7th National Energy Congress December 22, 23 - 2009
هفتمین همایش ملی انرژی ۱ و ۲ دی ماه ۱۳۸۸
B09101

بررسی تأثیر سوخت گیاهی بیواتانول بر چند ویژگی مهم سوختی بنزین

برات قبادیان- هادی رحیمی- امید شاکری و امید جلالی
دانشیار دانشگاه تربیت مدرس – کارشناس ارشد مکانیک شرکت مگاموتور – مدیر اداره پژوهش شرکت بهینه سازی مصرف سوخت- کارشناس اداره پژوهش شرکت بهینه سازی مصرف سوخت.
Bghobadian2004@yahoo.com- hadi967@yahoo.com

واژه‌های کلیدی: بیواتانول، بنزین- فشار بخار- نمودار تقطیر- سوخت جایگزین- شاخص قفل بخار- شاخص چابکی

چکیده

بیواتانول که یک سوخت گیاهی می‌باشد در کشورهای دنیا به عنوان یک افزودنی مناسب جهت بهبود خواص بهسوزی بنزین و کاهش آلاینده‌های خروجی موتور به کار گرفته می‌شود. در ایران به این سوخت کمتر توجه شده است ولی با توجه به برنامه سایر کشورهای دنیا به نظر می‌رسد که کشور ایران نیز به زودی ناچار به استفاده از این سوخت حداقل به عنوان یک افزودنی می‌باشد. ویژگی‌های سوخت تأثیر بسیار مهمی بر عملکرد آن دارد. خواص سوخت تعیین می‌نماید که سوخت قابلیت استفاده در چه خودرو یا موتوری را دارد. از این رو سوخت‌ها بر اساس نوع موتورها دارای ویژگی‌های متنوعی هستند. وقتی سوختی مانند اتانول به بنزین اضافه می‌شود، رفتار ترمودینامیک منحصر به فردی ایجاد می‌نماید. از همکنش الکترواستاتیک گونه‌های شیمیایی در محلول‌های بنزین با اترها و الکل‌ها رفتار جالبی به وجود می‌آید که ممکن است در محلول‌ها گونه‌های جدیدی به وجود آیند که ر نتیجه نقش بسیار مهمی در واکنش با مواد ایفا نمایند. این گونه تأثیرات منجر به تغییرات خواص نهایی سوخت می‌گردد که حائز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق تأثیر بیواتانول به عنوان یک افزودنی جایگزین متیل ترشیاری بوتیل اتر و یک سوخت جایگزین بر خواص بنزین مورد بررسی قرار گرفته است. بیواتانول که یک الکل با منبع گیاهی است، دارای خواص متفاوتی نسبت به بنزین است و افزودن این ماده به بنزین منجر به تغییراتی در خواص سوخت نهایی می‌شود. در این تحقیق به بررسی خواص بنزین حاوی، ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰٪ اتانول پرداخته شده است. بنزین پایه بدون فرآورده متیل ترشیاری بوتیل اتر محصول تولیدی پالایشگاه تهران بوده است. نتایج تحقیق نشان داده است که اتانول می‌تواند تأثیر زیادی بر افزایش عدد اکتان، بالا رفتن فشار بخار سوخت و تغییر در نمودار تقطیر سوخت بگذارد. شاخص چابکی و شاخص قفل بخار، نسبت هوا به سوخت این سوخت‌ها که اهمیت بسزایی در روشن شدن موتور، گرم شدن موتور در هوای سرد و گرم و عملکرد موتور دارد نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه

ویژگی‌های سوخت تأثیر بسیار مهمی بر عملکرد آن دارد. خواص سوخت تعیین می‌نماید که سوخت قابلیت استفاده در چه خودرو یا موتوری را دارد. از این رو سوخت‌ها بر اساس نوع موتورها دارای ویژگی‌های متنوعی هستند. با پیشرفت تکنولوژی و ارائه محصولات با کیفیت بالاتر، سازمان‌های جهانی به منظور رسیدن به کاهش مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی قانون‌های محکمی تدوین نموده که منجر به تدوین استانداردهای متنوع سوخت شده است. ویژگی‌های سوخت که در شرکت‌های تولید کننده سوخت مورد بررسی قرار می‌گیرند بسیار متنوع بوده و دهها ویژگی سوخت مورد بررسی قرار می‌گیرد. استانداردهای جهانی نیز وضع شده و هر ساله نیز استانداردهای جدیدتر و جدی‌تری تدوین می‌شود. بنزین به عنوان یک سوخت باید دارای ویژگی‌های مناسب باشد و به همین دلیل در مجموعه استانداردهای تدوین شده ویژگی‌های بسیار زیادی نیز مد نظر قرار می‌گیرند. وقتی اتانول و دیگر الکل‌ها به بنزین اضافه می‌گردد، تعدادی از ویژگی‌های بسیار مهم سوخت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

برای آشکار نمودن اهمیت کنترل ویژگی‌های سوخت، به طور نمونه به فشار بخار سوخت که در واقع یکی از ویژگی‌های فراریت سوخت است اشاره می‌شود. در کشور آمریکا محدوده مجاز این ویژگی سوخت در ایالت‌های مختلف در فصل‌های مختلف سال متفاوت می‌باشد. در صورت افزودن اتانول به بنزین، در بعضی از ایالت‌ها اجازه داده می‌شود که فشار بخار سوخت مخلوط تا یک واحد بالاتر از بنزین خالص در نظر گرفته شود [۱].

