

## مقارنة أداء محرك ديزل يعمل باستخدام زيت الجوجوبا المعالج وغير المعالج بالخلاصة الحيوية

د. علي علي \*

د. عدنان أحمد \*\*

م. جعفر محمود \*\*\*

(تاريخ الإيداع 3/ 8/ 2021 . قُبل للنشر في 14/ 9/ 2021)

### □ ملخص □

تم في هذا البحث تحضير مزيج من وقود الديزل العادي والوقود الحيوي لزيت الجوجوبا وتم تعديل المزيج المحضر بنسبة (5%) من خلاصة حيوية تحتوي بكتريا نافعة وخمائر ومقارنة خصائص الوقود قبل وبعد التعديل بالخلاصة الحيوية، حيث تم قياس لزوجة وكثافة الوقود للعينات والضغط الأصغري والأعظمي في كل أسطوانة، ومن ثم تم تحليل غازات العادم لبيان التراكيز الحجمية والنسب المئوية للغازات ( $HC$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ )، وبيان تأثيرها الإيجابي والسلبى في أداء المحرك والبيئة، وذلك بدون إضافة الخلاصة الحيوية ومع إضافتها.

بينت النتائج أنه عند إضافة (5%) من زيت الجوجوبا إلى وقود الديزل والمعالج بمقدار (5%) من الخلاصة الحيوية انخفضت لزوجة الوقود بمقدار (31.87%) وكذلك كثافة الوقود بنسبة (16.71%) وانخفضت انبعاثات كل من غاز ( $HC$ ) بنسبة (25.74%) وغاز ( $CO_2$ ) بنسبة (16.66%) وغاز ( $CO$ ) بنسبة (33.33%)، كما ازدادت نسبة الضغط في كل أسطوانة بمعدل (38.46%).

**الكلمات المفتاحية:** محرك الديزل، وقود حيوي، زيت الجوجوبا، أداء المحرك.

\* أستاذ دكتور في كلية الهندسة التقنية، قسم هندسة تقانة الأغذية، جامعة طرطوس، طرطوس-سوريا.

\*\* مدرس في كلية الهندسة التقنية، قسم هندسة المكننة الزراعية، جامعة طرطوس، طرطوس-سوريا.

\*\*\* طالب دكتوراه في كلية الهندسة التقنية، قسم هندسة المكننة الزراعية، جامعة طرطوس، طرطوس-سوريا.

## Comparison Performance of a Diesel Engine Using jojoba oil with adding the biotechnology and without adding it

Dr. Ali Ali\*

Dr. Adnan Ahmad\*\*

Eng. Jafar Mahmoud\*\*\*

(Received 3 / 8 / 2021 . Accepted 14 / 9 / 2021)

### □ ABSTRACT □

This research aims to prepare blend of the diesel fuel and bio-fuel of jojoba oil. with adding (5%) of biotechnology contains useful bacteria and yeasts and comparison fuel properties with adding the biotechnology and without adding it. Viscosity and density of the fuel was tested, minimum and maximum pressure in each cylinder were measured. After analyzing gases of the exhaust to state the cubic and the percentage of the gases (Hc,CO<sub>2</sub>,CO) and to state its positive and negative effect on the performance of the engine and on environment .with adding the biotechnology and without adding it.

Results stated that when adding (5%) of jojoba oil to the diesel fuel, processed by (5%) of biological extract the release of viscosity became less with (31.87%) and density with (16.71%), the release of (Hc) became less with (25.74%) and (CO<sub>2</sub>) with (16.66%) and (CO) with (33.33%), The pressure percentage of the engine became higher at the percentage of (38.46%).

**Key words:** Diesel engine ,Bio-fuel , jojoba oil, Engine performance.

---

\* Professor, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

\*\*Lecturer, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

\*\*\*Postgraduate Student, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria

## 1- المقدمة:

يعتبر الديزل الحيوي (Bio-diesel) وقوداً بديلاً وأقل تلويثاً للبيئة من وقود الديزل، ويعد أحد البدائل الهامة التي تؤدي إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ونظراً للتلوث الكبير الذي يسببه الوقود الأحفوري، لجأ الباحثون لإيجاد البدائل في مصادر الطاقة كالطاقة الشمسية والطاقة الهيدروليكية وطاقة الرياح وطاقة المد والجزر والطاقة الحرارية لباطن الأرض فضلاً عن طاقة الوقود الحيوي. وقد ازداد الطلب على الوقود الحيوي الذي يتمتع بمزايا عديدة منها انخفاض تكاليف إنتاجه، وهو ما يجعل منه خياراً مفضلاً كوقود بديل، بالإضافة لإمكانية إنتاجه في أي وقت من السنة وفي أية بقعة من الأرض بسبب توافر مواده الأولية، وعدم تقييدها بأية عوامل جغرافية أو طبيعية، وهي ميزة جيدة لا تتمتع بها بقية مصادر الطاقة الأخرى المتجددة [1].

تُعتبر محركات الديزل أحد أنواع الآلات الحرارية التي تحول الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق وقود الديزل إلى طاقة ميكانيكية، ويتميز محرك الديزل بعوامل الأمان عند الاستثمار نظراً لأن الوقود المستخدم أقل عرضة للاشتعال السريع مثل البنزين، ولذلك يفضل استعماله في التطبيقات البحرية، بحيث يحتفظ المحرك بفعالية عالية مهما طالت مدة استنماره، ثم تشغيله ضمن شروط الوثوقية وإجراء الصيانات الدورية. ويعتبر المحرك وحدة كاملة لتوليد الطاقة بوزن وحجم مناسبين، مما أتاح استخدامه في وسائل الجر والنقل والسفن، ويعتبر محرك الديزل من أكثر المحركات الحرارية جودة، ومعنى ذلك أنه يولد عند حرق كمية محددة من الوقود طاقة أكبر مما تولده الأنواع الأخرى من المحركات، وكذلك يعتبر وقود الديزل أرخص ثمناً من الوقود اللازم لمحرك البنزين [2].

قام الباحث (Chaichan, 2012) [3] بدراسة حول تأثير الرقم السيتاني لوقود الديزل العادي على أداء وملوثات العادم لمحرك ديزل متعدد الأسطوانات ذي حقن مباشر، وقد استخدم نوع من أنواع محسنات الرقم السيتاني مع وقود الديزل لتقليل ملوثات العادم، وقد تمت إضافة (ثاني نترات إيثيل . هكسيل) للعمل على رفع الرقم السيتاني لثلاث أنواع من الوقود تمتلك الأرقام السيتانية (50، 52، 55) ومقارنتها بالوقود التجاري المستخدم محلياً ذو الرقم السيتاني 48.5.

بينت نتائج الدراسة إن إضافة محسن الرقم السيتاني نتج عنه تقليل الاستهلاك النوعي للوقود بحدود (12.5%) ورفع للكفاءة الحرارية المكبحة بحدود (9%)، كما تم قياس نسب غازات العادم في نفس الوقت. وقد توصلت الدراسة إلى أن هناك حاجة لتحسين نوعية وقود الديزل المنتج للوصول إلى محركات ديزل ذات احتراق نظيف.

وفي دراسة قام بها الباحث (John, 2014) [4] حول تأثير الحمولة في أداء محرك ديزل يعمل باستخدام الوقود الحيوي والذي هو عبارة عن زيت نخالة الأرز ومزجه بوقود الديزل، حيث هدفت الدراسة إلى التحقيق تجريبياً في أداء محرك ديزل ذي حمولات مختلفة، وذلك عند استخدام مزائج مختلفة لزيت نخالة الأرز مع وقود الديزل. بينت الدراسة أن الكفاءة الحرارية عند استخدام وقود الديزل الحيوي (زيت نخالة الأرز) هي أعلى مقارنة باستخدام وقود الديزل، وذلك بسبب وجود جزيئ الأوكسجين في وقود الديزل الحيوي، مما يؤدي لاحتراق كامل عند استخدام وقود الديزل الحيوي. وتوصلت الدراسة لاستخدام زيت نخالة الأرز كوقود ينصح به لاستخدامه في محرك الديزل مع مزائج الوقود.

