

## زیست توده و محیط زیست

### Biomass and environment

زیست توده عبارت است از منابع تجدیدپذیر قابل تجزیه کربنی در طبیعت که می‌توانند به حامل‌های انرژی مختلفی تبدیل شوند. به‌کارگیری این نوع انرژی در زنجیره تأمین انرژی می‌تواند آثار متقابل مثبت و منفی بر محیط زیست بگذارد. مهم‌ترین این آثار عبارت‌اند از: تغییرات آب و هوایی، آب، و حفظ طبیعت.

### آشنایی با زیست توده

زیست توده شامل کلیه اجزای قابل تجزیه زیستی موجودات زنده و محصولات جانبی دگرگشتی (سوخت‌وسازی) شان مانند محصولات کشاورزی، پسماند آنها، فاضلاب، و پسماندهای شهری و صنعتی است. زیست توده یک رشته محصولاتی را توصیف می‌کند که مستقیم و نامستقیم از فتوسنتز به دست می‌آیند. بنابراین، در میان انواع منابع انرژی، زیست توده از جهت ذخیره انرژی خورشیدی منحصر به فرد است. به علاوه، تنها منبع تجدیدپذیر کربن است که می‌تواند مستقیم و یا بعد از تبدیلاتی به سوخت‌های مفید تغییر یابد. منابع زیست توده به سه دسته مواد اولیه، ثانویه، و رتبه سومی به شرح زیر دسته‌بندی شده است [۱]:

**مواد اولیه:** کلیه گیاهان زمینی (گیاهان انرژی‌زا) که از فتوسنتز به عمل می‌آیند و در خشکی‌ها و آب‌ها یافت می‌شوند.

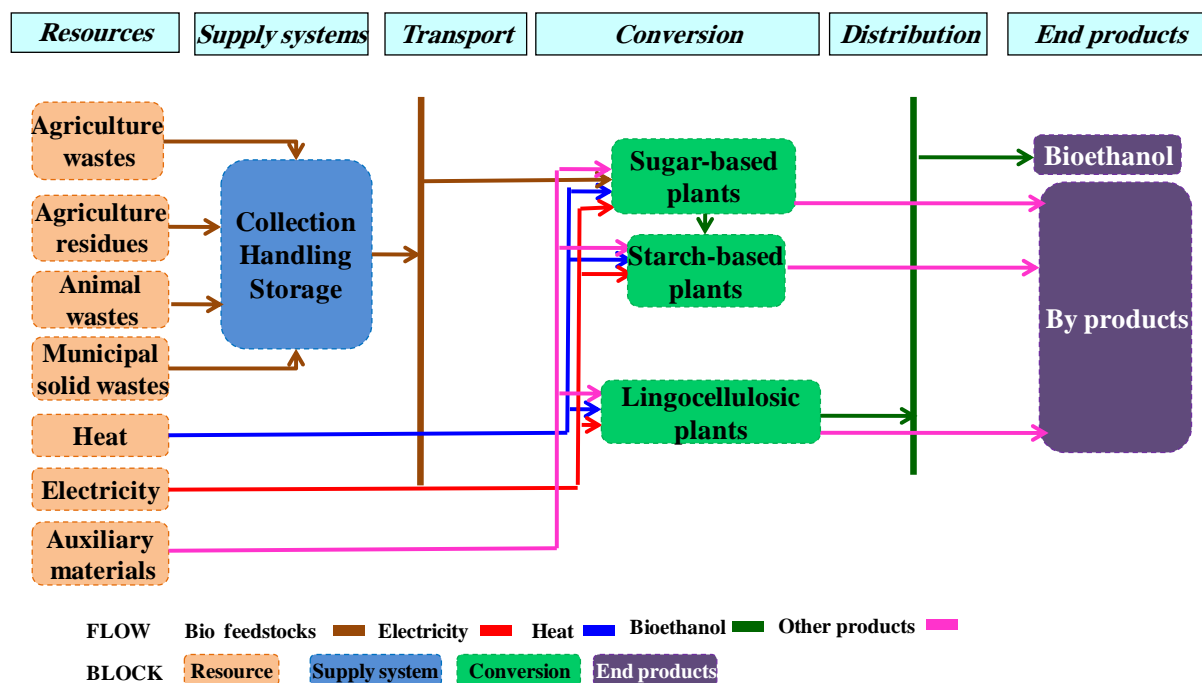
**مواد ثانویه:** کلیه پسماندها، ضایعات و محصولات جنبی صنایع غذایی، چوبی، جنگلی و فضولات دامی را شامل می‌شود.

