

قياس شدة الضوضاء ودرجة حرارة العادم لمحرك ديزل يعمل بوقود الديزل الحيوي

د. هيثم اسماعيل الضراط
جامعة مصراتة، كلية الهندسة، قسم الهندسة الميكانيكية،
مصراتة، ليبيا
h.elderratt@eng.misuratau.edu.ly

عبد الله ابراهيم العجيل
جامعة مصراتة، كلية الهندسة، قسم هندسة النفط، مصراتة،
ليبيا
aelajeil@gmail.com

د. فتحي حسين الأمين
جامعة مصراتة، كلية الهندسة، قسم الهندسة الميكانيكية،
مصراتة، ليبيا
f.elamin@eng.misuratau.edu.ly

يعد البحث في موضوع الديزل الحيوي من المواضيع ذات أهمية كبرى في وقتنا الحالي كونه وقود صديق للبيئة وأيضاً منخفض الشمن (مستخرج من الزيوت المستعملة) كما يتميز بسهولة إنتاجه. وقد تم تصنيعه وتسويقه في عدد من الدول المتقدمة [9 - 11]، لكن مازالت كميات كبيرة من الزيوت مستهلكة غير مستغلة في ليبيا. لذلك تهدف هذه الدراسة الى استخراج الديزل الحيوي من الزيوت المستهلكة والمتوفرة بكثرة في السوق المحلي بالدولة الليبية. وذلك بتصنيع وقود الديزل الحيوي من الزيوت الأكل المستهلكة ومن ثم فحص امكانية استخدامه، وتجربة تأثير استخدام ديزل حيوي المنتج من مصادر محلية على انبعاث ملوثات محرك ديزل. حيث ينقسم هذا البحث الي ثلاث أجزاء رئيسية وهي التعريف بالوقود الحيوي وأنواعه في الجزء الأول، ثم تقديم الجانب العملي في الجزء الثاني. أما الجزء الأخير فيتم عرض النتائج المتحصل عليها ومقارنتها بالأبحاث الأخرى.

المخلص—إن الاهتمام يرتكز في هذه الدراسة على الوقود الحيوي الذي يعتبر من مصادر الطاقة النظيفة، حيث من المتوقع أن يؤدي استخدام الوقود الحيوي إلى تحسين نوعية الانبعاثات الصوتية والحرارية الملوثة للبيئة وأيضاً الاستغلال الأمثل للزيوت المستهلكة والمتوفرة في البلاد. تم في هذه الورقة دراسة استخدام الوقود الحيوي في محركات الديزل كأحد البدائل الوقود الاحفوري نظراً لسهولة إنتاجه ورخص ثمنه (إذ يمكن الحصول عليه من الزيت المستعمل من المطاعم)، حيث تم استخدام زيت عباد الشمس المحلي مستعمل في هذه الدراسة كزيت خام لإنتاج وقود ديزل حيوي. كما تم في هذه الورقة دراسة شدة الضوضاء المنبعثة من محركات الديزل باستخدام نسب مختلفة من الديزل الحيوي مخلوطة مع الديزل الاحفوري. حيث بينت النتائج، ان الضوضاء المنبعثة من المحركات يمكن أن تقل بحدود 13% عند استبدال الوقود الاحفوري بوقود ديزل حيوي، كما تقل درجات حرارة الغاز العادم بحدود 20%.

