

## بررسی استفاده از بیواتانول در صنعت انرژی

امین احمدپور\* - شرکت ملی صنایع پتروشیمی - شرکت پتروشیمی بندر امام - مرکز پژوهش  
aminnimaamin2000@yahoo.com\*

### چکیده

به طور ساده، اتانولی که از منابع زیستی غیر خوراکی تهیه شود را بیواتانول (Bioethanol) می گویند. اتانول یا الکل معمولی با فرمول  $C_2H_5-OH$  را می توان با استفاده از منابع سلولزی ارزان و یا بدون قیمت، مانند کاه، تراشه های چوب، باقیمانده های کشاورزی، آب پنیر و یا منابع کربنی نسبتاً ارزشمند مانند ملاس چغندر قند و یا ملاس نیشکر و یا منابع کربنی کاملاً ارزشمند مانند شکر و نشاسته تهیه نمود. ضایعات کشاورزی عمدتاً از سلولز تشکیل شده است که فراوانترین ماده آلی طبیعی بوده و تخمین زده می شود که هر سال در اثر پدیده فتوسنتز ده تریلیارد تن از آن بر سطح کره زمین ایجاد گردد. بیواتانول هم اکنون چه به صورت مخلوط با بنزین (با درصدهای مختلف از ۵٪ به بالا) و چه به صورت خالص در اتومبیل ها مورد استفاده قرار می گیرد. در این مقاله ضمن معرفی منابع تهیه بیو اتانول، به توجیه زیست محیطی استفاده از آن پرداخته و در خصوص کاربرد آن به عنوان سوخت سبز در اتومبیلها بحث می شود.

کلمات کلیدی: اتانول - محیط زیست - انرژی - سوخت تجدیدپذیر

### مقدمه

در حال حاضر اتانول به عنوان یک منبع قابل اعتماد می تواند به عنوان سوخت مطرح باشد. اتانول در هر کشوری با توجه به منابع آن کشور قابل تولید است. مثلاً در ایران از ملاس، در آمریکا از ذرت، در اروپا از سیب زمینی و ... اتانول به دست می آورند. نفت و محصولات وابسته به آن آسیب های زیادی را به محیط و سلامت انسانها وارد میکند و درمان بیماریها نیز هزینه بسیاری میخواهد که به اقتصاد کشور آسیب میرساند. علیرغم اینکه کارخانجات و نیروگاهها تعدادشان بسیار اندک است و کنترل عملکرد آنها بسیار آسان است، اما تعداد اتومبیلهایی که در جهان در حال حرکتند و از سوخته های نفتی و بنزینی استفاده میکنند بسیار زیاد است و کنترل آنها امکانپذیر نیست، در حالی که وسایل حمل و نقل اصلیتترین عامل ایجاد گازهای گلخانه ای و پراکندن آنها در فضا هستند. پژوهشگران ضمن بررسی این مشکلات تنها راه حل ممکن را کاهش وابستگی انسانها به نفت و فرآورده های آن عنوان میکنند. شاید روزی این مسئله یک رؤیا بود، اما چندی است دانشمندان اقدام به استفاده از اتانول به جای سوخت در اتومبیلها کرده اند. ترکیب اتانول با نفت در باک سوخت اتومبیلها به کاهش آلودگی هوا کمک میکند، اما مشکل عمده این سوخت قیمت بالای آن است. در حال حاضر اتانول با قیمتی بسیار بالا فروخته میشود و در صورتی که کشورهای مختلف تصمیم به اجرای این طرح داشته باشند باید یارانه زیادی به اتانول تعلق گیرد تا مردم هم

