مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٤) العدد (٣) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (3) 2020

تحسين الخصائص التشغيلية لزيت الجوجوبا للاستخدام في محركات الديزل

علي محمد علي*
ميساء علي شاش**
حسان بهجت عروس***

(تاريخ الإيداع ٢٠ /١ / ٢٠٢٠ . قُبل للنشر ٢٤ / ٦ / ٢٠٢٠)

الملخص

هدف البحث إلى تحسين الخصائص التشغيلية لزيت الجوجوبا للاستخدام في محركات الديزل،من خلال إجراء المعالجة الحيوية للزيت المستخلص من أشجار الجوجوبا المزروعة في الساحل السوري، عبرإضافة خلاصة حيوية بكتيرية بنسب مختلفة، بهدف الحصول على مصدر متجدد للطاقة بديل عن الوقود الأحفوري.بينت نتائج الدراسة أن إضافة (1.6ml)من الخلاصة الحيوية إلى(100ml من الزيت مع زمنمعالجة(12) يوم قد رفعت قرينة الديزل بنسبة (20.76%)، وخفضت اللزوجة بمقدار (15.6%)، بعد ذلك أجري المزج بين الزيت المعالج والديزل بنسب مختلفة وأجريت الاختبارات الفيزيائية وحددت النسبة الأفضل للمزج، حيث تبين أن مزج الزيت مع الديزل بنسبة (18%)خفضت نسبة الكبريت في الوقود بنسبة (85.87%)، وحقق خصائص تلبي المواصفات القياسية السورية.

الكلمات المفتاحية: زيت الجوجوبا–الوقود الحيوي–الخلاصة الحيوية– الخصائص الفيزيائية للزيت.

*أستاذ – قسم تقانة الأغذية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – سورية.
**أستاذ مساعد–قسم المعدات والآليات– كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – سورية.
***طالب دراسات عليا(ماجستير) – قسم المعدات و الآليات – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٤) العدد (٣) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (3) 2020

Improving operating characteristics for Jojoba oil for usage in diesel engine

[*] Ali Mohammad Ali
[**]. Mayssa Ali Shash
[***] Hassan BahjatArous

(Received 20 / 1 / 2020 . Accepted 24 / 6 / 2020)

Abstract

The aim of the research was to improve the operational characteristics of jojoba oilfor use in diesel engines, by conducting a biological treatment for the oil extracted from jojoba trees grown on the Syrian coast, by adding a bacterial bio extract in various proportions, with the aim of obtaining a renewable energy source instead of fossil fuels. The results of the study showed that adding (1.6) ml of the biological extract to (100) ml of oil with a (12) days treatment time raised the diesel index by (20.76%), and the viscosity was reduced by (15.6%), after which the mixing between the treated oil and diesel was performed in different proportions and physical tests were performed and the best mixing ratio was determined, Where it was found that mixing oil with diesel by (18%) reduced the percentage of sulfur in fuel by (85.87%) and achieved characteristics that meet the Syrian standard specifications.

Keywords: Jojoba oil–Bio fuel–Bio extract–Oil physical characteristics.

*Professor in Department of Nutrition Technology, Faculty of Technical Engineering, Tartous University. Syria.

.*** Assistant Professor in Department of Equipment and Mechanics, Faculty of Technical Engineering, Tartous University. Syria.

.**ScientificStudent – Master inDepartment of Equipment and Mechanics Faculty of Technical Engineering - Tartous University - Syria.

المقدمة:

تعتمد جميع الدول تقريبًاعلى الوقود الأحفوري لتلبية احتياجات العالم من الطاقة، وقد أثرت الزيادة في الطلب على الطاقة بسبب النمو السكاني، على موارد الوقود الأحفوري، حيث باتالعالم يواجه حاليًا مشكلتي التلوث البيئي وتناقص احتياطات هذا الوقود الأحفوري. ويتركز البحث حالياً عن مصادر بديلة للطاقة، تواكب التنمية المستدامة، والحفاظ على الطاقة، والكفاءة،والبيئة،ويمكن أن يوفر الوقود ذو المنشأ الحيوي حلاً عمليًا لهذه المشاكل [1].

وقد اكتشف العلماء العديد من البدائلكموارد للطاقة مثل: الكتلة الحيوية، والغاز الحيوي، والديزل الحيوي. وتعتبر موارد الطاقة البديلة صديقة للبيئة، ولكنها تحتاج إلى تقييم كلحالة على حدة، نظراً لمزاياها وعيوبها وتطبيقاتها المحددة، ويمكن استخدام بعض أنواع الوقود مباشرةً، بينما يلزم معالجة البعض منهاوتعديله بهدف تحسين خصائصه[2].

1 الوقود الحيوي: تُعد الطاقة الحيوية من مصادر الطاقة المتجددة، إذ يتم الحصول عليها من الكتل الحيوية كالأخشاب والمحاصيل الزراعية ومخلفات النباتات وفضلات الحيوانات،وينقسم الوقود الحيوي من ناحية شكله إلى ثلاثة أنواع[3]:

1-1 الوقود الحيوي السائل: يستعمل خصوصاً في وسائل النقل، ويكون على شكل (إيتانول حيوي) ويستخرج من المحاصيل التي تحتوي على سكريات أو نشويات كالذرة، والقمح وقصب السكرعن طريق التخمير، أو يكون على شكل (زيت ديزل حيوي) يستخرج من المحاصيل الزيتية وفول الصويا وعباد الشمس عن طريق مزجه مع كحول وبوجود عامل مساعد بما يسمى عملية الأسترة.

1-2 الوقود الحيوي الصلب: والذي يتم الحصول عليه بحرق الكتلة الحيوية بشكل خشب، ويستعمل في الطهي والتسخين والإنارة.

1-3 الوقود الحيوي الغازي: وينتج من تحلل المادة العضوية التي ينتج عنها غاز الميثان الذي يمكن تجميعه والاستفادة منه كطاقة بديلة.