قام الباحث [5,6] (Al Awad , 2019) بإجراء التجارب لقياس الانبعاثات الغازية، ودراسة أداء محرك الديزل باستخدام أستر الجوجوبا الإيثيلي ومزجه مع وقود الايتانول بنسب مزج مختلفة (5% ، 10% ، 15% ، 20%) حيث تم اختبار خمسة أنواع من الوقود المستخلص، وتوصلت الدراسة إلى أن نسبتي الخلط (5%) و(10%) كانتا من

أفضل النسب من حيث الأداء وانخفاض مستويات التلوث بسبب خصائصها الفيزيائية والكيميائية القريبة من وقود الديزل، كما يعد الوقود الناتج وقوداً حيوياً جيداً لمحركات الديزل بسبب تحسن العزم والاستطاعة والمردود مقارنة مع وقود الديزل علماً أن الباحث لم يضيف الخلاصة الحيوية.

## 2- أهمية البحث وأهدافه:

انطلاقاً من الدور الهام الذي تؤديه محركات الديزل في المجالات الصناعية والزراعية والنقل، حيث تعتبر أكثر المحركات انتشاراً في توليد القدرة برأً وبحراً، وينتشر استخدامها في المناطق النائية وبوجه خاص لإدارة الكثير من المكنات والآلات سواء للتشغيل المباشر أو لتوليد الكهرباء. وعليه يهدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام الوقود الحيوي المعالج بالخلاصة الحيوية الممزوج مع وقود الديزل العادي في أداء محرك الديزل، حيث تم إجراء البحث باستخدام الوقود الحيوي الذي هو عبارة عن زيت الجوجوبا المميز بخصائصه الفيزيائية والكيميائية والمعالج بالخلاصة الحيوية، ودراسة تأثير استخدامه ممزوجاً مع وقود الديزل في أداء هذا النوع من المحركات.

## 3- طرائق البحث ومواده

تم في هذا البحث استخدام المواد والأجهزة الآتية:

1 - وقود الديزل (الوقود معبأً ترسيبياً)، والمحرك بدون حفاز.

2- زيت الجوجوبا حيث تبين أن زيت بذرة الجوجوبا الشكل (1)، إضافة إلى دخوله في تصنيع مستحضرات التجميل وعدد من المنتجات الطبية، له صفات أخرى استراتيجية هامة لاستخدامه في زيوت المحركات، وخاصة المحركات الثقيلة والهامة مثل (الطائرات الحربية، والصواريخ، والدبابات، وكافة المحركات الثقيلة) لكونه يحتفظ بلزوجته (حالته الطبيعية) تحت درجة حرارة مرتفعة، مما يطيل عمر المحرك، ويقلل الحاجة إلى تبديل الزيت.



الشكل (1): زيت بذرة الجوجوبا

2- التقانة الحيوية: وهي عبارة عن مادة سائلة تحتوي على كائنات دقيقة نافعة مولدة

طبيعياً، حيث تقوم هذه الخلاصة بتكسير المواد العضوية المعقدة ذات الوزن الجزيئي الكبير في وقود الديزل، مما يقلل من كثافة الرواسب، وبالتالي انخفاض الوزن النوعي وانخفاض اللزوجة، وإزالة الروائح، وخاصة رائحة السلفيدات الأليفاتية والعطرية، ونزع الكبريت،



الشكل (2): عينة من التقانة الحيوية

وخفض كمية الدقائق الصلبة المعلقة. ويوضح الشكل (2) عينة من الخلاصة الحيوية التي تم استخدامها. ويبين الجدول (1) تركيب الخلاصة الحيوية التي حضرت مخبرياً من أجل معالجة خصائص الوقود.

جدول (1): تركيب الخلاصة الحيوية

التركيب التفاضل الحيوي	التعداد ( 1 مل ) / خلية
بكتيريا التمثيل الضوئي	400000
بكتيريا حمض اللاكتيك	650000
الخمائر	500000
الفطريات	700000



الشكل (3): محرك احتراق داخلي (ديزل)

3- محرك احتراق داخلي نوع ديزل (ثانوية منير ديب الصناعية في طرطوس)، يتمتع بالموصفات التالية:

✓ محرك ديزل رباعي الأشواط

حيث تقع الأسطوانات على استقامة واحدة.

✓ الاستطاعة القصوى (22.5 kw).

✓ العزم الأعظمي (132 N.M).

ويوضح الشكل (3) محرك الديزل المستخدم.

4- جهاز تحليل غازات العادم

حيث تم من خلاله قياس انبعاث الغازات

$(Hc, CO_2, CO, O_2)$ .

