

تارا

گاهنامه علمی - تخصصی

دانشگاه محقق اردبیلی

شماره اول، سال اول، زمستان ۱۳۹۷



عنوان:

تارلا

زمینه انتشار:

علمی - تخصصی و خبری

صاحب امتیاز:

رضا رسولزاده

مدیر مسئول:

رضا رسولزاده

سر دبیر:

امیر شایعی

ویراستار:

زهرا قاسمی

هیأت تحریریه:

رباب سیدمحمدی

امیر شایعی

رضا رسولزاده

طراح جلد و صفحه آرا:

رضا رسولزاده

امیر شایعی

فهرست مطالب:

انرژی‌های تجدیدپذیر ۴

تاریخچه انرژی‌های تجدیدپذیر ۵

انرژی خورشیدی ۶

انرژی باد ۸

انرژی زیست‌توده ۹

انرژی زمین‌گرمایی ۱۰

انرژی آبی ۱۲

شکافت هسته‌ای و همجوشی، دریچه‌ای به تولید

انرژی خورشیدی ۱۴

پیش‌تیمار زیست‌توده برای تولید بیوفیول ۱۶

سخن سردبیر

تارلا برگرفته از زبان ترکی به معنی مزرعه می‌باشد.

امروزه یکی از بزرگترین دغدغه‌های جامعه پایین بودن سطح مطالعه و کیفیت پایین مطالب ارائه شده است. انرژی تجدیدپذیر یک مفهوم آشنا در بین عامه مردم و یک رشته علمی - تخصصی در جوامع دانشگاهی است. انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی زیست توده و ... نمونه‌های بارزی از انرژی تجدیدپذیر بشمار می‌روند.

تیم نشریه تارلا در تلاش است، مطالب علمی-تخصصی با محوریت انرژی تجدیدپذیر را در این شماره ارائه نماید و هدف آن آشنایی تخصصی مخاطب با این شاخه از علم است. امید آن داریم که توانسته باشیم یک مجموعه‌ی علمی در سطح قابل قبول در اختیار مخاطب قرار داده باشیم.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از راهنمایی ارزنده و دلگرمی‌های صمیمانه جناب آقای دکتر کیومرث سفیدی عضو هیأت علمی دانشگاه محقق اردبیلی و تیم پرتلاش نشریه نهایت تقدیر و تشکر را داشته باشم. و یک تشکر ویژه از دوستانی که حداقل کمک علمی را از این نشریه دریغ نمودند...

با آرزوی موفقیت

امیر شایعی

سردبیر نشریه تارلا



انرژی‌های تجدیدپذیر

تهیه‌کننده: (باب سیدممدی

«انرژی تجدیدپذیر» (Renewable energy)، «انرژی جایگزین یا نو» (Alternative energy) یا انرژی خالص و حتی انرژی نامحدود، نام‌های گوناگونی برای تعریف امید برای نجات زمین هستند. به منظور درک خطری که زمین با آن مواجه است و چگونگی غلبه بر این خطر، باید یک دید کلی درباره انرژی تجدیدپذیر، انواع و مزایای استفاده از آن به دست آوریم.

انرژی تجدیدپذیر، انرژی برگشت‌پذیر نیز نامیده می‌شود. تجدیدپذیر به انواعی از انرژی می‌گویند که منبع تولید آن نوع انرژی، می‌تواند توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه، مجدداً به وجود آمده یا به عبارتی تجدید شود. نور خورشید، باد، باران، جزر و مد، امواج و انرژی گرمایی زمین از این دست هستند. انرژی‌های تجدیدپذیر اغلب به چهار شکل مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱. تولید برق و گرمایش
۲. سرمایه‌های هوا یا آب،
۳. حمل‌ونقل
۴. خدمات انرژی روستایی «خارج از مدار» (off-grid)

در مقایسه با سایر منابع انرژی که در تعداد محدودی از کشورها متمرکز هستند، منابع انرژی تجدیدپذیر در مناطق وسیع جغرافیایی وجود دارند.

دانشمندان در سال ۱۸۳۰ ترکیبات فتوولتائیک را کشف کردند که هنگام قرارگیری در معرض نور، انرژی آزاد می‌نمود. این کشف در نهایت منجر به توسعه سلول‌های خورشیدی و انرژی خورشیدی شد.

در سال ۱۸۳۹، «ویلیام رابرت گروو» (William Robert Grove) نخستین «پیل سوختی هیدروژن» (hydrogen fuel cell) را اختراع کرد. در این سلول از واکنش بین هیدروژن و اکسیژن برق تولید می‌شود.

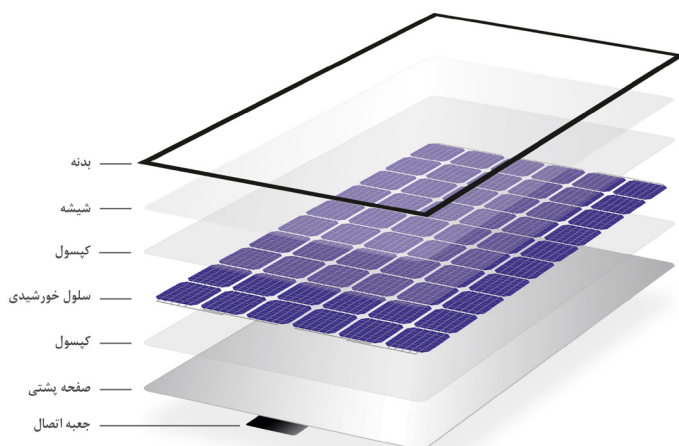
در اواخر سال ۱۸۸۰، برق تولیدی توسط آب اولین بار در ایالات متحده به طور تجاری در دسترس قرار گرفت و انرژی خورشیدی در اروپا کشف شد. کشورها اولین بخش‌های دولتی انرژی را قبل از شروع قرن بیستم تاسیس کردند.

در سال ۱۹۴۷ اولین پروژه راکتور هسته‌ای با هدف تولید انرژی در «Brookhaven» نیویورک آغاز شد. در همین زمان، تنش سیاسی بین ایالات متحده و کشورهای خاورمیانه، عرضه نفت به ایالات متحده را نیز تهدید می‌کرد.

در سال ۱۹۷۰، «سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده» (US Environmental Protection Agency) تاسیس 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.

