مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد(5) 2021

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (5) No. (5) 2021

تقييم أداء محرك ديزل باستخدام وقود ديزل معالج بالتقانة الحيوية

د. علي علي*

د. عدنان أحمد**

م. جعفر محمود***

(تاريخ الإيداع 10 / 5 /2021 . قُبِل للنشر في 17 /6 /2021)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة وقود الديزل المعالج بالتقانة الحيوية في أداء محركالديزل، حيث تم إضافة ما يعادل (5%) من الخلاصة الحيوية لوقود الديزل، وتم اختبار أداء المحرك عند سرعة الدوران بدون حمل، وعند سرعة الدوران العظمى للمحرك المختبر،حيث تم قياس استهلاك الوقود والضغط الأصغري والأعظمي في كل اسطوانة، ومن ثم تم تحليل غازات العادم لبيان التراكيز الحجمية والنسب المئوية للغازات(Hc, CO_2, CO, O_2)، وبيان تأثيرها الإيجابي والسلبي على أداء المحرك والبيئة، ثم اختبرت نسبة الدخان والضبابية المنبعثة من المحرك بدون إضافة الخلاصة الحيوية ومع إضافتها.

بينت النتائج أنه عند إضافة الخلاصة الحيوية إلى وقود الديزل انخفضت انبعاثات كل من غاز (CO) بنسبة 40% وغاز (CO_2) بنسبة (32.14%)وغاز (HC) بنسبة(18.18%)، بينما ازدادت انبعاثات غاز (O_2) بنسبة(10.86 %)كما تبين انخفاض استهلاك المحرك للوقود بنسبة(18.75%)عند سرعة دوران للمحرك(rpm 2000)، وكذلكانخفضت نسبة الدخان المنبعثة من المحرك بحدود(66.66 %)، ونسبة الضبابية بحدود (60%)، كما زادت سرعة الدوران بنسبة (6,62%)، ونسبة الضغط في كل أسطوانة(24.86%).

الكلمات المفتاحية: محرك الديزل، تقانة حيوية، وقود الديزل، 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.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد(5) 2021

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (5) No. (5) 2021

Evaluating Performance of a Diesel Engine Using Diesel FuelTreated with Bio-extract

Dr. Ali Ali*
Dr. Adnan Ahmad**
Eng. Jafar Mahmoud***

(Received 10 / 5/ 2021 . Accepted 17 / 6 / 2021)

□ ABSTRACT □

This research aims to study the effect of adding Diesel FuelTreated with Bio-extracton diesel engine performance. As when adding (5%) of theBio-extracwith diesel fuel. Performance of the engine was tested at rotating speed of (unloaded), and on itsmaximum. Consumption of fuel, 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,CO2,CO,O2) and to state its positive and negative effect on the performance of the engine and on environment. Then, the percentage of smoke and fog released from the engine without adding the biotechnology and with adding it.

Results stated that when adding the biotechnology to the diesel, the release of (co) became less with 40% and (CO2) with (32.14 %) and (HC) with (18.18), whereas the release of (O2) became higher with (10.86%),the consumption of diesel fuel of the engine lowered with the percentage of (18.75%) at the engine's speed of (2000rpm). Smoke release lowered with about (66.66%) and fog with about (60%).The rotating speed of the engine became higher at the percentage of (6.62%) and the pressure percentage in each cylinder (24.86%).

Key words: Diesel engine ,Bio-extract , Diesel fuel, 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

يعد التلوث البيئي من أكبر المشاكل التي تواجه كوكب الأرض، وله العديد من المصادر منها الانبعاثات الناتجة عن احتراق المشتقات النفطية مثل الديزل، حيث ينتج الديزل الكثير منالانبعاثات الضارة بالغلاف الجوي نتيجةلوجود الكبريت في مكوناته، ومن أشهر تلك الانبعاثات مركبات الهيدروكربونات وثاني أكسيد الكربون الضار[1].

