

An Experimental Study to Investigate the Extent to Which Internal Combustion Engine Oils Retain their Properties

Salem Silini ^{*1} , Saleh Murjan ² 

¹ Mechanical Engineering Department, High Institute of Science and Technology, Tripoli, Libya.

² Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Sabratha University, Sabratha, Libya.

*Corresponding author email: salemomer19@gmail.com

Received: 11-11-2024 | Accepted: 28-11-2024 | Available online: 15-12-2024 | DOI:10.26629/uzjest.2024.11

ABSTRACT

Internal combustion engine oils are important fluids found inside car engines and are directly connected to them. These oils play a very important role in the engine service period and extend its life. The purpose of this study is to investigate the extent of change in the properties and specifications of the lubricating oil for a sample of gasoline engines after using them for varying distances. This study came in support of previous studies by increasing the number, age and quality of samples. In this study, several experiments were conducted at the Libyan Oil Institute and Zawiya Refinery on Thuraya oil (SW50-10), which is used in spark ignition engines (gasoline), for samples of engines of different types and distances (100,000 km - 250,000 km) and operating periods (3000 km - 6000 km). In addition to measuring the viscosity property, which is considered one of the most important properties that can be relied upon to measure the life of the used oil, some other properties of no less importance than the viscosity property were studied in this research, these properties are density, pour point, flash point, ash percentage. Samples of used oil from four engines of different types of cars (CITROEN HYUNDAI, IZUZI, and DAEWOO LANOS) were taken. The results of this study showed that the rate of change of the studied properties was clear and noticeable for the samples and different operating periods. The density ratio increased between the distance (3500 km) and (6000 km) from 0.26% to 1.27%, respectively. The rate of change in the viscosity of the oil decreased significantly at different operating periods from 5% to 23%. There was a clear change in the pour point compared to the new oil from -24°C to -21°C, as well as the flash point from 225°C to 180°C, and it was also observed that the ash ratio increased at different operating periods (3500 km, 4000 km, 6000 km) to 65%, 0.66%, 0.69%, respectively.

Keywords: Viscosity, density, pour point, flash point, ash percentage, and the percentage of change in minerals.

دراسة عملية للتحقق من مدى احتفاظ زيوت محركات الاحتراق الداخلي بخصائصها

سالم رمضان عمر السيليني ¹, صالح علي علي مرجان ²

¹ قسم الهندسة الميكانيكية، المعهد العالي للعلوم والتقنية، طرابلس، ليبيا

² قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية، كلية الهندسة جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا

ملخص البحث

زيوت محركات الاحتراق الداخلي تعد من السوائل الهامة التي تتواجد داخل محركات السيارات والتي تتصل بطريقة مباشرة مع محركاتها، هذه الزيوت تلعب دوراً كبيراً ومهماً جداً في الفترة الزمنية لخدمة المحرك وإطالة عمره. الغرض من هذه الدراسة هو اختبار مدى تغير خصائص ومواصفات زيت التزييت لعينة من محركات البنزين بعد استخدامها لقطع مسافات متفاوتة. وجاءت هذه الدراسة دعماً لدراسات سابقة وذلك بزيادة عدد وعمر ونوعية العينات. في هذه الدراسة أجريت عدد من التجارب العملية بمركز بحوث النفط الليبي ومصفاة الزاوية على زيت من نوع الثريا (SW50-10) المستخدم في محركات الاشتعال بالشرارة (البنزين) لعينات من محركات مختلفة من حيث النوع والمسافة المقطوعة (100000 كم- 250000 كم) وفترات التشغيل (3000 كم- 6000 كم). إلى جانب قياس خاصية اللزوجة والتي تعتبر من أهم الخواص التي يمكن الاعتماد عليها لقياس عمر الزيت المستخدم، تم في هذا البحث دراسة بعض الخواص الأخرى ذات أهمية لا تقل شأنًا عن خاصية اللزوجة والتمثلة في الكثافة، درجة الانسكاب، درجة الوميض، ونسبة الرماد. لقد تم أخذ عينات الزيت المستخدم من أربعة محركات لسيارات مختلفة النوع (HYUNDAI, IZUZI, DAEWOO LANOS CITROEN). النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة تبين أن معدل التغير للخواص المدروسة كان واضحاً وملحوظاً للعينات وفترات التشغيل المختلفة. فلقد زادت نسبة الكثافة بين المسافة (3500 كم، 6000 كم) من 0.26% إلى 1.27% على التوالي، وانخفض معدل التغير في لزوجة الزيت بشكل واضح عند فترات التشغيل المختلفة للزيت من نسبة 5% إلى 23%، كما كان تغير واضح في درجة الانسكاب (Pour point) مقارنة بالزيت الجديد من 24°C إلى -21°C وكذلك درجة الوميض (Flash point) من 225°C إلى 180°C، وكذلك تم ملاحظة زيادة نسبة الرماد عند فترات التشغيل المختلفة (3500 كم، 4000 كم، 6000 كم) إلى 0.65%، 0.66%، 0.69% على التوالي.

