دراسة تجريبية لزيوت متعددة مستخدمة في محركات الاحتراق الداخلي والمتوافرة في الأسواق المحلية السورية

تمام حسن*

(تاريخ الإيداع 2 / 7 / 2021. قُبِل للنشر في 27/ 8 / 2021)

□ ملخّص □

يعدّ محرك الاحتراق الداخلي آلة حرارية تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركية وتتعرض هذه الآلة إلى ضغوط كبيرة واجهادات كبيرة بين مختلف اجزاء المحرك. ونتيجة لظروف عمل المحرك الصعبة والاحتكاك الكبير بين أجزاءه تكون شروط عمل زيوت التزييت المستخدمة متعلقة بشكل اساسي بالخصائص التصحيحية للمحرك، درجة تحميله، شروط استخدامه واستثماره، بارامترات دارة التزييت ونوع الوقود المستخدم فيه وجودته. تقدم هذه الورقة دراسة لمواصفات وخصائص الزيوت المستخدمة لتزييت قطع وأجزاء محركات الاحتراق الداخلي بنوعيها الديزل والمحركات ذات الاشتعال بالشرارة والمطروحة في الأسواق السورية وذلك بغية التوصل لاختيار الزيت الأفضل والأكثر ملاءمة للسيارات والظروف الجوية في الجمهورية العربية السورية.

الكلمات المفتاحية: محركات الاحتراق الداخلي– الوقود– الزيوت– درجة الوميض – درجة الضباب والانصباب

*مهندس – قسم هندسة القوى الميكانيكية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

An Experimental Study of Variable Oils Used in the Internal Combustion Engines Available In the Local Syrian Markets

Tammam Hasan*

(Received 2 / 7 / 2021. Accepted 27 / 8 / 2021)

□ ABSTRACT □

The internal combustion engines can be considered as a thermal machine used for changing the thermal power to a mechanical power but this machine suffer of many high pressures and high straining through its different parts. as a result of the hard engine work situation , and high friction between the engine parts , the condition of the oils working lubrication have good relation and dependence with the engine specification correction with its load degree using condition and investment oiling circuit parameters also the oil kind used in the engine and its good ness. This paper presents a study of the specifications and characteristics of the oils used to lubricate the parts and parts of internal combustion engines with both diesel and spark ignition engines on the Syrian market, with a view to arriving at the selection of the best and most suitable oil for cars and weather conditions in the Syrian Arab Republic.

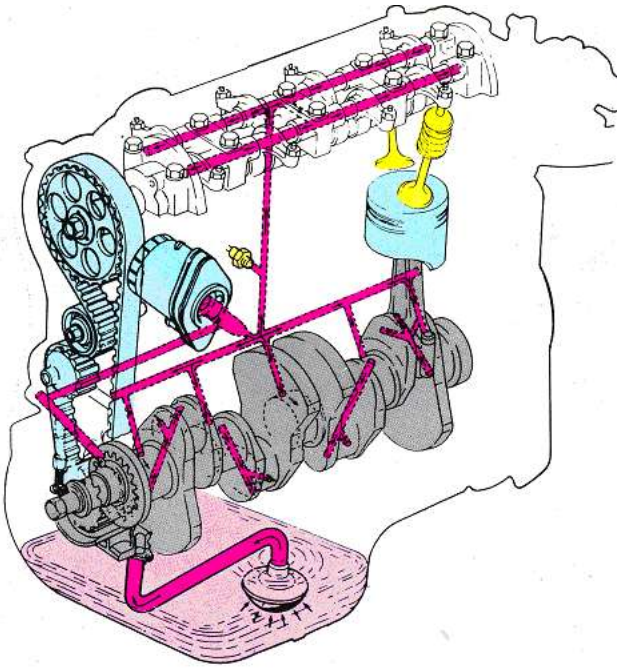
Keywords: internal combustion engine , oil , lubricants spark degree .

* **Engineer, Production Engineering Department. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University , Latakia , Syria**.