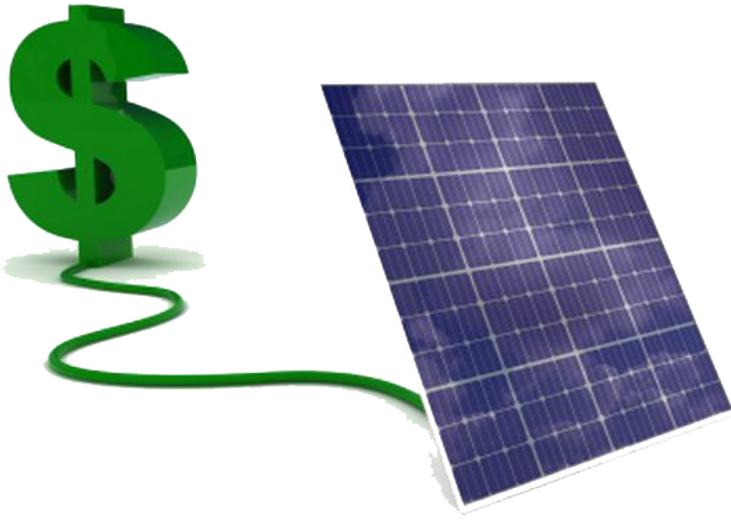
■ انرژی خورشیدی



انرژی خورشیدی از تبدیل نور خورشید به برق به دست می‌آید. برق حاصل به طور مستقیم با استفاده از فتوولتائیک «PV» و یا به طور غیر مستقیم با استفاده از «انرژی خورشیدی متمرکز» (concentrated solar power) 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.

فتوولتائیک‌ها با استفاده از اثر فتوولتائیک، نور را به یک جریان الکتریکی تبدیل می‌کنند. از منظر زیست‌محیطی، انرژی خورشیدی از بهترین و پاک‌ترین نوع انرژی‌هاست. یک سیستم ۱٫۵ کیلووات PV، 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.





اما یک سوال، هزینه تامین انرژی خورشیدی مسکونی چقدر است؟ در سال ۲۰۱۶، هزینه نصب صفحه‌ی PV به ازای هر وات، سه دلار بود. اندازه‌ی متوسط سیستم صفحه‌ی خورشیدی ۵۰۰۰ وات است. بنابراین هزینه کل به ۱۵,۰۰۰ دلار می‌رسد. این رقم البته فقط یک مقدار متوسط است. سیستم‌ها می‌توانند بیشتر یا کمتر از این مقدار بسته به مصرف انرژی صاحب‌خانه باعث صرفه‌جویی در هزینه شوند.

در اوایل سال ۲۰۱۶، قیمت خرده‌فروشی‌ها برای صفحه‌های خورشیدی معمولاً از ۰,۷۰ دلار به ازای هر وات تا بیش از دو دلار در هر وات می‌رسید. تفاوت قیمت‌گذاری عمدتاً به دلیل دو عامل نوع «ماژول خورشیدی» (solar module) و نام یا برند تجاری به وجود می‌آید. لازم به ذکر است قیمت‌های ذکر شده فقط مربوط به خرید صفحه‌ها است. این قیمت، هزینه‌های دیگر مرتبط با تامین برق از انرژی خورشیدی در خانه را شامل نمی‌شود.



«انرژی باد» (Wind power) با استفاده از جریان هوا تولید می‌شود. جریان هوا از طریق توربین‌های بادی به ژنراتورهای مکانیکی انتقال می‌یابد و برق تولید می‌گردد. این انرژی به عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته می‌شود. از مزایای انرژی بادی می‌توان به فراوان بودن، 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.

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 مدت ۴۰۰ سال تا سال ۹۰۰ 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» (Cretans) به معنای واقعی کلمه، صدها آسیاب بادی را به کار می‌گرفتند تا آب را برای محصولات کشاورزی و دام پمپاژ کنند.

توربین‌های بادی کمتر از ۱۰۰ کیلووات، هزینه‌ای حدود ۳۰۰۰ تا ۸۰۰۰ دلار به ازای هر کیلووات ظرفیت دارند. یک دستگاه ۱۰ کیلووات (اندازه مورد نیاز برای تامین برق یک خانه بزرگ) ممکن است هزینه نصبی حدود ۵۰،۰۰۰ تا ۸۰،۰۰۰ دلار (یا بیشتر) داشته باشد.



■ انرژی زیست‌توده

اصطلاح «زیست‌توده یا بیومس» (Biomass) به موادی آلی اشاره دارد که انرژی را از طریق فرآیند فتوسنتز ذخیره می‌کنند. 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 دی‌اکسید کربن 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 آبی هستند. زیست‌توده در دو دهه گذشته یکی از رایج‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر بوده و تنها انرژی آبی (hydro power) 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. عمده‌ترین مورد استفاده از زیست‌توده برای پخت‌وپز و گرمایش است.

مزایا و معایب انرژی زیست‌توده شامل موارد زیر است:

مزایای انرژی زیست‌توده شامل موارد زیر است:

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 تجدید پذیر 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. با مصرف مواد زائد برای تولید انرژی، دفن زباله‌ها و «خاک‌چال‌ها» (landfill) کاهش می‌یابد و فضای بیشتری در نتیجه‌ی کاهش دفن زباله‌ها، برای موارد استفاده‌ی دیگر باقی می‌ماند.
۶. دی‌اکسید کربنی که پس از سوختن زیست‌توده آزاد می‌گردد، توسط گیاهان مصرف می‌شود.

معایب انرژی زیست‌توده شامل موارد زیر است:

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.



■ انرژی زمین‌گرمایی

منبع انرژی «زمین‌گرمایی» (Geothermal) گرمای موجود در داخل زمین است. گرما چنان شدید است که ماگما در این دمای بالا ذوب می‌شود. انواع مختلفی از انرژی زمین‌گرمایی وجود دارد که می‌توان مورد بهره‌برداری قرار داد. برخی از سیستم‌های زمین‌گرمایی زمانی شکل می‌گیرند که ماگمای گرم در نزدیکی سطح زمین (۱,۵۰۰ تا ۱۰,۰۰۰ متر عمق) مستقیماً آب‌های زیرزمینی را گرم می‌کند.

گرمای تولید شده از این نقاط داغ، از سطح به سمت خارج حرکت می‌کند. برای فهم بهتر باید بدانید که به همین ترتیب آتش‌فشان‌ها و چشمه‌های آب گرم به وجود می‌آیند. آب گرم و بخار به طور طبیعی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و با فناوری‌های تبدیل انرژی، از این پدیده می‌توان در تولید برق یا تولید آب گرم جهت مصارف مستقیم، استفاده کرد. سیستم‌های زمین‌گرمایی حتی زمانی که هیچ ماگمایی در نزدیکی سطح موجود نباشد هم شکل می‌گیرند. ماگما باعث گرم شدن سنگ‌ها و در نهایت گرم‌شدن آب‌های زیرزمینی در گردش موجود در عمق زمین می‌گردند.

به منظور به حداکثر رساندن انرژی به دست آمده، با استفاده از امکانات فنی پیچیده، اغلب سنگ‌های داغ را می‌شکنند. در مرحله‌ی بعد آب را به داخل زمین پمپ می‌کنند. آب گرم خروجی برای تولید برق استفاده می‌شود. اما هزینه‌ی تولید انرژی زمین‌گرمایی به ازای هر «کیلووات ساعت» (kWh) چقدر است؟ در شهر «Geysers»، برق زمین‌گرمایی با قیمت ۰,۰۳ تا ۰,۰۳۵ دلار به ازای هر کیلووات ساعت به فروش می‌رسد. نیروگاه‌های امروزی با هزینه‌ای معادل ۰,۰۵ دلار برای هر کیلووات ساعت ساخته می‌شوند.





