چشم انداز زیست انرژی در ایران و جهان

محمد پازوکی[1*]، خاتون هادیپور[1]، پیروز پروین[2]، لیلا پشت شیخانی[1]

۱- کرج ،مشکین دشت، پژوهشگاه مواد و انرژی

۲- تهران، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران

پیام نگار: **mpazouki@merc.ac.ir**

چکیده

با توجه به کاهش منابع انرژی‌های فسیلی در جهان در این مقاله اهمیت زیست انرژی به عنوان یک سوخت جایگزین، مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین برنامه‌ها و چشم انداز زیست انرژی در ایران و چند کشور دیگر که هم از منابع انرژی فسیلی و هم انرژی‌های تجدیدپذیر بهره مند هستند ارائه شده است. شرایط حال و افق آینده تولید و مصرف بیواتانول در ایران به عنوان یک مکمل سوخت و در نهایت یک سوخت جایگزین بنزین پرداخته و بر ضرورت توجه، حمایت و سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه و گسترش تولید این محصول استراتژیک تاکید می‌شود. ازجمله کشورهایی که سهم بسزایی در توسعه زیست انرژی در جهان دارند می‌توان آمریکا، استرالیا، کانادا و برزیل را نام برد که هر یک در راستای استفاده هرچه بیشتر از منابع زیست انرژی برای تولید سوخت، الکتریسیته و گرما گام‌های بلندی برداشته‌اند تا هم در استفاده از سوختهای فسیلی صرفه‌جویی شود و هم میزان آلودگی هوا کاهش یابد. در کشور ایران نیز با توجه به نیاز روز افزون جامعه به انرژی، برنامه‌هایی در این زمینه وجود دارد. به عنوان مثال در سال ۱۳۸۴، تولید ناخالص داخلی زیست توده در حدود ۲۵/۴Mtoe بوده که ۱/۱٪ از کل تولید ناخالص داخلی محسوب می‌شود.

کلمات کلیدی: زیست انرژی، زیست اتانول، انرژی‌های تجدیدپذیر، زیست توده

۱- مقدمه

بازار انرژی در ابتدای قرن بیست و یکم با وجود تعدد منابع و پیشرفت فناوری‌های مرتبط همچنان در اولویت سیاستگذاری‌های سیاسی و اقتصادی جهان قرار دارد که در این میان نفت از اهمیت ویژه ای برخوردار است[۱]. دیدگاه‌های مختلفی نسبت به بازار جهانی انرژی وجود دارد. برخی با نگاه بلند مدت به آینده، بازار انرژی را عموماً ثابت فرض می‌کنند و برخی با نگاه کوتاه مدت، (فصلی، روزانه و حتی ساعتی)، آن را متغیر و بی ثبات می‌بینند [۱]. برای مثال در قرن بیستم تولید ناخالص داخلی جهان ۲۰ برابر افزایش یافت، جمعیت سه برابر شد و مصرف انرژی نیز ۴۰ برابر گردید [۱]. رشد اقتصادی و رشد جمعیت باعث افزایش تقاضای انرژی شد، زمینه برای اکتشافات جدید را فراهم کرد و انگیزه ای برای میلیاردها دلار سرمایه گذاری در صنعت انرژی و متنوّع‌سازی منابع انرژی ایجاد کرد.

منابع انرژی فسیلی به طور نابرابر در جهان گسترده شده اند در حالی که منابع انرژی‌های تجدید پذیر یکنواخت‌تر توزیع شده‌اند. وابستگی ناشی از سوختهای فسیلی و افزایش این عامل انرژی در سبد انرژی جهانی از ۱۰ درصد در اوایل قرن بیستم به ۳۵ تا ۴۰

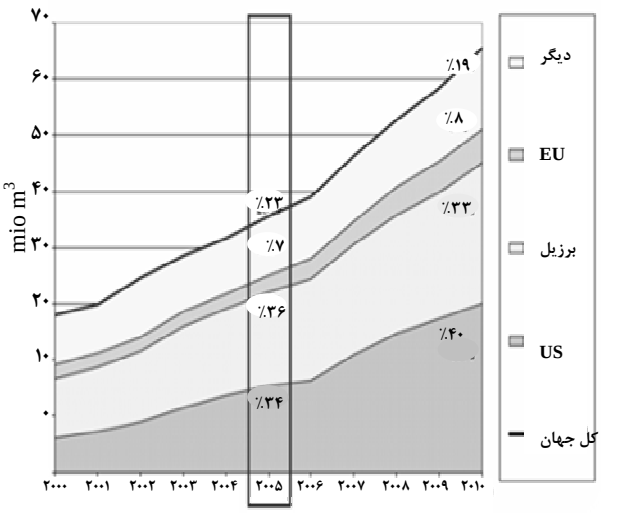
درصد در حال حاضر، افزایش یافته است [۱]. این روند تا سال ۲۰۲۰ به صورت ثابتی ادامه خواهد داشت. این در حالی است که سهم ذغال سنگ از ۸۵٪ به ۲۶٪ کاهش یافته است [۱]. آینده بازار انرژی‌های فسیلی با دو چالش اساسی مواجه است: یکی امنیت، دوم محیط زیست [۱]. برای مقابله با این دو چالش اساسی اقداماتی در پیش گرفته شده است: تصویب قوانین زیست محیطی؛ افزایش سریع مالیات فراورده‌های نفتی؛ افزایش ذخایر با توجه به شرایط در حال ظهور؛ بهره برداری از منابع جایگزین انرژی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر خصوصاً زیست انرژی؛ تشویق فناوری‌های جدید برای جایگزینی موتورهای احتراقی.

پیش‌بینی می‌شود که اقتصاد جهانی تا سال ۲۰۳۰ از نظر حجم و اندازه دوبرابر شود. عمده این افزایش مربوط به کشورهای در حال توسعه است که امروزه تنها ۲۵٪ از اقتصاد خروجی جهانی را در اختیار دارند. تا سال ۲۰۳۰ این سهم به ۳۰٪ افزایش خواهد یافت که نتیجهٔ توسعه سریع اقتصادی کشورهایی نظیر چین، هند، اندونزی و مالزی می‌باشد و جمعیت جهانی نیز در حال توسعه است [۲]. جمعیت جهانی در حال حاضر قریب به ۶/۵ میلیاردنفر است. پیش‌بینی می‌شود که جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ به ۸ میلیارد نفر برسد که نزدیک به ۹۵٪ این رشد مربوط به کشورهای در حال توسعه است [۲].

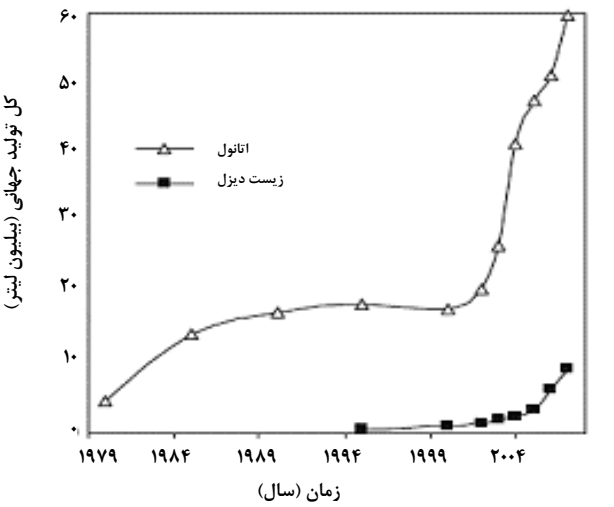
"زیست‌اتانول" مهمترین و پر مصرف ترین زیست سوخت مایع امروز جهان است[۳] که بدون شک در سالهای آینده نیز این عنوان را با اختلاف زیاد نسبت به سایر رقبا حفظ خواهد کرد و فاصله خود را نیز هر روز با سایر زیست سوخت‌های تجدیدپذیر و دوستدار محیط زیست افزایش و در عین حال با سوخت های فسیلی کاهش خواهد داد (شکل(۱) و (۲)).

۲- موقعیت زیست‌انرژی در جهان

الف- زیست اتانول، به عنوان یک محصول زیست فناوری، در بین محصولات متعدد دیگر این مجموعه متنوع از علوم و فنون و کاربردها که در مقدمه این مقاله به آنها اشاره شد، از جایگاه ویژه ای برخوردار است. به این ترتیب که زیست اتانول در چرخه تولید تا مصرف[1] (چرخه عمر) خود که از مزرعه، جنگل، مرتع، دامداری، صنایع جانبی هر یک از این منابع و... شروع می‌شود و عمدتاً به حرکت چرخ های خودروها و گازهای خروجی اگزوز آنها ختم می‌شود[2] (شکل (۳))، با اکثر شاخه‌های زیست فناوری مرتبط است و به عبارت دیگر با آنها تعامل دارد.



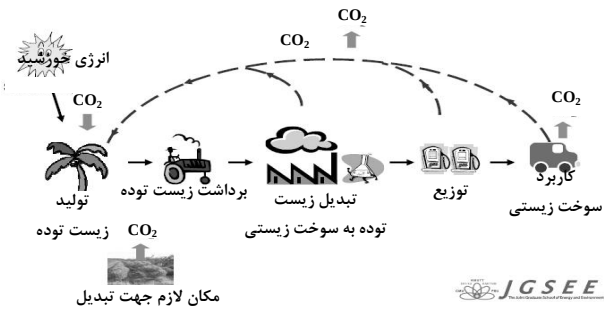
شکل ۱- رشد جهانی تولید اتانول[۴]



شکل ۲- میزان تولید سوخت‌های زیستی در جهان[۵]

1. Life Cycle

۲. در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد زیست اتانول تولید شده در جهان به عنوان اتانول سوختی به صورت مکمل (افزودنی) و یا جایگزین بنزین در بخش حمل و نقل به مصرف می‌رسد. لذا، در این مقاله بیشتر به این کاربرد زیست اتانول خواهیم پرداخت؛ گواینکه سایر کاربردهای زیست اتانول در صنایع دارویی، آرایشی-بهداشتی، غذایی، نوشیدنی، منابع پایین دستی شیمیایی و... نیز اهمیت خود را دارند.



