



بررسی تجربی اثر مخلوط های سوخت بنزین - اتانول - MTBE بدون سرب روی عدداکتان در موتورهای احتراق داخلی

مهرداد منطقیان^{۱*}، نسرین عبدالهی^۲

گروه مهندسی شیمی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(* نویسنده مخاطب: manteghi@modares.ac.ir)

چکیده

استفاده از الکل ها به عنوان سوخت در موتور از قرن ۱۹ آغاز شد. در میان الکل های گوناگون، اتانول مهم ترین بیو سوخت است که به عنوان اکسیژن دهنده و افزایش دهنده عدد اکتان بنزین در موتور های SI (spark-ignition) استفاده می شود و از آن جهت که از منابع گیاهی تولید می شود و پتانسیل کاهش درصد گازهای گلخانه ای جو زمین را دار است، بسیار قابل توجه است. هدف از این تحقیق تجربی، مطالعه تحلیلی عدد اکتان بنزین به وسیله تزریق ۵٪ حجمی اتانول است. همچنین MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) در درصدهای مختلف ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی به مخلوط های بنزین- اتانول افزوده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش اتانول به بنزین عدد اکتان به میزان قابل توجهی افزایش یافت. این مسئله به خاطر ظرفیت بالای اکسیژن در اتانول می باشد. همچنین بدست آمد که میزان اثرگذاری اتانول روی عدد اکتان در درصدهای کم، خیلی بالاتر از میزان اثرگذاری MTBE در همان درصدها می باشد.

واژه های کلیدی: بیوسوخت- تزریق اتانول در بنزین- عدداکتان

۱-مقدمه

تداوم استفاده از سوخت های فسیلی برای به دست آوردن بیشترین انرژی مورد نیاز جهان، از افزایش غلظت دی اکسید کربن (CO₂) در جو و بالا رفتن دمای جهانی کره زمین خبر می دهد [۱ و ۲]. بعد از بحران نفت در دهه ۱۹۷۰ علاقه روز افزونی نسبت به سوخت های تجدید شونده که ناشی از بالا رفتن سریع قیمت های انرژی همراه با افت و کاهش شدید منابع نفتی می باشد، ایجاد شده است [۳ و ۴]. کاهش استفاده از سوخت های فسیلی به طور قابل توجهی میزان CO₂ و بالطبع میزان آلودگی جوی را کاهش می دهد [۵]. برای کاهش توزیع گازهای گلخانه ای در جو زمین، بیو اتانول گزینه خوبی در مقابل سوخت های حمل و نقلی مشتق شده از نفت می باشد [۶]. بیواتانول (اتیل الکل، الکل جو، H₃-CH₂-OH یا ETOH) یک بیو سوخت مایع می باشد که می تواند از چندین ماده خام بیومس به وسیله تکنولوژی های تبدیلی مختلف تولید شود. بیو اتانول یک سوخت جایگزین جذاب و پرطرفداری است، چرا که یک منبع تجدید پذیر برپایه گیاهی دارد و یک ترکیب اکسیژن دهنده است که پتانسیل کاهش انتشارات ذره مانند در موتورهای تراکمی- جرقه ای را دارا می باشد [۷]. بیو اتانول نسبت به بنزین دارای عدد اکتان بالاتر، محدوده قابلیت اشتعال عریض تر، سرعت های اشتعال بالاتر و گرمای تبخیر بالاتری می باشد. این خصوصیات نسبت تراکم بیشتر، زمان سوختن کمتر و سوختن آرام تر در موتور که منجر به پیشرفت در کارایی تئوری نسبت به بنزین در یک موتور احتراق داخلی می شود را به دنبال دارد.



عدد اکتان میزانی برای اندازه گیری کیفیت بنزین است که می تواند برای جلوگیری از اشتعال زود هنگام که باعث ضربه زدن سیلندر می شود، استفاده شود. عدد اکتان بالا در موتورهای احتراق داخلی ترجیح داده می شود [۸]. یک سوخت اکسیژن دهنده مانند بیو اتانول که شامل ۳۵٪ (وزنی) اکسیژن است، یک مقدار ضد ضربه (Anti Knock) معقول و مناسب را ایجاد می کند. همچنین از آنجا که حاوی اکسیژن است، احتراق سوخت بهتر صورت می گیرد و خروج هیدرو کربن ها و انتشارات ذره ای از آگزوز خودرو کاهش می یابد.

