تقييم ومقارنة أداء محرك ديزل وملوثاته يعمل بعدة خلائط لوقود الديزل الحيوي لزهرة الشمس وفول الصويا

د. اركان محمد امين فراس صلاح الخياط د. عادل احمد عبد الله
قسم المكائن والالات الزراعية/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل

الخلاصة

أجريت الدراسة على مرحلتين، الأولى استخلاص وقود الديزل الحيوي من الزيت النباتي الخام لزهرة الشمس وفول الصويا، والمرحلة الثانية هي استخدام الوقود المستخلص في تشغيل محرك ديزل، حيث استخدم في تشغيل المحرك ثلاث انواع من الوقود، الأول وقود الديزل التقليدي لغرض المقارنة، والنوع الثاني والثالث من الوقود شملت أربعة خلائط لكل نوع من نوعي وقود الديزل الحيوي لزهرة الشمس وفول الصويا وبنسب وقود (B25، B50، B75، B100). وتم معرفة معايير اداء المحرك التي شملت (العزم، القدرة الفرملية، استهلاك الوقود النوعي)، كما تم الكشف في نواتج الاحتراق عن (O_2، CO، NO، CO_2) لكل نوع من الوقود، حيث بينت النتائج أن استخدام وقود الديزل التقليدي يعطي أعلى أداء للمحرك لكنه يكون أكثر ملوثا للهواء والبيئة، أما عند استخدام الوقود الحيوي بنوعيه فيقل أداء المحرك كما تقل نسب طرح (CO و CO_2) ويزداد طرح (NO) مقارنة بوقود الديزل. كما بينت النتائج انخفاض قدرة المحرك عند استخدام الوقود (B100-SF) بمقدار 31.9 % ويخفض نسبة طرح CO_2 بمقدار 18.2 % مقارنة بوقود الديزل، اما الوقود (B100-SB) تنخفض قدرة المحرك بمقدار 33.7 % وتنخفض نسبة طرح CO_2 بمقدار 38.6 % مقارنة باستخدام وقود الديزل، فضلا عن ذلك فان خلائط (B25-SF، B50-SF، B75-SF) تعطي اداء للمحرك افضل وطرحها للملوثات اقل مقارنة بالخلائط المناظرة للوقود (B25-SB ، B50-SB ، B75-SB).

الكلمات المفتاحية: الوقود البديل ، الوقود الحيوي ، محركات احتراق داخلي

Evaluating and Comparing of a Diesel Engine Performance and Its Pollutants Operating on Blends of Sunflower and Soybean Biodiesel Fuel

Arkan M. A. Sedeeq Firas S. Al-khayatt Adil Abdulah
Dept. of Agr. Machines & Equipment/Agr. & Forestry College/Mosul University

Abstract

This study eventuated in two stages, the first is to extract biodiesel fuel from crude vegetable oil of sunflower and soybean oils, and the second stage is to use these extracted fuels to operate diesel engine. Three types of fuel used, the first fuel is conventional diesel fuels for comparison, the second and third types of fuel consist of four blends (B25, B50, B75, B100) for each type of sunflower and soybean biodiesel fuels. The fuels were used in the engine to find the criteria of performance of the engine which includes(Torque, Brake power, Specific fuel consumption) and discovers in the combustion products on (O_2, CO, NO, CO_2) for each type of fuel. The result of this study shows that the maximum performance of the engine is reached when the conventional diesel fuel is used, but increased the pollutants in atmosphere. The use of biodiesel fuel in the engine decreases the performance of the engine, but it will decrease emitting of (CO_2, CO) and increase(NO) comparing with conventional diesel fuel. The results show decrease 31.9% in engine power when use the fuel (B100-SF) and decrease 18.2% of CO_2 comparing with conventional diesel fuel. The fuel(B100-SB) shows decrease 33.7% in engine power and decrease 38.6% of CO_2 when comparing with conventional diesel fuel. In addition the blends (B25-SF, B50-SF, B75-SF) give better engine performance and less pollutants emission when comparing with identical blends of fuel (B25-SB, B50-SB, B75-SB).

أستلم: 2009 - 8 - 18 قبل: 2011 - 3 - 7

مقدمة

ازداد الطلب على الطاقة في كل انحاء العالم وذلك لسد حاجة ومتطلبات الانسان المختلفة واليومية ، من صناعة وزراعة ونقل وتكييف فضلا عن الاستخدامات المنزلية. ولهذا ازداد الطلب على الوقود المستخرج من باطن الأرض (fossil fuel) الناضب غير المتجدد المسبب لكثير من الملوثات البيئية. وعليه لجأ الباحثون لإيجاد البدائل في الطاقة والتي منها الطاقة الشمسية ، طاقة المساقط المائية، طاقة الرياح، طاقة المد والجزر، الطاقة الحرارية لباطن الأرض فضلا عن طاقة الوقود الحيوي (Bio-fuel).

