Study the Effect of Mathanol Alcohol Addition on Performance and Emitted Noise of Single Cylinder Spark Ignition Engine

Adel Mahmood Salih
Assistant Prof., Machines & Equipments Engineering Dept.-University of Technology- Baghdad-Iraq
Adel196150@yahoo.com

Hussain Ali Ahmed
Assist. Lecturer, Technical Institutes Organization- Al-Dour- Iraq

Abstract:

In this research, a scientific study has been proceeded to illustrate the impact of adding methanol – alcohol of 10% and 20% by volume of gasoline without lead with (81) octane number on performance and noise emitted from single cylinder - internal combustion engine work by ignition with compression ratio of (9.5:1), where the previous studies that have been proceeded were on compression ratio ranged about (5:1 – 8:1). Consequences showed that; the addition of 10% methanol can increase the break power about (22%) while the addition of 20% methanol reduces the break power about (8%) after a comparison with the performance of engine without addition. For the fuel consumption, the study showed that the rate of consumption increases (1.8%), (30%) with addition of 10% and 20% methanol consecutively after a comparison with the performance of engine without addition. Also, the consequences showed that reduing of the OASPL about (3.3%) with use the addition of 10% methanol while addition of 20% methanol causes increasing in OASPL about (1.2%) after a comparison with the performance of engine without addition. Also the experiments have been preceded with three stages to illustrate the impact of the sonic isolator (crok isolator 2.5cm thickness, and glass isolator 4mm thickness) a space of air 2.5 cm thickness separat between them. The first stage included proceede the experimente without isolator, second stage by using crok isolator and the third by using two isolators (crok &glass), the consequences was showed reducing of OASPL about 5dB with crok iso. and 8 dB with using two isolators .

Keywords: engine performance, methanol alcohol, break power, noise, OASPL, gasoline engine, crok isolator

دراسة تأثير إضافة كحول الميثانول في الأداء والضوضاء المنبعثة من محرك احتراق داخلي أحادي الأسطوانة يعمل بالشرارة

عادل محمود صالح
استاذ مساعد ـ قسم هندسة المكائن والمعدات- الجامعة التكنولوجية- بغداد- العراق

حسين علي أحمد
مدرس مساعد – هيئة المعاهد الفنية- الدور- العراق

الخلاصة

في هذا البحث أجريت دراسة عملية على محرك أحتراق داخلي أحادي الأسطوانة يعمل بالشرارة لبيان تأثير أضافة كحول الميثانول بنسب حجمية (10% ، 20%) مع وقود الكازولين الخالي من الرصاص ذي العدد الأوكتاني (81) على أداء وشدة الضوضاء المنبعثة من المحرك عند نسبة إنضغاط (1 : 9.5) حيث أن أغلب تجارب الباحثين السابقين تم إجرائها عند نسب إنضغاط مختلفة ولم تجرى عند نسبة الأنضغاط المذكورة، وكانت النتائج بأن القدرة المكبحية في حالة إستخدام خليط (10% methanol + 90% gasoline) إزدادت بنسبة (22%) عند مقارنته مع الأداء بدون إضافة الكحول وبنسبة (30%) بالمقارنة مع الأداء باضافة (20%) من كحول الميثانول. أما مايخص إستهلاك الوقود النوعي فقد لوحظ زيادته بنسبة (1.8%) و(30%) لحالتي الأداء (إضافة 10%، إضافة 20%) على التوالي بالمقارنة مع الأداء بدون إضافة الكحول. كذلك يلاحظ إنخفاض شدة الضوضاء المنبعثة من المحرك في حالة أستخدام الأضافة (10%) بالمقارنة مع حالتي عدم الأضافة و أضافة 20%. أجريت تجارب كذلك لبيان تأثير إستخدام عازل صوتي (فلين بسمك 2.5 cm، وحاجز زجاجي بسمك 4mm) يفصل بينهما فجوة هوائية، حيث تم إجراء التجارب على ثلاث مراحل (المرحلة الأولى بدون استخدام عازل صوتي، الثانية بأستخدام العازل الفليني، والمرحلة الثالثة بأستخدام العازل الفليني مع العازل الزجاجي بوجود فراغ هوائي بينهما)، وكانت النتائج انخفاض مستوى الصوت بحدود (5 dBA) عند استخدام العازل الفليني و(8dBA) عند استخدام العازلين معا .

كلمات مفتاحية: كحول الميثانول، أداء المحرك، القدرة المكبحية، الضوضاء، مستوى ضغط الصوت الكلي، محرك يعمل بالشرارة، العازل الفليني.