تُعتبر محركات الديزل أحد أنواع الآلات الحرارية التي تحول الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق وقود الديزل إلى طاقة ميكانيكية، إذ تتم عمليات احتراق الوقود الممتزج مع الهواء (المزيج العامل) بنسب معينة داخل أسطوانات المحرك، وينتج عن هذا الاحتراق حرارة يتحول قسم منها إلى عمل ميكانيكي يستخدم في التطبيقات الميكانيكية والخطوط الإنتاجية[2].

كما ينتج عن احتراق مزيج الهواء والوقود نواتج يتم طرحها إلى الوسط الخارجي عن طريق نظام العادم، وتتكون من مزيج من الغازات الضارة للبيئة والإنسان، لذلك تُعتبر هذه المحركات من أخطر مصادر التلوث البيئي وهذا ما دفع الباحثين لابتكار طرائق وتقنيات جديدة للتخفيف قدر الإمكان من التلوث البيئي الناتج،حيث تُعتبر ظاهرة الاحتراق عملية معقدة من بدايتها وتكوينها ونضوبها، وتعتمد هذه الظاهرة على عوامل عدة منها عوامل ميكانيكية، وعوامل كيميائية، وشروط التبادل الحراري بين حدود التفاعل والوسط الخارجي المحيط[2].

قام الباحث(piloto – Rodrigueza, 2017)[3]بدراسة حول تأثير خلط الوقود الحيوي المستخلص من الطحالب بالوقود الأحفوري في أداء وانبعاثات الغازات من المحرك من خلال إجراء اختبارات على نسب مزج مختلفة من الوقود الحيوي والمشتقات النفطية،وقد بينت نتائج الدراسة، أنأقرب وقود إلى الوقود المعياري هو(B20)،حيث كان الانخفاض في استطاعة المحرك وازدياد انبعاث أكاسيد الآزوت واضحاً، وأرجع الباحث السبب في ذلك إلى الحرارة العالية في حجرة الاحتراق، وأن استخدام المستحلبات أعطى نتيجة جيدة فيما يتعلق بتخفيضانبعاث غازات (NOX)، لكنه وجد أن تكاليف الإنتاج لا تزال مرتفعة للغاية.

قام الباحث ، (Verma , 2015) [4] بدراسة تأثير إضافة الوقود الحيوي على أداء محرك الديزل وخصائصانبعاث الغازات منالمحرك، ووجد أن المشكلة الرئيسية في استخدام الزيوت النباتية كوقود للمحركات هي اللزوجة المرتفعة والتي يمكن تخفيضها بوساطة تفاعل الأسترة، كما درس الخصائص الحرارية للوقود الحيوي كنقطة الوميض والرقم السيتاني، وقد توصل إلى أن أغلب خصائص الوقود الحيوي مماثلة لخصائص الديزل لكن المردود الحراري يقل عند استخدام الوقود الحيوي، كما تؤدي زيادة نسبة المزج إلى حدود مرتفعة إلى انخفاض الفعالية، ولاحظ أيضاً انخفاض واضح في انبعاثات الغازات الملوثة.

قام الباحث (Al Awad , 2019) [5,6] بإجراء التجارب لقياس الانبعاثات، ودراسة أداء محرك الديزل باستخدام أستر الجوجوبا الإيتيليومزجه مع وقود الايتانول بنسب مزج مختلفة (5% ، 10% ، 15% ، 20%) حيث تم تجربة 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 والكيمائية القريبة من وقود الديزل، كما يعد الوقود الناتج وقوداً حيوياً جيداً لمحركات الديزل بسبب تحسن العزم والاستطاعة والمردود مقارنة مع وقود الديزل.

كما قام الباحث (Borsoi,2013)[7]، بدراسة الجدوى الاقتصادية لإقامة مصنع لإنتاج الوقود الحيوي، عبر جمعيات المزارعين في بلدة كوريبليا البرازيلية، حيث كانت المواد الخام المستخدمة لاستخراج الزيت من فول الصويا وعباد الشمس وزيت الكانولا، وقد وضعت التكاليف النقدية، مع التكاليف والإيرادات قبل وبعد تركيب المشروع، وقد تم استرداد رأس المال بعد سنتين وبضعة أشهر من تنفيذ المشروع.