الكلمات المفتاحية: اللزوجة، الكثافة، درجة الوميض، درجة الانسكاب، نسبة الرماد.

1. المقدمة

عملية التزييت بنظام تشغيل محركات الاحتراق الداخلي لها دور أساسي في إطالة عمر المحرك نظراً لعمل المحرك تحت ضغط يصاحبه ارتفاع في درجات الحرارة، فالزيت يعمل كمائع تبريد لأجزاء المحرك مما يمكنه من الحصول على أكبر قدر من كفاءته التصميمية وحفظ غرف احتراق المحرك من الانهيار.

تصنف زيوت المحركات بالزيوت المعدنية (Mineral Oils) فهي تشتق أو تصنع من النفط الخام، ولذا فإن نوعية النفط الخام مهمة جداً في الحصول على الخواص للزيت، ولهذه الأسباب فإن الزيوت المعدنية هي أكثر استعمالاً من الزيوت الاصطناعية. غير أن الزيوت المعدنية قد لا تكون بالخواص المطلوبة لمحركات السيارات، ولهذا فإن زيوت المحركات يتم تحسين خواصها عن طريق إضافة مواد كيميائية، والمواد المضافة يمكن تصنيفها إلى مواد منظفة، ومواد مقاومة للصدأ والتآكل، ومواد مقاومة للتأكسد، ومواد مقاومة للاحتكاك، ومواد محسنة للزوجة، ومواد مانعة للتجمد ومواد طارده للشوائب التي تلحق بالزيت [1-4].

يتم تصنيف زيوت الاحتراق وفقاً لمعايير معتمدة منها جمعية مهندسي السيارات (SAE)، ومعهد النفط الأمريكي (API) الذي يختص بمنح ترخيص وشهادات المطابقة لأنواع الزيوت المستخدمة [1, 2]. وبناءً على تصنيف (SAE) فإن لزوجة الزيت

تصنف طبقاً لأرقام وحروف معينة مثل (0w-30، 5w-30، 10w-40، 20w-50، إلخ...) حيث تدل الأرقام على درجات الحرارة والحروف على مواسم الاستخدام صيفاً أو شتاءً [5-6].

