المجلة الدولية للهندسة وتقنية المعلومات
journal homepage:www.ijeit.misuratau.edu.ly

دراسة عملية لمعرفة مدى تأثير المسافة المقطوعة على بعض خواص زيوت محركات البنزين الموجودة بالسوق الليبي

د.علي محمد ابوراس
المعهد العالي للعلوم والتقنية، قسم الهندسة الميكانيكية، الزاوية، ليبيا
Ali.Aburass@hite.edu.ly

د.محمد الرويمي
جامعة المرقب، كلية الهندسة، قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية، الخمس، ليبيا
mselrawemi@elmergib.edu.ly

م.محمد فريشك
المعهد العالي للعلوم والتقنية، قسم الهندسة الميكانيكية ، الزاوية، ليبيا
mohammedfreek9@gmail.com

الملخص— **طرأت في ليبيا خلال الأعوام المنصرمة العديد من المشاكل الميكانيكية في محركات السيارات والتي يعزى سببها الرئيسي إلي وجود عيوب في زيوت التزييت، وقد نجم عن ذلك ضرر وتلف كبيرين، بداية من تعطيل دورة التزييت داخل المحرك إلى انهيار المحرك وتوقفه عن العمل، ناهيك عن الخسائر المادية جراء ذلك. عالميا لتفادي تلك الإضرار، فقد بدأ العمل منذ سنين على تحسين مواصفات الزيوت بصفة عامة ولزوجة الزيت علي وجه الخصوص، وذلك لمواكبة التطور الدوري للمحركات من ناحية الحجم وقوة المحرك، وكذلك في كيفية المحافظة على المحرك وأدائه.**

إن الغرض من هذه الدراسة هو اختبار مدى تغير مواصفات زيت التزييت لمحرك البنزين بعد استخدامه لمسافات متفاوته. أجريت بعض التجارب العملية باستخدام محرك بنزين جديد (FIAT 1.2) ذو أربع اسطوانات، للمقارنة بين خواص الزيوت قيد الدراسة، حيث استخدمت ثلاثة أنواع من الزيوت تحمل ذات المواصفات والتصنيف (SL)، لكنها من شركات وعلامات تجارية مختلفة، وقد شاع استخدامها في الأسواق الليبية (الثريا، الرافينول، الكاسترول)، جميعها خضعت لتجارب واختبارات تحت ظروف مماثلة، وعند مسافات مقطوعة (3000، 4000، 5000 كم).

النتائج التي وصلت لها هذه الدارسة، تبين أن معدل التغير في نسبة لزوجة الزيوت عند الاستخدام كان واضحا. أي أنه في جميع أنواع الزيوت المستخدمة، كلما زادت المسافة المقطوعة زادت نسبة النقصان في لزوجة الزيت، حيث قلت نسبة اللزوجة عند درجة حرارة (100 Cº) بعد قطع مسافة (5000 كم) إلى (8.86% لزيت الثريا، 8.32% لزيت الكاسترول و 8.22 لزيت الرافينول). أما نتائج اختبار معدل التغير في نسب المعادن (الكالسيوم/ الزنك/ الفسفور)، تفاوتت نسبة التغيّر علي حسب المسافة المقطوعة ونوع زيت التزييت المستخدم، حيث لوحظ بأن هناك زيادة في نسبة معدن الكالسيوم ومعدن الزنك لجميع الزيوت المستخدمة في هذه الدراسة بعد قطع مسافة (5000 كم)، حيث بلغت أعلى نسبة زيادة (4.11% كالسيوم و 9.82% زنك) في زيت الثريا، يليه زيت الرافيتول ثم الكاسترول. بينما كان هناك نقصان ملحوظ في نسبة معدن الفسفورعند نفس المسافة المقطوعة، إلا أنها قلت بنسبة عالية وصلت إلى (10.4%) في زيت الثريا. نستخلص من هنا، أن الزيت الأفضل أداء لمحرك الاحتراق يكون معدل التغير قليل في خواصه الفيزيوكيميائية (اللزوجة ومعدل التغير في نسب المعادن) عند الاستخدام.