مقدمة:

يعدّ محرك الاحتراق الداخلي آلة حرارية تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركية **(شكل 1)**. وتتعرض هذه الآلة إلى ضغوط كبيرة واجهادات كبيرة بين مختلف اجزاء المحرك. ونتيجة لظروف عمل المحرك الصعبة والاحتكاك الكبير بين أجزاءه تكون شروط عمل زيوت التزييت المستخدمة متعلقة بشكل أساسي بالخصائص التصحيحية للمحرك، درجة تحميله، شروط استخدامه واستثماره، بارامترات دارة التزييت ونوع الوقود المستخدم فيه وجودته.

تستخدم في المحركات رباعية الاشواط البنزينية والديزلية دارة تزييت حيث يوجد الزيت في الجزء السفلي للمحرك، أي في حوض الزيت ومن حوض الزيت يتم ضخه بضغط مناسب بواسطة مضخة الزيت لتقوم بإيصال الزيت الى جميع أجزاء المحرك التي تحتاج الى تزييت.



شكل 1. دارة التزييت في محرك الاحتراق الداخلي

أمّا في المحركات ثنائية الاشواط ذات الاستطاعة المنخفضة (كالدراجات النارية) فلا يوجد دارة تزييت وإنما يتم اضافة الزيت بنسبة (1–3) % الى الوقود لتزييت اجزاء المحرك. تستخدم المحركات زيوت ذات منشأ نفطي أو زيوت صناعية، ويتم الحصول عليها من مخلفات التقطير ويجب ان تتصف مواد التزييت الطبيعية بأنها ذات مواصفات حرارية، لزوجة جيدة ومقاومة وثبات كبير ضد ظواهر الاكسدة والاهتراء ولكن من مساوئ هذه الزيوت عدم ثبات طبقة الزيت على السطوح المتحاكة.

إن الوظيفة الاساسية لأي زيت محرك هي أن يكون لزجاً (ذو لزوجة مناسبة) فكل الاجهزة الميكانيكية تتطلب زيوتاً لزجة لأن أي سطحين معدنيين متحركين يحتكان ببعضهما سيؤدي هذا الاحتكاك إلى توليد حرارة واحداث درجة من التأكل ولمنع حدوث تآكل بين الاجزاء المتحركة يجب استخدام زيت محركات ذو نوعية جيدة يجعل المحرك لزجاً، بارداً ونظيفاً.

يمكن تقييم الزيوت في امكانيتها على تزييت مختلف السطوح المتحاكة التي تتواجد ضمن شروط عمل مختلفة وقدرتها على تأمين وتحقيق عملها بشكل موثوق وأمن وطويل الامد واهم المواصفات الاساسية الواجب توفرها في الزيوت استناداً الى جودتها وخصائصها هي:

- مواصفات متعلقة بالحرارة و اللزوجة ومدى استقرار الزيت عند درجات الحرارة العالية.
- مواصفات متعلقة بالاحتكاك والاهتراء.
- مواصفات متعلقة بمدى ميل الزيت لتشكيل مختلف أنواع الرواسب.
- مواصفات متعلقة بالحماية من الاهتراءات والعمل مع مختلف عناصر الاحكام وامكانية القدرة على التبريد واحكام الفراغات والخلوصات.
- مواصفات متعلقة بمؤشرات السلامة البيئية والمؤشرات الاقتصادية.

إن هذه المواصفات الواجب توفرها تسري على زيوت محركات الاحتراق الداخلي والزيوت الصناعية مع اضافة بعض المواصفات الاخرى الخاصة. كما ان خصائص كل نوع من انواع الزيوت يمكن ان يتم تحديدها من خلال المؤشرات الفيزيائية والكيميائية للزيت مثل اللزوجة، الكثافة ودرجة حرارة الاشتعال، درجة السيلان، الرقم الحامضي. امكانية التزييت، ودرجة التجمد وتبعاً لمجال استخدام الزيت يتم الاهتمام والتركيز على مؤشر واحد أو عدة مؤشرات، مثل: الكثافة، اللزوجة وعلاقتها بتغيرات درجة الحرارة، درجة الوميض ودرجة الاشتعال، درجة الاشتعال الذاتي، الخصائص التزييتية للزيت. إنّ استقرارية الزيت ضد التأكسد عند درجات الحرارة العالية تعتبر من الخصائص الهامة الواجب توافرها في الزيوت المستخدمة في المحركات، امكانية الزيت التخلص من الهواء المنحل فيه، التبخر ومحتوى الزيت من الماء، البقايا الفحمية لزيوت التزييت ودرجتي الضباب والانصباب.