2- أهمية البحث، وأهدافه

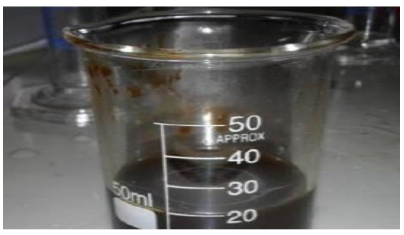
انطلاقاً من الاحتياجات البيئية والاقتصادية والصناعية والزراعية، كان لا بد من البحث عن تقنيات جديدة تلبي احتياجات التطورالحضاري والاقتصادي، ولتكون بديلاً عن النفط المستخرج من باطن الأرض،وتكون أيضاً قابلة للتطبيق في سورية،حيث تم إجراء البحث باستخداموقود الديزل المعالج بالتقانة الحيوية ودراسة تأثير استخدامها على أداء محرك الديزل، حيث تؤدي محركات الديزل دوراًهاماً في كثير من المشروعات الصناعية والزراعية، وتعتبر أكثر المحركات انتشاراً في توليد القدرة براً وبحراً، وعليه يهدف البحث إلى:معالجة وقود الديزل التقليدي بالخلاصة الحيوية لاستخدامه في المحركات، ودراسة تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على أداء المحرك وانبعاثات غازات العادم، بالإضافة لضغط كل أسطوانة من أسطوانات المحرك وعدد الدورات.

3- طرائق البحث ومواده

تم في هذا البحث استخدام المواد والأجهزة الآتية:

1 - وقود الديزل(الوقودمصفى ترسيباً)، والمحرك منزوع الحفاّز.

2- التقانة الحيوية: وهي عبارة عن مادة سائلة تحتوي على كائنات دقيقة نافعة مولدة طبيعياً، ليست بالميكروبات الضارة، ولا المرضية، ولا التي تم توليدها عبر أساليب الهندسة الوراثية، ويوضح الشكل (1) عينة من التقانة الحيوية التي تم استخدامها في البحث.



الشكل (1): عينة من التقانة الحيوية

حيث تقوم هذه التقانة 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 السلفيداتالأليفاتية والعطرية، ونزع الكبريت، وخفض كمية الدقائق الصلبة المعلقة.

ويبين الجدول(1)، تركيب التقانة الحيوية التي حضرّت مخبرياً من أجل معالجة وقود الديزل التقليدي.

جدول (1):تركيب الخلاصة الحيوية

تركيب التقانة الحيوية	التعداد (1 مل) / خلية
بكتيريا التمثيل الضوئي	400000
بكتيريا حمض اللاكتيك	650000
الخمائر	500000
الفطريات	700000

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

- ✓ محرك ديزل رباعي الأشواط حيث تقع الأسطوانات على استقامة واحدة.
- ✓ الاستطاعة القصوى (22.5 kw).
- ✓ العزم الأعظمي (132 N.M).

الشكل (2): محرك احتراق داخلي (ديزل)

يوضح الشكل (2) محرك الديزل المستخدم في البحث.

4- جهاز تحليل غازات العادم حيث تم من خلاله قياس انبعاث الغازات (Hc, CO_2, CO, O_2). وأخذ القراءات اللازمة، ويوضح الشكل (3)جهاز تحليل العادم الذي تم استخدامه في البحث:

الشكل (3): جهاز تحليل غازات العادم

5- وعاء بلاستيكي لقياس استهلاك المحرك من الوقود، حيث تم تدريجه لمعرفة مقدار مايستهلكه من الوقود.