اگر به سابقه تغییرات در محدوده فشار بخار بنزین در سال‌های مختلف در آمریکا توجه شود ملاحظه می‌گردد که محدوده فشار بخار با تغییرات جدی مواجه بوده است. در آمریکا EPA برنامه جامعی جهت استاندارد سازی سوخت داشته است [۲]. کشور آمریکا یکی از کشورهایی است که استاندارد سازی سوخت را بسیار مورد اهمیت قرار داده است و در این خصوص جامع‌ترین استانداردها و روش‌های آزمون را ارائه نموده است. برای نمونه انجمن آزمون و مواد آمریکا ASTM محدوده مشخصات و روش آزمون ویژگی‌های بنزین را معرفی و مشخص نموده است. از جمله این استاندارها می‌توان به ASTM D4814 اشاره کرد. اتحادیه اروپا نیز از این نظر جدی بوده و استاندارد EN228 دال بر این گفته است [۳ و ۴].

در سال‌های گذشته با معرفی سوخت‌های گیاهی و جایگزین و از طرف دیگر افزایش قیمت جهانی محصولاتی نفتی، تنوع سوخت‌ها بسیار زیاد شد که تولید کنندگان خودرو و سوخت را به تدوین توافق نامه یکسان سازی سوخت در جهان تشویق نمود. در سال ۱۹۹۸ یک مجموعه جدید به نام Worldwide Fuel Charter (WWFC) متشکل از انجمن تولید کنندگان خودرو اروپا، اتحادیه تولید کنندگان خودرو، انجمن تولید کنندگان موتور و انجمن خودروسازان ژاپنی تأسیس شد. هدف این چارتر رسیدن به یکسان سازی کیفیت سوخت در جهان بود که به منظور رسیدن به عملکرد مناسب توسط تولید کنندگان موتور و خودرو بنا شده بود. در واقع هدف به ارائه دستورالعمل‌هایی برای تولید سوخت در جهان با استانداردهای مشخص بود که سازندگان موتور و خودرو به راحتی بتوانند محصولات خود را مناسب سوخت‌های طبقه بندی شده، ارائه نمایند. WWFC در سال ۲۰۰۶ چهارمین سری از گزارش‌های خود را ارائه نموده است که طبق آن بنزین به چهار طبقه عمده دسته بندی می‌شد [۵].

به منظور درک دلایل تأثیر اتانول بر خواص بنزین ابتدا بهتر است به نتایج ارائه شده توسط پژوهشگران در سایر نقاط دنیا اشاره شود و مفاهیمی در این خصوص شرح داده شوند.

ترمودینامیک مخلوط‌های اتانول بنزین

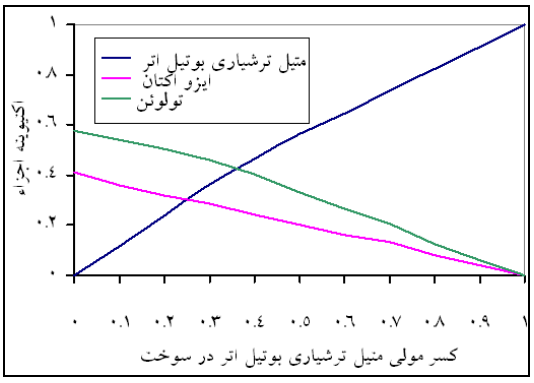
وقتی سوختی مانند اتانول به بنزین اضافه می‌شود، رفتار ترمودینامیک منحصر به فردی ایجاد می‌نماید. از همکنش الکترواستاتیک گونه‌های شیمیایی در محلول‌های بنزین با اترها و الکل‌ها رفتار جالبی به وجود می‌آید که ممکن است در محلول‌ها گونه‌های جدیدی به وجود آیند که در نتیجه

نقش بسیار مهمی در واکنش با مواد ایفا نمایند. این گونه تأثیرات منجر به تغییرات خواص نهایی سوخت می‌گردد که حائز اهمیت می‌باشد. از این نظر محلول به دو نوع تقسیم بندی می‌شود که شامل محلول ایده‌ال و محلول غیر ایده‌آل می‌باشد [۶].

در یک محلول ایده‌آل، آنتالپی اختلاط ترکیبات صفر است. در یک محلول ایده‌آل اکتیویته هر گونه، مساوی با کسر مولی آن در محلول است. ضریب اکتیویته به اکتیویته هر جزء تقسیم بر کسر مولی آن گفته می‌شود که برابر یک می‌شود. در محلول‌های ایده‌آل، اغلب قوانین مخلوط خطی جهت تعیین خواص محلول مانند قانون فشار بخار رائول (Rault's law) به کار برده می‌شود [۶].

شکل ۱ رفتار ایده‌آل را نشان می‌دهد. اکتیویته متیل ترشیاری بوتیل اتر MTBE، تولوئن و ایزواکتان در یک سوخت استاندارد حاوی غلظت‌های مختلفی از MTBE تقریباً مساوی با کسر مولی آن‌ها در محلول است [۶].