شکل ۳- انتشار گازهای گلخانه‌ای طی چرخه زندگی سوخت‌های زیستی[۶]

- اصلاح ژنتیک[1] برای افزایش کمیت تولید و بهبود کیفیت بسیاری از مواد اولیه اصلی مورد استفاده کنونی و آتی برای تولید انبوه زیست اتانول (از قبیل ذرت،گندم، نیشکر، چغندر قند، سورگوم شیرین[2]، کاساوا[3]، سویچ گرس[4] و...) به کار گرفته می‌شود[۷] و می‌تواند در آینده کاربردهای بیشتری داشته باشد. نکته مهم در اینجا این است که برخلاف نگرانی‌هایی که درباره کاربرد اصلاح ژنتیکی در مورد محصولاتی که به ویژه کاربرد غذایی (مصرف انسانی یا دامی) دارند وجود دارد، در مورد زیست‌اتانول مورد مصرف به عنوان سوخت و یا مکمل سوخت خودرو چنین نگرانی اصلاً وجود ندارد و دست متخصصین ژنتیک گیاهی در این مورد کاملاً باز است. حتی می‌توان از این امکان به عنوان یک آزمایشگاه میدانی گسترده در شاخه اصلاح ژنتیکی گیاهی زیست فناوری یادکرد[۸].
- تخمیر مواد اولیه مورد استفاده در تولید زیست‌اتانول با منشاء قندی(قندهای مختلف)، نشاسته‌ای و سلولزی با بالاترین بازدهی ممکن و با کمترین هزینه، یا به عبارت دیگرتولید اقتصادی آنزیم های مناسب و بهره گیری از بهترین و مناسب‌ترین آنزیم‌ها به بهترین روش ممکن، خود از شاخه های مهم و گسترده زیست فناوری با کاربردهای صنعتی محسوب می‌شود[۹]. برای مثال، تولید آنزیم سلولاز[5] با قابلیت تبدیل منابع عظیم مواد لیگنو سلولزی[6] قابل دسترس در جهان به زیست‌اتانول نسل دوم به طوری که هم بازدهی تبدیل در حد قابل قبولی باشد و هم قیمت تمام شده و فروش آنزیم باعث افزایش قیمت زیست اتانول تولیدی نگردد، یکی از اهداف مهم تحقیق و توسعهٔ مشترک بین تولیدکنندگان و مراکز پژوهشی تولید آنزیم، صنایع تولید کننده زیست اتانول، دولت های آمریکایی و اروپایی و حتی کمپانی های بزرگ نفتی است. عرضه انبوه چنین آنزیمی به صورت تجاری و قابل دسترس برای همگان، با قیمت مناسب، که انتظار می‌رود در دهه دوم قرن بیست و یکم به وقوع بپیوندد، بدون شک انقلابی در بخش انرژی و در اقتصاد جهانی خواهد بود [۱۰]. علاوه بر این، شاخه کاربردهای صنعتی زیست فناوری، نیم نگاهی نیز به محصولات جانبی صنایع تولید کننده زیست‌اتانول[۱۲و۱۱]، از جمله فاضلاب این کارخانجات [۱۳] دارد که بحث جداگانه ای را می‌طلبد و در جای خود از اهمیت ویژه ای برخوردار است.
- یکی از مهمترین وظایفی که به عهده زیست فناوری گذاشته شده است و یکی از شاخه های اصلی این رشته، حفاظت از محیط زیست و کاهش آلاینده‌های هوا، آب و خاک است. تعریف و انتخاب چرخه‌های زندگی‌مناسب برای زیست اتانول [۱۴] با هدف دستیابی به بیشترین کاهش ممکن در انتشار گازهای گلخانه‌ای[7] [۱۶و۱۵] (موضوع پیمان کیوتو[8][۱۷]و کنوانسیون های بعدی)، بهینه سازی مراحل مختلف فرایند تخمیر با هدف به حداکثر رساندن محصولات مفید و به حداقل رساندن محصولات زیان آور برای محیط زیست در این فرایند، کاربردهای نانوفناوری زیستی و دیگر شاخه‌های نوین زیست فناوری در فرمول‌بندی سوخت‌های آرمانی ترکیبی حاوی زیست اتانول برای خودروها، فراهم سازی امکان جایگزینی هر چه بیشترMTBE در بنزین (به عنوان یکی از عوامل مهم آلوده‌سازی منابع آب زیر زمینی و سطحی[۱۸]) با زیست اتانول [۱۹] و... تنها چند مورد از موارد متعدد تعامل زیست اتانول با کاربردهای زیست محیطی زیست فناوری است.
- دست‌یابی به انرژی‌ها (سوخت‌های) جایگزین نفت و گاز (سوخت‌های فسیلی) با قابلیت تجدید پذیری و بدون داشتن عوارض مخرب زیست محیطی، شاید یکی از مهمترین اهداف راهبردی دوران ما محسوب شود. چه بهتر که این انرژی پاک و تجدیدپذیر به شکل مایع و دارای قابلیت جابجایی و مصرف آسان در همه جا نیز باشد.

1. Genetic Modification
2. Sweet Sorghum
3. Cassava
4. Switch Grass
5. Cellulase
6. Lignocelluloses

7. GHG Emissions
8. The Kyoto Protocol

- زیست فناوری نوین، یکی از مهمترین اهداف خود را دستیابی به چنین انرژی های مناسبی در مقیاس وسیع ، با قیمت مناسب و کاربردآسان و همه گیر قرارداده است. از میان محصولات مختلف زیست فناوری در شاخه انرژی و سوخت های تجدید پذیر، زیست‌اتانول با فاصله زیاد گوی سبقت را از رقبای خود ربوده است و از نظر اهمیت جهانی و کاربرد گسترده و همه گیر با هیچ (انرژی /سوخت) جایگزین دیگری قابل مقایسه نیست. تولید و مصرف جهانی زیست دیزل[1] (قابل استحصال از گیاهان و دانه‌های روغنی) به عنوان نزدیکترین تعقیب‌کننده زیست اتانول کمتر از ۲۰٪ تولید و مصرف جهانی اتانول تخمین زده می‌شود[۵].

ب- موارد عنوان شده در بند (الف) این بخش از مقاله را می‌توان به زبان اعداد و ارقام و آمار نیز بیان کرد تا مشخص شود هیچ محصول معین زیست فناوری در سطح جهان از نظر حجم تولید و مصرف و ارزش اقتصادی با زیست اتانول قابل مقایسه نیست.

- تولید و مصرف جهانی زیست اتانول در ۳ دهه اخیر به طور متوسط هر ده سال دو برابر شده است[۲۲-۲۰]. البته علاوه بر کمیت، سرعت این افزایش تولید نیز بویژه در دهه اخیر بیشتر و به تعبیری شگفت انگیز بوده است.

- البته نرخ رشد تولید در سالهای اخیر برای بعضی محصولات نوترکیب زیست فناوری، به ویژه در شاخه دارو و درمان، بسیار بیشتر از این است، لیکن در این مقایسه می‌بایست به حجم تولید این محصولات درمقایسه با حجم تولید زیست اتانول نیز توجه داشت.انتظار می‌رود تولید و مصرف جهانی اتانول در سال جاری میلادی به ۹۰ میلیارد لیتر برسد. به عبارت دیگر چند صد میلیون تن مواد اولیه کشاورزی (عمدتاً نیشکر و ذرت) به طور مستقیم و یا غیر مستقیم (به شکل ملاس نیشکر) در این چرخه زیست فناوری شرکت خواهند کرد[2]. برنامه ریزی های گسترده کشورهای مختلف و پیش بینی های متعدد صورت گرفته نشان می‌دهد که افزایش تولید سالانه جهانی زیست اتانول، بویژه با ورود منابع عظیم لیگنو سلولوزی به این چرخه، در سالهای آتی با سرعت و وسعت بیشتری ادامه یابد.دو برابر شدن مجدد تولید و مصرف جهانی زیست اتانول در طی ۶ تا ۸ سال آینده به هیچ وجه دور از انتظار نخواهد بود[۲۲و۳].

با احتساب قیمت متوسط تقریبی زیست اتانول در مناطق مختلف و در بازارهای شناخته شده مبادلات این محصول راهبردی (سائوپائولو در برزیل، شیکاگو در ایالات متحده آمریکا، رتردام در اروپا، بمبئی و بانکوک در آسیا و ...) به میزان ۰/۵ تا ۰/۶ دلار به ازای هر لیتر، ارزش معاملاتی (در مقیاس معاملات تجاری بزرگ) زیست اتانول، به عنوان تنها یک محصول مشخص شده زیست فناوری ، به حدود ۵۰ میلیارد دلار در سال می‌رسد و همان‌طور که اشاره شد، حتی در صورت ثابت ماندن قیمت این محصول در چند سال آینده، رسیدن به ارزش معاملاتی سالانه حدود ۱۰۰ میلیارد دلار تنها برای یک محصول زیست فناوری دور از انتظار نخواهد بود[۲۳و۲۲و۳].

اصطلاح زیست انرژی به سوخت‌های مایع یا گاز برای بخش حمل و نقل گفته می‌شود که عمدتاً از زیست‌توده تولید می‌شوند. زیست انرژی‌ها از آن جهت اهمیت دارند که جایگزین سوخت فسیلی شده و توسعه پایدار، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، توسعه منطقه‌ای، ساختار اجتماعی و امنیت عرضه را به همراه دارند [۲۴].

منابع انرژی‌های تجدیدپذیر یکنواخت تر از منابع انرژی‌های فسیلی و اتمی پراکنده هستند و جریان انرژی از منابع تجدیدپذیر از نظر مقدار بیش از سه برابر مصرف انرژی کنونی در جهان است[۲۵.]

سیستم‌های انرژی امروزی به خاطر مسائل مختلف از جمله حفظ حقوق فردی، محیط زیست، اقتصاد و مسائل جغرافیایی–سیاسی ناپایدار هستند [۲۶]. براساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی سناریوی توسعه یافته برای آمریکا و اتحادیه اروپا با اهداف کوتاه مدت امکان جایگزینی حدود ۶٪ از سوختهای فسیلی با زیست سوخت‌ها با زمین‌های زیر کشت فعلی را دارد [۲۷].