الكلمات المفتاحية: الديزل الحيوي، شدة الضوضاء، حرارة العادم

2. الوقود الحيوي

الوقود الحيوي هو وقود نظيف يعتمد إنتاجه في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة شحوم حيوانية أو محاصيل زراعية الى وقود يمكن استخدامه في الحصول على الطاقة. ان الوقود الحيوي في العادة يتم إنتاجه من خلال عملية كيميائية من الزيوت النباتية وذلك باستخدام بعض المحفزات. التفاعل الكيميائي الذي يحدث من خلال هذه العملية يكسر جزيئات النفط ويحل محله جزيئات الجليسرول مع جزيء الكحول. يعتبر الوقود الحيوي المتحصل عليه من هذه العملية هو أحد أهم بدائل الوقود الذي يمكن استخدامه مباشرة في أي محرك ديزل دون إجراء أي تعديلات على المحرك. كما أن له خصائص مماثلة للوقود الاحفوري، لذلك يمكن خلط الوقود الحيوي بأي نسبة مع وقود الديزل الاحفوري. في معظم البلدان المتقدمة، ينتج الديزل الحيوي من زيوت الطعام المستخدمة مثل زيوت فول الصويا وبذور اللفت وعباد الشمس والفول السوداني وما إلى ذلك. ولتجنب النقاش بشأن الغذاء مقابل الطاقة، من المستحسن استخدام الزيوت غير الصالحة للأكل لإنتاج الوقود الحيوي. وذلك لأن الزيوت الصالحة للأكل مطلوبة بالفعل في التطبيقات الغذائية وغالباً ما تكون أكثر تكلفة من وقود الديزل. كما أن الزيوت المستعملة غير مستغلة بشكل صحيح في الدولة الليبية. يوجد هناك أكثر من 300 نوع مختلف من الأشجار التي تنتج الوقود الحيوي وبالتالي هناك إمكانية كبيرة لإنتاج الزيوت النباتية والغير الصالحة للأكل من النباتات المختلفة لإنتاج وقود الديزل الحيوي كبديل للوقود الاحفوري. محتوى الزيت المستخدم في الطهي مرتفع، وبالتالي فهو قابل للتطبيق لإنتاج وقود الديزل الحيوي لأنها متاحة بسهولة. ويوضح الجدول (1) محتويات الزيت لبعض أنواع هذه البذور [1].

1. المقدمة

ظل الوقود الاحفوري بدون منازع الوسيلة الوحيدة المسيطرة على الأنواع الأخرى للوقود منذ اكتشافه، غير أن الإفراط في استخدامه المتزايد يسهم في الكثير من مشاكل تلوث الهواء والبيئة والتغيرات المناخية المحتملة. وعلى الرغم من أن الدراسات تشير إلى أن الاحتياطات النفطية الحالية يمكن أن تلبى احتياجات العالم من النفط خلال السنوات الثلاثين السنتين المقبلة، إلا أن احتياطياته ليست موزعة بشكل موحد، كما أن هناك العديد من مخاوف بشأن تأثير استخدام الوقود الاحفوري على البيئة [1]. كما أن أزمت الوقود الاحفوري وتقلبات أسعار النفط العالمية أدت إلى التركيز على تطوير أنواع أخرى من الوقود. حيث يمكن تحقيق الحاجة إلى الحد من نمو استهلاك الوقود الاحفوري لأسباب اقتصادية وبيئية على أفضل وجه باستخدام البدائل المتجددة أو النظيفة. ومن أهم هذه البدائل هو الوقود المستخلص من الزيوت النباتية والمخلفات الحيوانية أو الوقود الحيوي. حيث يحتل الوقود الحيوي مكانة بارزة بين بدائل وقود الديزل الاحفوري التقليدي بسبب عوامل فنية واقتصادية مختلفة. حيث ان استعمال الوقود الحيوي يؤدي الى تقليل انبعاثات الغازات الملوثة والضوضاء إلى أدنى حد ويمكن أن يعوض إنتاج الوقود الحيوي بأسعار تنافسية [2]. وقد اتجه اهتمام العديد من الدول الى استبدال وقود الديزل الاحفوري بأنواع اخرى من الوقود الحيوي [3 - 5]. إن وقود الديزل الحيوي لا يسهم في ارتفاع درجة حرارة الأرض ولا يؤثر على طبقة الأوزون بسبب دورة الكربون المغلقة، حيث يرتبط تغير المناخ عن ارتفاع درجة حرارة الأرض بعلاقات التدهور البيئي. عند استخدام ديزل حيوي تقل تراكيز اكاسيد الكربون [6 - 8]، حيث تشير العديد من المراجع على أن هناك انخفاض في نسب ملوثات الهيدروكربونات الغير محترقة بحدود قد تصل الى 70%، ونسب ملوثات أول أكسيد الكربون بحدود 50%، كما ان ضوضاء المحرك تقل بنسب تصل الى 14% عند استخدام الديزل الحيوي مقارنة مع وقود الديزل الاحفوري [6 - 8].

استلمت الورقة بالكامل في 29 يوليو 2022 وروجعت في 19 اغسطس 2022
وقبلت للنشر في 30 سبتمبر 2022

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 1 ديسمبر 2022.