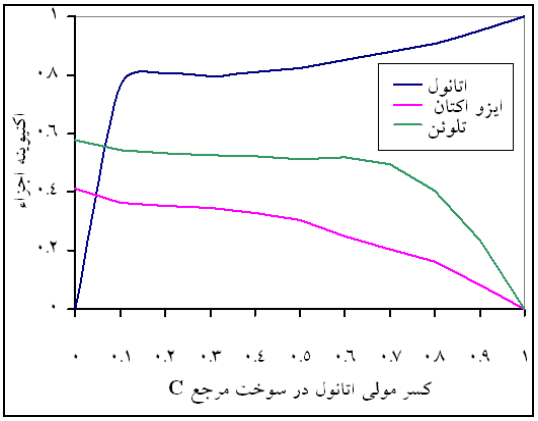
معمولاً بنزین که شامل مخلوطی از آلیفاتیک‌ها، الفین‌ها و آروماتیک‌ها است، یک محلول ایده‌آل فرض می‌شود. افزودن هیدروکربن‌های اکسیژنه مانند اترها تغییرات چندانی بر رفتار ایده‌آل بنزین ندارند. علت آن این است که اترها مانند باز لویس عمل می‌کنند. به هر صورت اترها دارای واکنش شیمیایی زیادی که منجر به عدم صحت فرض محلول ایده‌آل گردد ندارند. ضریب اکتیویته همه اجزا تقریباً برابر با یک است[۶].



شکل ۱: اکتیویته MTBE، تولوئن و ایزواکتان به صورت رابطه‌ای از غلظت اتر در سوخت مرجع C.

زمانی که بین اجزای محلول برهمکنش قطبی وجود دارد، هر گونه انحراف مثبت و منفی از رفتار محلول ایده‌آل امکان پذیر است. سوخت‌های دارای ترکیبات الکلی در جاهایی که ضریب اکتیویته خیلی بزرگ‌تر از یک است انحراف مثبت نشان می‌دهند. این انحراف نتیجه‌ای مستقیم از اثر متقابل مولکول‌های الکل بر هم می‌باشد [۶].

شکل ۲ رفتار این محلول غیر ایده‌آل را نشان می‌دهد. اکتیویته اتانول، تولوئن و ایزواکتان همگی به صورت قابل ملاحظه‌ای بزرگتر از کسر مولی آن‌ها در محلول است. از آنجا که فشار بخار کل، مجموع فشار بخارهای اجزا ضربدر اکتیویته اجزا است، فشار بخار یک مخلوط الکل و بنزین بیشتر از فشار بخار هر کدام به صورت خالص است [۶].



شکل ۲: اکتیویته اتانول، تولوئن و ایزواکتان به صورت رابطه‌ای از میزان الکل در سوخت مرجع C.

رفتار متفاوت اتانول نسبت به موادی که شرایط محلول ایده‌آل را دارند، منجر به بروز تفاوت‌هایی در خواص بنزین می‌شود [۶]. اگرچه در کشورهای دنیا مطالعات وسیعی در خصوص رفتار مخلوط‌های بنزین- اتانول به انجام رسیده است ولی در ایران کمتر به این مورد پرداخته شده است و مقاله حاضر در این خصوص می‌باشد.

یکی از خواص مهم بنزین که نقش مهمی در عملکرد سوخت دارد، فراریت سوخت است. توانایی یک سوخت در برابر تبخیر شدن و تغییر آن سوخت از حالت مایع به بخار به ویژی فراریت سوخت بر می‌گردد. بنزین و دیگر سوخت‌های

مایع مانند الکل‌ها در موتورهای گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند که شرایط عملکردی آن‌ها نیز بسیار متنوع است. این موتورها و خودروها در شرایط متنوع آب و هوایی نیز کار می‌کنند که در نقاط مختلف از نظر دما و فشار محیط نیز شرایط کاری آن‌ها بسیار متغییر می‌باشد. بنابراین ویژگی‌های فراریت سوخت موتور اشتعال جرقه‌ای از اولین و مهمترین ویژگی‌های آن محسوب می‌گردد. چند پارامتر سوخت نشان دهنده فراریت سوخت می‌باشد. این پارامترهای شامل فشار بخار، نمودار تقطیر، نسبت بخار به مایع و شاخص قفل بخار می‌باشد [۷ ، ۸ و ۹].

سوخت‌هایی که به راحتی تبخیر نمی‌شوند ممکن است روشن شدن موتور در هوای سرد را با مشکل مواجه نمایند. موتور و خودرو با سوخت‌هایی که به راحتی تبخیر نمی‌شوند، دارای چابکی کافی نبوده و با شتاب مناسب گرم نمی‌شوند. بر علکس سوخت‌هایی که بیش از حد تبخیر می‌شوند، در دماهای بالا منجر به مشکلاتی خواهند شد. این سوخت‌ها به دلیل تبخیر شدن زیاد باعث می‌شوند که مخلوط غنی شده و گاهی مواقع نیز در لوله‌های سوخت بخارهای سوخت تشکیل شده که از حرکت سوخت به سمت موتور جلوگیری می‌شود. در واقع تبخیر بیش از حد منجر به ایجاد قفل گازی یا قفل بخار می‌گردد. با تغییر ویژگی‌های فراریت سوخت در فصول مختلف سال و مناطق آب و هوایی مختلف می‌توان از این مشکلات جلوگیری نموده و روشن شدن و کارآیی موتور را نیز بهبود بخشید. بنابراین استاندارد بودن سوخت از نظر تمایل به تبخیر از اهمیت خاصی بر خوردار است [۸].