وقد أدى التوسع السريع في إنتاج الوقود الحيوي العالمي من محاصيل الحبوب والسكر والبذور الزيتية إلى زيادة تكلفة بعض المحاصيل والمواد الغذائية،مما أدى إلى البحث عن الكتلة الحيوية غير الصالحة للأكل لإنتاج الوقود الحيوي حيث تكمن الميزة الرئيسية لإنتاج الوقود الحيوي من الجيل الثاني من المواد الأولية غير الصالحة للأكل بالحد من المنافسة المباشرة بين الغذاء والوقود المرتبطة بالجيل الأول من الوقود الحيوي وفي هذا المجال تبرز الجوجوبا كأحد أهم المصادر غير الغذائية الواعدة في إنتاج الوقود الحيوي .

2 شجرة الجوجوبا: شجيرة ثنائية المسكن موطنها الرئيسي صحراء سونورا على الحدود المكسيكية الأمريكية. وتنتمي شجيرة الجوجوبا إلى عائلة (Simmondsiaceae)وهي دائمة الخضرة ومعمرة، يبلغ ارتفاعها بين (3-5m)، وتعمر أكثر من 150 سنة، جذورها عميقة تمتد لأكثر من (15m) تحت سطح الأرض[4].

3 زيت الجوجوبا: يَنتج زيت الجوجوبا من عصر البذور، وهو زيت عالي الجودة، ويتمتع بخصائص فيزيائية وكيميائية مميزةوفريدة،وتحتوي البذور حوالي (40-60%) منوزنها زيتاً نقياً، وهو بلون أصفر فاتح، يختلف زيت الجوجوبا عن الزيوت النباتيَّة الأخرى التي تحتوي الغليسيرول الثلاثي، فمن خواص زيت الجوجوبا

أنهأستر غير مشبع مكون من سلسلة خطية من[42-44] ذرة كربون والتي تتكون بدورها من الأحماض

الدهنية الأحادية غير المشبعة،والكحولات الدهنية التي تتكون من [22–20] ذرة كربون. يوصف زيت الجوجوبا بأنه شمع سائل، ويتكون من (97%)أستر شمعي، و(3%) فقط تشكل أحماضاً دهنية (ثلاثي الغليسيريد)، وكحولية حرة ومواد مانعة للتأكسد، وبالتالي فهو مقاوم جداً للأكسدة ولا يتطلب مواد حافظة، ويمكن تخزينه لفترة طويلة جداً[4].

وقد درس عدد من الباحثين استخدام زيت الجوجوبا كوقود بديل، فقد قام الباحث(2019A. K Azad et al.,)بإجراء المزج بين زيت الجوجوبا والديزل بنسب(20%–15–10–5%) ودراسة أداء المحرك عند هذه النسب، حيث أظهرت النتائج أن أعلى معدل إطلاق حرارة (HRR) عند التحميل الكامل، وعدد دورات (2400rpm) كان عند نسبة مزج 5% فيما أظهرت نسبة مزج 10% أعلى أداء مشابه للديزل عند ظروف تحميل وسرعة مختلفة [5].

كما قام الباحث (Mohamed Y. E. Selim et al.,2017)بدراسة إمكانية مزج الجوجوباإيتيلاستر مع الإيتانول ودراسة خصائصه الفيزيائية والكيميائية عند نسب خلط مختلفة، وقد بينت الدراسة أن زيادة نسبة الإيتانول في المزيج حتى 20%قد أدى إلى تخفيض اللزوجة من (24.5cSt) حتى (9.1cSt) وارتفاع العدد السيتاني من (58) إلى (63)، لكنها أدت إلى انخفاض القيمة الحرارية ونقطة الوميض، فيما لم تختلف الكثافة كثيراً عن كثافة الديزل [6].

قام الباحث(Abdelmoez. et al.,2016) بإنتاج الوقود الحيوي من زيت الجوجوبا بإجراء عملية الأسترةبالميتانول من خلال مزج (1.35%) من (KOH)مع الميتانول لإعداد ميثوكسيد البوتاسيوم، ثم مزجه مع زيت الجوجوبا بنسبة مولية (6/1) عند سرعة دوران(600(rpm لمدة 80 دقيقة، ومن ثم تعديله باستخدام (HCL) للوصول بدرجة الحموضة إلى الرقم (7)،وقد تم الحصول على أقصى استخلاص للميثيل أستر (95%) عند درجة حرارة (50C°) وزمن(25) دقيقة. كما أشار الباحث إلى أن استخدام درجات حرارة عالية في عملية استخلاص الوقود الحيوي من زيت الجوجوبا°60C(<)أدى إلى الحصول على مردود استخلاص منخفض[7].

قام الباحث (Al–Hamamre et al.,2014) بدراسة الخصائص الفيزيائية لمزيج زيت الجوجوبا مع الديزل ومزيج زيت الجوجوبا مع وقود حيوي مستخرج من زيت القلي، حيث وجد أن اللزوجة انخفضت مع زيادة نسبة كل من الوقود الحيوي والديزل في المزيج لكنها بقيت أعلى من الحد المسموح وفق (ASTM D–6751)،كما لوحظ انخفاض في القيمة الحرارية من (41–39MJ/kg) عند ازدياد نسبة الزيت في المزيج من (100%–0)، لكنها ارتفعت من (36–39MJ/kg) عند خلطه مع الوقود الحيوي عند النسبة ذاتها [8].

مشكلة البحث وأهميته:

– نظراً لمشاكل التلوث البيئي التي ترافق استخدام الوقود الأحفوري، وانطلاقاً من الاحتياجاتالاقتصاديَّة، كان لا بدَّ من البحث عن مصادر متجدِّدة بديلة عن الوقود الأحفوري تكون قابلة للتطبيق في سورية، وصديقة للبيئة،ولهذا تمَّ دراسة فعالية زيت الجوجوباالمستخرج من أشجار الجوجوبا المزروعة في مشتل الثورة في طرطوس كوقودٍ حيويّ بديل.

