

# استفاده از اتانول سوختی جهت کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از بخش حمل و نقل

شهاب کریمخانی<sup>۱</sup>

تهران - خ پاسداران - خ موسوی - م هروی - خ ضابطی - ک توحیدی - پلاک ۴۴  
[karimkhani@gmail.com](mailto:karimkhani@gmail.com)

## خلاصه

گازهای سمی منتشر شده از سوختن اتانول نسبت به بنزین بسیار کمتر است. با جانشینی قسمتی از سوخت بنزین بدون سرب با اتانول ضمن سوخته شدن مقدار کمتری بنزین و بدنبال آن ورود کمتر آلاینده های سمی به هوا باعث وجود اکسیژن در ساختمان ملکولی اتانول باعث احتراق کاملتر بنزین می شود که این امر نیز آلاینده کمتری بویژه مونوکسیدکربن کمتری وارد هوا می کند. MTBE (متیل ترشیاری بوتیل اتر) یک ماده اکسیژنه است که در کشور ما به طور گسترده در بنزین بدون سرب استفاده می شود، این ماده در اثر نشت و تبخیر در پمپ بنزین ها وارد محیط زیست می شود و دارای تاثیرات سوئی بر روی بدن انسان و دیگر موجودات زنده می باشد و در صورت ورود به آبهای زیرزمینی باعث آلودگی و غیرقابل شرب شدن و بی استفاده شدن در صنعت کشاورزی می شود. اتانول ضمن دارا بودن خواص MTBE به عنوان یک ماده اکسیژنه در صورت ورود به محیط زیست هیچ گونه آلودگی به همراه ندارد.

کلمات کلیدی: اتانول، بنزین، آلودگی، محیط زیست، MTBE

## مقدمه

مطالعات میدانی در سراسر جهان نشان داده اند که بیشترین سهم آلودگی هوا مربوط به بخش حمل و نقل یعنی سوخت خودروها می باشد. بطوریکه گفته می شود انتشارات آگروز، حدود ۶۰ درصد آلودگی هوا را تشکیل می دهند. بنابراین پرواضح است که اگر بتوان بطریقی (مثلا با افزودن اتانول) میزان انتشار آلاینده ها را از این بخش کاهش داد، این امر سهم بسزایی در پاکسازی هوای استنشاقی (بویژه در جوامع شهری) و اجتناب از آثار زیانبار فردی و اجتماعی آلودگی هوا خواهد داشت. عوارض آلودگی هوا بر روی سلامتی انسان طیفی وسیع از سوزش و تحریک چشم تا بیماریهای مختلف تنفسی و قلبی - عروقی و بالاخره انواع سرطانها را در بر می گیرد. برآورد آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) Environmental Protection Agency نشان داده است که انتشارات سمی آگروز خودرو، مسئول حدودا نیمی از سرطانهای ایجاد شده در اثر آلودگی هوا است. سرآغاز استفاده از اتانول بعنوان سوخت، به موتور احتراقی هنری فورد بعنوان محرکه خودرو بر می گردد. از آن زمان تاکنون نیز کاربرد عمده اتانول بعنوان سوخت، در مورد خودروها مطرح بوده است. از سال ۱۹۲۰ تا ۱۹۲۴ شرکت نفتی Standard آمریکا بنزینی را با ۲۵ درصد اتانول در منطقه بالتیمور عرضه می کرده است اما قیمت تمام شده بالای تولید اتانول از ذرت در آن هنگام از یک طرف و قیمت پائین سوخته های فسیلی، بعلاوه مشکلات ذخیره سازی و انتقال اتانول به محل مصرف از طرف دیگر از گسترش کاربرد اتانول بعنوان سوخت پیشگیری کرد. در سال ۱۹۷۹ مخلوطهای اتانول و بنزین رسماً وارد بازار آمریکا شدند که این محصول با طی فرازها و نشیب های متفاوت هنوز هم در بازار سوخت جهان مطرح می باشد.