وتعتبر اللزوجة والكثافة من الخصائص الأساسية للزيوت.

حيث الكثافة: هي نسبة كتلة المادة وتقاس بالكغ الى حجمها وتقاس ب m^3 .

وهناك مفهوم الكثافة النسبية ويرمز لها ب S وهي عبارة عن النسبة بين كتلة حجم معين من المادة وبين كتلة حجم مساو له من مادة قياسية. وفي حال السوائل تكون الكثافة النوعية هي النسبة بين كتلة حجم معين من سائل وبين كتلة حجم مساو له من الماء المقطر عند درجة حرارة قياسية (15.5 درجة مئوية و 4 درجة مئوية)

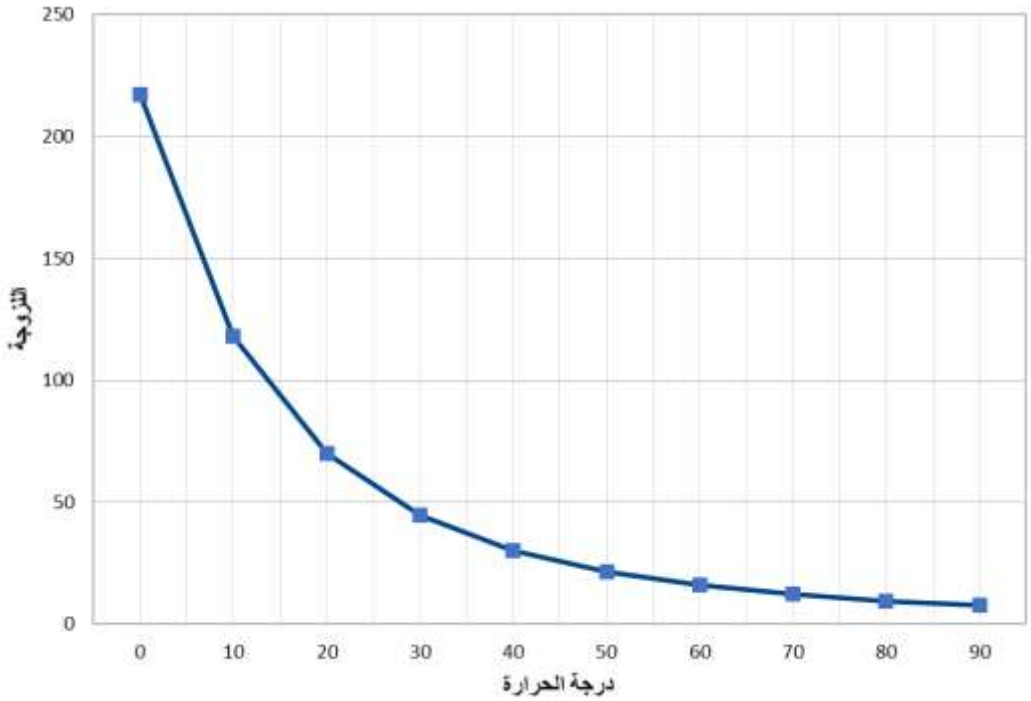
أمّا اللزوجة فتعرف بشكل عام بأنها مقاومة المائع للجريان، وفي مجال الزيوت هي عبارة عن مقياس للاحتكاك الداخلي بين جزيئات الزيوت او هي ممانعة انفصال جزيئات الزيت تحت تأثير القوى الخارجية .

وهناك نوعان للزوجة. لزوجة تحريكية وهي تتعلق باجهادات القص وبتغيير السرعة في مختلف نقاط المسافة ولزوجة حركية.

وقد لوحظ أن اللزوجة الظاهرية يمكن أن تتأثر بكثافة السائل، لذلك وبهدف الابقاء على اللزوجة مستقلة عن الكثافة أوجد مفهوم اللزوجة الحركية وهي بالتعريف نسبة اللزوجة التحريكية الى الكثافة.

عند استخدام الزيوت في المحركات والآليات تتغير بشكل واضح مع تغيرات درجة الحرارة، ولذلك يتم الربط دوماً بين لزوجة الزيوت ودرجة الحرارة حيث تتغير لزوجة الزيوت وخاصة زيوت المحركات بحدود واسعة مع تغيرات درجة الحرارة.

