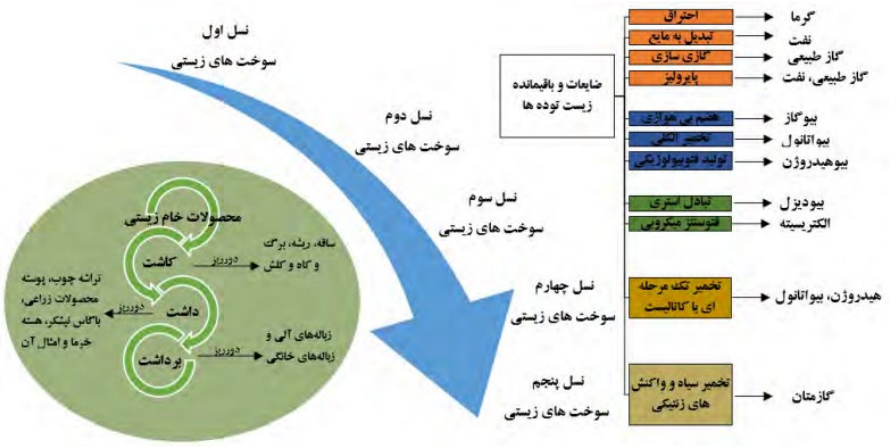


شکل 6- تولید هیدروژن از طریق الکترولیز با برق تجدید پذیر[5]

برای تبدیل زیست توده به حاملان انرژی گازی، مایع و یا جامد از فرآیند های مختلفی استفاده میگردد.(شکل ...) که عبارتند از:[6]

احتراق، تبدیل ترموشیمیایی از طریق کربنی شدن، مایع سازی یا تبدیل به گاز، تبدیل فیزیکی-شیمیایی از طریق متراکم سازی، استخراج، ترانس استری کردن و تبدیل بیوشیمیایی از طریق تخمیر با الکل یا تجزیه هوازی و بیهوازی

سوخت های زیستی را متانسب با منبع تولیدی و فناوری ان میتوان به چهار نسل تقسیم کرد. در نسل های جدیدتر شاهد فناوری های نوین تغییراتی ژنتیکی در مواد سازنده ی بیومس هستیم.



شکل 7- انواع بیومس

نسل اول:

سوخت های نسل اول یا سوخت های زیستی معمولی، سوخت های تولید شده از محصوالت غذایی و زراعی میباشد. با تولید این نوع از سوخت زیستی، امنیت غذایی و بحران های ناشی از آن ایجاد می شود.

نسل دوم:

نسل دوم سوخت های زیستی از محصولات غیر غذایی یا ضایعات کشاورزی، بویژه زیست توده های لیگنوسلولزی تولید می شوند. مواد اولیه این نسل ، جزو مواد غذایی نیستندو شامل ضایعات و پسماندهای محصولات کشاورزی و غذایی یا محصولاتی که ارزش غذایی برای انسان ندارند و در زمین های نامرغوب رشد میکنند میباشد . همچنین ضایعات فضای سبز و جنگل ها نیز جزو مواد لیگنوسلولزی هستند که در تولید سوخت های نسل دوم به کار برده میشوند.

نسل سوم:

نسل سوم سوخت های زیستی با پیشرفت در تولید زیست توده ایجاد شده است. در این نسل از جلبک دریایی به عنوان منبع انرژی استفاده میکند. جلبک دریایی به عنوان یک خوراک کاملا تجدیدشونده با چگالی انرژی بـالا، هزینـه پـایین کشت و قابلیت رشد در زمین و آب هایی نامرغوب یک منبع بسیار با ارزش در تولید سوخت است که منجر به کـاهش اسـتفاده از منـابع آب میشود. مزیـت دیگـر استفاده از جلبک دریایی این است که اشکال مختلف سوخت های زیستی همچون دیزل، بنزین و سـوخت جـت را میتوان از این منبع فراوری کرد. میـزان انـرژی تولیدی از سوخت های زیستی نسل سوم تقریباً 35 برابر انـرژی در واحـد سـطح خـوراک سوخت های زیستی نسل اول است.

