المقارنة بين تأثير استعمال الميثانول والإيثانول في جودة الديزل الحيوي المنتج من زيت العرجون

د. م. أحمد فراس علوش
أستاذ مساعد في كلية الهندسة الميكانيكية، جامعة إدلب

الملخص

يهتم هذا البحث بشكل رئيس بدراسة تأثير استعمال الميثانول والإيثانول في جودة الديزل الحيوي المنتج من زيت العرجون كماً وكيفاً. إذ استعمل زيت العرجون الموجود في البيرين الناتج عن معاصر الزيتون بمدينة إدلب، قورنت بعض الخصائص للديزل الحيوي مع الديزل الأحفوري مثل الكثافة واللزوجة ونقطة الوميض وعدد السيتان ونقطة الانصباب. استعملت 100 غ زيت عرجون مع نسبة مولية 6/1 (زيت/كحول)، وكانت خصائص الديزل الحيوي عند استعمال الميثانول أفضل بشكل واضح من استعمال الإيثانول.

الكلمات المفتاحية: الديزل الحيوي، زيت العرجون، الإيثانول، الميثانول.

Comparison Between the Effect of Using Methanol and Ethanol on the Quality of Biodiesel from Arjun Oil.

Dr. Ahmad Firas Alloush
Assistant Professor, Faculty of Mechanical Engineering, University of Idlib

Abstract

This research mainly focuses on studying the effect of the use of methanol and ethanol on the quality of biodiesel produced from (arjun oil) pomace oil in quantity and quality. Where the arjun oil found in the (perin) arjun resulting from the olive presses in the city of Idlib was used, and some properties of biodiesel were compared with fossil diesel such as density, viscosity and flash point, cetane-No and effusion point. Using 100 g arjun oil with a molar ratio of 1/6 (oil/alcohol), and the properties of biodiesel when using methanol were significantly better than using ethanol.

Keywords: biodiesel, arjun oil, ethanol, methanol.

1- المقدمة:

يعد الديزل الحيوي أحد أهم أنواع الوقود المستدام، وصديقاً للبيئة. يصنّع من تفاعل مواد طبيعية حيوية هي الزيوت النباتية أو الحيوانية أو كليهما مع كحول عضوي مثل الإيثانول أو الميثانول بوجود وسيط مثل هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم. وللديزل الحيوي خصائص مشابهة لخصائص الديزل البترولي، وهو ديزل غير سام، يمكن استعماله لتشغيل المحركات الميكانيكية. اهتم بالديزل الحيوي لأنه وقود صديق للبيئة، ومن مصادر الطاقة المتجددة، ويمكن أن يشكل مصدراً بديلاً للوقود الأحفوري التقليدي الملوث للبيئة [يوسف حسن نجم، 2016 & عمر أحمد بدر، 2018].

زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بحماية البيئة من التلوث، وذلك بسبب الوعي المتزايد بقضايا التلوث البيئي واستنزاف موارد الوقود الأحفوري مثل النفط الخام والغاز الطبيعي والفحم. وقد أدى التدهور البيئي وخاصة التلوث الغازي الناتج عن احتراق الوقود البترولي أو الأحفوري، وكذلك حدوث النقص في تأمين الوقود البترولي في العديد من دول العالم، أدى ذلك إلى البحث عن مصادر بديلة ومتجددة للوقود وغير ملوثة للبيئة فكان الديزل الحيوي أحد أهم هذه البدائل، ذلك أن الدافع الأكبر لإنتاج الوقود الحيوي هو الاحتباس الحراري العالمي الناجم عن الاحتراق المستمر للوقود الأحفوري. [Bart,2010]

من أهم ميزات الوقود الحيوي مقارنة مع الوقود الأحفوري ما يأتي: [أسامة محمد مجيد طه، 2019 & Demirbas, A. 2008]

1- انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

2- ليس هناك انبعاثات لثاني أكسيد الكبريت.

3- انخفاض في انبعاثات أول أكسيد الكربون، يتعلق الأمر بوضع المحرك وجودة الاحتراق.

4- عدم انبعاث جميع الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات التي تنتج عند احتراق الديزل البترولي.

5- الحد من السرطان الذي يسببه احتراق الديزل البترولي في معظم الأحيان.

6- بينت الدراسات أن كل 1 طن من الوقود البترولي يطلق 3 طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

2- أهمية البحث:

يمكن تلخيص أهمية البحث بما يأتي:

1- إمكانية تصنيع الديزل الحيوي الصديق للبيئة بسهولة من مصادر الكتلة الحيوية المتجددة (زيت العرجون، زيت البيرين أو زيت المطراف)، المتوفرة محلياً.

2- الديزل الحيوي صديق للبيئة، أي أنه لا يلوث البيئة سواءٌ عند احتراقه أو عند تخزينه، ولا يتراكم بيئياً إذ إنه قابل للتحلل البيولوجي.

3- الديزل الحيوي مصدر للطاقة ويصنع من مصادر حيوية متجددة، ويمكن أن يحل محل بعض المحروقات البترولية في توفير الطاقة.

3- أهداف البحث:

نعاني في مناطق شمال غرب سورية من عدم توفر الثروات الطبيعية من الوقود الأحفوري، وعدم توفر مصادر النفط الخام ومشتقاته، وأيضاً ارتفاع أسعار الوقود التقليدي المستوردة في الأسواق"؛ لذلك كان من الضروري البحث وتأمين بدائل للوقود الأحفوري التقليدي، بحيث يمكن إنتاج وقود بديل متجدد وصديق للبيئة وبتكاليف مقبولة للمستهلك وبكميات تكفي تسيير الأمور الحياتية في مناطقنا في حال انقطاع الديزل التقليدي.

يمكن تلخيص أهداف البحث بما يأتي:

1- دراسة تأثير نوع الكحول المستعمل في جودة الديزل الحيوي المنتج من زيت العرجون.

