

تولید و مصرف بیواتانول سوختی و تأثیر آن بر محیط زیست و سلامتی مردم

کیوان شیدانی^۱، پیروز پروین^۲

۱- مدیرعامل شرکت گسترش سوخت سبز زاگرس

۲- مشاور عالی شرکت گسترش سوخت سبز زاگرس، مسئول کمیته تحقیق و توسعه انجمن تولید کنندگان اتانول ایران

چکیده

در این مقاله ابتدا، پس از طرح موضوع، به معرفی بیواتانول و سپس بیواتانول سوختی از منظرهای مختلف تولید و مصرف پرداخته می شود. سپس به تشریح چرخه عمر بیواتانول سوختی و نقش آن، در مقایسه با چرخه عمر سوخت های فسیلی، بر محیط زیست و سلامتی عامه مردم پرداخته می شود. در بخش اصلی مقاله، تأثیرات مثبت تولید و مصرف بیواتانول سوختی، به عنوان یک سوخت زیستی تجدیدپذیر و دوستدار محیط زیست، و به عنوان جایگزینی برای بنزین و افزودنی های پتروشیمیایی بنزین (به ویژه MTBE) بر محیط زیست و سلامتی مردم بطور فهرست وار عنوان خواهد گردید. در انتها تلاش می شود تولید و مصرف بیواتانول سوختی به عنوان یک ابزار مهم برای دستیابی به توسعه همه جانبه مبتنی بر حفظ و ارتقای محیط زیست مورد ارزیابی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: بیواتانول، بیواتانول سوختی، سوخت های زیستی، سوخت های تجدیدپذیر، محیط زیست