ويوضح الشكل (4) جهاز تحليل غازات العادم

(testo 300)، المستخدم في البحث



الشكل (4): جهاز تحليل غازات العادم

5- جهاز أوستفالد لقياس لزوجة

الوقود وهو عبارة عن جهاز مصنوع من

الزجاج والفرع الأول منه يحوي أنبوباً

شعرياً دقيقاً ذات قطر ثابت كما يحوي

انتفاخاً، أما الفرع الثاني فيحوي انتفاخاً

أكبر وهو بمثابة مستودع للمادة المراد

اختبارها ويوضح الشكل (5) الجهاز

المستخدم في البحث.



الشكل (5): جهاز أوستفالد لقياس اللزوجة

6- جهاز البيكنومتر لقياس كثافة الوقود مع ميزان لقياس الأوزان حيث تم قياس وزن السائل في كل عينة من العينات وحساب كثافة الوقود، ويوضح الشكل (6) الجهاز المستخدم في البحث.



الشكل (6): جهاز البيكنومتر لقياس الكثافة



الشكل (7): ساعة لقياس الضغط

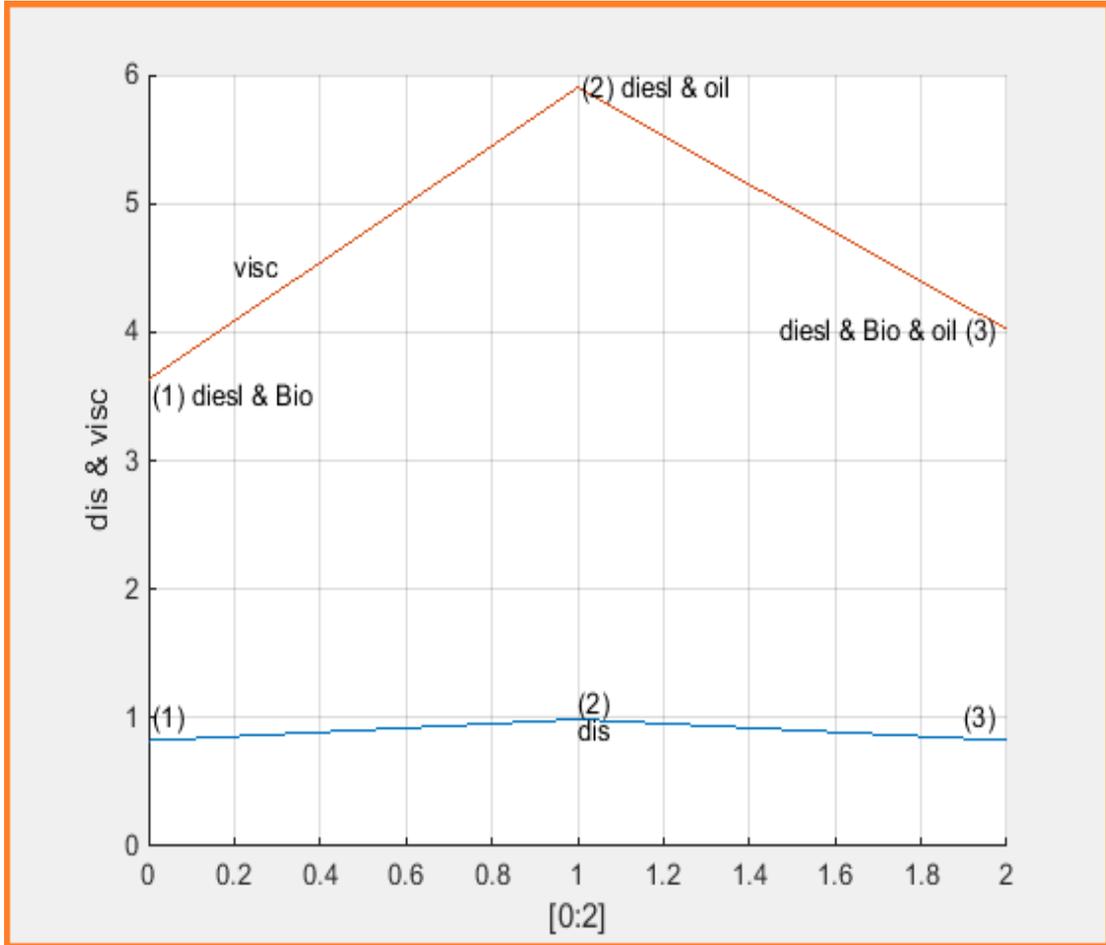
الانضغاط

7- مقياس ضغط أسطوانات المحرك، يركب مكان البخاخ بعد الصيانة والتنظيف لقياس تدرج الضغط أثناء عمل المحرك بدءاً من الريلانتي الى الضغط الأعظمي، ويوضح الشكل (7) هذا المقياس.