بتوانند از آن استفاده کنند. با مصرف سوخت اتانول به جای سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار گازهای گلخانه ای که عامل گرمایش زمین شناخته شده اند تا حدودی کاهش می یابد. اتانول را میتوان از گندم، شکر، روغن نخل، یا حتی از روغن خوراکی بازیافت شده از رستوران های غذاهای سریع بدست آورد. دسترسی به منابع مطمئن انرژی مهمترین چالش پیش روی کشورهای جهان در دهه های آینده است. با توجه به وضعیت هشدار دهنده موجود در کشور در زمینه تأمین مواد سوختی خودروها که علاوه بر نیاز به تمهیدات مستمر اقتصادی، معضلات محیط زیستی و خیمی را باعث شده است از یک طرف، و حجم عظیم و بی سابقه پژوهشها و مطالعاتی که در زمینه های مختلف در کشورهای جهان به منظور استفاده از اتانول به عنوان سوخت خودروها در جریان است از طرف دیگر، ضروری است هر چه زودتر اقدامات ملی با هدف بررسی و اقدام به جایگزینی بنزین توسط اتانول مد نظر قرار گیرد. اتانول می تواند از مواد دور ریختنی گندم، ذرت، برنج، سیب زمینی، آب پنیر، خاک اره، مواد زائد و زباله های شهری، خرده های کاغذ، مواد زائد دامداری ها، ملاس، نیشکر، جلبک ها و دیگر مواد زائدی که حاوی سلولز می باشند به دست آید. اتانول از نفت خام نیز تهیه می شود. اتانول قابل اشتعال بوده و بسیار بهتر از سوخت های دیگر می سوزد. وقتی به طور کامل بسوزد حاصل آن فقط آب و دی اکسید کربن می باشد. به همین دلیل زیست محیطی سوختی بسیار مناسب برای وسایل نقلیه و اتوبوس ها محسوب می شود. هر چند اتانول خالص به مواد پلاستیکی صدمه زده و نمی تواند در موتور اتومبیل ها به صورت خالص به عنوان سوخت بکار رود. بعلاوه با توجه به بالا بودن عدد اکتان اتانول نسبت به سوخت های معمول اتومبیل ها نیاز است، در زمان جرقه دهی سیستم برق اتومبیل، تغییراتی به وجود آید. تغییر سوخت اتومبیل به اتانول نیازمند سیستم تزریق سوخت بزرگتر (ورودی ۵۰ درصد بزرگتر) و تزریق مقداری اتانول گرم شده در شروع کار خودرو می باشد. البته در صورتی که ۱۰ تا ۳۰ درصد از اتانول با بنزین مخلوط شود دیگر نیازی به تغییر در سیستم سوخت رسانی موتور نیست. مخلوط حاوی حداقل ۱۰ درصد اتانول و بنزین، "گازول" (Gasohol) نام دارد. یک نمونه شناخته شده از این ماده به نام "E۱۵" شامل مخلوطی از ۱۵ درصد اتانول و ۸۵ درصد بنزین است که برای موتور اتومبیل های معمولی مشکلی ایجاد نمی کند. "E۸۵" به سوختی گفته می شود که حاوی ۱۵ درصد بنزین و ۸۵ درصد اتانول است. از سال ۱۹۹۹ اکثر خودروهای سبکی که در آمریکا تولید شده اند، قادرند این سوخت را مصرف کنند. این خودروها به صورت دوگانه سوز طراحی شده اند به طوری که می توانند از سوخت های معمولی نیز استفاده کنند.

## منابع تولید الکل

در حال حاضر، افزون بر ۹۸ درصد از اتانول تولیدی در جهان، با استفاده از روش تخمیر قندها، حاصل می شود. قند مورد استفاده را می توان از منابع مختلفی نظیر مواد نشاسته ای، قندی، کشاورزی، پساب های صنعتی و منابع لیگنوسلولزی استحصال کرد. هزینه تولید اتانول، نسبت به قیمت مواد اولیه، قیمت تحویل آن به بخش فرایند و همچنین ترکیب مواد اولیه، حساسیت بالایی دارد. بنابراین موفقیت در تولید اتانول و رقابت آن با بنزین می تواند به موقعیت جغرافیایی منطقه، نوع آب و هوا، روش تولید، خواص محصولات کشاورزی و نوع ضایعات آنها بستگی داشته باشد. سیستمی که براساس هزینه پایین مواد اولیه، دسترسی آسان به مواد اولیه و استفاده از محصولات جانبی تأسیس شده باشد، ممکن است توجیه اقتصادی داشته باشد.