اختلاط اتانول با بنزین بدون سرب در درصدهای حجمی ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۸۵، ۹۵، ۱۰۰ اتانول تا ۱۰ درصد حجمی اتانول مخلوط با بنزین را می توان بدون تغییر در سیستم موتور اتومبیل مورد استفاده قرارداد. از ۱۰ درصد بیشتر می بایستی موتورهای را مورد استفاده قرار داد که برای این منظور طراحی و ساخته شده اند. در ادامه به توضیح مختصری از سوخت های حاصل از اختلاط اتانول در درصدهای حجمی متفاوت با بنزین بدون سرب و کشورهایی که پیشرو در استفاده از این سوخت ها هستند، می پردازیم.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند

## E10, E7, E5

E10 با نام تجاری gasohol از اختلاط ۱۰ درصد حجمی اتانول با ۹۰ درصد بنزین حاصل می شود که توانایی استفاده در موتور بیشتر خودروهای امروزی را دارا می باشد. در سراسر تایلند این سوخت عرضه می شود و جایگزین بنزین شده است. سوخت E10 به همراه E85 تنها سوختی می باشد که اجازه فروش آن در ایالت مینسوتا و کانتیکات آمریکا وجود دارد. از بهار سال ۲۰۰۶ که استفاده از MTBE (متیل ترشیاری بوتیل اتر) به عنوان ماده افزودنی به بنزین ممنوع شد، استفاده از E10 در سراسر آمریکا افزایش یافته است. مخلوط های مشابه E10 یعنی E5 و E7 عموماً برای موتور خودروهای قدیمی تر که با بنزین بدون سرب کار می کنند، بی ضرر هستند. در انگلیس بنزین E5 و همینطور در استرالیا E10 با قیمت کمتری نسبت به بنزین بدون سرب به فروش می رسد. در شکل ۱ لوگوی بکار رفته در جایگاه های سوخت E10، در ایالت دلور آمریکا را مشاهده می کنید.



شکل ۱ - لوگوی بکار رفته در ایالت دلور آمریکا برای E10

## E15

E15 حاوی ۱۵ درصد اتانول با ۸۵ درصد بنزین بدون سرب می باشد. ۱۵ درصد اتانول در اختلاط با بنزین بدون سرب، در آمریکا بیشترین درصدی است که توسط تولیدکنندگان اتومبیل توصیه می شود هرچند که ممکن است تعداد زیادی از وسائل نقلیه بدون مشکل از درصدهای بیشتری از اتانول استفاده کنند. در آمریکا موتورهایی (FFV) Flexible-fuel vehicles طراحی شده اند تا از درصدهای بیشتر اتانول تا ۹۶ درصد استفاده شود.

## E20

E20 از ۲۰ درصد اتانول همراه با ۸۰ درصد بنزین، تشکیل شده است. از شروع سال ۲۰۰۸ در تایلند استفاده از E20 پیشنهاد شده است و مالیات کمتری به موتورهای خودروهای سازگار با E20 تعلق می گیرد. بعد از اینکه E10 به طور گسترده در جایگاه های سوخت تایلند بکار گرفته شد، از نیمه سوم سال ۲۰۰۸ E85 به طور گسترده در جایگاه های سوخت این کشور عرضه خواهد شد. این سوخت هنوز به طور گسترده در آمریکا و استرالیا مورد استفاده قرار نگرفته است اما استفاده از آن تا سال ۲۰۱۳ در ایالت مینسوتا آمریکا اجباری می شود.

## E25

از ماه جولای ۲۰۰۷ این سوخت، بعنوان سوخت استاندارد مخلوط اتانول-بنزین در برزیل عرضه می شود. موتور اتومبیل هایی در برزیل ساخته شدند تا با E25 و همینطور درصدهای کمتری از ۲۵ درصد اتانول مخلوط با بنزین بدون سرب، به طور کامل سازگار باشند.

## E85

E85 به طور معمول بیشترین میزان اتانول مخلوط در بنزین، در آمریکا می باشد. این سوخت در سوئد نیز رایج است. در آمریکا از سال ۲۰۰۶ بیشتر از ۱۰۰۰ جایگاه سوخت عمومی از این سوخت در حال استفاده می باشند که بیش از نیمی از آنها در ایالت مینسوتا قرار دارند. سوخت E85 دارای عدد اکتان ۱۰۵-۱۰۰ می باشد که این عدد اکتان به طور معنی داری از عدد اکتان اتانول خالص پائین تر است اما هنوز به میزان زیادی از عدد اکتان بنزین بدون سرب که ۹۳-۸۷ می باشد بالاتر است که این اختلاف این امکان را می دهد در موتورهایی که متراکم سازی بالاتر دارند انرژی بیشتر تولید شود. بعلاوه بالا بودن دمای احتراق اتانول، اضافه کردن مقدار کمی بنزین در موقع استارت موتور در هوای سرد، کمک می کند تا موتور روشن شود به همین جهت E85 دقیقاً دارای ۸۵ درصد اتانول (بخصوص در هوای سرد) نیست، در زمستان در شرایط جوی سردتر، بنزین اضافی به استارت موتور کمک می کند. همانطور که پیشتر نیز در این مقاله ذکر شد، از نیمه سوم سال ۲۰۰۸ E85 به طور گسترده در جایگاه های سوخت آمریکا عرضه خواهد شد. در شکل ۲ لوگوی رسمی بکار رفته برای E85 در آمریکا را مشاهده می کنید.