در این مقاله به نقش اتانول در تغییر برخی از خواص مهم بنزین پالایشگاه تهران پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی خواص سوخت نمونه بنزین بدون فرآورده متیل ترشیاری بوتیل اتر از پالایشگاه تهران تهیه گردید و به این بنزین مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰٪ حجمی اتانول افزوده شد.

بررسی خواص تقطیر مخلوط‌های بنزین- اتانول از اهمیت بالایی برخوردار است و در این پژوهش نیز به انجام رسیده است. روش آزمون خواص تقطیر اکنون در دنیا استاندارد شده و می‌توان به یکی از روش‌های معمول آن که آزمون تقطیر مطابق با استاندارد انجمن مواد و آزمون آمریکا است اشاره نمود. طبق این استاندارد روش ASTM D86 به منظور تعیین فراریت سوخت بر مبنای نقاط جوش هیدروکربن‌های موجود در بنزین به کار گرفته می‌شود. هیدروکربن‌های با فراریت بالاتر در دمای پایین‌تری تبخیر می‌شوند و مواد با فراریت کمتر در دماهای بالاتری تبخیر می‌شوند. در صورتی که نمودار دمای تقطیر سوخت نسبت به میزان مواد تقیطر شده، ترسیم گردد، به نمودار حاصل نمودار تقطیر گفته می‌شود

فشار بخار سوخت یکی دیگر از خواص مورد بررسی بود. یکی از روش‌های معمول اندازه گیری فشار بخار سوخت (RVP) روش مورد استفاده در استاندارد ASTM D323 انجمن مواد و آزمون آمریکا است. طبق این استاندارد فشار بخار سوخت یکی از ویژگی‌های فیزیکی سوخت است. در این روش استاندارد، فشار بخار سوخت در دمای ۳۷/۸ ^{o}C اندازه گیری می‌شود. در استاندارد انجمن آمون و مواد آمریکا این ویژگی سوخت به عنوان یک ویژگی بحرانی سوخت خودرو مطرح شده است که روشن شدن، گرم شدن و تمایل به قفل بخار سوخت به این ویژگی مربوط می‌شود. این روش آزمون فقط مناسب بنزین‌هایی است که دارای مواد اکسیژنه نباشند و اگر مواد اکسیژنه دارند، نوع آن متیل ترشیاری بوتیل اتر باشد. در صورتی که مواد اکسژنه دیگری نظیر اتانول، متانول و ... مورد استفاده قرار گیرد روش آزمون نیز باید متفاوت باشد. روش آزمون جهت اندازه گیری فشار بخار اینگونه بنزین‌ها مطابق با استاندارد ASTM D 4953 می‌باشد. اندازه گیری فشار بخار سوخت به این صورت است که نمونه‌ای از سوخت درون یک محفظه بسته با دمای ثابت قرار داده می‌شود. سوخت‌های با فراریت بیشتر، سریع‌تر تبخیر می‌شوند و فشار بیشتری درون محفظه ایجاد می‌نمایند. بر

عکس سوخت‌های با فراریت کم، دارای تبخیر کندتری هستند و فشار کمتری ایجاد می‌نمایند [۱۰ و ۱۱].

قفل بخار از دیگر ویژگی‌های مهم مورد بررسی در این پژوهش است. در استاندارد آمریکایی انجمن مواد و آزمون آمریکا روش‌های استانداردی برای اندازه گیری قفل بخار و نسبت بخار به مایع وجود دارد. در گذشته از استاندارد ASTM D 2533 استفاده می‌شد. امروزه استاندارد ASTM D5188 یک روش اندازه گیری ارائه می‌نماید. در این روش دمایی که در آن نسبت بخار به مایع برابر ۲۰ ($T_{V/L}$ = 20) است به عنوان یک ویژگی سوخت محسوب می‌شود. البته در این روش می‌توان نسبت بخار به مایع سوخت را در مقادیر دیگری نیز محاسبه کرد. استاندارد ASTM D5188 برای اندازه گیری مخلوط‌های اتانول – بنزین و مخلوط‌های دیگر بنزین با سوخت‌های اکسیژنه هم مناسب است [۱۲]. استاندارد ASTM D2533 که در گذشته به عنوان روش استاندارد اندازه گیری نسبت هوا به سوخت به کار گرفته می‌شد از سال ۲۰۰۸ ممنوع اعلام شد. در این استاندارد از جیوه در فرآیند آزمون استفاده می‌شد که به دلیل سمی بودن این ماده دیگر این روش آزمون به کاربران توصیه نمی‌شود [۱۳].