هناك عوامل تساهم في التأثير السلبي على استهلاك الزيت أو تغيير مواصفاته وفاعليته في محركات الاحتراق الداخلي، من هذه العوامل المسافة المقطوعة، ولهذا السبب أصبح من الضروري إجراء دراسات لتقييم الخواص الكيميائية والفيزيائية لجودة زيوت تزييت المحركات المتداولة في الأسواق المحلية وذلك بمقارنتها بالمواصفات القياسية المحلية والعالمية، وكذلك مقارنة مواصفاتها المتحصل عليها من التحاليل المعملية بالمواصفات المنشورة على مواقع الشركات المصنعة لهذه العينات المختارة. درس (عبدالله عزايي عيسى، 2017) [1] تأثير المسافة المقطوعة للمركبات، نوع باص هونداي كوري الموديل 2013، على الخواص الفيزيائية والكيميائية لزيت المحركات (SAE 40) المنتج في مصافي بغداد. وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن كثافة الزيت ازدادت بزيادة المسافة المقطوعة حيث وصلت إلى 90.2% عند المسافة المقطوعة 2500 كم وأن لزوجة الزيت تنخفض بزيادة المسافة المقطوعة تدريجياً حيث بلغت أعلى قيمة لها عند المسافة 2500 كم. قام كل من (د. محمد أبو راس، د. محمد الرويمي، م. محمد فرشيك، 2020) [4] بدراسة مدى تغيير مواصفات زيت محرك بنزين جديد (FIAT 1.2) بعد استخدامه لقطع مسافات متفاوتة (3000 كم، 4000 كم، 5000 كم)، حيث استخدمت ثلاثة أنواع من الزيوت (الرافينول، الكاسترول، التريا). وأظهرت نتائج الدراسة على عينات الزيوت المستخدمة كلما زادت المسافة المقطوعة زاد معدل الانخفاض في لزوجة الزيت، حيث قلت نسبة اللزوجة عند درجة حرارة 100°C بعد قطع مسافة 5000 كم إلى 8.22% لزيت الرافينول و 8.32% لزيت الكاسترول و 8.86% لزيت التريا. كما قام (د. عمر سلطان، أ. محمد قباصه، د. نادية السباني، 2020) [7] بدراسة تحليلية لجودة 8 أنواع من زيوت المحركات البنزين المتداولة في الأسواق الليبية وكان تركيزهما على درجة SAE 20 W50. وكانت النتائج لهذه الدراسة هي أن أقل الزيوت جودة من حيث اللزوجة هي زيت B- Idrivl02، oil وأفضل الزيوت جودة هي عينة زيت Ravenol وعينة زيت Luk oil ومعامل اللزوجة لعينة الزيت Super-Gt غير متطابق مع المواصفات الفنية لقيم معامل اللزوجة. قام (هبة ياسين أحمد، 2021) [8] بدراسة واقع نوعية زيوت محركات الاحتراق الداخلي المتواجدة في الأسواق المحلية بدولة العراق وما مدى توافرها لمتطلبات المواصفات القياسية حيث قام بتعيين اللزوجة الكينماتيكية ودرجة الانسكاب ونقطة الوميض لـ 40 عينة من زيت المحركات عند درجة 100°C. وأظهرت النتائج التحليلية أن أغلب عينات الزيت المدروسة مطابقة للمواصفات القياسية. قام (محسن مجيد، 2014) [9] بمقارنة تأثير كل من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيت تشحيم الدراجات النارية بعد تشغيله لمسافة 5000 كم باستخدام الغاز الطبيعي والبنزين. تم اختبار خصائص زيت التشحيم وفقاً لطرق ASTM القياسية. وقد أظهرت نتائجهم أن زيت التشحيم الذي يستخدم فيه الغاز الطبيعي كوقود يعاني من تدهور أقل في خصائصه مقارنة بزيت التشحيم عند استخدام البنزين كوقود. قام (راتان، ج، باريهار، 2017) [10] بدراسة تعزيز مؤشر اللزوجة (VI) لزيوت التشحيم عن طريق إضافة محسنات مؤشر اللزوجة، وقد أظهرت النتائج أن عملية VI للزيوت المخلوطة المصنوعة من زيوت التشحيم لها إمكانية الوصول إلى القيمة القصوى، وقد وجد أن حدوث مؤشر اللزوجة الأقصى يعتمد على زيت التشحيم المستخدم ونوع وتركيز محسن مؤشر اللزوجة. قام (دنا كريم حميد، 2023) [11] بدراسة العلاقة بين عدد الأميال المقطوعة بالسيارة وتأثيرها على تدهور زيت المحرك. وتم التحقيق في تأثيرات المحركات الجديدة والقديمة على أهم الخصائص للزيت والمثمله في اللزوجة الحركية ونقطة الوميض ونقطة الاشتعال. أظهرت النتائج لهذه الدراسة أن تدهور خصائص الزيت المستعمل في المحركات القديمة أعلى منه في المحركات الجديدة.

من الدراسات السابقة نلاحظ أن هذه الدراسات أجريت لدراسة الربط بين فترة التشغيل ومدى احتفاظ الزيت بخواصه غير أن معظم هذه الدراسات كانت تركيزها على خاصية اللزوجة معتبرة هذه الخاصية من أهم الخواص لتقدير جودة الزيت إلا أن هناك خصائص أخرى لا تقل أهمية عن خاصية اللزوجة لتقدير جودة الزيت ومن هذه الخواص الكثافة، درجة الانسكاب، درجة الوميض، نسبة الرماد، ونسبة التغير في المعادن. في هذا البحث سيتم دراسة واختبار مدى تغير خصائص عينة من أحد الزيوت الشائعة الاستخدام في السوق الليبي لعينات مختلفة من محركات البنزين بعد استخدامها لقطع مسافات متفاوتة. والخواص التي سيتم دراستها اللزوجة، الكثافة، درجة الانسكاب، درجة الوميض، نسبة الرماد.

2. التجارب وآلية البحث

في هذه الدراسة أجريت التجارب على زيت الثريا SW50-10 لأربع أنواع من المحركات: (IZUZI, HYUNDAI) أجريت عليهما التجارب في مصفاة الزاوية لتكرير النفط ومحركات (CITROEN, DAEWOO LANOS) أجريت عليهما التجارب بمركز بحوث للنفط. وتجدر الإشارة بأن أعمار عينات المحركات المدروسة في حدود (140000 كم). مواصفات المحركات الخاضعة للدراسة كما هي موضحة بالجدول رقم (1).