شکل ۲ - لوگوی بکاررفته در آمریکا برای E85

## E95

E95 شامل ۹۵ درصد اتانول و ۵ درصد بنزین بعنوان بهبود دهنده احتراق می باشد که در موتورهای دیزلی اصلاح شده تراکم احتراقی استفاده می شود. این سوخت از دهه ۸۰ در بسیاری از اتوبوس های سوئد با موفقیت استفاده می شود.

## E100

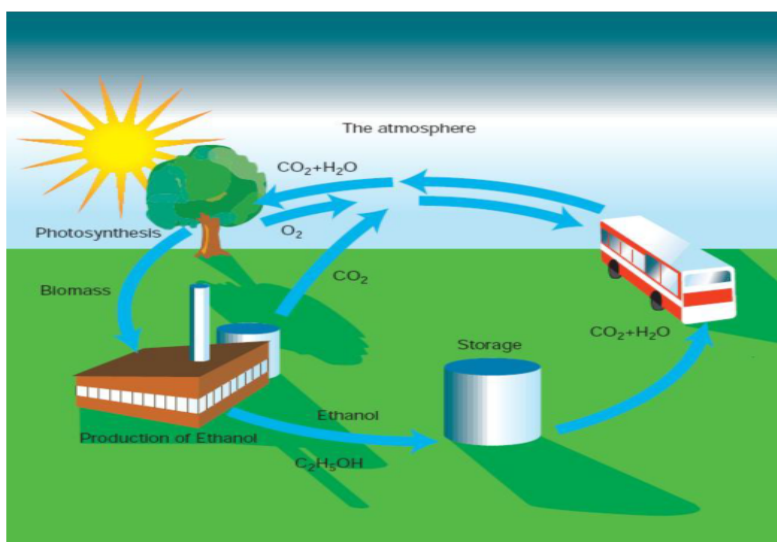
E100 از اتانول با حداکثر ۴ درصد آب تشکیل می شود که به طور گسترده در برزیل و آرژانتین مورد استفاده قرار گرفته است. استارت موتور در دماهای پائین تر از  $15^{\circ}\text{C}$  یا  $59^{\circ}\text{F}$  با سوخت اتانول خالص مشکلاتی را به همراه دارد. راه حل معمول برای استارت خودرو در هوای سرد، استفاده از مقدار کمی از بنزین موجود در باک مخصوص بنزین می باشد که بعد از روشن شدن موتور، سوخت موتور به اتانول خالص عوض می شود و از باک تعبیه شده برای اتانول استفاده می شود. اتانولی که بعنوان سوخت در برزیل استفاده می شود بیشترین درصدی از اتانول می باشد که از طریق تقطیر بدست می آید و ۴ درصد آب دارد. به این جهت به اتانول آبدار ( حداکثر ۴ درصد) به غلط E100 گفته می شود که نشان داده شود که اصلا در این سوخت بنزین بکار نرفته است.