يعتبر وقود الديزل الحيوي (Bio-diesel) كوقود بديل ومتجدد وصديق اكثر للبيئة من وقود الديزل، وان استخدامه يقلل من انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكربون(CO2)، حيث ان زيادة نسبة هذا الغاز في الجو يزيد من مشكلة ظاهرة الاحتباس الحراري . ولما كان وقود الديزل الحيوي هو اصلا منتج من الزيت النباتي وان النبات يحتاج لنموه غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO2) الذي يأخذه من الجو ثم يستخرج الزيت من النبات وينتج وقود الديزل الحيوي وبعد حرقه يطرح غاز (CO2) الى الجو الذي سوف يستخدم في نمو النبات مرة اخرى، وبهذا تقل نسبة طرح غاز (CO2) الى الجو ، حيث ان خليط (Blend) الوقود الحيوي (B20) (خليط 20 % وقود حيوي و 80 % وقود الديزل) يقلل انبعاث(CO2) بمقدار 15.66 %[1]. كما وان الوقود الحيوي يقلل من انبعاث المواد الجزيئية (Particulate Matters) والهيدروكاربونات (HC) السامين المنبعثين من حرق وقود الديزل واللذان يؤثران على صحة الانسان مسببين السرطان وأمراض أخرى ، حيث ان استخدام وقود حيوي (B100) يقلل من انبعاث المواد السامة الى الجو بمقدار 90 % [1]. فضلا عن ذلك فان وقود الديزل يحوي على نسبة كبريت اعلى من الوقود الحيوي بحوالي (20-50) مرة (احيانا يصل الى الصفر في الوقود الحيوي) [2]، هذا مابينه الباحث (Pi-Qiang Tan) واخرون بان زيادة نسبة الكبريت في الوقود المحترق في المحرك تزيد من مقدار انبعاث احادي اوكسيد الكربون (CO) والهيدروكربون (HC) الملوثين للهواء وذلك لان الكبريت الموجود في الوقود اثناء الاحتراق يتحد مع الاوكسجين مكونا غاز ثاني اوكسيد الكبريت (SO_2) وثالث اوكسيد الكبريت (SO_3)، وبذلك يقل مقدار الاوكسجين اللازم لاكمال الاحتراق فيتحرر اول اوكسيد الكربون (CO) والهايدروكاربونات (HC) وايضا تزيد من انبعاث اكاسيد النيتروجين(NO_x) ولكن بشكل طفيف جدا [3]. كما ويرتفع مقدار انبعاث اكاسيد النيتروجين (NO_x) عند استخدام وقود الديزل الحيوي مقارنة باستخدام وقود الديزل التقليدي، فطرح اكاسيد النيتروجين الى الجو يزداد بحوالي 3 % لوقود حيوي من نوع (B20) [4]. وقد أثبتت التجارب العملية بان محركات الديزل من الممكن ان تعمل على الزيت النباتي الخام ولكن أدائها سينخفض بمرور الوقت، فاستخدام الزيت النباتي الخام يعمل على تحلل زيت التزليق (Lubricating Oil) للمحرك وتحويله الى مادة ثخينة عالية اللزوجة، كما يسبب تلف او كسر حلقات المكبس نتيجة للترسبات المفرطة للكربون فضلا عن تغليف منظومة حقن الوقود من الداخل بترسبات على شكل طبقة لامعة تؤثر على اداء الحقن[5]. هذه المشاكل هي نتيجة للزوجة الزيت النباتي العالية والتي تتراوح ما بين(27.2 – 53.6) ملم^2/ثا حيث تصمم المحركات ومنظومة حقن الوقود على لزوجة تتراوح بين (1.3 – 4.1) ملم^2/ثا [1]، كما وان العدد السيتان (Cetane Number) يكون منخفض المقدار للزيت النباتي الخام (مثلا زيت زهرة الشمس 37.1 وفول الصويا 38)، بينما العدد السيتان لوقود الديزل (47) والتي تصمم عليه محركات الديزل[2]. لهذا يحول الزيت النباتي الخام من خلال عملية كيميائية تسمى الاسترة (Transesterification) الى وقود الديزل الحيوي المسمى كيميائيا الاستر (Ester)، وعملية الاسترة تشمل اضافة الكحول (عادة يستخدم الميثانول) الى الزيت النباتي الخام مع وجود عامل محفز اما هيدروكسيد الصوديوم او هيدروكسيد البوتاسيوم وبدرجة حرارة 60 ^{o}م او اكثر (لان زيادة درجة الحرارة تقلل من الزمن اللازم للتفاعل) ثم يرج الخليط في خلاط لمدة من (1-8) ساعات لينتج من هذا التفاعل وقود الديزل الحيوي ومادة الكليسرين(glycerine)[6]. حيث تتراوح لزوجة الوقود الحيوي بعد هذه العملية بين (3.6-4.6) ملم^2\ثا والعدد السيتان يزداد (مثلا الوقود الحيوي لزهرة الشمس 49 ولفول الصويا 46)[2]. هناك العديد من البحوث التي تبين تأثير وقود الديزل الحيوي على اجزاء المحرك، فقد وجد الباحث (Kenneth Proc) واخرون انه ليس هناك تأكل مفرط في اجزاء المحرك عند استخدام خليط لوقود حيوي (B20) مقارنة باستخدام وقود الديزل، وان مستوى السخام (Soot) في زيت التزليق للمحرك كان اقل[7]، كما قام الباحث (Chase C.L.) واخرون بتشغيل محرك بوقود (B50) لأكثر من 200000 ميل فوجد انه ليس هناك مشاكل تشغيلية وفي نهاية الدراسة فحص المحرك وتبين انه ليس هناك تأكل مفرط للمحرك او نقص في اداء عمل الحاقنات[8]، كما تم ايضا مقارنة من قبل (Fraer R.) واخرون بتشغيل جرارات زراعية (Tractors) تعمل على وقود حيوي (B20) ووقود الديزل ولأربع سنوات وبمسافة متراكمة قدرها 600000 ميل حيث لوحظ من خلال المقارنة ليس هناك فروق من حيث تأكل المحرك وأداءه[9]. فضلا عما سبق من تأثير اللزوجة على أجزاء المحرك، فان للزوجة تأثير كبير على نوعية الاحتراق داخل المحرك وبالتالي على أداءه، فزيادة اللزوجة تقلل من التوزيع المنتظم للوقود عند الحقن في حجرة الاحتراق كما وتخفض كفاءة الاحتراق، هذا ما أكده الباحث (Erdogan) وآخرون باستخدام زيت الذرة الخام في المحرك وبثلاث درجات حرارة هي (28 ، 50 ، 90)^{o}م، لان زيادة درجة حرارة الوقود تخفض اللزوجة حيث كانت لزوجة الزيت عند درجات الحرارة الثلاثة وعلى التوالي هي (34.1، 16 ، 10.8)