مزایای انرژی زمین‌گرمایی شامل موارد زیر است:

کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی: افزایش استفاده از انرژی زمین‌گرمایی، وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد. با افزایش قیمت نفت، بسیاری از کشورها، شرکت‌ها را تشویق به بهره‌گیری از این منابع انرژی پاک نموده‌اند. سوزاندن سوخت‌های فسیلی، گازهای گلخانه‌ای را که مسئول گرمایش جهانی هستند آزاد می‌کند.

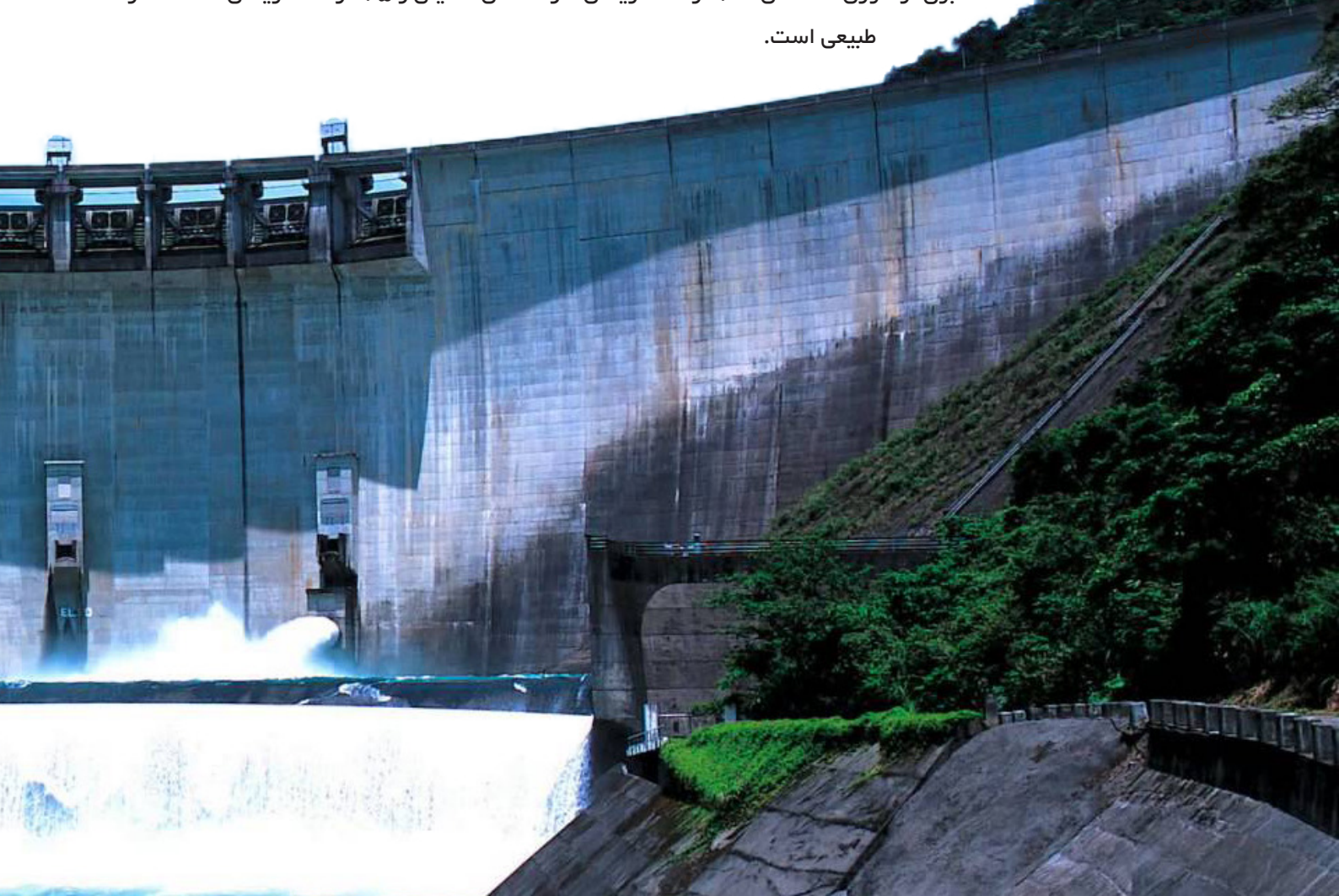
آلودگی بسیار پایین: این مورد یکی از مزیت‌های اصلی استفاده از انرژی زمین‌گرمایی است. انرژی زمین‌گرمایی به عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر، کمک شایانی در کاهش گرما و آلودگی جهانی و حفاظت از محیط زیست کرده است. علاوه بر این، سیستم‌های زمین‌گرمایی آلودگی هم ایجاد نمی‌کنند. البته استفاده از این روش مقداری گاز در عمق زمین آزاد می‌کند که برای محیط‌زیست خیلی زیان‌آور نیستند.

امکان استفاده مستقیم: از زمان‌های قدیم، افراد از این منبع انرژی برای حمام کردن، گرم کردن خانه‌ها، تهیه غذا و امروز نیز برای گرم‌کردن مستقیم خانه‌ها و دفاتر استفاده می‌کنند. این عمل باعث می‌شود انرژی زمین‌گرمایی ارزان‌تر و مقرون به‌صرفه‌تر شود. اگرچه سرمایه‌گذاری اولیه بالاست اما در بلندمدت با صرفه‌جویی در هزینه‌ها، این فناوری اقتصادی است. اشتغال‌زایی و مزایای اقتصادی: دولت‌های کشورهای مختلف به شدت در تولید انرژی زمین‌گرمایی سرمایه‌گذاری می‌کنند که باعث می‌شود شغل‌های زیادی برای مردم محلی همان مناطق فراهم آید.

«برق آبی» (Hydroelectricity) یا هیدروالکتریسیته اصطلاحی است که به انرژی الکتریکی تولیدی از نیروی آب جاری اطلاق می‌شود.

شایع‌ترین نوع نیروگاه برق آبی با ایجاد یک سد روی یک رودخانه و ذخیره‌ی 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» (pumped storage plant) 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 محدود روش‌های ذخیره‌ی انرژی الکتریکی نیز به شمار می‌آید. بهترین واحد نیروگاهی سوخت فسیلی با بازده ۵۰ درصد یا کمی بیشتر کار می‌کند. در ایالات متحده به طور هزینه‌ی تولید هر کیلووات ساعت برق، ۰٫۸۵ سنت محاسبه می‌گردد. این عدد معادل ۵۰ درصد هزینه‌ی برق از انرژی هسته‌ای، ۴۰ درصد هزینه‌ی سوخت‌های فسیلی و ۲۵ درصد هزینه‌ی استفاده از طبیعی است.