الاحفوري يعزز فعلا قابلية التحلل الحيوي لوقود الديزل الاحفوري، مما يجعله أكثر ملائمة للبيئة [12].

لكن تظل بعض العيوب البيئية الأخرى قائمة في الوقود الحيوي، ومن أهم العيوب للديزل الحيوي تكلفة المواد الخام العالية عند استعمال الزيوت الغير المستهلكة، والتخزين والاستقرار التأكسدي، وأيضا انخفاض محتوى الطاقة الحجمي، وانخفاض قابلية التشغيل في درجات الحرارة المنخفضة. كما توجهه مشكلة ارتفاع انبعاثات العادم مع أكاسيد النيتروجين في بعض الحالات [12-13]. ويمكن التقليل من العديد من هذه العيوب من خلال إضافة تحسينات وتقليل وقت التخزين. حيث تشمل الأساليب الإضافية لتعزيز أداء درجات الحرارة المنخفضة للديزل الحيوي تجزئة البلورة واستبدالها مع كحول سلسلة طويلة أو متفرعة وتشمل الاستراتيجيات الرامية إلى تحسين انبعاثات العادم من وقود الديزل الحيوي.

إن هذه المزايا والعيوب في الوقود الحيوي تختلف من نوع الي آخر حسب المواد الأولية الداخلية في تصنيعه وعملية تصنيعه، لذلك فإن هذه الدراسة تشمل دراسة أولية عن الانبعاثات الناتجة من محركات تعمل بالوقود الحيوي المصنع محليا.

5. الدراسة العملية

يعتمد انتاج الوقود في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة محاصيل زراعية أو شحوم حيوانية الى إيثانول كحولي أو ديزل عضوي مما يعني إمكانية استخدامها في الحصول على الطاقة. إن المبدأ هو معالجة الزيت النباتي كيميائياً ليُتحول إلى وقود ديزل حيوي رقيق (قليل اللزوجة) بشكل كاف ليعمل ضمن نظام حقن الوقود في محركات الديزل العادية، هذه المعالجة تحول الزيت إلى نوعين من المركبات:

- ✓ الديزل الحيوي والذي يشارك الزيت في قابليته للاحتراق.
- ✓ الغليسرين الذي يعطي للزيت سماكته ولزوجته.

5-1 تحضير الوقود المستخدم في المشروع

توجد عدة طرق استخدمت وتستخدم لإنتاج الوقود الحيوي [9-10]، [13]. لكن في هذا البحث، تم استخدام طريقة الاسترة (Transesterification) لتحويل الزيت النباتي المستعمل إلى ديزل حيوي، وهي نفس الطريقة المستخدمة في بعض المراجع [1] [13-14]. حيث تم في هذه الدراسة خلط كل 1 لتر من كحول الميثانول مع 18 غم من هيدروكسيد الصوديوم بطريقة جيدة لمدة عشر دقائق، بعد ذلك تم إضافة 5 لتر من الزيت عباد الشمس المستعمل من أحد مطاعم السوق المحلي مع التأكد من تصفيته من الشوائب، حيث تم خلط المجموعة لمدة ساعة تقريبا مع تسخينها لدرجة حرارة 70°م. إن الناتج المتحصل عليه من عملية إضافة المحفزات إلى الزيوت النباتية هو الجلسرين والوقود الحيوي، حيث يفصل الجلسرين الناتج بالترسب في الوعاء بعد الانتهاء من عملية الخلط والتسخين وذلك لتقل وزنه. أما الديزل الحيوي الناتج فيتم غسله، وذلك بإضافة ماء وخلطه ومن ثم غليه لإزالة الرطوبة الموجودة. ومن كل 5 لتر من الزيت تم استخلاص بحدود 4 لتر من الديزل الحيوي. ويبين الشكل (1) الديزل الحيوي المتحصل عليه من الزيت المستعمل.



شكل 1. الديزل الحيوي المنتج من الزيت المستعمل

5-2 مواصفات محرك الديزل المستخدم في المشروع

وهو محرك ديزل يعمل على توليد الكهرباء بقوة 7 كيلو وات باستخدام الديزل الاحفوري له سرعة ثابتة، يبين الجدول (2) المواصفات الأساسية لمحرك الديزل المستخدم في هذا البحث.