الشكل (4): وعاء مدرج لقياس استهلاك الوقود

6- جهاز قياس كمية الدخان والضبابية المنبعثة من المحرك:

تم من خلاله قياس نسبة الدخان والضبابية المنبعثة من المحرك

الشكل (5): جهاز لقياس نسبة الدخان

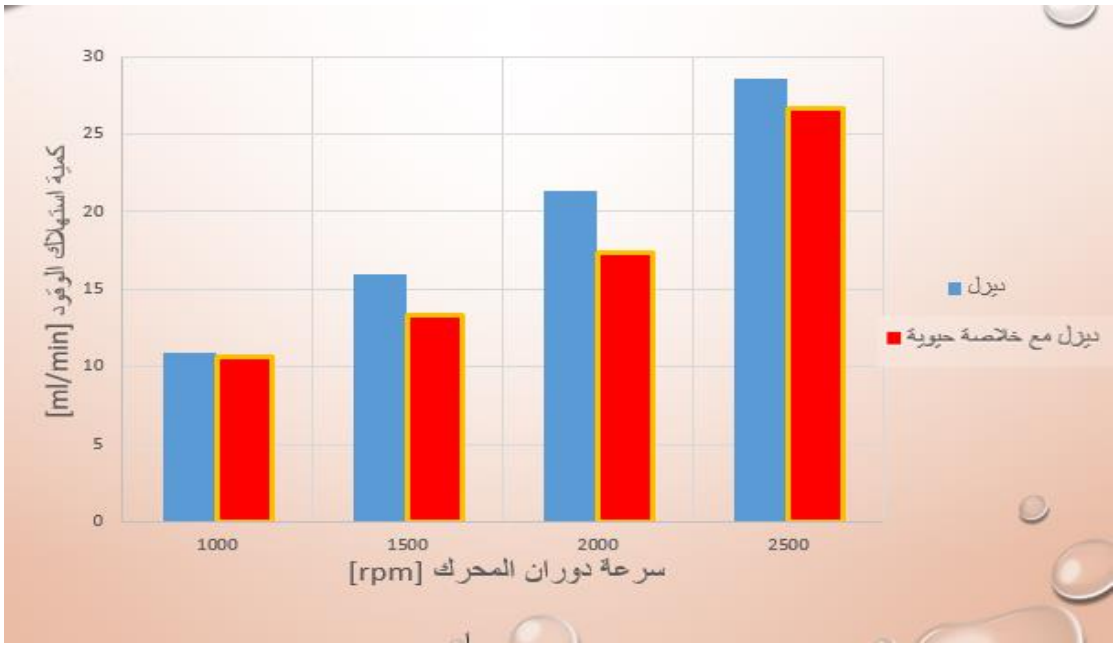
7- مقياس ضغط الانضغاط لكل أسطوانة، يركب مكان البخاخ لقياس تدرج الضغط أثناء عمل المحرك بدءاً من الريلانتي الى الضغط الأعظمي ويعرض الشكل (6) هذا المقياس:

الشكل(6): ساعة لقياس الضغط

4- النتائج والمناقشة

4-1 تأثير إضافة التقانةالحيوية على استهلاك المحرك للوقود:

تم حساب استهلاك المحرك لوقود الديزل العادي، ووقود الديزل الذي أضيفت له خلاصة حيوية بنسبة 5%: ويوضح الشكل (7) مقارنة بين استهلاك المحرك للوقود قبل وبعد إضافة الخلاصة الحيوية.