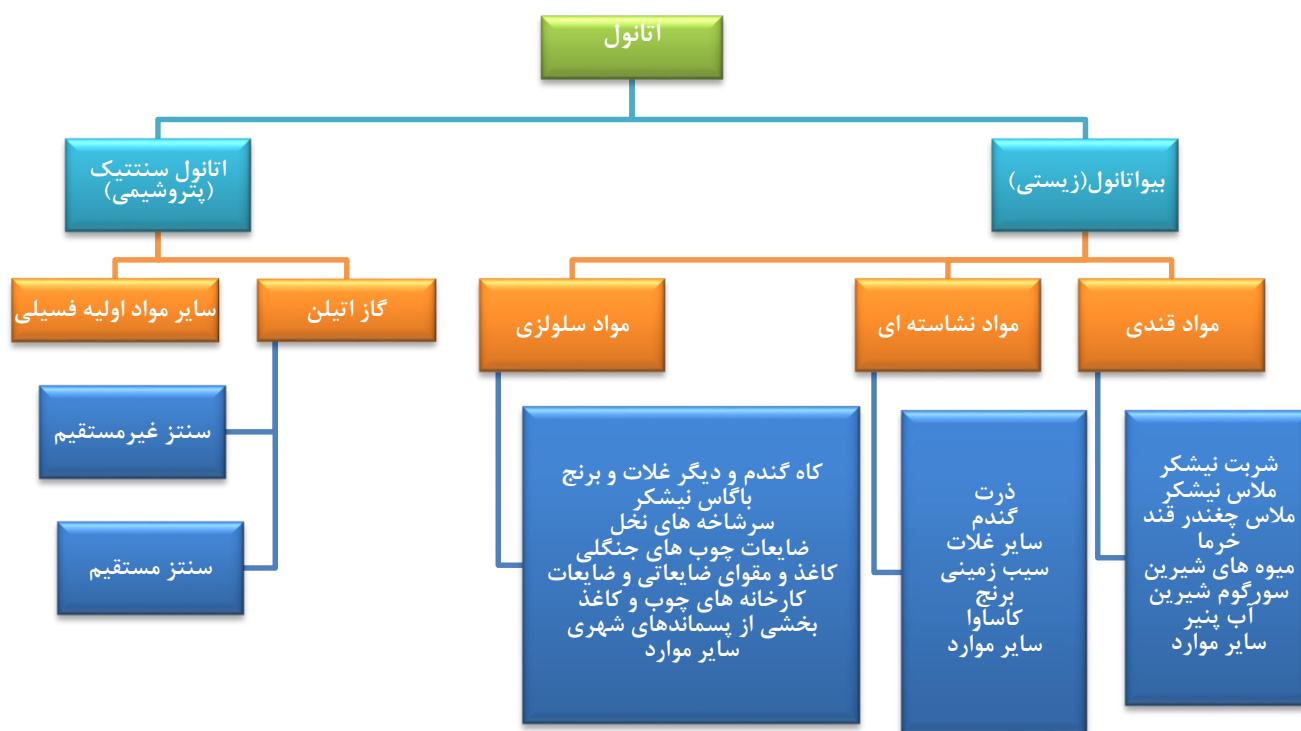
۱- مقدمه

بیواتانول سوختی را می توان از دو منظر مورد توجه قرارداد. نخست از منظر یک الکل سبک (C_2H_5OH) که به جای مواد اولیه پتروشیمیایی، از مواد اولیه با منشاء زیستی (عمدتاً گیاهی) تولید می گردد. از این منظر، بیشتر به جنبه های مواد اولیه مصرفی و تولید این محصول پرداخته و تأثیر تولید گسترده بیواتانول بر محیط زیست را مورد توجه قرار می دهیم. دوم از منظر یک سوخت زیستی مایع تجدیدپذیر با منشاء غیر فسیلی با کاربرد گسترده به عنوان بهبوددهنده و مکمل و یا جایگزین بنزین که از این منظر، بیشتر به مصرف آن در خودرو و تأثیر آن بر محیط زیست و سلامتی عامه مردم پرداخته خواهد شد.

۲- بیواتانول

بیواتانول یا به عبارت دیگر، اتانول زیستی، الکی است دو کربنی به فرمول شیمیایی C_2H_5OH که بر خلاف اکثر الکل های دیگر، عمدتاً از مواد اولیه زیستی با منشاء قندی و نشاسته ای و یا سلولزی تولید می گردد. تولید بیواتانول از مواد اولیه پتروشیمیایی (اتیلن و یا گاز سنتر) هم امکان پذیر است (اتانول سنتتیک)، اما امروزه درصد بسیار کمی از تولید جهانی اتانول (کمتر از ۵ درصد) از مواد اولیه غیر زیستی صورت می پذیرد، همین درصد اندک هم با روندی کاهشی همراه می باشد.

۳ نسل بیواتانول قابل تعریف است. نسل اول بیواتانول تولیدی از مواد اولیه قندی نظیر ملاس چغندر و نیشکر یا مواد اولیه نشاسته ای نظیر غلات، سیب زمینی و کاساوا می باشد. بیواتانول تولیدی از گیاهان، و یا زائدات گیاهی لیگنوسلولزی را بیواتانول نسل دوم، و بیواتانول تولیدی از گیاهان و یا زائدات و ضایعات، زباله ها و پسماندهای گیاهی و صنعتی و شهری مرکب از مواد قندی و نشاسته ای و سلولزی را بیواتانول نسل سوم می نامند.