در تعهدی برنامه ریزی شده توسط دولت آمریکا برای افزایش سه برابری زیست انرژی در ۱۰ سال انگیزه‌ای برای تحقیق در زمینه زیست‌انرژی‌های عملی بوجود آمد. مزایای استفاده از زیست‌انرژی عبارتند از: زیست‌انرژی‌ها از منابع زیست‌توده رایج سهل‌الوصول بوده، از نظر دی‌اکسیدکربن سوختی خنثی و دوست دار محیط زیست هستند. این سوخت‌ها، زیست تخریب‌پذیر بوده و در توسعه پایدارموثرند[۲۸]. به عنوان مثال در آمریکا با کاهش تدریجی منابع سوختهای فسیلی و افزایش وابستگی این کشور به واردات نفت خام،

1. Biodiesel

۲. البته چیزی حدود ۵٪ از این مقدار را اتانول سنتتیک، یا به عبارت دیگر اتانول تولیدی از منابع فسیلی (نفت و گاز) تشکیل می‌دهد.

دولت ناگزیر به استفاده از زیست انرژی شده‌است. اتحادیه اروپا نیز تصمیمی را برای ارتقای استفاده از زیست‌انرژی اتخاذ کرده‌است که بر مبنای آن زیست‌انرژی حداقل ۵/۷۵٪ از بازار گازوئیل و سوخت دیزل را برای حمل و نقل تا سال ۲۰۱۰ جبران کند[۲۹]. شکل (۴) فرایندهای تبدیل زیست‌توده را نشان می‌دهد. زیست‌توده می‌تواند به زیست سوخت‌ها مانند زیست‌اتانول، زیست دیزل، محصولات حاصل از واکنش‌های ترموشیمیایی مانند گاز سنتز، روغن سنتز و مواد زیستی تبدیل شود. زیست اتانول سوختی است که از منابع تجدیدپذیر گیاهی مانند گندم، چغندرقند، ذرت، کاه و چوب به دست می‌آید. زیست اتانول می‌تواند به عنوان افزودنی یا جایگزین بنزین استفاده شود. زیست دیزل در مقایسه با دیزل از نظر مقدار گوگرد، نقطه اشتعال، مقدار آروماتیک و زیست‌تخریب‌پذیری بهتر است[۳۰]. چنانچه زیست دیزل به عنوان سوخت در حمل و نقل استفاده شود به محیط زیست و جمعیت از طریق اشتغال‌زایی، کاهش مهاجرت به شهرها و کاهش دی‌اکسیدکربن و گوگرد کمک می‌کند.

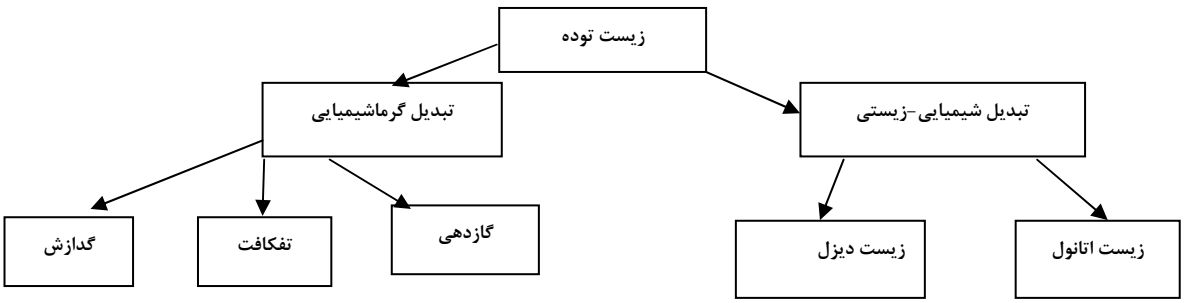
شکل (۵) نمایی از آینده‌نگری سوخت‌های جایگزین را در دنیا نشان می‌دهد. در حال حاضر هیدروژن از سوخت‌های مرسوم گران‌تر است. در حال حاضر فناوری‌های گوناگونی برای تولید اقتصادی هیدروژن از زیست‌توده به کار گرفته می‌شود.

در آینده فناوری زیست‌انرژی نقش اصلی را به خاطر استفاده از منابع تجدیدپذیر تجربه می‌کند. بازار جهانی زیست دیزل آماده رشد انفجاری در ۱۰ سال آینده است. اگرچه اتحادیه اروپا نماینده ۹۰٪ مصرف سوخت در دنیا است، آمریکا به سرعت در حال افزایش تولید زیست دیزل است و انتظار می‌رود برزیل تا سال ۲۰۱۵، آمریکا و اتحادیه اروپا را از نظر تولید زیست دیزل پشت سر گذارد. انتظار می‌رود که زیست‌دیزل ۲۰٪ از دیزل حمل و نقل را در برزیل، اروپا، چین و هند در سال ۲۰۲۰ تشکیل دهد. چنانچه دولتها به طور جدی حمایت‌های خود را در خصوص تشویق‌های مالیاتی برای تولید و تحقیق در راستای استفاده از جلبک ادامه دهند امکان رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده تحقق می‌یابد. از سال ۲۰۰۴ تا سال ۲۰۰۵ مصرف زیست‌دیزل در آمریکا از ۲۵ میلیون گالن به ۷۸ میلیون گالن در سال ۲۰۰۶ رسید[۳۲].

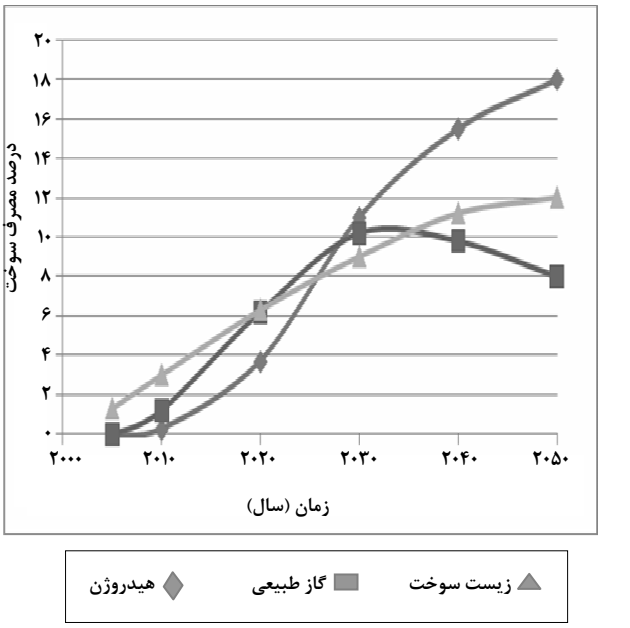
۳- فرایندهای تولید زیست‌انرژی

فرایندهایی که تولید زیست انرژی را دربر دارند عبارتند از: احتراق مستقیم، تخمیر بی هوازی، احتراق مختلط، تفکافت سریع، گازدهی و زیست‌سوخت‌ها.

پروژه‌هایی که امکان استفاده از زیست توده را فراهم می‌کنند پایدار و موثرند، زیرا به بسترهایی زیستی (برگشت پذیر) وابسته بوده و می‌توانند جهت تولید گرما به خوبی الکتریسیته طراحی شوند. بعلاوه زیست انرژی امکان استفاده از انرژی موجود در فاضلاب را با تبدیل آن ممکن می‌سازد.



شکل ۴- فرآیندهای اصلی تبدیل زیست‌توده[۲۵]



شکل ۵- سهم زیست سوخت‌های متفاوت طی سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۵۰[۳۱]

۳-۱ زیست توده

اصطلاح زیست توده به طور کلی شامل همه مواد تولید کننده انرژی است که از منابع زیستی مانند چوب یا ضایعات آن، ضایعات باقیمانده از صنایع سلولوزی، پسماندهای صنایع غذایی، فاضلاب یا ضایعات جامد شهری، ضایعات محصولات کشاورزی انرژی زا که به منظور تولید انرژی کشت می‌شوند، و سایر مواد زیستی به دست می‌آید[۳۳].

زیست توده می‌تواند به طور مستقیم توسط روش‌های سنتی برای گرمایش و سرمایش، یا به طور غیر مستقیم توسط فناوری‌های تبدیل نوین مورد استفاده قرار گیرد. حدود ۶۰٪ از مصرف کنونی زیست توده به شکل زیست تودهٔ سنتی است مانند سوخت چوبی تمیز شده، مدفوع خشک شده حیوانات و بقایای کشاورزی که در اجاق‌های باز یا در اجاق‌های با بازدهی کم برای فراهم کردن سرویس‌های اولیه پخت و پز و تامین گرما استفاده می‌شود[۳۴].

۳-۲ فناوری‌های استفاده از زیست انرژی

- اجاق‌های چوبی موجود در منازل مسکونی
- احتراق صنعتی و تخمیر بی هوازی
- تجهیزات تولید انرژی و گرمای متمرکز شده در مناطق شهری

۴- مقایسه مصرف انرژی‌های نو (به ویژه زیست‌توده) با انرژی‌های فسیلی در جهان تا سال ۲۰۳۰

۴-۱ سوختهای فسیلی

بر مبنای تحلیل مقایسه‌ای چشم اندازهای آژانس بین المللی انرژی، وزارت انرژی آمریکا و دبیرخانه اوپک پیش بینی می‌شود که رشد مصرف انرژی در دو دهه آینده بیش از ۲ درصد باشد که در این میان، رشد مصرف گاز طبیعی با بیش از ۹/۲ درصد، بیشترین سرعت را در رشد تقاضای انواع حامل‌های انرژی خواهد داشت [۳۵]. بر این اساس، تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته ای با رشدی در حدود ۴/۱ درصد، کمترین سرعت رشد را در این میان دارد. همچنین تقاضای مصرف نفت ۹/۱-۷/۱ درصد و زغال سنگ ۵/۱-۷/۱ درصد پیش بینی شده است که از اهمیت دوباره نفت در دو دهه آینده حکایت می‌کند. با این توصیف، در دو دهه آینده اگر چه سهم نفت در سبد تقاضای مصرف انرژی جهانی از بیش از ۴۰ درصد به حدود ۳۸ درصد کاهش می‌یابد، اما همچنان به منزله مهم ترین سوخت جهانی تلقی می‌شود [۳۵]. سهم گاز طبیعی از حدود ۲۳ درصد به ۲۷ درصد خواهد رسید و سهم زغال سنگ در برآوردها از ۲۶-۲۴ درصد به ۲۴-۲۲ درصد کاهش می‌یابد که در حقیقت علت آن جانشینی گاز طبیعی با زغال سنگ در صنایع برق خواهد بود [۳۵]. بر اساس پیش بینی‌ها سهم انرژی‌های هسته ای و تجدید پذیر نیز از حدود ۱۴-۶/۱۰ درصد کنونی به ۱۳-۷/۸ درصد کاهش می‌یابد که در حقیقت ناشی از کاهش عمده مصرف سوخت‌های هسته ای و خارج شدن برخی از نیروگاه‌های اتمی در اروپا، آمریکا و ژاپن خواهد بود. برآوردها نشان دهنده آن است که سهم مصرف کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه از بازار جهانی نفت از حدود ۶۰ درصد کنونی به حدود ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت و با توجه به این که سهم اقتصادهای در حال گذار نیز تغییر چندانی نخواهد کرد، سهم اقتصادهای رو به توسعه در آینده از ۳۰ درصد کنونی به ۴۰ درصد افزایش می‌یابد [۳۵].چین، هند و اقتصادهای آسیای جنوب شرقی از جمله اقتصادهایی هستند که در آینده رشد قابل توجه مصرف نفت را به بازار جهانی تحمیل خواهند کرد. آمریکای شمالی در آینده نیز همچنان بالاترین سهم در بازار جهانی نفت را دارد و بزرگترین بازار منطقه ای محسوب خواهد شد[۳۵].در دوسال آینده به دنبال کاهش ۳۰۰ هزار بشکه در روز