ملم^2/ثا، فأظهرت نتائجه ان استخدام الوقود بدرجة حرارة 90 ^{o}م اعطى اكبر قدرة وعزم مقارنة بالوقود عند درجات حرارة (28 و 50)^{o}م[10].

تهدف هذه الدراسة الى: 1- إيجاد بديل لوقود الديزل من خلال استخدام نوعين من الزيوت النباتية للحصول على الوقود الحيوي، الأول وقود الديزل الحيوي لزهرة الشمس (Sunflower, SF) وبخلائط (Blends) مختلفة هي (B25 ، B50 ، B75 ، B100)، والثاني وقود الديزل الحيوي لفول الصويا (Soybean, SB) وبنفس نسب الوقود الأول. 2- الكشف عن أداء المحرك من عزم وقدرة واستهلاك وقود نوعي عند استخدام هذه الخلائط للوقود الحيوي ومقارنة أداء المحرك عند عمله بوقود الديزل. 3- تقييم نسبة الملوثات الناتجة من محرك الديزل في حالة عمله باستخدام الوقود الحيوي ومقارنة ذلك عند عمله بوقود الديزل.

مواد وطرائق البحث

أجريت الدراسة على مرحلتين، الأولى تمت فيها تهيئة وقود الديزل الحيوي من الزيت النباتي الخام لزهرة الشمس وفول الصويا، والمرحلة الثانية استخدام وقود الديزل الحيوي المستخلص في تشغيل محرك ديزل. فاشتملت المرحلة الاولى على استخلاص وقود الديزل الحيوي من زيت زهرة الشمس وزيت فول الصويا الصالحين للاستخدام البشري عن طريق عملية الاسترة (Transesterification)، حيث وضع الزيت النباتي الخام في حوض الخلاط واضيف له كحول الميثانول ومادة هيدروكسيد الصوديوم كمادة محفزة ثم اغلق حوض الخلاط بشكل محكم لمنع تسرب بخار الكحول الى الجو وتقليل كفاءة التفاعل، وشغل الخلاط لمدة (6) ساعات وبدرجة حرارة مرتفعة، وبعد الانتهاء من عملية الخلط بالخلاط تم نقل الزيت الممزوج وبما فيه من المواد الكيمياوية المضافة الى حوض اخر مغلق لمنع تسرب الكحول وثم تركه حوالي (24) ساعة لتترسب مادة الكليسرين في قاع الحوض، ثم ازيلت مادة الكليسرين المترسبة من الحوض واعيدت العملية السابقة مرة اخرى بهدف ازالة ما تبقى من كليسرين، وبعد عملية الاسترة تم ازالة الماء من مستخلص الزيت(وقود الديزل الحيوي) عن طريق تسخينه الى درجات حرارة عالية بحدود (100) ^{o}م ، بعدها أصبح وقود الديزل الحيوي جاهز للاستخدام كوقود بديل. اما المرحلة الثانية من الدراسة فقد اجريت في مختبرات قسم هندسة المكائن الزراعية/جامعة انقرة/تركيا، حيث نفذت التجربة باستخدام محرك ديزل نوع Lombardini موديل LDA-450 ، ثنائي الأشواط ، ذو اسطوانة واحدة ومبرد بالهواء، قطر المكبس فيه 85 ملم، وطول الشوط 80 ملم، وحجم غرفة الاحتراق 454 سم^3 ، ونسبة الكبس 17.5 ، وزاوية الحقن25^O قبل النهاية الميتة العليا(BTDC). اذ تم تشغيل المحرك باستخدام وقود الديزل ونوعين من وقود الديزل الحيوي (المستخلص من زهرة الشمس وفول الصويا) وبخلائط لكل نوع (B25 ، B50 ، B75 ، B100)، حيث اخذت القراءات بعد سبع دقائق من تشغيل المحرك وبثلاث مكررات للنوع الواحد من الوقود ، وتم اخذ قراءة العزم الدوراني للمحرك (Torque) وعند سرع دورانية مختلفة مباشر من المحرك المختبري بعد تسليط حمل على المحرك من خلال جهاز الداينموميتر وذلك عن طريق تقليل الحمل المسلط على المحرك بصورة تدريجية بدءاً من السرعة القصوى للمحرك حتى يصل المحرك الى اقل سرعة ممكن ان يعمل بها، فيُقلل الحمل ليكون الفرق في السرعة بمقدار 250 دورة/دقيقة عند اخذ كل قراءة جديدة، اما القدرة الفرملية فهي ناتج المعادلة الاتية:

القدرة الفرملية للمحرك = العزم الدوراني × السرعة الدورانية

كما تم اخذ قراءة معدل استهلاك المحرك للوقود اثناء قراءة العزم لمعرفة مقدار ما يستهلكه المحرك من وقود اثناء عمله بسرع مختلفة، اما استهلاك الوقود النوعي فقد تم الحصول على قيمه من خلال المعادلة الاتية:

$$\text{استهلاك الوقود النوعي} = \frac{\text{معدل تدفق الوقود الى المحرك}}{\text{القدرة الفرملية}}$$