## الف- منابع سلولزی

با توجه به پیشرفت تکنولوژی، پتانسیل جهانی برای استفاده از مواد لیگنوسلولزی و تبدیل آن به الکل از طریق تخمیر، به وجود آمده است. تولید انبوه مواد سلولزی از انواع کربوهیدرات ها، در کل جهان رایج است و تحقیقات بسیاری در زمینه صنعتی کردن مواد لیگنوسلولزی و تبدیل آنها به اتانول در حال انجام می باشد. البته مشکلات

تکنیکی و اقتصادی موجود در زمینه هیدرولیز به منوساکاریدهای تشکیل دهنده آن، تأثیر زیادی بر امکان‌سنجی تولید اتانول دارد. برای اقتصادی بودن و استفاده مؤثر در مقیاس صنعتی، باید ملاحظات خاصی نظیر توسعه همه جانبه فرایند، جداسازی محصولات و بازیابی استفاده از محصولات جانبی را مد نظر قرار داد. طبیعت کریستالی و چسبنده سلولز و مقاومت آن در برابر انواع روش‌های هیدرولیز و تولید قندهای قابل تخمیر، به کانون تحقیق و توسعه برای تولید اقتصادی اتانول از مواد سلولزی تبدیل شده است [۱].

## ب- مشتقات کشاورزی

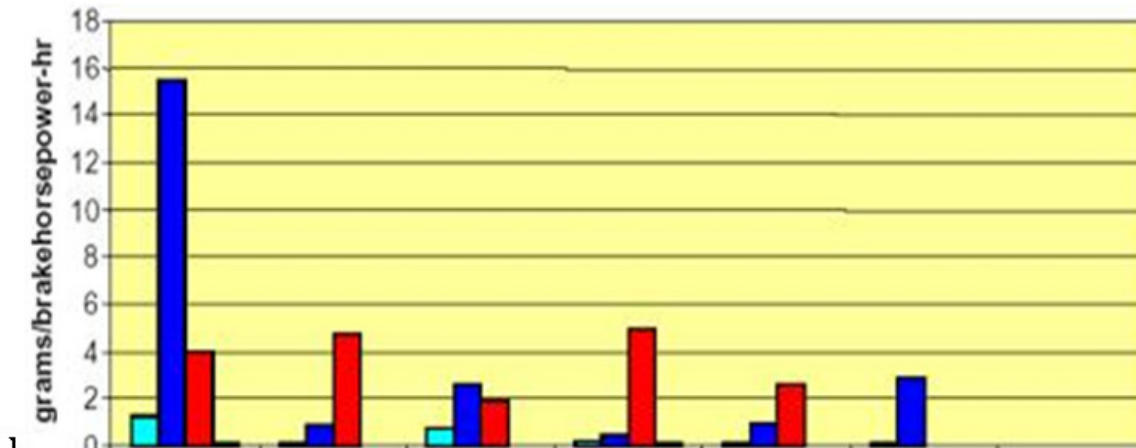
میزان تولید ضایعات و پسماند محصولات کشاورزی در جهان، بسیار بالا بوده و با توجه به ترکیب آنها، به منبعی مناسب تبدیل شده است. برگشت این ضایعات به خاک، زمینه‌ساز افزایش حاصلخیزی، کنترل فرسایش، آزادسازی مواد مورد نیاز خاک و پایداری ساختمان آن می‌شود. فصلی بودن این تولیدات و پراکندگی آنها، افزایش هزینه‌ها را در پی دارد. یکی از منابع بزرگ مواد سلولزی در کشورهای پیشرفته، زباله‌های خانگی هستند. در سال ۱۹۸۰، میزان تولید روزانه این ضایعات در امریکا  $28 \times 1/5$  تن بوده که ۵۸ درصد از آن سلولز بوده است. در امریکا و کانادا امکان تولید اتانول از زباله‌های جامد شهری در سطح تجاری وجود دارد [۲].

