Journal of Insights in Basic and Applied Sciences
مجلة رؤى في العلوم الأساسية والتطبيقية
Volume 2, Issue 1, 2026, Pages: 57-81
Journal homepage: https://jibas.com.ly/index.php/jibas/en

The Positive and Negative Effects of the Oil Viscosity on Internal Combustion Engine Oils (Gasoline – Diesel) in Libya

Osama Hamad Abd Alsalam Alasamar Alhadheeri [1 *], Ahmed Salem Mohamed Alrwiq [2], Murad Salem Mohamed Alrawiq [3], Abdulgader Alsharif [4]
[1,2] Department of Mechanical Engineering, College of Technical Sciences, Sebha, Libya
[3] Higher Institute of Petroleum Technologies - Ubari, Germa, Libya
[4] Department of Electrical and Electronic Engineering, College of Technical Sciences, Sebha, Libya

الآثار الإيجابية والسلبية للزوجة زيت محركات الاحتراق الداخلي ((بنزين – ديزل)) في دولة ليبيا

أسامة حامد عبدالسلام الأسمر الحضيري[1*]، أحمد سالم محمد الرويق [2]، مراد سالم محمد الرويق [3]، عبدالقادر الشريف [4]
[1، 2] قسم الهندسة الميكانيكية، كلية العلوم التقنية، سبها، ليبيا
[3] المعهد العالي للتقنيات النفطية، جرمة-أوباري، ليبيا
[4] قسم الهندسة الكهربائية والالكترونية، كلية العلوم التقنية، سبها، ليبيا

*Corresponding author: Osamaalasmer@gmail.com

Received: November 14, 2025	Accepted: January 05, 2026	Published: January 21, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
This research aims to study and analyze the technical characteristics and practical performance of internal combustion engine oils (gasoline and diesel) and the effects of their viscosity in the Libyan context. The research focuses on analyzing the relationship between viscosity and temperature under Libya's diverse climatic conditions, while evaluating the properties of different oils and providing practical recommendations for selecting the appropriate oil. The study begins by explaining the fundamental properties of oils, specifically viscosity and its indicators (kinematic and dynamic), pour point, flash point, and total base number (TBN). It also covers the manufacturing process, starting from the vacuum distillation of crude oil, through the stages of solvent extraction and removal of asphalt and wax, and concluding with the addition of enhancing agents, detergents, dispersants, and other chemical additives that improve oil performance.
The research presents a comparative analysis of major global oil classifications, such as SAE, API, and ACEA, and links them to local needs in Libya, recommending multi-grade oils (e.g., SAE 10W-40) for their ability to adapt to thermal fluctuations between winter and summer. The research also discusses the main types of oils available in the market: mineral, synthetic, semi-synthetic, and high-mileage oils, highlighting the advantages and disadvantages of each. In the practical aspect, the research provides recommendations for oil change intervals (every 3,000–6,000 km depending on the season and conditions), while emphasizing the importance of periodic maintenance and using suitable oils for both old and modern engines. The research concludes by stressing the need to raise awareness among Libyan consumers about oil selection criteria, enhance market quality control, and conduct further field studies to evaluate the actual performance of oils under Libya's specific conditions.

Keywords: Engine oil, Viscosity, Synthetic oils, Mineral oils, SAE classification, Libya, Pour point, Chemical additives, Engine maintenance.

الملخص
يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل الخصائص الفنية والأداء العملي لزيوت محركات الاحتراق الداخلي ((بنزين وديزل)) وتأثيرات زوجتها في السياق الليبي. يُركّز البحث على تحليل العلاقة بين اللزوجة ودرجات الحرارة تحت الظروف المناخية المتنوعة في ليبيا، مع تقييم خصائص الزيوت المختلفة وتقديم توصيات عملية لاختيار الزيت المناسب. تبدأ الدراسة بشرح الخصائص الأساسية للزيوت، وتحديداً اللزوجة ومؤشراتها ((الحركية والكينيماتية))، ونقطتَي الانسكاب والوميض، والرقم القاعدي. كما تُغطّي عملية التصنيع بدءاً من التقطير الفراغي للخام النفطي ومروراً بمراحل الاستخلاص وإزالة الإسفلت والشمع، وانتهاءً بإضافة المواد المحسّنة والمنظفات والمثبتات وغيرها من المضافات الكيميائية التي تحسّن أداء الزيوت. يُقدّم البحث تحليلاً مقارناً لأهم التصنيفات العالمية للزيوت، مثل SAE وAPI وACEA، ويربط بينها وبين الاحتياجات المحلية في ليبيا، حيث يوصى باختيار الزيوت متعددة الدرجات ((مثل (SAE 10W-40) لقدرتها على التأقلم مع التقلبات الحرارية بين الشتاء والصيف. كما يُناقش البحث أنواع الزيوت الرئيسية المتوفرة في الأسواق: زيوت المعدنية والصناعية وشبه الصناعية وزيوت الميلات المرتفعة، مع توضيح مميزات وعيوب كل منها. في الجانب التطبيقي، يقدّم البحث توصيات لتوقيت تغيير الزيت ((كل 3000–6000 كم حسب الفصل والظروف))، كما يسلّط الضوء على أهمية الصيانة الدورية واستخدام الزيوت المناسبة للمحركات القديمة والحديثة على حد سواء. ويخلص البحث إلى ضرورة توعية المستهلك الليبي بمعايير اختيار الزيت، وتعزيز الرقابة على جودة المنتجات في السوق، وإجراء مزيد من الدراسات الميدانية لتقييم الأداء الفعلي للزيوت تحت الظروف الليبية الخاصة.

الكلمات المفتاحية: زيت المحركات، اللزوجة، الزيوت الصناعية، الزيوت المعدنية، التصنيف SAE، ليبيا، نقطة الانسكاب، المضافات الكيميائية، صيانة المحرك.

المقدمة

زيوت محركات الاحتراق الداخلي تلعب دورا هاما في إطالة استمرار عمر عمل المحرك. ودورة تزيت المحرك شبيها بالدور الذي يقوم به الدم في الكائنات الحية [1]. تعتبر الزيوت الجيدة لها ميزة الثبات العالي للأكسدة أثناء الاحتراق داخل المحرك. وأثناء التشغيل في الظروف الصعبة تحافظ هذه الزيوت علي مستوي المطلوب بالشكل الجيد والصحيح. من مميزات اختيار الزيوت الجيدة يجب أن يكون لها قدرة ضخ سريعة عند درجات حرارة منخفضة. وذلك لضمان تزيت أجزاء المحرك بصورة كاملة عند بداية تشغيل المحرك وبالتالي حمايته من التأكل. وأثناء عمل المحرك تعمل هذه الزيوت علي تبريده لأن سخونة المحرك الزائدة تؤدي إلي هلاكه بالكامل [2] ,[1]. عندما يريد السائق استبدال زيت سيارته فإنه يحتار في اختيار نوع الزيت الجيد لأنه توجد ماركات تجارية عديدة في السوق. عليه كيف يتم اختيار الزيت المناسب والجيد؟ إن أساس اختيار ماركة زيت معينه يعتمد أساسا علي الكتالوج المرفق مع السيارة حيث توجد فيه جميع الارشادات والتعليمات الخاصة بزيت. ولكن في بعض الحالات يكون الكتالوج ليس موجود أو مفقود [1]. هنا يجب أن يتم اختيار الزيت من قبل السائق نفسه لكي يعمل المحرك بالصورة الصحيحة دون الاخلال بعمل المحرك وذلك من خلال الجدول التالي:

جدول (1): اختيار الزيوت الصحيحة دون الاخلال بعمل المحرك.

لزوجة الزيت يتم اختيارها حسب جمعية مهندسي السيارات الامريكية	((Society of Automotive Engineers SAE))
فئات الزيوت من حيث جودة الأداء حسب معهد البترول الامريكي	American Petroleum Institute ((API))
لزوجة الزيت يتم اختيارها حسب جمعية الاوربية لمصنعي السيارات	Association des Constructers Europeans Automobiles ((ACEA))

اتفقت الشركات الأمريكية والأوروبية علي أن تكون المواصفات القياسية للزوجة الزيت هي ((**10 – 20 – 30 – 40 – 50 – 60 – 70**)) وتكون هذه الأرقام مسبوقة بالرموز (**SAE**) أو (**(ACEA)**) حيث أنه كلما قل الرقم قلة لزوجت الزيت وكلما زاد الرقم زادت لزوجت الزيت.

نبذة مختصرة عن زيت المحرك

زيت المحرك هو الزيت المستخدم لتزيت المحركات الخاصة بالاحتراق الداخلي. وتتمثل أهميته في تنظيف الأجزاء المتحركة، ومنع تآكلها، وتحسين عملها، وتبريد المحرك عن طريق إبعاد الحرارة عن الأجزاء المتحركة، وتضاف مكونات أخرى لزيت المحرك حتى يتمكن من تحمل الضغوط العالية . يشتق زيت المحرك من البترول والمواد الكيميائية غير البترولية، والتي تستخدم في الصناعات البترولية، ويتكون الزيت بشكل عام من مواد هيدروكربونية، ومركبات عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين بشكل كامل . مواصفات زيت المحرك يستخرج من نفط هيدروكربوني أثقل وأكثر سمكاً من النفط الخام، كما تضاف إليه مواد لتحسين بعض الخصائص. له لزوجة معينة بحيث تكون مرتفعة بالقدر الكافي لتشحيم وتزيت الأجزاء دائماً، ومنخفضة بشكلٍ يتيح للزيت الحركة بين أجزاء المحرك، حيث إن مؤشر اللزوجة هو مقياس لدرجة تغير لزوجة الزيت عند تغير الحرارة، ولزوجة الزيت تعني درجة مقاومة السائل للانسياب [3],[1].

الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة للتعرف على الزيوت المحركات الاحتراق الداخلي وأهميتها في الحفاظ على الأجزاء الداخلية للمحرك. وتتضمن هذه الدراسة نبذة مختصرة عن زيت المحرك وتوقيت استبدال زيت المحرك وأهمية تغير زيت المحرك وشرح لخطوات تصنيع الزيوت وخواصها وتصنيفها والمضافات والمحسنات المستعملة في إنتاجها وأنواع تركيبات الزيوت. كما يتضمن الجزء العملي من الدراسة طرق الفحص التي تم إجراؤها للزيوت وفق متطلبات المواصفات القياسية. والتي تم من خلالها تعين اللزوجة الكينيماتية عند درجة حرارة 100 C°.ودرجة الانسكاب ونقطة الوميض لعينات الزيوت. وأخيرا المناقشة والاستنتاجات المخبرية لهذه الدراسة

توقيت استبدال زيت محرك السيارة

توقيت استبدال زيت محرك السيارة يعتبر من أهم الأشياء التي يجب عدم تركها. وذلك للمحافظة على عمر محرك السيارة. وهذه العملية تشمل إفراغ زيت السيارة القديم وتغيره بزيت جديد. كما يجب تغيير الفلتر بشكل دوري مع تغيير الزيت وهناك العديد من العوامل التي تؤثر على وقت تغيير الزيت أبرزها الظروف المناخية وكيفية قيادة السيارة والسرعة المتبعة في القيادة وعمر المحرك وحالته بعض كتيبات الصيانة تقترح تغيير زيت السيارة بعد قيادة من **4000** كيلومتر إلى **6000** كيلومتر في فصل الشتاء. بينما كتيبات أخرى تقترح تغييره من **3000** كيلومتر إلى **5000** كيلومتر في فصل الصيف. اذا كنت تعيش في أجواء شديدة الحرارة أو البرودة، أو في حالة قيادة السيارة على طريق غير معبدة أو إذا كان محرك السيارة قديم، أو في حال تحميل أوزان ثقيلة على السيارة الأفضل تغيير الزيت بشكل مبكر حتى قبل الكيلومترات المذكورة سابقا [4].

أهمية تغير زيت محرك السيارة

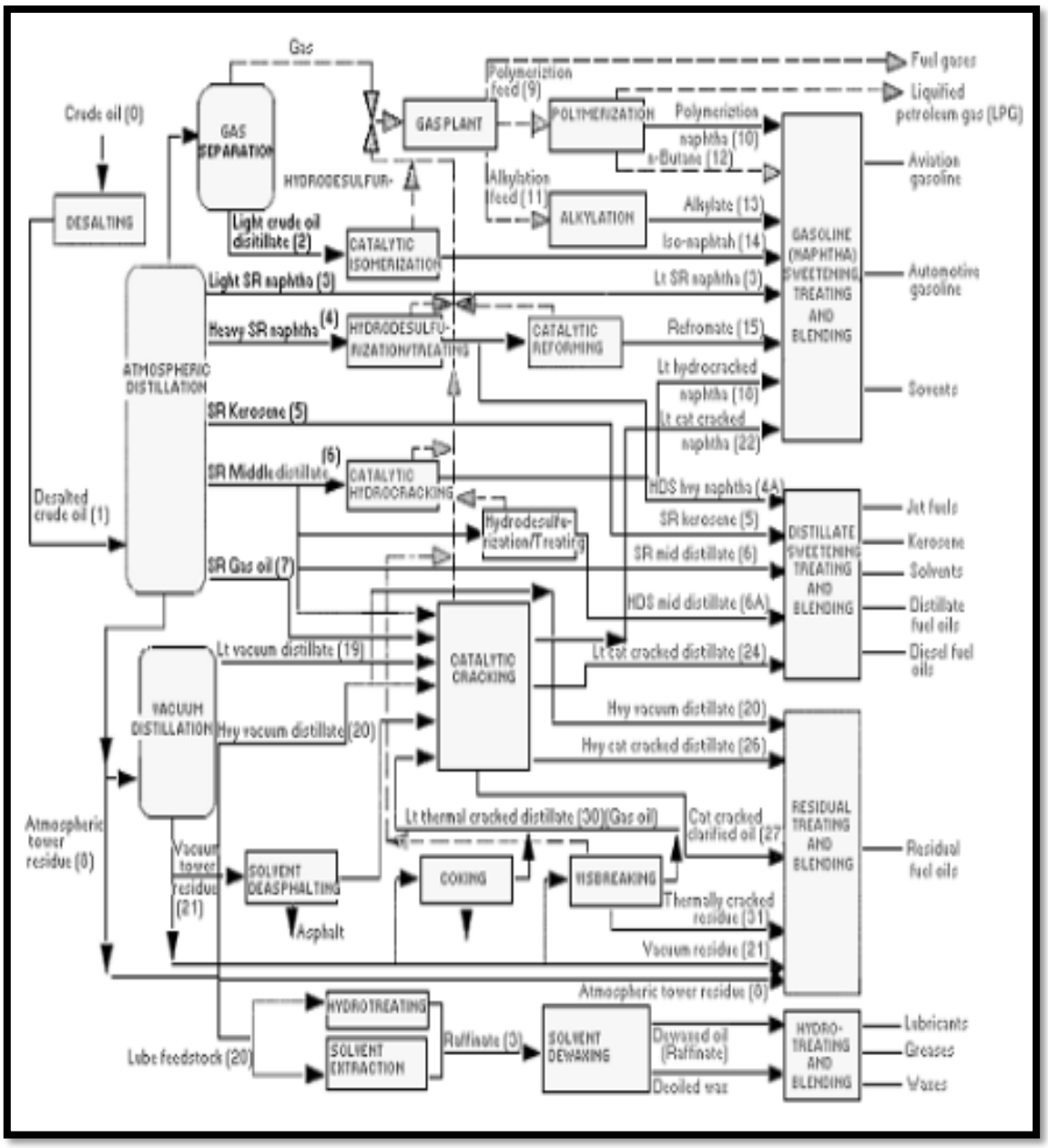
أهمية تغير الزيت أهمية كبيرة حيث تقل لزوجته بفعل الحرارة، مما يؤدي إلى زيادة الاحتكاك وبالتالي استهلاك وتآكل أجزاء المحرك وتغير الزيت يمنع ذلك. حيث يمتص زيت السيارة الغبار والماء والغازات الناتجة عن الاحتراق مما يؤدي إلى تشبع بهذه المواد بعد مدة وعدم قدرته على امتصاص المزيد منها وبالتالي تعلق هذه المواد بالمحرك وتشكل الصدأ واستهلاك المواد التي تعمل على تجديد الأحماض وزوال أثرها [1,2].