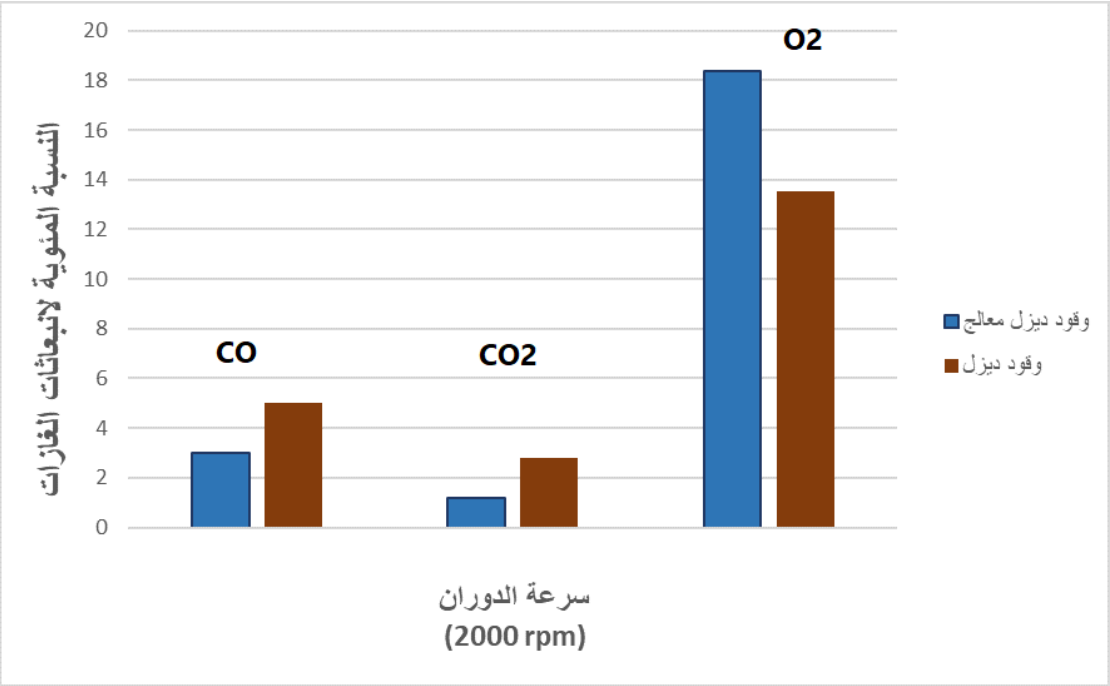


الشكل (7):تأثير إضافة الخلاصةالحيوية على استهلاك المحرك للوقود

تبين أن وقود الديزل الذي أضيفت له الخلاصةالحيوية قد أعطى كمية استهلاك وقود أقل من حالة استخدام وقود الديزل العادي، حيث ساهمت الخلاصةالحيوية التي أضيفت للوقود في توفير كمية الوقود المستهلكة،إذ بلغت نسبة التوفير عند سرعة دوران (2000 rpm) بحدود (18.75 %)،والسبب في ذلك يعود إلى جودة الترزيذ عند إضافة الخلاصة الحيوية، التي أدت إلى تفاعلات انقسام وكسر للمركبات ذات الوزن الجزيئي الكبير وبصورة خاصة المركبات الأليفاتيةوالأروماتية المتفرعة، وبالتالي زيادة مساحة السطح النوعي للوقود في حجرة الاحتراق، وحدوث احتراق كامل يصاحبه انخفاض في استهلاك المحرك للوقود.

4-2 تأثير إضافة التقانة الحيوية على نسبانبعاثات الغازات:

تم قياس نسب الغازات(Hc, CO_2, CO, O_2)بواسطة جهاز تحليل غازات العادم عن طريق أنبوب جهاز الفحص (الحساس) يوضع على مخرج نهاية العادم ويقيس التراكيز بشكل أتوماتيكي، وذلك بحالة استخدام وقود الديزل ووقود الديزل الذي أضيفت له خلاصة حيوية وسجلت النتائج في الشكل(8):



الشكل (8): تأثير إضافة التقانة الحيوية على وقود الديزل في نسب انبعاثات غازات(CO)، (CO_2)، (O_2)