## مزایای زیست محیطی استفاده از اتانول

۱. کاهش انتشار  $CO_2$ :  $CO_2$  حاصل از سوخت بنزین و یا هر سوخت دیگر وارد اتمسفر می‌شود و این گاز سبب تشدید پدیده گلخانه‌ای می‌شود، درحالی که  $CO_2$  حاصل از سوخت بیواتانول و تولید شده در فرایند تخمیر توسط گیاهان کاشته شده جهت تولید اتانول جذب خواهد شد و این مزیت بزرگ جهت استفاده بیواتانول به عنوان سوخت است که حتی در سوخت‌های تمیزی مانند گاز طبیعی نیز یافت نمی‌شود (شکل ۱).
۲. کاهش انتشار  $CH_4$  و  $CO$ : سوخت  $E-10$  و  $E-5$  و  $E-7$  نشان داده‌اند که میزان  $CO$  را ۱۵-۴ درصد و میزان  $CH_4$  را ۲-۲۰ درصد کاهش می‌دهند.
۳. کاهش انتشار ذرات معلق ( $PM_{10}$ ): ذراتی معلق با قطری کمتر از ۱۰ میلی‌متر هستند که در کیسه‌های هوایی شش انسان تجمع پیدا می‌کنند و سبب صدمه زدن به سیستم تنفس و سرطان می‌شوند. در سوخت‌های حاوی اتانول انتشار ذرات معلق در حدود ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.
۴. اکسیدهای سولفور ( $SO_x$ ): اگر بیواتانول به عنوان سوخت به صورت خالص به کار رود هیچ‌گونه سولفوری ندارد، در نتیجه اسیدی نداریم و در سوخت‌های حاوی اتانول نیز  $SO_x$  کمتری تولید می‌شود.
۵. اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ ): این عامل در سوخت‌های حاوی اتانول تا ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش میزان اتانول در بنزین میزان  $NO_x$  کاهش می‌یابد. با تنظیم موتور و درجه حرارت احتراق، می‌توان این عامل را در حدی مطلوب نگه داشت.
۶. آروماتیک‌ها: اتانول حاوی هیچ‌گونه آروماتیک نیست. این در حالی است که بنزین‌های بدون سرب، ۴۵ درصد آروماتیک دارند.
۷. آلدئیدها: میزان استالدئید در سوخت‌های حاوی اتانول افزایش می‌یابد. با استفاده از تبدیل‌کننده کاتالیستی می‌توان این عامل را حذف کرد.
۸. افزایش عدد اکتان: جدول (۱) بیانگر این مطلب است [۳].
۹. ایمنی الکل: اتانول از بنزین ایمن‌تر بوده، دیرتر آتش می‌گیرد، در برابر شعله آتش به آسانی می‌سوزد و دود کمتری در مقایسه با بنزین تولید می‌کند.

جدول (۱): تاثیر اضافه کردن اتانول بر افزایش عدد اکتان

| عدد اکتان بنزین پایه | درصد حجمی اتانول افزوده شده | اکتان حاصل | میزان افزایش عدد اکتان |
|----------------------|-----------------------------|------------|------------------------|
| ۸۴/۳                 | ۵                           | ۸۷/۲       | ۲/۹                    |
| ۸۴/۳                 | ۱۰                          | ۹۰         | ۵/۷                    |



|                 | 1998 Standard | DD Series 50 Diesel | DD Series 50 CNG | Cummins C8.3 Diesel | Cummins C8.3 CNG | 94 Fuji Fuel cell Methanol | 98 IFC Fuel cell Methanol |
|-----------------|---------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|
| HC              | ۱/۳           | ۰/۱                 | ۰/۸              | ۰/۲                 | ۰/۱              | ۰/۰۹                       | ۰/۰۱                      |
| CO              | ۱۵/۵          | ۰/۹                 | ۲/۶              | ۰/۵                 | ۱                | ۲/۸۷                       | ۰/۰۲                      |
| NO <sub>x</sub> | ۴             | ۴/۷                 | ۱/۹              | ۴/۹                 | ۲/۶              | ۰/۰۳                       | ۰                         |
| PM              | ۰/۰۵          | ۰/۰۴                | ۰/۰۳             | ۰/۰۶                | ۰/۰۱             | ۰/۰۱                       | ۰                         |