نسل چهارم:

نسل چهارم سوخت های زیستی از گیاهان مهندسی شده که چگالی انرژی بیشتری دارد، تشکیل شده است. این نوع از مواد نیاز کمتری به شکست سلولزی دارند و همچنین قادر به رشد در زمین های غیر کشاورزی و بدون آب هستند.

نسل پنجم:

نسل پنجم سوخت های زیستی به سوخت هایی گفته میشود که همراه با تغییرات ژنتیکی و یا تغییرات مهندسی در واکنش های بیوشیمیایی و ترموشیمیایی است. در این نسل از سوخت ها با استفاده از کربن دی اکسید موجود و هیدروژن به بهبود کیفیت سوخت های نسل های دیگر کمک مینماید.[7]

متناسب با منبع و فرایند تولیدی سوخت های زیستی متفاوتی وجود دارد که در ادامه 3 سوخت رایج را بررسی میکنیم.

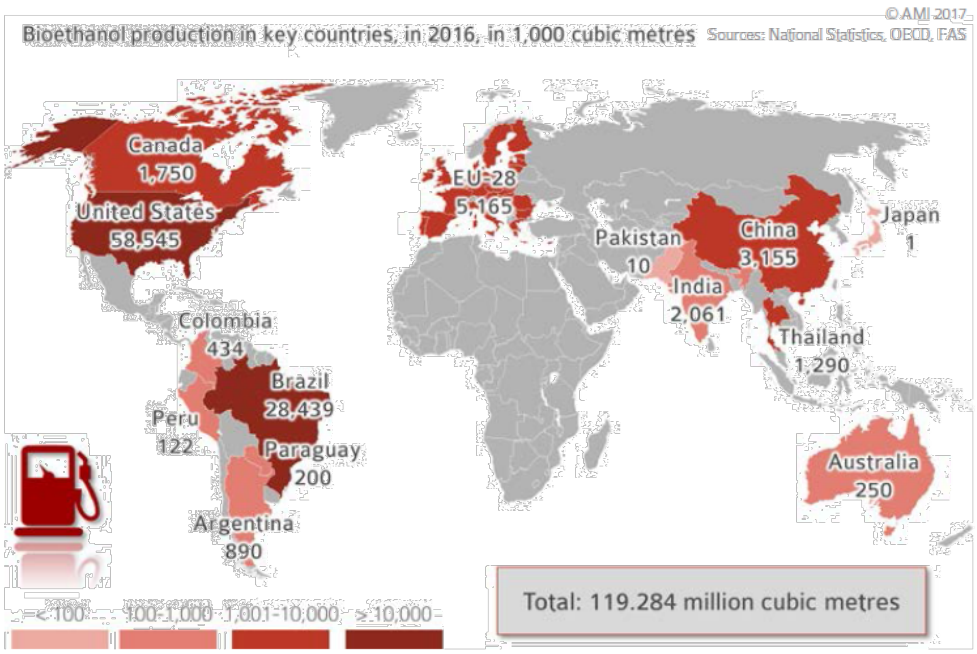
اتانول زیستی: تولید بیواتانول شامل سه فرآیند است که به ترتیب عبارتند از:

(1) پیش تصفیه برای جداسازی همی سلولز و لیگنین از سلولز

(2) هیدرولیز سلولز برای بدست آوردن قندهای قابل تخمیر

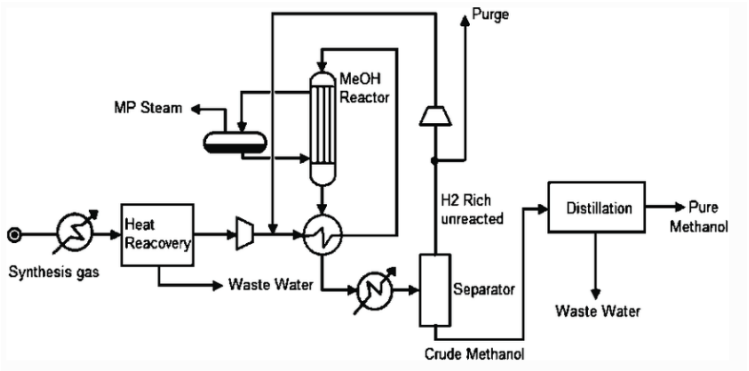
(3) تخمیر برای تبدیل قندها به اتانول و به دنبال آن تقطیر برای جداسازی و خالص سازی اتانول[8]