جدول 1. النسب المئوية لمحتوى الزيت من زيت البذور [1]

نوع البذرة	محتوي الزيت (%)	نوع البذرة	محتوي الزيت (%)
Craibbiaellioti	32.2	AfzeliaCuanzensis	14.4
Cupressuslusitanica	18.0	AzadirachtaIndica	56.0
Erythrinaabysinnica	15.3	BalanitesAegyptiaca	44.0
Passifloraedulis	36.0	Bauhinia purpurea	22.0
Sesamumindica	45.0	CaesalpeniaDecapetala	24.2
Stereulia Africana	21.1	CalodendrumCapense	60.0
JatrophaCurcas	50.0	Citrus Vulgaris	26.8

3. أنواع الوقود الحيوي

لقد أصبح البحث في طرق انتاج الوقود الحيوي وتطويره كمصدر بديل ومتجدد للطاقة هدفا رئيسيا في الجهود الرامية إلى الاعتماد على الذات في مجال الطاقة. توجد أنواع مختلفة ومتنوعة من الوقود الحيوي ويمكن تقسيم الوقود الحيوي من ناحية الشكل إلى ثلاثة أنواع رئيسية، وهي [8-10]:
الوقود الحيوي الصلب: يشمل هذا النوع من الوقود الحيوي كل من الأخشاب والقش والمخلفات النباتية ومخلفات الحيوية الناتجة من الصناعة وغيرها، كما يشمل فضلات الحيوانات وكذلك القمامة. وقد تم استخدامه منذ قدم الزمن كمصدر للطاقة الحرارية. حيث يوفر طاقة حرارية عالية نسبيا عند احتراقه، كما يمكن معالجته وذلك لزيادة طاقته الحرارية الناتجة منه.

الوقود الحيوي السائل: يعتبر الوقود السائل من أفضل أنواع الوقود، إذ يمكن نقله وتخزينه بالسهولة، كما يمكن استخدامه في غالبية أنواع المحركات. يشمل الوقود الحيوي السائل على ثلاثة أنواع رئيسية وهي الديزل الحيوي والكحول الحيوي والزيوت النباتية. إن النوع الأول من هذه الأنواع (وقود الديزل الحيوي) هو وقود معالج بالديزل المكافئ يتكون من استرات ألكيل قصيرة السلسلة (ميثيل أو إيثيل) يمكن استخدامها في محركات الديزل غير المعدلة، ويمكن تصنعه من بعض الزيوت النباتية مثل زيت بذور اللفت وزيت النخيل والخردل وحب الصويا، كما تجرى حالياً تجارب لاستخدام الطحالب لإنتاج الديزل الحيوي. أما النوع الثاني فهو كحول الإيثانول الحيوي الذي يمكن تصنيعه من كثير من المواد العضوية بما فيها الذرة وقصب السكر والأعشاب البحرية، بالإضافة أيضا الي السليلوز المكوّن الرئيس لكثير من الأجزاء النباتية والذي يتم الحصول عليه من المخلفات الزراعية ومن بقايا تصنيع الورق. النوع الأخير من الوقود السائل هو وقود الزيوت النباتية، والذي يمكن انتاجه من الزيوت الطازجة أو الزيوت التي استعملت لأغراض الطبخ بعد إجراء معالجة بسيطة لها. وقد يلزم إجراء تعديلات على محركات الديزل التقليدية لكي تعمل بشكل مباشر على وقود الزيت النباتي. كما يمكن خلط هذا الوقود مع الديزل الاحفوري.

الوقود الحيوي الغازي: ينتج الغاز الحيوي من تخمر الفضلات العضوية، وهو يحتوي على خليط من عدة غازات، أهمها الميثان والأمونيا والنيتروجين والهيدروجين. حيث يتم إنتاجه من روث الحيوانات والمخلفات العضوية ويعتبر بديلاً للغاز الطبيعي، ويستخدم لغايات الطهي وإنتاج الطاقة الكهربائية وتشغيل المحركات. كما يمكن استعماله للحصول على الهيدروجين المستخدم في خلايا الوقود.