Source: Georgetown University

شکل (۱): تاثیر اتانول بر کاهش گازهای گلخانه‌ای

## توجیه اقتصادی استفاده از بیو اتانول

بررسی روند جایگزینی بنزین توسط اتانول در دنیا نشان می‌دهد در حالی که در سال ۱۹۷۵، در جهان تولید اتانول به عنوان سوخت تقریباً برابر صفر بوده است، در سال ۲۰۰۳ این مقدار به حدود ۳۰ میلیارد لیتر رسیده است. بیشترین افزایش مربوط به آمریکا و کمترین آن مربوط به اروپا بوده است. اروپا با توجه به سیاستهای اقتصادی خود چندان رغبتی برای جایگزینی بنزین توسط الکل نشان نمی‌داد، اما در چند سال اخیر با تمام قوا سعی در جبران تأخیر و غفلت خود نموده است. کشور آمریکا، موضوع تامین انرژی خود را در رأس موضوعات استراتژیک خود قرار داده است و با سرعت هر چه تمامتر در صدد توسعه تولید اتانول بر آمده است. رییس جمهور سابق آمریکا، در یکی از سخنرانی‌های خود بر توقف واردات نفت از منطقه خاورمیانه تا سال ۲۰۲۰ و تولید بیواتانول به عنوان جایگزین، تأکید نموده

است و این در حالی است که نخست وزیر پیشین بریتانیا قبل از اجلاس هشت کشور صنعتی در مسکو در تیرماه ۱۳۸۵، انرژی را مهمترین چالش پیش روی این کشور اعلام نموده است.

آمریکا و برزیل بزرگترین تولید کنندگان اتانول در جهانند. هم اکنون آمریکا به تنهایی سالیانه نزدیک به ۱۹ میلیارد لیتر و برزیل بیش از ۱۲ میلیارد لیتر اتانول تولید می کنند. اروپا با حدود ۵۰۰ میلیون لیتر و آسیا با ۴۰۰ میلیون لیتر در رده های بعدی قرار دارند. در حال حاضر اغلب اتانول تولید شده در آمریکا بر پایه ذرت قرار دارد، اما برنامه اصلی این کشور، تولید اتانول از مواد سلولزی است. این کشور در سال ۲۰۰۰ طی برنامه ای تحت عنوان "برنامه توده زیستی"، مبلغ ۳/۵ میلیارد دلار به دو کمپانی بزرگ تولید کننده آنزیم های صنعتی، یعنی نووژیم (Novozyme) و جننکور (Genencore) کمک نمود تا به بهبود عملکرد آنزیمهای صنعتی هضم کننده سلولز بپردازند. کمپانی آیوژن (Iogen) کانادا نیز مبلغ ۲۱/۱ میلیون دلار از دولت کانادا، ۴۶ میلیون دلار از کمپانی شل و ۲۴/۷ میلیون دلار از پترو کانادا کمک مالی دریافت نموده است تا صرف هزینه های تحقیقات تولید اتانول از سلولز بنماید. پیش بینی می شود تنها در کشور کانادا، که خود را آماده می سازد تا بزودی به عنوان بزرگترین صادر کننده اتانول دنیا بشمار آید، بازار اتانول از سلولز تا سال ۲۰۱۲ به بیش از ۱۰ میلیارد دلار بالغ گردد.