– ونظراً للمساحة الصحراوية الواسعة في سورية وملاءمة شجرة الجوجوبا للنمو في الأراضي الصحراوية، فإن ذلك يجعل منه سوقاً استثمارياً جديداً، ويخلق فرص عمل، وزيادة في الدخل الوطني ودخل المزارعين، ولايشكل أي خطر على الأمن الغذائي، ويمثل تقنية جديدة في المعالجة لا تعتمد على الأسترة.

أهداف البحث:

1- تحسين الخصائص التشغيلية لزيت الجوجوبا لاستخدامه في محركات الديزل عن طريقإجراء معالجة للزيت بخلاصة حيوية، واختيار نسبة الإضافة الأفضل للخلاصة الحيوية إلى الزيت، وزمن المعالجة الأفضل.

2-مزج الزيت المعالج مع الديزل بنسب مختلفة، ودراسة الخصائص الفيزيائية عند كل نسبة لتحديد نسبة المزج المثلى.

طرائق البحث وأدواته:

- جرت المعالجة لزيت الجوجوبا في مخابر قسم هندسة تقانة الأغذية في كلية الهندسة التقنية باستخدام خلاصة حيوية، وهيعبارة عن مادة سائلة تحتويبكتيريا دقيقة نافعة مولدة طبيعياً وليست ضارة، ويوضح الجدول (1)تركيبة الخلاصة الحيوية:

الجدول(1): تركيبة الخلاصة الحيوية

تركيب الخلاصة الحيوية	التعداد (١ مل)/ خلية
بكتيريا التمثيل الضوئي	400000
بكتيريا حمض اللاكتيك	650000
الخمائر	500000
الفطريات	700000

- وقد جرى تحضير الخلاصة الحيوية في مخابر قسم هندسة تقانة الأغذية في كلية الهندسة التقنية،ويوضح الشكل(1) الخلاصة الحيوية المستخدمة.

الشكل(1): الخلاصة الحيوية

- درست الخصائص الفيزيائية(الكثافة النسبية ونقطة الإنصباب واللزوجة الديناميكية عند درجة الحرارة (40C°)ونقطة الوميض، ونقطة الأنيلين وقرينة الديزل والقيمة الحرارية ومحتوى الكبريت) حيث تم إجراء الاختباراتفي مصفاة بانياس وفق المواصفة القياسية الأمريكية(ASTM D 975)التي تحدد البارامترات الأساسية لخصائص الديزل ومقارنتها بالقيم كما في الجدول (2):

الجدول(2): طرائق إجراء اختبارات الخصائص الفيزيائية

الخاصية	طريقة الاختبار	القيم وفق المواصفات القياسية السورية[13]
نقطة الوميض(C°)	D– 93	60
اللزوجة الحركية عند40C°(cSt)	D– 445	2.5–4.5
محتوى الكبريت (%وزن)	D –2622	0.7
نقطةالأنيلين (C°)	D–611	65
قرينة الديزل	D– 976	53–56
نقطة الإنصباب(C°)	D–97	–10
الكثافة النسبية	D–792	0.820–0.860
القيمة الحرارية (Kcal)	D–5865	–

وقد استخدمت أجهزة قياس مختلفة لقياس هذه البارامترات كما هو موضح في الأشكال (2)ى:

الشكل (2): مقياس الكثافة

الشكل (3): مقياس اللزوجة

الشكل (4): قياس نقطة الانصباب

الشكل (5) : قياس نقطة الوميضالشكل (6): قياس نقطة الإنيلين

الشكل (7): جهاز(Sulfur Meter R-X 360S-H TANAKA) لقياس نسبة الكبريت في الوقود

- تم حساب قرينة الديزل من المعادلة التالية[10]:

$$\text{قرينة الديزل} = \frac{\text{درجة الأنيلين}(°\mathbf{F}) \times (\text{الكثافة})\mathbf{(API)}}{\mathbf{100}}$$

حيثAPI: الوزن النوعي حسب معهد النفط الأمريكي ويحسب من المعادلة التالية[9]:

$$API_{gravity} = \frac{141.5}{S.G\ 60/60\ F°} - 131.5$$

وتمثلSG: الكثافة النسبية.

معاملات التجارب:

a)تم إضافة (0.2ml) من الخلاصة الحيوية إلى (100ml) من زيت الجوجوبا، وتركت لمدة (5) أيام وتم دراسة الخصائص الفيزيائية (الكثافة النسبية ونقطة الإنصباب واللزوجة الديناميكية عند درجة الحرارة°40C ونقطة الوميض، ونقطة الأنيلين وقرينة الديزل والقيمة الحرارية ومحتوى الكبريت).

b)**تحديد النسبة المثلى للإضافة:** من أجل تحديد النسبة المثلى التي يجب إضافتها إلى الزيت أضيفت الخلاصة الحيوية بحجوم مختلفة (2ml− 1.6− 1.2− 0.8− 0.4) إلى (100ml) من الزيت وتركت لمدة (12)يوموتم قياس نقطة الإنيلين واختيار حجم الإضافة الأفضل التي أعطت أفضل نقطة أنيلين.

c)**دراسة تأثير زمن المعالجة:**تم تحضير عينات بنسبة الإضافة التي تم اعتمادها في التجربة السابقة وتركت لفترات زمنية مختلفة، وتم بعدها قياس نقطة الإنيلين واختيار زمن المعالجة الأمثل.

d)**دراسة تأثير الزيت المعالج مع الديزل:** عولج الزيت بالخلاصة الحيوية بعد اعتماد حجم الإضافة، وزمن المعالجة الأمثل وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، ودراسة الخصائص الفيزيائية السابقة، ثم مزج الزيت المعالج مع الديزل بنسب مختلفة، وحضرتخمس عينات حجم كل منها (250 ml)،كما هو موضح في الجدول (3)، ودرست الخصائص الفيزيائية لكل منها، واختير زمن المعالجة الأمثل وفقاً للمواصفات القياسية السورية.