جدول 1: مواصفات محركات البنزين المستخدمة في الدراسة

نوع السيارة	سعة المحرق	عدد الأسطوانات	العزم	ناقل الحركة
CITROEN-Xsara 2000	2000 CC	4	190 N.m	اتوماتيك
DAEWOO LANOS 1999	1500 CC	4	133N.m @3400 rpm	يدوي
IZUZI 2004	2400 CC	4	207 N.m	يدوي
HYUNDAI 2003	1600 CC	4	145 N.m	يدوي

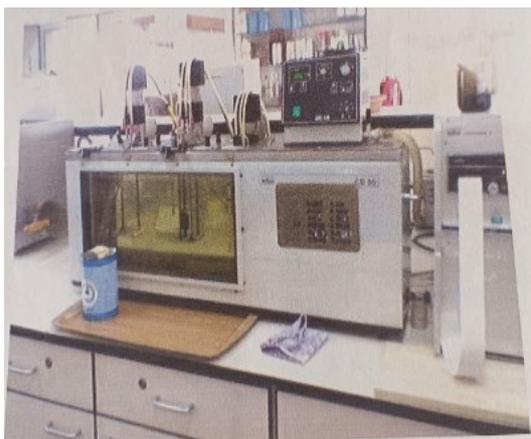
1.2 الخواص الفيزيائية والكيميائية التي تمت دراستها بالبحث

(أ) اللزوجة الكينماتيكية cm^2/s kinematic Viscosity

اللزوجة هي مقاومة السائل لإزاحة إحدى طبقاته بالنسبة لطبقة أخرى تحت تأثير قوى خارجية أو بعبارة أخرى قياس مقاومة الزيت للانسياب أو الاحتكاك الداخلي.

اللزوجة أنواع منها الديناميكية المطلقة وحدتها البواز والسنتي بواز (g/cm.ses) والكينماتيكية وهي نسبة اللزوجة الديناميكية إلى كثافة السائل بنفس الدرجة ووحداتها السنتي ستوك (cm^2/sec)

في هذه الدراسة أجريت اختبارات اللزوجة على عينات الزيوت عند درجات حرارة مختلفة (100°C , 40°C) في مختبر الزيوت بمصفاة الزاوية لتكرير النفط وبمركز بحوث النفط باستخدام جهاز قياس اللزوجة (Viscometer) نوع Saybolt ذلك وفقا لمعايير (ASTM D2270) [6]. الشكل رقم (1) يوضح جهازي قياس اللزوجة. في هذه العملية تم حساب مؤشر اللزوجة (Viscosity Index) لعينات الزيوت عند درجتي حرارة (100°C , 40°C) عن طريق قياس الزمن اللازم لسريان حجم معين من الزيت تحت تأثير الجاذبية الأرضية من خلال أنبوبة زجاجية شعيرية.



شكل 1. جهازي قياس اللزوجة Viscometer

ب) عامل اللزوجة Viscosity Index

عامل اللزوجة هو العامل الرئيسي في مواصفات زيوت المحركات، ويتمثل في علاقة اللزوجة بدرجة حرارة الزيت. هذا العامل يعمل كمؤشر على معدل تأثر اللزوجة بالحرارة، فكلما كان معامل اللزوجة مرتفعاً كان أفضل للزيت فلا يتأثر كثيراً بتغير درجات الحرارة ويتم احتسابه من معرفة اللزوجة الكينماتيكية. عامل اللزوجة يجب ألا يقل عن 115 حسب المواصفات العالمية و 124 وفقاً للمواصفات الليبية القياسية لزيت الثريا [3].

ت) نقطة الوميض Flash point

تعتبر نقطة الوميض مؤشراً لقدرة الزيت على التطاير وعاملاً هاماً في زيوت المحركات ومعدلات استهلاكها. ويعبر عنها بدرجة الحرارة التي يشتعل فيها 70 مل من الزيت عند تعرضه للهب، وتقاس بوحدة الدرجة السيليزية °C. ويمكن أن تتراوح درجة الحرارة لهذه النقطة ما بين 132 و 327 درجة مئوية. في هذه الدراسة تم تحديد نقطة الوميض لعينات الزيت موضوع الدراسة مستخدماً جهاز قياس درجة الوميض وباستخدام الطريقة القياسية ASTM D93 [5]. هذا الجهاز يقيس الوميض في درجة حرارة تتراوح بين 40°C و 360°C. شكل رقم (2) يوضح الجهاز المستخدم لقياس درجة الوميض.



شكل 2: جهازي قياس درجتَي الوميض والانسكاب

ث) درجة الانسكاب Pour point

درجة الانسكاب هي أدنى درجة حرارة ينسكب فيها الزيت. وتعتبر مؤشر قدرة زيت على التدفق عند درجات الحرارة التشغيلية الباردة، ويقاس بوحدة الدرجة السليليزية $^{\circ}C$. ويعتبر هذا الأمر هاماً للغاية بالنسبة لزيتوت المحركات والزيوت التي تعمل عند درجات الحرارة المنخفضة والمنخفضة للغاية. في هذه الدراسة تم تحديد درجة الانسكاب لعينات الزيوت موضوع الدراسة وفقاً للطريقة القياسية ASTM D97 [7] وباستخدام الجهاز الموضح في الشكل (2).