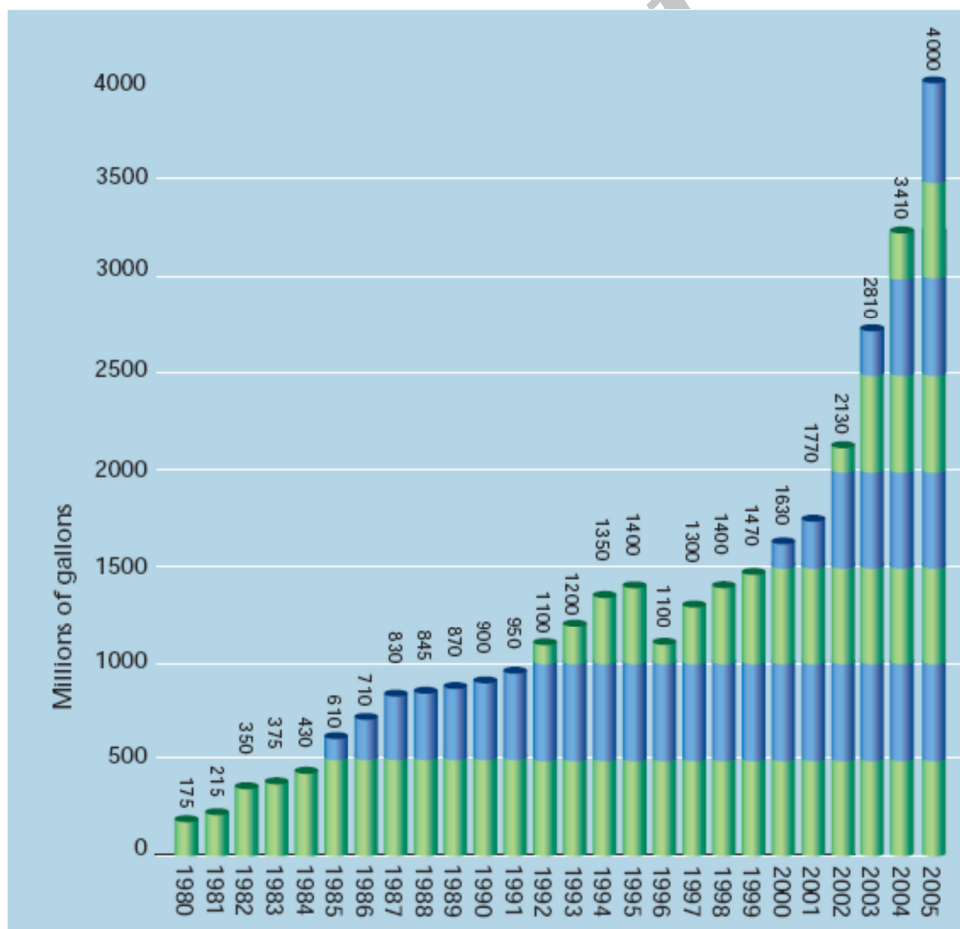
در کشور آمریکا در حال حاضر ۱۱۰ کارخانه تولید الکل فعالیت می نماید که در ۱۵ تای آنها بیش از ۲۰۰ میلیون لیتر الکل در سال تولید می گردد. ۳۰ کارخانه دیگر نیز با تولید ۶/۷ میلیارد لیتر اتانول در دست احداث می باشند. این کشور هم اکنون از برنامه ملی تولید اتانول خود پیش افتاده است، زیرا در حالیکه تا سال ۲۰۱۲ دستیابی به تولید سالیانه ۷/۵ میلیارد گالن اتانول مد نظر بود، هم اکنون تولید اتانول به نزدیک این میزان رسیده است. قرار است با توسعه تولید اتانول، چیزی حدود ۲۴۰،۰۰۰ شغل جدید به همراه افزایشی نزدیک به ۴۳ میلیارد دلار به درآمد خانوارها ایجاد گردد. هم اکنون بیش از ۵ میلیون اتوموبیل در آمریکا با قابلیت مصرف E85 (سوختی حاوی ۸۵٪ الکل و ۱۵٪ بنزین) وجود دارد و تعداد ایستگاههای عرضه سوختی که در این کشور وجود دارد ۶۵۰ عدد است که نسبت به سال ۲۰۰۴، سه برابر افزایش نشان می دهد. کارخانه های جنرال موتورز و فورد هم اکنون اتوموبیل هایی را روانه بازار نموده اند که قادرند سوخت اتانول خالص را به مصرف برسانند.