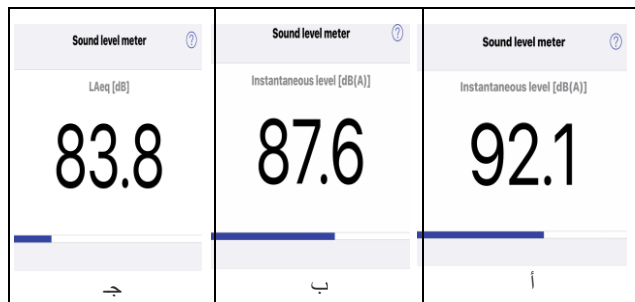
4. الاعتبارات البيئية للوقود الحيوي

أثبت العديد من الدراسات أن الانبعاثات الناجمة عن استخدام وقود الديزل الحيوي في محركات الاحتراق تقلصت بدرجة كبيرة مقارنة باستعمال الوقود الاحفوري. حيث إن استخدام الوقود الحيوي يمكن أن يقلل الانبعاثات بنسبة تصل إلى 100% من ثاني أكسيد الكبريت، و48% من أول أكسيد الكربون، و67% من الهيدروكربونات غير المحترقة. ولعل أهم انخفاض على أساس تحليل دورة الحياة هو انخفاض بنسبة 78% في ثاني أكسيد الكربون، والذي يعتبر من أهم الغازات الدفيئة [1]. كما أن وقود الديزل الحيوي لديه قابلية تحلل بيولوجي أعلى بكثير من وقود الديزل منخفض الكبريت، وأن إضافة وقود الديزل الحيوي إلى وقود الديزل

أيضا وتسبب ازعاج بسبب نسبة الديزل الأحفوري العالية. أما الحالة الثالثة فقد تم زيادة نسبة الديزل الحيوي إلى 60% نلاحظ زيادة انخفاض شدة الضوضاء مقارنة بالحالتين السابقتين، حيث تقل شدة الضوضاء إلى 87.6 ديسبل كما هو مبين في الشكل (3-ب). وفي الحالة الأخيرة تم ملاحظة أن الضوضاء هي الأقل من الحالات السابقة، حيث تم استخدام ديزل حيوي فقط دون اضافة ديزل احفوري حيث يوضح شدة الضوضاء المنبعثة من المحرك يصل إلى 83.8 ديسبل كما مبين في الشكل (3-ج)، وهي الأقل ضرر وتقترب من المستوي الأقل ضرر ويمكن التعرض لمثل هذه الضوضاء لأكثر من 8 ساعات [16].

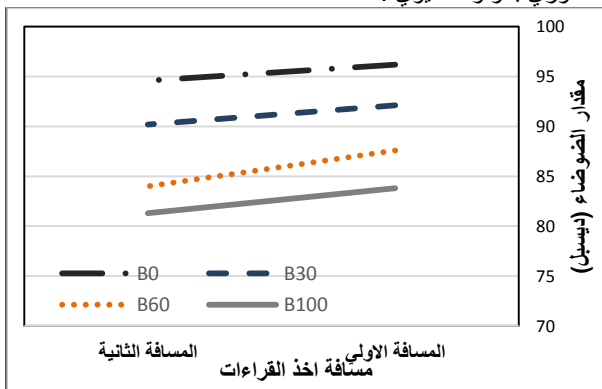
المواصفات	النوع
اسم المحرك	كيبور (KIPOR)
إنتاج الطاقة	7 كيلو وات
نظام الاحتراق	حقن غير مباشر
بدأ تشغيل النظام	12 فولت
نظام التصفية	فلتر زيت
نوع الوقود	الديزل

جدول 2. المواصفات الأساسية لمحرك الديزل المستخدم.



شكل 3. شدة الضوضاء عند استخدام ديزل: أ- (B30) ، ب- (B60) ، ج- (B100)

كما تم قياس الضوضاء على مسافة تبعد ب 2 متر من المحرك. ويبين الشكل (4) المخطط الكامل لقياس الضوضاء حيث يمكن ملاحظة ان الضوضاء تقل بنسبة تصل الى 13% عند الاستبدال الكامل للوقود الاحفوري بالوقود الحيوي .