تصنيع زيت محرك الاحتراق الداخلي

معظم زيوت السيارات تستخرج من النفط الهيدروكربونات المحتوية علي **(20 – 60)** ذرة كاربون وبأوزان جزيئية تتراوح بين **(300 – 750)** وبدرجات غليان تتراوح ما بين **(300 الي 600)** درجة مئوية. أن

العملية الاولي والرئيسية في أنتاج الزيوت هي التقطير الفراغي للخام المختزل [5]. والتي ينتج عنها المقطرات الجانبية. وعلي اختلاف نواتج التقطير، فلا بد ان تتبعها عملية وحدة إزالة الإسفلت ليتم فصل المواد الإسفلتية والمركبات الهيدروكربونية الحلقية المتفرعة والبارافينات ذات الوزن الجزئي العالي وأكاسيد الكبريت والمركبات النيتروجينية والتي تؤثر علي الخواص التوزيعية في السوق للزيت المنتج [5]. تتم عملية الاستخلاص باستخدام مذيب مناسب وحسب نوع المادة الداخلة من حيث منشأها ومحتواها الهيدروكاربوني ليتم علي أساس تثبيت ظروف الاستخلاص من درجات حرارة ونسبة مذيب الي المادة المغذية ثم ازالة المواد الغير مرغوب بها الحصول علي زيت أساس ذو نوعية جيدة [6] ,[7].

يمثل **شكل رقم (1)** مخطط لمصفي متكامل يشتمل علي وحدات تقطير جوية وفراغية لإنتاج الدهون وكذلك وحدات تكميلية. وحسب **شكل رقم (1)** يدخل النفط الخام الي برج التقطير الجوي وهو البرج الرئيسي في وحدات التكرير [8] لتنفصل المواد الخفيفة مخلفه ورائها المادة الثقيلة النفط الأسود الذي يكون مادة مغذية ترسل الي وحدات الدهون لتدخل برج التقطير الفراغي وليتم فيه فصل المشتقات الأخف كدهون الأساس والتي تدعي المقطر الجانبي الأول والمقطر الجانبي الثاني والمقطر الجانبي الثالث و زيت الغاز من أعلي البرج بالإضافة الي المادة الأثقل وهي المتخلف الفراغي التي تخرج من أسفل البرج وتكون مادة مغذية لوحدة ازالة الإسفلت باستخلاص بواسطة البر وبان ينتج عنها مادتين الإسفلت الخالي من الدهن يستخدم لإنتاج الإسفلت بأنواعه والمادة الثانية زيت أساس خالي من الإسفلت يستعمل لأنتاج زيوت محركات أيضا . يعقبها عمليات إضافة المضافات الكيميائية كالمحسنات والمنظفات والمشتتات ومواد خافضة للرغوة وموانع الأكسدة وخوافض درجة الانسكاب وغيرها من المواد التي تعمل علي تحسين خصائص زيت المحركات ثم تعبئة الزيوت في عبوات خاصة مختلفة الأحجام قبل تسويقها [8].



شكل رقم (1): مصفي متكامل يشمل وحدات تقطير جوية وفراغية ووحدات تكميلية.

خصائص زيوت المحركات

1 – اللزوجة Viscosity: - من أهم خصائص الزيت التي يعتمد عليها في تزيت الأجزاء المتحركة هي اللزوجة. وهي مقياس لمقاومته للجريان وهي مجددة علي أنها وحدة قوة مطبقة علي وحدة سطح والمطلوبة من أجل أحداث قص لطبقة من الزيت عند وحدة السرعة. ويجب أن تكون عالية بالقدر الذي يحافظ علي تشحيم وتزيت الأجزاء دوما. كما يجب أن تكون منخفضة بالقدر الذي يسمح للزيت بالحركة بين أجزاء المحرك. ويعد مؤشر اللزوجة مقياس لمدي تغير لزوجة الزيت مع تغير الحرارة [13].

اللزوجة الحركية: وهي قياس مقاومة السائل للتدفق في ظل الجاذبية ودرجة حرارة معينة وهي عادة تقاس عند **40 درجة مئوية**. الوحدة الدولية **SI** للزوجة الديناميكية **هي باسكال** × **ثانية (Pa. S)السنتي بواز (Cp) هو واحد ملي باسكال** × **ثانية (mpa. s)**

اللزوجة الكينيماتية: هي اللزوجة الحركية الديناميكية مقسومة علي كثافة الزيت عند نفس درجة الحرارة والضغط وتقاس بوحدة **السنتي ستوك cSt**.

2 – نقطة الانسكاب : وهي أدني درجة حرارة ينسكب فيها الزيت عند تبريده في ظروف محدده . ويعتبر هذا المتطلب هاما للغاية بالنسبة لزيوت المحركات وزيوت التشحيم الأخرى التي تعمل في درجات حرارة منخفضة أو شديدة الانخفاض. وترتبط درجة الانسكاب مباشرة بنوعية الخام المستخدم ومحتوي الشمع الموجود فيه. وبهذا فهو يعد مؤشر قدرة زيت ما علي التدفق في درجات الحرارة التشغيلية الباردة ويقاس بوحدة الدرجة السليسيوز C.

3 – نقطة الوميض : هي درجة الحرارة التي تومض فيها كمية تصل الي **70 ملي** من الزيت عند تعرضها للهب مكشوف . وهذه النقطة قد تكون بين **132 و327 درجة مئوية**. ويعتبر هذا الأمر مؤشرا لقدرة الزيت علي التطاير وعاملا هاما في زيوت المحركات ومعدلات استهلاكها. ويقاس بوحدة السلسيوز C.

4 – الرقم القاعدي : وهو مقياس لدرجة امتصاص الزيت للمواد القلوية مما يعمل علي تحديد الأحماض . وبالمقابل هناك خاصية الرقم الحامضي وهو مقياس لدرجة امتصاص الزيت للمواد الحمضية.

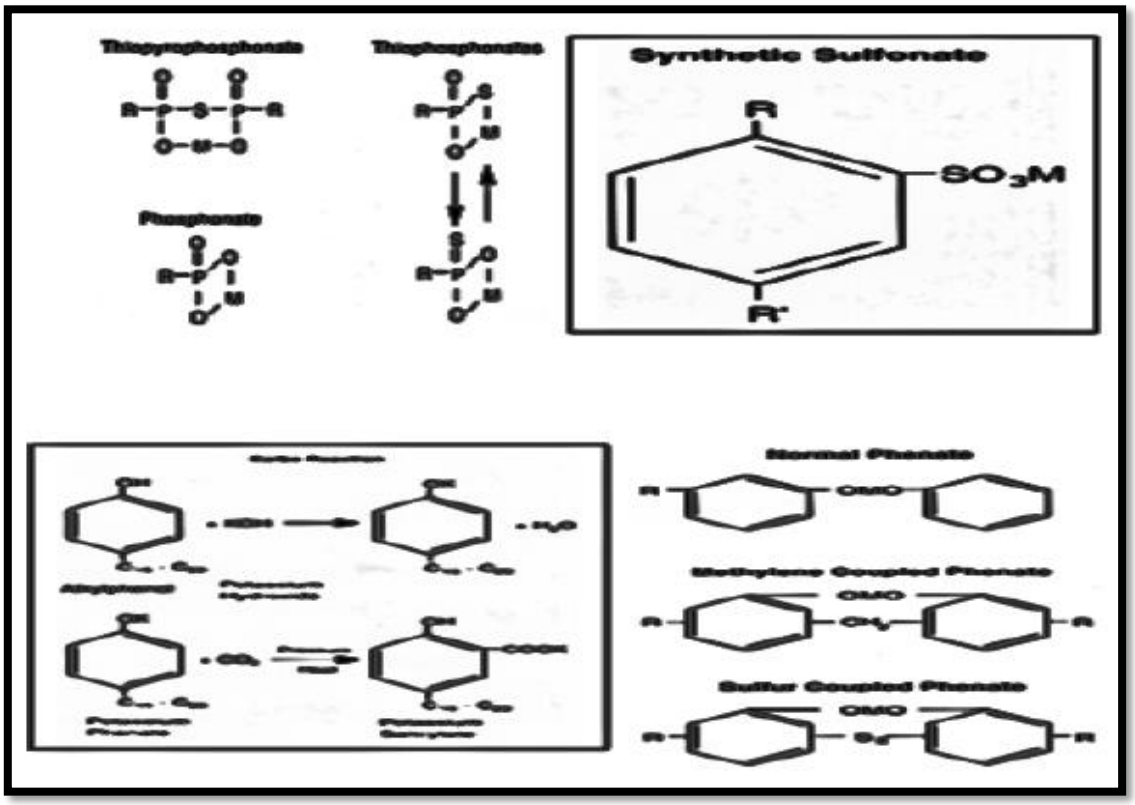
5 – معامل اللزوجة (Viscosity Index) : هي قابلية الزيت في الحفاظ علي سيولته خلال مدي معين من درجات الحرارة وهو رقم يتراوح من **(0 الي 100)** أو أكثر ويتم احتسابه من معرفة اللزوجة الكاينماتيكية في **37.78 درجة مئوية و98.88** درجة وباستعمال جداول خاصة ويمثل الفحص لمادة الرافينات مؤشر لمدي كفاءة الاستخلاص وفيما اذا كانت الزيوت المنتجة ذات معامل لزوجة واطي أو عالي . كما أنه يمثل مؤشرا للمكونات والذي يمثل تغير اللزوجة بالنسبة لمكونات المادة المغذية لأحدي النماذج مما يبين أنه كلما تم إزالة أرومات كلما تحسن معامل اللزوجة. ويقل معامل اللزوجة قليلا في وحدة إزالة الشمع ويرتفع مرة ثانية في وحدة الهدرجة (13).

1-5 المواد المضافة (Additives): هي عبارة عن مواد كيميائية يتم خلطها مع زيوت الأساس لتؤدي وظيفة تشحيم معينة. لا تتمتع الزيوت المعدنية بالثبات الكيميائي أذ تخضع تحت تأثير الأكسجين والحرارة لتحولات كيميائية تنتج فيها مركبات حمضية تهاجم أجزاء المحرك وأخري تترسب وتسد الممرات ولمنع ذلك تتم إضافة المضافات الكيميائية. وتأتي أهمية تغير الزيوت بين فترة وأخري لإزالة الأوساخ التي تراكمت فيها أثناء التشغيل والتي بمرور الوقت وبالتدريج تعمل علي خفض مستوي الخواص التزيتية للزيت فأثناء عملية الاستخدام تتغير مركبات الزيت الأساسية وتستنفذ الإضافات التي أضيفت للزيت وذلك بسبب التسخين وتفاعلات الاحتراق داخل المحرك وبقدر الحاجة المتكررة لتغير الزيت إلا أنها تعتبر الطريقة الأرخص لإطالة عمر المحرك وإطالة فترة خدمته. وتعتبر زيوت المحركات الحديثة منتجات ذات جودة عالية بكل المواصفات الضرورية إلا أنها لا تعتبر ثابتة بصورة مطلقة. فدرجات الحرارة العالية والماء المتكونين من احتراق المركبات الكبريتية تساهم إلي حد كبير في إضعاف قدرة الزيت في تحقيق وظائفه بالشكل المطلوب. فالأحماض والماء المتكونة في الزيت لا يمكن إزالتها منه إلا بتغيره عند درجات الحرارة المرتفعة.

هناك مفهوم خاطئا لدي البعض من حيث **أسوداد** الزيت وذلك بعد قطع مسافات قليلة وينصح بتغير الزيت بصورة مستعجلة باعتبار أن الزيت فقد فاعليته أو باعتقاد أنه سيعمل علي اتساخ المحرك. هذا الاعتقاد خاطئ وما يحدث هو العكس تماما. فالزيوت الحديثة عالية الجودة تحتوي علي كميات من الإضافات المنظفة والمشتتة للأوساخ والتي بسرعة كبيرة في بعض الأحيان لبعض المئات من الكيلومترات تعمل هذه الإضافات علي التقاط الأوساخ والترسبات ونواتج الاحتراق إليها وتمنع تكونها علي المكابس فتحافظ علي هذه الأوساخ والترسبات بصورة معلقة في الزيت. فأثناء تغير الزيت تزال هذه الأوساخ مع الزيت وبذلك تعمل علي تنظيف المحرك من هذه الترسبات. وهذا ما يفسر اسوداد الزيت. أما إذا بقي الزيت نقي وصافي بعد السير لعدة آلاف من الكيلومترات فهذا دليل علي أن الزيت المستخدم لا يتمتع بخواص المنظفات ومن الضروري استبداله بزيت من نوع يتمتع بخواص المنظفات. ولكي يتم التغير بسهوله ويسر يفضل أن يتم استبدال الزيت والمحرك ساخن عندئذ ينساب الزيت بسهوله فتخرج معه الأوساخ بانتظام ويكون إزالتها من علي المحرك أحسن مما لو أجري التغير والمحرك بارد [13] ،[14].