## خروجی های آگروز حاصل از سوختن اتانول

بخش اعظم بخارهای خروجی از آگروز به هنگام سوختن اتانول، شامل ترکیبات نیتروژن، دی اکسید کربن و آب می باشد. این سه ترکیب برای سلامتی انسان بی زیان هستند. هر چند که حدود ۱/۴ درصد از خروجی های آگروز از مواد مضر برای سلامتی انسان تشکیل شده اند. جدا از سه ترکیب خروجی از موتور ذکر شده در بالا، ذرات معلق (PM)، هیدروکربن های فرار (VOCs)، اکسیدهای نیتروژن (NOx)، مونوکسید کربن (CO) و دیگر آلاینده های سمی هوا، از احتراق سوخت منتشر می شوند. هیدروکربن های فرار و اکسیدهای نیتروژن مواد تشکیل دهنده آلاینده ثانویه اوزن تروپوسفری هستند. شرایط جوی زودگذر و ویژگی های جغرافیایی محلی بر اثر این آلاینده های هوا تاثیر گذار هستند. تشکیل اوزن در تروپوسفر در آب و هوای گرم خیلی راحت تر صورت می گیرد همچنین آلاینده های سمی در شرایط جوی گرم خیلی آشکارتر هستند. این آلاینده ها هم از طریق آگروز خودروها و هم از راه تخیل از مخزن سوخت و همچنین در اثر جابجایی سوخت وارد هوا می شوند زیرا اتانول دارای فراریت بالایی است و به طور معمول انتشار تبخیری ترکیبات هیدروکربنی گازی را افزایش می دهد. در مقابل مونوکسید کربن در آب و هوای سرد و در ارتفاعات مشکلی بزرگتری است. به منظور ارزیابی تاثیر زیست محیطی جانشین کردن اتانول بجای بنزین، هر دو سوخت می بایستی میزان انتشار آلاینده هایشان مقایسه شود. به همین منظور یک مقایسه مفصل بین انتشار آلاینده های ناشی از سوختن اتانول و بنزین بعمل آمده است. ترکیبات خطرناک منتشره از آگروز موتورهای اتانول سوز، بطور کلی در مقایسه با موتورهای بنزین سوز کمتر می باشد بنابراین اتانول می تواند از میزان آلاینده های منتشره از خودروها که میزان آلودگی هوا بویژه در مناطق شهری را تشدید می کند، بکاهد. در این میان بیشترین سود استفاده از اتانول پتانسیل بالای کاهش گازهای خروجی مونوکسید کربن از آگروز خودروها می باشد استفاده از E10 گزارش شده است که به میزان ۲۵ درصد یا بیشتر، در میزان مونوکسید کربن منتشره از آگروز خودرو بدلیل افزایش اکسیژن موجود در ساختار اتانول کاهش یافته می دهد. اتانول تقریباً ۳۵ درصد محتوی اکسیژن می باشد که باعث احتراق کاملتر سوخت می شود. بنابراین در بعضی از کشورها از اتانول به عنوان اکسیژن دهنده به بنزین استفاده می شود و رشد جایگزین کردن اتانول بجای MTBE (متیل ترشیاری بوتیل اتر) که سابقاً در کشورهای پیشرفته جهان بعنوان اکسیژن دهنده به بنزین بکار می رفت و بخاطر پتانسیل بالای آن در آلوده کنندگی آبهای زیرزمینی و مشکلات بسیار دیگر استفاده از آن ممنوع شد، رو به فزونی است. از طرف دیگر، سوخت های مخلوط اتانول - بنزین به میزان بیشتری هیدروکربن های تخیلی (HC) و هیدروکربن های فرار (VOCs) در مقایسه با بنزین منتشر می کنند. وقتی اتانول به بنزین اضافه می شود هیدروکربن های فرار تخیلی بعلت فشار بخار بالاتر افزایش می یابند. بطور کلی اضافه کردن درصدهای بسیار اندک اتانول بیشترین میزان فراریت را به همراه دارد. اضافه کردن درصدهای بالاتر اتانول موجب افزایش بیشتر فراریت نمی شود (در حقیقت به میزان اندکی کاهش دارد) بطوریکه مخلوط ۲ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد و بیشتر اتانول تاثیرات مشابه هم دارند. عموماً تاثیرات اتانول روی اکسیدهای نیتروژن (NOx) کم هستند و بسته به شرایط هم می تواند موجب کاهش و هم موجب افزایش آن شود. اکسیدهای نیتروژن منتشره از احتراق مخلوط های اتانول، از ۱۰ درصد کاهش تا ۵ درصد افزایش در مقایسه با احتراق بنزین متفاوت است. هنگامی که اتانول با بنزین مخلوط می شود، انتشار اکثر آلاینده های سمی کم می شود. این کاهش به این علت می باشد که اتانول با جانشینی مقداری از بنزین که آلاینده سمی منتشر می کرد، باعث رقیق شدن آن می شود. برای مثل هنگامی که اتانول به بنزین اضافه می شود انتشارات سمی