يبين الشكل (8)نسب انبعاثات غازات(**CO**)، (CO_2)، (O_2)على التواليحيث نلاحظ أنه عند استخدام وقود الديزلكانت نسبة انبعاث غاز (**CO**) أكبر مقارنة باستخداموقود الديزل الذي أضيفت له الخلاصة الحيوية وذلك عند سرعة دوران(2000 rpm) وهذا يتوافق مع نتائج الباحث(Verma , 2015) [4]ويعود سبب ذلك إلى وجود المركبات الأروماتيةوالأليفاتية المتفرعة ذات الوزن الجزيئي الكبير، والتي لها عدد سيتاني منخفض جداً وقدرتها على الاحتراق ضعيفة مما يسبب حدوث (احتراق غير كامل)، كما يلاحظ بوضوح انخفاض نسبة غاز (CO_2) عند استخدام وقودالديزل المعدّل بالخلاصة الحيوية مقارنة بوقود الديزل التقليدي، وكذلك الحال لنسبة انبعاث غاز الهيدروكربونات حيث انخفضت نسبة انبعاث غاز (HC)من(90 ppm–110 ppm) .

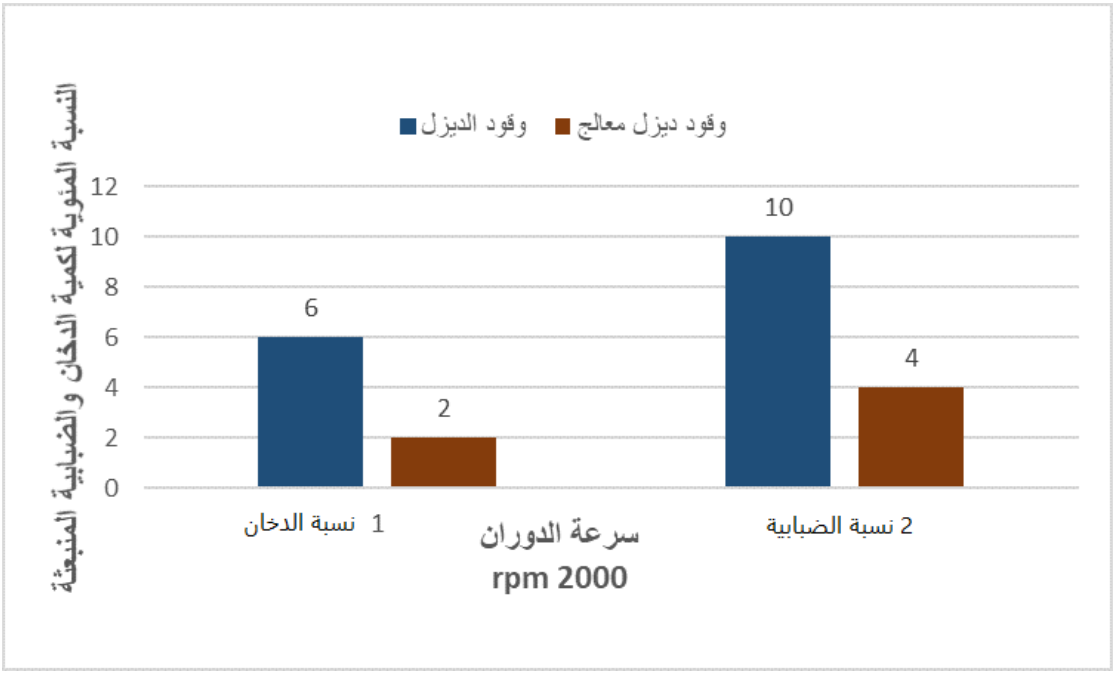
وفيما يتعلق بنسبة انبعاث غاز (O_2)، يلاحظ أنه في حالة استخدام وقود الديزل الذي أضيفت له خلاصة حيوية يتحرر كمية أكبر من (O_2)بالمقارنة مع وقود الديزل،إذ تمكنت الخلاصة الحيوية من نزع جميع مركبات الكبريت الموجودة في وقود الديزل، ولا سيما السلفيدات وثنائيالسلفيداتالأليفاتيةوالأروماتيةوفق المعادلات التالية :

$$R-S-S-R' \xrightarrow{Bacteria} R-R' \qquad R-S-R' \xrightarrow{Bacteria} R-R'$$

وبالتالي لم يعد هناك فرصة للأوكسجين لأن يتفاعل مع الكبريت الموجود في هذه المركبات، وبالتالي حصول فائض من الأوكسجين حيث بلغت نسبة الكبريت في وقود الديزل بحدود (0.79%) بينما انخفضت في وقود الديزل الذي أضيفت له الخلاصة الحيوية إلى (0.09%) [8].