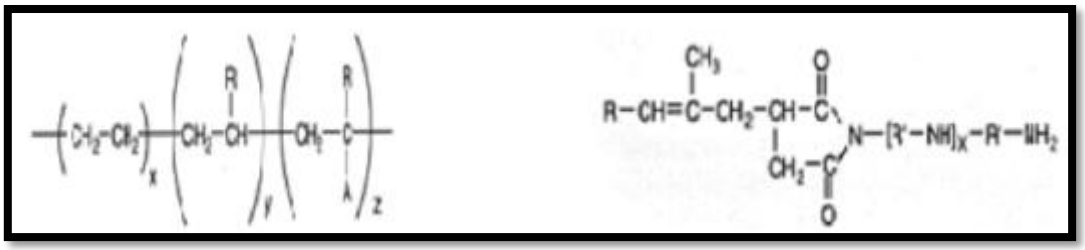
لقد تغيرت زيوت محركات الاحتراق الداخلي من زيوت معدنية أحادية عام **1930 م** الي زيوت متعددة الدرجات. وتحتوي حتى علي **20 %** من المنظفات الكيميائية عام **1990 م**. والتي يوضح الاضافات التي يتم إضافاتها للزيوت لتحسين خواصها:

1 – 5 – 1: المنظفات (Detergents): أملاح معدنية لأحماض عضوية مثل – **الباريوم** – **الكالسيوم** – **المغنيزيوم.** بالإضافة الي مركبات قطبية طويلة السلسلة مثل – **هيدروكسيل** – **كاربوكسي** – **فينول** – **فوسفات.** تستطيع الامتزاج علي الأسطح المعدنية وتحول دون التصاق الشوائب. حيث أن المنظفات تعادل الأحماض المتكونة نتيجة لعملية الاحتراق وتوصف كيميائيا من حيث نسبة المعدن الرماد المكبرت % المحتوي الصابوني والرقم القاعدي **TBN**. والشكل رقم (2) يوضح أمثلة لعدد من المنظفات المضافة.



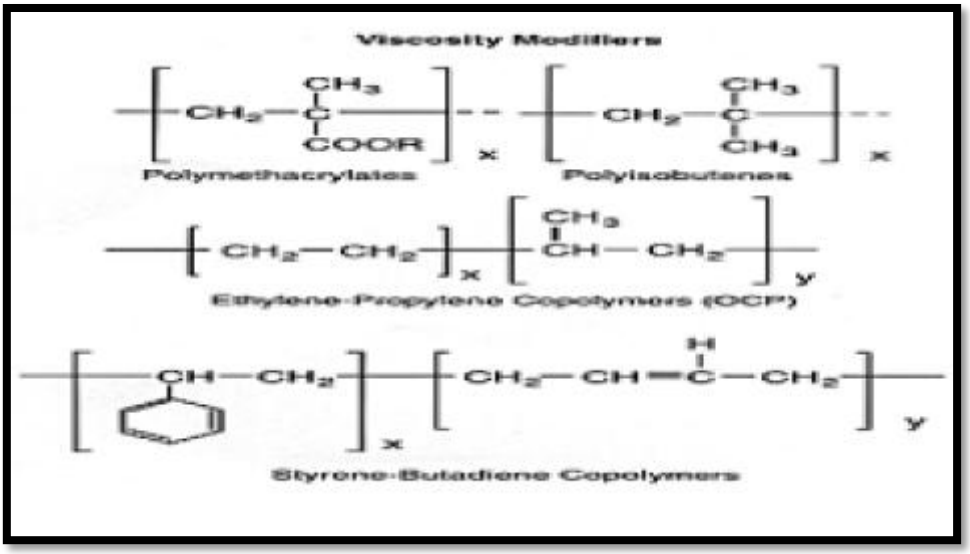
الشكل رقم (2): التراكيب الكيميائية للمنظفات المضافة للزيوت.

1 – 5 – 2: المشتتات (Dispersants): تمنع تكون الرواسب المعدنية. فهي تحتفظ بالأجسام الغريبة في الزيت عند درجات حرارة عالية. تقاس فاعليتها بقلويتها إذ تعمل علي إكساء سطح المعدن بطبقة وتكون المشتتات خالية من المعادن. قليلة القاعدية ذات وزن جزئي أعلي من المنظفات لذي هي أعلي فاعلية في أداء وظائفها. حيث أن المجموعات القطبية تتجمع مع الجزيئات القطبية والغير قطبية تبقي معلقة في مواد التشحيم. **والشكل رقم (3)** يمثل تركيب أحد المواد المضافة كمشتتات للزيوت.



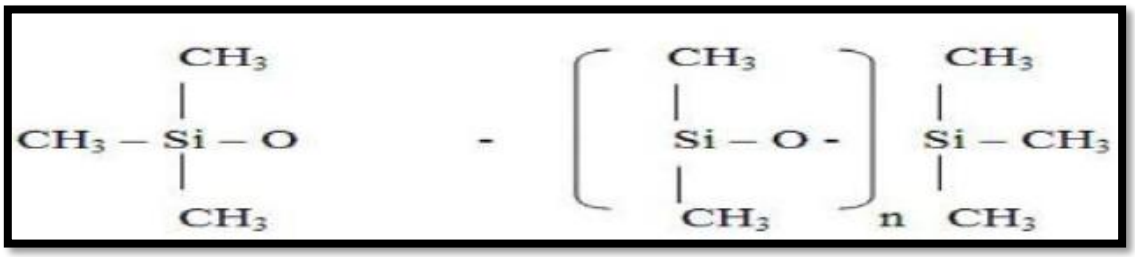
شكل رقم (3): أنواع من المواد المضافة كالمشتتات للزيوت.

1 – 5 – 3: مؤشر محسن اللزوجة (Viscosity Index Improvers): وهي عبارة عن مواد صناعية تعمل علي زيادة سماكة الزيت وتعتبر غير فعاله في درجات الحرارة السفلى ألا أنها تتفاعل مع الحرارة لمقابلة الميل الطبيعي لزيت الأساس نحو الترقق في درجات الحرارة العالية. وتستخدم محسنات مؤشر اللزوجة مع زيت المحركات **SAE W10** لإنتاج زيت محركات **W 40**. وفي درجات الحرارة المنخفضة يسلك هذا الزيت سلوك زيت **SAE W10**. ففي درجات الحرارة المرتفعة تقوم المادة المحسنة بعملها وتجعل الزيت يسلك مسلك **SAE W40**. تؤمن عمل المحرك في مجال حراري واسع وبذلك يتلافى التغير السريع للزوجة بتغير الحرارة ورفع قدرة الزيت للضخ وانحلال تلك المضافات يعمل علي رفع اللزوجة بارتفاع درجة حرارة الزيت عند درجات الحرارة المنخفضة. **والشكل رقم (4)** يوضح ذلك



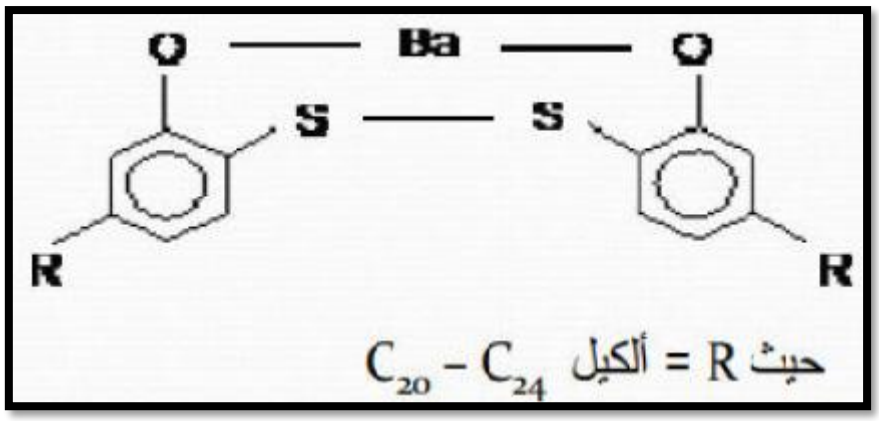
شكل رقم (4): التركيب الكيميائي لمحسنات اللزوجة.

1 – 5 – 4: مضادات الرغوة (Antifoam): تعمل علي تكسير فقاعات الهواء علي سطح الزيت. وعندما تتزايد الرغوة في الزيت فإنها تسبب دخول مزيد من الهواء الي نظام الزيت بينما يقل مستوي الزيت مما يؤدي الي وضع خطير في أنظمة الهيدروليك وصناديق التروس. حيث معدل سرعة الدوران هي المقياس. وفي النهاية يؤدي ذلك الي تجوف المضخة مع ما يتبع ذلك من الاهتراء والتآكل. كل الزيوت النفطية لها خاصية إذابة الهواء ومضادات الرغوة تعمل علي نزع الهواء وانفصال الفقاعات بواسطة تغير قوة الشد السطحي بين الوسط السائل والغازي مما يعجب بانهيار الفقاعات ومن أمثلتها إضافة مركبات السليكون العضوية. **والشكل رقم (5)** يوضح ذلك.



شكل رقم (5): التركيب الكيميائي لمضادات الرغوة.

1 – 5 – 5: مخفضات نقطة الانسكاب: هي الدرجة التي تتغير فيها خواص المادة من سائلة الي شبه صلبة. والمخفضات تمنع جزيئات الشمع من تشكيل تجاويف تشبه خلايا النحل أو التبلور في درجات الحرارة الباردة. وتفيد هذه المواد علي وجه الخصوص الزيوت البارافينية. عند انخفاض الحرارة يفقد الزيت حركتيه نتيجة لانفصال الهيدروكربونات الصلبة لذا تضاف المضافات التي تؤثر علي الجزيئات الإبارية فتحولها لكروية قليلة التأثير علي حركة الزيت والشكل (6) يوضح ذلك.



شكل رقم (6): التركيب الكيميائي لاحد مخفضات درجة الانسكاب.

1 – 5 – 6: مانعات الأكسدة (Antioxidant): لدي دخول الأكسجين الي الزيت في درجات الحرارة العالية يصبح الزيت غامقا اللون وسميكا. ومع الاستخدام فإنه يشكل حمأوه. والمادة المانعة للتأكسد تعمل علي تأخير تفاعل الزيت مع الأكسجين وتطيل عمره. حيث تتسبب الحرارة بالتكسير الحراري بين C° **300** الي C° **320** ونواتج التكسير هي هيدروكربونات خفيفة غير مشبعة تؤدي الي تغير خواص الزيت كما أن تلوث الزيت بالماء والمواد الصلبة يسرع من الاكسدة. وأكثر الإضافات المانعة للأكسدة المضافات من نوع الكيل فينول المضافات التي تحتوي علي النيتروجين كالأمينات الأليفاتية والعطرية والحلقية المتباينة ومركباتها. وتعتبر الأمينات موانع أكسدة في درجات الحرارة المنخفضة حيث تظهر فاعليتها ما بين (**C° 100 الي C°120**) أما في درجات الحرارة المرتفعة فإنها تتعرض ذاتها للأكسدة بالإضافة الي المضافات الحاوية علي الكبريت والفسفور [13] ،[14].

خواص ومهام الزيوت: - وهي كالتالي:

أ. أن يكون لزيت سيولة كافيه لتغلغل داخل الاماكن الصغيرة والضيقة.
ب. أن يكون لزيت قدرة علي محافظة درجة اللزوجة علي أكمل وجه.
ت. أن يكون لزيت مقاومة كبيرة للاحتراق عند درجات حرارة عالية.
ث. أن يكون مقاوم لعملية التأكسد **((**تحول الزيت في درجات الحرارة العالية مثل حلقات البستن الي مركبات صمغية اسفلتية وهذه المركبات تسد الممرات**))**.
ج. أن يكون مقاوم للاحتكاك بين الأسطح المتلامسة لحمايتها من التأكل [10].

أنواع تركيبات الزيوت

1. زيوت أحادي الدرجة:

تتغير درجة لزوجة الزيت أحادي الدرجة بارتفاع درجة الحرارة أو نقصانها، ويحضر من المواد البترولية الأساسية، فالعبوة التي يكتب عليها **W**10 تعني أن مقياس درجة اللزوجة فيه ثابتة ولا تتغير بتغير حرارة المحرك، وتساوي **10**، وغالباً ما يستخدم هذا النوع من الزيت في المحركات القديمة أو كزيت تروس [10], [11].