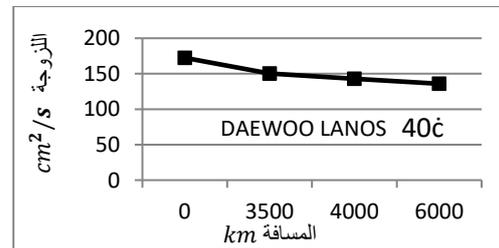
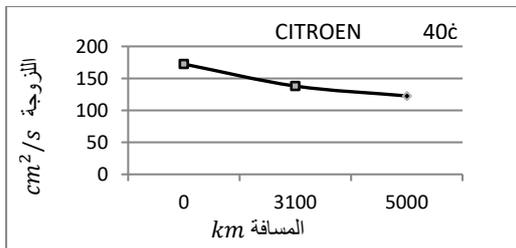
ج) المحتوى الرمادي Ash Content

المحتوى الرمادي يقصد به المخلفات الغير المتطايرة والنااتجة من عملية حرق المشتقات البترولية حرقاً كاملاً، ويعبر عن هذا المحتوى عادة بالنسب الوزنية المختلفة من المادة باستخدام أنبوب الاختبار. تناولت هذه الدراسة قياس المحتوى الرمادي حسب قياس ASTM 482 واستخدمت طريقة Centrifuge Speed pre-selection up to 4000 rpm مع فرن التجفيف.

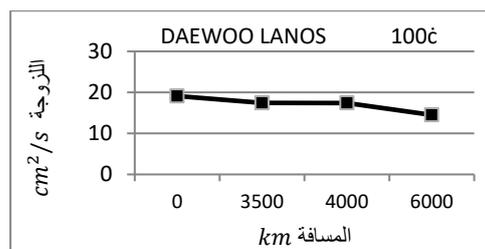
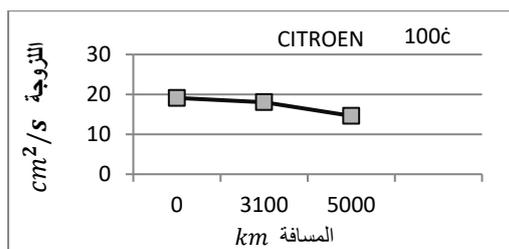
3. الاختبارات والنتائج

1.3 اختبار اللزوجة عند درجتى الحرارة $100^{\circ}C$, $40^{\circ}C$

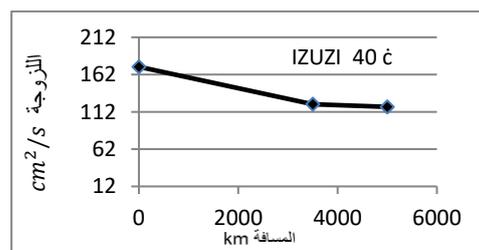
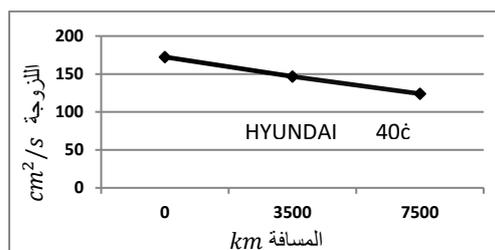
في هذه الدراسة أجريت الاختبارات لنوع من الزيوت لعينات مختلفة من محركات البنزين السابق ذكرها، وأظهرت النتائج وجود تغير في لزوجة الزيت للمحركات والتي تمر بظروف تشغيل معينة تتشابه أو تختلف من حيث التحميل أو الصيانة الدورية لما لهما من أثر كبير على عمر الزيوت عند التشغيل. من خلال الأشكال رقم (3)، (4)، (5)، (6) نلاحظ التغير الواضح في معدل اللزوجة، حيث تنخفض اللزوجة تدريجياً بزيادة المسافة المقطوعة ولمسافات طويلة وذلك لتعرض المحرك للإجهادات المختلفة الناتجة من ارتفاع في الحرارة والاحتكاك والتآكل ونواتج الاحتراق وأهمها نسبة الكربون. نلاحظ نسبة الانخفاض للزوجة لمحرك DAWOO LANOS عند المسافة 6000 km وعند درجتى الحرارة $100^{\circ}C$, $40^{\circ}C$ على التوالي هي 24%، 21% وبلغت لمحرك CITROEN عند المسافة 5000 km وعند درجتى الحرارة $100^{\circ}C$ ، على التوالي هي 27%، 23% وهذا ما يتفق مع العديد من الدراسات وإثبات العلاقة العكسية بين درجة الحرارة مع المسافة واللزوجة مع التأثير الواضح لحالة منظومات التشغيل والصيانة التي يمر بها المحرك.