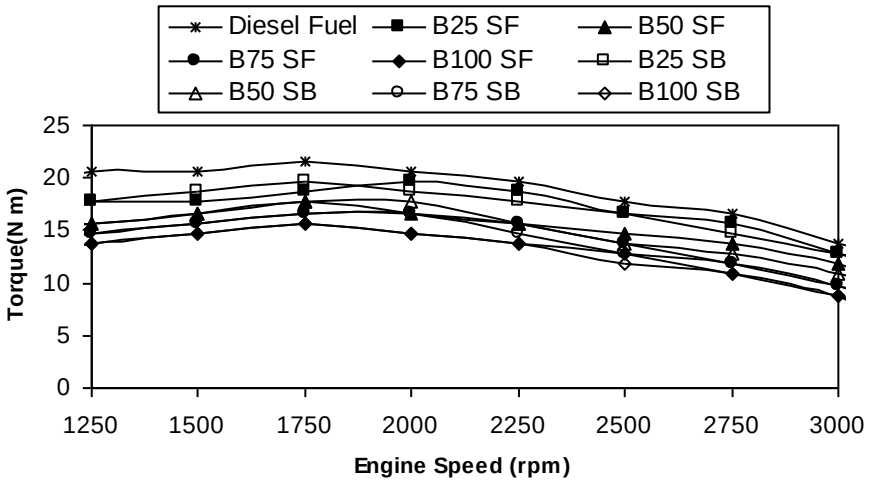
اما الكشف عن نواتج الاحتراق فقد تم باستخدام جهاز تحليل الغازات (Gas Analyzer) المرفق مع المحرك المختبري لقياس (O_2 ، NO ، CO ، CO_2)، وأخذ القراءات لكل نوع من انواع الوقود المستخدمة في الدراسة.

النتائج والمناقشة

تم مقارنة النتائج المأخوذة عند عمل المحرك بوقود الديزل والخلائط المختلفة للوقود الحيوي بنوعيه زهرة الشمس وفول الصويا ، وشملت المقارنة كل من اداء المحرك وكمية الملوثات المنبعثة عند استخدام الانواع المختلفة من الوقود.

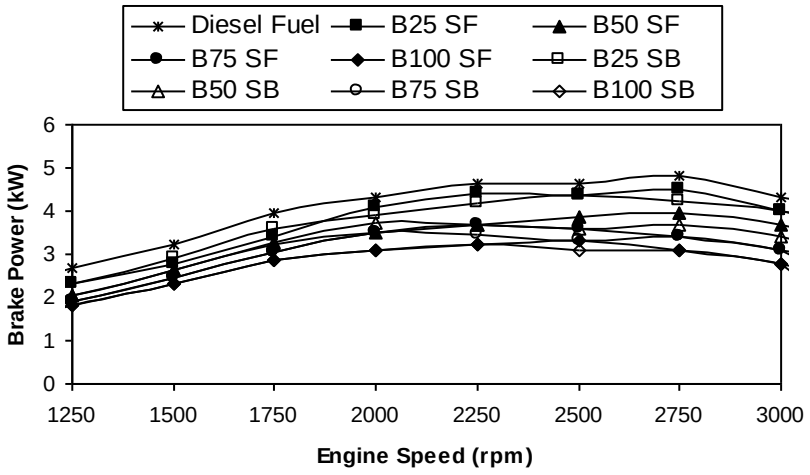
أظهرت النتائج أن اكبر مقدار لعزم المحرك تم الحصول عليه في حالة استخدام وقود الديزل التقليدي وعند جميع سرع المحرك وكما مبين في الشكل(1). وعند استخدام الوقود الحيوي فيمكن ملاحظة ان كل خليط من خلائط الوقود الحيوي لزهرة الشمس أعطى عزم اكبر من الخليط المناظر له للوقود الحيوي لفول الصويا، وانه كلما زادت نسبة الوقود

الحيوي (سواء كان لزهرة الشمس ام لفول الصويا) انخفض عزم المحرك. وهذا النقصان في عزم المحرك عند استخدام خلائط الوقود الحيوي يرجع الى مقدار القيمة الحرارية للوقود الحيوي، فقيمتها لزهرة الشمس وفول الصويا(39.6 ميكاجول\كغم)[2] والتي هي اقل من القيمة الحرارية (43.4 ميكاجول\كغم)[2] لوقود الديزل، لان زيادة القيمة الحرارية تعمل على زيادة رفع الضغط ودرجة الحرارة داخل حجرة الاحتراق ليتكون قوة اكبر على المكبس لتوليد عزم دوران



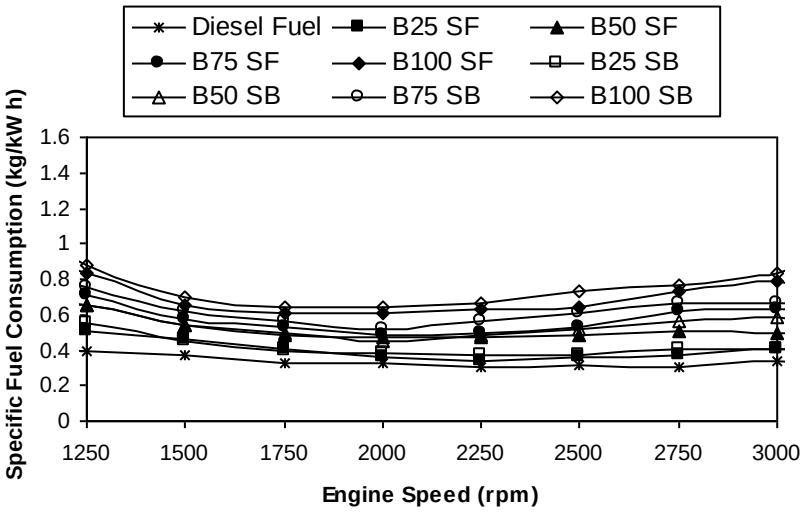
شكل (1) العلاقة بين العزم الدوراني للمحرك وسرعة دورانه