2. زيوت متعددة الدرجات:

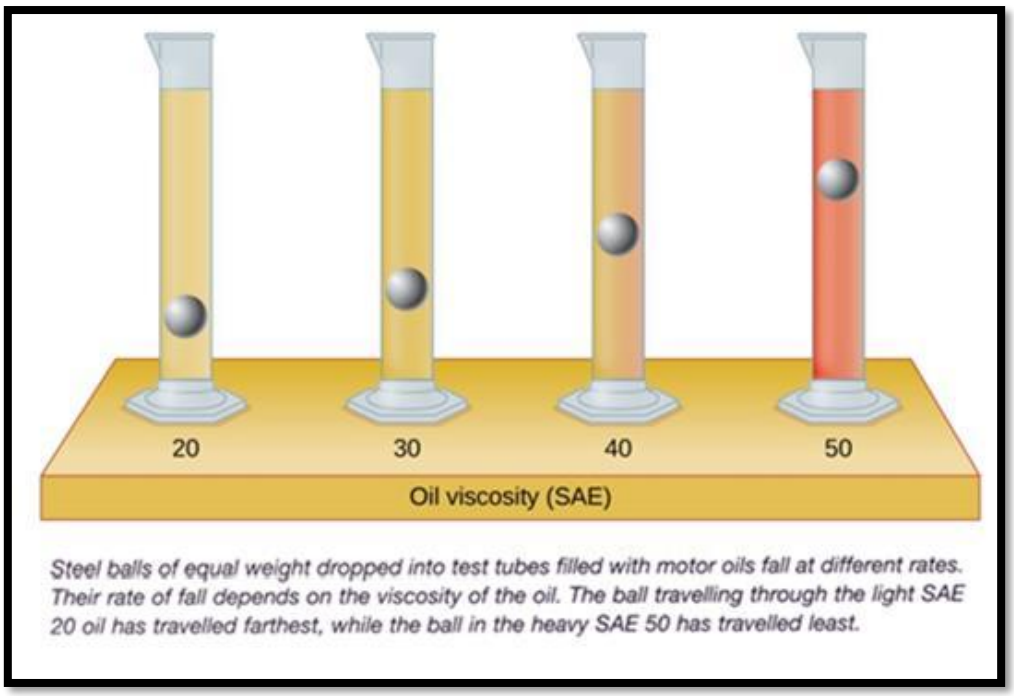
تتغير درجة اللزوجة في الزيت متعدد الدرجات عندما تتغير درجة حرارة المحرك، بحيث تصبح من درجة اللزوجة **10** إلى **50**، ويحضر من المواد الكيميائية والبترولية، وجزيئات البوليمارات الدقيقة، ويصبح هذا الزيت خفيفاً وذا لزوجة منخفضة في الصباح عندما يكون المحرك بارداً فتتمكن مضخة الزيت من ضخه سريعاً إلى كافة أجزاء المحرك، والأجزاء العليا خلال فترة قصيرة جداً كي لا تتعرض للتآكل بسبب الاحتكاك. يكون الزيت صباحاً في قاع المحرك، ويسخن هذا الأخير بشكل تدريجي، مما يتيح لدقائق

البوليمارات الموجودة في الزيت التمدد فتزيد درجة لزوجته مع ارتفاع حرارة المحرك، لهذا سمي بالزيت متعدد الدرجات، وكلما ازداد الفرق بين الدرجة الدنيا والعليا للزوجة كان الزيت أفضل وأغلى سعرا. وتعد الزيوت المركبة **(متعددة الدرجات)** أفضل من الزيوت أحادية الدرجة، لأنها تتحمل حرارة وضغطاً أعلى مما تتحمله الأحادية، كما تحتوي على مواد غير موجودة في الأحادية، مثل: مواد عازلة تقلّل من الاحتكاك بين السلندر والبستون، ومواد كيميائية تمنع تكون الصدأ [10], [11].

لزوجة الزيت: (Oil Viscosity)

عند تعرض السائل لقوة خارجية، فإنه يقاوم الانسياب نتيجة احتكاك الجزيئات الداخلية للسائل. واللزوجة هي مقياس للاحتكاك الداخلي بمعني هي مقاومة السائل للانسياب، أو سرعة انسياب السائل عند قياسه في جهاز قياس اللزوجة **viscometer**. يمكن قياس اللزوجة بوحدات سنتي ستوكس **centistokes** (cSt) والكينماتيك **kinematic (kv)** والتي تم ترجمتها إلى أرقام للزوجة اسهل في الفهم والموضوعة على زجاجات ومعلبات الزيت **SAE viscosity numbers**. **والتي سوف يتم شرحها في فقرة تصنيفات لزوجة الزيوت وفئاتها.**

لزوجة السائل مهمة لأنها ترتبط ارتباطا مباشر مع القدرة على تحمل الاحمال. كلما زادت لزوجة السائل، كلما زادت القدرة على تحمل الحمل. لذا يجب أن يكون للسائل اللزوجة المناسبة لفصل الأجزاء المتحركة عن بعضها في حالة التشغيل العادية بمعني الحرارة والسرعة. وبمعرفة ان لزوجة السائل ترتبط مع قدرته لتحمل الاحمال، فقد يتصور الشخص بأنه كلما زادت لزوجة السائل كلما كان ذلك أفضل وهذا مفهوم خاطئ [10]. الحقيقة هي أن استخدام سائل ذو لزوجة عالية قد يكون ضار مثل استخدام سائل له لزوجة منخفضة. **لزوجة منخفضة جدا** تعني اتصال معدني بين الاجزاء بمعني احتكاك اعلى وتأكل، حبك سيء وزيادة في استهلاك الزيت. **لزوجة عالية جدا** تعني زيادة احتكاك السائل، تقليل من كفاءة الطاقة، زيادة حرارة التشغيل، وصعوبة بدأ التشغيل خاصة في الأجواء الباردة. **والشكل رقم (7)** يبين الفرق بين اللزوجة في الزيت.

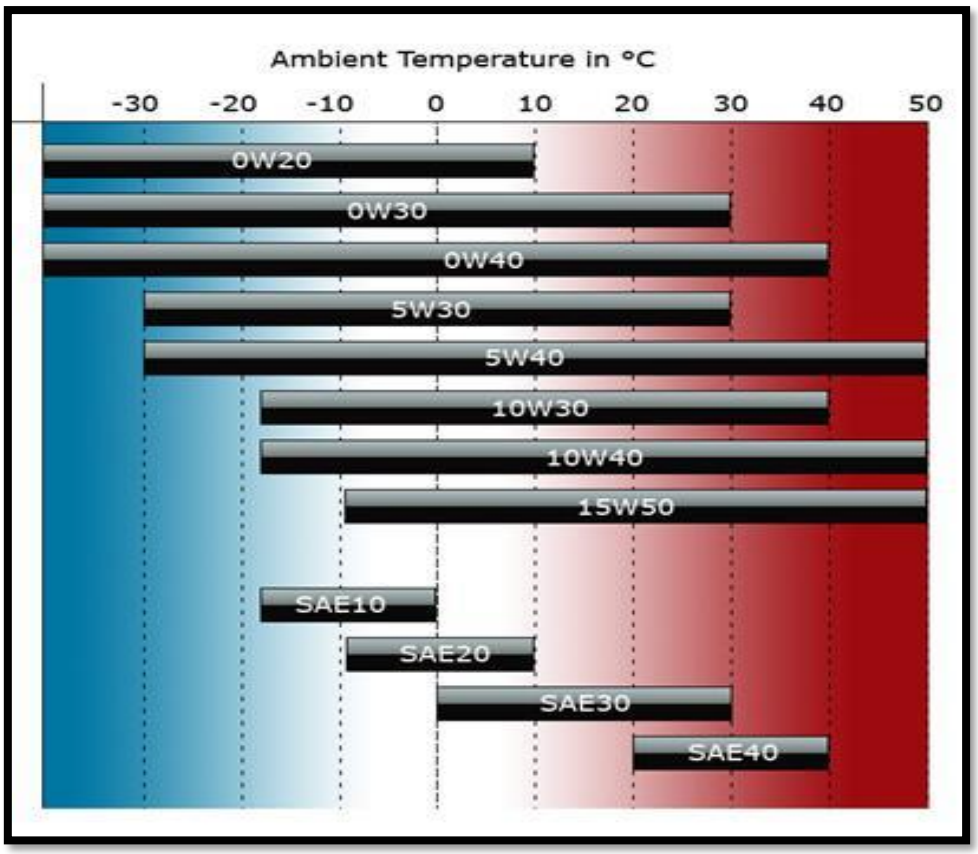


شكل رقم (7) يوضح كرات معدنية متساوية في الوزن اسقطت داخل انابيب اختبار ممتلئة بزيوت محرك عند نسب مختلفة. النسب تعتمد علي لزوجة الزيت. نلاحظ أن الكرة تتحرك أسرع في انبوب الاختبار الذي يحتوي علي زيت نسبة لزوجته 20. بينما الكرة تتحرك أبطأ في انبوب الاختبار الذي يحتوي علي زيت نسبة لزوجته 50.

تصنيفات لزوجة الزيوت وفئاتها

1. **حسب تصنيف اللزوجة (SAE)** يتم اختيار زيوت المحركات:

هذا التصنيف تأسس عام 1911 ويعد قياس عالمي للزوجة الزيوت. وجودة الزيوت ليس لها أي علاقة بهذا التصنيف. يحتوي هذا التصنيف علي ست فئات شتوية وهي: **((25W – W20–W15–W10– SAE)) W5–W0**.
أما الفئات الصيفية هي ((SAE 60 – 50 – 40 – 30 – 20)). وللتوضيح أكثر نأخذ المثال التالي **((SAE 10W40))** وهو دائما يكون مكتوب علي علبة الزيت وينقسم إلي قسمين اللزوجة **((SAE 40))** تعني استخدام هذا الزيت في فصل الصيف. فكلما كان رقم اللزوجة كبيرا الزيت سوف يحافظ علي لزوجته بدرجة أكبر عند التسخين الزائد لدرجات حرارة الهواء الخارجي المرتفعة من أجل المحافظة علي المحرك [10], [11]. أما الرمز الأخر **((SAE 10W))** فيعني استخدام هذا الزيت في فصل الشتاء فكلما كان رقم اللزوجة صغيرا الزيت سوف يحافظ علي سيولته بدرجة أكبر في الطقس البارد عند بداية تشغيل المحرك. الحرف **W** يعني فصل الشتاء **Winter** وهناك بعض علب الزيت يكتب عليها حرف **((ش))** بدلا من الحرف **W**. هذا الرمز **((SAE 10W40))** يجمع بين درجة اللزوجة الشتوية والصيفية يمكن استخدامه في الفصلين الشتاء والصيف عليه إذا تم اختيار الزيت حسب اللزوجة اختيارا صحيحا فإنه ليس من الضروري تحميه **((تسخين))** المحرك في المناخ البارد أو الساخن عند بداية التشغيل حيث إذا تم اختيار الخاطئ لهذا التصنيف سوف يؤدي الي هلاك المحرك أثناء التشغيل فمثلا اختيار زيت محرك بفئة لزوجة **((SAE 40))** فقط عند بداية التشغيل للمحرك في المناطق الباردة مضخة الزيت سوف تتطلب فترة من الزمن لسحب الزيت وتزيت أجزاء المحرك بالكامل في هذه الحالة سوف يعمل المحرك بما يعرف بنظام الامتناع عن ضخ الزيت لأن لزوجة الزيت في هذه اللحظة ستكون عالية وقد يكون متجمدا في حوض التزييت مما يعني يجب التحمية ((التسخين)) سيعمل المحرك بدون تزييت أثناء لحظات التسخين عند ذلك سوف يزداد الاحتكاك و بصورة كبيرة بين أجزاء المحرك المختلفة وبالتالي هلاك المحرك وتأكله يوما بعد يوم . حيث كلما كان لزيت قدرة كبيرة للمحافظة علي السيولة عند درجات الحرارة المنخفضة وقدرة أكبر للمحافظة علي اللزوجة بحيث يكون كافيا لتكوين طبقة زيتية عند درجات الحرارة المرتفعة، والتحاق بنظام التزيت أسرع، لذلك نضمن حماية المحرك من الهلاك عند الاختيار الصحيح لفئة اللزوجة حسب التصنيف **((SAE))**. وعليه ينصح باستخدام الزيوت التي تحتوي علي العلامات الصيفية والشتوية معا لأنها تحتوي علي إضافات متوازنة من حيث اللزوجة وهذا يعني أن الزيت باستطاعته المحافظة علي القدرة التشغيلية للمحرك في المناطق ذات درجات الحرارة المختلفة [10]. **الشكل رقم (8)** يبين الاختيار الأنسب لأنواع الزيوت مع درجات الحرارة الخارجية.



الشكل رقم (8): الاختيار الأنسب لأنواع الزيوت مع درجات الحرارة الخارجية.

2. **حسب التصنيفات (API،ACEA):** يتم اختيار جودة زيوت المحركات

إن مستوي جودة الزيوت تحدد بتصنيفات دولية متعارف عليها وأكثر هذه التصنيفات انتشارا هي حسب **الجدول رقم (2)**

جدول (2): التصنيفات الدولية لجودة الزيوت.

فئات الزيوت من حيث جودة الأداء حسب معهد البترول الامريكي	American Petroleum Institute ((API))
لزوجة الزيت يتم اختيارها حسب جمعية الاوربية لمصنعي السيارات	Association des Constructers Europeans Automobiles ((ACEA))

أولا: التصنيف حسب معهد البترول الامريكي (((API):

- هذا التصنيف تأسس عام 1947 ويتكون من ثلاث فئات تعني بنوعية أو جودة زيوت المحركات.

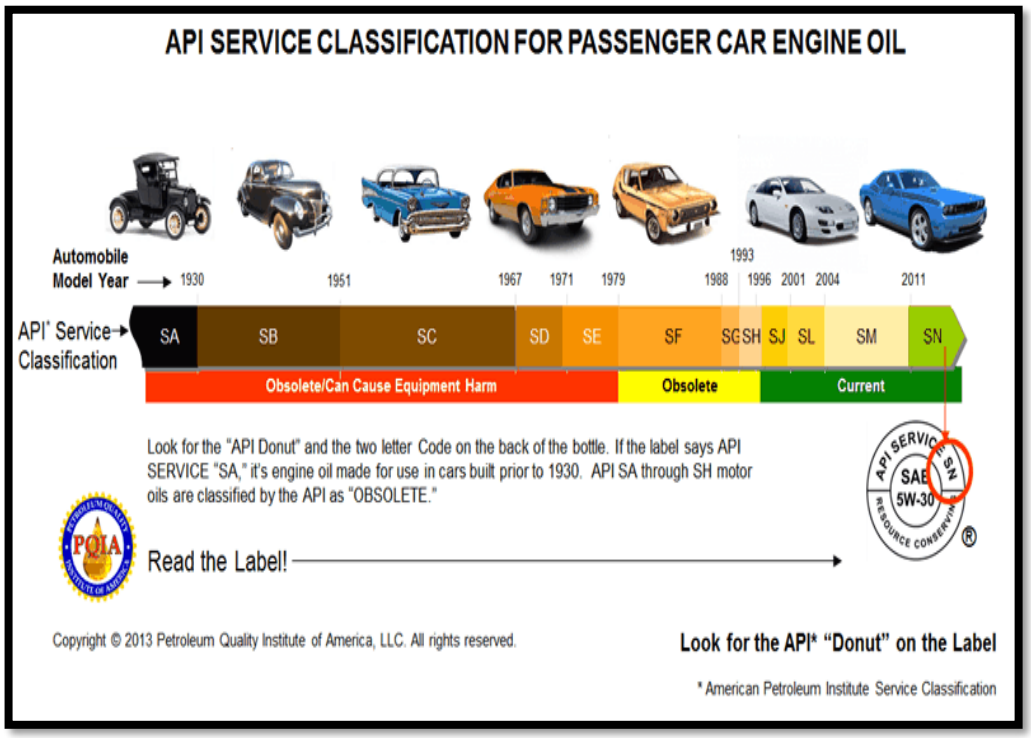
أ. **Service – "S" ((API))** وتعني الخدمة وهي مخصصة للمحركات التي تعمل بالبنزين .