اگرچه تمام گستره نقاط منحنی تقطیر از اهمیت بالایی برخوردار است ولی می‌توان گفت که روشن شدن موتور، گرم شدن و ادامه کار موتور به نقاط خاصی از نمودار تقطیر مربوط می‌شود. برای مثال روشن شدن موتور در هوای سرد و ادامه کار موتور را می‌توان با شاخص چابکی نشان داد. شاخص چابکی را که با DI (Drivability Index) نشان می‌دهند از فرمول (۱) محاسبه می‌شود [۳، ۸، ۱۴ و ۱۵]. شاخص چابکی یکی دیگر از ویژگی‌های مورد مطالعه در این پژوهش است.

$$DI = 1.5\,(T10) + 3.0\,(T50) + (T90) \qquad (۱)$$

که در این رابطه:

T10 = دمای ۱۰٪ تقطیر

T50 = دمای ۵۰٪ تقطیر

T90 = دمای ۹۰٪ تقطیر

DI برای انواع مختلف بنزین متفاوت است و باید متناسب با فصل‌های مختلف سال باشد. در آمریکا مقدار نرمال آن بین ۳۷۵ تا ۶۲۵°C است. در کشورهای مختلف نیز ممکن است محدوده این شاخص با هم تفاوت داشته باشد. مقادیر کم این شاخص منجر به روشن شدن آسان موتور در هوای سرد و گرم شدن سریع موتور می‌شود. پس از گرم شدن موتور این شاخص تأثیر چندانی بر عملکرد موتور ندارد [۳، ۸ و ۱۶].

از دیگر ویژگی‌های مورد مطالعه در این تحقیق می‌توان به نسبت هوا به سوخت اشاره کرد. در صورتی که از قانون بقای جرم استفاده شود، در فرآیند احتراق، مواد سوختی با هوا واکنش می‌دهند. به صورت تئوری می توان معادله واکنش را موازنه کرد و میزان هر یک از اجزای واکنش را تعیین نمود. برای این منظور، ترکیبات سوخت و هوا مورد نیاز است. در صورتی که مقدار اکسیژن جهت انجام واکنش کافی باشد، سوخت به صورت کامل می‌تواند اکسید گردد. کربن موجود در سوخت تبدیل به CO_2 و هیدروژن تبدیل به H_2O می‌گردد. البته این نحوه احتراق تئوری بوده و در شرایط عملی رخ نمی‌دهد. این در حالی است که واکنش احتراق بسیار پیچیده‌تر است.

در استانداردهای انجمن آزمون و مواد آمریکا روش استانداردی جهت اندازه گیری میزان اکسیژن در سوخت موجود است. روش‌های قدیمی محاسبه میزان اکسیژن مایعات و مواد جامد به نسبت سخت می‌باشد. استاندارد ASTM E385 انجمن آزمون و مواد آمریکا روش مناسبی جهت اندازه گیری اکسیژن سوخت ارائه می‌نماید [۱۷].

عدد اکتان که از ویژگی‌های بسیار مهم بنزین می‌باشد، قابلیت این سوخت را در برابر خود اشتعالی نشان می‌دهد. هر چقدر که عدد اکتان بنزین بالاتر باشد، کیفیت احتراق بهتری در موتور حاصل می‌گردد. عدد اکتان تحقیقی سوخت مطابق با استاندارد ASTM D2690 اندازه گیری شد.

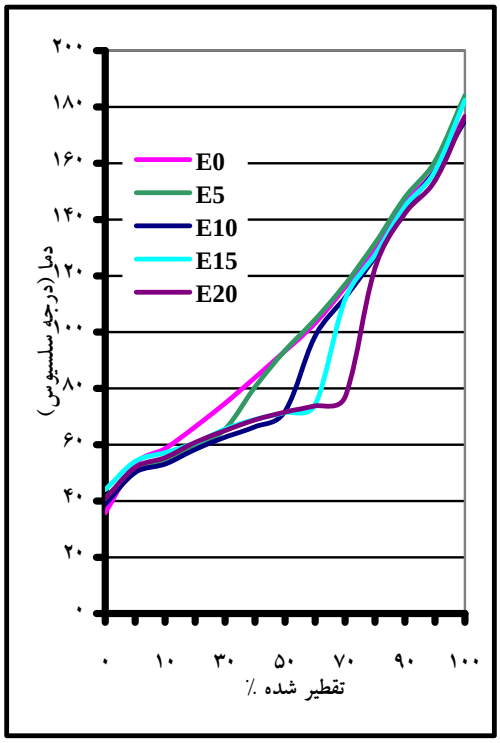
نتایج و بحث

خواص تقطیر یا نمودار تقطیر یکی از مهمترین ویژگی‌های بنزین محسوب می‌شود. این ویژگی عملکرد موتور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزودن اتانول به بنزین منجر به تغییر در این ویژگی سوخت می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱: خواص تقطیر مخلوط‌های بنزین – اتانول