الجدول(3): نسب مزج الزيت المعالج مع الديزل في العينات المدروسة

العينة	نسبة الزيت المعالج	نسبة الديزل
1	0%	100%
2	5%	95%
3	10%	90%
4	18%	82%
5	25%	75%

ويوضح الشكل (8) الزيت المعالج والديزل قبل المزج.

الشكل (8): الزيت المعالج والديزل قبل المزج

النتائج والمناقشة:

1- نتائج معالجة زيت الجوجوبا بالخلاصة الحيوية:

1- تأثير إضافة الخلاصة الحيوية:تم دراسةتأثير إضافة(0.2ml) من الخلاصة الحيوية إلى (100ml) من الزيت حيث درست الخصائص الفيزيائية للزيت بعد الإضافة، وسجلت النتائج في الجدول (4) الآتي:

الجدول (4):الخصائص الفيزيائية قبل وبعد إضافة(2ml) من الخلاصة الحيوية إلى الزيت

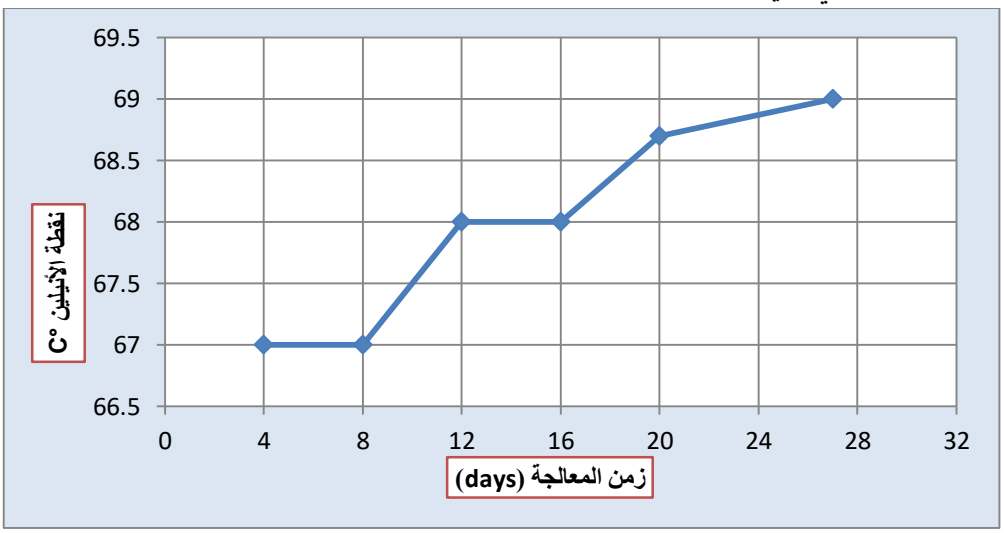
الخصائص / الزيت	اللزوجةء ند°4OC	الكثافة النسبية	الإنصباب C°	الأنيلين°C	قرينة الديزل	القيمة الحرارية Kcal	نسبة الكبريت
قبل الإضافة	23.8	0.871	7	59	42	10255	-
بعد الإضافة	25.1	0.866	7	61	44.5	10298	-

يلاحظ من الجدول (4) أن التغير الأبرز كان في نقطة الأنيلين وقرينة الديزل حيث ارتفعت قرينة الديزل من (42) إلى (44.5) كما لوحظ انخفاض طفيف في اللزوجة الديناميكية من (25.1cSt) إلى (23.8cSt). وبناءً على هذه النتائج فقد تم اعتماد دراسة تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على نقطة الأنيلين وقرينة الديزل التي تعد من أهم عوامل تحديد جودة المشتق النفطي.

2- تأثير نسبة إضافة الخلاصة الحيوية td نقطة الأنيلين عند زمن ثابت: يتبين من الشكل (9) أن نقطة الأنيلين ازدادت مع ازدياد حجم الخلاصة الحيوية المضافة حتىحجم إضافة(1.6ml)والتي أعطت أعلى نقطة أنيلين (68C°)، حيث أخذتبالإنخفاض بعدها،ويمكن تفسير ذلك بأن ازديادحجم الخلاصة الحيوية المضافة أدى إلى ازدياد تفكيك الروابط في المركبات الأروماتية الحلقية وتحويلها إلى سلاسل خطية، وبالتالي زيادة نسبة المركبات البارافينية في الجزيئات، مما يؤدي إلى تحسن قيمة نقطة الأنيلين التي تزداد بزيادة نسبة المركبات البارافينية[11]، حيث بلغت أعلى نسبة لها عند حجم إضافة (1.6ml).

الشكل (9): العلاقة بين حجم الخلاصة الحيوية المضافة ونقطة الأنيلين عند زمن معالجة 12 يوم

3- تأثير زمن معالجة الزيت بعد إضافة الخلاصة الحيوية بحجم ثابت (1.8ml) لكل (100ml) زيت: يبين الشكل (10) ازدياد نقطةالأنيلين مع ازدياد زمن المعالجة، حيث كان الارتفاع بطيئاً بعد مدة تتجاوز (12) يوم،ويمكن تفسير ازدياد نقطة الأنيلين بأن ازدياد زمن المعالجة قد أدى إلى زيادة نسبة تفكك المركبات الأروماتية وبالتالي زيادة نسبة المركبات البارافينية في الزيت.