#### 4- النتائج والمناقشة:

##### 1-4 تأثير إضافة زيت الجوجوبا على لزوجة الوقود وكثافته:

يوضح الشكل (8) مقارنة بين لزوجة وقود الديزل العادي ووقود الديزل المعدل بنسبة (5%) من زيت الجوجوبا وذلك قبل وبعد تعديل المزيج بالخالصة الحيوية، حيث تعد اللزوجة الحركية من أهم الخصائص التي تبين ملائمة الوقود للعمل في المحرك



الشكل (8): تأثير إضافة زيت الجوجوبا على لزوجة الوقود وكثافته

يتبين من خلال الشكل (8) انخفاض واضح في اللزوجة عند استخدام وقود الديزل المعالج بالخالصة الحيوية وكذلك عند استخدام زيت الجوجوبا الممزوج مع وقود الديزل والذي أضيفت له الخالصة الحيوية مقارنة باستخدام الزيت الممزوج مع وقود الديزل العادي دون معالجة، حيث انخفضت لزوجة الوقود بمقدار (31.87%)، ويعود السبب في ذلك إلى أن الخالصة الحيوية التي أضيفت للوقود عملت على تكسير المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي الكبير، مما أدى إلى تخفيض اللزوجة، حيث تزداد اللزوجة بزيادة الوزن الجزيئي وطول السلسلة [8].

كما يتبين في أسفل الشكل (8) مقارنة بين كثافة وقود الديزل العادي ووقود الديزل المعدل بنسبة (5%) من زيت الجوجوبا وذلك قبل وبعد تعديل المزيج بالخالصة الحيوية وبيان تأثير الخالصة الحيوية في كثافة المزيج والتي تعد من الثوابت الفيزيائية الهامة للمركبات العضوية السائلة النقية، وتعرف بأنها نسبة وزن كمية من السائل إلى حجم هذه الكمية وتقدر ب (غ/سم<sup>3</sup>).

تقاس الكثافة مخبرياً بواسطة دورق الكثافة (البيكنومتر) عند درجة حرارة محددة موافقة لدرجة حرارة القياس التالية:

$$D^T = \frac{G - G^0}{V_T} + 0.0012$$

حيث  $G$  - هي وزن دورق البيكنومتر وهو مملوء بالمادة السائلة في الهواء  
 $G^0$  - وزن البيكنومتر وهو فارغ في الهواء  
 $V_T$  - حجم البيكنومتر في درجة حرارة القياس