مشخصه / نمونه	E0	E5	E10	E15	E20
فشار بخار رید (Psi) در ۳۷/۸oC	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۰۰	۸/۰۰	۸/۰۰
خواص تقطیر(°C)					
نقطه جوش ابتدایی (IBP)	۳۵/۸	۴۰/۹	۳۸/۹	۴۴/۰	۴۰/۸
دمای ۵٪ تقطیر شده	۵۳/۳	۵۱/۵	۵۰/۱	۵۴/۱	۵۱/۹
دمای ۱۰٪ تقطیر شده	۵۸/۶	۵۴/۳	۵۳/۱	۵۷/۲	۵۵/۴
دمای ۲۰٪ تقطیر شده	۶۶/۴	۵۹/۳	۵۸/۳	۶۰/۶	۶۰/۸
دمای ۳۰٪ تقطیر شده	۷۴/۷	۶۵/۵	۶۲/۷	۶۵/۵	۶۵/۰
دمای ۴۰٪ تقطیر شده	۸۳/۸	۸۰/۵	۶۶/۴	۶۹/۰	۶۸/۸
دمای ۵۰٪ تقطیر شده	۹۳/۳	۹۳/۵	۷۱/۹	۷۱/۴	۷۱/۶
دمای ۶۰٪ تقطیر شده	۱۰۳/۲	۱۰۴/۵	۹۸/۶	۷۴/۲	۷۳/۸
دمای ۷۰٪ تقطیر شده	۱۱۵/۹	۱۱۷/۰	۱۱۲/۳	۱۱۱/۶	۷۶/۹
دمای ۸۰٪ تقطیر شده	۱۲۹/۸	۱۳۱/۶	۱۲۶/۷	۱۲۷/۴	۱۲۲/۸
دمای ۹۰٪ تقطیر شده	۱۴۶/۰	۱۴۷/۹	۱۴۳/۹	۱۴۴/۷	۱۴۲/۱
دمای ۹۵٪ تقطیر شده	۱۵۷/۵	۱۶۰/۷	۱۵۷/۲	۱۵۷/۱	۱۵۳/۸
نقطه جوش نهایی (FBP)	۱۷۶/۷	۱۸۴/۱	۱۷۵/۱	۱۸۲/۴	۱۷۶/۶

در صورتی که نمودار تقطیر مخلوط‌های بنزین- اتانول ترسیم گردد، شکل (۳) حاصل می‌شود.



شکل ۳: تأثیر اتانول بر نمودار تقطیر مخلوط‌های بنزین – اتانول .

فشار بخار سوخت یکی از ویژگی‌های سوخت است که اهمیت زیادی در روشن شدن موتور و آلاینده‌های تبخیری قبل از احتراق دارد [۱۸ و ۱۹].

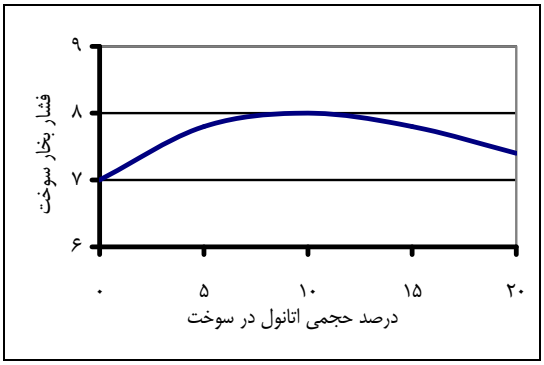
جدول ۲ و شکل ۴ تأثیر اتانول را بر فشار بخار سوخت نشان می‌د هد. این نتایج نشان داده است که افزودن اتانول به بنزین منجر به بالا رفتن فشار بخار می‌شود. بیشترین میزان فشار بخار در مخلوط حاوی ۱۰٪ اتانول حاصل شده و با زیاد شدن اتانول فشار بخار رو به کاهش می‌رود.

جدول ۲: فشار بخار یک نمونه بنزین پالایشگاه تهران و مخلوط‌های آن با اتانول.

مشخصه / نمونه	E0	E5	E10	E15	E20
فشار بخار رید (Psi) در ۳۷/۸°C	۷/۰۰	۷/۸	۸/۰۰	۷/۸	۷/۴

با افزودن اتانول به بنزین شکی نیست که فشار بخار سوخت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. پس به منظور کاهش آلاینده‌ها، بهبود عملکرد سوخت و بهره وری انرژی این پارامتر سوخت مورد توجه قرار گیرد. چیزی که از مطالعه نتایج پژوهشگران مشخص است این است که به منظور استفاده از اتانول در بنزین به خصوص در مقادیر کم (کمتر از ۲۰٪) باید تولید کنندگان سوخت در اجزاء سوخت خود تمهیداتی در نظر بگیرند.

نکته دیگر این است که سوخت در فصل‌های مختلف سال بسته به دمای محیط و منطقه می‌تواند دارای تغییراتی در خواصی نظیر فشار بخار باشد. با مدیریت صحیح استفاده از اتانول در ایران که دارای تنوع آب و هوایی گسترده‌ای است امکان پذیر است. همچنین تأثیر فشار بخار سوخت بر آلاینده‌ها، هر فرد و یا جامعه‌ای را به استاندار سازی سوخت و توجه به ارائه سوخت با خواص متفاوت در شهرها و فصل‌های مختلف کشور تشویق می‌نماید.