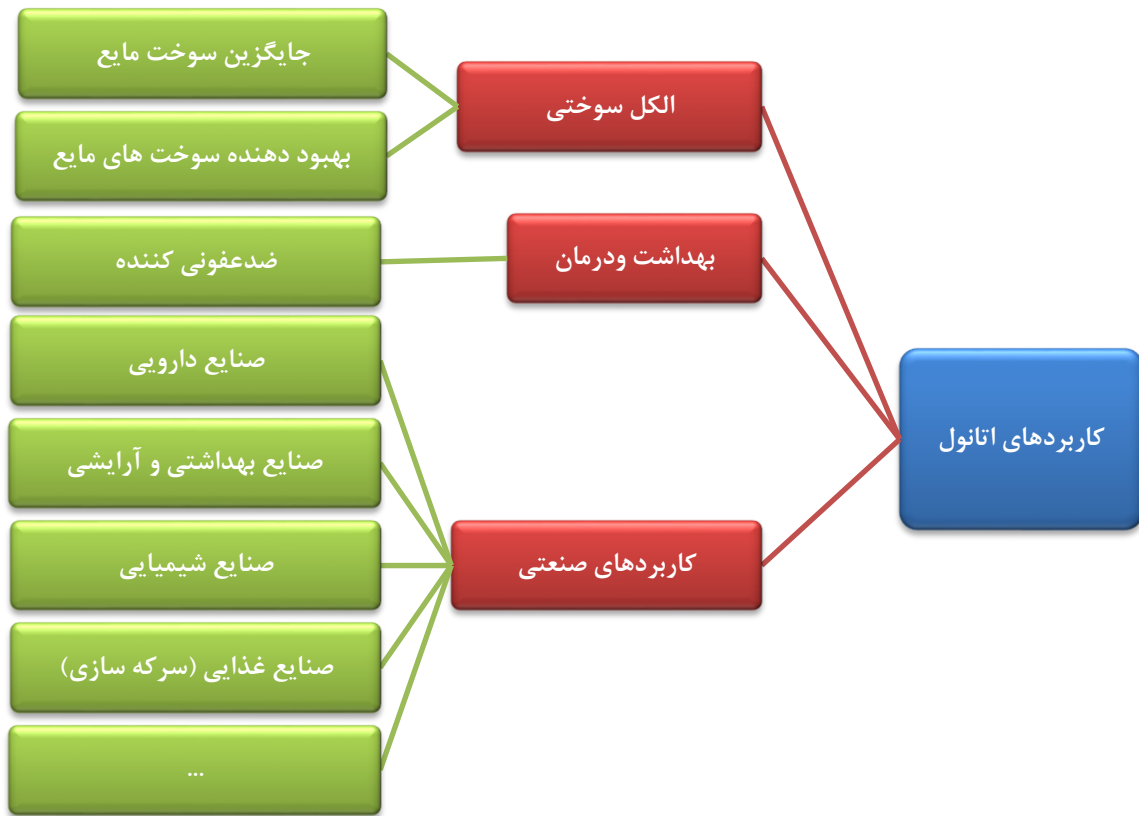
شکل ۱- مواد اولیه تولید بیواتانول

در حال حاضر بیش از ۹۷ درصد بیواتانول تولیدی جهان بیواتانول نسل اول می باشد. لیکن گرایش جهانی به سمت تولید هرچه بیشتر بیواتانول نسل های دوم و سوم کاملاً مشهود بوده و انتظار می رود بین سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۵ میلادی، سهم بیواتانول نسل دوم و سوم در کل بیواتانول تولیدی جهان به میزان قابل توجهی افزایش یابد.

تولید بیواتانول از منابع زیستی عمدتاً به روش بیوشیمیایی صورت می پذیرد، که عملیات این فرآیند از فرآیند تخمیر الکی شربت قند، فرآیند تقطیر جزء به جزء، و در صورت لزوم فرآیند آب گیری از بیواتانول تقطیر شده به کمک غربال های مولکولی تشکیل شده است. مواد اولیه نشاسته ای و سلولزی، باید ابتدا هیدرولیز و تبدیل به قندهای ساده شوند تا قابلیت تخمیر و تبدیل به بیواتانول را پیدا کنند. روش کمتر متداول تولید بیواتانول، که هنوز مراحل توسعه ای خود را طی می کند، روش ترموشیمیایی است که طی آن، ابتدا مواد اولیه با منشاء زیستی تحت حرارت و فشار به گاز سنتز (syngas) تبدیل و سپس گاز سنتز به یکی از روش های شیمیایی و یا بیوشیمیایی به بیواتانول تبدیل می گردد.

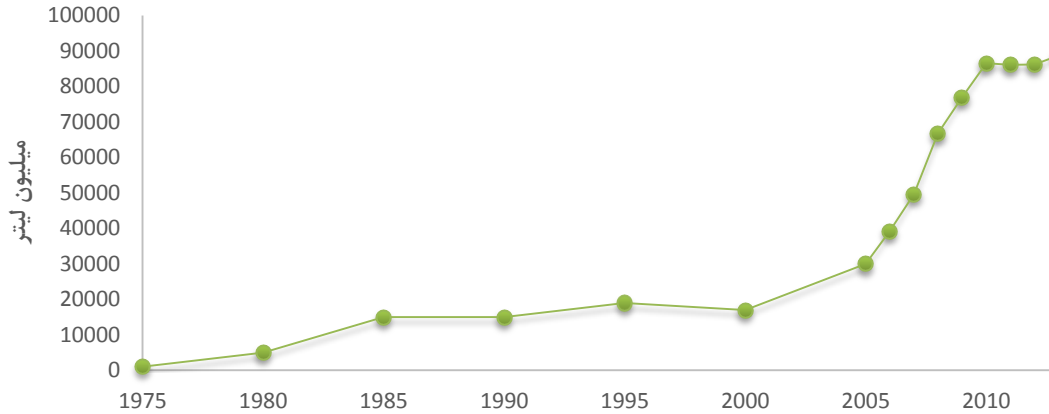
۳- بیواتانول سوختی

بیواتانول کاربردهای متعدد و متنوعی دارد که کاربرد آن به عنوان مکمل / بهبوددهنده و یا جایگزین سوخت‌های فسیلی (بیواتانول سوختی) تنها یکی از این کاربردها به حساب می‌آید.