در کشور ما تعدادی بالغ بر ۳۹ کارخانه تولید کننده الکل وجود دارد که با مشکلات زیادی روبرو می باشند و اغلب دچار فرسودگی تجهیزات می باشند و همگی از ملاس برای تولید الکل استفاده می کنند. قدیمی ترین کارخانه در ایران، سالیانه در حال حاضر ۶ میلیون لیتر الکل تولید می کند در حالیکه ظرفیت جدیدترین آن، واقع در نزدیکی اهواز، حدود ۳۰ میلیون لیتر در سال است. مصرف روزانه ۷۶ میلیون لیتر بنزین در کشور که ۳۰ میلیون لیتر آن وارداتی است، از دیگر واقعیات موجود در کشور است. در سال اخیر نسبت به سال گذشته، مصرف بنزین حدود ۱ میلیون لیتر در روز افزایش داشته است. بیشترین میزان افزایش مربوط به شهر تهران با ۴۰۰ هزار لیتر در روز می باشد. یکی از مهمترین چالشهایی که هم اکنون فکر مردان دولت و مجلس را بخود مشغول نموده است چگونگی تامین هزینه های لازم برای واردات این حجم از بنزین بصورتی پایدار و قابل ادامه می باشد. یکی از راه حل های مشکلات عدیده محیط زیستی و آلودگی آب، خاک و به ویژه هوای شهرهای کشور که ناشی از تراکم اتوموبیل ها می باشد استفاده از سوختی پاک مانند اتانول است. تنها آب و گاز کربنیک حاصل سوخت اتانول می باشد و ترکیبات گوگردی، نیترژنه، سرب، ترکیبات آروماتیک و سایر ترکیبات سرطان زا بدینوسیله تا حد زیادی از صفحه زندگی مردم حذف خواهد شد. جایگزینی حتی ۵٪ از بنزین توسط اتانول که در موتورهای فعلی اتوموبیلها مشکلی ایجاد نمی نماید، باعث خواهد شد ۱۲/۷٪ از واردات بنزین کاسته شود و این در حالی است که سایر کشورها برای کاستن حتی یک درصد از سوخت وارداتی خود برنامه های طولانی مدت و پرهزینه اجرا می کنند. در ضمن باید به تناسب قیمت مطلوب اتانول نسبت به بنزین نیز توجه داشت. گر چه منابع گازی کشور به عنوان جانشین بنزین مطرح می باشند، اما واضح است که توجیهات اقتصادی این امر تنها در شرایط ویژه ای قابل قبول است و بعلاوه آلودگی حاصل از مصرف گاز طبیعی یا CNG حتی بیش از بنزین بر آورد می گردد [۴].

در هر حال ضروری است برنامه ای ملی جهت بررسی اثرات جایگزینی بنزین توسط بیواتانول و همسو با پژوهش سایر کشورهای دنیا، در ایران آغاز گردد تا در وهله نخست با کارشناسی دقیق، سئوالات زیر را پاسخ گوید:

- ۱- اثرات این جایگزینی بر روی بازار داخلی و توجیه اقتصادی آن.
- ۲- نیازهای تکنولوژیک شامل تغییرات ضروری، ولو اندک، در موتورهای درونسوز، جایگاههای سوخت رسانی، انبارداری و حمل و نقل بیواتانول.
- ۳- اثرات مثبت محیط زیستی کنار گذاشتن مصرف بنزین و روی آوردن به اتانول.
- ۴- بررسی منابع کربنی کشور (شامل منابع سلولزی، ملاسها، نشاسته و آب پنیر) و تکنولوژیهای تبدیل هر یک و مقادیر مورد نیاز منابع کربنی.
- ۵- بررسی اشتغال زایی ایجاد و توسعه صنعت بیو اتانول، چگونگی تخصیص منابع مالی دولتی و خصوصی، و اثرات اجتماعی آن.

۶- بررسی اثرات اقتصادی- سیاسی بین المللی جایگزینی بنزین توسط بیواتانول در سطح جهان، منطقه و کشور. نباید از نظر دور داشته شود که صنایع تولید اتانول کشور از جمله پرسابقه ترین صنایع بوده و تنها نیازمندان که به محصول آنها که جهان مجدداً ارزش واقعی آنرا کشف می نماید، توجه کافی مبذول گردد. تدوین برنامه ملی اتانول کشور و به یاری گرفتن پتانسیل علمی سازمانهای پژوهشی و دانشگاههای داخلی، تنها راهی است که ما را در دست یابی به این منبع پاک انرژی تجدید شونده کمک خواهد نمود.



شکل (۲): افزایش تولید اتانول از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ در ایالات متحده آمریکا

## جدول (۲): برنامه‌های جهانی اتانول

|               |   |
|---------------|---|
| برزیل         | سوخت مصرفی حاوی مخلوط ۲۵٪ اتانول، تخفیف در مالیات         |
| آرژانتین      | سوخت حاوی ۵٪ اتانول در ۵ سال آینده                        |
| تایلند        | اجبار به وجود ۱۰٪ اتانول در سوخت مصرفی در بانگوک          |
| هندوستان      | تمام سوخت‌های بنزینی باید حاوی ۵٪ اتانول باشد             |
| استرالیا      | به طور اختیاری، سوختها تا ۱۰٪ اتانول خواهند داشت          |
| بریتانیا      | به تولید هر لیتر اتانول ۳۶ سنت یارانه پرداخت می‌گردد      |
| اتحادیه اروپا | در سال ۲۰۱۰ باید ۵/۷۵٪ سوخت (از نظر انرژی) از اتانول باشد |
| کانادا        | از سال ۱۹۹۲ به تولید اتانول یارانه تعلق گرفته است         |