الشكل(10):العلاقة بين زمن معالجة العينة ونقطة الأنيلين عند حجم معالجة ثابت

4- الخصائص الفيزيائية عند نسبة إضافة (1.6ml) من الخلاصة الحيوية لكل (100ml) من الزيت وزمن معالجة (12) يوم: يوضح الجدول(5) الخصائص الفيزيائية التي تم قياسها للعينة المعالجة ويلاحظ الآتي:

الجدول(5): الخصائص الفيزيائية للعينة المعالجة

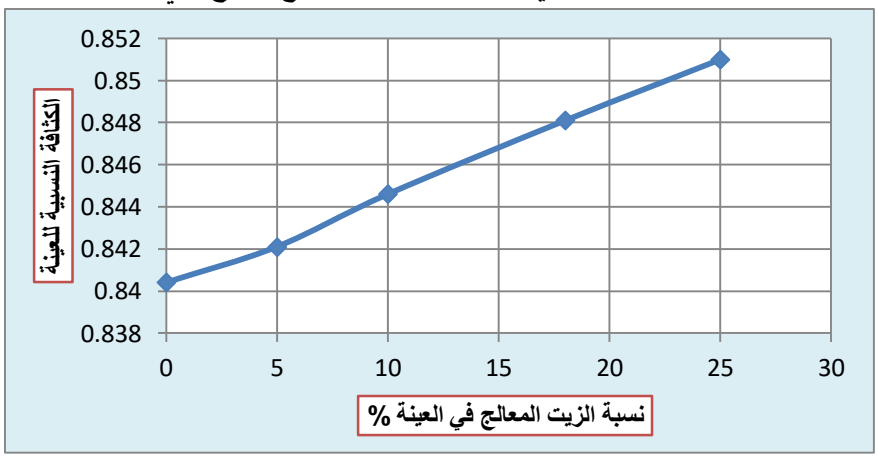
الكثافة النسبية	0.8610
نقطةالانصباب	+7 C°
اللزوجة الديناميكية عند 40C°	21.7cSt
نقطة الوميض	287 C°
قرينة الديزل	50.71
القيمة الحرارية Kcal	10615
نسبة الكبريت	–

- ارتفعت قرينة الديزل من (42) للزيت الخام إلى (50.71) بعد المعالجة، حيث أصبحت أعلى من الحد الأدنى (46) المحدد وفق المواصفة القياسية العالمية(ASTM976) وذلك بسبب ارتفاع قيمة نقطةالأنيلينمن(59C°) إلى (68C°) بعد المعالجة.
- انخفضت اللزوجةالديناميكية من (25.1cSt) من للزيت الخام إلى (21.7cSt) للزيت المعالج ويمكن تفسير ذلك أن الخلاصة الحيوية عملتعلى تكسير المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي الكبير،مما يؤدي إلى تخفيض اللزوجة[12].
- ارتفعت القيمة الحرارية من (10255Kcal) للزيت الخام إلى (10615Kcal) للزيت المعالج حيث أدى تكسر المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي الكبير إلى ازدياد سهولة احتراق المواد العضوية وبالتالي ازدياد القيمة الحرارية.

ونتيجة لذلك اعتمدت نسبة إضافة (1.6ml) من الخلاصة الحيوية لكل (100ml) من الزيت وزمن معالجة (12)يوم في معالجة زيت الجوجوبا قبل مزجه مع الديزل.

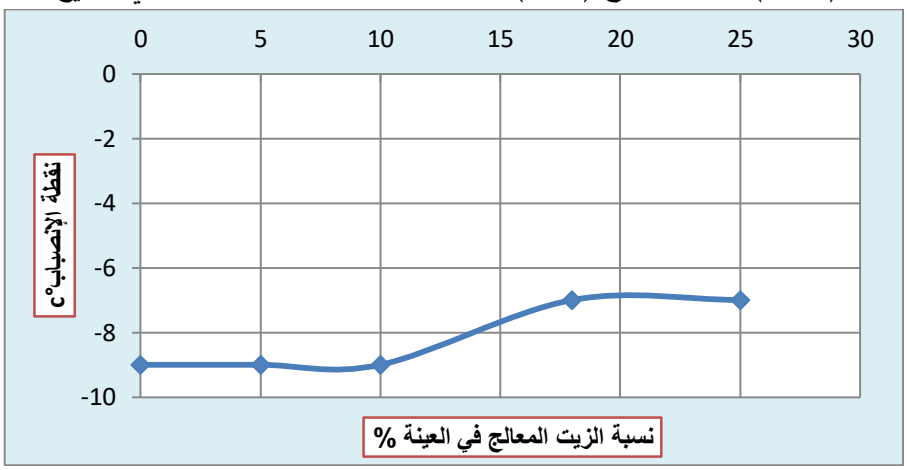
2- نتائج مزج زيت الجوجوبا المعالج مع الديزل:

1- تأثير نسبة المزج في الكثافة النسبية:يوضح الشكل (11) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة والكثافة النسبية حيث يتبين أن الكثافة النسبية ارتفعت بشكل طفيف جداً معازدياد نسبة الزيت المعالج في العينة وبقيت ضمن قيم الكثافة وفق المواصفات القياسية السورية، وهذه النتيجة تتوافق مع النتائج التي توصل لها الباحث [8]:



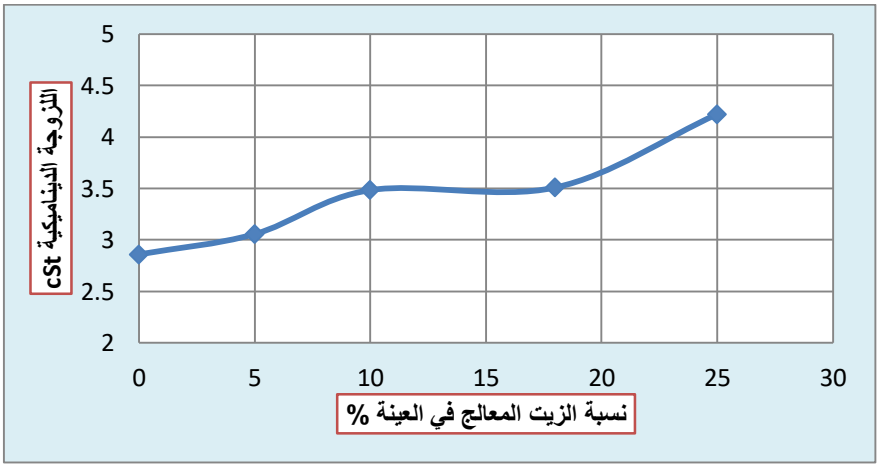
الشكل (11): العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة وكثافة العينة

2- تأثير نسبة المزج في نقطة الانصباب: يبين الشكل (12) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ونقطة الإنصباب، حيث حافظت نقطة الانصباب على قيمتها حتى نسبة مزج (10%)، ثم بدأت بالارتفاع بشكل طفيف، حيث بلغت (-7C°) عند نسبة مزج (25%)،وذلك بسبب ازدياد نسبة البارافينات في المزيج [12].