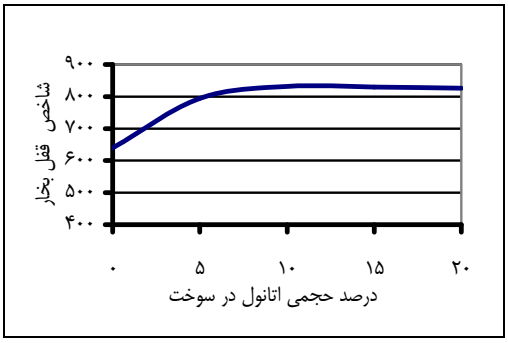


شکل ۴: فشار بخار نمونه بنزین پالایشگاه تهران و مخلوط‌های آن با اتانول.

جدول ۳ و شکل ۵ تأثیر اتانول بر شاخص قفل بخار سوخت را نشان می‌دهد. کمتر بودن شاخص قفل بخار، کاهش خطرات حمل و نقل، بهتر روشن شدن موتورو در هوای گرم و کاهش آلاینده‌های تبخیری را به همراه دارد [۹]. این شکل نشان می‌دهد که با افزودن اتانول به بنزین ابتدا شاخص قفل بخار به افزایش یافته و بعد کاهش می‌یابد.

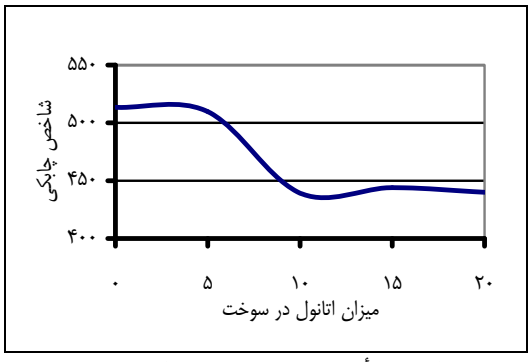
جدول۳: تأثیر اتانول بر نسبت بخار به مایع مخلوط‌های بنزین – اتانول

سوخت	شاخص قفل بخار
بنزین پایه	۶۳۹/۷
بنزین پایه + ۵٪ اتانول	۷۹۶/۶
بنزین پایه + ۱۰٪ اتانول	۸۳۱/۶
بنزین پایه + ۱۵٪ اتانول	۸۳۱/۶
بنزین پایه + ۲۰٪ اتانول	۸۳۱/۶



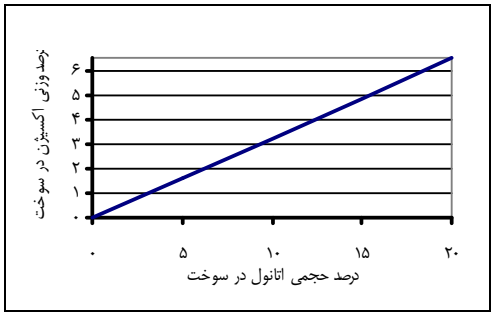
شکل ۵ : شاخص قفل بخار بنزین پالایشگاه تهران و مخلوط‌های آن با اتانول.

شکل ۶ تأثیر اتانول را بر افزایش شاخص چابکی بنزین نشان می‌دهد. شاخص چابکی بنزین یکی از ویژگی‌های بنزین در سریع روشن شدن موتور و گرم شدن موتور است [۸]. پایین بودن شاخص چابکی سریع تر گرم شدن موتور و رسیدن به دمای مناسب را به همراه دارد که با افزایش بنزین به اتانول این امر زودتر تحقق می‌یابد. البته نمودار نشان می‌دهد که با زیاد شدن درصد اتانول این تغییرات کم شده و در نهایت دوباره این شاخص رو به افزایش داشته است.

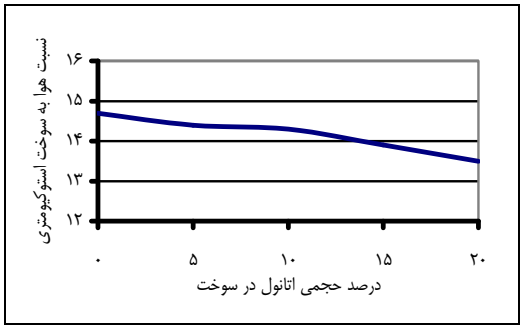


شکل ۶: تأثیر اتانول بر شاخص چابکی بنزین.

شکل های ۷ و ۸ تأثیر اتانول بر میزان اکسیژن موجود در سوخت و نسبت استوکیومتری هوا به سوخت را نشان می‌دهد. این ویژگی از ویژگی‌های مهم عملکردی موتور می‌باشد که با افزایش اتانول تحت تأثیر قرار می‌گیرد و به منظور بهینه شدن عملکرد موتور باید در سامانه کنترل هوشمند موتور جهت رسیدن به احتراق مطلوب‌تری تغییراتی دیده شود.



شکل ۷: تأثیر اتانول بر میزان اکسیژن موجود در سوخت.



شکل ۸: تأثیر اتانول بر نسبت استوکیومتری هوا به سوخت مخلوط‌ها.

عدد اکتان تحقیقی مخلوط‌های بنزین- اتانول نیز طبق استاندارد اندازه گیری شد. جدول ۴ عدد اکتان مخلوط‌های مختلف بنزین- اتانول را نشان می‌دهد. از این جدول به راحتی مشاهده می‌گردد که بیواتانول تأثیر بسزایی در افزایش عدد اکتان داشته است. عدد اکتان بنزین تهیه شده از پالایشگاه تهران بسیار پایین می‌باشد و حتی از مقدار حداقل اعلام شده توسط این شرکت یعنی ۸۷ نیز پایین‌تر بود. افزایش چشمگیر عدد اکتان توسط بیواتانول، نیاز به این افزودنی را در سوخت ایران نشان می‌دهد.