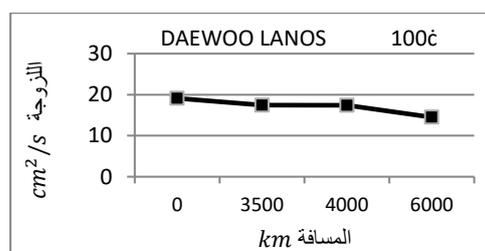
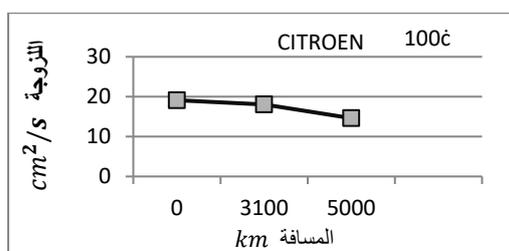
شكل 3. لزوجة الزيت SW50-10 عند درجات الحرارة $40^{\circ}C$ (مركز بحوث النفط)



شكل 4. لزوجة الزيت SW50-10 عند درجات الحرارة 100°C (مركز بحوث النفط)



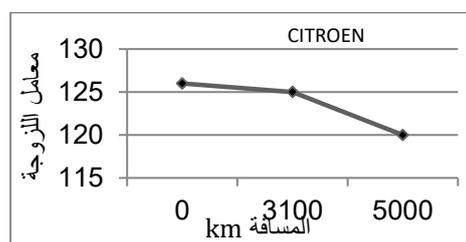
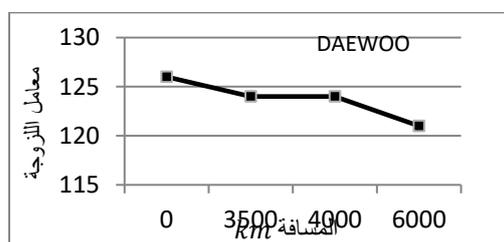
شكل 5. لزوجة الزيت SW50-10 عند درجات الحرارة 40°C (مصفاة الزاوية)



شكل 6. لزوجة الزيت SW50-10 عند درجات الحرارة 100°C (مصفاة الزاوية)

2.3 اختبار معامل اللزوجة للمحركين CITROEN, DAEWOO LANOS

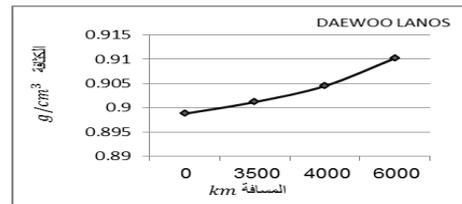
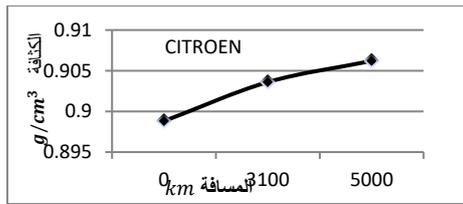
من الشكل رقم (7) يلاحظ أن معامل اللزوجة يتراوح بين (120-125) من جداول خاصة عند مدى درجة الحرارة (40°C), (100°C) , إذ يؤثر مقدار الانخفاض في معامل اللزوجة على جودة الزيت وثبات لزوجته مع الاستعمال ولمسافات متعددة حيث تصل نسبة الانخفاض 4% للمحركين.



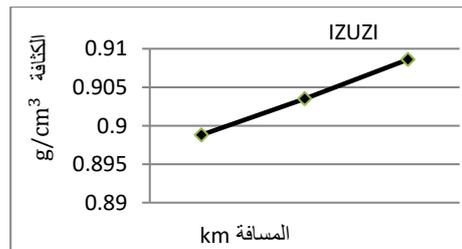
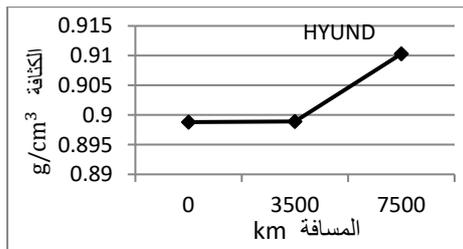
شكل 7. معامل لزوجة الزيت SW50-10 للمحركين (مركز بحوث النفط)

3.3 اختبار الكثافة

من خلال الشكلين رقم (8 , 9) نلاحظ الزيادة الواضحة في نسبة الكثافة وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة وتكون نواتج الاحتراق من كبريت وغيرها بالإضافة لتكون الماء، حيث وصلت الكثافة الي 0.91 g/cm² بنسبة زيادة تصل الي 1.3%.