قائمة الرموز المستخدمة بالبحث :

الرمز	المعنى	الوحدات
bmep	متوسط الضغط الفعال المكبحي	bar
bsfc	الاستهلاك النوعي المكبحي للوقود	kg/ kW.hr
BP	القدرة المكبحية	kW
CR	نسبة الانضغاط	
f	القيمة التذبذبية لمعدل القوة لوحدة الحجم	N/m^3
الرمز	المعنى	الوحدات
i, j	اتجاهات	
N	السرعة الدورانية	rpm
OASP	مستوى ضغط الصوت الكلي	dB
t	الزمن	sec
α	زاوية اتجاه اللاقطة	deg
$\partial\overline{\rho}$	القيمة التذبذبية للكثافة	
$\tau_{i,j}$	اجهاد القص	N/m^2

المقدمة

تعد محركات الاحتراق الداخلي الترددية اكثر المحركات شيوعا، وان الهدف لمعظم المحركات هو الحصول على اعلى قدرة ناتجة وأقل استهلاك للوقود وأقل ملوثات. وكذلك تعد هذه المحركات واحدة من أهم واكبر مصادر التلوث إذ تشكل نسبة (50%) من مجموع مكونات مصادر تلوث الهواء، لا سيما تلك التي تعمل بوقود الكازولين وما لها من تأثير في الإنسان والحيوان والنبات [1]. وتعد الضوضاء احد اهم هذه الملوثات، لذا توجب السيطرة عليها لتقليل هذا التلوث[2]. تنقسم الضوضاء الى نوعين رئيسيين هي (الضوضاء الميكانيكية) و (ضوضاء الموائع) وتعرف الضوضاء بأنها (أي صوت غير مرغوب سماعه) وتقاس بوحدات الديسبل (dB)، والجدول الاتي يبين مستويات الضوضاء لأغراض التصميم عند تردد (100 HZ) [3].

مؤلم	120 dBA
مزعج جدا	100 dBA
مشوش / مزعج	70 dBA
مدى الكلام	60 dBA
مستويات الصمت المستحب	30 dBA
يسمع بالكاد	20 dBA

وتصنف مصادر توليد الضوضاء الى [4]:

أ- مصدر أحادي القطب Monopole

ب- مصدر ثنائي القطب Dipole

ج- مصدر رباعي القطب Quadrapole

إن أول باحث أشتق المعادلة الخاصة بمصادر توليد الضوضاء هو الباحث (Light Hill) والتي تحتوي على مصدر صوتي كتلي ومصدر قوى صوتي بالإضافة الى مصدر اجهادات صوتي:

$$\frac{\partial^2 \overline{\rho}}{\partial^2 t} - C_o^2 \frac{\partial^2 \overline{\rho}}{\partial X_i^2} = \frac{\partial \overline{\rho}}{\partial t} - \frac{\partial f}{\partial X_i} + \frac{\partial^2 \tau_{i,j}}{\partial X_i \, \partial X_j} \quad \dots\dots (1) \qquad [4]$$

وعلى افتراض عدم وجود تذبذب كتلي وتذبذب قوى خارجية وعلى افتراض إن الإجهاد اللاثابت يساوي صفرا فالمعادلة سوف تصبح:

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} - C_o^2 \frac{\partial^2 \overline{\rho}}{\partial X_i^2} = 0 \qquad \dots\dots (2)$$

حيث إن $\frac{\partial \overline{\rho}}{\partial t}$ يمثل فعليا مصدراً احادي القطب والذي يمثل التذبذب في معدل الجريان ، اما الحد الثاني $\frac{\partial f}{\partial X_i}$ فهو حد مشتقة القوى اللاثابتة وله خاصية المصدر ثنائي القطب، اما الحد الاخير والذي يحتوي على اجهادات الاضطراب فله خاصية مصدر صوتي رباعي القطب. وقد أجريت دراسات عديدة على الضوضاء الناتجة من اشتغال محركات الاحتراق الداخلي لكونها من العوامل المضرة بالبيئة وأصبحت من مشاكل التلوث البيئي بسبب تأثيرها السلبي في العنصر البشري عند المستويات العالية حيث تدرك مخاطرها الصحية المحتملة [2]، وقد استخدمت بعض الدول قوانين للحد والسيطرة على تلك المستويات من الضوضاء. أن مصادر الضوضاء في المحرك هي:

أ- ضوضاء السحب والعادم

ب- الضوضاء من هيكل المحرك

البحوث السابقة

أ - البحوث الخاصة بدراسة تأثير إضافة الميثانول في معاملات الاداء :

في عام (1980) قام الباحثان (Menrad & Nierhauve)[5] بدراسة تأثير إضافة الكحول الى الكازولين في الضغط البخاري (Reid Vapour Pressure) للخليط، وقد لاحظا أن إضافة الكحول تسبب زيادة ملحوظة في الضغط البخاري (RVP) للخليط، وإن مقدار هذه الزيادة يعتمد على الضغط البخاري للكازولين

الأساس ونسبة الكحول المضافة. وقد لاحظ الباحثان أن إضافة الميثانول بنسبة أعلى من (20%) تؤدي الى خفض الضغط البخاري للخليط الى اقل من الضغط البخاري للكازولين .

لقد أجرى الباحثون (Starkman ,Newhall & Sutton) (1980) [6] تجارب على محرك من نوع (C.F.R)، عند سرعة ثابتة (1800 RPM) ونسبة انضغاط ثابتة (C.R=9:1)، وباستخدام أربعة أنواع من الوقود هي: الآيزوأوكتان والكازولين والايثانول والميثانول. وقورن أداء المحرك عند العمل بالأنواع الأربعة من الوقود، إذ لوحظَ أن القدرة الخارجة من المحرك عند عمله بالايثانول اكبر بنسبة (6%) عن الايزواوكتان، بينما استهلاك الوقود النوعي البياني للايثانول يزيد بمقدار الضعف عن الايزواوكتان. اما القدرة الخارجة من المحرك في حالة استعمال الميثانول فتزيد عن مثيلاتها في حالة الآيزوأوكتان بنسبة (12%) ،إلا أن الاستهلاك النوعي البياني للميثانول اكبر بمقدار ثلاثة أضعاف عما هو عليه في حالة الايزاوكتان.

وفي عام (2006) قام الباحث (عبدالحسين) (7) بدراسة لبيان تأثير العوامل التشغيلية والتصميمية نظرياً وعملياً على أداء وملوثات محركات الاشعال بالشرارة. وقد أجرى الباحث تجاربه العملية على محرك احتراق داخلي نوع (Prodit) أحادي الاسطوانة ذي نسبة انضغاط متغيرة مستخدما وقود الكازولين الحاوي على رصاص ذي عدد اوكتاني (95 ,90 ,85 ,80, 75) وكذلك خليطاً من الكازولين الخالي من الرصاص مع (10%) نسبة حجمية من كل من الايثانول والميثانول والبيوتانول وتوصل الباحث الى مايأتي:

أ - في الجانب النظري استخدم النموذج الرياضي ذي المنطقتين، ووُجِدَ أن هناك تطابقاً في سلوك وطبيعة العلاقات للجانبين العملي والنظري للأعداد الاوكتانية العالية وعند نسب الإنضغاط المناسبة لكل وقود ، وتجدر الإشارة الى أن هناك صعوبة تنبئ البرنامج بفشل الاحتراق عند الأعداد الاوكتانية الواطئة بسبب فرضيات البرنامج بكون الاحتراق تاماً وعدم حدوث فشل في الاحتراق، وهذا يؤدي الى اختلاف في القيم تصل في بعض الأحيان إلى (25%) بسبب فرضيات البرنامج.

ب - أن زيادة العدد الاوكتاني للوقود (من 75 إلى 95) تؤدي إلى زيادة القدرة المكبحية للمحرك بنسبة % (13.2, 38.3) للجانبين النظري والعملي على التوالي. وعند نسبة الانضغاط الواطئة (CR=6.5) فإن زيادة العدد الاوكتاني لا تكون ذات فائدة كبيرة إذ يكون مقدار التحسن في القدرة المكبحية (1.12%) . كما تؤدي زيادة العدد الاوكتاني إلى زيادة العزم المكبحي بنسبة (33.18%).

ج - أن إضافة نسبة (10%) من بعض أنواع الكحول تؤدي إلى ارتفاع القدرة المكبحية بنسبة %(27.3, 21.6) لخليطي (EG,MG) على التوالي عند المقارنة مع الوقود ذي العدد الاوكتاني (80). كما تزداد الكفاءة الحرارية المكبحية لخليط (MG) (24.37%) عند نسبة انضغاط (8.5) على التوالي و لخليط (EG) (20.3%) ولخليط (BG) (11.7%).