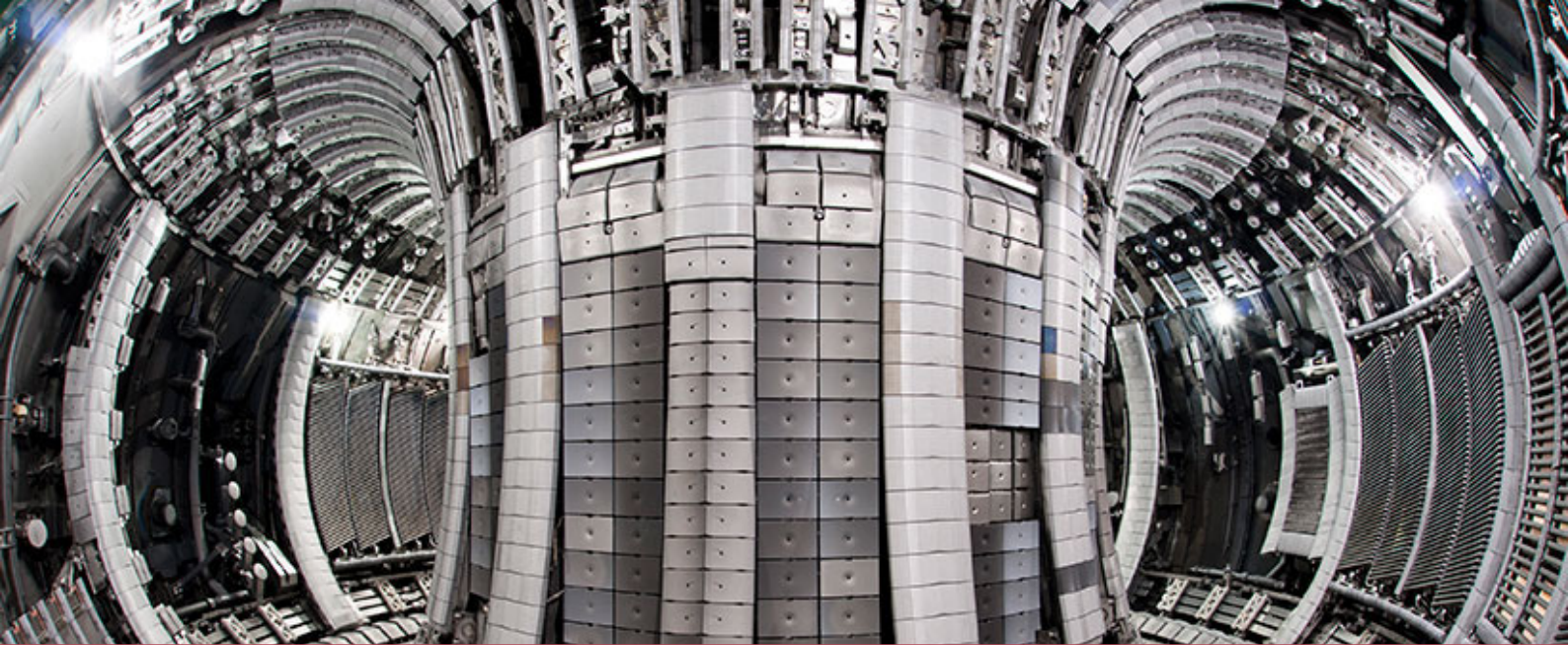
مزایای انرژی آبی به شرح زیر است:

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.

منبع

<https://blog.faradars.org>





شکافت هسته‌ای و همجوشی، در چهای به تولید انرژی خورشیدی

تهیه‌کننده: امیر شایعی

■ **طریقه تولید انرژی همانند انرژی خورشیدی**

دو نوع واکنش هسته‌ای وجود دارد، شکافت هسته‌ای و همجوشی (گداخت) هسته‌ای. شکافت هسته‌ای شامل شکستن اتم‌های بزرگتر به اتم‌های کوچکتر است که طی آن مقادیر زیادی انرژی حاصل از تفاوت بین انرژی‌های پیوند آنها آزاد می‌شود. آنچه در نیروگاه‌های هسته‌ای اتفاق می‌افتد، همان شکافت هسته‌ای است که طی آن اتم اورانیوم به اتم‌های کوچکتری شکسته شده و مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود. از طرف دیگر، همجوشی دوران طفولیت خود را طی می‌کند. همجوشی شامل اتصال دادن دو اتم و ایجاد یک اتم بزرگتر و به موازات آن تبدیل مقدار کمی از ماده به انرژی گرمایی است. از آنجایی که در شکافت اتمی تبدیل ماده - انرژی وجود ندارد، مقدار کمتری انرژی در مقایسه با همجوشی آزاد می‌شود. همجوشی به عنوان واکنش غائی جهان هستی شناخته می‌شود زیرا سوخت اولیه خورشید و سایر ستارگان حاصل از همجوشی است. اگرچه برخی کشورها بمب‌های هیدروژنی ساخته‌اند که مبنای عملکرد آنها بر اساس واکنش همجوشی کنترل‌نشده است، هنوز راه بسیار زیادی برای کنترل این واکنش به منظور ایجاد منابع انرژی پایدار وجود دارد.

■ **اولین قدم در تولید انرژی خورشیدی**

مهندسان آلمانی در انستیتوی معروف ماکس-پلانک موفق شده‌اند که یک راکتور همجوشی را راه‌اندازی کنند و به لیست محدود سازمان‌هایی بپیوندند که موفق شده‌اند پلاسمای خطرناک را در جای خود معلق نگه دارند به نحوی که با تجهیزات برخورد نداشته باشد. راکتور ۱۶ متری که صرفاً برای مقاصد آزمایشگاهی ساخته شده، حاصل ۱۹ سال کار و میلیون‌ها دلار هزینه است. تمرکز اصلی بر آهنرباهای الکتریکی فوق هادی است که پلاسمای خطرناک را در جای خود نگه می‌دارد. برای این کار ۴۲۰ تن الکترومغناطیس‌های عظیم ساخته شده که می‌بایست تا دمای منفی ۲۷۳/۱۶ درجه سانتیگراد سرد شوند تا بتوانند درست کار کنند، بنابراین سیستم‌های عظیم خنک‌کننده برای این کار تهیه شده‌اند.



یکی دیگر از موانع راکتور همجوشی، دمای شروع به کار است. می‌دانیم که همجوشی ماده اولیه ستارگان است و باید در دمای فوق‌العاده بالا انجام پذیرد، یعنی چقدر داغ؟ برای مثال هسته خورشید در دمای ۱۵ میلیون درجه سلسیوس همواره در حال سوختن است، اگرچه ما برای آغاز یک همجوشی به چنین دمایی احتیاج نداریم. در آغاز همجوشی در یک دمای معین اتم‌های هیدروژن برانگیخته شده، شروع به همجوشی کرده و عناصر سنگین‌تری تشکیل می‌دهند و مقادیر بسیار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. وقتی دما به مقدار لازم رسید، می‌بایست به کمک الکترومغناطیس‌های فوق‌رسانا، پلاسمای حاصل را یکپارچه و در کنار هم

در جای خود نگه داشت زیرا هرگونه برخورد پلاسما با دیواره تجهیزات منجر به فاجعه‌ای عظیم خواهد شد.