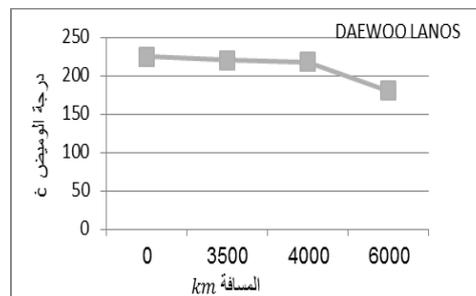
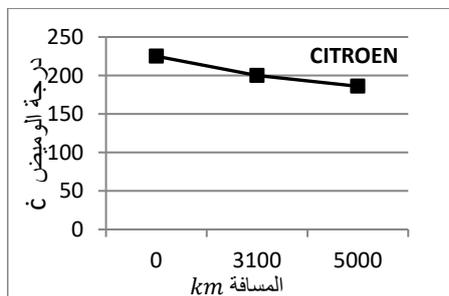
شكل 8. كثافة الزيت SW50-10 (مركز بحوث النفط)



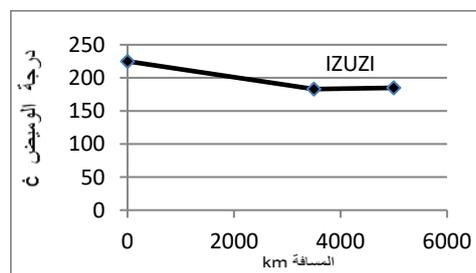
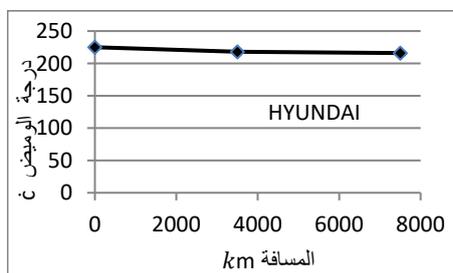
شكل 9. كثافة الزيت SW50-10 (مصفاة الزاوية)

4.3 درجة الوميض Flash point (°C)

تدل النتائج في الشكلين التاليين رقم (10، 11) إلى انخفاض درجة الوميض إلى أن تصل نسبة الانخفاض إلى 20% وهذا ما يدل على تكون المركبات الغير مرغوب بها والتي تؤثر على جودة الزيت.



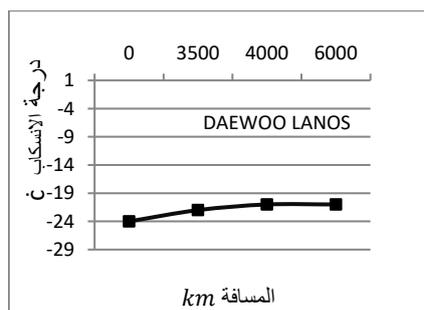
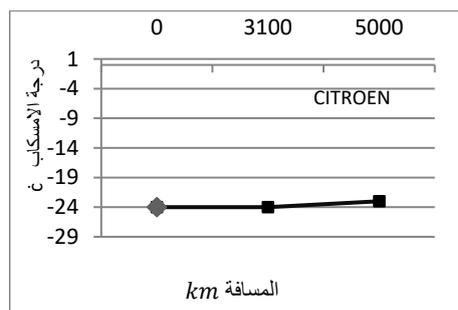
شكل 10. درجة الوميض للمحركين Flash point (مركز بحوث النفط)



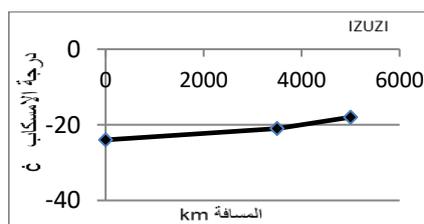
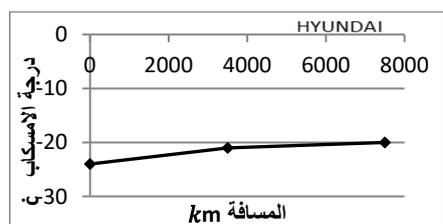
شكل 11. درجة الوميض للمحركين Flash point (مصفاة الزاوية)

5.3 درجة الانسكاب Pour point

وبالمثل أيضا تدل النتائج في الأشكال رقم (12، 13) إلى زيادة درجة Pour إلى أن تصل نسبة الزيادة في المتوسط إلى 8% وهذا ما يدل على انخفاض اللزوجة للزيت.



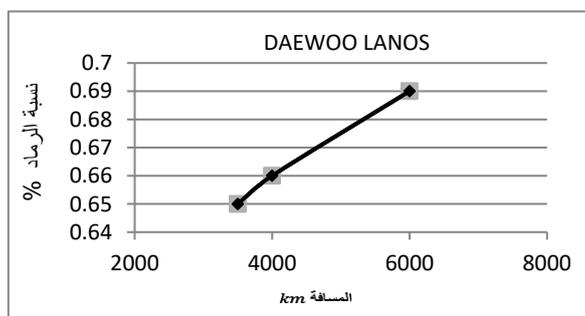
شكل 12. درجة الانسكاب للمحركين Pour point (مركز بحوث النفط)



شكل 13. درجة الانسكاب للمحركين Pour point (مصفاة الزاوية)

6.3 نسبة الرماد للمحركين DAEWOO LANOS CITROEN (Ash content (wt%))

من خلال الشكل رقم (14) نلاحظ زيادة نسبة الرماد وهو من أهم المؤشرات على نواتج الاحتراق ومشاكل التآكل وتعرض المحرك لوسط مملوء بالغبار وزيادة نسبة الرماد ترتبط بشكل وثيق بالمسافة المقطوعة وظروف التشغيل.