د - أن زيادة السرعة من(rpm 3500 – 1000) تؤدي إلى زيادة القدرة المكبحية بنسبة % (68,70.85) للجانبين النظري والعملي على التوالي. وتؤدي إلى زيادة العزم المكبحي بنسبة (24.3%).

ب - البحوث الخاصة بدراسة الضوضاء المنبعثة من محركات الاحتراق الداخلي:

في عام (1981) أجرى الباحثان (Jones & Brown) [8] في قسم الهندسة الميكانيكية جامعة استراليا، دراسة للضوضاء المنبعثة من منظومة العادم في محرك ثنائي الأشواط واستخدما تقنية إحصائية لهذه الدراسة حيث تم افتراض ان ضوضاء العادم المنبعثة يتم إيجادها بافتراض ان المصدر أحادي البعد .

أما الباحث (Staiano) (1982)[9] فقد قام بدراسة لتقييم مدى تعرض البيئة للضوضاء الناتجة من المركبات وأثر الصيانة في تخفيضها .

وقام عدة باحثين بدراسة أهمية وضع حاجز صوتي مكون من مواد عازلة للصوت منهم الباحثان (Kantarelis & Walker) وفي عام (1986) حيث توصلا الى أن الضوضاء التي تسبب الأزعاج سببها سرعة المحرك وأنه تم تقليل الضوضاء بنسبةdB (8 – 5) عند اختلاف التصميم.

لكن في عام (1993) قامت (SAE International) (2) بإجراء دراسة الضوضاء المنبعثة من المحرك والعادم والسبل الكفيلة بتخفيفها وتوصلت الى النتائج الآتية :

أ- أن المستوى المقبول من الضوضاء للمركبات هو (74 dB) وأن هذا القياس يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار في تصميم السيارات وخاصة في المناطق الضيقة.

ب- تقليل مستوى الضوضاء المنبعثة من المحركات والعادم من خلال مايأتي :

(1) التصميم الصحيح واستخدام المواد المناسبة من حيث استخدام الاضلاع والمواد المركبة في بنية المحرك والذي قلل من اهتزازات أجزاء المحرك المختلفة المسببة للضوضاء.

(2) استخدام الممرات الهيدروليكية والتي يمر المائع من خلالها عند تصميم الدواليب الطيارة (Flywheel) ولسرع مختلفة .

(3) استخدام موائع (Electrorheological) في مساند المحركات التي تربط المحرك بجسم السيارة ، وهذه الموائع توفر تخميد أفضل عند كل الاهتزازات التي بدت موجودة .

(4) أن ضوضاء المحرك تكون محسوسة بوساطة مقياس التعجيل (Accelerometer) الذي يرسل هذه المعلومات الى منظومة إدارة المحرك.

ولتقليل الضوضاء قام الباحث (G.A.AL.Kafaji) (2001)[55] بدراسة تأثير الحاجز الذي يحتوي على مواد لها القابلية في العزل الصوتي بوصفها مواد مبطنة للحاجز وهي (صوف زجاجي، وفلين وإسفنج). اذ تم قياس مستوى ضغط الصوت بدون حاجز من منفث حر ولمدى سرع 341) m/sec 109). بعد ذلك أجرى مقارنة مع النتائج المستحصلة بعد وضع الحاجز الذي يحوي المادة العازلة حيث أظهرت النتائج حصول انخفاض في مستوى ضغط الصوت لأنواع العوازل كافة وبنسب مختلفة .

الجانب العملي

أجريت التجارب العملية على محرك احتراق داخلي إيطالي المنشأ صنع شركة (Prodit) (PRODIT GR0306/000/037A) أحادي الأسطوانة، رباعي الأشواط ذو نسبة إنضغاط وتوقيت شرر مختلفة ، والمحرك مربوط به داينموميتر هيدروليكي (hydraulic dynamometer) لقياس العزم الخارج من المحرك، وترتبط مع المحرك لوحة سيطرة (control board) يتم من خلالها التحكم بسرعة المحرك التي تقاس بواسطة متحسس ألكتروني يتألف من مرمز بصري (Optical Encoder) مربوط بعمود المرفق وتمثل عدد دورات المحرك (rpm). ترتبط لوحة السيطرة بجهاز كمبيوتر (Pentium-4) يتم إدخال وتحويل البيانات إليه بوساطة جامع البيانات (Data Acquisition) والشكل (1) تبين المحرك والأجهزة المتصلة به.