2- تأمين الوقود البديل الصديق للبيئة، من وقود الطاقة الحيوية المتجددة.

3- صنع وقود حيوي بجودة عالية، وخصائص منافسة للديزل البترولي.

4- فتح الباب لإجراء الأبحاث الخاصة بتأمين مصادر الطاقة الحيوية البديلة.

4- الدراسات المرجعية:

اخترع محرك الديزل من قبل الدكتور رودولف ديزل، وظهر المحرك أخيراً في معرض باريس عام 1911 م، كان أول محرك في العالم يشتغل بالديزل الحيوي واستعمل

لتشغيله زيت الفول السوداني 100%. [أسامة محمد مجيد طه، 2019 & يوسف حسن نجم، 2016 & عمر أحمد بدر، 2018].

كما حضر Magin عام 2008 الديزل الحيوي من فضلات زيت الطبخ باستعمال الكحولات المختلفة مثل الميثانول والإيثانول وبوجود قاعدة، ووجد أن الكحول المستعمل يؤثر في خواص الوقود الناتج. [Magin L., 2008]

كما ناقش Gerpen عام 2005 تأثير الزمن ودرجة حرارة التفاعل في حصيلة الديزل الحيوي المنتج من نبات الجاتروفا باستعمال القاعدة. [Van G. Jon. 2005]

كما تمكن Ahn وجماعته عام 1995 من إنتاج الديزل الحيوي من زيت دوار الشمس وشحوم الأبقار في إنتاج المثيل استر بطريقة الوجبة في مفاعل صغير وباستعمال قاعدة من هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم. [Ahn E., Koncar M., 1995]

كما أنتج الباحثين H. Slani و M. Canakci عام 2008 وقود الديزل الحيوي من أنواع مختلفة من الزيوت. استعمل الباحثان زيت زهرة الشمس وزيت الذرة وزيت فول الصويا وزيت اللفت وزيت القطن وزيت بذور البندق باستعمال تفاعلات الأسترة إذ استنتج الباحث أن زيت زهرة الشمس أعطى أعظم نسبة تحويل وزيت بذور القطن كان الأقل إنتاجاً من بين الزيوت الأخرى. [H. Slani, 2008]

كذلك أنتج M. Ahmad, S. Rashid وزملاؤه عام 2009 وقود الديزل الحيوي من زيت الفول السوداني، وحصل على أعلى نسبة تحويل 88% باستعمال 1:6 (كحول: زيت) نسبةً مولية، ودرجة حرارة التفاعل 60 °م، وقورنت خصائص الوقود المنتج من الفول السوداني بمواصفات الديزل الأحفوري بموجب الجمعية الأمريكية لاختبار المواد American Society for Testing and Materials (ASTM)، إذ كانت اللزوجة الكينماتيكية Kinematic Viscosity عند 40 °م كانت 5.908 ملم/ثا^2، ونقطة الوميض 192 °م ونقطة الانجماد 6 °م ونقطة الانسكاب 3 °م ومحتوى الكبريت 0.0087. [M. Ahmad, S. 2009]

كما درس G. Anastopoulo وزملاؤه عام 2009 الحالة المثالية لإنتاج الوقود الحيوي باستعمال تفاعل الأسترة على مرحلتين لأربعة أنواع مختلفة من الزيوت النباتية (زيت زهرة الشمس، زيت اللفت، زيت الزيتون، زيت القلايات) مع كحول الإيثانول باستعمال

هيدروكسيد الصوديوم محفزاً. إن الحالة المثالية لعملية الأسترة في المرحلة الأولى من التفاعل أعطت أعلى معدل تحويل 81.4% وزناً عندما كانت النسبة المولية 1:12 كحول: زيت، وهيدروكسيد الصوديوم 1% وزناً، وحرارة التفاعل 80 °م. فبعد انتهاء المرحلة الأولى يشير الباحث إلى أن هناك زيتاً لم يتفاعل. لذلك أجرى المرحلة الثانية من التفاعل على الزيت الذي لم يتفاعل، وفي هذه المرحلة الثانية أعاد خطوات المرحلة الأولى في التفاعل نفسه، فكان الإنتاج في هذه المرحلة 16% وزناً أي حسن الإنتاج إلى 95.5% وزناً. [G. Anastopoulo., 2009]

كذلك حول M. Mata وزملاؤه عام 2010 الشحوم البقرية، وشحم الخنزير، ودهون الدواجن، إلى إستر الكيل (ديزل حيوي) باستعمال تفاعلات الأسترة. حيث استعمل 150 ملليلتر من الميثانول، و4 غ من هيدروكسيد البوتاسيوم، 500 غ من الشحوم الحيوانية، بزمن تفاعل 2 ساعة، ودرجة حرارة التفاعل 60 °م. ثم قيمت النتائج مع المعايير الأوربية (2003) EN 14214 وأظهرت النتائج أن نسبة التحويل تغايرت بين 76.8- 91.4%. [M. Mata, 2010]

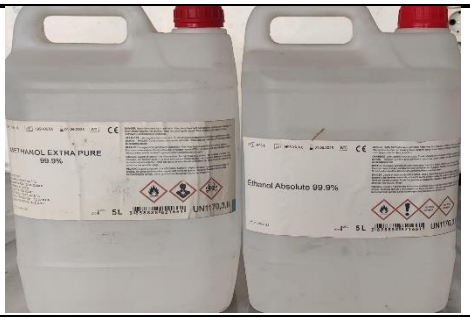
كذلك درس يوسف حسن نجم، وآخرون عام 2016 إنتاج وقود الديزل الحيوي من زيت الخروع باستعمال كحول الميثانول مذيباً وهيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم محفزاتٍ للتفاعلات ودراسة تأثير درجة الحرارة والنسبة المولية للكحول إلى الزيت ونوع المحفز على كفاءة إنتاج وقود الديزل الحيوي، نسبة الكحول إلى الزيت 1/7 نسبة مولية. وإن هيدروكسيد البوتاسيوم أفضل من هيدروكسيد الصوديوم في تفاعلات الأسترة التي يستعمل فيها كحول الميثانول، إذ يواجه هيدروكسيد الصوديوم صعوبة في الذوبان في كحول الميثانول. أما درجة حرارة التفاعل فإن أفضل درجة حرارة هي 65 م° بكفاءة تحويل تصل إلى 97% أما فيما يخص 60 م° و70 م° فقد كانت كفاءة التحويل 91.4%-89.5 على التوالي. [يوسف حسن ،2016]