که در سال ۲۰۰۸ اتفاق افتاد، انتظار می‌رود عرضه غیر اوپک ثابت باقی بماند [۳۶]. این گزارش حاکی است که این موضوع بر خلاف رشد متوسط سالانه ۵۷۰ هزار بشکه در روز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ است [۳۶].انتظار می‌رود تولید اوپک طی سه ماه اول سال ۲۰۰۹ بطور متوسط ۲۸/۶ میلیون بشکه در روز با پایین ترین سطح برای اولین فصل از سال ۲۰۰۳ تاکنون باشد[۳۶]. انتظار می‌رود تولید این گروه برای سال ۲۰۰۹ به طور متوسط ۲۸/۹ میلیون بشکه در روز باشد و تا سال ۲۰۱۰ به ۲۹/۸ میلیون بشکه در روز برسد[۳۶]. به علاوه ، اداره اطلاعات انرژی آمریکا انتظار دارد تولید گازهای طبیعی مایع اوپک در سال ۲۰۰۹ تا ۴۱ هزار بشکه در روز و در سال ۲۰۱۰ تا ۴۰ هزار بشکه در روز افزایش یابد. به دلیل برآورد مجدد اثر کاهش تولید نفت خام بر رشد تولید در ارتباط با مایعات غیر خام این مقدار پایین‌تر از پیش بینی آخرین ماه می‌باشد [۳۶].

۲-۴ سوخت‌های زیستی

تقاضای نهایی برای زیست سوخت‌ها در سطح جهان در سال ۲۰۰۶ به ۲۴/۴ Mtoe رسیدکه در سال ۱۹۹۰، ۶ Mtoe (میلیون تن معادل بشکه نفت) و در سال ۲۰۰۰، ۱۰/۳ Mtoe بوده است. همچنین زیست سوختها تنها حدود ۱/۵٪ کل تقاضای سوخت برای حمل و نقل جاده ای را در سال ۲۰۰۶ تامین می‌کردند. امریکای شمالی بعد از امریکای لاتین و اتحادیه اروپا، بزرگترین مصرف کننده زیست سوخت در جهان است و بیشترین رشد اخیر در مصرف زیست سوخت از سوی ایالات متحده بوده است. در آنجا تقاضا بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ به طور متوسط حدود ۲۳٪ در سال رشد کرده است. ایالات متحده در سال ۲۰۰۴ از برزیل به عنوان بزرگترین مصرف کننده زیست سوخت سبقت گرفت [۳۷].

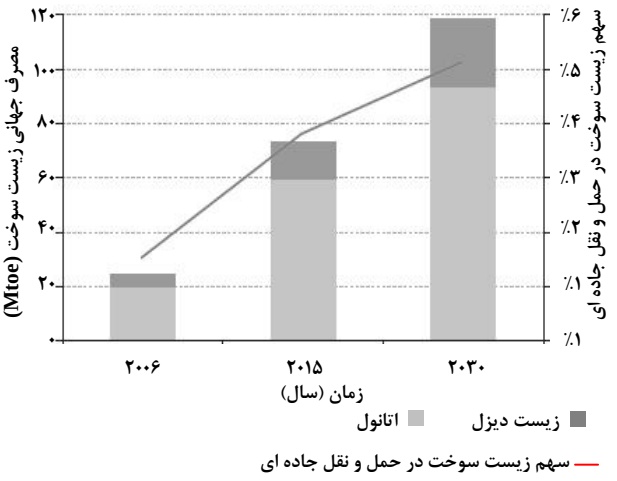
در تحقیقات به عمل آمده پیش‌بینی می‌شود عرضه جهانی زیست سوخت در سال ۲۰۳۰ به ۱۱۸Mtoe، افزایش یابد و ۵٪ کل تقاضای سوخت حمل و نقل جاده ای را برآورده نماید[۳۷].

بر اساس جدول (۱) آسیا و کشورهای اروپایی OECD سرعت رشد بیشتری را تجربه می‌کنند اما به طور حتم این افزایش‌ها به دنبال افزایش‌های بازار بزرگ‌تر امریکای شمالی می‌باشند. تقاضای زیست سوخت‌های در OECD منطقه اقیانوس آرام نسبتاً کم باقی می‌ماند. رشد در امریکای لاتین آرام است. پیش‌بینی شده است درسال ۲۰۳۰، حدود ۲۸٪ کل تقاضای سوخت حمل و نقل جاده‌ای برزیلی‌ها (۱۳٪ در امروز)و حدود ۸٪ بازار ایالات متحده (۲٪ در امروز) توسط زیست سوخت برآورده شود[۳۷].

جدول ۱- مصرف نهایی زیست سوخت بر حسب منطقه بر اساس سناریوی مرجع (Mtoe)

سال / منطقه	۲۰۰۶	۲۰۱۵	۲۰۳۰	۲۰۰۶-۲۰۳۰
OECD	۱۶/۹	۴۹/۵	۷۲/۵	٪۶/۳
آمریکای شمالی	۱۱/۳	۳۲/۹	۴۶/۸	٪۶/۱
اروپا	۵/۵	۱۵/۸	۴۲/۷	٪۶/۵
اقیانوس آرام	۱/۰	۸/۰	۹/۰	۱۰/۳
کشورهای غیر OECD	۷/۵	۲۴/۰	۴۶	٪۷/۹
اروپا و آسیا	۰	۱/۱	۱/۵	٪۱۶/۸
آسیا	۸/۰	۷/۶	۱۷/۹	٪۱۴
خاور میانه	۰	۳/۰	۸/۰	–
آفریقا	۰	۷/۰	۱/۱	–
آمریکای لاتین	۶/۶	۱۴/۴	۲۴/۷	٪۵/۶
جهان	۲۴/۴	۷۳/۵	۱۱۸/۵	٪۶/۸
اتحادیه اروپا	۵/۵	۱۶/۶	۲۵/۹	٪۶/۷

در حال حاضر اتانول سهم بسیار بزرگتری از بازار جهانی زیست سوخت‌ها را نسبت به زیست دیزل دارد. در طول دورهٔ چشم انداز، رشد تقاضای زیست دیزل سریع‌تر از اتانول قرار داده شده است، به گونه‌ای که سهم کل زیست سوخت‌های حاصل از اتانول در اصطلاح انرژی از ۸۳٪ در ۲۰۰۶ به ۷۹٪ در ۲۰۳۰ کاهش می‌یابد (شکل (۶)) [۳۷].



شکل ۶- سهم زیست سوخت‌های متفاوت طی سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۵۰[۳۱]

ایالات متحده و برزیل بزرگترین مصرف‌کنندگان اتانول باقی می‌مانند. اتحادیه اروپا و آسیا سریع‌ترین رشد تقاضای زیست دیزل را می‌بینند.

کشورهای متعددی برای تشویق تولید و استفاده از زیست سوخت‌ها برنامه‌های مهمی دارند مثل امریکا که بر اساس قانون امنیت و استقلال انرژی ۲۰۰۷، دستور افزایش قابل ملاحظه ای در مصرف هر دونسل زیست سوخت‌ها تا سال ۲۰۲۰ در آنجا داده شده‌است. هدف چین و اتحادیه اروپا آن است که تا سال ۲۰۲۰ زیست سوخت‌ها ۱۰٪ تقاضای حمل و نقل جاده ای را برآورده سازند[۳۷]. استرالیا، نیوزلند، کلمبیا، افریقای جنوبی، تایلند، ژاپن، اندونزی، مکزیک و کانادا نیز تعهداتی برای مخلوط‌های حاوی اتانول دارند.

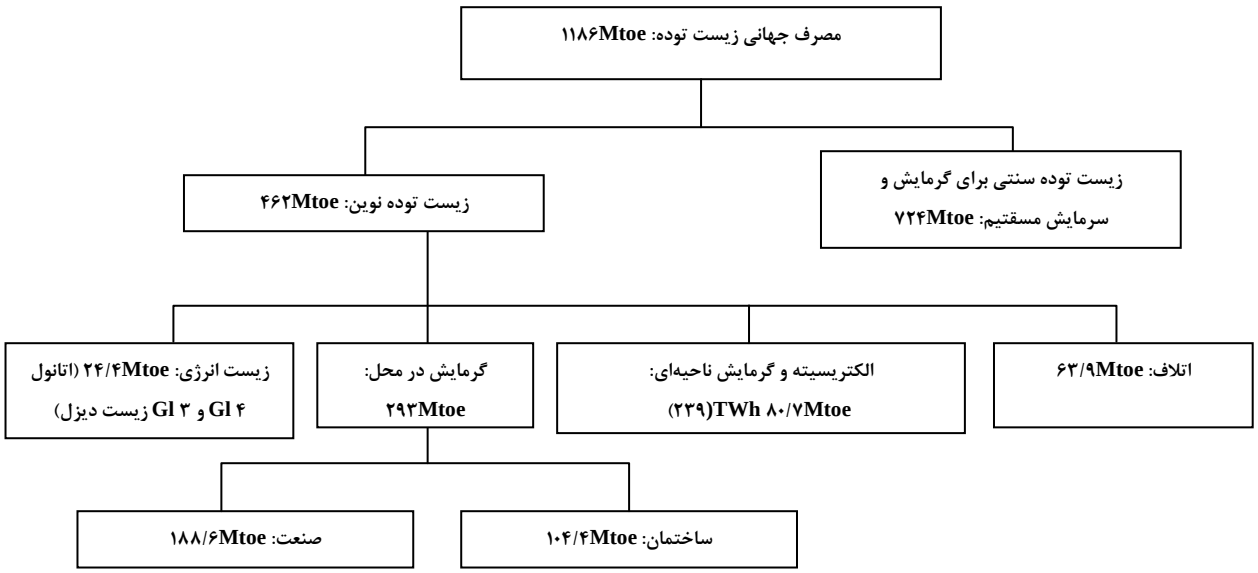
برزیل بزرگترین صادرکننده زیست سوخت‌ها در جهان و ایالات متحده بزرگترین واردکننده آن در جهان است. هلند، آلمان و انگلستان بزرگترین واردکنندگان اتحادیه اروپا هستند. در برزیل برای اتانولی که به طور مستقیم از نیشکر تولید شده است، بیشترین پتانسیل کاهش وجود دارد زیرا نیاز به سوخت‌های فسیلی برای فرآیند کمتر است، چون نیشکر به طور مستقیم تخمیر می‌شود و ساقه‌های فشرده شده گیاهی به نام باگاس، برای تامین گرما و نیروی مورد نیاز فرآیند تولید، به جای انرژی فسیلی استفاده می‌شود. به ازای هر واحد اتانول تولید شده از ماده خام حاوی قند، تنها حدود ۱۲٪ انرژی فسیلی نظیر آن لازم است[۲۷]. به طور کلی، انتشار CO_2 محاسبه شده در مبنای چرخه حیات، نسبتاً اندک و در حدود ۱۰٪ تا ۲۰٪ سوخت مرسوم موتورهای بنزینی هستند[۳۷].