أما لقياس الضوضاء فتم إستخدام مقياس نوع (CS 171A) إنجليزي المنشأ المبين في الشكل (2)، وتم معايرته بإستخدام جهاز قياس منسوب ضغط الصوت من طراز 4230 من صنع شركة Herg estelltvon / (Madebly B& K).

استخدم في التجارب وقود كازولين عراقي ذو رقم اوكتاني (81) وقيمة حرارية 44000 kJ/kg، وميثانول نقي بنسبة 99.99% وبقيمة حرارية 9800 kJ/kg.

لإجراء التجارب يجب تحضير العينات ولثلاث نماذج :

أ – وقود الكازولين الخالي من الرصاص والكحول وبعدد اوكتاني (81) .

ب - خليط الكازولين والميثانول بنسبة (90%Gasoline+10%Methanol) .

ج - خليط الكازولين والميثانول بنسبة (80%Gasoline+20%Methanol).

ولبيان تأثير إضافة الكحول على الأداء وشدة الضوضاء تم إجراء التجارب بالمراحل التالية :

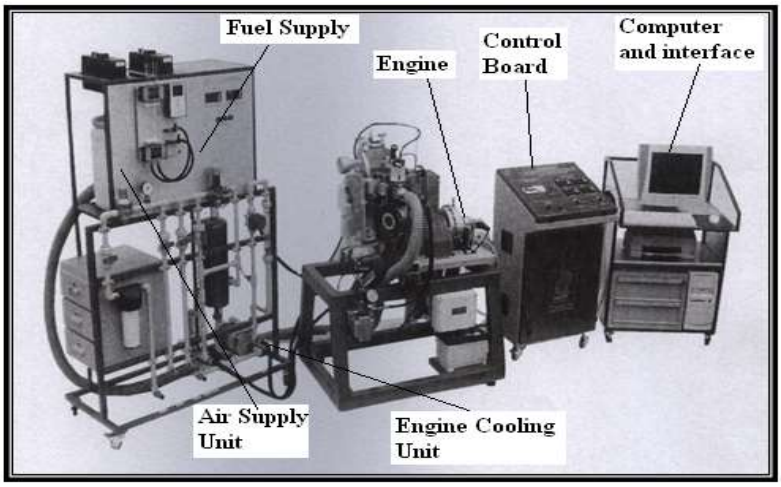
أ – إجراء تجارب عند سرع (عدد دورات) مختلفة بدون إضافة كحول وبثبوت الحمل .

ب – إعادة نفس التجارب بإستخدام كحول بنسبة 10% .

ج - إعادة نفس التجارب بإستخدام كحول بنسبة 20% .

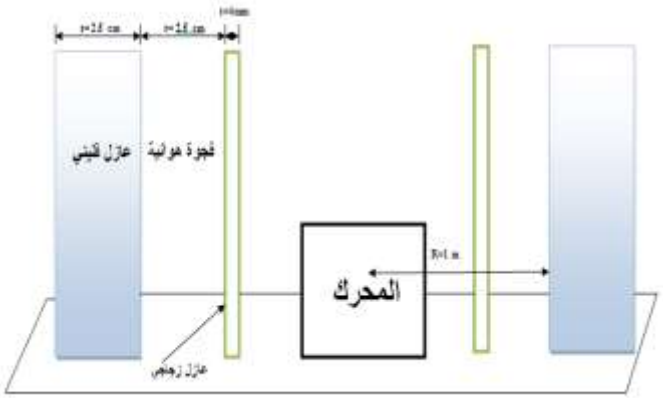
د – قياس شدة الضوضاء قطريا حول مركز المحرك لمعرفة طبيعة الصوت المنبعث من المحرك بإستخدام عازل فليني لبيان تأثير العزل الصوتي .

ه - قياس شدة الضوضاء قطريا حول مركز المحرك لمعرفة طبيعة الصوت المنبعث من المحرك بإستخدام عازل فليني وعازل زجاجي بينهما فجوة هوائية لنفس الغرض أعلاه ، وكما موضح في الشكل (3) .