**مواد رتبه سومی:** کلیه ضایعات، پسماندها و زائدات پس از مصرف، چون چربی‌ها، روغن‌ها، زباله‌های جامد شهری، نخاله‌های چوبی محیط‌های شهری، پسماندهای بسته‌بندی، فاضلاب‌ها و گاز خاکچال را شامل می‌شود.

انرژی زیستی به مجموعه انرژی‌هایی گفته می‌شود که از

منابع زیست توده تأمین می‌شوند. علاوه بر این، می‌توان از منابع زیست توده برای تولید مواد شیمیایی زیستی و دارویی بهره گرفت. انرژی‌های زیستی یکی از مهم‌ترین انواع انرژی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای، کاهش ضایعات، تأمین تقاضای انرژی، و تأمین امنیت انرژی به شمار می‌آیند. انواع انرژی‌های زیستی عبارت‌اند از: گاز زیستی، اتانول زیستی، گازوئیل زیستی، الکتروسیته، گرما، و سایر سوخت‌های مایع. از منابع زیست توده در جهان بیشتر به صورت تجاری برای تولید سوخت‌هایی چون گازوئیل زیستی و اتانول زیستی برای موتورهای گازوئیلی و بنزینی استفاده می‌شود. با توجه به تقاضای فزاینده سوخت بخش حمل و نقل در جهان و ایران، نیاز به سوخت روز به روز بیشتر می‌شود. هم‌اکنون سوخت‌های زیستی در کشورهای گوناگونی چون برزیل، آمریکا، آلمان، فرانسه، و... به صورت تجاری عرضه می‌شود. بنابر هدف گذاری اتحادیه اروپا تا سال ۲۰۲۰م، ۱۰ درصد سوخت بخش حمل و نقل این کشورها از طریق منابع تجدیدپذیر تأمین خواهد شد [۲]. یکی از چالش‌های مهم نیز، حجم زیاد انواع پسماندها (کشاورزی، شهری، صنعتی، و فضولات حیوانی،...) است. یکی از راه‌های کمینه‌سازی پسماندها، استفاده از این پسماندها برای تولید انرژی مورد نیاز است. ایجاد اشتغال در بخش کشاورزی و پرهیز از استقرار سامانه‌های متمرکز تولید انرژی به منظور کاهش هزینه‌های انتقال انواع حامل‌های انرژی به مناطق دورافتاده نیز از دیگر فواید به‌کارگیری این نوع انرژی در بخش عرضه انرژی کشور است [۳].

گازوئیل زیستی، استرهای مونوالکیل اسید چرب است که از منابع تجدیدپذیری چون روغن‌های گیاهی یا چربی‌های حیوانی تهیه می‌شود. گازوئیل زیستی سوختی بدون گوگرد است که در کل چرخه عمرش ۶۵ درصد کربن دی‌اکسید را کاهش می‌دهد. هم‌اکنون اتانول زیستی به صورت آمیخته با بنزین معمولی در بازار عرضه می‌شود. معمولاً برای مصرف سوخت مخلوط (بنزین و اتانول) تا ۲۰ درصد حجمی اتانول نیاز به تنظیمات موتور ندارد.



شکل ۱. زنجیره تأمین تولید اتانول زیستی در کشور<sup>[۴]</sup>

می‌شوند. سوخت‌های نسل اول مانند اتانول از ذرت، و یا گازوئیل زیستی از دانه‌های سویا، از جمله منابع مشترک خوراک انسان و دام، تهیه می‌شوند. سوخت‌های نسل دوم مانند اتانول از سورگوم، یکی از منابع لینگوسلولزی موجود در منابع غیرخوراکی، تهیه می‌شوند. سوخت‌های نسل سوم نیز مانند جلبک‌ها برای تولید گازوئیل زیستی به کار می‌روند.