للمحرك بشكل اكبر. كما ان للقيمة الحرارية دور كبير ايضا على قدرة المحرك فزيادتها تعمل على زيادة قدرة المحرك وكما مبين في الشكل(2)، اذ نجد ان اكبر قدرة للمحرك عند استخدام وقود الديزل (قيمته الحرارية اعلى من الانواع الاخرى من الوقود المستخدم) ثم تنخفض هذه القدرة كلما زادت نسبة اضافة الوقود الحيوي بكلا نوعيه الى وقود الديزل، حيث سُجلت اقل قدرة عند استخدام وقود (B100-SF) مقارنة بالانواع الاخرى من الوقود المستخدم في الدراسة، وان القدرة الناتجة لكل خليط من الوقود الحيوي لزهرة الشمس كانت اكبر بقليل مقارنة بالقدرة الناتجة من الخليط المناظر للوقود الحيوي لفول الصويا، حيث سجلت الزيادة في القدرة الناتجة باستخدام وقود حيوي لزهرة الشمس عن الوقود الحيوي لفول الصويا بمقدار (1.2 %، 3.2 %، 3.4 %، 2.7 %) عند نسب الخلط (25%، 50%، 75% ، 100%) وعلى التوالي. وهذا الفرق الطفيف في القدرة رغم تقارب القيمة الحرارية للوقود الحيوي لزهرة الشمس مع الوقود الحيوي لفول الصويا يعود الى الفرق في العدد السيتان (Cetane Number, CN) حيث يكون هذا العدد اكبر للوقود الحيوي لزهرة الشمس (CN=49)[2] من الوقود الحيوي لفول الصويا (CN=46)[2]، فكلما زاد هذا العدد كان التأخر الزمني لاتقاد الوقود اقل بعد حقن الوقود في حجرة الاحتراق ومع ثبات حقن الوقود عند زاوية محددة لعمود المرفق (25^{O} BTDC) فان إكمال الاحتراق والحصول على ذروة الضغط داخل المحرك ستكون في وقت مناسب يعطي قدرة اكبر اثناء شوط القدرة (Power Stroke) فيكون هذا الفرق الطفيف في القدرة.



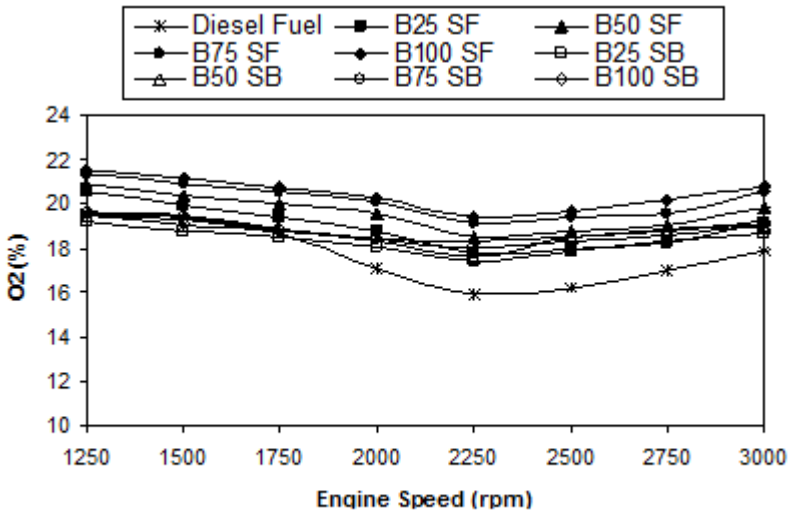
شكل (2) العلاقة بين قدرة المحرك وسرعة دورانه

ومن معايير اداء المحرك الأخرى هي استهلاك الوقود النوعي حيث أعطى وقود الديزل اقل استهلاك نوعي للوقود كما مبين في الشكل(3)، وكلما كانت نسبة اضافة الوقود الحيوي بنوعيه (زهرة الشمس وفول الصويا) الى وقود الديزل اكبر كان مقدار الاستهلاك النوعي للوقود اكبر وهذا يرجع الى مقدار الطاقة الحرارية لوقود الديزل التي هي اكبر من الطاقة الحرارية للوقود الحيوي، فزيادة نسبة الوقود الحيوي الى وقود الديزل تعمل على تقليل القيمة الحرارية للخليط، فضلا عما سبق فان الاستهلاك النوعي للوقود الحيوي لزهرة الشمس كان اقل بقليل عن الوقود الحيوي لفول الصويا لنفس نسبة الخليط من الوقود وهذا سببه يرجع ايضا الى العدد السيتان(CN) للوقود الحيوي لزهرة الشمس اكبر منها للوقود الحيوي لفول الصويا مما يعطي قدرة اكبر خلال شوط القدرة واستهلاك اقل للوقود عند تحميل المحرك عند نفس الحمل.