شكل 4. شدة الضوضاء عند استخدام أنواع مختلفة من الوقود

من خلال الأشكال السابقة يتضح لنا ان للديزل الحيوي تأثير على شدة الضوضاء المنبعثة من المحرك، فكلما زادت نسبة الديزل الحيوي وقلة نسبة الديزل الاحفوري لوحظ انخفاض في شدة الضوضاء، كما يلاحظ من خلال المشاهدة انخفاض نسبة الدخان والعوادم المنبعثة (باستخدام حاسة البصر) من المحرك وكذلك انخفاض في الروائح المنبعثة (باستخدام حاسة الشم). وأيضا، استخدام الديزل الحيوي يقلل من العوادم الناتجة من المحرك. تختلف شدة الضوضاء المتحصلة عليها في هذا البحث بالأرقام المتحصلة عليها في أبحاث اخرى عند استخدام نفس الوقود وذلك نتيجة لاختلاف ظروف التشغيل والبيئة المحيطة وأيضا اختلاف نوع المحرك المستعمل في التجارب [13-14]. لكن في العموم فان نسبة انخفاض شدة الضوضاء عند تغيير الوقود الأحفوري بالوقود الحيوي متشابهة. حيث وجد أن الضوضاء الناتجة عن خليط الديزل الحيوي أقل من مثيلاتها الناتجة عن استخدام وقود ديزل بحدود 13%. وهذا يعود الي تحسين وجود الأوكسجين من نوعية الاحتراق كما أن التزيت الأفضل للديزل الحيوي مقارنة مع الديزل الاحفوري.

5-5 درجة حرارة العادم الناتجة من المحرك

يبين الشكل 5 قياس درجات حرارة الغاز العادم الناتج من المحرك، لأنواع الوقود المستخدمة، حيث تم قياس درجة الحرارة على ثلاث فترات زمنية. الفترة الاولى عند بداية التشغيل، والفترة الثانية بعد دقيقتين من تشغيل المحرك، والفترة الثالثة عند استقرار حركة المحرك (تقريبا بعد خمس دقائق من بداية التشغيل). ويبين الشكل أن درجات حرارة الغازات

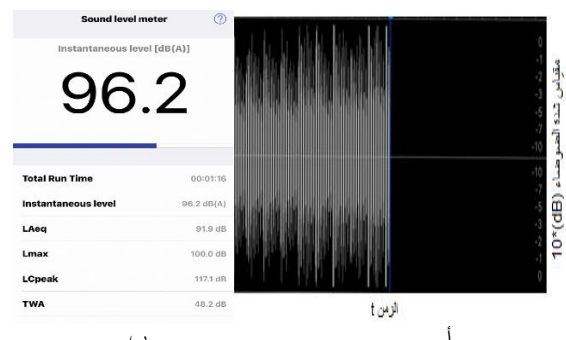
وقد تم في هذا البحث تشغيل هذا المحرك باستخدام الديزل الاحفوري المتوفر في السوق المحلي، ومن تم استعمال الديزل الحيوي المصنع محليا. حيث تم تشغيله بواسطة وقود حيوي 100% (B100) ، ومن تم تشغيل المحرك بخليط ديزل حيوي 30% مع ديزل أحفوري 70% (B30) . وخليط اخر ديزل حيوي 60% مع ديزل أحفوري 40% (B60) . واثناء التجارب العملية تم قياس كل من الضوضاء الناتجة من المحرك ودرجة حرارة العادم المنبعثة منه لكل حاله. حيث يتم تفريغ الخزان الوقود والمصافي بعد استخدام كل نوع من خليط الوقود.

3-5 قياس الضوضاء في المحرك وحرارة العادم

تم قياس الضوضاء في مولد الكهرباء يشتغل بمحرك الديزل وذلك باستخدام نسب مختلفة من الديزل الحيوي مخلوط مع الديزل الاحفوري. ولقياس شدة الضوضاء تم استخدام عدة تطبيقات في الأجهزة الذكية (iPhone) مثل (Recording Noise) و (Sound Level Meter) (Meter). إن تطبيق (Sound Level Meter) يعطي نتائج ذات دقة وفاعلية عالية حيث يتجاوز معامل R2 أعلى من 0.97، كما تم اختبار هذا التطبيق والتحقق منه في NIOSH Acoustics Laboratory [15]. ولإجراء عملية القياس، يتم توجيه الميكروفون إلى مصدر الضوضاء وبعيداً عن أي أشياء الأخرى (بطول 0.5م تقريبا)، تم تعاد قراءة الضوضاء عند مسافة مقدارها 2 متر من مصدر الضوضاء. أما قياس حرارة العادم فقد تم استخدام مقاييس درجة حرارة موضوعة عند فوهة العادم. وقد تم أخذ درجات الحرارة عند بداية التشغيل وعند المنتصف وعند استقرار حركة المحرك.