### چرخه کربن زیست‌توده

تغییرات آب و هوایی، ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، به استقبال بشر از مصرف منابع تجدیدپذیر انجامیده است. منابع زیست‌توده یکی از منابع تجدیدپذیر کربن‌اند که طی چرخه عمر خود مقدار انتشار کربنشان صفر یا نزدیک به صفر است. زیرا معادل مقدار کربنی که در طی فرایند احتراق گسیل می‌شود، در خلال رشد گیاهان می‌تواند توسط گیاه جذب شود. تاکنون شواهدی علمی منتشر نشد که حاکی باشد از اینکه مصرف انرژی زیستی به‌طور کلی در تغییرات

زنجیره عرضه انرژی زیستی بخش‌های کشاورزی، جمع‌آوری منابع زیستی، انتقال منابع زیست‌توده به پالایشگاه‌های زیستی، پالایشگاه‌های زیستی (فناوری‌های تبدیل انواع مواد اولیه زیست‌توده به انواع انرژی زیستی)، انتقال سوخت و انرژی زیستی به مصرف‌کننده نهایی را شامل می‌شود. در شکل ۱، زنجیره تولید اتانول زیستی برای کشور را مشاهده می‌کنید. امکان بالقوه و ظرفیت جهانی تولید اتانول زیستی، برق، و بخار از منابع ضایعات و پسماندهای محصولات کشاورزی به ترتیب معادل ۴۹۱ GL، ۴۵۸ TWh و ۲٫۶ EJ است [۵]. همچنین، مطالعات انجام شده در کشور، نشان می‌دهند که برای تولید اتانول زیستی از مواد اولیه‌ای چون ضایعات گندم، برنج، جو، چغندر قند، نیشکر و نیز سورگوم، علف و میسکانتوس نیز ظرفیت مناسبی وجود دارد (Avami, 2013, p. 767). سوخت‌های زیستی با توجه به نوع منبع زیست‌توده‌ای که استفاده می‌کنند، به سوخت‌های نسل اول، دوم، و سوم تقسیم

## زیست‌توده و محیط زیست

می‌یابد و از این رو هزینه‌های آتش‌نشانی نیز کم خواهد شد. هنگامی که زیست‌توده از پسماندهای علف‌های هرز تولید می‌شود، هزینه‌های ایجاد فضای سبز کاهش می‌شود. هنگامی که زیست‌توده از گیاهان انرژی‌زا تولید می‌شود، مدیریت خاک بهبود می‌شود. با این روش، گیاهان انرژی‌زا می‌توانند در چرخه‌های زراعی زمین به خوبی به کار گرفته شوند. علاوه بر این، در برخی زمین‌ها می‌توان با کشت گیاهان انرژی‌زا به حفظ و غنای خاک کمک کرد.

از سوی دیگر، با افزایش دامنه تولید انرژی از منابع زیست‌توده، برخی چالش‌ها نیز بروز می‌کنند. تقاضای انرژی زیستی می‌تواند بر تقاضای چوب و غذا و بهای آنها تأثیر گذارد. گرچه افزایش تولید انرژی زیستی به توسعه مدیریت جنگل‌ها منجر می‌شود، برخی نگرانی‌های گروه‌های اجتماعی و محیط زیستی در مورد تهدید افزایش تقاضای انرژی زیستی بر جنگل‌ها به عنوان منابع کربن نیز رو به افزایش است [۲]. تبدیل زمین‌های جنگلی به زمین‌هایی برای کشت گیاهان انرژی‌زا می‌تواند باعث ایجاد مخاطرات اجتماعی (درآمد، حقوق مالکیت) و محیط زیستی (تأثیر بر خاک، آب، و تنوع زیستی) شود [۲].