الفئات القديمة وهي: ((SH، SG، SF، SE، SD، SC، SB،SA))

الفئات الحديثة أو المعمول بها حاليا وهي: ((SJ,SL,SM, SN))

عادة تكون هذه الرموز مكتوبة علي علبة الزيت، فكلما كان الحرف الهجائي الي الامام كانت جودة الزيوت أفضل بكثير وذو خواص تشغيلية جيدة فمثلا فئات الزيوت **SN** أحسن من فئات الزيوت التي قبلها **SM**،

SL، SJ حيث أنه تم تبنيها سنة **2011** وهي سارية المفعول وحتى يومنا هذا. أما معني الرمز **SM** أنه في سنة **2004** تم تبني واستخدام هذه الفئة من الزيوت الحديثة وهي سارية المفعول حتى سنة **2011**. وهي زيوت صناعية فائقة الجودة وسوف يتم شرحها مقدما. حيث صممت لتوفر أفضل مقاومة للأكسدة، أفضل حماية من الرواسب وأفضل أداء في درجات الحرارة المنخفضة خلال فترة خدمة الزيت. وهي صالحة للاستخدام في محركات السيارات التي تعمل بالبنزين والتي صنعت من عام **2004** حتى **2011**. وأيضا معني رمز **SL** أنه في سنة **2001** تم تبني واستخدام هذه الفئة من الزيوت الحديثة وسارية المفعول حتى سنة **2004**, هذه الفئة صنعت لتضمن خواص أفضل وأحسن عند درجات الحرارة المرتفعة، وهو زيت نصف صناعي متعدد الدرجات عالي الجودة. أما الرمز الاخير **SJ** فهو من الزيوت المعدنية متعدد الدرجات حيث تم تبنيه واستخدامه من سنة **1996** وحتى سنة **2001** , هذه الفئة من الزيوت استبدلت بدلا من الفئات القديمة التي قبلها المستخدمة في المحركات الأكثر قدما. معني هذا فئات الزيوت القديمة لآيسمح باستخدامها في محركات الحديثة التي صنعت من سنة **1996** وما بعد هذه السنة، بل ينصح باستخدام فئات الزيوت الاكثر حداثة المشرحة سابقا [11]. **الشكل رقم (9)** يبين الاختيار الانسب للرموز الانجليزية الخاصة بالزيوت مع سنوات التصنيع للسيارات.



شكل رقم (9): الاختيار الانسب للرموز الانجليزية الخاصة بالزيوت مع سنوات التصنيع للسيارات.

ب. (API)) "C" - Commercial ((API)) وتعني تجاري وهي مخصصة للمحركات التي تعمل بالديزل

الفئات القديمة وهي: ((CD-II، CD، CC، CB،AC))

الفئات الحديثة أو المعمول بها حاليا وهي:

((CF , CF-2 , CF-4 , CG-4 , CH-4 , CI-4 , CI-4 Plus , CJ-4))

نفس الترتيب المستخدم لفئات الزيوت الخاصة بالمحركات التي تعمل بالبنزين، حيث أنه كلما كان الحرف الهجائي من الحروف الإنجليزية للإمام، كلما كان الزيت حديثا وللمحركات الأكثر حداثة أي أن فئات الزيوت **CJ-4** حدث من فئات الزيوت التي قبلها. حيث أنه في سنة **2006** تم تبني واستخدام هذه الفئة من

الزيوت الحديثة وسارية المفعول وهي مخصصة للمحركات عالية الحمولة التي تعمل بالديزل. فئة الزيوت **CI-4 Plus** هذه الفئة أيضا من الزيوت الحديثة وسارية المفعول تم تبنيها سنة **2004** كفئة زيوت اضافية الي فئة الزيوت **CI-4** وهذه الفئة تم تبنيها سنة **2002** وهي مناسبة لمحركات الديزل ذات الدورات العالية. فئة الزيوت **CH-4** وهذه الفئة تم تبنيها سنة **1998** وهي مناسبة لمحركات الديزل ذات السرعة العالية رباعية الدورة. فئة الزيوت **CG-4** وهذه الفئة تم تبنيها سنة **1995** وهي مناسبة لمحركات الديزل ذات السرعة والحمولة العالية رباعية الدورة. فئة الزيوت **CF-4** وهذه الفئة تم تبنيها سنة **1990** وهي مناسبة لمحركات الديزل القوية ذات السرعة والحمولة العالية رباعية الدورة والتي تحتوي علي معزز للشحن **((توربو))** تم الموافقة عليها بأن تستخدم مع الفئة المخصصة لمحركات البنزين للسيارات الخفيفة وذات الحمل الصغير. فئة الزيوت **CF-2** وهذه الفئة تم تبنيها سنة **1994** وهي مناسبة لمحركات الديزل عالية الحمولة ثنائية الدورة. فئة الزيوت **CF** وهذه الفئة تم تبنيها سنة **1994** وهي مناسبة لمحركات الديزل والبنزين التي تعمل بموزع لرش الوقود. عليه حسب تصنيف معهد البترول الامريكي إذا كان محرك السيارة يعمل بالبنزين فيجب اختيار فئات الزيوت التي تحتوي علي حرف **((S))** أما إذا كان محرك السيارة يعمل بالديزل فيجب اختيار فئات الزيوت التي تحتوي علي حرف **((C))**

أنواع زيوت المحركات:

هناك أربعة أنواع أساسية من زيوت المحركات في الأسواق:

- معدني Mineral
- اصطناعي Synthetic.
- وشبه اصطناعي Semi-synthetic
- زيوت الميلات المرتفعة High Mileage Oil.

جدول (3): أنواع زيوت المحركات.

ر	نوع الزيت	مواصفاته
1	الزيوت المعدنية: (Mineral)	●وهي زيوت الأرخص سعراً. ●وهي مستخرجة من باطن الأرض من مشتقات البترول ويتم تكريرها وتنقيتها. عدد قليل من شركات السيارات توصي بها؛ لأنها في العادة لا تأتي مع إضافات تنظيف المحرك المطلوبة. ●ولها حد محدود من مدى درجات حرارة التشغيل. ●مع ذلك فهي مناسبة جداً للمحركات القديمة التي خلوصاتها أقل والتي تستخدم في الأجواء المعتدلة بدون صقيع أو طقس حار.
2	الزيوت الصناعية: (Synthetic)	●هي زيوت عالية السعر. ●والتكوين الكيميائي لهذه الزيوت يتم تعديله في معامل كيميائية لتكون لها خواص مختلفة عن الزيوت المعدنية ولتتحول إلى زيوت صناعية. ●وهي مصممة على نطاق واسع من درجات الحرارة وتحت ظروف تشغيل مختلفة لتقليل استهلاك الوقود. كما أنها تعمل كمنظف لأجزاء المحرك الداخلية.
3	الزيوت النصف صناعية:	وهي زيوت متوسطة السعر لأنها خليط بين الزيوت المعدنية والزيوت الصناعية بحيث إن الزيوت المعدنية لا تزيد عن 30%.

	(Semi-Synthetic)	
4	زيوت الميلات المرتفعة: (High Mileage Oil)	●تستخدم زيوت الميلات المرتفعة لإطالة عمر المحركات القديمة بعد قطعها لمسافات طويلة؛ ●حيث تضم هذه الزيوت مواد مضافة، ومضادات للأكسدة، ومبردات، وغيرها، تساهم في تجديد عمل المحركات القدية، وتقليل أي مشكلة يمكن أن تحدث في المحرك [10], [11]..

الفرق بين الزيوت المعدنية والزيوت الصناعية:

من المعروف أن الزيوت الصناعية لها بنية جزيئية ثابتة تتمثل في ثبات حجم الجزيئات وهذا يؤدي الي خواص ثابتة ومستقرة علي عكس الزيوت المعدنية ولهذا السبب فان الزيوت الصناعية سهلة الاستخدام في تطبيقات كثيرة لأنه من المعروف كيميائيا تكون المادة مستقرة عند وضع إضافات معينة. عليه عند اختلاف درجات الحرارة تجد الزيوت الصناعية تغطي لزوجة كبيرة لأن حجم جزيئات الزيت بنسبة كبيرة تكون متماثلة ومتجانسة [12].

مميزات الزيوت الصناعية:

1) الزيوت الصناعية لها ثبات فيزيائي وكيميائي أفضل من الزيوت المعدنية، فهي لا تتحلل أو تفقد لزوجتها بسرعة.
2) الزيوت الصناعية توفر في استهلاك الوقود لأنها تساعد علي تحرك أجزاء المحرك بسهولة أفضل وبالتالي يقل الاحتكاك إلي أقصي درجة.
3) الزيوت الصناعية تحافظ علي محرك السيارة عند بدء تشغيله في الصباح وهو الوقت الذي يحدث خلاله أعلي تأكل للأجزاء الداخلية للمحرك، لأن الزيت يكون موجود في قاع حوض الزيت، حيث أنه عندما يتم تشغيل المحرك يبدأ الزيت في الصعود لتغطية كل أجزاء المحرك الداخلية [13].
4) الزيوت الصناعية تكون لزوجتها ثابتة في درجات الحرارة المنخفضة ودرجات الحرارة العالية مما يجعلها تصل بسرعة أكبر من الزيوت المعدنية للأجزاء الداخلية للمحرك، لأن الزيوت المعدنية قوامها يكون ثقيل وتأخذ وقتاً حتي تصل الي درجة اللزوجة المطلوبة.
5) الزيوت الصناعية لها سرعة تدفق أعلي من الزيوت المعدنية مما يساعدها علي القيام بعملية التزييت بكفاءة أعلي.
6) الزيوت الصناعية لها معدل تبخير قليل.

عيوب الزيوت الصناعية:

الزيوت الصناعية حيث أن لها عيب واحد وهو أنه يجب أن تستخدم في محركات تستخدم بنزين خالي من الرصاص.

ويمكن الاستغناء عن الزيوت المعدنية واستخدام زيوت صناعية في المحركات التي كانت تستخدم الزيوت المعدنية. حيث انه يمكن تفريغ الزيت المعدني من المحرك ثم وضع مادة كيميائية يطلق عليها اسم **((فلش لغسيل المحرك))** ثم يدار المحرك لبضعة دقائق لتقوم هذه المادة بإزالة كل بقايا الزيت المعدني بعد ذلك يتم تغير الفلش من المحرك ثم يتم إضافة الزيت التصنيعي [15] ,[16].

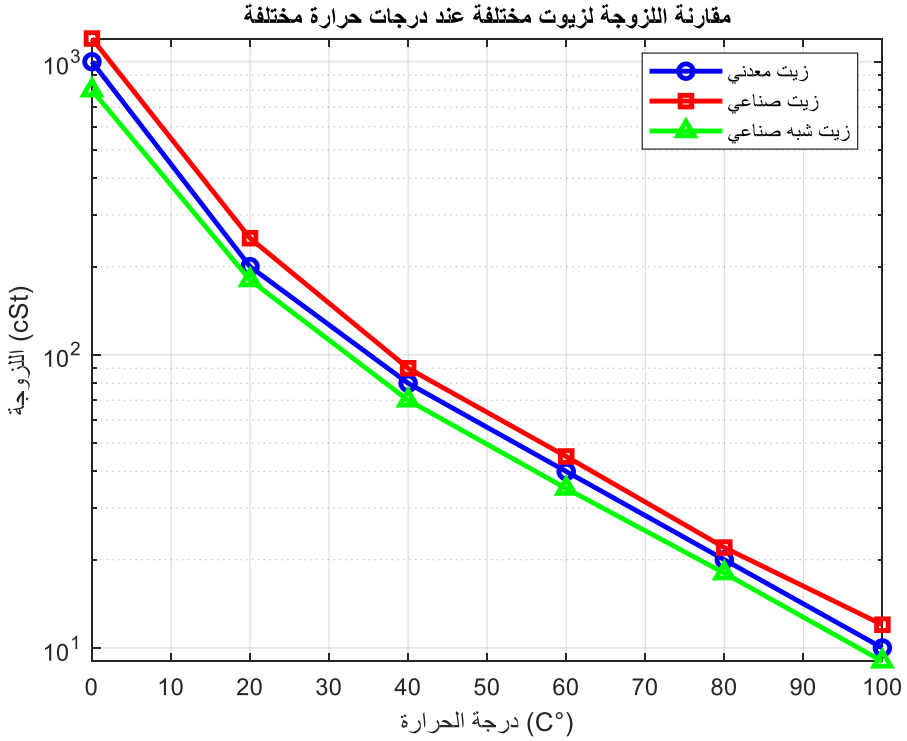
الزيوت الصناعية يجب ألا تستخدم في المحركات القديمة لأنه يؤدي الي إضعاف المحرك وتقليل كبس الموتور لأن المحرك القديم يكون علي أجزاءه الداخلية رواسب وعند إضافة الزيت التصنيعي [18] ,[17]. فإنه يزيل هذه الرواسب مما يزيد من مقدار الخلوص بالأجزاء الداخلية للمحرك فيؤدي الي تهريب كبس المحرك. وعند استخدام الزيوت الصناعية يجب مراعات الاحتياطات التالية:

1) يتم قياس مستوي الزيت كل أسبوع أو أسبوعين.
2) فلتر الزيت يتم تغيره كل مرة عندما يتم تغير الزيت.
3) فحص بشكل دوري عن عدم وجود تسريب زيت من المحرك.
4) تغير الزيت فوراً عند زيادة درجة حرارة محرك السيارة عن 100 درجة مئوية لمدة تزيد عن 5 أو 10 دقائق **وهو ما يسمي بالأوفر هيتنج** لأن الحرارة العالية تفقده خواصه فلا يؤدي مهامه بحماية المحرك بل يضره وهذه النقطة تنطبق أيضاً علي الزيوت المعدنية.