بنزن، بوتادین-۱،۳، تولن، زایلین کاهش می یابد. بنزن یک ماده سرطانزا است که با اولفین ها و آروماتیک ها که از احتراق بنزین منتشر می شوند، مواد اولیه تولید اوزن تروپوسفری محسوب می شوند. مطالعات نشان می دهند که تأثیرات درصد زیاد اتانول مخلوط با بنزین با درصدهای کم اتانول مخلوط با بنزین مشابه هستند. آلایندگی های سمی بنزن، بوتادین-۱،۳، تولن، زایلین از احتراق بنزین منتشر می شوند که از آلایندگی های منتشره از احتراق اتانول خطرناک تر هستند. طی احتراق سوخت اتانول به شرطی که به صورت ناقص صورت گیرد، آلایندگی های سمی منتشره استالدئید، فرمالدئید و PAN به اندازه آلایندگی های منتشره از سوختن بنزین بدون سرب، منتشر می شوند. استالدئید بیشترین انتشار را دارد اما در مقایسه با فرمالدئید کمتر واکنش پذیر و سمی است. PAN سوزش آور و محرک چشم است و برای گیاهان خطرناک می باشد. با اینحال تأثیرات استالدئید و PAN در مقایسه با دیگر آلایندگی ها کم هستند و می توان به کمک تبدیل کننده کاتالپستی آنها را حذف نمود. در ادامه به مقایسه تک تک آلایندگی های منتشره از اتانول و بنزین پرداخته می شود.

۱ - کاهش انتشار  $CO_2$ : در صورتی که E100 بعنوان سوخت استفاده شود، تا میزان ۹۰ درصد کاهش در میزان انتشار  $CO_2$  از اگزوز اتومبیل حاصل می شود و اگر چنانچه E10 بکار رود، حدود ۲۰-۳۰ درصد کاهش  $CO_2$  انتشاری را خواهیم داشت.  $CO_2$  حاصل از سوختن بنزین و یا هر سوخت فسیلی دیگر وارد اتمسفر می شود و سبب تشدید پدیده گلخانه ای می شود. درحالی که  $CO_2$  حاصل از سوخت اتانول و تولیدشده در فرآیند تخمیر در کارخانه، توسط گیاهان کاشته شده جهت تولید اتانول جذب خواهد شد و این مزیت بزرگ جهت استفاده اتانول به عنوان سوخت است که حتی در سوخت های تمیزی مانند گاز طبیعی نیز یافت نمی شود، رجوع شود به شکل ۳.



شکل ۳ - چرخه تولید اتانول

- ۲ - کاهش انتشار  $CO$  و  $CH$ : با استفاده از E10، بدلیل افزایش اکسیژن سوخت و در نتیجه کارایی احتراق، سطوح منوکسید کربن انتشاری از اگزوز تا حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد کاهش می یابد سوخت های E5 و E7 و E10 نشان داده اند میزان  $CH$  را ۷-۲ درصد کاهش می دهند.
- ۳ - کاهش صدمه به لایه اوزن: سوخت های حاوی اتانول نسبت به سایر سوخت ها صدمه کمتری به اوزن وارد می کنند.
- ۴ - کاهش انتشار ذرات معلق ( $PM_{10}$ ): ذرات معلق با قطری کمتر از ۱۰ میلی متر هستند که در کیسه های هوایی شش انسان تجمع پیدا می کنند و سبب صدمه زدن به سیستم تنفس و سرطان می شوند. در سوخت های حاوی اتانول انتشار ذرات معلق در حدود ۱۰ درصد کاهش می یابد.
- ۵ - اکسیدهای سولفور ( $SO_x$ ): اگر اتانول به عنوان سوخت به صورت خالص (E100) بکار رود هیچ گونه سولفوری ندارد، در نتیجه اسیدی نداریم و در سوخت های حاوی اتانول نیز  $SO_x$  کمتری تولید می شود.
- ۶ - اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ ): این عامل در سوخت E10 افزایش می یابد، البته با افزایش میزان اتانول در بنزین کاهش می یابد و با تنظیم موتور و درجه حرارت احتراق  $NO_x$  می توان آن را در حد مطلوبی نگه داشت. تحقیقاتی که بعد از استفاده بلند مدت از سوخت E100 در بسیاری از اتوبوس ها در سوئد انجام شد، نشان داد اکسیدهای نیتروژن و دیگر آلایندگی ها به میزان ۵۰ درصد کاهش یافتند.
- ۷ - کاهش مه دود فتوشیمیایی (smog): بدنبال وقوع یک واکنش فتوشیمیایی در اثر تابش نور خورشید، از منوکسید کربن ( $CO$ )، اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ ) و هیدروکربن های فرار (VOCs) اوزن در لایه تروپوسفر تشکیل می شود که جزء اصلی smog می باشد. البته به دلیل فرار بالاتر اتانول نسبت به بنزین، تولید VOCs اندکی بالا می رود و از طرفی بدلیل پائین تر بودن دمای احتراق اتانول تولید  $NO_x$  نیز بطور جزئی کاهش می یابد. اما برآیند نهایی افزودن اتانول به بنزین، کاهش قابل توجه در تشکیل smog است. مهمترین مشکلات ناشی از smog، اثرات آن بر سلامتی