شكل (1) صورة توضيحية للأجهزة المستخدمة

شكل (2) صورة توضيحية لجهاز قياس الضوضاء



شكل (3) مخطط لمقطع عرضي يوضح وضع العوازل حول المحرك لقياس OASPL
R: نصف قطر دائرة العازل الفليني
T= سمك العازل

النتائج والمناقشة

إن اضافة الميثانول للكازولين تقلل من القيمة الحرارية للخليط وذلك لصغر القيمة الحرارية للميثانول مقارنة بالكازولين، وبالتالي تقلل من القدرة المكبحية الناتجة وتزيد الأستهلاك النوعي المكبحي للخليط، ولكن هذة الضافة تزيد من مقاومة الخليط للطرق، وبالتالي تمكن من زيادة نسبة النضغاط التي يعمل بها المحرك، ان زيادة نسبة النضغاط للمحرك تعني تعويض نقصان القدرة المكبحية، كما تعني تقليل الستهلاك النوعي المكبحي للوقود.

يلاحظ من الشكل (4) أن إضافة 10%من كحول الميثانول تؤدي الى زيادة القدرة المكبحية بنسبة (22%) وتنخفض بنسبة (8%) عند إضافة 20% كحول بالمقارنة مع الأداء في حالة عدم إضافة الكحول ، وهذا يتوافق مع ماتوصل اليه الباحثين السابقين [5, 6 & 7].

كذلك يلاحظ من الشكل (5) الذي يبين تأثير إضافة الكحول في إستهلاك الوقود النوعي أن معدل الأستهلاك زاد بنسبة (1.8%) و (30%) عند إضافة الكحول بنسب 10% و 20% على التوالي بالمقارنة مع معدل إستهلاك الوقود النوعي عند عدم الأضافة وهذا ماجاء متوافقا مع الباحث [6]. ولمعرفة طبيعة الضوضاء المنبعثة من المحرك يلاحظ من الأشكال (6)،(7)،(8) أن مقدار التغير في شدة الضوضاء عند نفس السرعة يكون ضئيل وهذا يتوافق مع نظرية الباحث Light Hill [4] بأن المصدر أحادي القطب وكذلك يلاحظ من نفس الشكل أن الضوضاء تزداد مع زيادة عدد الدورات ولكل الحالات (بدون اضافة ، اضافة 10% ،اضافة 20%) وهذا يعني ازدياد سرعة المكبس وازدياد معدل تدفق الهواء وكذلك ازدياد تدفق غازات العادم مما يزيد من الاضطراب أي أزدياد مستوى ضغط الصوت،وهذا مطابق للنظرية الأساسية للضوضاء الديناهوائية التي وضعها الباحث (Light Hill) [4]. أما لمعرفة تأثير اضافة كحول الميثانول في مستوى الضوضاء فيلاحظ من الشكل (9) هبوط مستوى الضوضاء بنسبة (3.3%) عند إضافة الكحول بنسب 10% ويزداد بنسبة (1.2%) عند إضافة الكحول بنسبة 20% بالمقارنة مع الأداء في حالة عدم إضافة الكحول . ومن أجل الحصول على مستوى ضوضاء ضمن المديات المسموح بها عالميا تمت معالجتها بأستخدام العازل الصوتي حيث يلاحظ من الشكلين (10)، (11)، أن مستوى الضوضاء يهبط بحدود (5dB) عند استخدام العازل الفليني وهي ضمن المقياس العالمي المسموح به وبحدود (9 dB) عند استخدام العازلين الفليني والزجاجي. ومن هنا تم معالجة الضوضاء المنبعثة من المحرك بإضافة الكحول بنسبة 10% واستخدام العوازل .

الإستنتاجات

أ- النتائج جاءت متطابقة مع الباحثين السابقين بالنسبة لأداء المحرك.
ب- زيادة مستوى الضوضاء بزيادة عدد دورات المحرك .

ت- إنخفاض مستوى الضوضاء عند إستخدام خليط (10% methan0l + 90% gasoline) بنسبة (3.3%) .

ث- هبوط مستوى الضوضاء بحدود (5 dB) عند استخدام العازل الفليني ولنفس عدد الدورات .

ج- هبوط مستوى الضوضاء بحدود (9 dB) عند استخدام العازلين الفليني والزجاجي ولنفس عدد الدورات .

الرموز:

الرمز	المعنى	الوحدات
bmep	متوسط الضغط الفعال المكبحي	bar
bsfc	الاستهلاك النوعي المكبحي للوقود	kg/ kW.hr
BP	القدرة المكبحية	kW
CR	نسبة الانضغاط	
f	القيمة التذبذبية لمعدل القوة لوحدة الحجم	N/m^3
الرمز	**المعنى**	**الوحدات**
i, j	اتجاهات	
N	السرعة الدورانية	rpm
OASP	مستوى ضغط الصوت الكلي	dB
t	الزمن	sec
α	زاوية اتجاه اللاقطة	deg
$\partial\overline{\rho}$	القيمة التذبذبية للكثافة	
$\tau_{i,j}$	اجهاد القص	N/m^2

المصادر

1. Motor Gasoline, "Technical Review, Chevron Products Company, U.S.A, 1996.
2. ER Fluid Engine Mounts, Automotive Engineering, vol. 101, No. 2, pp: 52-55, 1993.