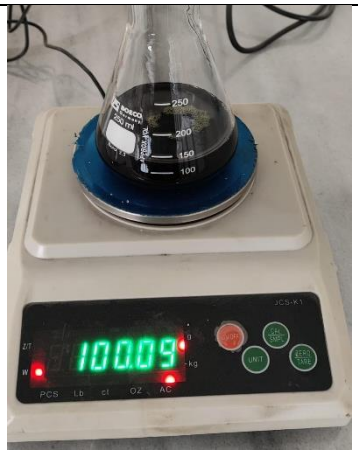
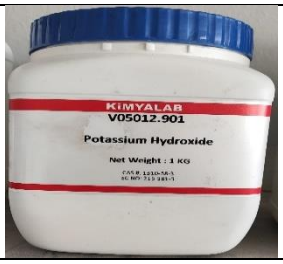
كما شخص أسامة محمد مجيد طه، وآخرون عام 2019 أكثر من 350 نوعاً من المحاصيل التي تحتوي على زيوت من بينها زهرة الشمس، والقرطم، وفول الصويا، وبذور القطن، وبذور اللفت، وزيوت الفول السوداني، إذ عدّت كلها وقود ديزل ذات طاقة كامنة استعملت مباشرةً في المحركات بالنسبة لمحرك الديزل. [أسامة محمد مجيد طه، 2019]

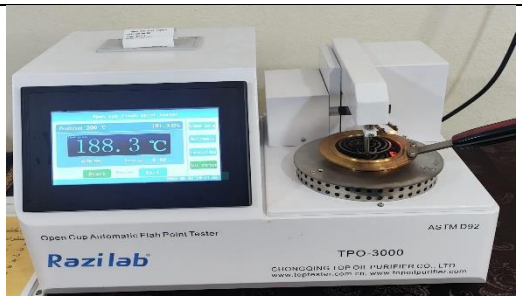
5- مواد البحث وطرائقه:

أجريت التجارب على زيت العرجون، وله أسماء كثيرة تختلف من منطقة لأخرى، ويسمى أيضاً زيت المطراف أو زيت البيرين أو زيت الجفت أو زيت الفيتورة أو زيت تفل الزيتون، وهو زيت زيتون ذو نوعية رديئة غير صالح للاستهلاك البشري، لذلك يستعمل عادة لصناعة صابون الغار أو الديزل الحيوي أو عمليات خلط مع الزيوت الأخرى، يستخرج زيت العرجون من البيرين، أو من الكسبة الناتجة بعد عصر الزيتون والتي تحتوي على 4-12% وزناً من زيت الزيتون، ويمكن استخراج زيت العرجون من البيرين باستعمال مذيبات خاصة مثل الهكسان وغيره من المذيبات العضوية التجارية.

5-1 أهم التجهيزات والمواد الكيميائية المستعملة:

1- أدوات زجاجية مختلفة (أرلينة، بيشر، قمع فصل، ماصة، زجاجة ساعة، عمود تكثيف، إلخ).

كحول إيثيلي وكحول ميثيلي.

<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">زيت العرجون.</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">هيدروكسيد البوتاسيوم</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>سخان كهربائي مع خلاط مغناطيسي مع ميزان حرارة ومبرد مكثف زجاجي.</td><td colspan="2">جهاز قياس اللزوجة.</td></tr>
</table>

	
جهاز قياس نقطة الوميض.	جهاز قياس عدد السيتان
ديزل حيوي من تفاعل الميثانول والإيثانول	جهاز نقطة الانصباب

2-5 حساب كميات المواد الأولية:

زيت العرجون:

حسب دراسة عن التركيب الكيميائي لزيت الزيتون صدرت عن المجلس الدولي في إسبانيا، وكما قدرت من معهد الدهون والزيوت في اشبيليا Seville ويتكون زيت الزيتون حسب المجلس الدولي للزيتون على النحو الآتي:

[https://www.internationaloliveoil.org]

1- حمض الأوليك 80.5٪Oleic.	2- حمض البالميتيك 10.5٪ Palmitic.
3- حمض اللينوليك 4.2٪ Lenoleic.	4- حمض السيتاريك3.1٪ Stearic.
5-حمض بالميتوليك0.9٪ Palmitoleic.	6- حمض اللينولينيك 0.7٪ Linolenic.
آثار من حمض ارشيدونيك Archidonic.	

ويتمتع زيت العرجون بالخصائص الآتية: [قصي نجار ،2016]

1- 900 كالوري/100غرام. 2- رقم التصبن لزيت العرجون 182-193.

3- الرقم اليودي له هو 75-92.

إذ إنه كلما ازداد الرقم اليودي للزيت ازداد عدم التشبع للزيت، ولقياس مدى التزنخ يستعمل رقم البيروكسيد.

واستعمل في كل تجربة 100 غرام من زيت العرجون الناتج عن البيرين من بعض معاصر الزيتون في مدينة إدلب (أمنت تنكة زيت عرجون حجم 20 لتراً من معصرة زيتون للسيد طارق سيد عيسى في مدينة إدلب، ومعمل البيرين في مدينة أرمناز بريف إدلب).

اختيرت الكتلة المولية لحمض الأوليك كتلةً مولية متوسطة لزيت العرجون لأنه يشكل أكثر من 80% منه، إذ إن الوزن الجزيئي لحمض الأوليك 282 غرام/مول، وله الصيغة الكيميائية $C_{18}H_{34}O_2$ وهو أحد أهم مكونات زيت الزيتون.