انسان است که بویژه بصورت عوارض خطرناک تنفسی و قلبی-عروقی رخ می دهد. برای مثال در آمریکا بر طبق برآورد بعمل آمده، smog مسئول ۱۰ تا ۲۰ درصد و حتی تا ۵۰ درصد (در روزهای آلوده) از موارد بستری شدن در بیمارستان بدلیل مشکلات تنفسی است.

۸- آروماتیک ها : اتانول محتوی هیچ گونه آروماتیک نیست درحالی که بنزین های بدون سرب ۴۵ درصد آروماتیک دارند.

۹- آلدئیدها: میزان استالندید در سوخت های حاوی اتانول افزایش می یابد که می توان با استفاده از تبدیل کننده کاتالیستی آن را حذف کرد. البته استفاده از اتانول مزایای دیگری به جز مزایای زیست محیطی هم دارد از جمله:

الف) افزایش عدد اکتان که پیشتر در این مقاله به آن اشاره شد.

ب) کاهش ضربه زدن (knocking) در موتور

ج) ایمنی الکل : اتانول از بنزین ایمن تر است و دیرتر آتش می گیرد و در برابر شعله آتش به آسانی می سوزد و دود کمتری در مقایسه با بنزین تولید می کند.

د) اتانول اندکی در دمای پایین تری در مقایسه با بنزین بدون سرب، می سوزد که باعث افزایش طول عمر موتور می شود.

**MTBE** (متیل ترشیاری بوتیل اتر) : یک اکسیژنه کننده بنزین با مضرات گسترده زیست محیطی

دو گروه اصلی ترکیبات شیمیایی برای اکسیژنه کردن بنزین به آن اضافه می شوند که عبارتند از اترها و الکل ها. از میان اترهای دارای اکسیژن، MTBE (متیل ترشیاری بوتیل اتر) با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برتر و قیمت ارزتر آن بیشترین میزان استفاده بین تمامی اکسیژنه کننده های بنزین را در آمریکا به خود اختصاص داده بود بطوریکه در سال ۱۹۹۸ حدود ۱۱ میلیارد لیتر MTBE در ترکیب بنزین اکسیژنه مورد استفاده قرار گرفت. بطور استاندارد ۱۵-۱۰ درصد MTBE در اختلاط با بنزین برای تولید بنزین اکسیژنه و اصلاح شده بکار می رود. در مطالعات اخیر بعمل آمده، MTBE بعنوان یک سرطانزای بالقوه و خطرناک در مطالعات حیوانی به اثبات رسیده است. از طرف دیگر، بدلیل قابلیت پخش بالای آن در منابع آب زیرزمینی و روزمینی و پایداری نسبتاً بالای این ترکیب در آب (نیمه عمر تا دو هفته)، طعم بسیار تند و زننده آن که حتی در مقادیر ppb هم محسوس می باشد، موجب غیر قابل استفاده شدن منابع آب شرب می گردد. در آمریکا از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱ میلادی دو سیستم تامین کننده نیاز آب شرب شهری به خاطر آلودگی MTBE برای این منظور غیرقابل استفاده شدند. در ایالت سانتامونیکای آمریکا حداقل ۵۰ درصد از کل آب شهری که از منابع زیرزمینی تامین می شد، برای شرب غیرقابل استفاده گردید به طوری که ۳/۵ میلیون دلار برای جایگزین کردن تامین آب شرب منطقه هزینه شد. بدنبال بررسیهای گسترده ای که در مورد آلودگی منابع آب و هوا با MTBE و زیانهای بالقوه فردی و اجتماعی آن صورت گرفت، از بهار سال ۲۰۰۶ استفاده از MTBE به عنوان ماده افزودنی به بنزین در آمریکا ممنوع شد. MTBE در حین تولید، انتقال، توزیع و نیز تبخیر در حین کاربرد به اتمسفر وارد می شود و به سرعت از طریق استنشاق وارد جریان خون می شود و علائمی نظیر بوی قابل تشخیص، سردرد، تهوع، احساس سوزش در بینی یا دهان، سرفه، گیجی، عدم تعادل و سوزش چشم را می تواند ایجاد نماید. علائم عصبی شامل افسردگی، سردرد، سردرگمی در فضا و عدم تعادل می باشند. MTBE در خرگوشها و موشها تولید سرطان می کند و محصولات تجزیه آن در بدن انسان نظیر TBA و فرمالدئید، در انسان نیز اثر سرطانزایی نشان داده اند. علاوه بر انسان، MTBE بطور مشخص برای آبزیان سمی می باشد. منابع ورود MTBE به آبهای زیر زمینی شامل نشت از تانکرهای سوخت در زیر زمین، ذخایر سوخت در سطح زمین و خطوط لوله، ریزش سطحی ناشی از سوانح اتومبیلها یا تانکرهای حاوی بنزین، نشت ناشی از خودروهای پارک شده و پمپ بنزین ها و نیز بارش های جوی می باشد. بواسطه نفوذ MTBE در منابع عرضه آب آشامیدنی، EPA در سال ۱۹۹۹ گردهمایی با عنوان Blue Ribbon Panel Oxygenates in Gasoline تشکیل داد که در آن تصمیم جدی برای کاهش تدریجی مصرف MTBE در دنیا اتخاذ گردید.