مهندسان آلمانی راکتور خود را استلاراتور نامگذاری کردند و درون آن یک نمونه یک میلیگرمی از گاز هلیم را به کمک یک لیزر ۱/۸ مگاواتی تا دمای ۱ میلیون درجه سلسیوس حرارت دادند. در این دما، واکنش همجوشی آغاز گردید و مهندسين آلمانی این اتفاق فوق‌العاده را تحت عنوان «اولین پلاسما» توییت کردند. اگرچه هیدروژن با توجه به سادگی گزینه بسیار بهتری برای راکتور همجوشی است اما پروفیسور توماس کلینگر و تیمش هلیم را برای این کار انتخاب کردند، زیرا دستیابی به همجوشی با هلیم بسیار ساده‌تر است. با توجه به اینکه تنها هدف این راکتور دستیابی آسان‌تر به فرایند همجوشی بوده است، هنوز از انرژی تولیدی این راکتور برداشتی صورت نپذیرفته است.

همانطور که متوجه شده‌اید راکتورهای همجوشی انرژی زیادی برای راه‌اندازی نیاز دارند که صرف لیزرها، تجهیزات خنک‌کننده و الکترومغناطیس‌ها می‌شود. برای ساخت یک راکتور با ارزش، انرژی حاصل می‌بایست بیشتر از انرژی مصرفی آن باشد. این موفقیت تاریخی توسط نشنال ایگنیشن فسیلیتی در کشور آمریکا به دست آمد. یک راکتور دیگر برای همین منظور با نام توکاموک در کشور فرانسه توسط یک کنسرسیوم بین‌المللی در حال ساخت است. در این راکتور به جای معلق نگه داشتن پلاسما، از طراحی دونات شکل استفاده شده که پلاسما در آن جریان پیدا می‌کند. اگرچه با توجه به مشکلات و دشواری‌های فراوان پیش رو، راکتور توکاموک هنوز قادر به انجام آزمایش نیست و استلاراتور همچنان تنها راکتور همجوشی است که با موفقیت در حال کار است، اما هنوز امکان استفاده از انرژی آن میسر نشده است. آینده بی‌شک هیجان‌انگیز خواهد بود!

منبع

<http://www.fardanama.com>



پیش‌تیمار زیست‌توده برای تولید بیوفیول

■ نویسنده: رضا رسولزاده

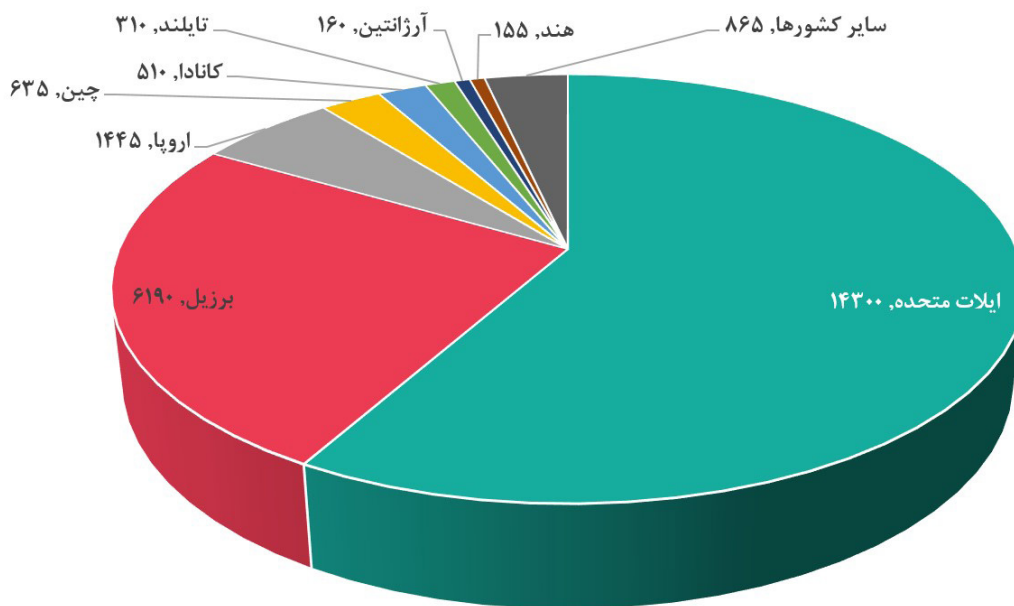
■ مقدمه

افزایش قیمت نفت، عدم اطمینان از ذخایر سوخت‌های فسیلی و همچنین نگرانی‌های زیست محیطی، ضرورت ایجاد می‌کند که سوخت‌های حاصل از مواد زیستی جایگزین سوخت‌های فسیلی شوند. اتانول یا بیواتانول که در حال حاضر از تخمیر ذرت و نیشکر تولید می‌شود به عنوان نسل بعدی سوخت مورد استفاده در حمل و نقل در نظر گرفته می‌شود. استفاده از زیست‌توده‌های لیگنوسلولزی به عنوان ماده اولیه، گام بعدی در راستای افزایش قابل توجه تولید اتانول و کاهش هزینه‌های تولید شناخته می‌شود. تبدیل بیولوژیکی زیست‌توده به بیواتانول بر اساس تجزیه این زیست‌توده به قندهای محلول با استفاده از مواد شیمیایی و بیولوژیکی، از جمله آنزیم‌های هیدرولیتیک است. برای دسترسی بیشتر آنزیم‌ها به پلیمرهای کربوهیدرات لازم است فرآیند پیش‌تیمار انجام شود. هدف از پیش‌تیمار در هم شکستن ساختار لیگنین و از بین بردن بلورینگی سلولز است تا اسید یا آنزیم به راحتی بتواند به سطح سلولز دسترسی پیدا کرده و آنرا هیدرولیز کند. پیش‌تیمار خود می‌تواند هزینه‌بر باشد اما برای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های بعدی بسیار ضروری است و یک ابزار مهم در فرآیند تبدیل زیست‌توده به سوخت‌های زیستی محسوب می‌شود.