4-3 تأثير إضافة التقانة الحيوية على كمية الدخان المنبعثة من المحرك:

قيست كمية الدخان المنبعثة باستخدام جهاز لقياس كمية الدخان والضبابية المنبعثة من المحرك،وذلك بحالة استخدام وقود الديزل ووقود الديزل الذي أضيفت له خلاصة حيوية وسجلت النتائج في الشكل(9):



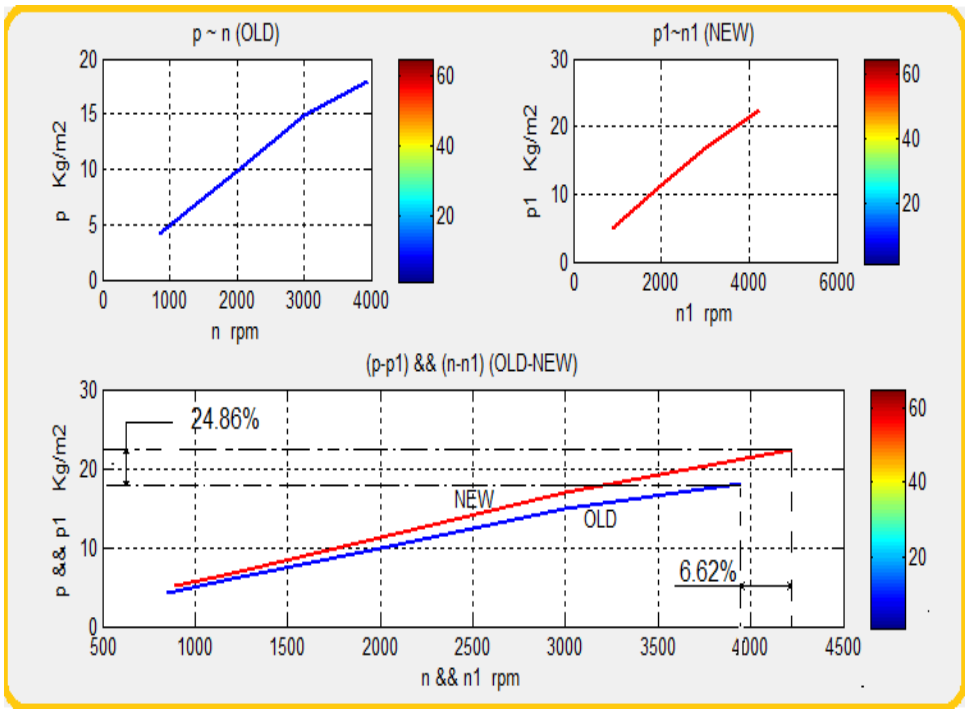
الشكل (9): تأثير إضافة التقانة الحيوية على الوقود في كمية الدخان المنبعثة

يبين الشكل (9)كمية الدخان والضبابية المنبعثة من المحرك في حال إضافة التقانة الحيوية لوقود الديزل، حيث يلاحظ انخفاض ملحوظ في نسبة الدخان المنبعثة من المحرك بحدود (66.66 %)، ونسبة الضبابية بحدود (60%) وذلك بسبب انخفاض كمية الرواسب الكربونية في حجرة الاحتراق الناتجة عن إضافة التقانة الحيوية.