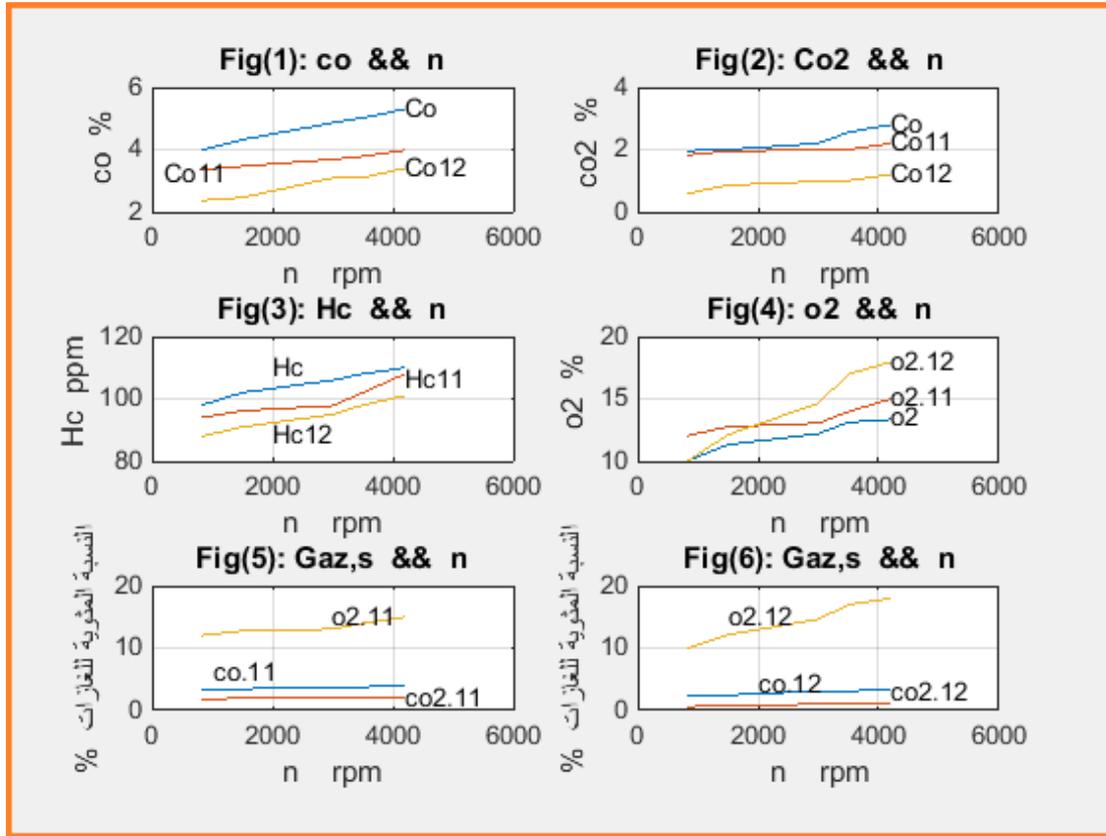
أما الرقم (0.0012) فهو كثافة الهواء حيث من الضروري إضافتها للحساب لأنه قبل ملئ البيكنومتر بالمادة السائلة كان مملوءاً بالهواء وقد تبين انخفاض واضح في كثافة الوقود عند استخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية وكذلك عند استخدام زيت الجوجوبا الممزوج مع وقود الديزل والذي أضيفت له الخلاصة الحيوية مقارنة باستخدام الزيت الممزوج مع وقود الديزل العادي حيث انخفضت الكثافة بمقدار (16.71%).

ويوضح الجدول (2) الرموز المستخدمة في الشكل (8):

جدول (2): الرموز المستخدمة في الشكل (8)

وقود الديزل العادي ووقود الديزل المعدل بنسبة (5%) من زيت الجوجوبا والمعدل بالخلاصة الحيوية.	Diesl & Bio & oil
وقود الديزل العادي ووقود الديزل المعدل بنسبة (5%) من زيت الجوجوبا.	Diesl & oil
وقود الديزل العادي والمعدل بالخلاصة الحيوية.	Diesl & Bio

### 3-4 تأثير إضافة زيت الجوجوبا على نسب انبعاث غازات العادم المنبعثة من المحرك:



الشكل (9): تأثير إضافة زيت الجوجوبا على وقود الديزل في نسب انبعاثات غازات (HC)، ( $CO_2$ )، ( $CO$ )

يبين الشكل (9) نسب انبعاثات غازات (HC)، ( $CO_2$ )، ( $CO$ ) على التوالي، حيث يلاحظ أنه عند استخدام زيت الجوجوبا الممزوج مع وقود الديزل كانت نسبة انبعاث غاز ( $CO$ ) أكبر مقارنة باستخدام المزيج ذاته الذي أضيفت له الخلاصة الحيوية، ويعود السبب في ذلك إلى حدوث احتراق غير تام لخليط الشحن مع الهواء وذلك لعدم توفر الأكسجين بالخليط خلال الاحتراق، كما يلاحظ بوضوح انخفاض نسبة غاز ( $CO_2$ ) عند استخدام المزيج المعدل بالخلاصة الحيوية مقارنة بنظيره غير المعالج، وكذلك الحال لنسبة انبعاث غاز الهيدروكربونات، حيث يلاحظ أنه عند استخدام وقود الديزل الممزوج مع زيت الجوجوبا دون معالجة بالخلاصة الحيوية، كانت نسبة انبعاث غاز (HC) أكبر مقارنة باستخدام وقود الديزل الممزوج مع زيت الجوجوبا والمعالج بالخلاصة الحيوية، ويعود سبب ذلك إلى وجود المركبات الأروماتية والأليفاتية المتفرعة ذات الوزن الجزيئي الكبير، والتي لها عدد سيتاني منخفض جداً وقدرتها على الاحتراق ضعيفة، مما يسبب حدوث (احتراق غير كامل)، حيث انخفضت نسبة انبعاث غاز (HC) بحدود (25.74%)، ويشار إلى أن زيادة نسبة هذا الغاز في المزيج دليل على وجود وقود غير محترق مع غازات العادم.