#### مزایای استفاده از اتانول به عنوان جایگزین MTBE

همانطور که پیشتر نیز اشاره شد بدون هیچ گونه تغییری در سیستم موتور اتومبیل، می توان از E10 استفاده کرد و همینطور اینکه بیشترین مصرف اتانول مخلوط با بنزین در جهان به صورت E10 می باشد و با توجه به مقایسه ای که در زیر بعمل آمده است، می توان نتیجه گرفت که از اتانول به عنوان جایگزین مناسب MTBE می توان استفاده نمود.

- ۱- اتانول بر خلاف MTBE جزو سوختهای ( منابع انرژی ) تجدید پذیر است.
- ۲- اتانول بر خلاف MTBE به سرعت در محیط زیست به مواد بی ضرری چون آب و گاز کربنیک تجزیه می شود.
- ۳- اتانول بر خلاف MTBE هیچگونه آلایندهی زیست محیطی ایجاد نمی کند و هیچ زبانی برای سلامتی انسان ندارد.
- ۴- اتانول مانند MTBE یک ماده اکسیژنه کننده می باشد با این تفاوت که اتانول معادل ۳۵٪ وزنش یعنی دو برابر MTBE اکسیژن دارد.
- ۵- اتانول مانند MTBE به خاطر ویژگیهای یاد شده، باعث کاهش تولید گازهای آلاینده و ورود آنها به هوا از طریق اگزوز اتومبیلها می شود و از این طریق به کاهش اثرات گلخانه ای نیز کمک می کند. این درحالی است که برخلاف MTBE بر اثر ورود به جو (در صورت احتراق کامل) هیچگونه آلودگی ایجاد نمی کند.
- ۶- اتانول برخلاف MTBE بر اثر تماس انسان هیچگونه مشکلی از نظر سلامتی ایجاد نمی کند.

۷- اتانول به تنهایی یک سوخت کاملاً تمیز و پاک به شمار می رود و در نتیجه کلیه آلاینده‌های بنزین را نیز به نسبت درصدی که با آن مخلوط شده است کاهش می دهد( افزایش مصرف اتانول در بنزین مصرفی کشورهای صنعتی به عنوان یکی از روشهای انجام تعهدات این کشورها به معاهده کیوتو در مورد کاهش گازهای تاثیرگذار بر لایه اوزون موجود در لایه استراتوسفر مطرح است ).

۸- موتورهایی که بنزین اتانول دار E10 استفاده می کنند از موتورهای مشابه در شرایط کارکرد مشابه کمتر دود می کنند.

۹- اتانول در دمایی پایین تر از بنزین می سوزد و به همین دلیل در موتورهای پر قدرت ماشینهای مسابقه ای به طور گسترده استفاده می شود.

۱۰- اتانول از رسوبات در موتور تا حد زیادی جلوگیری می کند و علاوه بر این به عنوان ضد یخ مسیر عبور بنزین در اتومبیل هم عمل می کند.

۱۱- در صورت نشت بنزین به محیط زیست (از جمله به زمین ریختن در پمپ بنزینها) اتانول بی ضررترین بخش تشکیل دهنده بنزین برای محیط را تشکیل می دهد.