تاریخچه

تاریخچه استفاده از اتانول به عنوان سوخت به دوران اولیه تولید خودرو برمی‌گردد. با این‌حال، با کشف نفت خام و ورود سوخت‌های ارزان به بازار، اتانول کنار گذاشته شد و سوخت‌های فسیلی مانند بنزین و گازوئیل جایگزین شدند. در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی، زمانی که دولت برزیل برنامه خود را با نام Proalcool راه‌اندازی کرد، اتانول به بازار بازگشت و امروزه دو سوم اتانول تولیدی به عنوان سوخت مصرف می‌شود. اتانول بیشتر به صورت ترکیب با بنزین با مقدار ۲۰ تا ۲۴ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه ترکیب اتانول با بنزین باعث افزایش نوسانات مخلوط می‌شود، اما در عوض، انتشار مونوکسیدکربن از وسایل نقلیه را کاهش می‌دهد. تولید جهانی اتانول در جدول ۳،۱ نشان داده شده است. رشد تولید جهانی اتانول به طور عمده به توسعه بازار الکل سوختی وابسته است. در اوایل دهه ۱۹۸۰، تولید بر اساس برنامه «Proalcool» برزیل و طرح Gasohol ایالات متحده آغاز شد و رشد آن تا اواسط دهه ۱۹۹۰ ادامه یافت. در سال ۱۹۹۸، تولید سوخت الکل به علت بحران در بخش الکل برزیل، به شدت کاهش یافت.



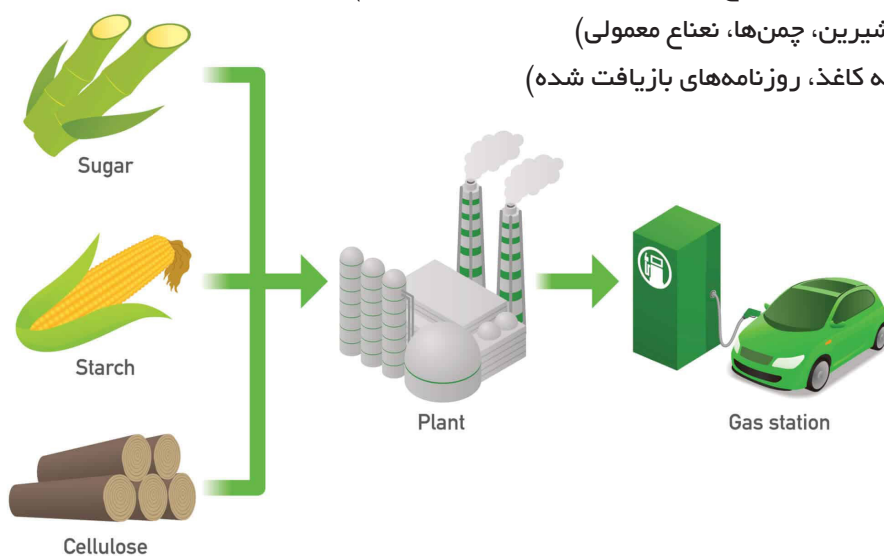
شکل ۱ میزان تولید جهانی سوخت اتانول توسط کشور یا منطقه (میلیون گالون) در سال ۲۰۱۴

زیست توده های لیگنوسلولزی

لیگنوسلولوز، یک کامپوزیت طبیعی پیچیده شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین است. سلولز و همی سلولز با یکدیگر مخلوط شده و در خارج توسط لیگنین پوشانده شده اند. بسته به منابع و نوع سلولها، وزن خشک را معمولا حدود ۳۵-۵۰٪ سلولز، ۲۰-۳۵٪ همی سلولوز و ۲۵-۲۵٪ لیگنین تشکیل می دهد.

از مهم ترین زیست توده های لیگنوسلولزی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ضایعات جنگلی (مانند تراشه های چوب و خاک اره)
- بقایای کشاورزی (مانند، ساقه ذرت، کاه برنج، تفاله نیشکر، ضایعات پنبه و غیره)
- گیاهان بیوانرژی (سورگوم شیرین، چمن ها، نعنای معمولی)
- زباله های صنعتی (مانند، برگه کاغذ، روزنامه های بازیافت شده)
- ضایعات جامد شهری.



بر خلاف زیست توده های مبتنی بر مواد غذایی (مشتق شده از نشاسته)، این مواد مزایایی همچون هزینه کم، منابع فراوان دارند.

■ فرآیند هیدرولیز

در روش‌های سنتی، هیدرولیز با واکنش سلولز و اسید انجام می‌شود. اسید رقیق را می‌توان در شرایط دما و فشار بالا استفاده کرد در حالی که اسیدهای متداول در دماهای پایین‌تر و فشار جو استفاده می‌شوند. ترکیبات سلولزی تخریب شده اسید و قندها در حضور آب برای تجزیه‌کردن مولکول‌های قند باهم واکنش می‌دهند. فرآیند اسید رقیق در واقع یک روند سخت است که منجر به تشکیل محصولات سمی می‌شود که می‌تواند در فرآیند تخمیر تداخل ایجاد کند. زنجیره‌های سلولزی همچنین می‌توانند توسط آنزیم سلولاز به مولکول‌های گلوکز تقسیم شوند. سلولاز یک نوع آنزیم است که فرآیند هیدرولیز سلولز را کاتالیز می‌کند. این آنزیم‌ها عمدتاً توسط قارچ‌ها، باکتری‌ها و پروتوزوآ تولید می‌شود. برخی از سلولازها نیز توسط گیاهان و حیوانات تولید می‌شوند. این واکنش در دمای بدن در سیرابی نشخوارکنندگان مانند گاو و گوسفند اتفاق می‌افتد، جایی که آنزیم‌ها توسط باکتری‌های روده تولید می‌شوند. مواد لیگنوسلولزی نیز به طور مشابه می‌توانند تحت شرایط نسبتاً ملایم هیدرولیز آنزیمی شوند. این کار باعث تجزیه موثر سلولز می‌شود بدون اینکه فرآورده‌هایی که فعالیت آنزیم‌ها را محدود می‌کند، ایجاد کند. قندهای شش کربنی به راحتی توسط چندین موجود زنده طبیعی تخمیر و به اتیلن تبدیل می‌شوند.

■ فرآیند پیش‌تیمار

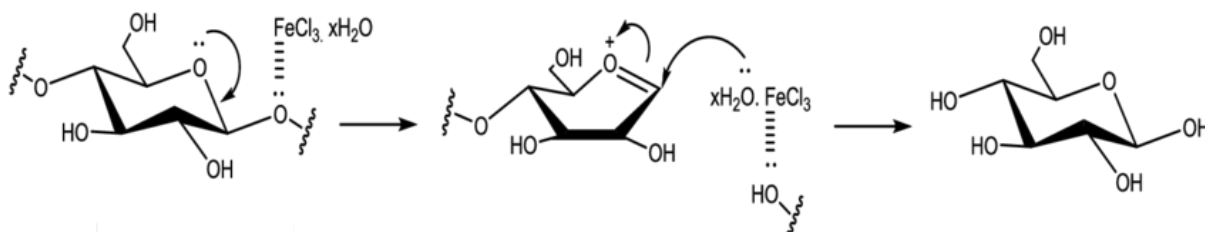
حضور لیگنین و همی‌سلولوز، دسترسی آنزیم‌های سلولاز و اسیدها را به سلولز مشکل‌تر می‌سازد، بنابراین کارایی فرآیند هیدرولیز کاهش می‌یابد. برای تغییر اندازه و ساختار زیست‌توده و همچنین تغییر ترکیب شیمیایی آن لازم است فرآیند پیش‌تیمار انجام شود، به طوری که هیدرولیز و شکستن کربوهیدرات به قندهای مونومر سریع‌تر و با بازده بیشتر انجام شود. فرآیند هیدرولیز می‌تواند با حذف لیگنین و همی‌سلولز، افزایش تخلخل و کاهش بلورینگی سلولز از طریق فرآیندهای پیش‌تیمار به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یابد.