شكل 14: نسبة الرماد (Ash Content) لمحرك DAWOO LANOS

4. الخلاصة

في هذا البحث تمت دراسة نتائج اختبارات اللزوجة، الكثافة، درجة الوميض، نقطة الانسكاب لزيت من نوع SW50-10 لأربعة عينات لمحركات مختلفة من حيث النوع والمسافة المقطوعة. أظهرت النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة أن الخصائص الفيزيائية والكيميائية تتأثر بقيمة المسافة المقطوعة واختلاف درجات الحرارة في نماذج المحركات الأربعة المدروسة بنسب متفاوتة. وجد أن لزوجة الزيت تنهار بزيادة المسافة المقطوعة حيث لوحظ انخفاض نسبة معدل اللزوجة بمقدار 21% ، 24% للمحرك DAWOO LANOS عند المسافة المقطوعة 6000km عند درجتي الحرارة 100°C, 40°C على التوالي. وبلغت للمحرك CITROEN عند المسافة المقطوعة 5000km عند درجتي الحرارة 100°C, 40°C 23% ، 27% على التوالي. بالنسبة لخاصية الكثافة لعينات الزيت تشير النتائج إلى أن كثافة الزيت تزداد بزيادة المسافة المقطوعة للمحركات

الاربعة حيث تصل الزيادة إلى 1.3 % . كما أظهرت النتائج انخفاض نسبة درجة الوميض Flash point بزيادة المسافة المقطوعة للمحركات الأربعة لتصل نسبة الانخفاض إلى 20 % وزيادة درجة الانسكاب Pour point في العينات إلى أن تصل نسبة الزيادة في المتوسط إلى 8% . كما أوضحت نتائج هذه الدراسة أن نسبة المحتوي الرمادي للعينات يزداد بزيادة المسافة المقطوعة حيث بلغت زيادة نسبة الرماد لمحرك DAWOO LANOS إلى 0.69% عند المسافة 6000km .

المراجع

- [1] عبدالله عزوي عيسى. تأثير المسافة المقطوعة للمركبات على الخواص الفيزيائية والكيميائية لزيت المحركات ديزل (SAE40) المنتج في مصافي بغداد، المؤتمر السادس للعلوم، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 2017، SAE، ISSN-1813-1646
- [2] محمود، بهاء بدر الدين، زيوت المحركات تعريفها / أنواعها / تركيبها / تصنيعها، المكتب الاستشاري العلمي جامعة القاهرة، 2012.
- [3] محمد، اكرم عبد المجيد. تقنية محركات الديزل، المنشأة العامة للتدريب النفطي، بغداد، العراق. 2016.
- [4] د. علي محمد أبوراس، دراسة عملية لمعرفة تأثير المسافة المقطوعة على الزيت المجلة الدولية للهندسة وتقنية المعلومات جامعة مصراتة. 2020، ISSN2410-4256.
- [5] مواصفة الجمعية الأمريكية ASTM D92/ 2016 - ASTM D97/ 2017
- [6] ASTM D2270-10 (2016), Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40 °C and 100 °C, *ASTM International*, West Conshohocken, PA, 2016, www.astm.org.
- [7] د. عمر سلطان، أ. محمد قباصه، د. نادي السباني (2020) تقييم وتحليل جودة أنواع زيوت تزييت محركات البنزين المتداولة في الأسواق الليبية، *المجلة الجامعة - العدد الثاني والعشرون - المجلد الأول - مارس - 2020*
- [8] هبة ياسين أحمد (2021) تقييم نوعية تزييت محركات الاحتراق الداخلي (بنزين - ديزل)، *الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، قسم الصناعات الكيماوية، العراق.*
- [9] Mohsin and Z.A. Majid,(2014) The Effects of fuel Types on lubricating Oil Properties of Bi-Fuel Motorcycle R., *World Applied Science Journal* 32(3): 505-511.
- [10] Rattan, G., Parihar, N.S. (2017). Viscosity Index Improver for Engine Oils: An Experimental Study. *Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, Vol 51, No. 1, pp.39-45.
- [11] Dana Kareem Hameed (2023), Effects of Vehicle Mileage Rate on Engine Oil Properties. Department of Electrical Techniques, *Darbandikhan Technical Institute*, Sulaimani Polytechnic University, Darbandikhan, Province, Kurdistan Region, Iraq. 10.24271/PSR.2023.376018.1191.