۱۲- مردم و بویژه کارکنان پمپ بنزینهای در معرض بنزین اتانول دار در مقایسه با بنزین MTBE دار به مراتب در معرض خطر کمتری قرار دارند. آزمایش های انجام شده نشان می دهد که افزودن MTBE به بنزین به نسبت درصد های جدول ۱، دارای اثرهای مختلف است. از سوی دیگر افزایش ۵ تا ۱۰ درصدی اتانول به بنزین بدون سرب دارای اثرهای مشخصی است که در جدول ۲ به آن اشاره شده است.

با توجه به این جدول ها شاید بتوان محصول نهایی حاصل از استفاده ۱۵ درصد MTBE و ۱۰ درصد اتانول را که محصول نهایی را به عدد اکتان تقریباً ۹۰ می رساند( یا بعارتی دیگر از نظر اکتان افزایشی هر واحد حجمی اتانول سوختی جایگزین ۱/۵ واحد MTBE می گردد)، از لحاظ هزینه ای مقایسه کرد. با توجه به اثرهای نامطلوب استفاده بلند مدت از MTBE و مزایای تولید داخلی اتانول و آثار مثبت زیست محیطی آن، به نظر می رسد با افزایش تولید، قیمت تمام شده اتانول نیز کاهش یابد.

جدول ۱- اثرات متفاوت ترکیبات بنزین با MTBE

میزان افزایش عدد اکتان	اکتان حاصل	درصد حجمی MTBE افزوده شده	عدد اکتان بنزین پایه
۱/۶	۸۵/۹	۳	۸۴/۳
۲	۸۶/۳	۵	۸۴/۳
۳/۹	۸۸/۴	۱۰	۸۴/۳
۵/۹	۹۰/۲	۱۵	۸۴/۳

جدول ۲- اثر بخشی استفاده از اتانول

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

#### نتیجه گیری

می توان با حفظ مزایای MTBE و حذف معایب آن از اتانول به عنوان ماده اکسیژنه استفاده کرد. می توان از E10 که نیازی به تغییر در سیستم موتور خودروها ندارد در خودروهای شخصی مورد استفاده قرار گیرد. می توان مانند کاری که کشور سوئد نزدیک به ۳۰ سال پیش انجام داد، با اصلاح موتور اتوبوس های درون شهری، از E100 بجای گازوئیل استفاده کرد. حتی می توان با طراحی موتورهایی که با درصدهای بیشتر اتانول کار می کنند(FFV) به دست متخصصین توانمند کشور، از درصدهای بالاتر اتانول استفاده کرد که مجموع این اقدامات به میزان قابل توجهی از مقدار آلاینده هایی که در حال حاضر در کلان شهرها بویژه تهران، بعلت ترافیک و ازدحام اتومبیل ها در خیابان ها و مرکز شهر از آگروز اتومبیل ها به هوا منتشر می شود و سلامت شهروندان را بخطر می اندازد، کاسته شود.

قدردانی

بر خود لازم می دانم از جناب آقای مهندس پیروز پروین به جهت کمک های بی دریغشان سپاسگذاری کنم.

مراجع

1. Rutz, D and Janssen, R. (2007) *Biofuel Technology Handbook*. WIP Renewable Energies, GERMANY.
2. Technical Brochure No.62. (1997) *Ethanol-powered Buses Reduce Vehicle Emissions in Stockholm*. CADDET Center for Renewable Energy ETSU, UNITED KINGDOM.
  ۳. انجمن صنفی تولید کنندگان اتانول. (۱۳۸۶) *بیواتانول سوخت آینده*
  ۴. سعید آزاده. (۱۳۸۴) *اتانول، سوخت پاک*.
  ۵. انجمن صنفی تولید کنندگان اتانول. (۱۳۸۶) *پیشنهاد عرضه اتانول سوختی برای اتومبیل های بنزینی در ایران*.
  ۶. محمد کوشافر. (۱۳۸۴) *اثرات MTBE در آلودگی منابع آب*.
7. Natural Resources Canada, Office of Energy Efficiency. *Environmental benefits*.  
<http://www.oee.nrcan.gc.ca/transportation/fuels/ethanol/benefits.cfm?attr=8>
8. Official website of the Philippine Department of Energy. *Alternative Fuels*.  
<http://www.doe.gov.ph/AF/Bioethanol.htm>