

انرژی زیست توده (Biomass Energy) یکی از مهم ترین منابع انرژی تجدیدپذیر است که از مواد آلی شامل گیاهان، حیوانات و زباله های آلی به دست می آید. در این زمینه، تئوری ها و نظریه های علمی مختلفی برای توصیف و بهینه سازی فرآیندهای تولید و استفاده از انرژی زیست توده وجود دارد. در ادامه به مهم ترین این تئوری ها اشاره می کنیم:

1. تئوری فتوسنتز و ذخیره انرژی زیستی

این نظریه بیان می کند که گیاهان انرژی خورشیدی را از طریق فرآیند فتوسنتز جذب کرده و در مولکول های آلی مانند کربوهیدرات ها ذخیره می کنند. این انرژی ذخیره شده می تواند از طریق فرآیندهای مختلف (مانند احتراق یا تخمیر) به انرژی قابل استفاده تبدیل شود.

فرمول فتوسنتز: $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
این نظریه اساس تولید زیست توده از گیاهان را توضیح می دهد.

2. تئوری تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی

زیست توده شامل ترکیبات آلی است که هنگام سوختن یا تخمیر، انرژی شیمیایی خود را به انرژی حرارتی تبدیل می کند. این تئوری توصیف می کند که انرژی ذخیره شده در پیوندهای شیمیایی مولکول های زیست توده (مانند سلولز، لیگنین و چربی ها) از طریق فرآیندهایی مانند احتراق، گازی سازی یا پیرولیز آزاد می شود.

3. تئوری گازی سازی زیست توده (Biomass Gasification Theory)

این نظریه به فرآیند تبدیل زیست توده به گازهای قابل احتراق (مانند هیدروژن، متان و کربن مونوکسید) از طریق گرمایش در حضور مقدار کم اکسیژن یا بخار اشاره دارد.

در این فرآیند، واکنش های شیمیایی زیر رخ می دهد:

احتراق: $C + O_2 \rightarrow CO_2$ و $C + O_2 \rightarrow CO + CO_2$

گازی سازی: $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ و $C + H_2O \rightarrow CO + H_2 + CO_2$

این فرآیندها برای تولید گاز سنتز (syngas) مورد استفاده قرار می گیرند که می تواند در نیروگاه ها یا تولید سوخت های زیستی کاربرد داشته باشد.

4. تئوری هضم بی هوازی (Anaerobic Digestion Theory)

این تئوری توضیح می دهد که زیست توده های آلی در غیاب اکسیژن توسط میکروارگانیسم ها تجزیه شده و گاز متان (CH_4) تولید می کنند. این فرآیند شامل چهار مرحله است:

هیدرولیز: تجزیه مولکول های بزرگ به مولکول های کوچکتر.

اسیدوژنز: تولید اسیدهای چرب فرار.

استوژنز: تولید استات و گازهای واسطه.

متانوژنز: تولید متان و دی اکسید کربن.

این تئوری اساس تولید بیوگاز از زباله های آلی است.

5. تئوری احتراق زیست توده (Biomass Combustion Theory)

این نظریه به واکنش های شیمیایی زیست توده با اکسیژن در دماهای بالا برای تولید گرما اشاره دارد.

فرآیند احتراق شامل سه مرحله است:

خشک شدن: حذف رطوبت موجود در زیست توده.

احتراق فرار: سوختن ترکیبات آلی فرار.

سوختن کربن جامد: تولید دی اکسید کربن و خاکستر.

6. تئوری پیرولیز (Pyrolysis Theory)

این نظریه به تجزیه حرارتی زیست توده در غیاب اکسیژن اشاره دارد.

در این فرآیند، زیست توده به سه محصول اصلی تبدیل می شود:

گازهای فرار: مانند متان و هیدروژن.

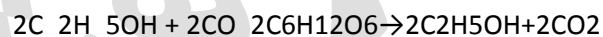
مایعات زیستی: (Bio-oil) که می توانند به سوخت مایع تبدیل شوند.

ذغال زیستی: (Biochar) که به عنوان سوخت یا اصلاح کننده خاک استفاده می شود.

7. تئوری سوخت های زیستی مایع (Liquid Biofuels Theory)

این نظریه بر تولید سوخت های مایع زیستی مانند بیواتانول و بیودیزل تمرکز دارد.

فرآیند تولید بیواتانول شامل تخمیر قندهای موجود در زیست توده است $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$



بیودیزل نیز از واکنش چربی ها یا روغن های گیاهی با متانول در حضور کاتالیزور تولید می شود.

8. تئوری اقتصادی-زیست محیطی زیست توده

این نظریه بر توازن بین بهره وری اقتصادی و اثرات زیست محیطی فرآورده های زیست توده تمرکز دارد.

تولید انرژی از زیست توده می تواند میزان انتشار دی اکسید کربن را کاهش دهد، اما ممکن است مشکلاتی مانند تخریب زیستگاه های طبیعی یا استفاده بیش از حد از

منابع آب و خاک را به همراه داشته باشد.

9. تئوری چرخه کربن (Carbon Cycle Theory)

این تئوری بیان می کند که استفاده از زیست توده به عنوان منبع انرژی، در مقایسه با سوخت های فسیلی، تأثیر خالص کمتری بر میزان دی اکسید کربن اتمسفر دارد.

گیاهان در طول رشد خود دی اکسید کربن را جذب می کنند و وقتی به عنوان سوخت استفاده می شوند، همان مقدار دی اکسید کربن را آزاد می کنند.

10. تئوری پایداری زیست توده

این تئوری به اصول پایداری در استفاده از منابع زیست توده اشاره دارد.

تاکید می کند که بهره برداری از زیست توده باید به گونه ای باشد که به اکوسیستم ها آسیب نرساند و منابع زیست توده تجدیدپذیر باقی بمانند.