الجزء العملي:

يُظهر الرسم البياني مقارنة لزوجة ثلاثة أنواع من الزيوت (معدني، صناعي، وشبه صناعي) عبر مدى درجات حرارة من 0 إلى 100 درجة مئوية. يُلاحَظ أن جميع الزيوت تُظهر انخفاضًا حادًا في اللزوجة مع ارتفاع درجة الحرارة، حيث تتناقص القيم من حوالي 10^3 (1000 cSt) عند 0°C إلى نحو 10 cSt عند 100°C.

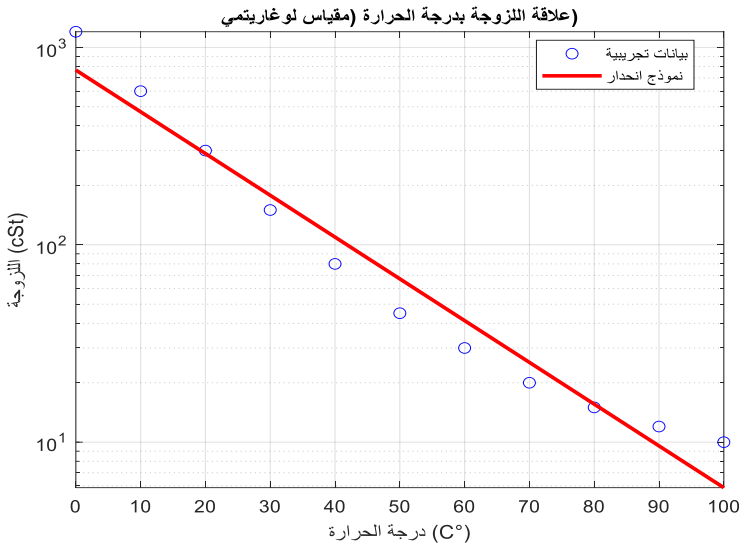
يبرز الزيت الصناعي بأعلى لزوجة عند جميع درجات الحرارة، يليه الزيت شبه الصناعي، ثم الزيت المعدني الذي يُسجل أدنى القيم. يوضح ذلك تفوق الزيت الصناعي في الحفاظ على أداء حراري أكثر ثباتًا في النطاق الواسع للحرارة، مما يؤهله لظروف تشغيل متطرفة. يمكن استخدام هذا التحليل لاختيار الزيت الأنسب بناءً على الظروف المناخية ومتطلبات المحرك.



شكل (10): مقارنة لزيت اللزوجة عند درجات حرارة مختلفة.

يُظهر الرسم البياني العلاقة بين اللزوجة (بوحدة cSt) ودرجة الحرارة (من 0 إلى 100 درجة مئوية) بناءً على بيانات تجريبية مقارنةً بنموذج انحدار رياضي. يوضح المنحنيان انخفاضاً كبيراً في اللزوجة مع

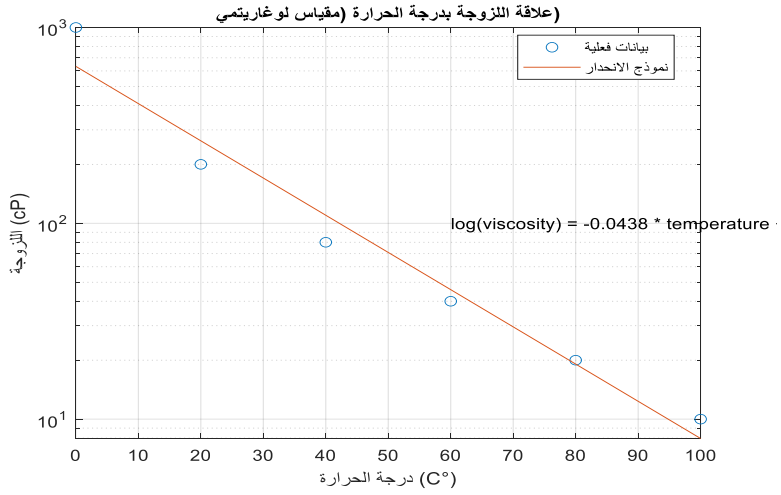
ارتفاع درجة الحرارة، حيث تتناقص اللزوجة من نحو 1000 cSt عند 0°C إلى حوالي 10 cSt عند 100°C. يتبع النموذج الرياضي (خط الانحدار) توزيع النقاط التجريبية بدقة عالية، مما يدل على كفاءته في تمثيل العلاقة العكسية بين المتغيرين. يُستخدم هذا النموذج للتنبؤ بسلوك الزيت في ظروف تشغيل مختلفة وتحديد ملائمته للمحركات في نطاقات حرارية متعددة.



شكل (11): علاقة اللزوجة بدرجة الحرارة.

يُظهر الرسم البياني مقارنة بين البيانات الفعلية للزوجة ونموذج الانحدار الخطي اللوغاريتمي على مقياس لوغاريتمي. يوضح أن اللزوجة تنخفض مع زيادة درجة الحرارة وفق العلاقة اللوغاريتمية: `log(اللزوجة) = -0.0438 × درجة الحرارة`.

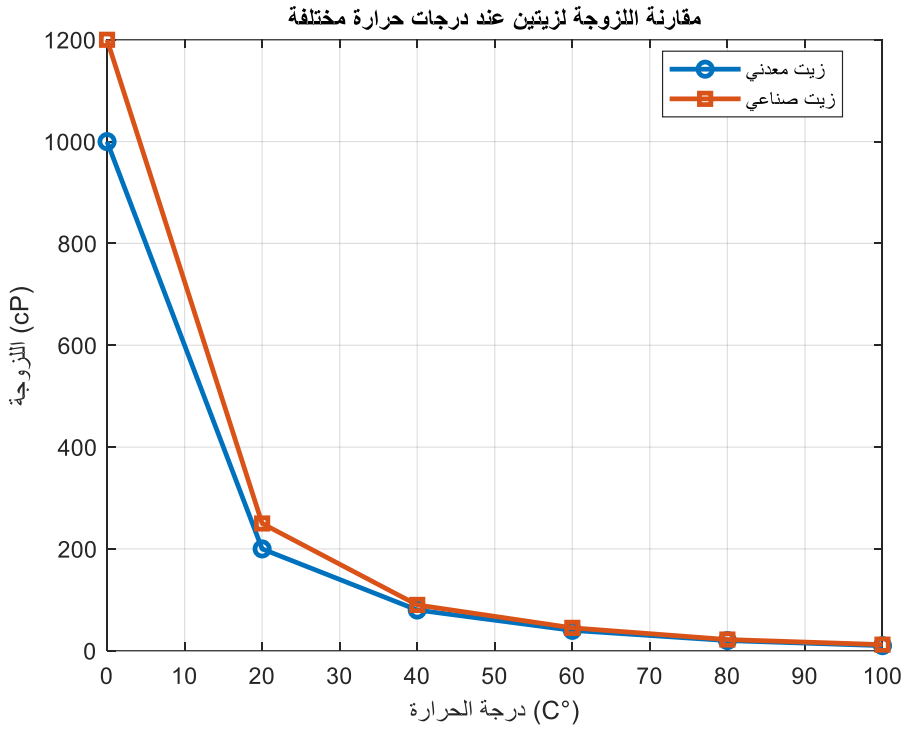
تتوزع النقاط الفعلية (البيانات الفعلية) حول خط الانحدار المناسب، مما يدل على دقة النموذج في وصف العلاقة العكسية بين اللزوجة ودرجة الحرارة. كلما ارتفعت درجة الحرارة من 0°م إلى 100°م، انخفضت قيمة اللزوجة اللوغاريتمية من حوالي 10^3 (أي 1000 وحدة) إلى نحو 10^1 (أي 10 وحدات)، وهو ما يعكس الانخفاض السريع للزوجة مع التسخين. يُستخدم هذا النموذج للتنبؤ بسلوك الزيت الحراري وتحسين اختيار الزيوت للمحركات.



شكل (12): علاقة اللزوجة بدرجة الحرارة (مقياس لوغاريتمي).

يُظهر الرسم البياني مقارنة بين سلوك اللزوجة لزيت معدني وزيت صناعي عبر مدى درجات حرارة من 0 إلى 100 درجة مئوية. يوضح المنحنيان انخفاضاً ملحوظاً في اللزوجة بارتفاع درجة الحرارة لكلا

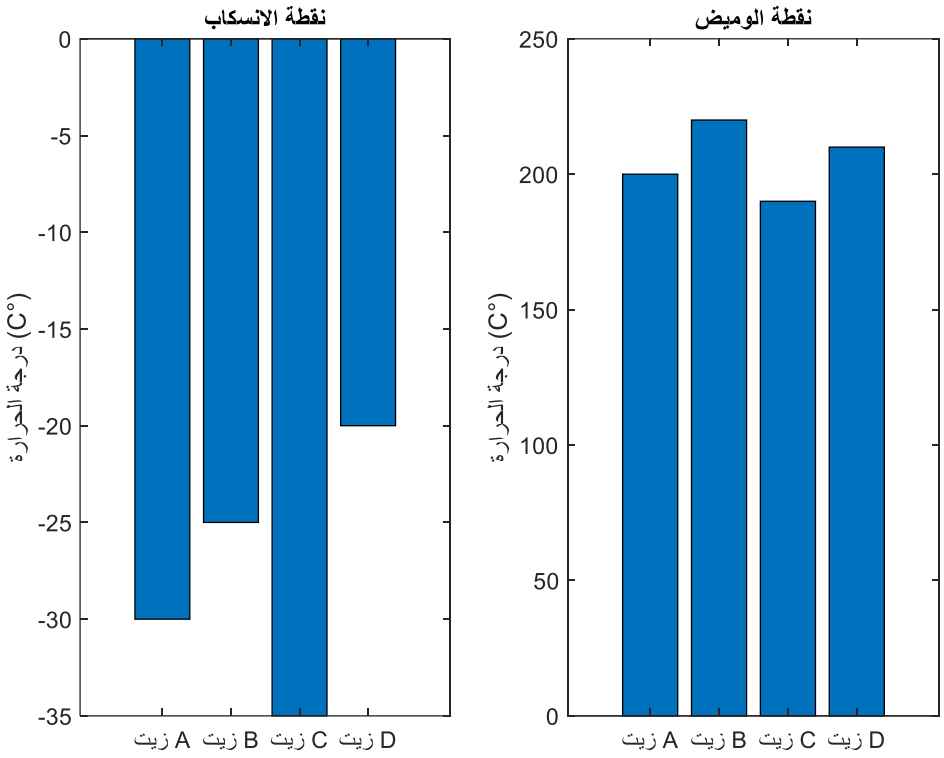
النوعين، مع تفوق واضح للزيت الصناعي في الحفاظ على لزوجة أعلى عند جميع درجات الحرارة مقارنة بالزيت المعدني. عند درجة حرارة 0°C، تصل لزوجة الزيت الصناعي إلى حوالي 800 (1200) وحدة بينما يقترب الزيت المعدني من 600 (1000) وحدة، ويتسع هذا الفارق تدريجياً مع ارتفاع الحرارة ليصل إلى فرق يقارب 200 وحدة عند 100°C حيث يسجل الزيت الصناعي قرابة 200 وحدة مقابل حوالي 50 وحدة للزيت المعدني. يُستنتج من ذلك أن الزيت الصناعي يتمتع بثبات حراري أفضل، مما يجعله أكثر ملاءمة للتشغيل في نطاق حراري واسع ويوفر حماية متفوقة للمحرك في الظروف القصوى.



شكل (13): مقارنة اللزوجة عند درجات حرارة مختلفة.

بناءً على المعلومات الواردة في الصورة والذي يوضح قيم نقطة الوميض ونقطة الانسكاب لأربعة أنواع من الزيوت (A، B، C، D). من المعروف في مجال خصائص الزيوت أن نقطة الوميض تشير إلى درجة الحرارة التي يبدأ فيها الشمع أو المواد الصلبة في الزيت بالترسب عند التبريد، مما يسبب عكورة في الزيت، وهي خاصية مهمة لتحديد مدى ملاءمة الزيت للاستخدام في المناخ البارد. أما نقطة الانسكاب فهي أدنى درجة حرارة يمكن للزيت أن يحافظ فيها على جريانه، فإذا انخفضت الحرارة عن هذه النقطة فإن الزيت يفقد سيولته ويصبح صلبًا تقريبًا.