على سبيل المثال اذا انخفضت درجة حرارة الزيت من (من 100 إلى 50 درجة مئوية) فإن لزوجة الزيت ترتفع عدة مئات لدرجة تصل معها الى قيمة اللزوجة لا تستطيع الزيت الحركة والوصول الى المناطق التي تحتاج لتزييت. عند اللزوجة المنخفضة للزيوت سوف يحدث اهتراء كبير لأجزاء مجموعة المكابس والاسطوانات وعمود الكامات، أما عند اللزوجة المرتفعة فسوف تنخفض امكانية تزييت وتوصيل الزيت الى العناصر والاجزاء والقطع المتحاكة. يمكن التعبير عن العلاقة بين لزوجة الزيت ودرجة الحرارة من خلال المخطط الموضح في الشكل (2).



شكل 2: العلاقة بين لزوجة الزيت ودرجة الحرارة

يجب ألا تكون الزيوت مساعدة على اشتعال النيران، إلا ان معظم الزيوت تحترق بشروط محددة. ويعرف الزيت أو المائع عموماً المقاوم للنيران بأنه المانع الذي يمكن ان يشتعل ولكنه لا يدعم الاشتعال أي لا يساعد على استمراره عند ازالة مصدر الاشتعال. ومن أهم الخائص العامة المختبرة لتحديد اشتعال الزيوت هي:

درجة الوميض: هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها الزيت بالغليان وتتشكل ابخرة كافية وقادرة على الاتحاد مع الهواء وتشكيل خليط ساخن قابل للانفجار وذلك عند شروط معينة والوميض عبارة عن انفجار ضعيف ما يلبث ان ينطفئ ودرجة الوميض نوعان:

- **درجة الوميض المغلقة:** وهي درجة الحرارة التي تومض عندها ابخرة المنتج (الزيت) عند تقريب مصدر حراري خارجي منها وذلك عندما تكون موضوعة في اناء مقفل ذي ابعاد وتصميم محددين.
- **درجة الوميض المفتوحة:** هي درجة الحرارة التي تومض عندها ابخرة المنتج عند تقريب مصدر حراري خارجي منها وذلك عندما تكون موضوعة في اناء ذي غطاء مكشوف .

درجة الاشتعال: هي درجة الحرارة التي يشتعل عندها الزيت عند تقريب مصدر حراري منه ويستمر في الاشتعال ودرجة الاشتعال أعلى من درجة الوميض ببضعة درجات مئوية.

تدل درجة الوميض في الزيوت على خطورة اشتعال زيوت المحركات ودرجة الوميض لأي نوع من انواع الزيوت يجب أن لا تقل عن 210 درجة مئوية.

درجة الاشتعال الذاتي: هي الدرجة المتعلقة بالظاهرة التي يجري عندها اشتعال المنتج البترولي المسخن عند التلامس مع الهواء من دون تقريب اللهب عليه وبالتالي فدرجة الاشتعال الذاتي هي درجة الحرارة التي يشتعل عندها المنتج

البترولي ذاتياً عند ملامسة الهواء وتعتمد درجة الاشتعال الذاتي على ثبات المنتج لتأثير الاوكسجين واكثر المنتجات تعرضاً للاشتعال الذاتي هي متبقيات تكرير البترول الثقيلة (الغاز – السناج).

ان درجة الاشتعال الذاتي للمنتجات البترولية المنخفضة الغليان أعلى من درجة الاشتعال الذاتي للمنتجات المرتفعة الغليان وتبلغ درجة الاشتعال الذاتي للمتبقيات البترولية (300 – 350) وللكيروسين اعلى من 400 وللغازولين اعلى من (500).

إن سماكة طبقة الزيت تابعة بدرجة عالية لفعالية الجزيئات التي يتكون منها الزيت وعند عدم توفر فاعلية جيدة للزيت من الناحية التزييتية يصبح الاحتكاك كبيراً وخاصة في الاسطوانات وأساور مكابس المحركات وبالتالي يزداد الاهتراء والتأكل فيها لذلك يتم اضافة مواد محسنة للزيت من اجل رفع مؤشراته التزييتية.

كما يجب أن يتمتع الزيت باستقرارية ضد التأكسد عند درجات عالية.