### 4-4 تأثير إضافة زيت الجوجوبا على ضغط الانضغاط في

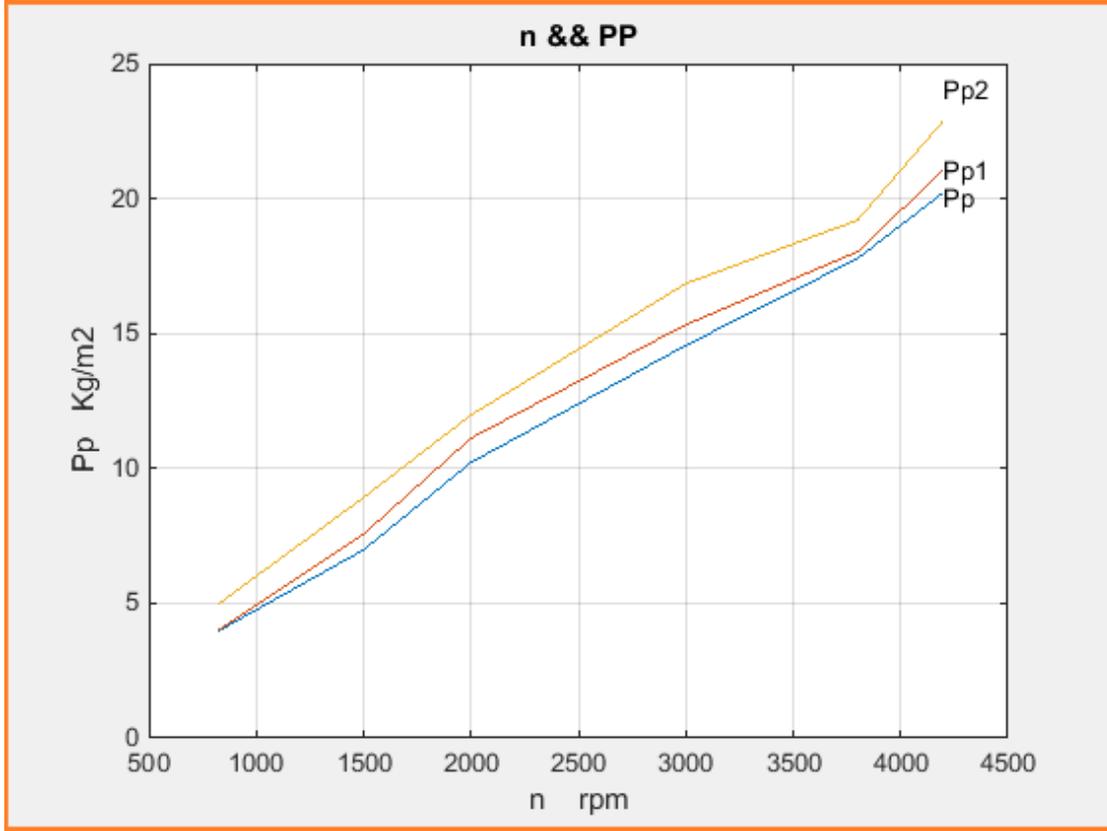
المحرك:



الشكل (10): تركيب ساعة قياس الضغط

يوضح الشكل (10) كيفية تركيب ساعة القياس بمكان البخاخ في الأسطوانة الأولى، حيث تم تنظيف فتحات تركيب البخاخات لكل أسطوانة وأخذ قياس عدد الدورات (n rpm) وبما يقابله من نسبة

الانضغاط لكل أسطوانة ( $kg/m^2$ ). وتم تكرار التجربة ثلاث مرات لكل أسطوانة وأخذ متوسط القياسات لكل من الضغط وسرعة الدوران، بعد ذلك تم محاكاة النتائج باستخدام برنامج (MATLAB-Script)، كما يوضح الشكل (11).