الشكل (12) :العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ونقطة الإنصباب

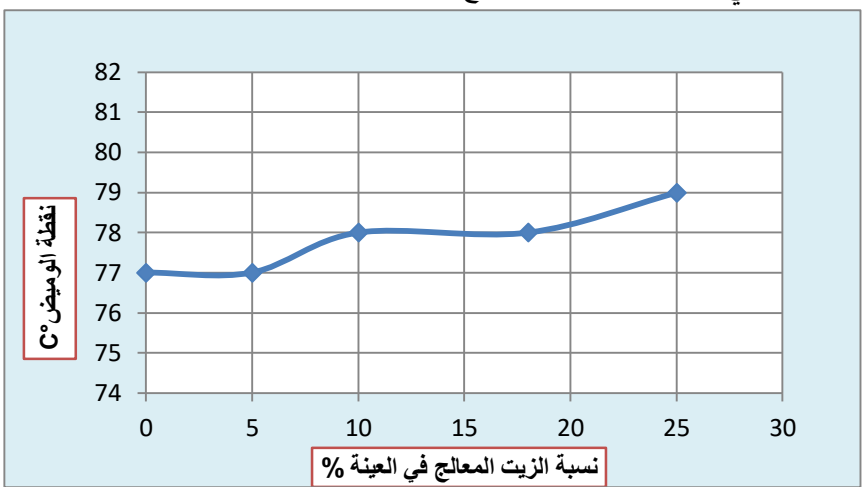
3- تأثير نسبة المزج في اللزوجة الديناميكية:يبين الشكل (13) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة واللزوجة الديناميكية حيث يتبين ازدياد اللزوجة بمقدار بسيط عند ازدياد نسبة الزيت المعالج بسبب لزوجة الزيت المعالج العالية نسبياً (21.7cSt)، لكنها بقيت ضمن المواصفات القياسية السورية حيث بلغت (4.223cSt)عند نسبة المزج25%. وبمقارنة النتائج مع ما توصل له الباحث [8]، يتبين أن مزج الديزل مع الزيت المعالج بالخلاصة الحيوية قد حقق لزوجة ديناميكية أقل من تلك التي سجلت عند مزج الديزل مع نسبة 25% من الزيت غير المعالج والتي تجاوزت (10cSt) في المرجع المذكور. وبالمقارنة مع ما توصل له الباحث [6]، يتبين أن مزج الزيت المعالج بالخلاصة الحيوية مع الديزل قد حقق لزوجة ديناميكية أقل من لزوجة الزيت المعالج بالأسترة والممزوج مع الإيتانول، حيث بلغت اللزوجة (9.1cSt) عند مزج الزيت بنسبة 20% مع الإيتانول رغم انخفاض لزوجة الإيتانول عن لزوجة الديزل.



الشكل (13): العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة واللزوجة

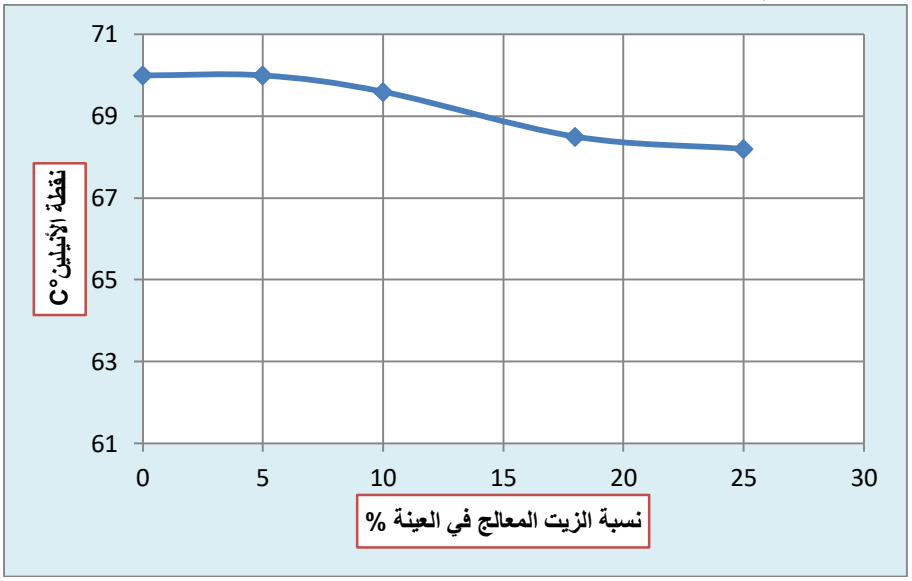
4- نقطة الوميض:يوضح الشكل (14) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ونقطة الوميض، حيث يتبين أن نقطة الوميض للمزيج تراوحت بين الدرجتين(77-79C°) رغم أن نقطة الوميض للزيت المعالج تبلغ

(287C°)، ويفسر ذلك بأنه عند وجود مزيج من سائلين فإن نقطة الوميض تسجل حسب السائل الذي يملك نقطة الوميض الأقل وهو الديزل في هذه الحالة، وهذا يتفق مع ما توصل له الباحثان [6] و[8].