تصف هذه الخاصية مقاومة الزيت لعمليات التأكسد التي تتعرض لها المركبات الهيدروكربونية الداخلة في تركيبه والتي تؤدي الى ما يعرف بقدم الزيت وفقدانه فعاليته، اذ انه من المعلوم ان درجة الحرارة في المحركات تصل الى مئات الدرجات المئوية وفي بعض الاوقات (فترات الاشتعال) تصل الى (2000). ان سرعة التأكسد تختلف من زيت الى اخر وهي تابعة للتركيب الكيميائي للزيت ووجود أو عدم وجود اضافات موانع التأكسد والى الشروط التي تتم فيها عمليات الاكسدة وهذه الشروط تتعلق بطول سطح طبقة الزيت ودرجة حرارته ووجود مواد مسرعة للأكسدة .

يتضمن الزيت مواد طيارة تتبخر في أثناء الاستخدام مما يؤدي الى زيادة لزوجة الزيت وتلوث الوسط الخارجي وتزداد نسبة المواد المتبخرة مع ارتفاع درجة الحرارة حيث تصل درجة حرارة الزيت في الكارتر (حوض الزيت) للمحركات الى (120)، وتعد الزيوت ذات المنشأ الطبيعي اكثر ميلاً للتبخر من الزيوت ذات المنشأ الصناعي.

ولا يخفى التأثير السلبي لوجود الماء و الشوائب الغريبة المختلطة مع الزيت على تقدير صلاحيته حيث يسهم وجود الماء برفع نسبة التأكل و الاهتراء ويسرع في قدم الزيت ويقلل من الخصائص التزييتيه له .

إنّ تراكم الترسبات الفحمية على حلقات المكبس يعمل على اعاقة عملها حتى تتوقف عن أداء عملها بشكل طبيعي وقد يعود ذلك الى التصاقها وتماسكها في مجاريها واعاقة تحديد حرية حركة حلقات المكبس يؤدي الى زيادة استهلاك الزيت. كما ان نفوذ الغازات الساخنة بشكل مستمر حول الحلقات يؤدي أخيراً الى اعطاب هذه الحلقات وتوقفها نهائياً عن العمل.

إن تشكل الترسبات الفحمية في شقوق الحلقات الجارفة للزيت يعيق جريان الزيت وتصريفه من جدران الاسطوانة والمكبس والحلقات وبالتالي تحد من وصوله الى حوض الزيت كما ان تراكم هباب الفحم حول صمام الافلات يؤدي الى اعاقة حركته ضمن الدليل وتعطيله بشكل نهائي.

إن وجود المواد والجزيئات المعدنية في الزيت غير مسموح به على الاطلاق، اما الاضافات الفوسفورية فهي مهمة جداً وتحسب جزءاً لا يتجزأ من الاضافات التي تسهم في مقاومة الاهتراء ومقاومة التآكلات التي تحدث في الآلات.

وتعدّ درجة الانصباب أدنى درجة حرارة يلاحظ عندها توقف الزيت عن الجريان لدى تبريده في شروط معينة وذلك عند بقاء الانبوب الحاوي على الزيت في الوضعية الافقية لمدة خمس ثوان.

أمّا درجة الضباب فهي درجة الحرارة التي تبدأ عندها البلورات الشمعية بالظهور مشكلة سحابة في كتلة الزيت وفي أسفل الانبوب الذي يتم تبريده ضمن شروط معينة.

ونظراً لأهمية تأثير درجة الحرارة فقد قام العديد من الباحثين بدراسة تأثير درجة الحرارة على لزوجة الزيوت [1،2،3،4] ومقارنتها لأنواع مختلفة من الزيوت. وهو الموضوع الأساسي لهذه الورقة.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة مواصفات وخصائص الزيوت المستخدمة لتزييت قطع وأجزاء محركات الاحتراق الداخلي بنوعيها الديزل والمحركات ذات الاشتعال بالشرارة والمطروحة في الأسواق السورية وذلك بغية التوصل لاختيار الزيت الأفضل والأكثر ملاءمة للسيارات والظروف الجوية في الجمهورية العربية السورية.