ظرفیت اکسیژن یک سوخت کارایی احتراق آن را افزایش می دهد، به این خاطر کارایی احتراق و عدد اکتان اتانول نسبت به بنزین بالاتر می باشد [۹]. ترکیبات اکسیژن دهنده به دو گروه تقسیم می شوند [۱۰]:

(۱) الکل ها مانند اتانول و متانول

(۲) مشتقات الکی مانند اترهایی نظیر (Methyl Tert-Butyl Ether) MTBE، (Ethyl Tert-Butyl Ether) ETBE،

(Tert-Amyl Methyl Ether) TAME و (Tert-Amyl Ethyl Ether) TAEE.

اتانول می تواند هم به صورت خالص و هم مخلوط با بنزین در موتورهای احتراق بنزینی مصرف شود. آقای چان وو (Chan-Wei Wu) و همکارانشان اثر مخلوط های مختلف اتانول- بنزین (به ترتیب حاوی صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی از اتانول) را روی کارایی و میزان انتشارات موتور بررسی کردند. عددهای اکتان اندازه گیری شده توسط آن ها به ترتیب افزایش میزان اتانول برابر با ۹۵/۴، ۹۶/۷، ۹۸/۱، ۱۰۰/۷ و ۱۰۲/۴ می باشند [۱۱].

در تحقیق دیگری که توسط آقایان نجفی و قبادیان صورت گرفت نیز کارایی موتور و میزان انتشارات خروجی سوخت های مخلوط بنزین- اتانول (به ترتیب حاوی صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی از اتانول) بررسی شد. عددهای اکتان اندازه گیری شده به ترتیب میزان افزایش اتانول در سوخت به ترتیب برابر ۸۵/۳، ۸۹/۷، ۹۲/۳، ۹۴/۰ و ۹۹/۴ می باشند [۱۲].

در تحقیقی دیگری که توسط آقای بهاتین کلیک (Bahatin Celik) صورت گرفت، اتانول به عنوان سوخت در نسبت تراکم بالا برای بهبود کارایی و کاهش انتشارات در یک موتور بنزینی کوچک با بزرده پایین مورد استفاده قرار گرفت. سوخت های بنزین- اتانول (به ترتیب حاوی صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد حجمی از اتانول) مورد استفاده قرار گرفتند و دیده شد با افزایش میزان اتانول در مخلوط ها ارزش حرارتی سوخت ها کاهش و عدد اکتان افزایش پیدا می کند [۱۳].

هدف از این پژوهش بررسی آماری اثر افزودن اتانول (۵ درصد حجمی) و مقادیر مختلف MTBE به بنزین پالایشگاه های مختلف ایران بر روی عدد اکتان می باشد.

۲- کارآزمایشگاهی

برای اندازه گیری عدد اکتان تحقیقی (Research Octane Number) از روش ASTM D-2699 استفاده شده است. در این روش از یک موتور SI تک سیلندر چهار زمانه در نسبت های تراکم سوخت- هوای متغیر برای اندازه گیری عدد اکتان تحقیقی استفاده می شود. سرعت موتور ۶۰۰ دور بر دقیقه می باشد. میزان عدد اکتان بر اساس ترکیب حجمی مخلوط های PRF (Primery Refrence Fuel) که ترکیبی از ایزواکتان و نرمال هپتان می باشند، تعریف و مشخص می شود. شدت ضربه نمونه سوخت با یک یا چندین مخلوط PRF مقایسه می شود. عدد اکتان نمونه مخلوط PRF ای که با شاخص ضربه نمونه سوخت مطابقت داشته باشد به عنوان عدد اکتان تحقیقی آن شناخته می شود. مقیاس عدد اکتان از صفر تا ۱۲۰ را پوشش می دهد اما این روش آزمایش دارای دامنه کاری از ۴۰ تا ۱۲۰ برای عدد اکتان تحقیقی می باشد [۱۴].

بنزین پایه بدون سرب مورد آزمایش از ۸ پالایشگاه ایران که شامل پالایشگاه های تهران، تبریز، کرمانشاه، آبادان، بندرعباس، لاوان، شیراز و اراک بودند، تهیه گردید. به خاطر اجتناب از جدا سازی فازها در مخلوط، اتانول مطلق به کار برده

شد. اتانول و MTBE هر کدام به ترتیب از شرکت بیدستان قزوین و شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران (وارداتی) خریداری شدند. برای هر کدام از بنزین های پایه ۴ نمونه مخلوط طبق جدول شماره ۱ آماده گردید.