پیش بینی می‌شود سهم زیست سوخت‌ها در تامین کل سوخت حمل و نقل جاده ای در جهان از ۱/۵٪ در ۲۰۰۶ به ۵٪ در ۲۰۳۰ افزایش یابد و با توجه به کمک‌های مالی و قیمت‌های بالای نفت، رشد سریع‌تری پیدا کند. بیشترین رشد زیست سوخت‌ها در ایالات متحده، اروپا، چین و برزیل بوده است. انتظار می‌رود زیست سوخت‌های نسل دوم ارزش تجاری بیشتری پیدا کنند اما تا پایان دوره پیش بینی و چشم انداز، همچنان فقط سهم کوچکی در کل منبع زیست سوخت‌ها داشته باشند[۳۷].

مقدار کل سرمایه متراکم در منبع انرژی تجدیدپذیر در سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۳۰، ۵/۵ تریلیون دلار (برحسب دلار در سال ۲۰۰۷)، می‌باشد. بخش بزرگتر این سرمایه برای تولید الکتریسیته است. تجدیدپذیرها تنها کمتر از نصف کل سرمایه پیش بینی شده در تولید الکتریسیته را در بر می‌گیرند[۳۷].

انتظار می‌رود تا دهه‌های آتی، زیست توده، از جمله زیست تودهٔ سنتی، به مراتب مهمترین منبع اولیه منفرد انرژی تجدیدپذیر باقی بماند. در سناریوی مرجع، کل تقاضای جهانی برای زیست توده از ۱۱۸۶Mtoe در سال ۲۰۰۶ به ۱۶۶۰ Mtoe در ۲۰۳۰ افزایش می‌یابد، اگرچه سهم آن در تقاضای اولیه جهان برای انرژی به تدریج از ۱۰/۱٪ در ۲۰۰۶ به ۹/۸٪ در ۲۰۳۰ کاهش می‌یابد [۳۷].

کیفیت اطلاعات درباره مصرف زیست توده اغلب بسیار ضعیف است و پیش بینی‌های آینده را نامطمئن می‌سازد. عمدهٔ تردیدها در پیش بینی تقاضای آیندهٔ زیست توده در اهداف انرژی، شامل رقابت برای مصرف زمین (شکل (۷))، سرعت بهبود بازدهی محصولات کشاورزی، تاثیرات تغییر آب و هوا و توسعه فناوری‌های پیشرفته تبدیل می‌باشد. بیشتر زیست توده مصرف شده در ۲۰۳۰ نیز از



شکل ۷- سهم زیست توده در تامین تقاضای اولیه انرژی در جهان، ۲۰۰۶

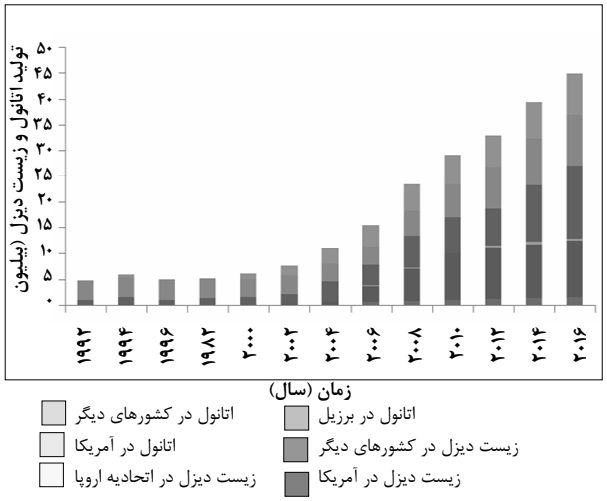
بقایای کشاورزی و جنگلی خواهد بود اما سهم محصولات کشاورزی انرژی ده و به طور عمده برای ساخت زیست‌سوختها سهم رو به رشدی دارد. همچنین پیش بینی می‌شود سهم آن در سوخت کارخانه‌های ترکیبی برق با گرما نیز افزایش یابد.

۵- برنامه‌ها و سیاست‌های انرژی حال و آینده در چند کشور منتخب بهره‌مند از زیست انرژی

الف- ایالات متحده آمریکا

همان‌طور که در شکل (۸) نشان داده شده است گسترش و توسعه صنعت زیست اتانول در آمریکا از دهه ۱۹۸۰ آغاز شده است.

صنعت زیست اتانول در آمریکا از ذرت و در مقادیر کمتر گندم به عنوان ماده اولیه فرایندهای آسیاب (خشک – تر) استفاده می‌کند. سیاست‌های متفاوتی جهت کمک به ساختار صنعت زیست اتانول در نظر گرفته شده است. سازمان فدرال و سازمان ملل پیشنهاد خصوصی سازی طرح‌های تولید زیست اتانول و حذف مالیات از آن را به عنوان یک مشوق جذب سرمایه در این بخش ارائه کرده اند که این موضوع باعث ادغام سوختهای تجدید پذیر با ساختار سوختهای قبلی می‌گردد. در آمریکا بیشترین ظرفیت تولید زیست اتانول در نیمه غربی، جایی که ذرت به مقدار زیاد یافت می‌شود و سازمان‌های فدرال و سازمان ملل که در تلاش برای ایجاد یک منطقه جذاب جهت سرمایه‌گذاری در پروژه تولید زیست اتانول در آنجا هستند، متمرکز شده است[۳۸].درایالات متحده آمریکا بیشترین ظرفیت‌های موجود عبارتند از[۳۸]:



شکل ۸- رشد تولید اتانول و زیست دیزل در آمریکا و برزیل و اتحادیه اروپا در مقایسه با بقیه کشورها

ایلینویز: ظرفیت تولید سالانه ۵/۱ بیلیون لیتر

آیووآ: ظرفیت تولید سالانه ۳/۷ بیلیون لیتر

داکوتای جنوبی: ظرفیت تولید سالانه ۲/۲ بیلیون لیتر

مینسوتا: ظرفیت تولید سالانه ۱/۹ بیلیون لیتر

نبراسکا: ظرفیت تولید سالانه ۱/۸ بیلیون لیتر

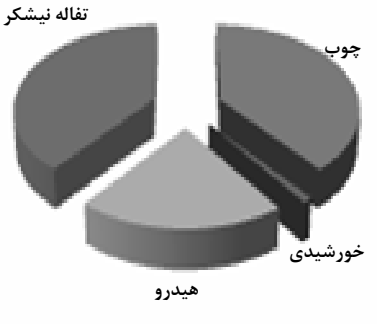
بیشترین سیاست‌های توسعه پروژه‌های زیست اتانول در آمریکا از سال ۲۰۰۵ بود که اتخاذ شد، درست از زمانی که رئیس جمهور وقت *دبلیو بوش* قانونی را در تاریخ ۸ آگوست ۲۰۰۵ تعریف کرد[۳۹].این قانون بیان می‌کرد که سوخت‌های تجدیدپذیر استاندارد در حجم وسیعی مورد استفاده قرار گیرند. مهمترین زیست سوخت‌های عنوان شده، زیست اتانول و زیست دیزل بودند. در این طرح پیش بینی شده بود که تا سال ۲۰۱۲ حدود ۲۸/۴ بیلیون لیتر در سال زیست سوخت استفاده شود که این حدود ۵٪ کل سوخت فروخته شده در آمریکا می‌باشد[۳۹].

گزارش "۲۰/۲۰ " که در تاریخ ۲۹ جولای ۲۰۰۵ عنوان اولیه شده بود، بیان می‌کند که تولید زیست سوخت در آینده یک هدف مهم برای دولت آمریکاست که به تولید تقریبا ۷۵/۷ بیلیون لیتر تا سال ۲۰۲۰ اشاره دارد[۳۲].

در آمریکا در میان پروژه‌هایی که به تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر می‌پردازد، هیدروالکتریسیته برجسته تر از سایر پروژه هاست و شیب نزولی بیشتری را نسبت به بقیه انواع دارد به طوری که از ۳/۷ کوآردیلیون بی تی یو در سال ۱۹۹۷ به ۳/۱ کوآردیلیون بی تو یو در سال ۲۰۲۰ خواهد رسید که این امر به منظور افزایش مسایل ایمنی زیست محیطی و سایر نیازها در آمریکا با تولید هیدروالکتریسیته کمتر انجام می‌شود[۴۰]. سایر منابع انرژی تجدیدپذیر از ۰/۸ کوآردیلیون بی تی یو در سال ۱۹۹۷ به ۱/۷ کوآردیلیون بی تی یو در سال ۲۰۲۰ افزایش می‌یابد و بیشترین رشد مربوط به زیست توده و فاضلاب جامد شهری و انرژی باد است. معایب هزینه‌های بالای انرژی تجدیدپذیر در مقایسه با فناوری‌های پیچیده سوختهای فسیلی در یک دوره زمانی پیش‌بینی شده بارزتر است[۴۱].