شکل ۲- کاربردهای بیواتانول

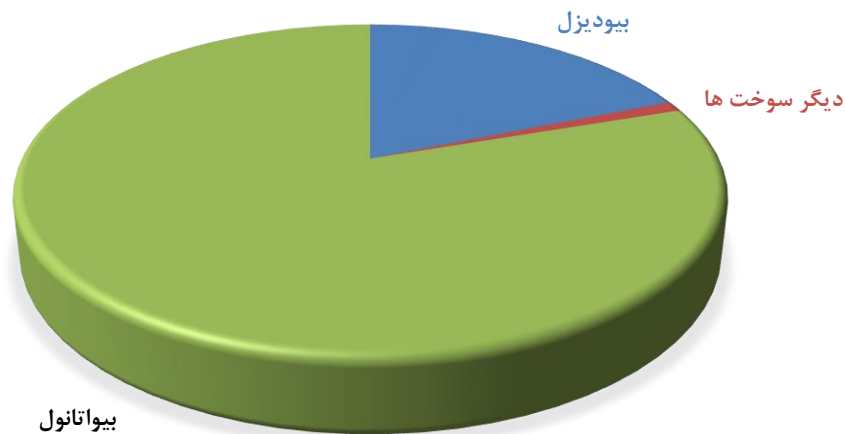
تاریخچه کاربرد بیواتانول به عنوان سوخت خودرو، به زمان عرضه اولین خودروهای مجهز به موتور احتراق داخلی توسط هنری فورد در ایالات متحده آمریکا باز می‌گردد. در واقع، تا قبل از عرضه فراوان و ارزان نفت خام و پیشرفت فناوری تولید بنزین، بیواتانول از عرصه بازار سوخت‌های خودرویی حذف گردید. این روند، تا اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی ادامه داشت و تنها از این تاریخ بود که بتدریج بیواتانول سوختی، به این عرصه بازگشت. بازگشتی که از آن تاریخ تاکنون با رشدی شتابان و تصاعدی ادامه داشته است. به‌طوری‌که امروزه تولید و مصرف بیواتانول سوختی در جهان به مرز یکصد میلیارد لیتر در سال رسیده و این روند افزایش هنوز هم ادامه داشته و حداقل تا چند دهه آینده نیز ادامه خواهد داشت.



شکل ۳- روند افزایشی تولید و مصرف بیواتانول در جهان

بیواتانول سوختی، که تا دهه ۱۹۷۰ میلادی، تقریباً از تولید جهانی بیواتانول سهمی نداشت، امروزه بیش از ۸۵ درصد تولید و مصرف اتانول را به خود اختصاص داده و این درصد، نسبت به درصد تولید و مصرف کلیه انواع دیگر اتانول برای مصرف صنعتی و غیر صنعتی، سال به سال روبه افزایش می باشد.

در میان سوخت‌های زیستی در دنیا، تولید و مصرف جهانی بیواتانول سوختی، نسبت به سایر سوخت‌های زیستی نیز به مراتب بیشتر است. پس از بیواتانول، بیو دیزل (سوخت دیزل با منشاء زیستی) با فاصله زیاد رتبه دوم را به خود اختصاص داده و سهم تولید سایر سوخت‌های زیستی (بیوبوتانول، بیو کروزین، بیو متانول و...) در حدود یک درصد است.