طرائق البحث ومواده:

يعتمد البحث على الطرق التجريبية في اختبار وتحديد عدد من المواصفات والخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض أنواع الزيوت وذلك من عدة درجات لزوجة، لاختيار المناسب منها لاستخدامه في السيارات السياحية وذلك لتأمين وثوقية عمل مرتفعة للقطع والأنظمة الميكانيكية، لمختلف قطع وأجزاء المحرك.

النتائج والمناقشة:

1- زيت سادكوب

في كافة المراحل أخذنا المسافة التي تقطعها الكرة ضمن السائل المدروس(الزيت)المدروس هي $5cm$

وزن الكرة الساقطة المدروسة $15.115g$

قطرها $D=15.246mm$

الكتلة النوعية لها $\rho=8.146g/cm^3$

الكتلة النوعية للزيت $\rho'=880kg/m^3$

وزن مكيال بكنومتر فارغ $46061mg$ وحجمه $100ml$ ثم قمنا بأخذ وزن المكيال مع العينة المختبرة $134026mg$ وحجمه $100ml$

كتلة الزيت المدروس $87965mg$

لزوجة الزيت المدروس تؤخذ حسب العلاقة: $\eta_t=\frac{2.r^2(\rho-\rho')}{9.V_0}$

r – نصف قطر الكرة المدروسة

ρ – الكتلة النوعية للكرة المدروسة

ρ' – الكتلة النوعية للزيت المدروس

g – تسارع الجازبية الارضية

Vo– متوسط سرعة الكرة ضمن السائل المدروس

أخذنا لزوجة الزيت المدروس عند ثلاث قيم لدرجة الحرارة ($75c^0$, $40c^0$, $29c^0$)

جدول 1 مواصفات زيت سادكوب

درجة الحرارة (درجة مئوية)	اللزوجة الحركية m^2ls	درجة الوميض (درجة مئوية)	درجة الاشتعال (درجة مئوية)	Ph
29	6,54	252	255	
40	3,264	252	255	7,1
75	0,84	252	255	

2- زيت آسيا سوري

جدول 2 مواصفات زيت آسيا

درجة الحرارة (درجة مئوية)	اللزوجة الحركية m^2/s	درجة الوميض (درجة مئوية)	درجة الاشتعال (درجة مئوية)	Ph
29	3,93	234	237	
40	1,88	234	237	7,4
75	0,45	234	237	

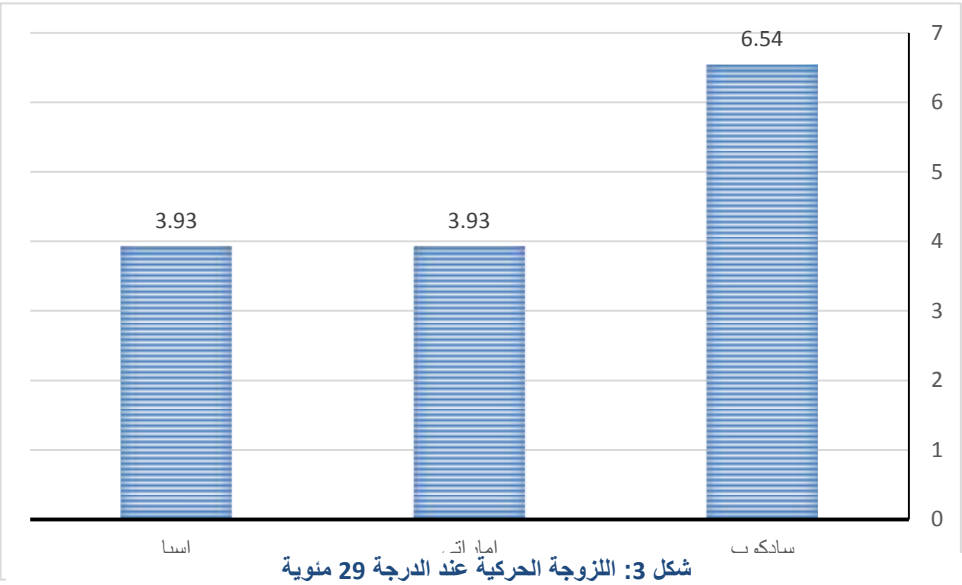
3- زيت TODAL اماراتي

درجة الحرارة (درجة مئوية)	اللزوجة الحركية m^2/s	درجة الوميض (درجة مئوية)	درجة الاشتعال (درجة مئوية)	Ph
29	3,93	220	225	
40	2,23	220	225	7,6
75	0.6	220	225	