اتانول اغلب به عنوان سوخت موتور یا به عنوان افزودنی در بنزین استفاده می شود و گزینه ای برای حرکت به سمت انرژی پاک تر است.



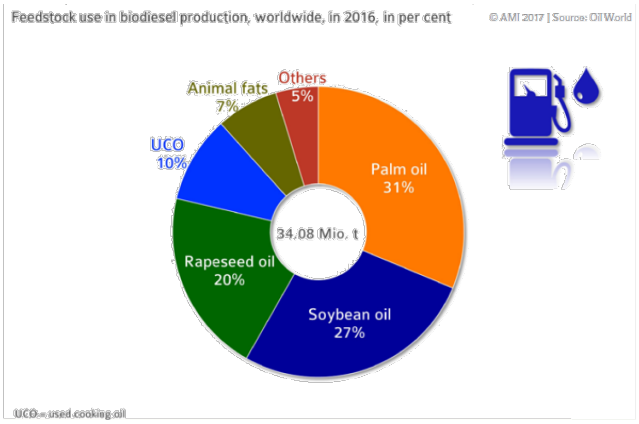
شکل 8- تولید بیواتانول در جهان

متانول زیستی: متانول عمدتا از گاز طبیعی تولید می شود ، اما ان را از زیست توده نیز میتوان تولید کرد. متانول را می توان از مخلوط کربن مونوکسید و هیدروژن با واکنش کاتالیزوری مونوکسید کربن و مقداری دی اکسید کربن و هیدروژن تولید کرد. گاز بیوسنتز (bio-syngas) گازی غنی از CO و H2 است که با گازی سازی زیست توده بدست می آید. استفاده از منابع زیست توده برای تولید بیومتانول نسبت به بیواتانول ارجح است زیرا بیواتانول محصولی با هزینه بالا و کم بازده است. متانول زیستی با تنوع زیاد در کاربرد و همچنین با مزایای محیطی ، اقتصادی و مصرفی اثبات شده یک گزینه امیدوار کننده است.



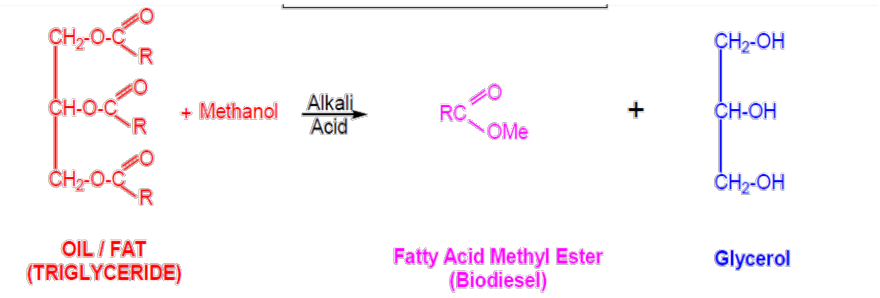
شکل 9- تولید بیومتانول

بیودیزل: بیودیزل از روغن های گیاهی ، چربی زرد ، روغنهای پخت و پز یا چربی های حیوانی تولید می شود. محصول جانبی این فرایند گلیسیرین است. این سوخت را می‌توان با گازوئیل مخلوط و در خودروها به‌کار برد.



شکل 10- سهم هر ماده در تولید بیودیزل

در شکل11 واکنش تولید بیودیزل نمایش داده شده است.