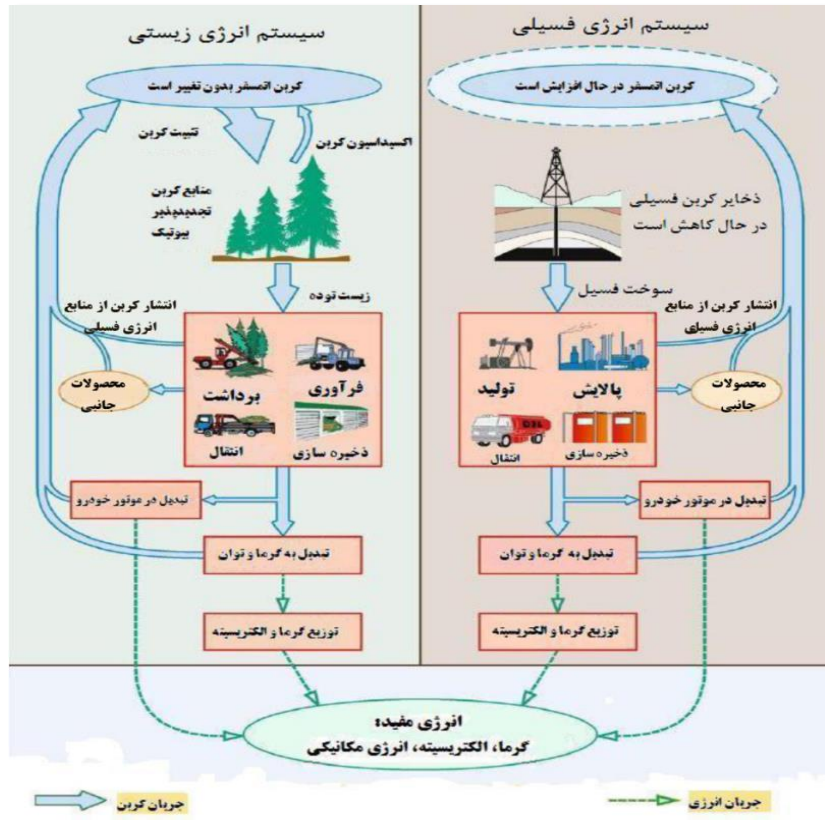
شکل ۴- سهم انواع سوخت‌های زیستی از تولید و مصرف جهانی

۴- چرخه عمر بیواتانول سوختی

تأثیرات مثبت تولید و مصرف بیواتانول سوختی بر محیط زیست و بر سلامتی عامه مردم را باید در آنچه که چرخه عمر (Life Cycle) بیواتانول سوختی نامیده می‌شود جستجو و ریشه یابی کرد. مقایسه چرخه عمر سوخت‌های فسیلی با چرخه

عمر سوخت های زیستی بیانگر این نکته مهم است که در مراحل مختلف تولید تا مصرف سوخت های زیستی، بر خلاف سوخت های فسیلی، میزان کربن آتمسفر کره زمین افزایش نمی یابد. به همین دلیل است که تولید کنندگان بیواتانول سوختی، در صورت رعایت مسایل زیست محیطی و موازنه صحیح مصارف و تولید انرژی، می توانند از امتیازات پیمان کیوتو و پیمان های بعدی زیست محیطی (Carbon Credit) برخوردار گردند.

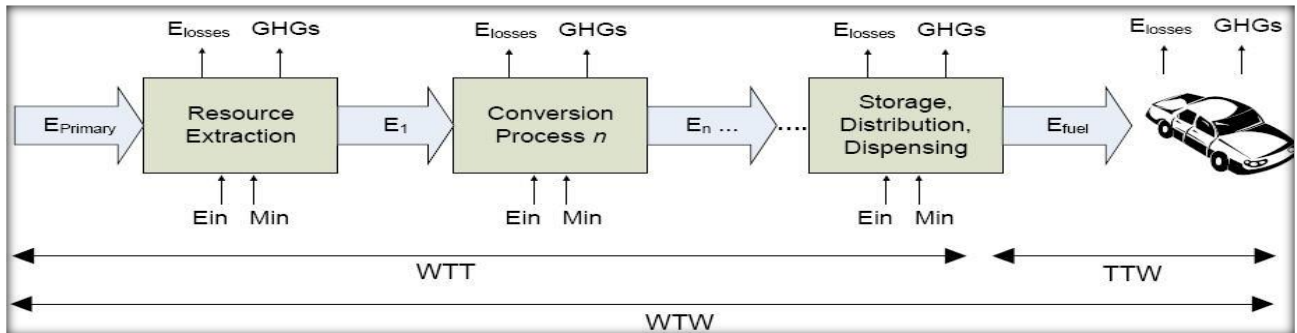
به طور کلی، چرخه عمر بیواتانول سوختی را که از چاه آب (آب و دیگر آورده های کشاورزی) در مزرعه شروع شده و به چرخ و خروجی آگروز خودرو منتهی می گردد (Well-to-Wheel) را می توان به دو بخش تقسیم نمود. از مزرعه تا باک خودرو تا (Well-to-Tank) که شامل مراحل مختلف تامین مواد اولیه، تولید و لجستیک بیواتانول سوختی می گردد، و از باک خودرو تا گردش چرخ های خودرو و خروج گازهای حاصل از احتراق اتانول (یعنی بخار آب و کربن دی اکسید) از آگروز خودرو (Tank-to-Wheel)