4-5 الضوضاء الناتجة من المحرك

تكون شدة الضوضاء المنبعثة من المحرك عندما يكون الوقود ديزل أحفوري دون إضافة ديزل حيوي له عالية تصل الى 96.2 ديسبل، وتعتبر مرتفعة وتسبب ازعاج، وغير موصى بالتعرض لمستوى مثل هذه الضوضاء لمدة تزيد ساعة واحدة حسب إدارة السلامة والصحة المهنية OSHA [16]. ويوضح الشكل (2-أ) شدة الضوضاء المنبعثة من المحرك عندما يكون الوقود ديزل أحفوري دون إضافة ديزل حيوي له المقاسة بواسطة تطبيق (Sound Level Meter). أما الشكل (2-ب) يوضح شدة الضوضاء المقاسة بواسطة تطبيق (Recording Noise) والتي تقترب من 100 ديسبل.



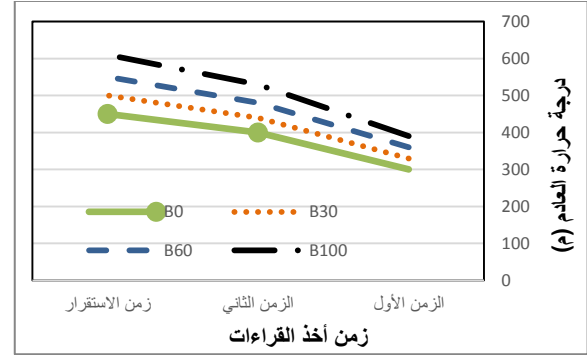
شكل 2. شدة الضوضاء عند استخدام ديزل الاحفوري. أ: باستخدام تطبيق (Sound Level Meter)، ب: باستخدام تطبيق (Recording Noise)

يوضح الشكل (3 - أ) شدة الضوضاء المنبعثة من المحرك عندما يكون الوقود ديزل أحفوري مع إضافة ما نسبته 30% الديزل الحيوي، حيث يمكن ملاحظة انخفاض قليل في شدة الضوضاء مقارنة عند استخدام ديزل احفوري كامل في المحرك يصل إلى 92.1 ديسبل تقريبا، ويعتبر مرتفع