4-4 تأثير إضافة التقانة الحيوية على نسبة الانضغاط في المحرك وسرعة الدوران:

الشكل (10): تركيب ساعة قياس الضغط

قبل البدء بالاختبار، يتم تنظيف فتحات تركيب البخاخات لكل اسطوانة، وتركيب ساعة القياس بمكان البخاخ في الأسطوانة الأولىكما هو موضح بالشكل (10)، وأُخذ قياس عدد الدورات n) (rpm وبما يقابله من نسبة الانضغاط لكل اسطوانة(kg/m^2). وتم تكرار التجربة ثلاث مرات لكل اسطوانة وأخذ متوسط القياسات لكل من الضغط وسرعة الدوران، بعد ذلك تممحاكاة النتائج باستخدام برنامج(MATLAB-Script)، وفق المخطط (10).



الشكل(10)، نمذجة نتائج اختبار الضغط مع عدد الدورات في نظام (MATLAB)

يلاحظ من الشكل (10)ازدياد سرعة الدوران أثناء الدوران بدون حمل باستخدام الخلاصة الحيوية مع الديزل عند وصول المحرك لنظام التشغيل الحراري، ثم ازدادت أثناء التشغيل الاختبار القسري ليصل الفرق الى (6.62%)، أما نسبة الضغط فقد ازدادت بشكل ملحوظ من لحظة دوران المحرك حتى الوصول الى الضغط الأعظمي(Pmax)عند (n max)، حيث تم تسجيل نسبة زيادة الضغط في كل اسطوانة بالمقارنة مع الوقود من دون إضافة الخلاصة الحيوية إلى (24,86%)، وهذا يدل على زيادة استطاعة المحرك.

كما لوحظ من خلال التشخيص البصري والسمعي لاختبار الضغط، صوت سلس للمحرك والنعومة بالتشغيل والنسب القليلة من الدخان، التي لم تُميز بالعين المجردة، وهذا يدل أن نسب الرواسب الكربونية في حجر الاحتراق قد انخفضت بشكل كبير مما أدى الى الوصول الى النظام الحراري بفترة زمنية منخفضة.

الاستنتاجات

1- استخدام وقود الديزل المعالج بالتقانة الحيوية أقل تلويثاً للبيئةمقارنة باستخدام وقود الديزل العادي، كما أنه يعطي أداء أفضل للمحرك.

2- استخدام التقانة الحيوية مع وقود الديزل ساهم في تخفيض استهلاك الوقود بنسبة (18.75%) عند سرعة الدوران (2000 rpm).

3- انخفاض واضح في انبعاثات غازات العادم عند استخدام التقانة الحيوية حيث كان أقل انبعاثا لغازات (CO) بنسبة 40% وغاز (CO_2) بنسبة 32.14% وغاز (HC) بنسبة 18.18% بينما ازداد انبعاث غاز O_2 بنسبة تتراوح10.86 % مقارنة بحالة استخدام وقود الديزل التقليدي.

4- انخفاض واضح في كمية الدخانالمنبعثة من المحرك بحدود(66.66 %)، وكمية الضبابية بحدود (60%).

5- تحسين نسبة الانضغاط بمقدار (24.86%) عند استخدام التقانة الحيوية.

التوصيات

1. يوصى باستخدام تركيبة التقانة الحيوية مع أنواع مختلفة من الوقود كالبنزين أو الفيول.
2. إضافة أنواع من الأغوال التي تحسن من جودة الوقود.
3. مقارنة أداء المحرك العامل بالتقانة الحيوية مع أدائه باستخدام أنواع مختلفة من الديزل الحيوي.
4. مقارنة أداء المحرك الذي يستخدم التقانة الحيوية مع محركات تستخدم مصادر طاقة متجددة.

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]-Piloto-Rodríguez, R., Sánchez-Borroto, Y., Melo-Espinosa, E. A., &Verhelst, S. (2017). Assessment of diesel engine performance when fueled with biodiesel from algae and microalgae: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *69*, 833-842.

[4]-Verma, P., & Sharma, M. P. (2015). Performance and emission characteristics of biodiesel fuelled diesel engines. *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*, *5*(1), 245-250.

[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