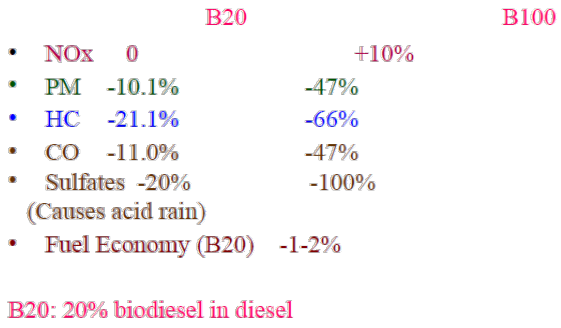


شکل 11- واکنش تولید بیودیزل

مزایای بیودیزل: 1–سازگار با محیط زیست **2**–سوختن تمیز **3**– سوخت تجدید پذیر **4**–دون نیاز به تغییر موتور

5- افزایش طول عمر موتور 6- زیست تخریب پذیر و غیر سمی 7–رسیدگی و نگهداری آسان

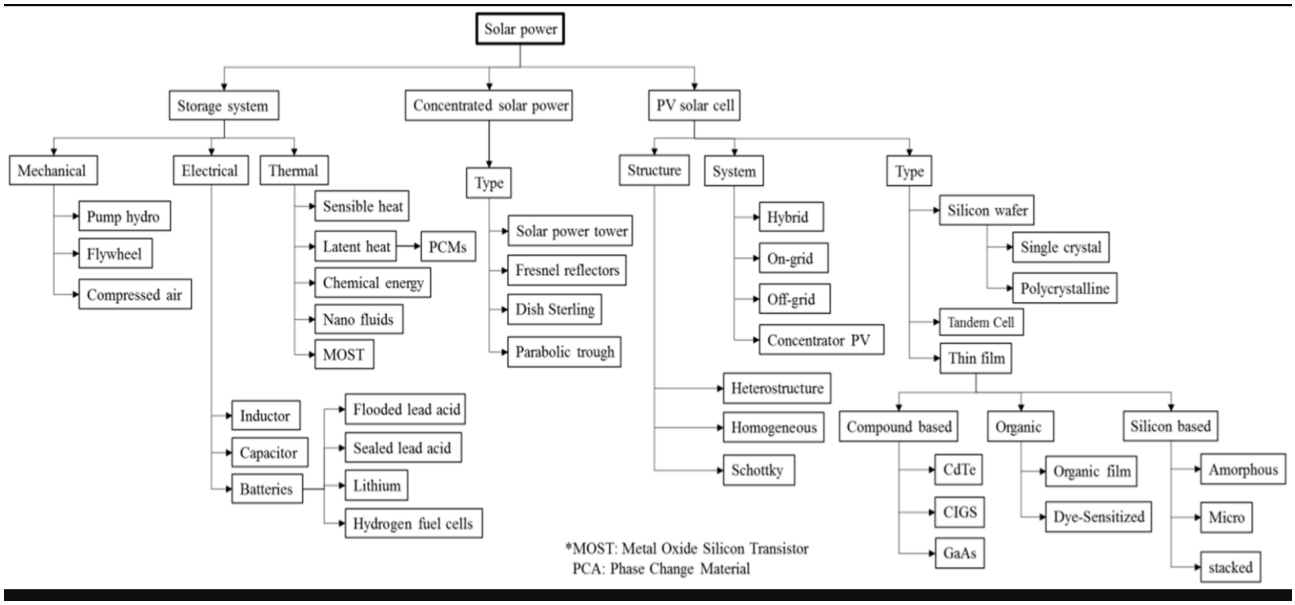
اضافه کردن بیودیزل به گازوئیل در گذار انرژی میتواند به ما در کاهش آلایندگی کمک کند در شکل 12 کاهش هر یک از الاینده ها نسبت به گازوئیل خالص گزارش شده است.