3-5 معادلات التفاعل والحسابات الكمية:

نحسب الكسر الكتلي للميتانول والإيثانول وزيت العرجون كما يأتي:

أولاً: من أجل استعمال كحول الميثانول تكون الحسابات كما يأتي:

$$C_{18}H_{34}O_2 + 3\ CH_3OH \Longrightarrow C_3H_8O_3 + 3\ CH_3COOR$$

حمض الأوليك	ميثانول	غليسيرين	بيوديزل
282 غ/مول	3*32 غ/مول	92 غ/مول	-

الكسر الكتلي للميتانول:

$$X_M = m_M/(m_O+m_M) \qquad (1)$$

$$X_M = 96/(282+96) = 0.254$$

الكسر الكتلي لحمض الأوليك:

$$X_O = m_O/(m_O+m_M) \qquad (2)$$

$$X_O = 282/(282+96) = 0.746$$

إذاً كمية الميثانول اللازمة من أجل 100 غرام زيت العرجون هي:

$$m_M = (m_O * X_M)/(1- X_M) \qquad (3)$$

$$m_M = (100*0.254)/(1-0.254) = 34\ gr$$

ثانياً: من أجل استعمال كحول الإيثانول تكون الحسابات كما يأتي:

$$C_{18}H_{34}O_2 + 3\ C_2H_5OH \Longrightarrow C_3H_8O_3 + 3\ CH_3COOR$$

بيوديزل	غليسيرين	الايتانول	حمض الأوليك
–	92 غ/مول	3*46غ/مول	282 غ/مول

الكسر الكتلي للإيثانول:

$$X_E = m_M/(m_O+m_E) \quad (4)$$

$$X_E = 138/(282+138) = 0.329$$

الكسر كتلي لحمض الأوليك:

$$X_O = m_T/(m_O+m_E) \quad (5)$$

$$X_O = 282/(282+138) = 0.671$$

إذاً كمية الإيثانول اللازمة من أجل 100 غرام زيت العرجون هي:

$$m_E = (m_O * X_E)/(1- X_E) \quad (6)$$

$$m_E = (100*0.329)/(1-0.329) = 49 \text{ gr}$$

ثالثاً: نستعمل كمية 1 غ هيدروكسيد البوتاسيوم في التفاعل، أي ما يعادل 1% من زيت العرجون. [أسامة محمد مجيد طه، 2019 & Karnwal, A. 2010]

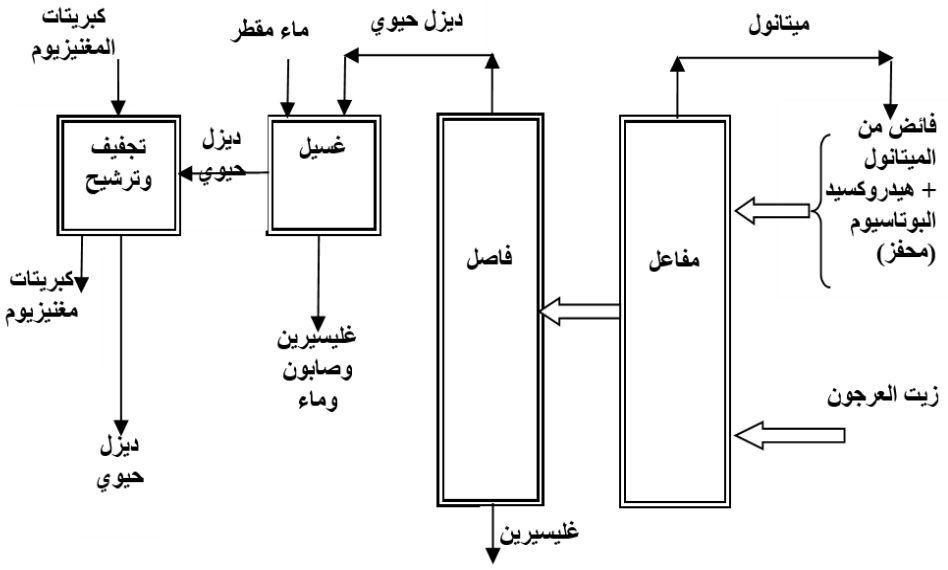
رابعاً: بما أن زيت العرجون يحتوي على كمية عالية من الحموض الدسمة الحرة، وهي ستؤثر سلباً في إنتاج الديزل الحيوي، إذ إن تفاعل الأسترة هو تفاعل عكوس، ومن أجل توجيه التفاعل لإنتاج الديزل الحيوي يضاف كمية زائدة من الكحول، ويكثف الفائض من الكحول وإعادة تدويره مرة أخرى. وحسب معادلتي التفاعل السابقتين يكون:

واحد مول زيت العرجون + 3 مول كحول = واحد مول غليسيرين+ 3 مول بيو ديزل

لذلك سيكون عملياً: [Karnwal, 2010 & Keera, ST,2011 & L. Canoira, R. 2007]

- استعمال فائض من الميثانول بنسبة مولية 6/1 أي كمية الكحول الميثيلي المضافة للتفاعل مع 100 غ زيت عرجون هي 68 غ كحول مثيلي.
- استعمال فائض من الايثانول بنسبة مولية 6/1 أي كمية الكحول الإيثيلي المضافة للتفاعل مع 100 غ زيت عرجون هي 98 غ كحول إيثيلي.

3-5 **طريقة العمل:** تكون طريقة العمل على مراحل عدة وفق المخطط الصندوقي الآتي [أم السعد دباشي،2017]:



الشكل (1) المخطط الصندوقي لطريقة إنتاج الديزل الحيوي مخبرياً.