مصرف انرژی زیستی می‌تواند آثار زیست‌محیطی و بوم‌شناختی مثبت و یا منفی برجای بگذارد. بسیاری از این آثار مربوط به کاربری زمین و تغییر کاربری زمین خواهد بود که می‌تواند محلی، منطقه‌ای و یا جهانی باشد [۶]. بنابراین، می‌توان گفت که گرچه توسعه انرژی زیستی بر بخش‌های انرژی، حمل و نقل، کشاورزی، و جنگل‌داری آثار زیست‌محیطی خواهد نهاد، الگوی توسعه پایدار در زمینه بهره‌برداری و به‌کارگیری انرژی زیستی به بهره‌مندی از فواید آن برای کمک به بهبود و غنای طبیعت خواهد انجامید.

### کتاب‌شناسی

1. Biomass Energy Data book (2006). US Department of Energy (DOE).
2. Söderberg, C., & Eckerberg, K. (2013) Rising policy

آب و هوایی سهیم است [۶]. لازم به ذکر است که سامانه‌های سوخت زیستی نسل اول نیز مانند تولید اتانول از ذرت بیشتر از سامانه‌های اتانول سلولزی گزاهای گلخانه‌ای منتشر می‌کنند [۶].

## آب و زیست‌توده

تولید و جمع‌آوری منابع زیست‌توده، انتقال و تبدیل آنها به انرژی زیستی نیازمند مصرف آب است. از این رو، بین زیست‌توده با بخش آب رابطه تنگاتنگی برقرار است. به تناسب نوع منبع و مسیر تولید مقدار آب مورد نیاز می‌تواند تغییر کند. بهترین مسیر برای تولید زیست‌توده با کمترین مقدار آب مورد نیاز، استفاده از منابع زیست‌توده با بهای اندک و تبدیل آنها به گرماس [۷]. گسترش دامنه مصرف سوخت‌های زیستی نسل سوم نیز به کاهش چشمگیر آب مورد نیاز منجر خواهد شد. از سوی دیگر، تولید اتانول زیستی از گازوئیل زیستی مقدار آب کمتری نیاز دارد [۷]. مقدار ضریب آب مورد نیاز برای منابع زیست‌توده (این مقدار آب بیشتر درون گیاه ذخیره و یا تبخیر می‌شود) نظیر روغن نخل، اتانول از ذرت، اتانول از چغندر قند، دانه‌های سویا، کلزا، دانه‌های آفتابگردان، و اتانول از نیشکر، به ترتیب، معادل ۰، ۸، ۱۰، ۱۱، ۲۰، ۲۱، ۲۵ متر مکعب به‌ازای تولید هر گیگاژول انرژی خواهد بود [۷].

## زیست‌توده و حفظ طبیعت

با توجه به اینکه بین منابع زیست‌توده و منابع ذخیره شده در طبیعت رابطه تنگاتنگی برقرار است، می‌توانند بر خاک، کشاورزی، غذا، جنگل، آب، و... تأثیر بگذارند. تولید انرژی زیستی از سه طریق زیر بر حفظ طبیعت و محیط زیست اثر مثبت می‌گذارد [۸]:

هنگامی که انرژی زیست‌توده از پسماندهای جنگلی تولید می‌شود، دامنه خطر بروز آتش‌سوزی جنگل‌ها کاهش

- conflicts in Europe over bioenergy and forestry. *Forest Policy and Economics*, 33, 112-119.
3. Avami, A. (2012). A Model for biodiesel supply chain: A case study in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 4196-4203.
  4. Kim, S., & Dale, B.E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, 26, 361-375.
  5. Avami, A. (2013). Assessment of optimal biofuel supply chain planning in Iran: Technical, economic, and agricultural perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 761-768.
  6. Popp, J., Z., Lakner, Z., Harangi-Rákosa, M., & Fári, M. (2014) The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 559-578.
  7. Dallemand, J. F., & Gerbens-Leenes, P. W. (2013). *Bioenergy and water*. European Commission Joint Research Centre Institute for Energy & Transport.
  8. European Environment Agency Report (EEA). (2006).



دانشنامه محیط زیست