## بحث و نتیجه گیری

اتومبیل‌های اتانول‌سوز سبب کاهش ضربه به موتور اتومبیل شده و کارایی انرژی را بالاتر می‌برد. اتانول خالص دارای عدد اکتان ۱۱۳ است که پس از اختلاط با بنزین می‌تواند عدد اکتان مورد نیاز بنزین بدون سرب را تأمین کند و اجازه فشردگی بیشتر موتورهای احتراق داخلی را می‌دهد. اتانول همچنین جاذب الرطوبه بوده و در زمستان‌ها مانع از خیلی سرد شدن بنزین و موجب بی‌نیازی از افزودنیهای گران‌قیمت و گاهی مضر به سوخت می‌شود. افزون بر اینها، اتانول خاصیت پاک‌کنندگی داشته، باعث سهولت و نرمی کار موتور و تسهیل و تمیزی تزریق سوخت می‌شود. اتانول به عنوان سوخت، ماده سمی شناخته نمی‌شود و استنشاق آن خطری ایجاد نمی‌کند. قابلیت اشتعال آن نسبت به بنزین بسیار پایین‌تر است و انباشت و نگهداری و حمل‌ونقل آن بسیار ایمن‌تر از بنزین است. اتانول به خودی خود یک سوخت کاملاً تمیز محسوب می‌شود، در نتیجه کلیه آلاینده‌های بنزین را نیز به نسبت درصدی که با آن مخلوط شده است کاهش می‌دهد. افزایش مصرف اتانول در بنزین مصرفی کشورهای صنعتی به عنوان یکی از روشهای انجام تعهدات این کشورها به معاهده کیوتو در مورد کاهش گازهای تأثیرگذار بر لایه اوزون و جو کره زمین مطرح است. دربرآورد مزایای این تحول اقتصادی و صنعتی می‌توان گفت کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، جلوگیری از گرم شدن زمین و اشتغال‌زایی از جمله عمده‌ترین دستاوردهای این طرح هستند. به علاوه بابت اجرای این طرح ارزی از کشور خارج نمیشود. درضمن در کشورمان ایران با توجه به منابع بالقوه مواد اولیه جهت تولید اتانول حاصله از ملاس‌های نیشکری و چغندری، مواد نشاسته‌دار نظیر ذرت، گندم و موارد لاینکو سولولزی نظیر ضایعات چوب، ضایعات کشاورزی، کاغذ بازیافتی از زباله و غیره امکان تولید اتانول فراهم است. و با توجه به ظرفیت کارخانجات تولید کننده اتانول در حال حاضر و برای شروع می‌توان بر روی تولید ۶۰ میلیون لیتر اتانول خالص در سال جهت استفاده در بخش حمل و نقل برنامه ریزی نمود. بدیهی است در صورت ایجاد شرایط مناسب و تشویق سرمایه‌گذاران در این بخش با عنایت به وفور و تنوع مواد اولیه تولید اتانول در کشور، بهره‌برداری از کارخانجات اتانول در دست‌آوردات و تکمیل میزان تولید به حد مطلوبی افزایش خواهد یافت.

## فهرست مراجع

[۱] احسان کهریزی، تولید الکل از ضایعات لیگنوسلولوزی به روش آبکافت و تخمیر همزمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف.

[2] Brelsford Engineering. Inc ( MSW and Green Cellulose Conversion for BEI) Fuel Ethanol Production.  
[3] FUEL SPECIFICATIONS AND FUEL PROPERTY ISSUES AND THEIR POTENTIAL IMPACT ON THE USE OF ETHANOL AS A TRANSPORTATION FUEL Downstream Alternatives Inc. December 16, 2002.

[۴] مهرداد آذین، بیواتانول یا سوخت سبز، اولین همایش بیوانرژی ایران، مهر ۱۳۸۹

Archive of SID