المناقشة والنتائج:

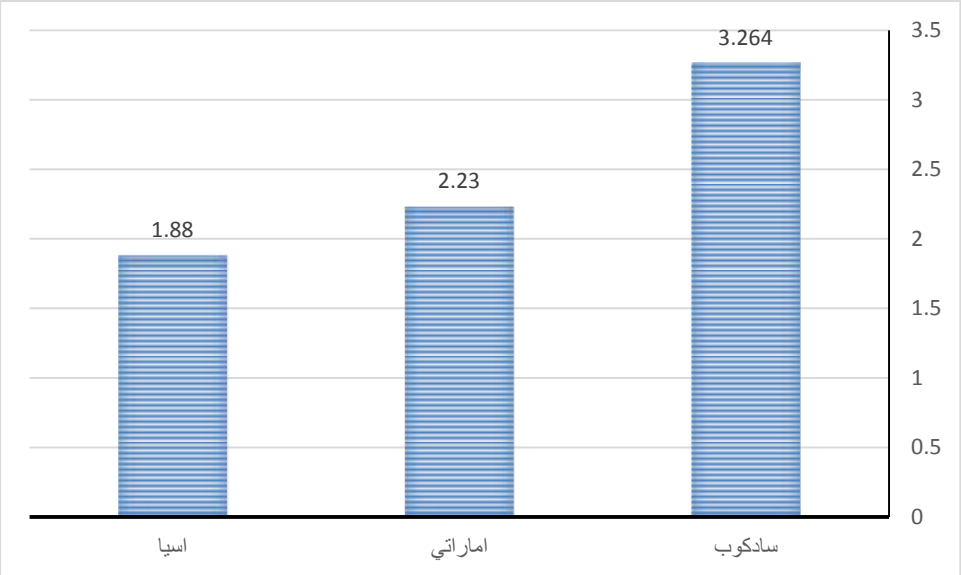
1) مقارنة اللزوجة بين الزيوت بالنسبة لدرجة الحرارة:

- عند الدرجة 29 درجة مئوية: أظهرت النتائج أن زيت سادكوب حافظ على لزوجة مقدارها 6.54 مم^2/ثانية بينما انخفضت لزوجة الزيت الإماراتي والزيت الأسيوي الى مايقارب 3.93 مم^2/ثانية.



شكل 3: اللزوجة الحركية عند الدرجة 29 مئوية

- عند الدرجة 40 درجة مئوية: أظهرت النتائج كما يظهر الشكل أن زيت سادكوب حافظ على لزوجة مقدارها 3.26 مم^2/ثانية بينما انخفضت لزوجة الزيت الإماراتي والزيت الأسيوي الى مايقارب 2 مم^2/ثانية.