شکل ۵= مقایسه چرخه عمر سوخت های فسیلی با چرخه عمر سوخت های زیستی

هر یک از این دو مرحله تشکیل دهنده چرخه عمر بیواتانول سوختی مزیت های خاص خود را برای محیط زیست و برای سلامتی عامه مردم به همراه دارد. به همین دلیل است که کشورهایی که تنها به واردات و مصرف بیواتانول سوختی در سیستم حمل و نقل خود می پردازند، تنها از بخشی از مزیت های این سوخت تجدیدناپذیر دوستدار محیط زیست بهره مند می گردند.

نکته مهم دیگر این است که در صورت بهره‌گیری از زائدات و ضایعات و پسماندهای گیاهی (کشاورزی - جنگلی)، صنعتی و شهری برای تولید بیواتانول سوختی، مزیت‌های زیست محیطی بخش چاه تا باک خودرو (Well-to-Tank) چرخه عمر این محصول به شکل متفاوتی مطرح و ارزیابی می‌گردد، که خود بحث مفصل جداگانه‌ای را می‌طلبد.



شکل ۶- مراحل مختلف چرخه عمر بیواتانول سوختی

۵- تأثیرات مثبت تولید و مصرف بیواتانول سوختی بر محیط زیست و بر سلامتی مردم

مزیت‌های تولید و مصرف بیواتانول سوختی برای محیط زیست و برای سلامتی مردم را بطور کلی می‌توان به دو گروه تقسیم بندی نمود. مزیت‌های ماهوی تولید و مصرف بیواتانول سوختی به عنوان مکمل / بهبوددهنده بنزین و یا به جای بنزین، و مزیت‌های ناشی از کاهش و یا حذف مصرف بنزین و یا مکمل‌های پتروشیمی بنزین (بوئیه MTBE) ناشی از جایگزینی این محصولات با بیواتانول سوختی.

در اینجا تنها به ذکر فهرست وار مهمترین این مزیت‌ها بسنده می‌کنیم، زیرا بحث مفصل‌تر در مورد یک به یک موارد ذکر شده به حجمی در حد صفحات یک کتاب نیاز دارد و در یک مقاله ترویجی نمی‌گنجد.

۵-۱- گسترش کشت گیاهان انرژی ساز (Energy Crops)

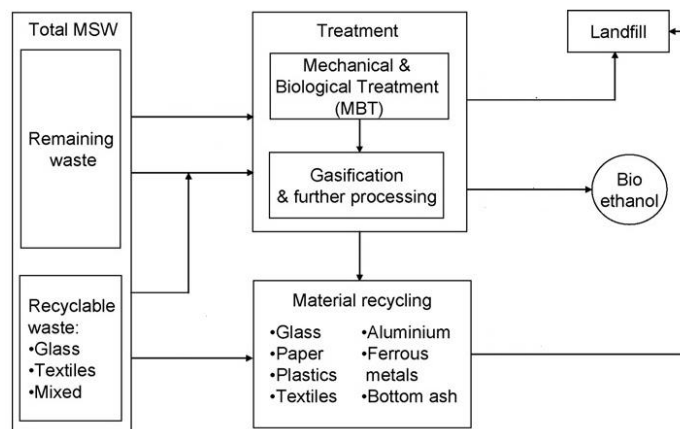
با هدف تولید بیواتانول سوختی کشت گیاهان انرژی‌ساز باعث توسعه و افزایش سطح سبز در کشور می‌گردد که با خود مزیت‌های زیست محیطی متعددی به شرح زیر را به همراه خواهد داشت. علاوه بر این مازاد تولید فصلی، زائدات و ضایعات و پسماندهای محصولات کشاورزی سنتی کشور نیز می‌تواند به مصرف تولید بیواتانول سوختی برسد.