5-3-1 مرحلة التفاعل:

حضر ميتوكسيد وإيتوكسيد البوتاسيوم بحل كمية من هيدروكسيد البوتاسيوم بالكحول الميثيلي ثم الإيثيلي، وفق المعادلات الآتية:

$$CH_3OH + KOH = CH_3OK + H_2O$$

ميثانول هيدروكسيد البوتاسيوم ميتوكسيد البوتاسيوم ماء

$$C_2H_5OH + KOH = C_2H_5OK + H_2O$$

إيثانول هيدروكسيد البوتاسيوم إيتوكسيد البوتاسيوم ماء

سكبت 100 غرام من زيت العرجون في أرلينة موضوعة على خلاط مغناطيسي وسخان، ثم سخن الزيت للتخلص من أي رطوبة ممكن أن توجد فيه. ثم يبرد الزيت حتى الدرجة 50 درجة مئوية ثم أضيف الميتوكسيد المحضر حديثاً إلى الزيت مع التحريك المغناطيسي والتسخين اللطيف حتى درجة الحرارة 60 درجة مئوية، استمر التفاعل لمدة

ساعة، ثم أطفئ السخان والمحرك المغناطيسي. [Demirbas, A. 2008 & H. Slani, 2008 & M. Mata, 2010]

وأعيدت التجربة بالخطوات السابقة نفسها بالإيثانول.

5-3-2 مرحلة الفصل:

فرغت الأرلينة في قمع فصل زجاجي وانتظر لمدة ساعتين ونصف، حتى تتشكل طبقتان منفصلتان تماماً، إذ تتكون الطبقة العلوية الأخف وزناً من الديزل الحيوي وتتكون الطبقة السفلية الأثقل من الغليسيرين. إذ فرغ الغليسيرين في بيشر خاص ثم فرغ الديزل الحيوي في بيشر آخر.

5-3-3 مرحلة الغسيل:

فرغنا البيشر الحاوي على الديزل الحيوي في قمع فصل نظيف، وأضيف الماء المقطر له رج بهدوء لمنع حدوث مستحلب لمدة دقيقتين بهدف الغسيل وإزالة ما تبقى من كحول وغليسيرين وصابون وأملاح في الديزل الحيوي. وكانت عملية الغسيل مرات عدة، إذ قيست الناقلية الكهربائية والـ pH لماء الغسيل قبل الغسيل وبعده للتأكد من إتمام عملية الغسيل بشكل جيد، بحيث تكون قيمة الـ pH ضمن المجال 7.5-7.

ثم وضع قمع الفصل على الحامل وترك لمدة ساعة ونصف، ليكون الفصل الكامل إلى طورين هما ماء الغسيل والديزل الحيوي الجاهز للاستعمال بعد نزع الرطوبة منه. [ام السعد دباشي،2017]

5-3-4 مرحلة التجفيف والترشيح:

أخذ الديزل الحيوي من قمع الفصل ووضع في أرلينة خاصة، وأضيف حوالي 1 غرام من كبريتات المغنيزيوم لامتصاص أي رطوبة ممكن أن توجد في الديزل الحيوي. وبعد خمس دقائق رشح الديزل الحيوي عبر ورق الترشيح للتخلص من الشوائب، لنحصل على المنتج النهائي الجاهز للاستعمال. [Shailendra, S. 2008]

5-3-5 مرحلة إجراء التجارب والحسابات:

تمت الحسابات كما هو في الفقرة (5-3)، وأجريت بعض القياسات على الديزل الحيوي المجفف من الرطوبة، لمعرفة أهم الخصائص الدالة على جودة الديزل الحيوي والمقارنة بين حالتي استعمال الميثانول والإيثانول.

إذ قيست بعض الخصائص المهمة للديزل الحيوي مثل: الكثافة بواحدة gr/cm^3، واللزوجة بواحدة mm^2/sec، ودرجة الوميض بواحدة درجة مئوية ^oC، وعدد السيتان، ونقطة الانصباب بواحدة ^oC.

وكانت جميع القياسات في مخبر الوقود والزيوت والشحوم في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة إدلب، وأيضاً بالتعاون مع مخبر مديرية المشتقات النفطية في باب الهوى. وجميع الأجهزة المستعملة حديثة ومرفق صورة لها في الفقرة 5-1 المذكورة أعلاه.

6- النتائج والمناقشة:

استعملت 100 غ من زيت العرجون في كل مرة من التجارب، مع 68 غ كحول مثيلي ثم 98 غ كحول أثيلي مع 1 غ هيدروكسيد البوتاسيوم وسيطاً. وقيست أهم الخصائص للديزل الحيوي المنتج ومقارنتها مع المازوت المتوفر في السوق المحلية في مدينة إدلب بنوعيه الأول والمحسن، إذ أجريت كل تجربة ثلاث مرات على الأقل وأخذت النتيجة المتوسطة.

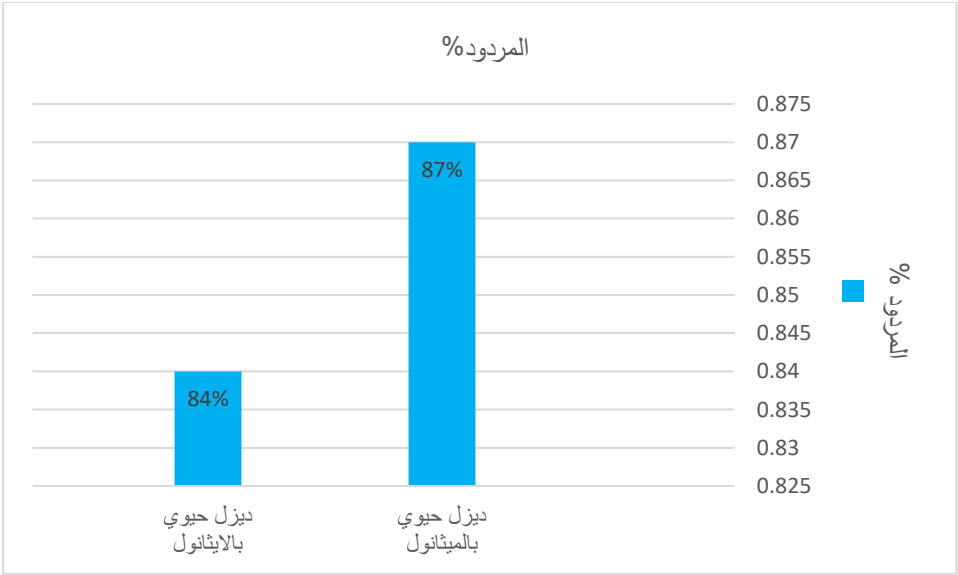
كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول (1): أهم الخصائص المقيسة للديزل الحيوي بالطريقتين.