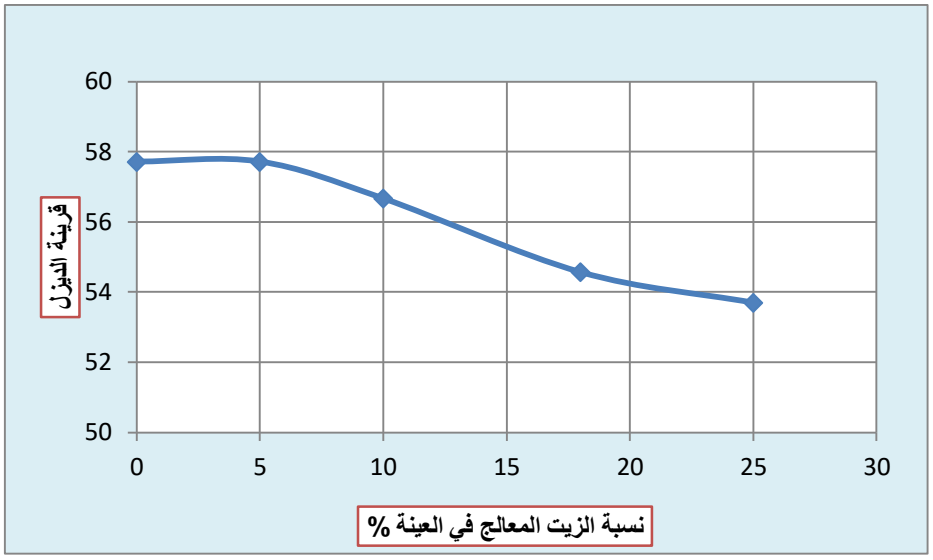
الشكل (14): العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ونقطة الوميض

5- نقطة الأنيلين: يوضح الشكل (15) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في المزيج ونقطة الأنيلين،حيث يتبين انخفاض نقطة الأنيلين بمقدار طفيف مع ازدياد نسبة الزيت المعالج، لكنها بقيت أعلى من (68C°) حتى نسبة مزج 25%، وهي تفيبالشروط التي وضعتها المواصفة القياسية السورية [13].



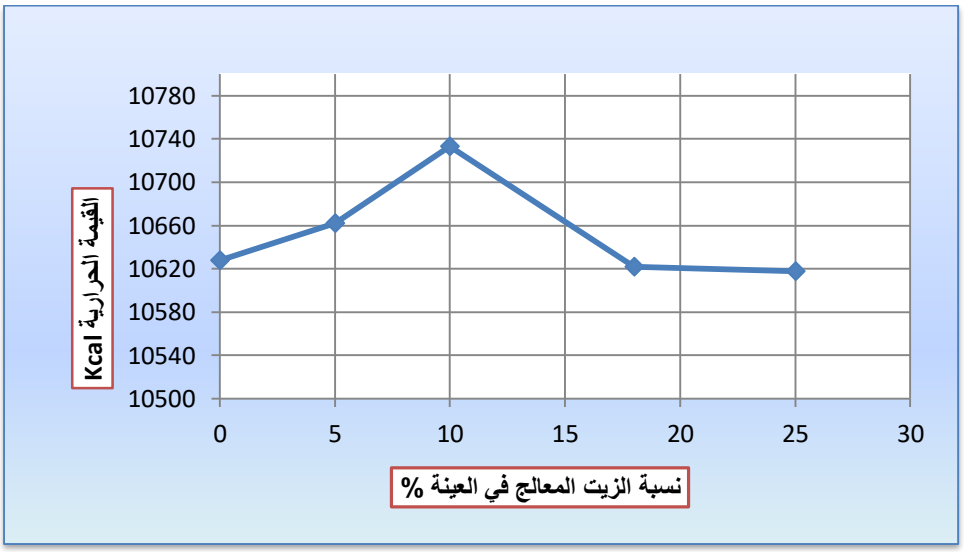
الشكل(15) : العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ونقطة الأنيلين

6- قرينة الديزل: يبين الشكل (16) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة وقرينة الديزل،حيث تراوحت قرينة الديزل بين (53.7) عند نسبة مزج25% و (57.72) للديزل، وهي مطابقة للمواصفات القياسية السورية، وكانت نسبة الازدياد أكبر مما توصل له الباحث [6].



الشكل (16): العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة وقرينة الديزل

7- القيمة الحرارية: يبين الشكل (17) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة والقيمة الحرارية، حيث ارتفعت القيمة الحرارية للزيت مع زيادة نسبة الزيت المعالج في المزيج، وبلغت أعلى قيمة (10733K)عند نسبة مزج (10%) كما هو موضحفي الشكل (17)، وبقيت القيمة الحرارية أعلى من(10600 kcal) حتى نسبة مزج (25%) وهي مطابقة للمواصفات القياسية السورية.

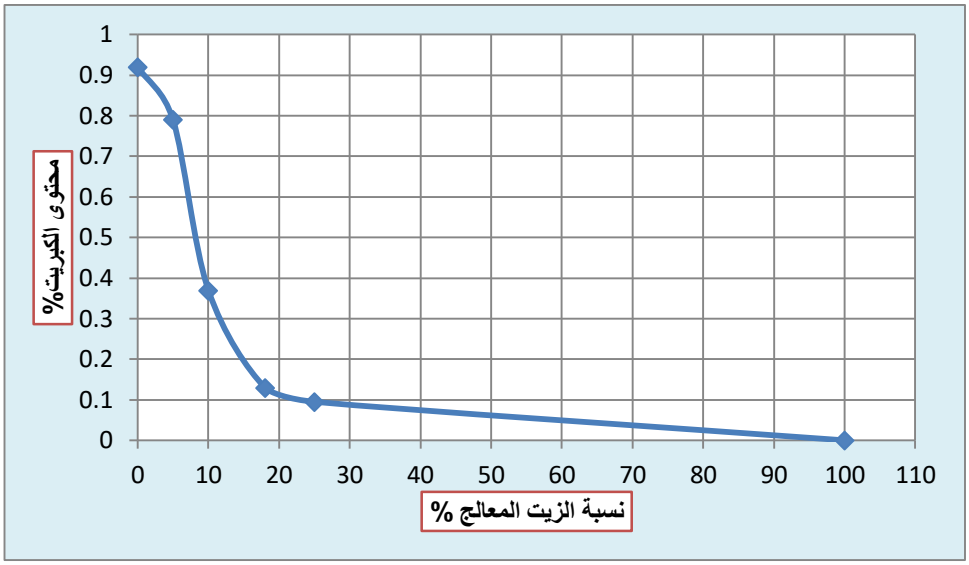


الشكل (17): العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة والقيمة الحرارية