■ انواع روش‌های پیش‌تیمار

روش‌های پیش‌تیمار را می‌توان به دسته‌های مختلف مانند فیزیکی، فیزیکوشیمیایی، شیمیایی، بیولوژیکی، الکتریکی یا ترکیبی از آن‌ها تقسیم کرد. در روش‌های پیش‌تیمار ترکیبی، پارامترهای فیزیکی مانند فشار و دما و یا یک مرحله بیولوژیکی با روش‌های شیمیایی ترکیب شده و روش‌های پیش‌تیمار فیزیکوشیمیایی یا بیوشیمیایی نامیده می‌شوند.

۱- هیدرولیز اسیدی

در این روش از اسیدهایی مانند اسید سولفوریک و اسید هیدروکلریک استفاده می‌شود. این روش پیش‌تیمار همی‌سولز را به زایلوز و دیگر قندها تبدیل می‌کند و ساختار لیگنین را مختل می‌کند ولی هزینه بالایی دارد و به دلیل خورندگی بالایی که دارد باعث استهلاک تجهیزات می‌شود. همچنین مواد سمی مختلفی ممکن است در این روش ایجاد شوند.



۲- هیدرولیز قلیایی

پیش‌تیمار قلیایی یکی از مهمترین فناوری‌های پیش‌تیمار شیمیایی است که از مواد مختلفی از جمله هیدروکسید سدیم، هیدروکسید پتاسیم، هیدروکسید کلسیم (آهک)، آمونیاک محلول، هیدروکسید آمونیوم و هیدروکسید سدیم در ترکیب با پراکسید هیدروژن و یا مواد دیگر در آن استفاده می‌شود. پیش‌تیمار قلیایی موجب تورم زیست‌توده می‌شود که سطوح داخلی زیست‌توده را افزایش می‌دهد و همچنین میزان درجه پلیمریزاسیون و بلورینگی سلولز را کاهش می‌دهد. پیش‌تیمار قلیایی، ساختار لیگنین را مختل می‌کند و پیوند بین لیگنین و سایر کربوهیدرات‌ها را در زیست‌توده لیگنوسلولزی را می‌شکند، بنابراین کربوهیدرات‌ها در هتروماتریکس قابل دسترس‌تر می‌شوند همچنین واکنش‌پذیری پلی‌ساکارید باقی مانده به‌هنگام حذف لیگنین افزایش می‌یابد. اما این روش نیز معایبی همچون زمان ماند طولانی، تشکیل و اتصال نمک‌های غیر قابل احیا به زیست‌توده و تشکیل نمک‌های کلسیم و منیزیم دارد.

۳- ارگانوسولو (Organosolv)

در این فرآیند از حلال‌های آلی استفاده می‌شود. این فرآیند به طور گسترده‌ای، به منظور استخراج لیگنین با کیفیت بالا مورد استفاده قرار گرفته است که یک محصول ارزشمند است و هنگامی که لیگنین از زیست‌توده خارج می‌شود، فیبرهای سلولز در دسترس آنزیم‌های هیدرولیز قرار می‌گیرند و جذب آنزیم‌های سلولزی به لیگنین به حداقل می‌رسد که منجر به تبدیل بیشتر زیست‌توده می‌شود. حلال‌ها باید از راکتور تخلیه، تبخیر، متراکم و بازیافت شوند که این کار هزینه بالایی لازم دارد و همچنین این حلال‌ها هیدرولیز آنزیمی را مهار می‌کنند.

در فرآیند AFEX، مواد لیگنوسلولزی برای یک دوره زمانی در فشار و دمای بالا در معرض آمونیاک مایع قرار می‌گیرند و سپس فشار به سرعت کاهش می‌یابد. این فرآیند سطح قابل دسترس را افزایش می‌دهد و لیگنین و همی سلولز را تا یک حدی حذف می‌کند و سلولز را دکریستالیزه می‌کند. همچنین این فرآیند برای فرآیندهای بعدی عوامل مهارکننده تولید نمی‌کند. این فرآیند هزینه بالایی نیاز دارد و برای زیست‌توده‌هایی با محتوی لیگنین بالا مناسب نیست.

۵- خرد کردن مکانیکی

خرد کردن مکانیکی مساحت سطحی قابل دسترس را افزایش می‌دهد و درجه پلیمریزاسیون (DP) و نیز بلوری بودن سلولز را کاهش می‌دهد. خرد کردن مکانیکی به روش‌های کاهش اندازه ذرات، تراشیدن، بریدن، سایب و آسیاب کردن انجام می‌شود. این فرآیند مصرف انرژی بالایی دارد که از انرژی بدست آمده از زیست‌توده بیشتر است.

۶- انفجار بخار

انفجار بخار یکی از روش‌های پیش‌تیمار فیزیکیوشیمیایی پرکاربرد زیست‌توده است و به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. اصطلاح « هیدرولیز خودکار » نیز به عنوان مترادف برای انفجار بخار به منظور توصیف تغییراتی که در طی این فرایند رخ می‌دهد استفاده شده است. در این فرآیند زیست‌توده ابتدا به صورت مکانیکی خرد و تصفیه شده و سپس به مدت چند ثانیه تا چند دقیقه (بسته به نوع زیست‌توده) در فشار و دمای بالا می‌ماند. این فرآیند باعث تخریب همی‌سلولز و تغییر شکل لیگنین می‌شود و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است. مشکلی که این فرآیند دارد، از بین بردن قسمتی از زایلان و اختلال ناقص در ماتریکس لیگنین کربوهیدرات است.

۷- انفجار کربن دی اکسید

در این فرآیند از کربن دی اکسید فوق بحرانی تحت فشار بالا برای افزایش قابلیت هضم زیست‌توده لیگنوسلولزی استفاده می‌شود. انفجار دی اکسید کربن فوق بحرانی، در دمای پایین‌تر از انفجار بخار انجام می‌شود و در مقایسه با تیمار آمونیاک کم هزینه‌تر است. جریان فوق بحرانی یعنی اینکه ماده‌ای در فرم گاز است، اما در دماهای بالاتر از نقطه بحرانی خود فشرده شده تا چگالی شبیه به مایع داشته باشد. دی اکسید کربن با فشار بالا، و به ویژه دی اکسید کربن فوق بحرانی، به رآکتور تزریق می‌شود و سپس با به صورت انفجاری آزاد می‌شود. از آنجایی که دی اکسید کربن در هنگام حل شدن در آب اسید کربنیک تشکیل می‌دهد، اسید میزان هیدرولیز را افزایش می‌دهد. این فرآیند همچنین مقرون به صرفه است و ترکیبان مهار کننده ایجاد نمی‌کند. ایرادی که این فرآیند دارد این است که تغییری در همی‌سلولز یا لیگنینی ایجاد نمی‌کند.