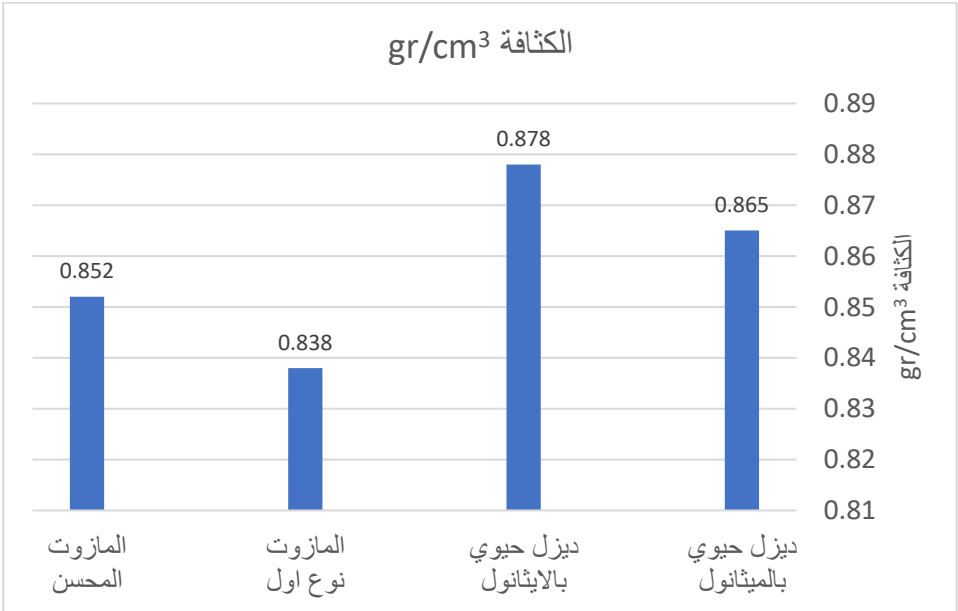
الخصائص / نوع الديزل	كمية المنتج gr (مردود)	الكثافة gr/cm^3	اللزوجة mm^2/sec 40^oC	درجة الوميض ^oC	عدد السيتان	نقطة الانصباب ^oC
ديزل حيوي بالميثانول	87 (87%)	0.865	5.621	181	53.9	16.3-
ديزل حيوي بالإيثانول	84 (84%)	0.878	6.675	189	54.3	11.8-
المازوت نوع أول	-	0.838	3.513	79	54	15-
المازوت المحسن	-	0.852	3.864	75	46	10-

مواصفات قياسية ديزل حيوي	–	0.86–0.90	1.9–6.0	90 <	47–40	15–

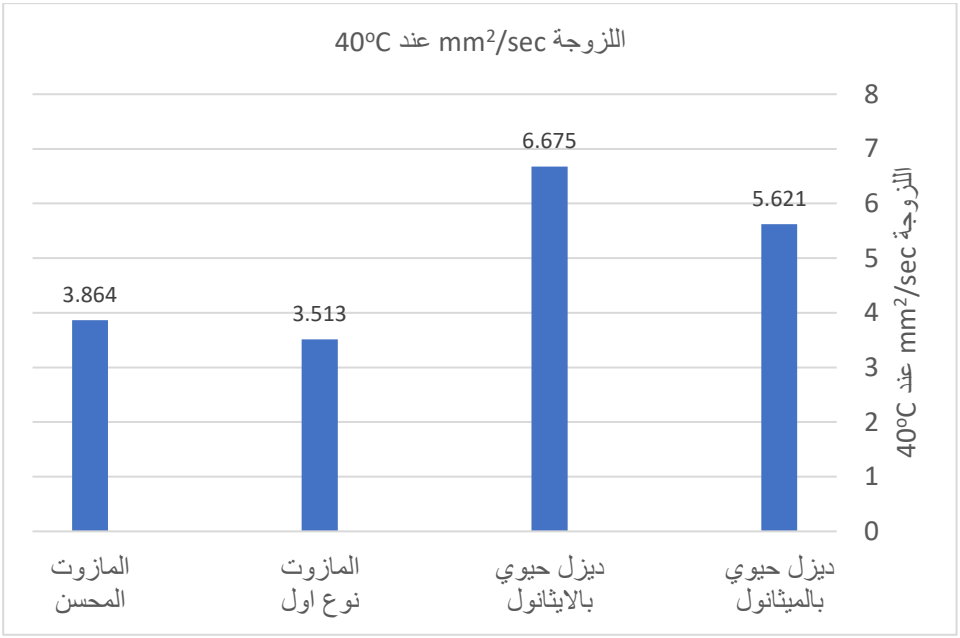
كما تبين الأشكال الآتية من 2 الى 7 جميع النتائج التي قيست للديزل الحيوي وقورنت مع خصائص المازوت المحلي.