3. محمد، فرهاد عبد الرحمن. " تأثير درجة الحرارة على الضوضاء الهوائية المتولدة في فوهة"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، 1993.

4. Ross D, "Mechanics of under water noise", Preganon press Inc, 1976.

5. Menrad H & Nierhanve B, "Engine and Vehicle Concepts for Methanol – Gasoline Blends", S.A.E. Paper No.831686, 1980.

6. Starkman E S & Newhall H K & Sutton R D, "Comparative Performance of Alcohol and Hydrocarbon Fuels", Alcohol as Motor Fuel, S.A.E. Selected Papers Through, 1980.

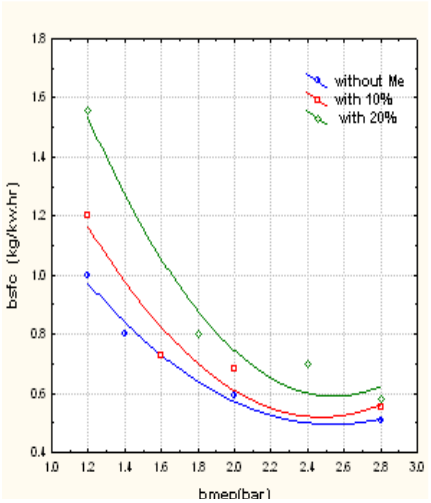
7. عبدالحسين، محمد كريم ، "تأثير العوامل التصميمية والتشغيلية على أداء وملوثات محرك أحتراق داخلي يعمل بالشرارة "، رسالة ماجستير، جامعة تكريت، 2006 .

8. Jones A D & Brown G L, (Determination of two stroke engine exhaust noise by the method of characteristics) Journal of sound & vibration, vol. 82, No. 3, 1982.

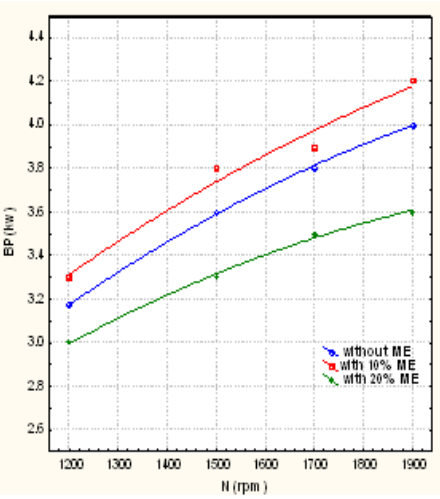
9. Staiano M A, "Vehicle sound level reduction due to repair of defect exhaust system", Noise Control Engineering Journal, vol. 21, No. 2, 1983.

10. AL-Kafaji G A, "Effect of the barrier on free jet sound pressur level", M Sc Thesis, University of Technology, 2001.

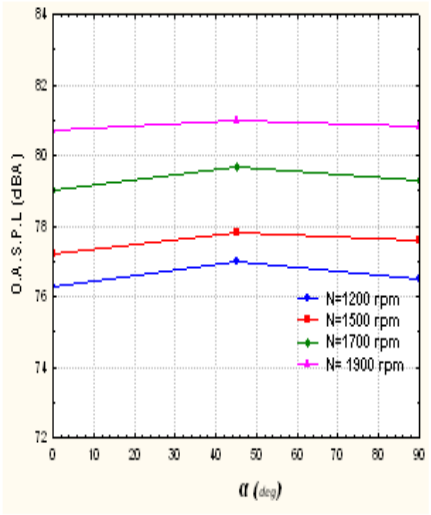
11. Instruction manual, "Variable Compression Engine VARICOMP Dual Diesel/Petrol Cycle with Dynamometric Test Unit", Prodit Engineering company, 2003.