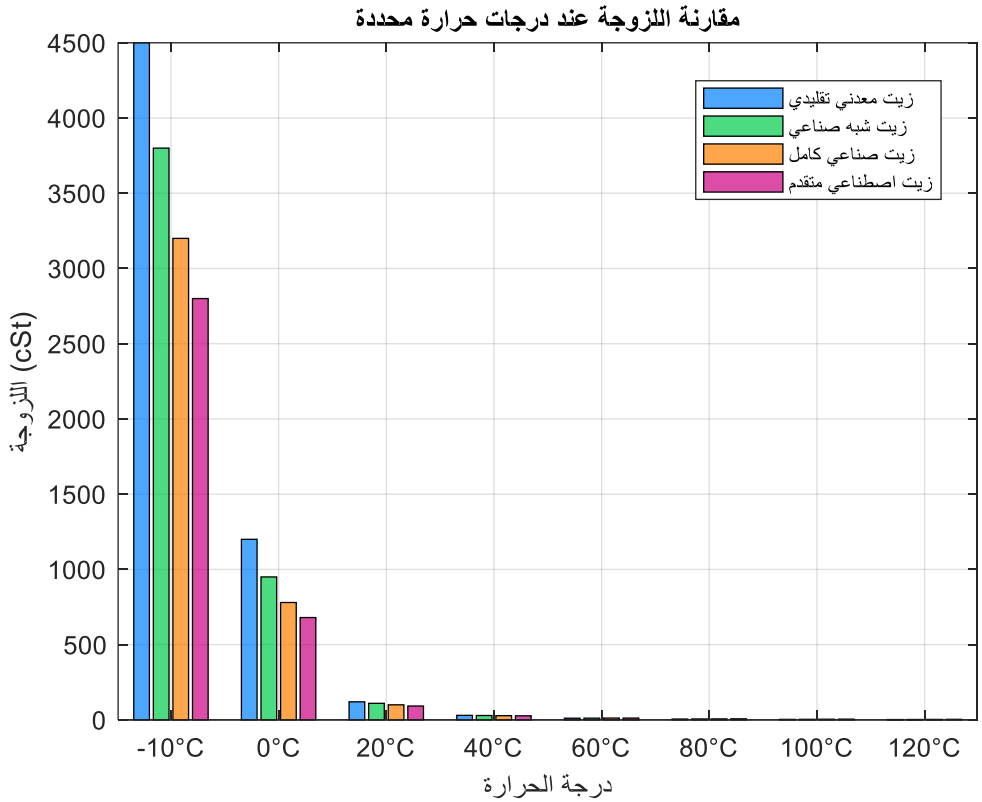
عند مقارنة الزيوت، يُعتبر الزيت ذو القيم الأقل لنقطة الوميض ونقطة الانسكاب هو الأكثر كفاءة في الظروف الباردة، حيث يكون أقل عرضة للتصلب أو فقدان السيولة. ومن غير الممكن تحديد ترتيب الزيوت من حيث الأداء دون الاطلاع على القيم العددية في الجدول الأصلي، لكن يمكن الاستنتاج أن الجدول يهدف إلى عرض هذه الخصائص الحيوية للمستخدم لمقارنة سلوك الزيوت عند انخفاض درجات الحرارة، مما يساعد في اختيار الزيت المناسب للتطبيقات الصناعية أو التشغيلية في البيئات الباردة.



شكل (14): أنواع زيوت المحركات.

يُظهر الرسم البياني المعنون بـ **"مقارنة اللزوجة عند درجات حرارة محددة "**تحليلاً دقيقاً للعلاقة بين درجة الحرارة ومعدل لزوجة أربعة أنواع من الزيوت مقاسة بوحدة .(cSt) يتضح من القراءات الموزعة على المحور الأفقي، والتي تمتد من **10°C-وحتى 120°C**، أن درجات الحرارة المنخفضة تشكل التحدي الأكبر لتدفق الزيت؛ حيث بلغت اللزوجة ذروتها عند **10°C-**، وسجل **الزيت المعدني التقليدي** (المميز باللون الأزرق) أعلى مقاومة للتدفق بتجاوزه حاجز الـ cSt4500، مما يجعله الأكثر سمكاً في الأجواء الباردة. في المقابل، أظهر **الزيت الاصطناعي المتقدم** (باللون الوردي) كفاءة عالية عبر الحفاظ على أدنى مستوى لزوجة ممكن في تلك الظروف، يليه الزيت الصناعي الكامل ثم شبه الصناعي، مما يضمن تشغيلاً أسرع وأكثر سلاسة للمحرك في الصباح البارد.

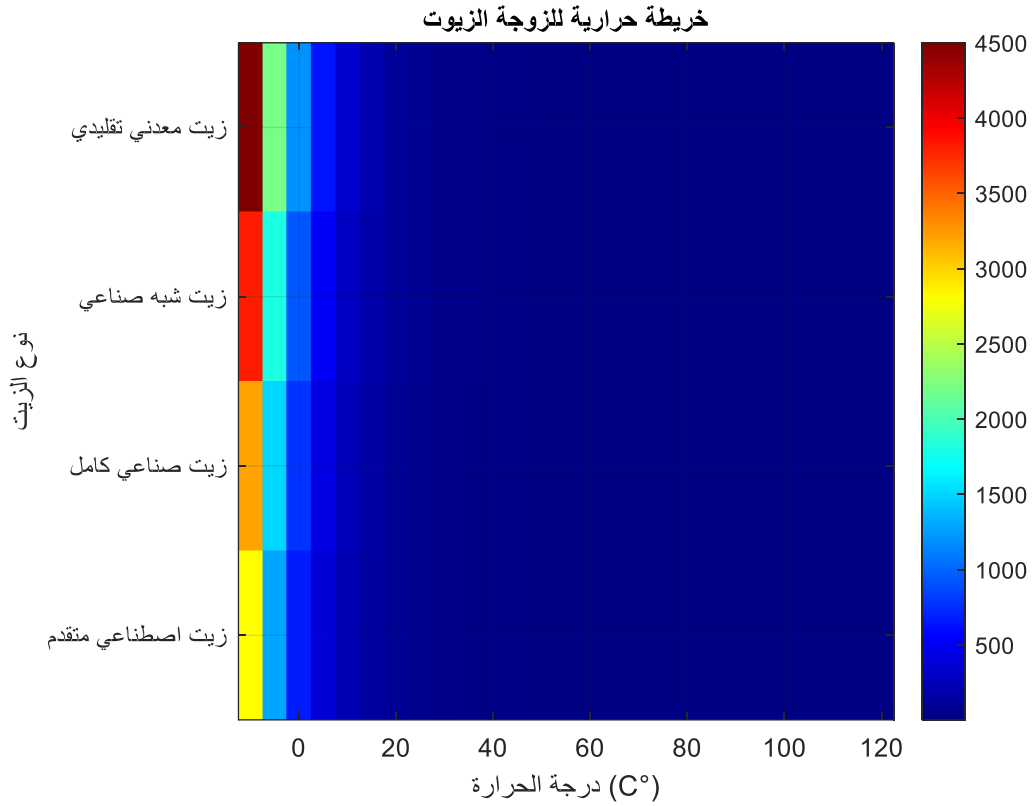
ومع الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة نحو النطاق المتوسط **20°C إلى 40°C**، نلاحظ انخفاضاً حاداً وسريعاً في لزوجة جميع الأنواع وتقارباً في الفجوة بينها، حتى نصل إلى منطقة الحرارة العالية (**60°Cإلى 120°C**. في هذه المرحلة، تنخفض اللزوجة إلى مستويات دنيا جداً لجميع الزيوت لضمان الانسيابية الكاملة وتزييت الأجزاء المعدنية الدقيقة أثناء تشغيل المحرك بكامل طاقته. ويخلص هذا التحليل إلى أن **الزيوت الاصطناعية**، وبشكل خاص المتقدمة منها، تتفوق بوضوح من خلال ثباتها الهيكلي؛ فهي لا تتصلب بشكل مفرط في البرد القارس ولا تفقد قوامها كلياً في الحرارة، مما يوفر حماية قصوى للمحرك مقارنة بالزيوت المعدنية التقليدية التي تتأثر بشكل حاد بالتقلبات الحرارية.



شكل (15): مقارنة اللزوجة عند درجات حرارة متعددة.

تُقدم الصورة المرفقة تحليلاً بصرياً متقدماً على شكل "خريطة حرارية للزوجة الزيوت"، وهي وسيلة توضيحية تعتمد على الألوان لبيان مستويات اللزوجة لأربعة أنواع مختلفة من زيوت المحركات عبر نطاق حراري واسع. يمتد المحور الأفقي للخريطة ليمثل درجات الحرارة من -10°C إلى 120°C، بينما يمثل المحور الرأسي أنواع الزيوت الأربعة: الزيت المعدني التقليدي، الزيت شبه الصناعي، زيت صناعي كامل، وزيت اصطناعي متقدم. ويشير التدرج اللوني في شريط المقياس الجانبي إلى أن الألوان الداكنة (مثل الأحمر القاني) تمثل أعلى مستويات اللزوجة التي تصل إلى 4500 cSt، في حين تمثل الألوان الباردة (مثل الأزرق الداكن) اللزوجة المنخفضة التي تقترب من الصفر.

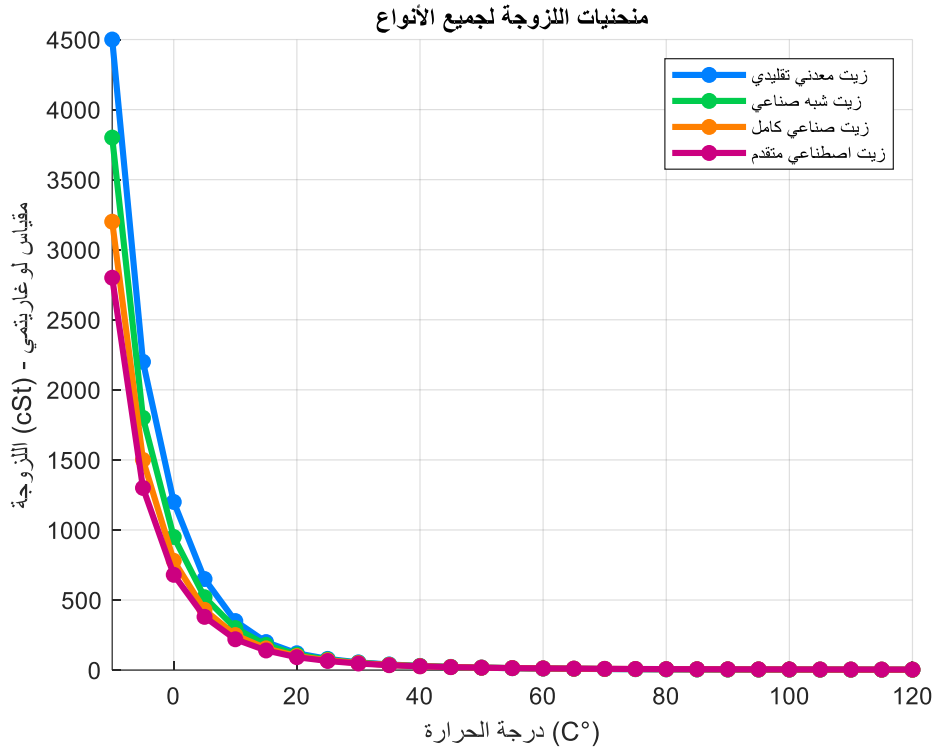
من الناحية التحليلية، يظهر الرسم أن الزيت المعدني التقليدي هو الأكثر تأثراً بالبرد، حيث يظهر باللون الأحمر الداكن عند درجات الحرارة المنخفضة جداً، مما يشير إلى لزوجة عالية جداً قد تعيق تدفقه. في المقابل، يظهر الزيت الاصطناعي المتقدم بألوان فاتحة (كالأصفر والسماوي) في نفس الظروف الباردة، مما يدل على قدرته العالية على الحفاظ على سيولة مثالية تسهل حركة أجزاء المحرك. ومع انتقالنا نحو جهة اليمين في الرسم (أي مع ارتفاع درجة الحرارة)، تتحول جميع أنواع الزيوت تدريجياً وبشكل سريع إلى اللون الأزرق الداكن الموحد، وهو ما يعني وصول الزيوت إلى حالة من الخفة والسيولة الكاملة عند درجات حرارة التشغيل العالية التي تتجاوز 40°C وصولاً إلى 120 .C°تعكس هذه الخريطة بوضوح الفارق الجوهري في استقرار الزيوت الاصطناعية وقدرتها على التكيف مع التقلبات الحرارية الشديدة مقارنة بالزيوت.



شكل (16): خريطة حرارية للزوجة الزيوت.

تُقدم الرسوم البيانية تحليلاً شاملاً لكيفية استجابة أربعة أنواع من زيوت المحركات (المعدني التقليدي، شبه الصناعي، الصناعي الكامل، والاصطناعي المتقدم) للتغيرات الحرارية في نطاق يمتد من -10°C إلى 120 °C. توضح الخريطة الحرارية تبايناً حاداً في مستويات اللزوجة عند درجات الحرارة المنخفضة؛ حيث يظهر الزيت المعدني التقليدي باللون الأحمر القاتم، مما يشير إلى لزوجة حرجة تتجاوز 4500 cSt عند بداية المقياس، بينما يحافظ الزيت الاصطناعي المتقدم على سيولة أعلى متمثلة في اللون الأصفر. ويؤكد الرسم المنحني هذا النمط، حيث تبدأ جميع الخطوط البيانية من أعلى مستوياتها جهة اليسار (منطقة البرودة) ثم تنحدر بشكل حاد وسريع مع ارتفاع درجة الحرارة الي جهة اليمين.

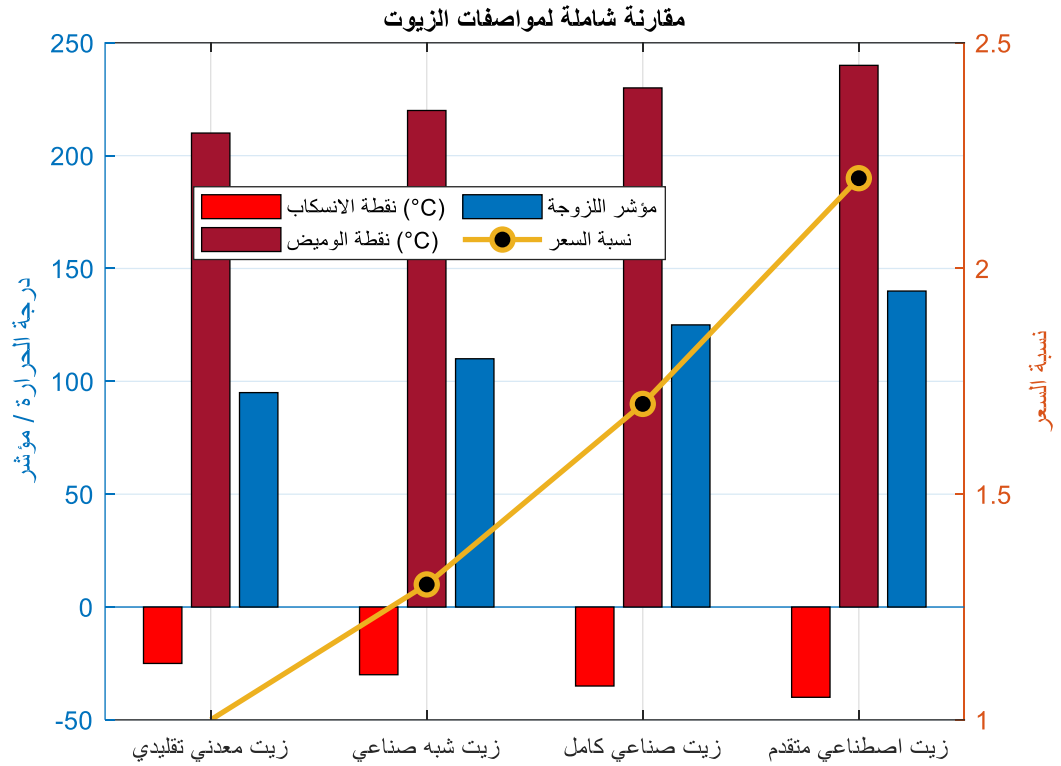
وعند الوصول إلى منطقة الاستقرار والتشغيل التي تبدأ من 20°C فصاعداً، تتقارب المنحنيات بشكل كبير وتتحول الخريطة الحرارية إلى اللون الأزرق الداكن الموحد، مما يدل على انخفاض اللزوجة إلى مستويات دنيا تسمح بالتدفق السلس للزيت داخل المحرك. يبرز هذا التحليل تفوق الزيوت الاصطناعية المتقدمة (المنحنى الوردي) في الحفاظ على استقرار نسبي وتجنب التصلب المفرط في الأجواء الباردة مقارنة بالزيوت المعدنية، مما يقلل من تآكل أجزاء المحرك لحظة التشغيل الأولية، في حين تتساوى فعالية جميع الأنواع في توفير الانسيابية المطلوبة عند درجات حرارة التشغيل العالية التي تصل إلى 120°C.