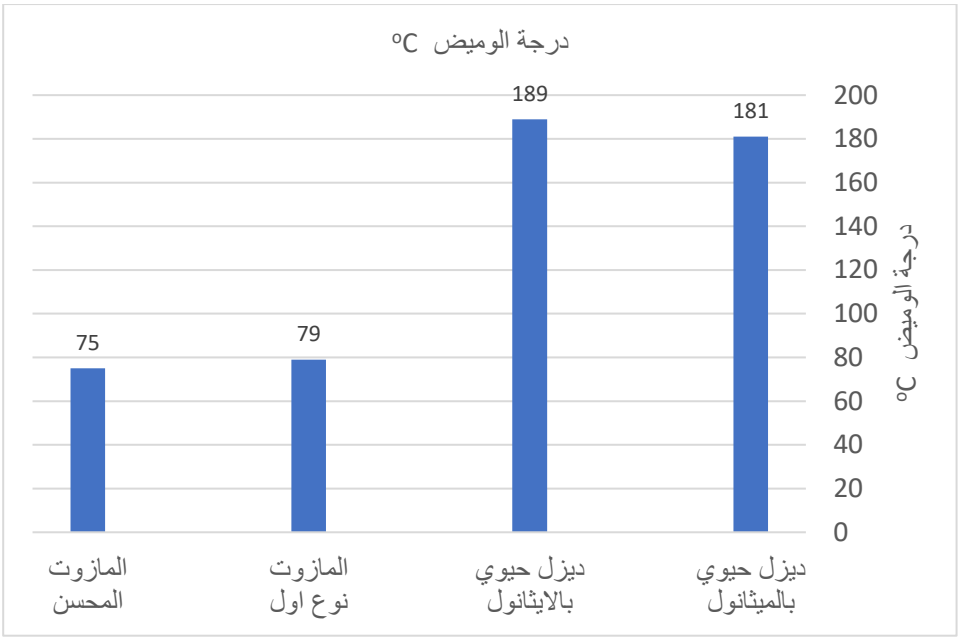
الشكل (2) يبين مردود إنتاج الديزل الحيوي المنتج باستعمال الميثانول والإيثانول.



الشكل (3) يبين كثافة الديزل الحيوي المنتج عند 20°C باستعمال الميثانول والايثانول.

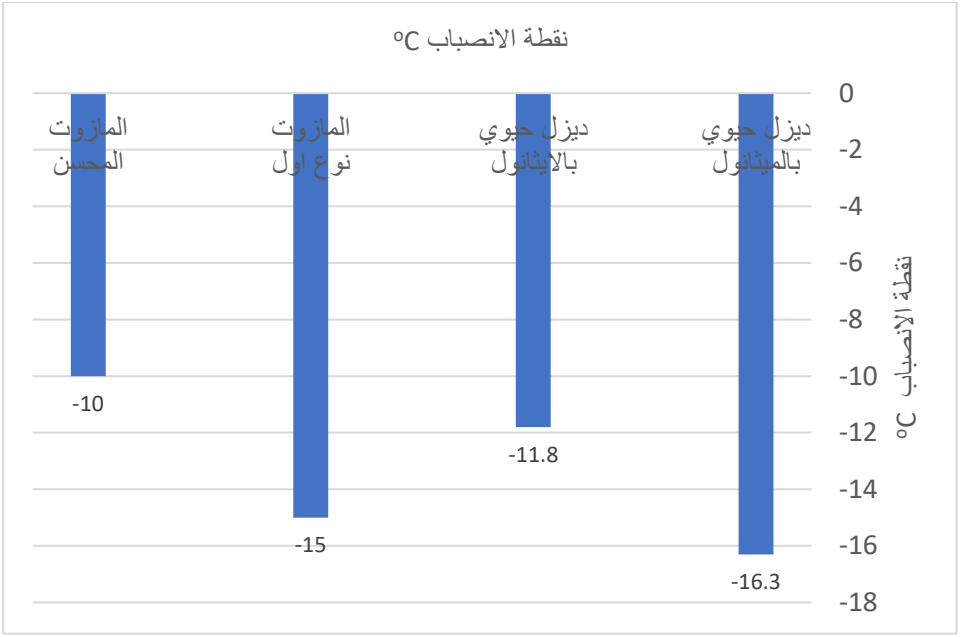


الشكل (4) يبين لزوجة الديزل الحيوي عند 40°C المنتج باستعمال الميثانول والإيثانول.



الشكل (5) يبين درجة الوميض للديزل الحيوي المنتج باستعمال الميثانول والإيثانول.

الشكل (6) يبين عدد السيتان للديزل الحيوي المنتج باستعمال الميثانول والإيثانول.



الشكل (7) يبين نقطة الانصباب للديزل الحيوي المنتج باستعمال الميثانول والإيثانول.

الجدوى الاقتصادية:

نبين فيما يأتي الجدوى الاقتصادية لإنتاج 100 ليتر من الديزل الحيوي من زيت العرجون والميثانول.

يوضح الجدول (2) الكميات اللازمة لإنتاج 100 ليتر ديزل حيوي.

الجدول (2): كمية المواد اللازمة لإنتاج 100 ليتر ديزل حيوي وأسعارها.

اسم المادة	الكمية ليتر	*السعر الكلي $
زيت العرجون	120	120
الميثانول	35	70
هيدروكسيد البوتاسيوم	1 كغ	5
كهرباء للتسخين	200 كيلوواط ساعي	30
أجور تصنيع	---	20
تكاليف متفرقة	---	20
أرباح	---	25
المجموع	---	290

* السعر من تجار الجملة في السوق المحلية، وقابلة للتغير حسب العرض والطلب.

نلاحظ من الجداول والأشكال أعلاه ما يأتي:

1- إن خصائص الديزل الحيوي الناتج عن الميثانول أفضل من الديزل الحيوي الناتج عن الإيثانول، من حيث المردود واللزوجة ونقطة الانصباب. وإن انخفاض نقطة الانصباب عن $15^{o}C-$ بمقدار درجة وربع أو أكثر يكون لصالح جودة المنتج خاصة في الأجواء الباردة.

2- إن خصائص الديزل الحيوي تعد قريبة من جودة المازوت النفطي بنوعيه الأول والمحسن المتوفرين في السوق المحلية، علماً أن اللزوجة للديزل الحيوي أعلى.