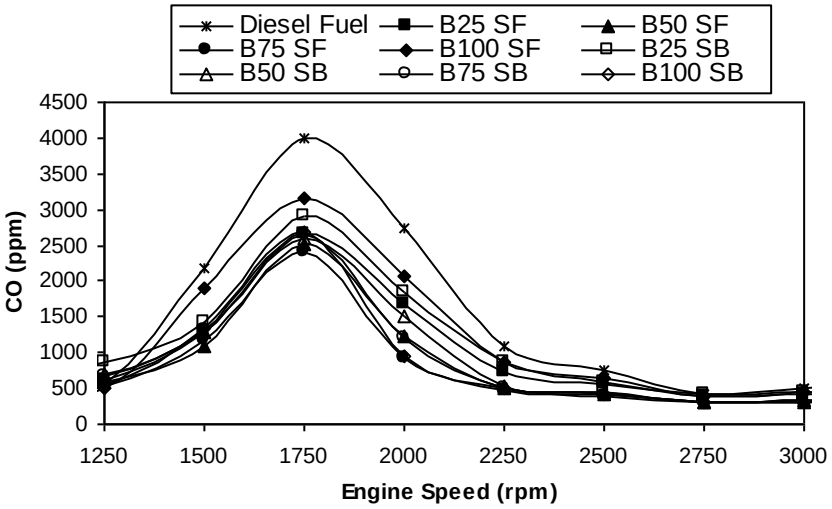
شكل (3) العلاقة بين استهلاك الوقود النوعي المحرك وسرعة دورانه

وبعد الكشف عن اداء المحرك باستخدام خلائط مختلفة لنوعين من الوقود الحيوي (زهرة الشمس وفول الصويا) تم معرفة مدى ما تتأثر به نواتج الاحتراق من جراء حرق الوقود الحيوي وبخلائطه المختلفة، حيث بين الشكل(4) وبشكل عام ان في حالة استخدام الوقود الحيوي يتحرر نسبة اوكسجين اكبر في نواتج الاحتراق مقارنة بمقدار الاوكسجين الذي يتحرر في حالة استخدام وقود الديزل وهذا يرجع الى ان تركيبة الوقود الحيوي الذي يحتوي على نسبة اكبر من الاوكسجين مقارنة بوقود الديزل وهذه النسبة هي حوالي 11% من وزن الوقود الحيوي النقي(B100)[2]، وعليه يدخل جزء من الاوكسجين الموجود في تركيبة الوقود الحيوي في عملية الاحتراق فضلا عن الاوكسجين الداخل مع الهواء في شوط التغذية (Intake Stroke)، ة



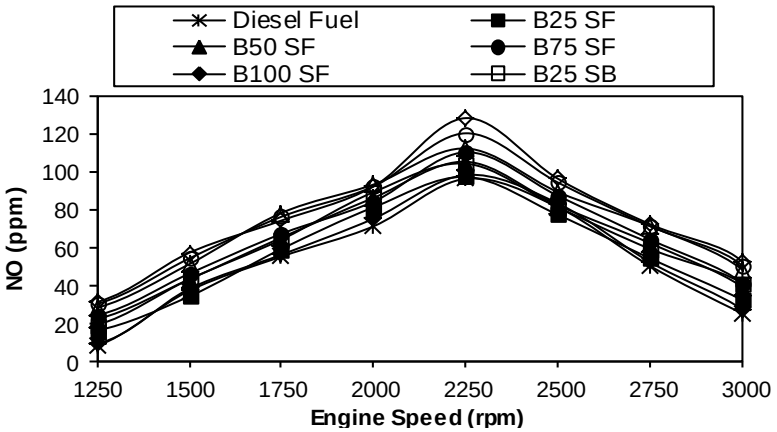
شكل (4) العلاقة بين نسبة طرح (O_2) للمحرك وسرعة دورانه

وهذا مما يجعل تحرير نسبة اوكسجين اكبر في حالة حرق الوقود الحيوي مقارنة عن وقود الديزل، كما تبين بان نسبة الاوكسجين المتحرر تكون بشكل اكبر عند حرق وقود (B100-SF) من بين انواع الوقود المستخدمة في الدراسة وتقل هذه النسبة كلما قلت نسبة الوقود الحيوي لزهرة الشمس في خليط الوقود المستخدم مقارن بانواع الخلائط المختلفة للوقود الحيوي لفول الصويا ووقود الديزل، وان نسبة الأوكسجين المتحرر تتناقص كلما قلت نسبة الوقود الحيوي لفول الصويا كما تبين بان نسبة الأوكسجين المتحرر كان اقل لكل خليط من خلائط الوقود الحيوي لفول الصويا مقارنة بالخليط المناظر له للوقود الحيوي لزهرة الشمس.