ب- استرالیا

استفاده از انرژی تجدیدپذیر برای تولید الکتریسیته یکی از کاربردهای آن در استرالیاست. واژه انرژی یک واژه کلی است که به توانایی انجام کار اطلاق می‌شود و الزاماً نباید برای قابلیت استفاده از جریان الکتریسیته باشد. انرژی برگشت پذیر که در ابتدا برای تولید برق استفاده می‌شد می‌تواند برای تولید گرما و بخار در فرآیندهای صنعتی ، گرمایش خانه‌ها و گرم کردن آب به کار رود. منابع مهم انرژی تجدیدپذیر مورد استفاده در استرالیا در شکل (۶) نشان داده شده است:



شکل ۹- میزان انرژی تولیدی از انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در استرالیا

از شکل (۹) این نتیجه به دست می‌آید که دو مورد از بزرگترین منابع انرژی‌های تجدیدپذیر که مورد استفاده قرار می‌گیرند تفاله نیشکر و چوب است که هرکدام به مقدار ۳۹درصد و به‌دنبال آنها هیدرو ۲۱ درصد و انرژی خورشیدی در انتها با ۱ درصد قرار دارند. عمده انرژی تولید شده از چوب برای گرم کردن منازل استفاده می‌شود. نظر به اینکه تفاله نیشکر در ابتدا برای تولید انرژی متناسب با فعالیت‌های موجود در نیشکر صنعتی (مانند فرایندهای گرم کردن و انرژی برق) استفاده می‌شد، بخشی از انرژی اضافی تولید شده از تفاله نیشکر در کارخانه‌های نیشکر، به شبکه برق صادر می‌شود. از انرژی تولید شده توسط هیدرو (چه در ابعاد وسیع و چه در ابعاد کوچک) تقریباً فقط برای تولید برق استفاده می‌شود و امروزه بخش مهمی از ظرفیت انرژی تجدیدپذیر برق در استرالیاست.

یکی از مهمترین منابع زیست توده تفاله نیشکر است که باقیمانده ساقه نیشکر است. تعدادی از تصفیه خانه‌های شکر در استرالیا انرژی مورد نیاز خود را از سوختن تفاله نیشکر تامین می‌کنند. تعدادی واحدهای جدیدالتاسیس و در حال توسعه که قابل توجه هستند نیز وجود دارند که در زیر به آنها اشاره می‌شود:

در حال حاضر آسیاب‌های شکر در کوییزلند، ولز جنوبی و

استرالیای غربی در مجموع ظرفیتی حدود ۳۰۰ مگاوات دارند. مهمترین واحد گسترش فناوری تفاله نیشکر در منطقه راکی در کوییزلند جنوبی در حال ساخت است. در صورت تکمیل احداث این واحد، ظرفیت بین ۲۰۰-۳۰ مگاوات از جریان الکتریکی سالانه مورد نیاز، تولید خواهد شد. این واحد حدود یک سال دیگر راه اندازی می‌شود و از منابع محلی ضایعات چوبی به عنوان سوخت استفاده خواهد کرد[۴۲]. استفاده از انرژی فاضلاب یکی از مهمترین منابع انرژی‌های تجدیدپذیر است و پتانسیل قابل توجهی دارد. در ولز جنوبی حدود ۲۰ مگاوات میزان ظرفیت تولید برق حاصل از گازهای تولید شده از لندفیل‌ها استخراج می‌شود که می‌تواند برای مصرف ۲۰۰۰۰ خانه مناسب باشد. تعدادی از پروژه‌ها جهت استفاده از گاز متان تولید شده از تجزیه میکروبی مواد آلی طراحی شده‌اند[۴۳]. گاز حاصل، خشک شده و در توربین‌های گازی به منظور تولید الکتریسیته می‌سوزد. همچنین امکاناتی برای پوشش دادن منابع قابل استفاده و بازگشت منابع استفاده شده به چرخه تبدیل جهت ترکیبات آلی به گاز و سپس به الکتریسیته طراحی شده است.

پ- برزیل

قدیمی ترین نمونه فناوری زیست سوخت‌ها در برزیل یافت شده است که زیست اتانول را از شکر یا مواد پایه نشاسته به فرم ساقه نیشکر و باقیمانده ساقه نیشکر تولید می‌کند. زیرا به دلیل آب و هوای مناسب برزیل، ساقه نیشکر می‌تواند رشد مطلوبی در دو فصل داشته باشد و این موضوع به پتانسیل تولید شکر و محصولات زیست اتانول کمک زیادی می‌کند. در واکنش به اولین بحران نفت در دهه ۱۹۷۰، دولت برزیل سرمایه گذاری بزرگی در جهت تولید سوختهای الکلی اولیه انجام داد که این به معنای افزایش سلامت سوخت و ذخیره ارز خارجی در خرید نفت می‌باشد.

سیاست‌های کلی برزیل برمبنای تولید مستقیم سرمایه از افزایش ظرفیت تولید زیست سوخت بنا شده است. در سال ۱۹۷۵ برنامه‌های گوناگونی تحت عنوان «پرالکول» برای صنعت شکر طرح ریزی شد که این برنامه‌ها با همکاری شرکت‌های دولتی و خصوصی و با پشتیبانی بانک جهانی که اجازه گسترش واحدهای مصرف نیشکر و مراکز تقطیر الکل و یکسان‌سازی خروجی این واحدها را میسر می‌ساخت طرح‌ریزی شد[۴۴].

دومین گروه از سیاست‌های به کار گرفته شده در برزیل، تعیین مالیات برای مصرف کنندگان زیست اتانول بوده است.

وجود استانداردهای سوخت‌های تجدیدپذیر و مالیات بر تولید اتانول، به همراه دومین شوک نفتی در اوایل دهه ۱۹۸۰ موجب موفقیتی بزرگ در جهت تولید موتورهایی سازگار با سوخت اتانول شد [۴۵].

از سال ۱۹۸۹ تاسال ۱۹۹۶، بازار صادرات شکر در برزیل بسیار خوب بوده و در نتیجه قیمت شکر برای استفاده در صنعت زیست اتانول بسیار بالا رفته بود که به موجب آن کمبود قابل ملاحظه ای در سوخت زیست اتانول ایجاد شد[۴۴].

از سال ۱۹۹۹ مجموع تولیدات زیست اتانول در برزیل افزایش چشمگیری داشته که این تحول در نتیجه افزایش قیمت نفت در جهان و گسترش بازار صادرات زیست اتانول در برزیل بوده است.

دولت برزیل امروزه بیش از ۷۵٪ بازار صادرات زیست اتانول را با صادرات به کشورهای آمریکا، اروپا، کره و ژاپن در اختیار دارد. تخمین زده شده است که صادرات زیست اتانول در سال ۲۰۰۶ حدود ۳/۱ بیلیون لیتر بوده است [۴۶].

بازار مصارف خانگی در برزیل بالاترین میزان را در بین بخش‌های مختلف مصرف کننده داراست. استانداردهای سوخت‌های تجدیدپذیر به این معناست که بنزین مصرفی در برزیل می‌بایست دارای محتوای مجاز الکل در محدوده ۲۰٪ الی ۲۵٪ باشد[۴۷].

امروزه کشور برزیل به عنوان بزرگترین صادر کننده زیست اتانول در جهان مطرح است و قدرتمندترین تولید کننده این سوخت با حدود ۳ بیلیون لیتر صادرات در سالهای ۲۰۰۷-۲۰۰۶ به شمار می‌آید. افزایش تقاضا برای اتانول سوختی (تغییر در سیاست‌های انرژی بیشتر کشورها) انگیزه جدیدی را برای افزایش ظرفیت تولید این سوخت در برزیل ایجاد کرده است. اخیراً در گزارشی منتشر شده است که تا سال ۲۰۱۳ حدود ۷۷ طرح جدید در برزیل به بهره برداری خواهد رسید و به مجموعه ۲۴۸ طرح قبلی اضافه خواهد شد. با تکمیل این طرح‌ها ظرفیت تولید زیست اتانول در برزیل به حدود ۳۵/۷ بیلیون لیتر خواهد رسید[۴۷].

ت- کانادا

استفاده از انرژی زیست توده یکی از دغدغه‌های مهم و تاثیرگذار در اقتصاد این کشور به حساب می‌آید. اخیراً نشان داده شده است که ۶ درصد از کل انرژی اولیه مورد نیاز در این کشور از طریق انرژی

زیست توده تامین می‌شود. البته منابع زیادی از این انرژی هنوز استفاده نشده مانده و به فناوری‌های خاصی برای تبدیل این انرژی نیاز است.بیش از ۲۰۰۰ مصرف کننده در کشور کانادا برای استفاده از زیست سوخت‌ها برنامه‌هایی را طراحی کردند که به نتایج زیر دست یافته اند: ۱/۴ بیلیون لیتر اتانول تا سال ۲۰۱۰و ۵۰۰ میلیون لیتر زیست دیزل تا سال ۲۰۱۰ . البته قابل اشاره است که تولید اتانول در سال ۲۰۰۱ فقط ۲۰۰ میلیون لیتر بوده و تولید زیست دیزل در همان سال صفر بوده است[۴۸].

از اواخر قرن گذشته زیست انرژی در کانادا مورد توجه قرار گرفت و همین مسئله باعث شد تا کانادا را به عنوان یک کشور صنعتی پیشرفته معرفی کند. در حدود صد سال پیش، بیش از نیمی از انرژی حاصل از زیست توده، از چوب بوده است. از سال ۱۹۶۰ نزدیک به ۸۰ درصد انرژی مورد نیاز در کانادا از سوخت‌های فسیلی و ۱۵درصد از طریق انرژی هیدرو و بقیه از طریق منابع زیست توده تامین می‌شد. در سال ۲۰۰۴ انرژی حاصل از زیست توده به همین ترتیب بوده است ولی پروژه‌هایی که برای دو دهه آینده پیش بینی می‌شد بین ۹-۶ درصد تامین انرژی اززیست توده بوده است[۴۸].

تولید زیست انرژی در رده‌های بزرگی از منابع زیستی گنجانده می‌شود مانند گاز و انرژی، گازدهی، تفکافت، گازهای لندفیل، اتانول بدست آمده از غلات و سلولوز.