3- درجة الوميض للديزل الحيوي أكبر بشكل واضح من درجة الوميض للمازوت المحلي، وهذا يعد عامل أمان عند تداول الديزل الحيوي ونقله وتخزينه.

4- الكثافة للديزل الحيوي أكبر بشكل واضح من الكثافة للمازوت المحلي، وهذا يعد مؤشراً جيداً لصالح الديزل الحيوي، لأنه يجعله أقل تطايراً لعدم احتوائه على مواد طيارة خفيفة.

5- اللزوجة للديزل الحيوي أكبر بشكل واضح من اللزوجة للمازوت المحلي، وهذا يعد مؤشراً جيداً لصالح الديزل الحيوي، لأنه يساعد في تزييت حجرة الاحتراق.

6- المردود للديزل الناتج عن الكحول الميثيلي أكبر من مردود الديزل الناتج عن كحول الإيثانول، لأن تفاعل الميثانول أسهل من تفاعل الإيثانول في عملية الأسترة.

7- عدد السيتان للديزل الحيوي أكبر بشكل واضح من عدد السيتان للمازوت المحلي، وهذا يعد مؤشر طاقة أكبر لصالح الديزل الحيوي، إذ تزداد جودة المازوت بزيادة عدد السيتان.

8- من الناحية العملية فإن تشكيل ميتوكسيد البوتاسيوم أسرع وأسهل من تشكيل إيتوكسيد البوتاسيوم.

9- من الناحية الصحية يعد استعمال الكحول الإيثيلي أكثر أماناً من استعمال الكحول الميثيلي.

10- يتراوح سعر ليتر الديزل الحيوي بين 3-2 دولار حسب العرض والطلب.

11- لا يعد الديزل الحيوي منافساً بالسعر للمازوت المحلي، ولكنه يمكن أن يكون بديلاً له في حالات الطوارئ.

7- المراجع:

1- الموقع الرسمي للمجلس الدولي للزيتون [International Olive Council (IOC)] (https://www.internationaloliveoil.org) COI/T.15/NC nº 3/ Rév. 19 تشرين الثاني / نوفمبر 2022.

2- أسامة محمد مجيد طه، وآخرون – تحضير وقود الديزل الحيوي من زيت بذور نبات القريص Urtica dioica ودراسة صفاته، مجلة التربية والعلوم، مجلد 28 عدد 4، الموصل 2019.

3- عمر أحمد بدر، وآخرون – إنتاج الوقود الحيوي (الديزل) في العالم وأثره على أسعار الواردات المصرية من الزيوت النباتية، معهد بحوث الاقتصاد الزراعي – مركز البحوث الزراعية – الدقي – الجيزة، 2018.

4- أم السعد دباشي، رشيدة نجيمي– إنتاج الديزل الحيوي من زيت القلي، رسالة ماجستير، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي، كلية التكنولوجيا، قسم هندسة الطرائق والبتروكيمياء، الجزائر 2017.

5- Abd alaziz N.A., PHD. Sc. Thesis, Education College of pure science, University of Mosul (2017). {In Arabic}

6- يوسف حسن نجم، وآخرون – تأثير درجة الحرارة ونوع العامل المحفز القاعدي والنسبة المولية للكحول الى الزيت على كفاءة انتاج وقود الديزل الحيوي من زيت الخروع، مجلة جامعة كركوك، مجلد 11 عدد 4، كركوك 2016.

7- قصي نجار، استخراج وتكرير زيت البيرين، جامعة حلب، كلية الهندسة الزراعية، قسم الزيتون، 2016.

8- Keera, ST.; Elsabagh, S.M.; and Taman, A. R., Fuel, Vol. 90, PP. 42-47. (2011).

9- M. Mata, N. Cardoso, M. Ornelas, S. Neves and N. S. Caetano, "Sustainable Production of Biodiesel from Tallow, Lard and Poultry Fat its Quality Evaluation", Environment and Energy Engineering, University of Porto, Portugal, Vol. 19, PP. 13-18, 2010.

10- Bart, J.C.J.; Palmeri, N.; and Cavallaro, S.; "Biodiesel Science and Technology from Soil to Oil". Woodhead Publishing Limited, PP. 1-858. (2010).

11- Karnwal, A.; and et al., Iranica Journal of Energy and Environment, Vol.1, No.4, PP. 352-358. (2010).
12- M. Ahmad, S. Rashid, M.A. Khan, M. Zafar, Sulta,"Optimization of base catalyzed transesterification of peanut oil biodiesel", African Journal of Biotechnology, Vol. 8, No. 3, PP. 441-446, 2009.
13- G. Anastopoulo., Y. Zannikou, S. Stournas, S. Kalligeros, "Transesterification of Vegetable Oils with Ethanol and Characterization of the Key Fuel Properties of Ethyl Esters", journal of Energies, Vol.2, PP.362-376, 2009.
14- Demirbas, A.; "Biodiesel". A realistic fuel Alternative for Diesel Engines, Springer-Verlag London Limited, PP.1-208. (2008).
15- Magin L., Herreros, J.M., Lisbethel l., Reyes G.C, Yolanda B., Fuel; 87, pp.3161-3169, (2008).
16- Shailendra, S.; Avinash K.A.;and Sanjeev, G., Energy conversion and management, Vol. 49, No. 5, PP. 1248-1257. 2008.
17- H. Slani, and M. Canakci. " Effects of Defferent Alcohol and Catalyst Usage on Biodiesel Production from Different Vegetable Oils", Energy and fuels, Vol. 22, No. 4, PP. 2712-2719, 2008.
18- L. Canoira, S. Torcal, "Nitration of biodiesel of waste oil: Nitrated biodiesel as a cetane number enhancer". Fuel 86 (2007) 965-971.
19- Van G.Jon. Fuel Processing Technology; 86:1097–107, 2005.
20- Ahn E., Koncar M., Mittelbach M. and Man R., Separation Science and Technology; 30:2021–33, (1995).