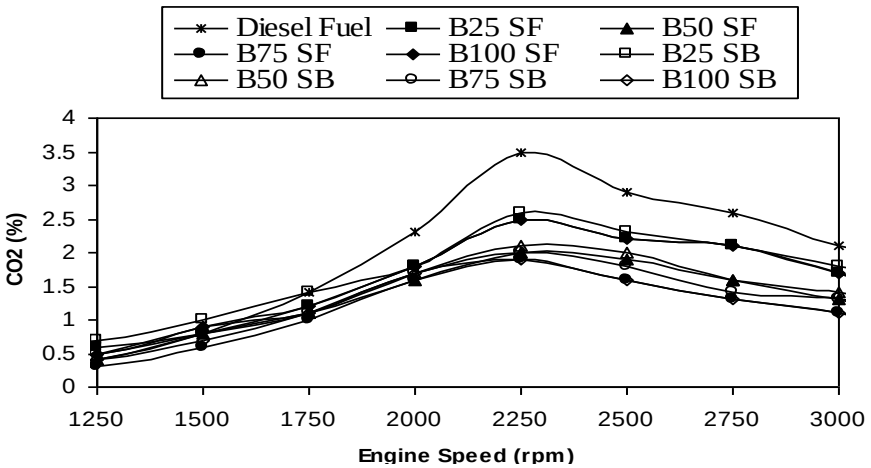
شكل (5) العلاقة بين نسبة طرح (CO) للمحرك وسرعة دورانه

وبينت التحاليل بانه هناك عنصر كيميائي اخر يطرح مع نواتج الاحتراق وهو احادي اوكسيد الكربون(CO) وهو غاز سام جدا، حيث اظهرت النتائج ان اعلى نسبة لتحرير غاز (CO) تكون عند استخدام وقود الديزل مقارنة بانواع الوقود الحيوي المستخدم في الدراسة، ثم يليها الوقود الحيوي النقي لزهرة الشمس(B100-SF) والذي بدوره هو الأخر يحرر نسبة اكبر من غاز (CO) مقارنة بالوقود الحيوي النقي لفول الصويا (B100-SB)، اما في خلائط الوقود الحيوي دون 100% سوف تنعكس الحالة ليكون لكل خليط من الوقود الحيوي لفول الصويا تحرير نسبة اكبر من غاز (CO) من الخليط المناظر له للوقود الحيوي لزهرة الشمس، وعلى الرغم من ان الوقود الحيوي يحرر نسبة اوكسجين اكبر كما مر سابقا أي انه ليس بسبب النقص في الأوكسجين يتحرر غاز (CO) ولكن يعود ذلك اما بسبب التحلل الكيميائي فضلا عن تجانس الوقود غير المنتظم مع الهواء في حجرة الاحتراق مسببا حدوث احتراق غير تام للوقود في جزء محدد من حجرة الاحتراق وتحرير نسبة من غاز (CO). اما من حيث تحرير غاز اوكسيد النتريك (NO) وهو غاز ملوث للبيئة حيث ان طرحه يزيد من سقوط الامطار الحمضية وفي طبقات الجو العليا عند تحرره من الطائرات يتفاعل مع الاوزون، حيث ان الشكل(6) يوضح ان اقل نسبة تحرر من هذا الغاز في نواتج الاحتراق كانت عند استخدام وقود الديزل.



شكل (6) العلاقة بين نسبة طرح (NO) للمحرك وسرعة دورانه

وان حرق الوقود الحيوي بنوعيه يحرر اكبر نسبة من غاز (NO) مقارنة بوقود الديزل، كما وان الوقود الحيوي النقي لفول الصويا (B100-SB) يحرر اكبر نسبة من هذا الغاز مقارنة بجميع أنواع الوقود المستخدمة في الدراسة، فضلا عن ذلك فان كل خليط من الوقود الحيوي لفول الصويا يحرر اكبر نسبة من هذا الغاز مقارنةً بنظيره وبنفس نسبة الخليط من الوقود الحيوي لزهرة الشمس، وان أفضل وقود حيوي من بين الخلائط المستخدمة في الدراسة والذي يطرح اقل نسبة من غاز(NO) كان الوقود الحيوي النقي لزهرة الشمس (B100-SF)، وبهذا يكون الوقود الحيوي لفول الصويا اكثر ملوثا من حيث طرح غاز (NO) من الوقود الحيوي لزهرة الشمس ووقود الديزل. ومن بين نواتج الاحتراق التي رصدت من خلال جهاز تحليل العادم غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO_2) حيث يطرح بأعلى نسبة عند حرق وقود الديزل مقارنة بجميع أنواع الوقود المستعملة في الدراسة وكما موضح بالشكل(7)، وان نسبة طرح (CO_2) تكون اعلى لخلائط الوقود الحيوي لفول الصويا (B25 ، B50 ، B75) مقارنةً بالخلائط المناظرة للوقود الحيوي لزهرة الشمس، اما فيما يخص الوقود الحيوي النقي لفول الصويا (B100-SB) فهو يطرح غاز (CO_2) بمقدار اقل من الوقود الحيوي النقي لزهرة الشمس(B100-SF).



شكل (7) العلاقة بين نسبة طرح (CO_2) للمحرك وسرعة دورانه

والجدول الأتي يوضح نسب الزيادة والنقصان في معايير الأداء ونواتج الاحتراق للمحرك عند استخدام وقود حيوي لزهرة الشمس وفول الصويا مقارنة بوقود الديزل:

وقود الديزل الحيوي	معايير الأداء المدروسة للمحرك(%)			نواتج الاحتراق (%)			
	العزم	القدرة	استهلال الوقود النوعي	O_2	CO	NO	CO_2
زهرة الشمس (B25-SF)	-9.1892	-8.4999	+19.9683	+6.9119	-29.8584	+8.7356	-17.6796
زهرة الشمس (B50-SF)	-18.9189	-18.6705	+55.2973	+10.5351	-41.1152	+22.069	-32.5967
زهرة الشمس (B75-SF)	-24.3243	-24.9713	+77.0265	+13.6009	-45.2522	+26.8966	-40.884
زهرة لشمس (B100-SF)	-30.8108	-31.9139	+112.6548	+15.3289	-17.912	+3.908	-18.232
فول الصويا (B25-SB)	-9.7352	-9.6266	+26.8269	+3.4002	-21.5769	+20.9195	-12.1547
فول الصويا (B50-SB)	-20.4303	-21.2231	+63.3269	+5.2397	-34.3851	+38.3908	-28.7293
فول الصويا (B75-SB)	-26.5526	-27.4751	+94.2742	+5.6299	-37.1955	+42.2989	-33.7017
فول الصويا (B100-SB)	-32.4324	-33.7214	+136.8756	+6.2988	-40.6056	+45.7471	-38.674