۸- پیرولیز

در دمای بالای ۳۰۰ درجه سانتی گراد انجام می‌شود و محصولات گازی و مایع تولید می‌کند. فراهم کردن دمای بالای ۳۰۰ درجه هزینه و انرژی بالایی نیاز دارد و فرآیند خاکستر بجا می‌گذارد.

۹- اوزونولیز

فرآیند اوزونولیز به منظور کاهش محتوای لیگنین موجود در ضایعات لیگنوسلولزی استفاده می‌شود. این روش باعث افزایش هضم مواد تیمار شده می‌شود و برخلاف دیگر تیمارهای شیمیایی مواد سمی تولید نمی‌کند. این فرآیند مقدار زیادی اوزون نیاز دارد که گران قیمت است و توجیه اقتصادی ندارد.

۱۰- پیش تیمار بیولوژیکی

در این روش پیش تیمار از میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده که بیشتر قارچ و باکتری هستند، استفاده می‌شود. در این فرآیند میکروارگانیسم‌ها ترکیبات شیمیایی زیست توده لیگنوسلولزی را تغییر می‌دهند و لیگنین و همی سلولز را تخریب می‌کند. این فرآیند انرژی کمی نیاز دارد و میکروارگانیسم‌های مورد استفاده در فرآیندهای بعدی نیز باعث کاتالیز فرآیند می‌شوند. در این فرآیند نرخ هیدرولیز بسیار کم است و زمان ماند بالایی نیاز دارد.

۱۱- اکسیداسیون مرطوب

فرآیند اکسیداسیون مرطوب در ابتدا به عنوان وسیله‌ای برای تصفیه فاضلاب و تصفیه خاک و اخیراً در پیش تیمار مواد اولیه لیگنوسلولزی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. اکسیداسیون مرطوب شامل آب و هوا، اکسیژن و یا پراکسید هیدروژن در فشار و دمای بالا است. بخش عمده همی سلولز در پیش تیمار حل می‌شود. در این فرآیند، تعداد زیادی از پلیمرهای آلی، اغلب همی سلولز و لیگنین به ترکیبات اکسید شده، مانند اسیدهای کربوکسیلیک با وزن مولکولی کم، الکل و یا حتی دی اکسید کربن و آب تبدیل می‌شود. اکسیداسیون مرطوب معمولاً با افزودن مواد قلیایی مانند کربنات سدیم برای کاهش دمای واکنش و میزان اکسیداسیون همی سلولز انجام می‌شود. استفاده از پراکسید هیدروژن در سال‌های اخیر علاقه فراوانی به خود جلب کرده است، اما هزینه‌های بالای این مواد شیمیایی می‌تواند این تکنولوژی را از لحاظ اقتصادی گران سازد. اضافه کردن اکسیژن خالص به واکنش یک نکته چالش برانگیز است، چون ممکن است احتراق کنترل نشده در نقاط تزریق اکسیژن رخ دهد. بنابراین، بسیار بعید است که این روش پیش تیمار، در پردازش زیست توده کاربرد عملی داشته باشد.

مایکروویو باعث گرم شدن موضعی زیست توده می شود که منجر به اختلال ساختار لیگنوسلولوز می شود. بنابراین، سلولز و همی سلولز برای هیدرولیز آنزیمی در دسترس قرار می گیرند. شیمی مایکروویو مزایای زیادی نسبت به روش های معمول گرمایش دارد. این فرآیند انرژی بیشتری را در اختیار قرار می دهد زیرا تابش مایکروویو کل حجم یک نمونه را گرم می کند در حالیکه حرارت معمولی نمونه ای که در تماس با مخزن واکنش است را قبل توده گرم می کند. بر خلاف روش های گرمای متداول، اثر گرما تقریباً سریع است. برای گرم شدن یا سرد شدن منبع نیازی به صرف زمان نیست. سیستم های عامل مایکروویو اجازه کنترل آسان دما و فشار به مقادیر دقیق و ثابت را می دهد. این فرآیند ارزان بوده و آلودگی کمتری ایجاد می کند ولی ممکن است سلولز یا همی سلولز را تخریب کند.

■ ویژگی های روش پیش تیمار مناسب

- سرمایه و هزینه عملیاتی کم
- موثر در محدوده وسیع و بارگذاری مواد لیگنوسلولوزی
- باید بسیاری از اجزای لیگنوسلولوزی در یک فرم قابل استفاده در بخش های مجزا بهبود یابد.
- نیاز به آماده سازی / رسیدگی یا مرحله های پیش شرط قبل از پیش تیمار مانند کاهش اندازه باید به حداقل برسد.
- اجتناب از تشکیل محصولات جانبی که برای فرایندهای هیدرولیز و فرآیند تخمیر اختلال ایجاد می کنند.
- به انرژی کمی نیاز داشته باشد یا به نحوی انجام شود که انرژی مصرف شده برای اهداف دیگر مانند گرمایش ثانویه مورد استفاده قرار گیرد.
- بهبود تشکیل قند یا توانایی برای تشکیل متعاقب قند از هیدرولیز
- اجتناب از تخریب و یا از دست دادن کربوهیدرات

منبع

Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y. Y., Holtzapple, M., & Ladisch, M. (2005). Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource technology*, 686-673 ,(6)96.

Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. (2009). Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. *Industrial & engineering chemistry research*, 3729-3713 ,(8)48.

McMillan, J. D. (1994). Pretreatment of lignocellulosic biomass. In *ACS symposium series (USA)*.

Zhao, X., Cheng, K., & Liu, D. (2009). Organosolv pretreatment of lignocellulosic biomass for enzymatic hydrolysis. *Applied microbiology and biotechnology*, 815 ,(5)82.

Balan, V., Bals, B., Chundawat, S. P., Marshall, D., & Dale, B. E. (2009). Lignocellulosic biomass pretreatment using AFEX. In *Biofuels (pp. 77-61)*. Humana Press, Totowa, NJ.

Brodeur, G., Yau, E., Badal, K., Collier, J., Ramachandran, K. B., & Ramakrishnan, S. (2011). Chemical and physicochemical pretreatment of lignocellulosic biomass: a review. *Enzyme research*, 2011.

Tarla

Scientific - Specialitic Periodical

University of Mohaghegh Ardabili

Winter of 2019

Once in your life you need a doctor, a lawyer, a policeman or a preacher but every day, three times a day, you need a farmer

Brenda Schoepp