برای تئوری فتوستنز و ذخیره انرژی زیستی می‌توان یک آزمایش بسیار ساده طراحی کرد که نقش گیاهان در ذخیره انرژی خورشیدی را نشان دهد.

آزمایش: بررسی تولید انرژی زیستی از مواد گیاهی

هدف:

تایید نقش فتوستنز در ذخیره انرژی خورشیدی در گیاهان و بررسی امکان تولید انرژی از زیست‌توده.

وسایل مورد نیاز:

چند برگ خشک یا تکه‌های چوب (مواد زیستی گیاهی)

یک قاشق غذاخوری الکل (یا الکل سفید ۷۰٪)

یک شمع یا فندک

یک ظرف فلزی کوچک (مثلاً درب قوطی فلزی)

یک کبریت یا فندک

روش انجام آزمایش:

تهیه مواد گیاهی:

چند برگ خشک یا تکه‌های چوب کوچک جمع‌آوری کنید و آن‌ها را به قطعات کوچک خرد کنید.

اضافه کردن الکل:

تکه‌های مواد گیاهی را داخل ظرف فلزی قرار دهید و روی آن‌ها مقدار کمی الکل بریزید. الکل به‌عنوان یک تسهیل‌کننده برای اشتعال اولیه استفاده می‌شود.

احتراق مواد گیاهی:

شمع یا فندک را روشن کرده و با دقت، مواد زیستی را مشتعل کنید. مواد گیاهی به دلیل انرژی ذخیره‌شده در مولکول‌های آلی خود، می‌سوزند و انرژی حرارتی تولید می‌کنند.

مشاهده:

مشاهده کنید که مواد گیاهی می‌سوزند و گرما و نور تولید می‌کنند. این انرژی، در واقع انرژی خورشیدی است که گیاه از طریق فتوستنز در خود ذخیره کرده است.

نتایج مورد انتظار:

احتراق مواد گیاهی نشان‌دهنده وجود انرژی ذخیره‌شده در آن‌هاست.

این انرژی، به‌طور غیرمستقیم از انرژی خورشیدی به دست آمده است، که گیاهان طی فرآیند فتوستنز آن را ذخیره کرده‌اند.

تحلیل:

این آزمایش ساده به‌وضوح نشان می‌دهد که گیاهان انرژی خورشیدی را به شکل انرژی شیمیایی ذخیره می‌کنند و ما می‌توانیم این انرژی را از طریق احتراق آزاد کنیم.

مزیت آزمایش:

به وسایل خاص یا پیچیده‌ای نیاز ندارد.

به راحتی می‌توان آن را در خانه یا محیط آموزشی انجام داد.

می‌توان برای تئوری هضم بی‌هوازی (Anaerobic Digestion Theory) یک آزمایش ساده طراحی کرد. این تئوری بیان می‌کند که مواد زیست‌توده در غیاب

اکسیژن، توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه می‌شوند و گاز متان و دی‌اکسید کربن تولید می‌کنند.

آزمایش: تولید گاز بیوگاز از مواد آلی

هدف: تایید تولید گازهای قابل اشتعال (بیوگاز) از مواد زیستی در شرایط بی‌هوازی.

وسایل مورد نیاز:

یک بطری پلاستیکی شفاف با درپوش (بطری نوشابه)

مواد زیستی مانند پوست میوه، برگ‌های خشک، یا پسماندهای غذایی

آب گرم

یک تکه لوله لاستیکی باریک (لوله آکواریوم)

بادکنک کوچک

چسب برای آب‌بندی

قیچی

روش انجام آزمایش:

تهیه بطری هضم‌کننده:

بطری پلاستیکی را تمیز کنید.

یک سوراخ کوچک در درپوش بطری ایجاد کنید تا لوله لاستیکی از آن عبور کند.

اضافه کردن مواد زیستی:

داخل بطری را با مواد زیستی (مانند پوست میوه یا برگ‌های خشک) پر کنید.

مقداری آب گرم به بطری اضافه کنید تا محتویات کمی شناور شوند. بطری را تا نیمه پر کنید.

نصب بادکنک:

یک سر لوله لاستیکی را به درپوش بطری وصل کنید و با چسب محکم کنید تا هوا از آن عبور نکند.

سر دیگر لوله را داخل بادکنک قرار دهید و آن را محکم کنید.

قرار دادن بطری در محیط گرم:

بطری را در یک مکان گرم (مثلاً زیر نور آفتاب یا نزدیک یک منبع گرما) قرار دهید.

درپوش را محکم ببندید تا هوا وارد بطری نشود (ایجاد شرایط بی‌هوازی)

مشاهده: طی چند روز، میکروارگانیسم‌ها شروع به تجزیه مواد آلی می‌کنند و گاز تولید می‌شود.

گاز تولیدشده از طریق لوله وارد بادکنک می‌شود و بادکنک را پر می‌کند.

نتایج مورد انتظار:

باد شدن بادکنک نشان‌دهنده تولید گاز بیوگاز است.

این گاز شامل متان و دی‌اکسید کربن است که از تجزیه مواد آلی در شرایط بی‌هوازی حاصل می‌شود.

تحلیل: این آزمایش ساده نشان می‌دهد که مواد زیستی در غیاب اکسیژن توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه شده و گاز تولید می‌کنند.

گاز متان قابل اشتعال است و می‌توان آن را برای تولید انرژی استفاده کرد.

مزایای آزمایش: بسیار ساده و قابل اجرا در خانه یا مدارس. نیاز به تجهیزات پیچیده ندارد. مفهوم تولید بیوگاز را به‌طور واضح نشان می‌دهد.

پژوهش‌های نوین