المراجع

- 1-Mogire Dennis Ndaya (2013), Biodiesel Production from Candlenut and Calodendrum Capense Seeds: Process Design and Technological Assessment), MSc thesis- University of Nairobi.
- 2-Cenk Sayin, Kadir Uslu, Mustafa Canakci, Influence of injection timing on the exhaust emissions of a dual-fuel CI engine, Renewable Energy, Volume 33, Issue 6, 2008, Pages 1314-1323, ISSN 0960-1481
- 3- Blades T, 2008. BTL – Next generation bio-fuel! IEA Bio-energy Task 39, Rotterdam, 9-10 January 2008.
- 4-A. Bouaid, M. Martinez, J. Aracil, 2009, Production of biodiesel from bioethanol and Brassica carinata oil: Oxidation stability study, Bio-resource Technology, vol.100, No. 7 , pp. 2234-2239, 10.1016/j.biortech.2008.10.045
- 5-Elliott D C, 2007. Historical developments in hydro processing bio-oils, Energy & Fuels, vol. 21, pp: 1792 – 1815.
- 6-Kantipudi R, Appa Rao B V, Hari Babu N, Satyanarayana C H, 2010. Studies on DI diesel engine fueled with rice bran methyl ester injection and ethanol carburetion, International J. of Applied Eng. Research, vol. 1, No. 1, pp: 206-221.
- 7-Radu R, Petru C, Edward R and Gheorghe M, 2009. Fueling a D.I. agricultural diesel engine with waste oil biodiesel: Effects over injection, combustion and engine characteristics, Energy Conversion and Management. Vol.50, No. 9, pp: 2158- 2166.
- 8- براون حسن، الوقود الحيوي، دراسات تربية، 2016، المجلد 9، العدد 33، الصفحات 128-109.
- 9- ابراهيم صديق علي؛ عبد الرحمن محمد تريل؛ صبحي أحمد أبو النجا؛ محمود محمد عبد المنعم؛ شادي محمد شوقي عبد الموجود - الوضع الراهن للإنتاج العالمي للوقود الحيوي- الطبعة 2 المجلد 3، 2018- الصفحات 120-107
- 10- بشرى عاشور حاتم- إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) ومستقبل الطاقة البديلة المستدامة (تجارب دولية مع إشارة للعراق) مجلة الكوت للاقتصاد والعلوم الإدارية 2022، المجلد 14 ، العدد 43 ، الصفحات 18-1
- 11- Z. Wen, J. Ignosh, and J. Arogo, \Fuel Ethanol," Tech. Rep., Virginia State Uni-versity, Virginia, 2009.
- 12- C. Garnier, A. Bilcan, O. Le Corre, and C. Rahmouni, \Characterisation of a syngas-diesel fuelled CI engine," Tech. Rep., SAE Technical Paper, 2005.
- 13- دراسة عملية لأداء وانبعثات الملوثات لمحرك ديزل يعمل بوقود ديزل حيوي - مقدم طارق جيجان، الجامعة التكنولوجية، العراق - دينا سعدي منعم الزبيدي، كلية هندسة الخوارزمي، جامعة بغداد
- 14- L. P. Goswami, G. Patel, C. Khadia, P. K. Sen, and S. K. Bohidar, \A Review on Dual Fuel Engine using Diesel as Primary Fuel and Various Secondary Fuels," International Journal of Research in Advent Technology, vol. 2, 2014.
- 15- Crossley, E., Biggs, T., Brown, P. and Singh, T. (2021), The Accuracy of iPhone Applications to Monitor Environmental Noise Levels. The Laryngoscope, 131: E59-E62. <https://doi.org/10.1002/lary.28590>
16. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/reducenoiseexposure/egsguidance.html#:~:text=OSHA%20sets%20legal%20limits%20on,for%20an%208%20hour%20day,Last%20accessed%2025-07-2022>

العادم الناتجة من احراق وقود الديزل الأحفوري تكون أعلى مما ينتج عن بقية أنواع الوقود، حيث تصل درجة الحرارة الى أكثر من (600 م) بينما تقل درجات حرارة الغازات العادمة الناتجة من المحرك عند استعمال أنواع الوقود الأخرى. حيث تقل درجة حرارة العادم الى 560م في الخليط الثاني (B30) وتقل الحرارة الى 520م في الخليط الثالث (B70) بينما لا تتجاوز درجة الحرارة 483م عند استخدام وقود حيوي (B100). بينت النتائج أن درجات حرارة الغاز العادم للوقود الحيوي قد انخفضت بنسب تصل الى 20%، وهي نسب مقاربة للدراسات الأخرى [13- 14]. وهذا قد يعود ان انخفاض القيمة الحرارية للديزل الحيوي مقارنة مع وقود ديزل الأحفوري.



شكل 5. درجات حرارة العادم

6. الخلاصة

إن إنتاج الديزل الأحفوري واستخدامه المتزايدة خاصة في مولدات الكهرباء المستخدمة في المنازل أو المحلات داخل المدينة يسبب تلوثا كبيرا جدا (تلوث ضوضائي - تلوث حراري)، الأمر الذي يتطلب إيجاد حلول للحد من هذه الأنواع من الملوثات نظرا لما لها من آثار سلبية على الإنسان والحيوان والنبات. لقد تم في هذا البحث تصنيع الديزل الحيوي (المستخلص من الزيوت المستعملة من المطاعم) واستعماله بشكل جزئي أو كلي بدلا من الديزل الأحفوري. وأظهرت النتائج أن الانبعاثات الصوتية والحرارية يمكن ان تقل مقارنة بالوقود الأحفوري المستعمل حاليا. حيث بينت النتائج، ان شدة الضوضاء المنبعثة من وقود ديزل حيوي تقل بحدود 13%. كما تقل درجات حرارة الغاز العادم بحدود 20%. إن الديزل الحيوي يمكن الاعتماد عليه كوقود بديل وصديق للبيئة وهذا هو الأساس في الوقود المستدام.