الشكل (11): نمذجة نتائج اختبار الضغط مع عدد الدورات في نظام (MATLAB)

يلاحظ من الشكل (11) ازدياد نسبة زيادة الضغط أثناء الدوران دون حمل عند استخدام زيت الجوجوبا الممزوج مع وقود الديزل دون معالجة وذلك عند نسبة مزج (5%)، وكانت نسبة الزيادة (4.16%)، أما عند استخدام المزيج المعالج بالخلاصة الحيوية فازدادت نسبة زيادة الضغط بمقدار (38.46%)، وهذا يدل على زيادة استطاعة المحرك في الحالة الثانية نتيجة ارتفاع سرعة الدوران.

كما لوحظ من الشكل (11) أن نسبة زيادة الضغط قد ارتفعت أيضاً بالمقارنة مع الضغط المرجعي من (9.09%) إلى (16.66%) أثناء الدوران مع حمل، حيث تبين من خلال التشخيص البصري والسمعي لاختبار الضغط صوت سلس للمحرك والنعومة بالتشغيل والنسب القليلة من الضبابية والدخان، التي لم تُميز بالعين المجردة، وهذا يدل أن نسب الرواسب الكربونية في حجر الاحتراق قد انخفضت بشكل كبير، مما أدى إلى الوصول إلى النظام الحراري للمحرك بفترة زمنية منخفضة.

## الاستنتاجات

- 1- استخدام 5% من زيت الجوجوبا مع وقود الديزل المعالج بالتقانة الحيوية يعطي أداءً أفضل للمحرك مقارنة باستخدام المزيج دون معالجة.
- 2- انخفاض واضح في لزوجة الوقود بنسبة (31.87%) وكثافته بنسبة (16.71%).
- 3- انخفاض واضح في انبعاثات غازات العادم، حيث كان أقل انبعاثًا لغازات (HC) بنسبة (25.74%) وغاز ( $CO_2$ ) بنسبة (16.66%) وغاز (CO) بنسبة (33.33%).
- 4- تحسين ضغط الانضغاط بمقدار (4.16%) عند استخدام زيت الجوجوبا الممزوج مع وقود الديزل دون معالجة، أما عند إضافة الخلاصة الحيوية للمزيج ازدادت بمقدار (38.46%)، وهذا يدل على زيادة العزم نتيجة ارتفاع سرعة الدوران، مما يؤدي إلى زيادة استطاعة المحرك.

## التوصيات

1. تقييم أداء محركات الديزل بإضافة نسب أخرى من زيت الجوجوبا.
2. دراسة الأثر الميكانيكي في أداء المحرك على المدى الطويل.
3. دراسة الحاجة المثلى لكمية الزيت المضاف للمحافظة على وثوقية المحرك.

## المراجع

### المراجع العربية

- [1]-الملط، محمود (1999). محركات الديزل. منشأة المعارف بالإسكندرية، الطبعة الثانية.  
[2]- معروف، عدنان (1991). منشورات جامعة تشرين، سورية، ص 30-51.

### المراجع الأجنبية

- [3]- Chaichan, M. T., & Ahmed, S. T. (2012). Effect of fuel cetane number on multi-cylinders direct injection diesel engine performance and exhaust emissions. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 8(1), 65-75
- [4]- John, M. M., Kumar, V. (2014). Effect of Load on the Performance of DI Diesel Engine Running on Rice Bran Bio-diesel and Its Blends. *Journal of Basic and Applied Engineering Research*, 1 (1), 14-17.
- [5]-Al Awad& Mohamed Saed Al Sabek. (2019). Combustion and exhaust emissions of a direct-injection diesel engine burning jojoba ethyl ester and mixtures with ethanol, *Biofuels*, 10(4), 545-551
- [6]- Al Awad, A. S., Selim, M. Y., Zeibak, A. F., & Moussa, R. (2014). Jojoba ethyl ester production and properties of ethanol blends. *Fuel*, 124, 73-75.
- [7]-Borsoi, A., Santos, R. F., Nogueira, C. E. C., Secco, D., Antocirc, M., Lima, P. R., & da Costa, P. F. (2013). Technical and economic feasibility of biodiesel production by family farmers. *African Journal of Agricultural Research*, 8(42), 5204-5210.
- [8]-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