اشارة(+) تعني الزيادة في الصفة المدروسة للوقود الحيوي عن وقود الديزل، واشارة(-) تعني النقصان

الاستنتاجات

استخدام وقود الديزل التقليدي يعطي اعلى اداء للمحرك من جميع انواع الوقود الحيوي المستخدم في الدراسة لكنه يكون اكثر ملوثا للهواء.

يعطي خليط الوقود الحيوي لزهرة الشمس (B25-SF) اقل انخفاضا في اداء المحرك من بين خلائط زهرة الشمس المستخدمة في الدراسة مقارنة مع وقود الديزل التقليدي.

بينت الدراسة أن اقل انبعاث للغازين (CO و CO_2) كان للوقود (B75-SF) من بين الخلائط الاخرى للوقود الحيوي لزهرة الشمس.

كما واعطى خليط الوقود الحيوي لفول الصويا (B25-SB) اقل انخفاضا في اداء المحرك من بين خلائط فول الصويا وذلك عند المقارنة مع وقود الديزل التقليدي.

أن اقل انبعاث لغاز (CO و CO_2) من حرق خلائط الوقود الحيوي لفول الصويا كان عند استخدام خليط (B100-SB) .

عند عمل المحرك بخلائط الوقود الحيوي لزهرة الشمس (B25 ، B50 ، B75) كان اقل انبعاثا لغاز (CO ، CO_2 ، NO) واقل انخفاضا بالاداء مقارنة بخلائط الوقود الحيوي المناظرة لفول الصويا.

كان خليط الوقود الحيوي لزهرة الشمس (B100-SF) اقل انخفاضا بالاداء ولكن اكثر طرحا لـ (CO و CO_2) واقل طرحا لغاز (NO) وذلك مقارنة بخليط الوقود الحيوي لفول الصويا (B100-SB).

التوصيات

وبناءً على ما سبق توصي الدراسة باستخدام زيت زهرة الشمس كوقود بديل افضل من زيت فول الصويا وللخلائط (B25 ، B50 ، B75)، اما خليط الوقود الحيوي لزهرة الشمس (B100-SF) فانه افضل من حيث الاداء ومن طرح غاز (NO) ولكنه اكثر طرحا للغازين (CO و CO_2) مقارنة بخليط الوقود الحيوي لفول الصويا (B100-SB). كما وتوصي الدراسة باستخدام خلائط الوقود الحيوي بدل وقود الديزل التقليدي من اجل تقليل انبعاث غاز (CO_2) المسبب لظاهرة الاحتباس الحراري.

المصادر

1- K.S. Tyson and R.L. McCormick, "Biodiesel Handling and Use Guide", National Renewable Energy Laboratory - U.S. Department of Energy, Report Number (NREL/TP-540-40555), 3rd ed. , 2006.

2- Ayhan Demirbas, "Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines", Springer-Verlag London Limited, 2008.

3- Pi-Qiang Tan, Zhi-Yuan Hu, Di-Ming Lou, "Regulated and Unregulated Emissions from a Light-Duty Diesel Engine with Different Sulfur Content Fuels", Fuel, Elsevier Ltd., 88(1086–1091)2008. Journal Homepage: www.elsevier.com/locate/fuel.

4- Robert L. McCormick, Christopher J. Tennant, R. Robert Hayes, Stuart Black, John Ireland, Tom McDaniel, Aaron Williams, Mike Frailey, "Regulated Emissions from Biodiesel Tested in Heavy-Duty Engines Meeting 2004 Emission Standards" , National Renewable Energy Laboratory-U.S. Department of Energy, SAE International , Paper No. 2005-01-2200 , 2005.

5- Prof. Dr. Gerhard Vogel, "A World Wide Review of the Commercial Production of Biodiesel – A technological, economic and ecological investigation based on case studies", by Mag. Stephan Friedrich, Wien 2004.

6- Herb Willcutt, " Alternative Fuels" , Agr. & Bio Engineering, Extension Service, Mississippi State University, report (2005).

7- Kenneth Proc, Robb Barnitt, R. Robert Hayes, Matthew Ratcliff, and Robert L. McCormick, "100,000-Mile Evaluation of Transit Buses Operated on Biodiesel Blends (B20)" , National Renewable Energy Laboratory—U.S. Department of Energy, SAE International, Paper No. 2006-01-3253, 2006.

8- Chase C.L., Peterson C.L., Lowe G.A., Mann P., Smith J.A., Kado N.Y. "A 322,000 Kilometer (200,000 Mile) Over the Road Test with HySEE Biodiesel in a Heavy Duty Truck." SAE Technical Paper No. 2000-01-2647, 2000.
9- Fraer R., Dinh H., Proc K., McCormick R.L., Chandler K., Buchholz B. "Operating Experience and Teardown Analysis for Engines Operated on Biodiesel Blends (B20)." SAE Technical Paper No. 2005-01-3641, 2005.
10- D. Erdogan , A. A. Mohammed, " Effect of Preheated Corn Oil as Fuel on Diesel Engine Performance" , Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, Vol.30 , No.3 , 1999.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل