



انرژی زیست توده

• دید کلی

چرخه کنونی انرژی، از نظر بوم شناختی، مسائل و مشکلات پیچیده‌ای را پدید می‌آورد. از همین رو جایگزینی آن با چرخه‌های غیر آلاینده، امری حیاتی و اجتناب ناپذیر است. مسائل زیست محیطی و نگرانیهای ناشی از مهاجرت روستائیان و رشد بی رویه شهرنشینی، بر لزوم تغییر نظام کنونی انرژی افزوده است. بدیهی است که نظام انرژی جایگزین باید مبتنی بر منابع انرژی تجدید پذیر باشد. استفاده از زیست توده به عنوان یک منبع انرژی، نه تنها از نظر زیست محیطی، بلکه به دلایل اقتصادی، اجتماعی و هم چنین سهولت کاربرد، جذاب است.

تقریباً نیمی از مردم جهان برای تأمین انرژی مورد نیاز خود، از چوب استفاده می‌کنند. چوب، ضایعات گیاهی (مانند ضایعات نیشکر، ذرت، چغندر قند) و دیگر منابع زیست توده، از منابع تجدید پذیر کربن به شمار می‌آیند. استفاده از انرژی زیست توده به شکل سنتی یعنی سوزاندن چوب درختان و فضولات حیوانی - باعث نابودی جنگلها و آلودگی و تخریب محیط زیست می‌شود. اما با تلفیق روشهای شیمیایی و زیست شناختی می‌توان قند، سلولز و دیگر مواد موجود در ضایعات کشاورزی را به سوخته‌های مایع تبدیل کرد.

یکی از راههای تأمین منابع انرژی زیست توده، کاشت درختان یا درختچه‌های مناسب (با دوره رشد کوتاه و سریع) در زمینهای نامرغوب و نیمه بایر است. گرچه سوزاندن این منابع، گاز دی اکسید کربن را در جو منتشر می‌کند، اما چون دوره کاشت و رشد و نمو آنها دائمی است، به همان اندازه دی اکسید کربن از جو زمین جذب می‌کنند و با استفاده از انرژی خورشیدی، از طریق فتوسنتز، اکسیژن تولید می‌کنند. بدین ترتیب، یک "چرخه کربن خنثی" در طبیعت پدید می‌آید.



• منابع زیست توده

۱. جنگلها و ضایعات جنگلی
۲. محصولات و ضایعات کشاورزی
۳. ضایعات و فضلابهای صنعتی
۴. ضایعات جامد ، فضلابهای شهری و فضولات دامی.

جنگلها و ضایعات جنگلی

چوب ، خرده‌های چوب و خاک اره ، از منابع جنگلی زیست توده به شمار می‌روند. این منبع انرژی از قرن‌ها پیش برای مصارف خانگی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. حدود صد و پنجاه سال پیش ، ۷۵ درصد از انرژی مورد نیاز بشر از زیست توده (عمدتا از جنگلها و ضایعات جنگلی) تأمین می‌شد. در حال حاضر ، سالانه در جهان بیش از ۱.۲ گیگاتن چوب به مصرف تولید انرژی می‌رسد. بسیاری از صنایع کشورهای در حال توسعه ، مانند صنایع پخت نان ، فرآوری محصولاتی مانند شکر ، چای ، قهوه ، نارگیل ، کاکائو و کارخانه‌های آجرپزی و آهک پزی ، از این ضایعات به عنوان سوخت استفاده می‌کنند.

به اعتقاد کارشناسان فائو (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد) ، ترویج و توسعه کشاورزی و جنگلداری ، مهمترین راه پیشگیری از فقر غذایی و تأمین انرژی مورد نیاز مردم جهان است. درختستانهای انرژی ، اخیرا در برخی از کشورهای اسکاندیناوی و خاور دور توسعه یافته‌اند. وسعت جنگلهای انرژی در کشور برزیل ، بالغ بر ۲ میلیون هکتار است که عمدتا به کشت اوئکالیپتوس اختصاص یافته‌اند. تولیدات حاصل از این جنگلها ۵۰ - ۳۰ تن در سال است.

مساحت جنگلهای ایران در سال ۱۳۷۴ ، افزون بر ۲۱.۳ میلیون هکتار بوده است. میزان زیست توده جنگلهای کشور ، حدود ۵۵۶.۲ تن در هکتار برآورد شده است که ۴۴۶ تن در هکتار آن متعلق به جنگلهای شمال است. مساحت مراتع کشور در همان سال ، حدود ۹۰ میلیون هکتار و زیست توده آن ، حدود ۱۲ میلیون تن تخمین زده شده است. احیاء و توسعه جنگلها ، علاوه بر تولد انرژی ، بسیاری از مشکلات زیست محیطی مانند آلودگی هوا ، فرسایش و رانش خاک ، ناپایداری شیبهها ، زایش مواد معدنی خاک و نابودی بوم سازگان (اکوسیستمهای) طبیعی را کم می‌کند.



محصولات و ضایعات کشاورزی

این دسته از منابع زیست توده، شامل گیاهان مختلفی مانند ذرت، برنج، سیب زمینی ترشی (سورگم)، نیشکر، انواع میوه، گیاهان روغنی و ضایعات آنها مانند سبوس برنج، کاه و غره است. هر سال که در سراسر جهان مقدار زیادی محصولات کشاورزی تولید می‌شود ضایعات فراوانی نیز ایجاد می‌گردد که اکثراً بطور کامل، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. بطور نسبی، ۲۵ درصد وزن هر محصول کشاورزی تفاله است، ۲۵ درصد وزن برنج، متعلق به سبوس آن است. حدود ۴۵ درصد از بادام زمینی نیز پوته است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که به لحاظ نظری می‌توان نیازهای سوخت خانگی مناطق روستایی را از طریق ضایعات تأمین کرد. الکل و بیو دیزل، دو فرآورده انرژی زای مهمی هستند که از محصولات و ضایعات کشاورزی بدست می‌آیند. مخلوط ۲۲ درصدی اتانول با بنزین (موسوم به گازوئیل)، بدون تغییر ساختمان موتورهای احتراق داخلی، در بیش از ده میلیون خودرو، مورد استفاده قرار گرفته است. طرح "پروالکل" در برزیل، موفقترین برنامه تولید "زیست انرژی" جهان است. طی این برنامه، سالانه ۱۲ گیگالتر اتانول (عمدتاً از ضایعات نیشکر) تولید می‌شود که ۶۲ درصد مصرف سوخت خودروهای این کشور را تأمین می‌کند. کشورهای زیمبابوه، مالاوی و آمریکا نیز مدتی است که برنامه سوخت الکی (با استفاده از ذرت - نیشکر) را آغاز کرده‌اند. از جمله محصولات کشاورزی مهم که برای تولید الکل بسیار مناسب است، می‌توان به سورگم (سیب زمینی ترشی) اشاره کرد. آزمایشهای انجام شده، نشان می‌دهند که از تن غده سیب زمینی ترشی، ۸۵ لیتر اتانول تولید می‌شود. در صورتی که از هر هکتار ۴۰ تن محصول برداشت شود، بیش از ۳۰۰۰ لیتر الکل از هر هکتار بدست می‌آید.

ضایعات فاضلابهای صنعتی

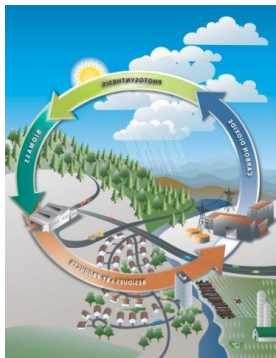
در پساب برخی از کارخانه‌ها مانند صنایع نساجی، الکل سازی، چوب و کاغذ و پساب و ضایعات صنایع غذایی مانند پنیر سازی و تولید آب میوه، مقدار زیادی زیست توده وجود دارد که می‌توان از آنها برای تولید انرژی و غذای دام استفاده کرد. حدود ۲۰ درصد از وزن میوه را تفاله تشکیل می‌دهد (بسته به نوع میوه، این مقدار بین ۹ درصد تا ۲۵ درصد متغیر است). طبق آمار وزارت کشاورزی در سال زراعی ۷۱-۷۲، حدود ۱۲۲۰۰۰۰ تن تفاله تنها از میوه‌های انگور، سیب درختی و مرکبات در کشور ما حاصل شده است. یک کارخانه آب میوه با ظرفیت ۱۹۰ متر مکعب در روز، بطور متوسط ۱۰۰ تن تفاله تولید می‌کند. اگر کارخانه در تمام روزهای سال کار کند، تفاله تولیدی به ۳۶۵۰۰ تن در سال می‌رسد.



چنانچه از این تفاله‌ها برای تولید الکل استفاده شود (با تبدیل ۵ درصد وزن)، از همین یک کارخانه سالانه ۱۸۲۵ تن (۲.۳ میلیون متر مکعب) الکل بدست می‌آید که صرفه اقتصادی چشمگیری را به همراه دارد.

یکی دیگر از صنایع غذایی که فاضلاب آن آلودگی شدید در محیط زیست ایجاد می‌کند، صنایع پنیر سازی است. آب پنیر مایعی است که پس از حذف چربی و کازئین شیر، طی فرآیند پنیر سازی بدست می‌آید. تولید سالانه در کشور ما بیش از ۸۰ هزار تن است که ۲۰ هزار تن آن در واحدهای صنعتی تولید می‌شود. با توجه به اینکه بطور میانگین از تهیه هر کیلوگرم پنیر، ۸ کیلوگرم آب پنیر استحصال می‌شود، در هر سال ۱۶۰ هزار تن آب پنیر در کارخانه‌های پنیر سازی ایران تولید و در محیط رها می‌شود.

از آب پنیر، هم به منظور غذای دام و هم برای تولید الکل می‌توان استفاده کرد. در صنایع غذای دام، با پرورش موجودات زنده ذره بینی که می‌توانند پروتئین زیادی را در خود جمع کنند و رشد بسیار خوبی بر روی آب پنیر دارند، زیست توده بسیار غنی و مغذی تهیه می‌کنند، که پس از خشک کردن و آسیاب کردن ماده حاصل، آن را به مصرف غذای دام می‌رسانند. در بسیاری از کشورهای جهان، از آب پنیر به منظور تولید الکل استفاده می‌شود. در کشور ما فعالیتهایی در این زمینه انجام شده است. به عنان مثال، می‌توان به تولید اتانول از آب پنیر، در کاخانه شیر پاستوریزه اصفهان اشاره کرد.



ضایعات جامد، فاضلابهای شهری و فضولات دامی

ضایعات جامد شهری را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱. **زباله‌های معمولی:** مانند زباله منازل، ادارات، فروشگاهها و رستورانها (پسماند مواد غذایی، کاغذ، کارتن و ...)، زباله‌های حجیم خانگی (وسایل چوبی مانند کمد، میز و ...) زباله باغها و گلخانه‌ها (شاخه و برگ و ...).
۲. **زباله‌های ویژه:** مانند زباله‌های صنعتی، نخاله‌های ساختمانی، لاستیکهای فرسوده، مواد تابش زای هسته‌ای (راديواکتیو) و زباله‌های آلوده بیمارستانی.



بهترین روش برای حذف ضایعات جامد دسته اول و استفاده بهینه از آنها ، تهیه کمپوت (تجزیه مواد آلی رطوبت و گرما ، در شرایط شرایط هوایی) است. کود حاصل از این روش ، بسیار غنی است و از آن می توان در گلخانه ها ، باغها و مزارع استفاده کرد. با توجه به حجم بسیار زیاد زباله در شهرهای مختلف (به عنوان مثال روزی ۵۰۰ تن زباله در شهر اصفهان) ، روش تهیه کمپوت بسیار مقرون به صرفه است. در حال حاضر ، سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداریهای تهران و اصفهان به انجام این مهم می پردازد.

در کشورهای مختلف با استفاده از روشهای گازی کردن و پیرولیز ، ضایعات جامد را به گاز تبدیل می کنند. گاز حاصل ، در مولدها و توربینهای بخار به برق تبدیل می شود. از بهترین ضایعات جامد که معمولا به هدر می روند، می توان به پسماندهای آشپزخانه ای اشاره کرد. مکانهای بزرگی مانند کارخانه ها ، هتلها ، مسافرخانه ، رستورانها ، ادارات ، بیمارستانها و ... دارای آشپزخانه های بزرگی هستند. ضایعات این آشپزخانه زیاد است و بیشتر شامل باقیمانده غذاهای پخته شده و پوست میوه ها و سبزیها می باشد. این اماکن برای حمل و دور ریختن زباله ، مبالغ زیادی هزینه می کنند. بدتر از همه اینکه زباله ها غالبا در فضای باز رها می شوند و محیط زیست را آلوده می کنند. سوزاندن آنها نیز با ورود مشتقات گوگرد ، هیدروکربنهای کلری و مواد سنگین به جو زمین می شود و آلودگی هوا را به همراه دارد.

در این آشپزخانه ها از سوختهایی مانند گاز طبیعی ، نفت سفید ، چوب ، زغال یا برق برای پخت و پز استفاده می کنند، در حالی که پسماندهای آشپزخانه ای منبع مناسبی برای تولید زیست گاز هستند و تعبیه یک گوارنده کوچک در کنار آشپزخانه ، انرژی مورد نیاز را تأمین می کند. زیست گاز حاصل نه تنها جایگزین سوختهایی سنگواره ای مورد استفاده در آشپزخانه می شود، بلکه حتی برای تأمین روشنایی نیز می توان از آن استفاده کرد. کود حاصل از تخمیر بی هوازی را نیز می توان برای تغذیه خاک باغچه مکان مورد نظر بکار برد. بازده تولید گاز ، ۱۰۰ لیتر به ازای هر کیلوگرم ضایعات آشپزخانه ای است. استفاده از گوارنده های تولید زیست گلاز از پسماندهای آشپزخانه ای ، در کشور هند بسیار رایج است. فاضلابهای شهری و روستایی از عمده ترین آلاینده های محیط زیست هستند. این فاضلابها انرژی نهفته قابل ملاحظه ای دارند و بهترین روش آزاد سازی این انرژی ، تخمیر بی هوازی فاضلاب و تولید گاز متان است که می توان از آن برای گرمایش یا به حرکت در آوردن موتور مولد و تولید الکتریسیته استفاده کرد. فضولات دامی نیز انرژی نهفته قابل ملاحظه ای دارند و می توانند در تولید زیست گاز مورد استفاده قرار گیرند.



در کشور ما ، ۷۲ میلیون رأس دام وجود دارد که می توان از فضولات آنها ، روزانه حدود ۴ میلیون متر مکعب گاز متان - معادل ۲۵۵۰۰ بشکه نفت خام- بدست آورد.

در زمینه تولید زیست گاز ، برنامه های عظیمی در چین و هند به انجام رسیده است. در کشور چین ، بیش از ۷ میلیون متر مکعب زیست گاز تولید می کنند. زیست گاز حاصل از این گوارنده ها ، نیازهای انرژی ۵۰ میلیون روستایی را تأمین می کند. در کشور ما ، توسط برخی از مؤسسات پژوهشی و دانشگاهی ، بررسیهایی در زمینه تولید زیست گاز انجام گرفته و منجر به ساخت ۶۰ دستگاه آزمایشی زیست گاز شده است. سازمان انرژیهای نو وزارت نیرو ، مهمترین اهداف تولید زیست گاز را در کشورمان، به شرح زیر خلاصه کرده است:

۳. تولید انرژی

۴. پیشگیری از آلودگیهای زیست محیطی ناشی از فضولات شهری و روستایی

۵. تولید کود غنی و بهداشتی از هزاران تن لجن ، فاضلاب و فضولات کشتارگاهها

• نتیجه

زیست توده چهارمین منبع انرژی جهان است و حدود ۱۴ درصد از نیازهای انرژی جهان را تأمین می کنند. سوخت حاصل از فن آوریهای تبدیل زیست توده یا به حالت گاز (زیست گاز) و یا مایع (متانول ، اتانول و بیودیزل) است که برای تولید الکتریسیته و گرما مورد استفاده قرار می گیرد. تخمین زده شده است که اگر تنها ۱۰ درصد از زمینهای کشاورزی جنگلها و درختستانها به تأمین و تهیه زیست توده اختصاص یابد، تولید سالانه انرژی حاصل از زیست توده ، معادل چهار پنجم مصرف کنونی انرژی در جهان خواهد بود. در جوامع در حال توسعه که حدود سه چهارم جمعیت جهان را شامل می شوند، ۳۵ درصد از انرژی مصرفی ، از طریق زیست توده تأمین می شود.

استفاده از منابع زیست توده ، یکی از مناسبترین و اقتصادیترین راه حلهای تأمین نیازهای اساسی انرژی مردم فقیر در مناطق دور افتاده است. در ایران با توجه به حجم چهار منبع عمده زیست توده (که در این مقاله به آنها اشاره شد) و فواید زیست محیطی این نوع انرژی و تجدید پذیر بودن آن ، توسعه کاربرد آن ، منطقی و مقرون به صرفه است.