1. المقدمة

يعد زيت تزييت المحرك السبب الرئيسي لتسهيل حركة مختلف أجزاء المحرك ويمتد إلى تبريدها بشكل أساسي خصوصا عند دورانها تحت تأثير ضغط كبير، يحمل الزيت كميات كبيرة من الحرارة ونقلها خارج غرف الاحتراق، ناهيك عن تنقية المحرك وتنظيفه من آثار الاحتكاكات المعدنية والترسبات الناتجة عن برادة المعادن الدقيقة والشوائب الغير المرغوب فيها، الناتجة عن تفاعلاتها في غرف الاحتراق. يشتق زيت التزييت من البترول والمواد الكيميائية غير البترولية المستخدمة في الصناعات البترولية. يتكون عامة من المواد الهيدروكربونية، والمركبات العضوية التي تتكون بالكامل من الكربون والهيدروجين. زيوت المحركات يجب أن تتوفر بها خواص كيميائية وخواص فيزيائية معينة. فلهذا السبب اعتمدت بعض المؤسسات الدولية والمحلية مثل جمعية مصنّعي السيارات الأوروبية وكذلك جمعية مهندسي السيارات إلى تحديد ووضع معايير الأداء الخاصة بزيوت التزييت وذلك بناء على متطلبات صنّاع المحركات حيث أن هذه المتطلبات تختلف باختلاف تقنية التصنيع والظروف التشغيلية [1] [2].

تظهر أهمية الخواص الفيزيوكيميائية والمليّنات وأيضا الإضافات لزيت التزييت بشكل كبير في قياس مستوي أداء محركات السيارات، وأهمها ماهو ذو مؤشر لزوجة ثابت (زيوت الأساس ذات المؤشر المنخفض ستكون بين 15 إلى 30 والمتوسطة بين 30 و 85 والمرتفعة بين 85 و 100) [2]، يلائم مختلف الظروف التشغيلية (كدرجات الحرارة، نسبة الرطوبة، مدة التشغيل). ومنها أيضا ما هو مقاوم للاحتراق بدرجة عالية، كدرجة حرارة جدران الأسطوانات والمكابس والشنابر أثناء تشغيل المحرك دون أن يحترق، ولمنع تكون نسبة عالية من الكربون، ولعدم تكون طبقة رغوية تشبه القطران تؤدي إلي سد مجرى ماسورة الزيت، وتراكم طبقة صمغية شبيهه بمادة الورنيش تشكل عائقا للمكبس والصمامات، وتكوين مواد فعّاله كيميائية تؤدي إلي تآكل بقية الأجزاء. الأمر الذي يؤدي إلى تكوّن رغوة تساهم في زيادة حجم الزيت وانسكابه من فتحة التهوية (علبة المرافق) فتقل كفاءة الزيت [3] [4].

تأثر الزيوت على المحركات بشكل سلبي وخاصة عند استخدام زيت المحرك لفترة طويلة فيؤدي الي فقدان لزوجته وأيضا بعض المواد المضافة للزيت. اللزوجة المنخفضة تعرض اجزاء المحرك للتآكل والبلي وهذا يؤذي لتضرر المحرك، بينما اللزوجة العالية تساهم في هدر طاقة المحرك وتسبب له صعوبات عند بداية الحركة [5].

أُجريت بعض الدراسات السابقة لدراسة بعض خصائص الزيوت والإضافات والمليّنات لزيت SAE 40 (الكثافة، اللزوجة، المحتوي المائي والرماد) مع مسافات مقطوعة اقل من (2500 كم) [2]. أظهرت النتائج ان الزيت كلما زاد قطعه لمسافات، تزداد الكثافة وتنقص اللزوجة وينخفض المحتوي المائي ويزداد مستوي الرماد في الزيت. كما ذكرت دراسة أخرى بأن هناك عوامل تساهم في التأثير السلبي على استهلاك الزيت أو تغيّر خواصه، هذه العوامل تتضمن عنصري السرعة والمسافة المقطوعة [6].