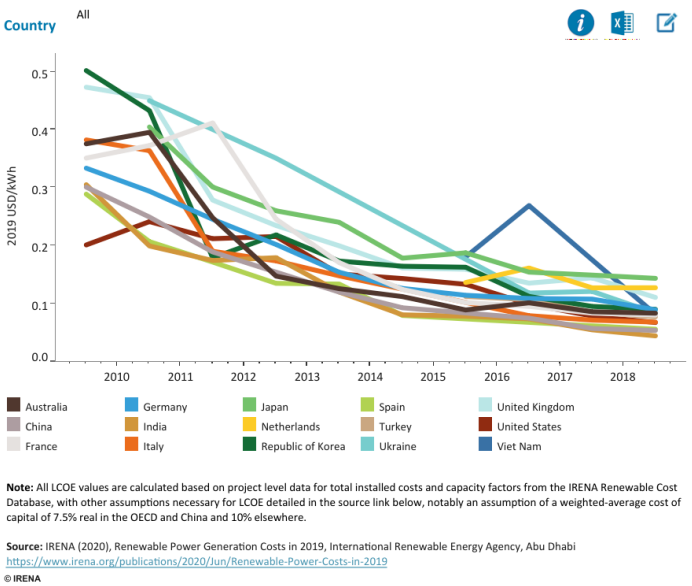
شکل 12- واکنش تولید بیودیزل

4-تکنولوژی های خورشیدی

صنعت انرژی خورشیدی یکی از سریعترین نیروهای در حال رشد در بازار است. امروزه چندین راه عمده برای توسعه فناوری خورشیدی وجود دارد[9]. سه فناوری اصلی جهت استحصال انرژی از خورشید وجود دارد: فتوولتائیک (PV)که مستقیماً نور را به برق تبدیل می کند. انرژی متمرکز خورشیدی CSP که از گرمای خورشید (انرژی حرارتی) برای به حرکت دراوردن توربین ها و تولید برق در مقیاس مطلوب استفاده می کند. و سیستم های گرمایش و سرمایش خورشیدی SHC، که انرژی گرمایی را برای تأمین آب گرم و گرمایش هوا یا تهویه هوا جمع می کنند.



شکل 13- مروری بر تکنولوژی های خورشیدی [10]



Note: All LCOE values are calculated based on project level data for total installed costs and capacity factors from the IRENA Renewable Cost Database, with other assumptions necessary for LCOE detailed in the source link below, notably an assumption of a weighted-average cost of capital of 7.5% real in the OECD and China and 10% elsewhere.

Source: IRENA (2020), Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019

© IRENA

شکل 14- قیمت میانگین پنل های خورشیدی در کشور های مختلف

6-منابع

[1] https://www.greenmatch.co.uk/blog/alternative-energy-sources

[2] IEA, Hydrogen production costs by production source, 2018, IEA, Paris https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-by-production-source-2018

[3] https://justenergy.com/blog/7-types-renewable-energy-future-of-energy/

[4] IEA

[5] Matzen, Michael J., Mahdi H. Alhajji, and Yasar Demirel. "Technoeconomics and sustainability of renewable methanol and ammonia productions using wind power-based hydrogen." (2015).

[6] Kaltschmitt, M. 2003. Possible applications of biomass in germany - potential and use. Blickpunkt Energiewirtschaft 1:1

[7] براتی، محمدرضا و براتی، مائده و رسولی، مجید،*1398*،بررسی سوختهای زیستی نسل اول تا چهارم و معرفی سوخت های زیستی نسل پنجم،دوازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران،اهواز،،، https://civilica.com/doc/1005476

[8] 11 Anyanwu, Ruth, et al. "Micro-macroalgae properties and applications." *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. Elsevier BV, 2018.

[9] Chu, Yinghao, and Peter Meisen. "Review and comparison of different solar energy technologies." *Global Energy Network Institute (GENI), San Diego, CA* 6 (2011): 1-56.

[10]Trappey, Amy JC, et al. "A machine learning approach for solar power technology review and patent evolution analysis." *Applied Sciences* 9.7 (2019): 1478.