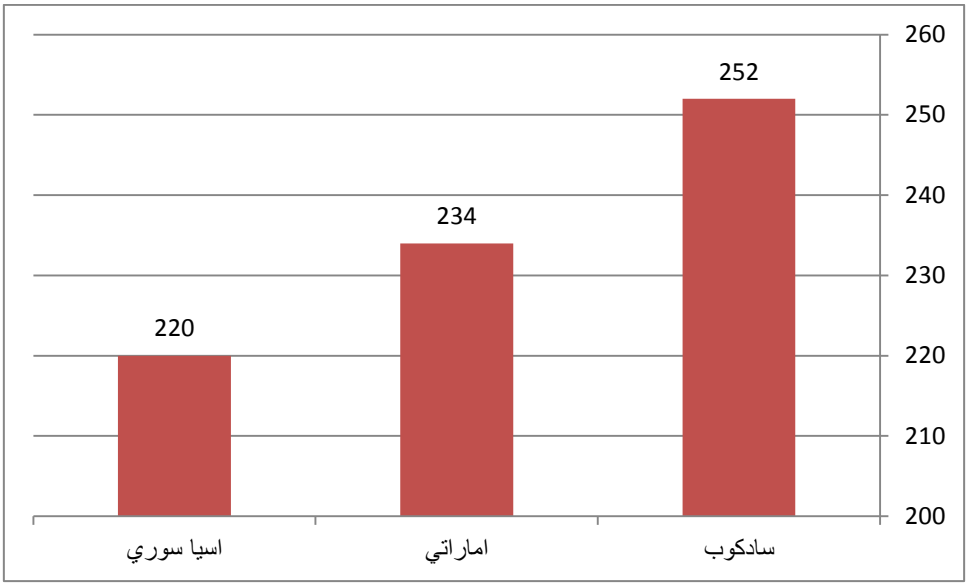


شكل 4 : اللزوجة الحركية عند الدرجة 40 مئوية

- عند الدرجة 75 درجة مئوية: أظهرت النتائج كما يظهر الشكل أن زيت سادكوب انخفضت لزوجته الى لزوجة مقدارها 0.84 مم^2/ثانية بينما انخفضت لزوجة الزيت الإماراتي والزيت الأسيوي الى مايقارب 0.5 مم^2/ثانية.

شكل 5: اللزوجة الحركية عند الدرجة 75 مئوية

2) مقارنة الزيوت حسب نقطة الوميض: تظهر النتائج أن زيت سادكوب أعطى نقطة وميض مقدارها 252 متفوقاً على الزيت الإماراتي والأسيوي اللذان اعطيا نقطتي وميض قريبتين من 225.



شكل 6: نتائج نقطة الوميض

من خلال المخططات والاختبارات التي أجريت نستنتج ما يلي:

1. يمتلك سادكوب المستخدم في الأسواق نقطة وميض عالية، ولذلك فله عامل أمان من ناحية الاشتعال أفضل من غيره.
2. يمكن تخزين زيت سادكوب لفترات طويلة لأن نقطة وميضه مرتفعة.
3. لزوجة زيت سادكوب مرتفعة مقارنة بالزيوت الأخرى المختبرة ولذلك ينصح باستخدامه في الآليات ذات العمل الشاق.
4. يمتلك زيت سادكوب تدرج جيد في درجة اللزوجة عند تفاوت في درجات الحرارة المنخفضة والعالية التي تصاحب تشغيل المحرك بما يضمن معدلات تزييت لمكونات المحرك.
5. يحافظ زيت سادكوب على درجات حرارة منخفضة أثناء تشغيل المحرك
6. لزيت سادكوب مقاومة كبيرة للاحتراق نسبياً بالمقارنة مع الزيوت الأخرى المدروسة عن درجات الحرارة العالية.

References:

1. Aleksandra BIERLA, Guillaume FROMENTIN, Jean-Michel MARTIN, Thierry LE MOGNE, Clotilde MINFRAY, Nicole GENET - Evaluation of Lubricant Viscosity and Base Oil Effects by FormTapping Test - - 2008
2. A. Elvis, A. Shahrir, A.A. Kamal, M. Andanastuti, Khairuddin Comparative Study of Characteristic of Lubricants Oils in Gasoline and Compressed Natural Gas EnginesEuropean Journal of Scientific Research, 30 (2009), pp. 282-293
3. K.S. Amit, P.S. MukherjeeInterrelationship Among Viscosity, Temperature And Age Of Lubricant Industrial Lubrication and Tribology, 58 (2006), pp. 50-55
4. Yunus, Syarifah & Amirul, Abd & Syazuan, Abdul & Latip, Syazuan & Abdullah, Nik & Ahmad, Mohamad Ali & Abdullah, Abdul Hakim. (2013). Comparative Study of Used and Unused Engine Oil (Perodua Genuine and Castrol Magnatec Oil) based on Property Analysis basis. Procedia Engineering. 68. 326-330. 10.1016/j.proeng.2013.12.187.
5. https://www.marefa.org/محرك_احتراق_داخلي
6. https://www.slideshare.net/balean/engine-57020292
7. https://mallaky.com/Advices/Advice?id=242

8. Mohamed Saqr Diop - Thermodynamics and Thermal Machines - Tishreen University Publications 2005.
9. Mohamed Saqr Diop. Fuel, Oil and Grease - Tishreen University Publications 2015.
10. Nabil Masoud Ghadeer Internal Combustion Engines (Part One)
11. Ahmed Faisal Omar Guide to Laboratory Experiments in Internal Combustion Engines, Fuels and Oils Aleppo University Publications 1981-1982
12. Bassam Hammoud, Marouf Ahmed, Marine Power Stations.