جدول۴: عدد اکتان تحقیقی مخلوط‌های بنزین- اتانول

نوع سوخت	E0	E5	E10	E15	E20
عدد اکتان	۸۵/۳	۸۹/۷	۹۲/۳	۹۴/۰	۹۹/۴
درصد افزایش عدد اکتان نسبت به بنزین پایه	۰	۵/۲	۸/۲	۱۰/۲	۱۶/۵

نتیجه‌گیری

افزودن اتانول به بنزین منجر به تغییر در نمودار تقطیر می‌گردد که هر چه میزان اتانول بیشتر باشد، نمودار سوخت مخلوط دچار تغییر بیشتری خواهد شد و نمودار نهایی به نمودار تقطیر اتانول خالص که خطی است نزدیک می‌شود.

افزودن اتانول به بنزین ابتدا منجر به افزایش فشار بخار سوخت می‌شود و با افزایش درصد اتانول فشار بخار سوخت مخلوط کاهش می‌یابد.

شاخص قفل بخار بنزین با افزودن اتانول افزایش یافته و بعد روند افزایشی آن متوقف می‌شود.

شاخص چابکی سوخت با افزودن اتانول به بنزین کاهش یافته و بعد متوقف می گردد.

افزودن اتانول به بنزین منجر به افزایش میزان اکسیژن سوخت می‌شود.

سپاسگزاری

در اینجا جا دارد که از زحمات مدیر عامل سازمان بهینه سازی مصرف سوخت و رئیس اداره پژوهش این شرکت که در انجام این پژوهش از هر گونه کمکی خودداری ننمودند تشکر و قدردانی گردد.

مراجع

[1] Transportaion and Regional Programs Division Office of Transportation and Air Quality U.S. Environmental Protection Agency. (2008). Guide on Federal and State Summer RVP Standards for Convenrional Gasoline Onle. EPA, United States Environmental Protection Agency, EPA420-B-08-009, April 2008.

[2] The auto techniciant's gasoline guide.(1996). Change in gasoline guide. http://e85fuel.com/pdf/changes_in_gasoline.pdf

[۳] قبادیان، ب.، رحیمی، ه. و براتیان، ا. (۱۳۸۷). تکنولوژی تولید و کاربرد سوخت گیاهی بیواتانول. زیر چاپ. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

[3] ASTM Standards. American society for testing and material. http://www.astm.org

[4] Worldwide fuel charter. (2006). Wordwide fuel harmonization. 4th edition, September 2006,

[5] Westbrook, A. P. (1999). Compatibility and Permeability of Oxygenated Fuels to Materials in Underground Storage and Dispensing Equipment. State Water Resources Control Board's Advisory Panel.

[6] Fuels and Transportation Division Meridian Corporation. (1991) Properties of Alcohol Transportation fuels. Prepared for: Biofuels Systems Division Office of Alternative Fuels U.S. Department of Energy

[۷] رحیمی، ه. و قبادیان، ب. (۱۳۸۷). تکنولوژی سوخت رسانی خودرو. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. زیر چاپ.

[8] Society of Automotive Engineers (SAE). (1990). Engines, Fuels, Lubricants, Emissions, and Noise, 1990 SAE Handbook, V-3, p. 22.33, 1990.

[9] American Socity of Testing and Material. ASTM D323 - 06 Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method). http://www.astm.org

[10] American Socity of Testing and Material. Test Method for Vapor Pressure of Gasoline and Gasoline-Oxygenate Blends (Dry Method). http://www.astm.org

[11] American Socity of Testing and Material. ASTM D5188 - 04a Standard Test Method for Vapor-Liquid Ratio Temperature Determination of Fuels (Evacuated Chamber Method). http://www.astm.org

[12] American Socity of Testing and Material. Withdrawn Standard: ASTM D2533-99 Standard Test Method for Vapor-Liquid Ratio of Spark-Ignition Engine Fuels (Withdrawn 2008). http://www.astm.org

[13] AVL MTC. (2005). Blending of ethanol in gasoline for spark ignition engines, problem inventory and evaporative measurements. Study performed by Stockholm univestity, ATRAX AB, Autoemission KEE consultant AB, AVL MTC AB. http://

[14] Downstream Alternatives Inc. (1997). Driveability and Performance Of Reformulated and Oxygenated Gasolines. DAI Informational Document no. 970302, March 1997.

[15] American Socity of Testing and Material. ASTM D4814 - 08b Standard Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel. http://www.astm.org

[16] American Socity of Testing and Material. ASTM E385 - 07 Standard Test Method for Oxygen Content Using a 14-MeV Neutron Activation and Direct-Counting Technique

[17] Robert Bosch Gmbh. (1986). Automotive Handbook, (Stuttgart: Robert Bosch Gmbh, 1986), p. 210,216.

[18] Bolt, Jay A. (1980). A Survey of Alcohol as a Motor Fuel." SAE/PT- 80/19. 14.