8- محتوى الكبريت: يوضح الشكل (18) العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ومحتوى الكبريت، حيث لوحظ انخفاض كبير في نسبة الكبريت مع ازدياد نسبة الزيت المعالج في العينة،وأصبحت أقل من (1%) عند نسبة مزج (25%)، ويمكن تفسير ذلك بقدرة الخلاصة الحيوية على نزع الكبريت الموجود في الديزل، ولاسيما السلفيداتوالسلفيداتالأليفاتيةوالأروماتية،كما هو موضح في المعادلتين التاليتين:

$$R-S-S-R' \xrightarrow{bacteria} R-R'$$

$$R-S-R' \xrightarrow{bacteria} R-R'$$



الشكل (18): العلاقة بين نسبة الزيت المعالج في العينة ومحتوى الكبريت

الاستنتاجات:

1- تحسنت قرينة الديزل للزيت المعالج بالخلاصة الحيويةوالتي تعد من أهم عوامل جودة المشتق النفطي بنسبة (20.76%).

2- نسبة الإضافة الأفضل للخلاصة الحيوية كانت (1.6ml) لكل (100ml) من الزيت وزمن معالجة أمثل كان12يوم.

3- زيادة القيمة الحرارية للزيت المعالج بالخلاصة الحيوية بنسبة (3.5%).

4- تخفيض اللزوجة للزيت المعالج بالخلاصة الحيوية بنسبة (15.6%).

5- انخفاض نسبة الكبريت بمقدار (85.87%) في الديزل المضاف إليه زيت الجوجوبا المعالج بنسبة (18%).

6- نسبة المزج (زيت معالج 18%- ديزل82%) حققت أفضل خصائص فيزيائية ضمن المواصفات القياسية السورية.

التوصيات:

1- يوصى باستمرار البحث في استخدام زيت الجوجوبا كمصدر محتمل لإنتاج الوقود الحيوي.

2- اعتماد المعالجة الحيوية كطريقة فعالة لتحسين الخصائص التشغيلية لوقود الديزل.

3- دراسة تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على أنواع أخرى من الوقود السائل مثل البنزين والفيول.

4- دراسة أداء محرك الديزل عند نسب المزج التي تم التوصل لها.

5- دراسة مقارنة حجم التلوث عند استخدام الديزل الحيوي والديزل العادي في محركات السيارات.

9- المراجع:

[1] PuneetVerma, M.P. Sharma. *Performance and Emission Characteristics of Biodiesel Fuelled Diesel Engines* , Alternate Hydro Energy Centre, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee.

Vol.5, No.1, 2015

[2] MohdMoizKhan1 .*Impacts of Biodiesel on the Environment*. International Journal of Environmental Engineering and Management .ISSN 2231-1319, Volume 4, Number 4 (2013), pp. 345-350.

[3] Poonam Singh Nigam, Anoop Singh. *Production of liquid biofuels from renewable resources*.Progress in Energy and Combustion Science 37 (2011) 52e68.

[4] ArwaSandouqa, Zayed Al-Hamamre. *Energy analysis of biodiesel production from jojoba seed oil* . Department of Chemical Engineering, School of Engineering, The University of Jordan, Amman, 11942, Jordan Renewable Energy 130 (2019) 831e842.

[5] Kalam Azad, M.G. Rasul, C. Bhatt. *Combustion and emission analysis of Jojoba biodiesel to assess its suitability as an alternative to diesel fuel*, 2018 5th International Conference on Power and Energy Systems Engineering, CPESE 2018, 19–21 September 2018, Nagoya, Japan. 1876-6102 © 2019 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

[6] Mohamed Y. E. Selim, Mamdouh T. Ghannam, Ahmad Saleh AlAwad& Mohamed Saed Al Sabek.*Combustion and exhaust emissions of a directinjection diesel engine burning jojoba ethyl ester and mixtures with ethanol*, Biofuels. (2017).

[7]WaelAbdelmoez,Aghareed M. Tayeb,Ahmad Mustafa .*Green Approach for Biodiesel Production from Jojoba Oil Supported by ProcessModeling and Simulation* ,International Journal of Chemical Reactor Engineering · January 2016

[8]Zayed Al-Hamamre, Ahmed Al-Salaymeh.*Physical properties of (jojoba oil + biodiesel), (jojoba oil + diesel)and (biodiesel + diesel) blends*.0016-2361/_ 2014 Elsevier Ltd..

[9]Sandip Kumar Haldar and Ahindra Nag,*Utilization of Three Non-Edible Vegetable Oils for the Production ofBiodiesel Catalysed by Enzyme*.Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, Kharagpur, India, 2008.

[10]Swati Ray. *Comparative Study on Various Parameters of Biodiesel with Synthetic Diesel Collected From Different Sources*.Haldia Institute of Technology, Haldia,Int.J.HIT.TRANSC:ECCN.Vol.3: Issue 1A (2017) Page 64-71

[11] Kaiyue Wang,**Xiaoyan Sun, Shuguang Xiang, and Yushi Chen,***Development of New Algorithm for Aniline PointEstimation of Petroleum Fraction,* mdpi. /journal ,3 December 2019

[12]Lize M.S.L. Oliveira, Rita.P. Nunes, Isis. Melo, Ygor.L. Ribeiro a, Leidiane. Reis, Júlio C.M. Dias,

Regina C.L. Guimarães, Elizabete,*Evaluation of the correlation between wax type and structure/behaviorof the pour point depressant*.Federal University of Rio de Janeiro, Laboratory of

Macromolecules and Colloids in Petroleum Industry/IMA, Rio de Janeiro, Brazil 2016.

[13].للديزل 86/2000S.N.S المواصفة القياسية السورية