اصلی‌ترین سازمان ملی در کانادا برای مسائل انرژی ،سازمان منابع طبیعی است. این سازمان سالانه حدود ۱۵ میلیون دلار از منابع اولیه زیست انرژی را ذخیره ارزی می‌کند. ذخیره سازی انرژی از طریق بخش R&D با مشارکت ایالت‌ها، دانشگاه‌ها، سازمان‌های دولتی و خصوصی انجام می‌شود. بسیاری از سازمان‌های یاد شده در شناسایی منابع جدید، استخراج زیست توده از منابع شناخته شده و تبدیل زیست توده، فناوری‌های کاربردی، تجمیع کاربردهای متنوع زیستی، پشتیبانی سیاست‌های بازار و بازاریابی پیشقدم هستند.

موسسات انرژی تحت تاثیر افزایش قیمت نفت و گاز، افزایش مصرف خانگی سوخت، عرضه محدود و فاکتورهای اجتماعی مثل توسعه مناطق روستایی می‌باشند. تحول در پیشرفت تولید و ماهیت محصولاتی که از منابع زیستی می‌توانند تولید شوند و تلفیق آنها با منابع گسترده زمینی، کانادا را به عنوان یک موقعیت زیستی در آینده معرفی خواهد کرد.

تاسال ۲۰۲۵ دولت کانادا باید تولید انرژی پاک خود را گسترش دهد و فرایندهای فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز را طراحی نماید تا زیست توده بیشتری را بستر ترکیبات شیمیایی خود قرار دهد، در این صورت کانادا می‌تواند سیاست‌های خود را محقق شده ببیند و به اهداف زیست محیطی خود دست یابد[۴۸].

ث- ایران

در ایران راهبردهای متعددی برای آینده انرژی وجود دارد که از جمله می‌توان به استفاده از انرژی های نو و تجدیدپذیر، استفاده از فناوری‌های جدید، استفاده بهینه از مواد و بازیابی آن‌ها اشاره کرد. کشور ایران دارای منابع و ذخایر بزرگ انرژی است. در حال حاضر بیش از ۸۵ میدان نفتی کشف شده در کشور موجود است و ایران از لحاظ ذخایر گازی، دومین مقام را در میان کشورها به خود اختصاص داده است. ذخایر گازی کشف نشده در ایران در حدود ۲۶۱۶ تریلیون متر مکعب تخمین زده شده است [۴۹]. منابع دیگر انرژی مانند ذغال سنگ نیز در کشور به مقدار زیادی وجود دارد اما روند موجود و رشد بی رویه مصرف انرژی در کشور، ایران را از یک کشور صادر کننده انرژی به یک کشور وارد کننده تا قبل از افق ۱۴۰۰ تبدیل خواهد کرد [۴۹]. برای رویارویی با این امر، راهکارهای بهینه سازی انرژی و اصلاح الگوی مصرف انرژی ضروری است. بدین ترتیب حضور ایران در بازارهای بین المللی انرژی نیز برای بلند مدت تضمین خواهد شد. بهینه سازی انرژی یک صنعت پر سود و کم هزینه برای اقتصاد ملی است و ترویج آن اشتغال زایی گسترده ای را به دنبال دارد. ایجاد امنیت انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست از دیگر مزایای اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی به شمار می‌رود.

مدیریت انرژی، عامل تأمین، مصرف بهینه و حفظ انرژی است و عبارت است از مجموعه اقداماتی که در جهت کاربرد مؤثر از منابع انرژی موجود صورت می‌گیرد که این اقدامات شامل: صرفه جویی انرژی، مصرف انرژی و جایگزینی منابع انرژی می‌باشد [۵۰]. برای ارزیابی کارایی بهره برداری در مصرف انرژی کشورها، آمار شتاب مصرف انرژی کشورهای در حال توسعه و صنعتی جهان با یکدیگر مقایسه می‌شود. آمارهای داخلی و بین المللی در مورد شتاب مصرف انرژی در ایران نشان می‌دهد که مصرف انرژی در بخش‌های مختلف

اقتصادی ایران در سال‌های گذشته، روند فزاینده و رو بـه رشـدی را داشته است. با توجه به اینکه متوسط شتاب رشـد انـرژی در جهـان حدود ۰/۴ می‌باشد، این رقـم در کـشور ایـران بـیش از ۰/۶ بـرآورد گردیده است؛ لذا می‌توان گفت که در کشور مـا پتانـسیل بـالقوه در بهینه سازی و اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخش های مختلف تـا مرز یک سوم (۳۳٪) وجود دارد که درآمد حاصل از این امـر سـالانه حدود ۵ میلیارد دلار که معادل تمام بودجه عمرانی کشور می‌باشـد، تخمین زده شده است [۴۹].در حالی که طی دو دهـه اخیـر شـتاب مصرف انرژی الکتریکی در کشور ما سالانه حـدود ۰/۷ بـوده اسـت، مقایسه آماری نشان می‌دهد که شتاب مصرف انرژی تقریبـاً ۲ برابـر شتاب رشد انرژی در جهان است. بنابراین، اهمیت مدیریت انـرژی و اصلاح الگوی مصرف در بخش انرژی کشور محرز و انکار ناپذیر است. راهکارهای اجرایی بهبود و ارتقای کـارآیی انـرژی را مـی‌تـوان در ۲ بخش راهکارهای قیمتی و راهکارهای غیرقیمتی تقسیم‌بنـدی کـرد. به طور کلی یافته‌هـایی در زمینـه راهکارهـای کـاربردی غیرقیمتـی اصلاح الگوی مصرف انرژی در ۵ بخش ارائه می‌شود [۴۹]:

۱- راهکارهای قوانین و مقررات
۲- راهکارهای فرهنگ سازی
۳- راهکارهای آموزش
۴- راهکارهای کاهش تلفات انرژی
۵- راهکارهای بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر

در سال‌های آتی به دلیل بحران‌هـای سیاسـی، اقتـصادی و مـسائلی نظیر محدودیت دوام منابع تجدیدپذیر، نگرانی‌های زیـست‌محیطـی، ازدیاد جمعیت و رشد اقتصادی و تأمین تقاضـای انـرژی از مباحـث کلی پـیش رو مـی‌باشـد. برنامـه‌ریـزان انـرژی چـاره‌ای جـز یـافتن راهکارهای مناسب جهت استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپـذیر و در صورت موجود بودن پتانسیل در منطقه و اقتصادی بودن استفاده از آن جهت کاهش مصرف انرژی های فسیلی، نخواهند داشت. ایـن کار باعث خواهد شد تا در برنامه‌های آتی و در به کارگیری این نـوع از انرژی‌ها با تأمل بیشتری مطالعه گردد. انرژی‌های نو شامل انـرژی بادی، خورشیدی، زیست انرژی، زمین گرمایی، انرژی آبـی و جـزر و مد دریا می‌باشد.

در زمینه زیست انرژی در ایران می‌توان به این نکته اشاره داشت که بر اساس آمار منتشر شده در ترازنامه انرژی، رشد قابـل ملاحظـه‌ای در تولید ناخالص داخلی زیست انرژی در سالهای اخیر وجود داشـته است. به گونه‌ای که در سال ۱۳۸۴، تولیـد ناخـالص داخلـی زیـست توده در حدودMtoe ۲۵/۴ بوده است که ۱/۱٪ از کل تولید ناخالص داخلی بوده است. البته شایان ذکر است کـه عمـدهٔ مـصرف زیـست توده در ایران در بخش‌های خانگی و تجاری می‌باشد[۵۱].

علیرغم اینکه در سطح جهانی، زیست‌اتانول با فاصـله نـسبتاً زیـادی نسبت به سایر محصولات زیـست فنـاوری از نظـر تولیـد ، مـصرف، سرمایه گذاری، تحقیق و توسـعه، و اهمیـت راهبـردی بـین المللـی پیشتاز می‌باشد، متاسفانه در کشور ایران با وجود رشد نسبی زیست فناوری و توجه دولت جمهوری اسلامی ایران به این رشته از صـنایع نوین (پیشرفته[1])، زیست سوخت‌ها و در راس آنها زیست‌اتانول از این بذل توجه محروم بوده است. صنعت زیست‌اتانول ایـران بـا ظرفیـت نصب شده و در حال نصب حدوداً ۱۵۰میلیون لیتر در سال و تولیـد سالانه‌ای کمتر از یک سوم این مقدار، به هیچ وجـه نتوانـسته اسـت سهمی متناسب با شرایط جغرافیایی، جمعیتی و امکانات کـشاورزی، صنعتی و نیروی انسانی کشور در سطح جهان کسب کند[۵۲]. البته خشکسالی های دو سال اخیر و کاهش شدید تولید در صنعت قند و شکر کشور (هم به لحاظ خشکسالی و هم به علت واردات بـی رویـه شکر)، که تامین کننده ماده اولیه اصلی تولید زیست‌اتانول در ایران، یعنی ملاس نیشکر و ملاس چغندر قند می‌باشد، در این رابطه مـوثر بوده است. لیکن دلیل اصلی و ریشه این عقب ماندگی را می‌بایـست در محروم بودن صنعت زیـست‌اتـانول کـشور از بـازار عظـیم اتـانول سوختی[2] (زیست‌اتـانول بـه عنـوان جـایگزین و یـا مکمـل بنـزین) دانست.

خوشبختانه، بر اساس تفاهم به عمل آمده میان شـرکت هـای ملـی پالایش و پخش فرآورده های نفتـی ایـران و انجمـن صـنفی تولیـد کنندگان اتـانول ایـران، در زمـستان ۱۳۸۷ و توافقـات متعاقـب آن، مقرر گردیده است که تمهیـدات لازم بـرای شـروع آزمایـشی طـرح بنزین E۵ (بنزین حـاوی۵ درصـد اتـانول سـوختی بـه جـای مـاده افزودنی MTBE که در حال حاضر مورد استفاده قرار مـی‌گیـرد) در استان خوزستان از (پائیز/زمستان) ۱۳۸۹ به عمل آیـد. اجـرای ایـن طرح به مفهوم تحولی بنیادین در صنعت زیست‌اتانول کشور خواهـد بود[۵۴و۵۳].