- جذب بخشی از کربن مازاد اتمسفر و کمک به موازنه کربن
- بهره‌گیری از منابع آب نامناسب برای کشاورزی سنتی، به ویژه آب‌های شور
- بهره‌گیری از پساب‌های تصفیه شده و تصفیه نشده شهرهای بزرگ برای کشت گیاهان انرژی‌ساز در حاشیه شهرها
- بجای کشت سبزی و صیفی جات که اکنون صورت می‌پذیرد، و کمک به سلامتی عامه مردم از این طریق
- جلوگیری از پیشروی بیابان‌ها با کشت گیاهان انرژی‌ساز در حاشیه مناطق بیابانی، به جای گیاهان غیر مثمر که اکنون انجام می‌شود، و تداوم بخشیدن به فعالیت‌های بیابان زدایی از طریق اقتصادی کردن این فعالیت مهم
- کنترل بخشی از پدیده ریزگردها از همان طریقی که در بند بالا اشاره شد

- توسعه کشت بر بازده و سود آور گیاهان انرژی ساز اصلاح شده ژنتیکی (GMO) که به مصرف خوراک انسان و دام نمی‌رسند، و بالابردن بهره‌آوری و سودآوری و ضریب استفاده از آورده‌های کشاورزی همچون آب و کود و سموم دفع آفات
- تولید انرژی الکتریکی (برق) و انرژی حرارتی (بخار) مورد نیاز برای تولید بیواتانول سوختی از زائدات (Biomass) گیاهان انرژی ساز و سایر محصولات کشاورزی، و حتی فروش مازاد تولید انرژی الکتریکی که به این طریق حاصل می‌گردد و به شبکه سراسری برق، و در نتیجه صرفه‌جویی و کاهش مصرف سوخت های فسیلی، که در ضمن می‌تواند بازهم به موازنه کربن چرخه عمر بیواتانول زیستی کمک نماید.
- کاهش دادن میزان مصرف آورده‌های کشاورزی زیان آور برای سلامتی انسان، شامل کودهای شیمیایی و سموم آفات نباتی مورد نیاز برای تولید خوراک دام از طریق تأمین پروتئین مورد نیاز در تغذیه دام‌های کشور با تولید DDGS (مکمل خوراک دام با بیش از ۳۰٪ پروتئین) به عنوان محصول جانبی تولید بیواتانول سوختی

۲-۵- بهره‌گیری از پسماندهای صنعتی

با بهره‌گیری از پسماندهای صنعتی در صنایع تبدیلی محصولات کشاورزی و پسماندهای جامد شهری (بخش زیستی زباله‌های شهری) برای تولید بیواتانول سوختی، که در کشورهای دیگر اجرا شده است، می‌تواند علاوه بر مزیت اقتصادی قابل توجه، هم مزیت‌های زیست محیطی متعدد به همراه داشته باشد و هم به تأمین سلامتی مردم کمک نماید.



شکل ۷- فرآیند تبدیل پسماندهای جامد شهری (زباله تر) به بیواتانول سوختی

۳-۵- جایگزین برای MTBE

با جایگزینی MTBE با بیواتانول سوختی در بنزین مصرفی کشور می‌تواند مانع آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی، بویژه در شهرهای بزرگ کشور و همچنین مانع آلودگی خاک در این مناطق گردند. مشکل آلودگی منابع آب و خاک توسط MTBE یک مشکل حاد و کاملاً شناخته شده در کشورهای مختلف، بویژه کشورهای پیشرفته صنعتی است که منجر به ممنوعیت استفاده از این افزودنی پتروشیمیایی در بعضی کشورها، و برنامه ریزی گسترده بر کاهش تدریجی تا مرحله حذف این ماده زیان آور در کشورهای دیگر گردیده است.

بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که متأسفانه ، نه تنها شهرهای بزرگ ایران از جمله تهران ، بلکه حتی منابع آب مناطق دوردست کشور هم از آلودگی به MTBE در امان نبوده اند. آلودگی منابع آب در حد یک ppb (یک بخش در میلیارد) می تواند منابع آب مورد نظر را غیر قابل شرب نماید.

۴-۵ - جایگزینی بخشی از بنزین مصرفی

جایگزینی بخشی از بنزین مصرفی خودروهای در حال تردد در کشور، بویژه در شهرهای بزرگ، حال این جایگزینی به میزان ۱۰ ، ۱۵ یا ۲۵ درصد باشد (جایگزینی درصد کم) آنطور که در بسیاری از کشورهای جهان انجام می شود، جایگزینی به میزان ۲۵ تا ۳۵ درصد باشد (جایگزینی در صد متوسط) آنطور که در معدود کشورهایی مثل برزیل انجام می شود، و یا اساساً بهره گیری از سوخت اتانولی ۸۵ و یا حتی ۱۰۰ باشد (که نیاز به موتورهای خودرویی ویژه یا به عبارتی FFV) که به تدریج در کشورهای برزیل، ایالات متحده آمریکا، و اتحادیه اروپا در حال در سطوح مختلف در حال جا افتادن است (در برزیل تقریباً تمام خودروهای جدیدی که به بازار عرضه می شوند از نوع FFV هستند، یعنی می توانند سوخت بنزین، اتانول و یا مخلوط این دو را به هر نسبتی مصرف کنند)، در نهایت منجر به کاهش آلاینده های خروجی اگزوز خودروها ناشی از احتراق، و بعضاً احتراق ناقص، سوخت های فسیلی می گردد.