جدول ۱- نمونه های مخلوط آماده شده برای هر کدام از بنزین های پایه (میلی لیتر)

شماره نمونه	بنزین (ml)	MTBE(ml)	اتانول (ml)
۱	۲۰۰۰	۰	۱۰۰
۲	۲۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۳	۲۰۰۰	۲۰۰	۱۰۰
۴	۲۰۰۰	۳۰۰	۱۰۰

سپس نمونه های آماده شده برای هر کدام از بنزین های پایه در ظروف دارای درپوش به منظور جلوگیری از تبخیرهای جانبی ریخته شده و به پژوهشگاه صنعت نفت ایران به منظور تعیین عدد اکتان تحقیقی (RON) ارسال گردید. لازم به ذکر است که در این تحقیق، تست های میدانی صورت نگرفته است.

۳- نتایج آزمایشگاهی

نتایج عدد اکتان RON نمونه های آماده گردیده برای هر کدام از بنزین های پایه در جدول های ۲ و ۳ موجود می باشد. همان گونه که در جدول های ۲ و ۳ دیده می شود، اضافه کردن ۵٪ حجمی اتانول و ۵٪ حجمی MTBE به بنزین های پایه پالایشگاه های مختلف ایران بطور قابل توجهی عدد اکتان بنزین را بالا می برد. این افزایش ناگهانی عدد اکتان در مورد بنزین پایه پالایشگاه های آبادان، تبریز و کرمانشاه به وضوح دیده می شود. چون در اینجا درصد اتانول در نمونه ها ثابت است، مشاهده می شود که برای هر کدام از بنزین پالایشگاه ها با افزایش درصد MTBE عدد اکتان افزایش می یابد ولی تغییرات اساسی در افزایش عدد اکتان رخ نمی دهد. این نتایج نشان می دهد که میزان بالا بردگی عدد اکتان اتانول بسیار بیشتر از MTBE می باشد. در این تحقیق بیشترین افزایش در عدد اکتان نسبت به بنزین پایه در مورد بنزین پالایشگاه کرمانشاه مشاهده شد. خطای ± 0.3 ، میزان خطای ذکر شده در استاندارد ASTM D-2699 می باشد که در نتایج آمده است.

جدول ۲- نتایج عدد اکتان بنزین پالایشگاه های تهران، تبریز، اراک و شیراز

شماره نمونه	RON (ASTM D-2699)
تهران-۱	81.5 ± 0.3
تهران-۲	86.0 ± 0.3
تهران-۳	87.7 ± 0.3
تهران-۴	88.3 ± 0.3
تبریز-۱	81.2 ± 0.3
تبریز-۲	86.4 ± 0.3
تبریز-۳	88.4 ± 0.3
تبریز-۴	93.4 ± 0.3
اراک-۱	86.3 ± 0.3
اراک-۲	91.0 ± 0.3

۹۲/۰±۰/۳	اراک-۳
۹۳/۶±۰/۳	اراک-۴
۸۶/۰±۰/۳	شیراز-۱
۹۰/۵±۰/۳	شیراز-۲
۹۲/۰±۰/۳	شیراز-۳
۹۳/۵±۰/۳	شیراز-۴

جدول ۳- نتایج عدد اکتان بنزین پالایشگاه های آبادان، لاوان، کرمانشاه و بندرعباس (ASTM D-2699)

شماره نمونه	نتیجه آزمایش RON
آبادان-۱	۷۷/۵±۰/۰۳
آبادان-۲	۸۶/۲±۰/۰۳
آبادان-۳	۸۶/۹±۰/۰۳
آبادان-۴	۸۸/۶±۰/۰۳
لاوان-۱	۸۶/۱±۰/۰۳
لاوان-۲	۹۱/۱±۰/۰۳
لاوان-۳	۹۱/۷±۰/۰۳
لاوان-۴	۹۴/۰±۰/۰۳
کرمانشاه-۱	۷۹/۸±۰/۰۳
کرمانشاه-۲	۸۵/۰±۰/۰۳
کرمانشاه-۳	۸۶/۶±۰/۰۳
کرمانشاه-۴	۸۹/۱±۰/۰۳
بندرعباس-۱	۸۷/۰±۰/۰۳
بندرعباس-۲	۹۱/۲±۰/۰۳
بندرعباس-۳	۹۲/۴±۰/۰۳
بندرعباس-۴	۹۳/۴±۰/۰۳