شكل (17): منحنيات اللزوجة لجميع الأنواع.

تُقدم الرسوم البيانية المرفقة تحليلاً فنياً متكاملاً لأداء أربعة أنواع من زيوت المحركات (المعدني التقليدي، شبه الصناعي، الصناعي الكامل، والاصطناعي المتقدم) عبر معايير اللزوجة، والتحمل الحراري، والتكلفة الاقتصادية. توضح "خريطة حرارية للزوجة الزيوت "و"منحنيات اللزوجة لجميع الأنواع" أن درجات الحرارة المنخفضة) ما دون 0 (C°تمثل الاختبار الحقيقي لسيولة الزيت؛ حيث يسجل الزيت المعدني التقليدي أعلى معدل لزوجة يتجاوز cSt4500، مما يجعله يبدو باللون الأحمر القاتم في الخريطة الحرارية دلالة على صعوبة تدفقه في البرد، بينما يحافظ الزيت الاصطناعي المتقدم على أدنى مستويات اللزوجة الممكنة في هذه الظروف) حوالي cSt) 2800 لضمان حماية فورية للمحرك عند التشغيل. ومع ارتفاع الحرارة نحو C120°، تنحدر جميع المنحنيات بشكل حاد لتستقر عند مستويات لزوجة منخفضة جداً ومتماثلة تقريباً، وهو ما يظهر في تحول الخريطة الحرارية بالكامل إلى اللون الأزرق الداكن.

بالانتقال إلى "المقارنة الشاملة لمواصفات الزيوت"، نجد ترابطاً وثيقاً بين الجودة والسعر؛ فبينما يمتلك الزيت الاصطناعي المتقدم أعلى "مؤشر لزوجة" (حوالي 140) وأفضل "نقطة انسكاب" تصل إلى قرابة -C40°، فإنه يتصدر أيضاً "نسبة السعر" بمعدل يقترب من 2.2 مقارنة بالزيت المعدني الذي يمثل القيمة الأساسية (1). كما تُظهر البيانات أن الزيوت الاصطناعية (الكاملة والمتقدمة) تتميز بنقاط وميض أعلى تتجاوز C230°، مما يعني قدرة أكبر على مقاومة التبخر والاحتراق تحت درجات الحرارة العالية مقارنة بالزيت المعدني التقليدي الذي تقع نقطة وميضه عند C 210°تقريباً. يخلص هذا التحليل الشامل إلى أن الاستثمار في الزيوت الاصطناعية المتقدمة يوفر نطاق حماية أوسع في الظروف المناخية القاسية (برد قارس أو حرارة عالية) بفضل استقرارها الكيميائي والفيزيائي، رغم تكلفتها السعرية المرتفعة.



شكل (18): مقارنة شاملة لمواصفات الزيوت.

تقدم الصور المرفقة تحليلاً بيانياً وهندسياً متكاملاً لخصائص أربعة أنواع من زيوت المحركات، وهي: الزيت المعدني التقليدي، الزيت شبه الصناعي، الزيت الصناعي الكامل، والزيت الاصطناعي المتقدم.

تحليل أداء اللزوجة والحرارة

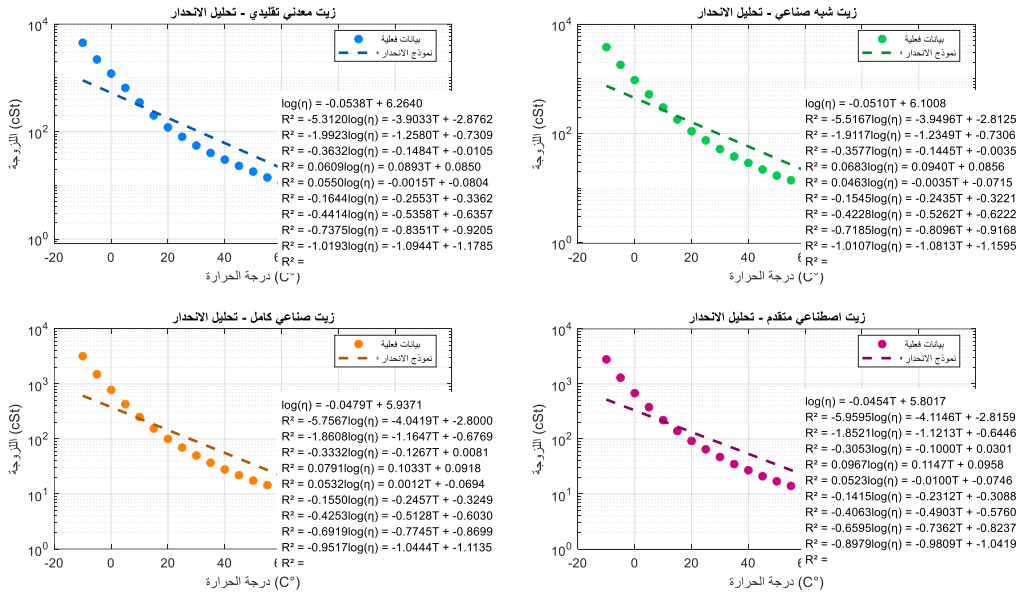
تُظهر "خريطة حرارية للزوجة الزيوت "و"منحنيات اللزوجة" استجابة متباينة وحادة للتغيرات الحرارية في النطاق من -10°C إلى 120°C عند درجات الحرارة المنخفضة جداً، يبرز الزيت المعدني التقليدي بأعلى لزوجة تتجاوز 4500 cSt، وهو ما يظهر باللون الأحمر القاتم في الخريطة الحرارية، مما يشير إلى ثقل كبير في القوام قد يعيق التشغيل البارد. في المقابل، يحافظ الزيت الاصطناعي المتقدم على أقل معدل لزوجة في تلك الظروف (حوالي 2800 cSt)، متمثلاً باللون الأصفر، مما يضمن تدفقاً أسرع وحماية فورية للمحرك. ومع ارتفاع الحرارة نحو 120°C، تنحدر جميع المنحنيات بشكل لوغاريتمي لتستقر عند مستويات لزوجة منخفضة جداً (اللون الأزرق الداكن)، مما يحقق الانسيابية المطلوبة للزيوت عند وصول المحرك لدرجة حرارة التشغيل العالية.

المقارنة الشاملة للمواصفات الفيزيائية

بالانتقال إلى "المقارنة الشاملة لمواصفات الزيوت"، نجد ترابطاً طردياً بين الجودة والتكلفة؛ حيث يتصدر الزيت الاصطناعي المتقدم من حيث "مؤشر اللزوجة" الذي يقترب من 140، وأفضل "نقطة انسكاب" عند $-40°C$تقريباً، وأعلى "نقطة وميض" تتجاوز 240°C هذه الخصائص تمنحه قدرة فائقة على مقاومة الاحتراق في الحرارة العالية وعدم التجمد في البرد القارس، مقارنة بالزيت المعدني التقليدي الذي تقع نقطة وميضه عند 210°Cونقطة انسكابه عند -25°C تقريباً. ويترافق هذا التفوق التقني مع ارتفاع في "نسبة السعر" التي تصل إلى 2.2 مرة مقارنة بالزيت التقليدي.

التحليل الإحصائي والنمذجة

أخيراً، يقدم "تحليل الانحدار "نماذج رياضية دقيقة (Logarithmic Regression) تصف سلوك كل زيت، حيث تعكس قيم R^2 المرتفعة ومعادلات الخط المستقيم دقة التنبؤ باللزوجة بناءً على درجة الحرارة. تظهر هذه النماذج أن الزيوت الاصطناعية تمتلك معاملات انحدار أكثر استقراراً، مما يؤكد تفوقها الهندسي في الحفاظ على خصائصها الفيزيائية تحت ظروف الضغط والحرارة المتغيرة، مما يجعلها الخيار الأمثل للمحركات الحديثة التي تتطلب حماية دقيقة ومستدامة.



شكل (19): زيوت متعددة ومتنوعة.

توصيات

1) نشر الوعي بين الناس حول انواع الزيوت ودرجة أدائها ليتمكن المستهلك من تحديد المنتج الملائم لمركبته بدون اجتهادات غير علمية من قبل العاملين في المحلات بيع وتبديل زيوت محركات السيارات.
2) التعاون مع مختبرات وزارة النفط علي تدريب العاملين بها علي طرق فحص تركيبات الزيوت كونهم ذوي خبرة خاصة طويلة في هذا المجال.
3) تكون هذه الدراسة مهج تعريفي للمتدربين والموظفين الجدد للتعرف علي مجال فحص وتصنيف الزيوت.
4) ضرورة العمل والتأكيد علي إجراء باقي الفحوصات مثل لزوجة الضخ واللزوجة الظاهرية ولزوجة القص العالي وفحص العناصر ليتم تقييم نماذج الزيوت بشكل كامل وبالمواصفات المطلوبة.
5) إجراء دراسات متماثلة لنوعية زيوت الهيدروليك وزيوت ناقل الحركة الاوتوماتيكي.
6) تطهير السوق الليبي من الزيوت المغشوشة والمقلدة والتي تضر بالمستهلك والشركات المصنعة لزيوت المحركات من خلال وضع أليات صحيحة لمكافحة الغش الصناعي في هذا المجال.

الخاتمة

ها قد وصلنا للخاتمة وهنا أوضح رأي في استخدام الزيوت المعدنية والزيوت الصناعية. الزيوت المعدنية لها حد محدود من مدى درجات حرارة التشغيل. مع ذلك فهيا مناسبة جدا للمحركات القديمة التي خلوصاتها أقل والتي تستخدم في الاجواء المعتدلة بدون صقيع أو طقس حار. أما الزيوت الصناعية فهي مصممة على

نطاق واسع من درجات الحرارة ((طقس صقيع أو طقس حار)) أي بمعني لها تغلغل ممتاز في درجات حرارة التجمد وتحت ظروف تشغيل مختلفة في تقليل استهلاك الوقود كما أنها تعمل كمنظف لأجزاء المحرك الداخلية. الزيوت الصناعية يجب ألا تستخدم في المحركات القديمة لأنه يؤدي الي إضعاف المحرك بمعني يجب استخدامها في المحركات الحديثة فقط.

المراجع:

1. اخميتوف، ص. أ.، (2002)، ". تكنولوجيا التصفية المتقدمة في انتاج وتصفية النفط والغاز"، دار نشر كيليم روسيا.، اوفا.

2. حسن، ف. ف. والفائز، م. م.، (1991)،" انتقال المادة في التطبيقات الهندسية"، جامعة البصرة.

3. معهد التدريب النفطي.، (1990)، "تقنية النفط والغاز"، مطبعة السعدون، بغداد.

4. Nelson, W. L., (1958), *"Petroleum Refinery Engineering"*, 4PthP ed., McGraw -Hill Book Co., New York .

5. عمر، م. أ.، (2007)، "صناعة وتكرير البترول"، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة.

6. Gary, J.H., (1994), "Petroleum refining, technology and economics", 3rd edition, Marcel Dekker Inc., New York

7. Abdul-Halim, A., Mohammed, K., and Safaa, R., (2007), "Dewaxing of Distillate Oil Fraction (400- 500oC) Using Urea", J. of Engineering, Vol.13, No. 1, pp. 1268-1281.

8. Isha ,A. G ; Abdulkadir ,M. ; Onifade, K. R. ; Musa , U ; Garba , " Regeneration of Used Engine Oil" , Proceedings of the word Congress on Engineering, (2003) , 61 – 72.

9. Ghafil Alibrahem, A. "Evolutionary of extraction base oil unit efficiency utilizing mixed *"hydrocarbon process* 88.9 (2010): 155-160.

10. د. فاخر فالح حسن، د. مصطفي محمد رضا الفائز *(انتقال المادة في التطبيقات الهندسية)*، جامعة البصرة 1991

11. محمود، بهاء بدر الدين. 9409 زيوت المحركات: تعريف*/أنواعها/تركيبها/تصنيعها*، المكتب الاستشاري العلمي جامعة القاهرة، مصر 2012

12. Roger F . Haycock *Automotive Lubricants Reference* Book . 2nd edition professional engineering New York USA , (2003) . 10 , 63 , 91 , 113.

13. Nadkarni, R. A. ;Guide to ASTM test methods for the analysis of petroleum products and lubricant. West Conshohocken: ASTM international, 2007

14. Leslierr Rundnick, 2nd edition *Lubricants Additives Chemistry and Application.* Designed Materials Group CRC press , (2009), (pp 71 , 213, 497) .

15. مواصفات الجمعية الأمريكية: ASTM D 445/2017

16. مواصفات الجمعية الأمريكية: ASTM D 92/2016

17. مواصفات الجمعية الأمريكية: ASTM D 97/2017

18. "Lubrication and Lubricants" by E.R. Braithwaite

19. "The Engineer's Guide to Lubrication" by Mobil Oil Corporation

20. "Lubrication Theory and Practice" by A. Cameron

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JIBAS** and/or the editor(s). **JIBAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.