مصرف بنزین با کیفیت بالاتر (مثل یورو ۴) و با آروماتیک ها بویژه بنزن کمتر (بر خلاف بنزین پتروشیمیایی و نه بنزین پالایشگاهی) آلاینده های خروجی اگزوز خودرو را کاهش می دهد، اما حذف نمی کند. این در حالی است که احتراق بیواتانول سوختی در خودرو، علاوه بر این که به بهسوزی بنزین کمک می کند، هیچ یک از آلاینده های معمولی سوخت های فسیلی از جمله مونوکسید کربن، اکسیدهای ازت و گوگرد و... را به همراه نخواهد داشت.

۶- نتیجه گیری

توسعه متوازن تولید و مصرف سوخت های زیستی، و بویژه بیواتانول سوختی، در صورتیکه با یک برنامه ریزی اصولی و همه جانبه صورت پذیرد، ابزار مهمی خواهد بود برای دستیابی کشور به " توسعه همه جانبه و پایدار مبتنی بر محیط زیست ". البته، امروزه در سطح جهان همه متفق القولند که هیچ توسعه ای پایدار نخواهد بود مگر توسعه مبتنی بر حفظ و ارتقای محیط زیست. این نکته مهم مورد تأیید همگان است که سرمایه گذاری های انجام شده در جهت حفظ و ارتقای محیط زیست، و در جهت ارتقای سطح سلامتی عامه مردم سرمایه گذاری هایی کاملاً پربازده و سود آور به حساب می آیند و از هزینه شدن چندین برابری سرمایه های با ارزش کشور برای جبران زیان های وارده به محیط زیست و سلامتی مردم جلوگیری به عمل می آورند.

۷- منابع و مراجع

- ۱- مقالات و گزارشات نشریه تخصصی اتانول ، شماره ۳۵-۱ ؛ www.epa-iran.ir
- ۲- توسعه تولید و مصرف سوخت های زیستی ، منفعت ملی یا ضرورت ؛ پیروز پروین - وحید حسین پور شرکت گسترش سوخت سبزاگرس

- ۳- آینده بیواتانول در ایران به عنوان مهم ترین و انعطاف پذیر ترین حاصل بیو انرژی ؛ پیروز پروین - یاسین نیک
- ۴- نقش سوخت ها زیستی مایع در توسعه پایدار ؛ پیروز پروین - یاسین نیک تبار
چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست
- ۵- شناسایی پتانسیل های بیواتانول در اجرای پروژه های مکانیسم توسعه پاک و ایجاد درآمدهای کربن در ایران؛ پیروز پروین - یاسین نیک تبار
اولین کنفرانس کربن و مکانیسم توسعه پاک در پتروشیمی و صنایع مرتبط ؛ مهر ۱۳۸۸
- ۶- تولید بیواتانول از پسماندهای جامد شهری ؛ پیروز پروین - یاسین نیک تبار
اولین کنفرانس فناوری های نو در صنایع بازیافت
- ۷- بررسی امکان جایگزینی MTBE با افزودنی های دارای مخاطرات کمتر در بنزین ؛ محمد رضا امید خواه- محمد چگینی - کبری پور عبدالله
سازمان حفاظت محیط زیست ، معاونت محیط زیست انسانی ، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک
- ۸- بررسی و آنالیز اثرات MTBE بر آب های زیرزمینی تهران ؛ محمد رضا امید خواه- محمد چگینی - کبری عبدالله پور
زمان حفاظت محیط زیست ، معاونت محیط زیست انسانی ، دفتر بررسی آلودگی آب و خاک
- ۹- بررسی ابعاد جایگزینی اتانول با MTBE در بنزین مصرفی کشور
مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی ، دفتر مطالعات انرژی ؛ بهمن ۱۳۹۱
- ۱۰- برنامه راهبردی زائادات محصولات کشاورزی در جمهوری اسلامی ایران
وزارت جهاد کشاورزی ، پژوهشکده مهندسی ؛ ۱۳۹۰