۴- نتیجه گیری نهایی

در این مقاله اثرات افزودن اتانول و MTBE روی عدد اکتان بنزین های پایه پالایشگاه های مختلف ایران، بررسی شد. مقدار اتانول ۵٪ حجمی ثابت و MTBE از ۵ تا ۱۵٪ متغیر بود. نتایج زیر بدست آمد:

- عدد اکتان بنزین با افزودن اتانول و MTBE نسبت به بنزین پایه بالاتر رفت.
- یک افزایش قابل توجه در عدد اکتان مخلوط بنزین نمونه شماره ۲ (۵٪ اتانول و ۵٪ MTBE) برای هر کدام از بنزین ها نسبت به بنزین پایه مشاهده شد. این امر به دلیل خاصیت اکسیژن دهنده گی بالای اتانول و MTBE است.
- در درصد اتانول ثابت، با افزایش میزان MTBE، افزایش قابل توجهی در عدد اکتان مشاهده نشد.
- میزان اثرگذاری اتانول روی عدد اکتان در درصد های کم خیلی بالاتر از میزان اثرگذاری MTBE در همان درصدها می باشد.

تقدیر و تشکر



این پژوهش با حمایت مالی واحد تحقیق و توسعه شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران و همکاری پژوهشگاه صنعت نفت ایران انجام شد. از آنجا که مراحل آماده سازی نمونه های سوخت در آزمایشگاه جداسازی بخش مهندسی شیمی دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است، همچنین از همکاران و دوستان در آزمایشگاه کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

منابع

- 1- Brink, J.C., Modeling cost-effectiveness of interrelated emission reduction strategies-the case of agriculture in Europe, PHD thesis, Wageningen University, Dissertation nø 3337, Netherlands, 2003.
- 2- Yu, J., Corripio, A.B, Harrison, O.P., and Copeland, R.J., Analysis of the sorbent energy transfer system (SETS) for power generation and CO2 capture, Adv Environ, Vol. 7, pp. 335-345, 2003.
- 3- Konin, S.E., Getting serious about biofuels, Science, Vol. 311, pp. 435, 2006.
- 4- Ragankas, A.J., et al., The path forward for biofuels and biomaterials, Science, Vol. 311, pp. 484-489, 2006.
- 5- Demirbas, A., Hazardous emissions, global climate change and environmental precautions, Energy Sources B, Vol. 1, pp 75-84, 2006.
- 6- Govindaswamy, s., Vane, LM., Kinetics of growth and ethanol production on different carbon substrates using genetically engineered xylose-fermenting yeast, Bioresource Technol, Vol. 98 pp 677-685, 2007.
- 7- Hansen, A.C., Zhang, Q., and Lyne, P.W.L., Ethanol-diesel fuel blends-a review, Bioresource Technol, Vol. 96, pp 277-85, 2005.
- 8- Balat, M., Global bio-fuel processing and production trends, Energy Explor Exploit, Vol. 25, pp 195-218, 2007.
- 9- Kim, H., Choi, B., Park, S., and Kim, Y K., Engine performance and emissions characteristics of CRDI diesel engine equipped with the WCC and the DOC, Using ethanol blended diesel fuel, In: Proceedings of the 15th international symposia onalcohol fuels (ISAF XV), San Diego, September 26-28, 2005.
- 10- Kiatkittipong, W., Thipsunet, P., Goto, S., Chaisuk, C., Praserttham, P., and Assabumrungrat, S., Simultaneous enhancement of ethanol supplement in gasoline and its quality improvement, Fuel Process Technol. 2008. 06 007.
- 11- Chan-Wei, W., Rong-Hong, C., Jen-Yung, P., and Ta-Hui, L., The influence of air-fuel ratio on engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline-blended fuels, Atmospheric Environment, Vol. 38, pp. 7093-7100, 2004.
- 12- Najafi, G., Ghobadian, B., Tavakoli, T., Buttsworth, D.R., Yusaf, T.F., and Faizollahnejad, M., Performance and exhaust emission of a gasoline engine with ethanol blended gasoline fuels using artificial neural network Applied Energy , Vol. 86, pp.630 -639, 2009.
- 13- Celik, M.B., Experimental determination of suitable ethanol-gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine, Appl Therm Eng, Vol. 28, pp 396-404, 2008.
- 14- ASTM D-2699, "Standard Test Method for Research Octane Number of Petroleum Products", "Annual Book of ASTM Standards", vol. 05.01, (2004).