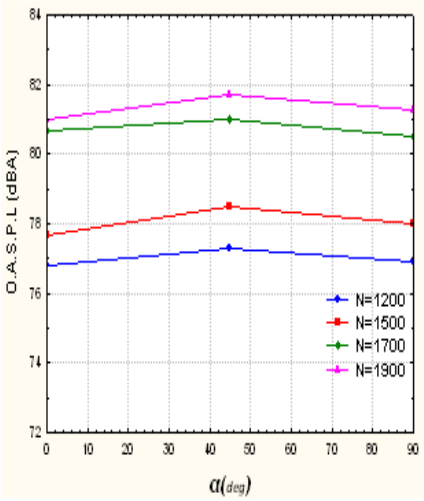
شكل (5) تأثير اضافة الكحول في استهلاك الوقود النوعي المكبحي بتغير متوسط الضغط الفعال عند سرعة 1300



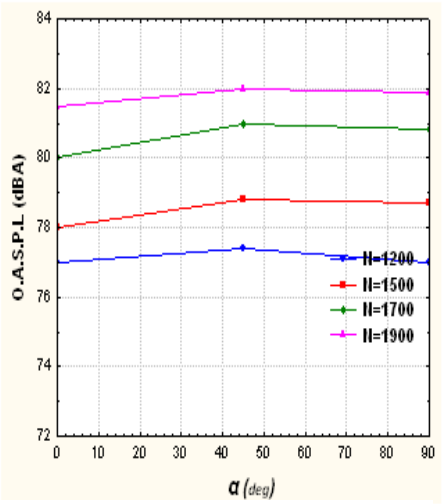
شكل (4) تأثير اضافة الكحول في القدرة المكبحية بتغير السرعة وثبوت النسبة



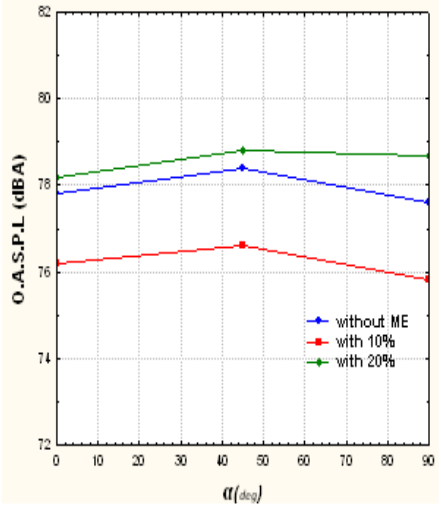
شكل (7) تغير السرعة في مستوى الضوضاء عند اضافة 10% من الكحول وحمل 24 Nm



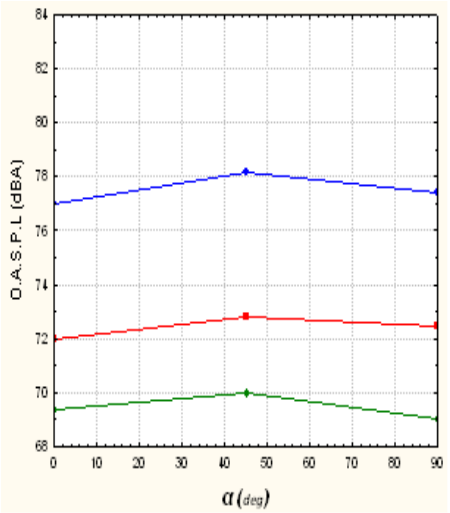
شكل (6) تأثير تغير السرعة في مستوى الضوضاء عند حمل 24 Nm بدون



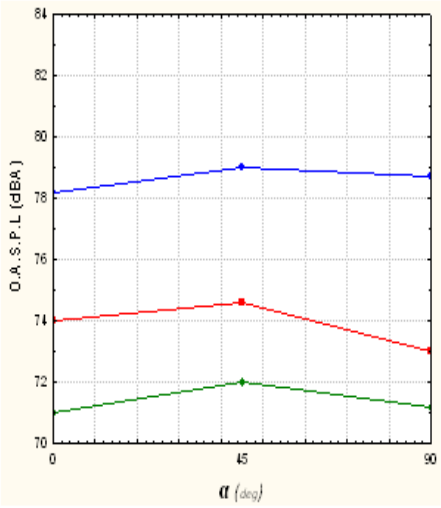
شكل (8) تاثير تغير السرعة في مستوى الضوضاء عند حمل 24 Nm وباضافة 20% كحول



شكل (9) تأثير اضافة الكحول على مستوى الضوضاء عند 1500 rpm



شكل (10) تأثير العزل لسرعة 1500 ولحمل 11 Nm وباضافة 10% كحول



شكل (11) تأثير العزل لسرعة 1500 ولحمل 11 Nm وباضافة 20% كحول