1. High-Tech
2. Fuel Ethanol

۶- نتیجه‌گیری

از آنجایی که منابع انرژی فسیلی محدود و رو به پایان است، کشورهای جهان در جهت توسعه، تولید و بهره برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر گام‌های موثری برداشته اند.از جمله شاخه‌های انرژی‌های تجدید پذیر زیست انرژی است که در کانون توجه اکثر کشورها به خصوص آمریکا، برزیل، کانادا و استرالیا قرار گرفته است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، مشخص شده است که سرعت رشد تولید زیست سوخت‌ها در کشورهای پیشرفته و صنعتی بسیار بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. بنابراین در سالهای آتی میزان مصرف انرژی‌های فسیلی در کشورهای صنعتی کاهش یافته و از وابستگی این کشورها به واردات نفت و گاز کاسته شده که این موضوع برای اقتصاد کشورهای دارای منابع فسیلی در حال توسعه مطلوب نیست.

نکته مهم و اساسی در این رابطه این است که برای اجرای فازهای بعدی بهره گیری از اتانول سوختی در بنزین مصرفی کشور (توسعه طرح بنزین E۵ به سراسر کشور، حرکت به سمت طرح بنزین E۱۰ و در آینده دورتر، جایگزینی بخشی از بنزین مصرفی کشور با سوخت اتانولی E۸۵ در خودروهای دوگانه سوز[1])ظرفیت نصب شده کنونی صنعت اتانول کشور به هیچ وجه پاسخگوی نیاز آتی کشور به زیست‌اتانول نخواهد بود و می‌بایست ظرفیت سازی گسترده ای در این زمینه در یک دورهٔ زمانی معقول صورت گیرد تا فاصله ما با پیشرفت های جهانی این صنعت از مقدار کنونی بیشتر نشود. خوشبختانه ، مطالعات مقدماتی به عمل آمده نشان می‌دهد که کشور ایران از نظر منابع طبیعی مورد نیاز، پتانسیل لازم برای تولید زیست‌اتانول در مقیاسی بسیار وسیع‌تر از امکانات کنونی را دارا می‌باشد. لیکن، دستیابی به چنین اهدافی مستلزم حمایت جدی و سرمایه گذاری موثر در امر تحقیق و توسعه این شاخه از زیست فناوری و سرمایه گذاری کافی در امر تولید زیست‌اتانول نسل دوم (زیست‌اتانول از محصولات کشاورزی ویژه تولید انرژی[2]، زیست‌اتانول از منابع لیگنوسلولوزی و دیگر منابع زیست توده، به جای زیست‌اتانول نسل اول که عمدتاً از منابع نباتات قندی و نشاسته ای تولید می‌گردد) می‌باشد.

1. Flex-Fuel Vehicles (FFV)
2. Energy Crops

مراجع

[۱] سلطانی، ع. "چشم انداز بازار انرژی"، معاونت پژوهشهای سیاست خارجی،گروه مطالعات اقتصاد سیاسی بین‌الملل،مجمع تشخیص مصلحت نظام، (۱۳۸۱).

[۲] میرزایی، شمی. "چشم انداز میزان عرضه و تقاضای انرژی جهانی تا سال ۲۰۳۰"، مقالات علمی نفت تایمز، (۱۳۸۷).

[3] M. Balat, H. Balat, "Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel", ScienceDirect Applied Energy, 86, 273–282, (2009).

[4] L. Zullo, "Fuel EthanolTechnology and Markets Beyond theRenewable Fuel Standard, Cargill Incorporated, Process Solutions Technology Development Center Wayzata", luca_zullo@cargill. com

[5] A. Demirbas, "Biofuels securing the planet’s future energy needs", ScienceDirect, Energy Conversion and Management, (2009).

[6] Sh. H.Gheewala. "Lifecycle GHG Emissions from Biofuels", The Joint Graduate School Of Energy And Environment, King Mongkut’s University Of Technology Thonburi, shabbier_g@jgsee. kmutt.ac.th, (2008).

[7] J. W. Ponton. "Biofuels: Thermodynamic sense and nonsense", ScienceDirect, Journal of Cleaner Production, 17, 896–899, (2009).

[8] "Key Issues In Biotechnology", United Nations Conference on Trade and Development, United Nations, (2002) .

[9] R. Wallace, K. Ibsen, A. McAloon, W. Yee, "Feasibility Study for Co-Locating and Integrating Ethanol Production Plants from Corn Starch and Lignocellulosic Feedstocks", A Joint Study Sponsored by: U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Energy, (2005).

[10] "Bioethanol – The CO2 Neutral Fuel Of The Future", www.dongenergy. Com, (2008).

[۱۱] پروین پ.، نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۸، صفحه ۱۶، (۱۳۸۴).

[۱۲] جعفرنژاد ا.، نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۲۱، صفحه ۲۰، (۱۳۸۷).

[۱۳] پروین پ.، نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۷، صفحه ۲۰، (۱۳۸۴).

[14] S. Kim, B.E. Dale "Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel. Biomass Bioenergy", 29, 39–426, (2005).

[۳۵] شبکه اطلاع رسانی نفت و انرژی (شانا)." چشم انداز انرژی در دو دهه آینده "، (۱۳۸۴).

[۳۶] سایت ایران اکونومیست. "چشم انداز بازار جهانی نفت"، (http://www.iraneconomist.com)، (۱۳۸۸).

[37] World energy outlook, international energy agency, (OECD/IEA). "Global energy Trends to 2030". José Goldemberg and Thomas B. Johansson, PartA, 171-176, (2008).

[38] RFA. "US fuel ethanol production capacity". Renewable Fuels association, Washington DC, USA, (2006).

[39] USGov. "Energy Policy Act of 2005". Washington DC , 109th congress Public Law 58-109, USA, (2005).

[40] Standard & Poor's Platt's. "World Energy Service:Latin American Outlook", 158-159, (1999).

[41] Ward's/pembertons. "World Auto Atlas and Dictionary", 122, (1998).

[42] Department of Industry Science and Resources. "Renewable Energy Action Agenda, Discussion Pape", Big Island Graphics, Canberra, 14, (1999).

[43] Mike Roarty. Science, Technology, Environment and Resources Group, (2000).

[44] AFTA. "Brazilian alcohol: A review of production, subsidies and incentives. Association for Fair Trade in Alcohol". Brussbls, Belgium, (2000).

[45] Moreira JR. J Energy Policy, Goldemberg, 27:229, (1999).

[46] Lichts FO, "World Ethanol Biofuels Report", 5:48, (2006).

[47] Lichts FO, "World Ethanol Biofuels Report ", 5:40, (2006).

[48] Industry Canada. "Renewable Energy", (http://www.ic.gc.ca), (2009).

[۴۹] تولایی ر.، "راهکارهای غیر قیمتی اصلاح الگوی مصرف در بخش انرژی کشور"، خبرگزاری فارس شماره ۸۸۰۱۳۱۰۱۶۷، (۱۳۸۸).

[۵۰] محمدی اردهالی م.، "مفاهیم بهینه‌سازی مصرف انرژی "، مجله اقتصاد انرژی، شماره آبان ۱۳۸۱، (۱۳۸۱).

[۵۱] بنی اردلانی ص.، "آمار و نمودارهای انرژی ایران و جهان"، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، وزارت نیرو، (۱۳۸۴).

[۵۲] پروین پ.، نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۱۸، صفحه ۲۰، (۱۳۸۶).

[۵۳] نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۲۲، صفحه ۵، (۱۳۸۷).

[۵۴] نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۲۰، صفحه ۴، (۱۳۸۷).

[15] O. Xunmin, Zh. Xiliang, Ch. Shiyan, G. Qingfang, "Energy consumption and GHG emissions of six biofuel pathways by LCA in China", ScienceDirect, (2009).

[16] H. Takashi, M. Kiyotaka, Y. Mitasu. "Estimating CO2 Efficiency of Bio-ethanol Production, Input - Output & Environment SEVILLE (SPAIN) 9 - 11, http://www.upo.es/econ/IIOMME08, (2008).

[17] S. R. Fletcher. "Global Climate Change", The Kyoto Protocol, CRS Report for Congress, (2005).

[۱۸] کوشافر م.، نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۹، صفحه ۱۵،(۱۳۸۴).

[19] J. E. McCarthy , M. Tiemann, "MTBE in Gasoline "Clean Air and Drinking Water Issues", CRS Report for Congress, 14, (2006).

[20] L. Zullo, "Fuel Ethanol Technology and Markets Beyond the Renewable Fuel Standard", Cargill Incorporated Process Solutions Technology Development Center Wayzata, Minnesota, luca_zullo@cargill.com, (2006).

[21] H. Shapouri, "Bioenergy Persspective", Annual conference, Economic Issues and Outlook, Bioenergy & Agriculture, (2007).

[۲۲] پروین پ.، نشریه تخصصی اتانول، انجمن صنفی تولیدکنندگان اتانول ایران، شماره ۲۲، صفحه ۱۱، (۱۳۸۷).

[23] Weekly Price Chart" TFC Commodity Charts, http://tfc-charts.w2d.com/, (2006).

[24] L. Reijnders, "Conditions for the sustainability of biomass based fuel use". Energy Policy, 34, 863-876, (2006).

[25] M. F. Demirbus, "World Biofuel Scenario". Handbook of Plant-Based Biofuels. CRC Press, Taylor & Francis Group, 13-28, (2009).

[26] United Nations Development Programme(UNDP). "World Energy Assessment:Energy and the Challenge of Sustainability". New York, U.S.A., (2000).

[27] International Energy Agency (IEA). "Biofuels for Transport: An International Perspective". Paris, (http://www.iea.org), (2004).

[28] D. Puppan, "Environmental evaluation of biofuels", Periodica Polytechnica Ser. Social Management Sci, 10, 95–116, (2002).

[29] A. C. Hansen, Q.Zhang, P.W.L. Lyne, "Ethanol-diesel Fuel blends:A review. Bioros. Technol", 96, 277-285,(2005).

[30] B. K. Bala, "Studies on biodiesels from transformation of vegetable oils for diesel engines". J Energy Edu. Sci. Technol,5, 1–45,(2005).

[31] A. Demirbas, "Global Biofuel Strategies". Energy Edu. Sci. Technol.17: 32–63, (2006).

[32] US Gov. " 20/20 Biofuels Challenge Act of 2005". Washington DC, S. 1609, USA, (2005).

[33] B. L. Capehart, W. C. Turner, W. J. Kennedy, "Guide to Energy Management", 5th Edition, 470, (2002).

[۳۴] شورای جهانی انرژی. "منابع انرژی تجدیدپذیر نوین راهنمائی برای آینده"، صفحه ۴۰۵، (۱۳۷۵).