2. التجارب العملية

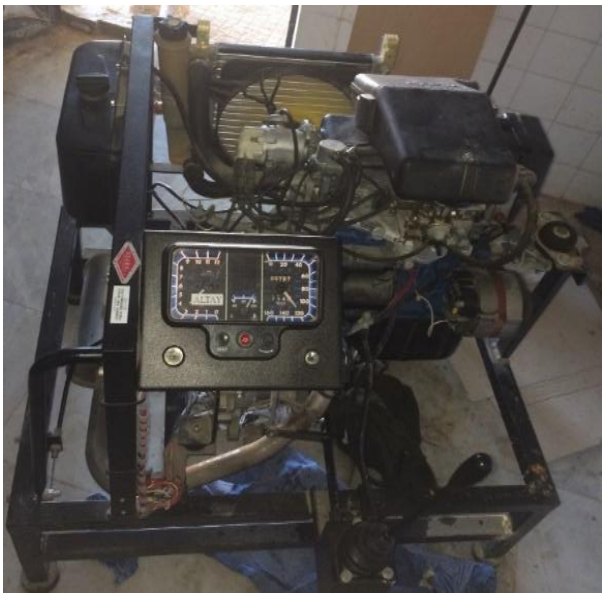
في هذا البحث اجريت التجارب العملية في المعهد العالي للعلوم والتقنية بالزاوية على محرك بنزين جديد (FIAT 1.2) ذو 4 أسطوانات. يمكن الحصول على معلومات أكثر عن المحرك وذلك بالنظر الي الجدول (1) وكما هو موضح أيضا بالشكل (1).

جدول 1. مواصفات المحرك المستخدم في هذا البحث

المحرك	Fiat Punto 1.2L
عدد الإسطوانات	4
العزم	96 N.m @ 2500 rpm
ناقل الحركة	عادي
الوقود	بنزين

استلمت الورقة بالكامل في 8 ابريل 2019 وروجعت في 28 مايو 2020 وقبلت للنشر في 28 مايو 2020

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 31 مايو 2020



شكل 1. المحرك المستخدم في هذه الدراسة

تم استخدام ثلاثة أنواع من الزيوت (الرافينول – الكاسترول -الثريا)، كل نوع منها استخدم لقطع ثلاث مسافات، وذلك باستخدام المحرك المذكور أعلاه، أيضا عند استبدال أي زيت يتم تغيير مرشح زيت المحرك معه. والجدول (2) يوضح نوع الزيوت المستخدمة ومواصفاتها والشكل (2) يوضح شكل الزيوت المستخدمة.

الجدول (2). الزيوت المستخدمة قيد الدراسة

اسم الزيت	نوع الزيت	الشركة المصنعة	التصنيف	المسافة المقطوعة (كم)
الثريا THURAYA	20W-50	مصفاة الزاوية لتكرير النفط- ليبيا	SL	0 / 3000 /4000 5000
رافينول RAVENOL	20W-50	شركة رافينول الألمانية	SL	0 / 3000 /4000 5000
كاسترول CASTROL	20W-50	شركة كاسترول البريطانية	SL	0 / 3000 /4000 5000

شكل 2. الزيوت المستخدمة في هذا البحث

1.2 الأجهزة المستخدمة لاختبارات الزيوت

بعد الانتهاء من التجارب العملية على المحرك لجميع أنواع الزيوت واخذ العينات لكل المسافات المقطوعة كما موضحه بالشكل (3). أجريت أهم الاختبارات الفيزيائية والكيميائية على الزيوت في مختبر خلط الزيوت لشركة الزاوية لتكرير النفط، والأجهزة المستخدمة في تحليل العينات هي كالآتي:

أ- جهاز الأشعة السينية أو أشعة إكس (X-RAYS)

يستخدم جهاز الأشعة السينية لقياس نسبة تركيز المعادن الأساسية الموجودة في الزيوت، وأيضا تركيز المواد المضافة لتحسين أداء الزيوت. في هذا البحث أستخدم جهاز (Oxford Instruments plc, 2015 EDXRF X-Supreme 8000,) الموضح بالشكل (3)، لقياس أهم خواص العناصر الموجودة في زيت المحرك كالفسفور، الزنك والكالسيوم بالجزء من المليون (ppm). يتم تجهيز عينة الزيت وررجها جيدا، ثم توضع في وعاء خاص إلي العلامة المحددة بداخله. يتم وضع الوعاء في الموقع المخصص له داخل الجهاز ويتم التحليل في زمن لا يقل عن 300 ثانية لكل عينة للحصول على النتائج.

شكل 3. جهاز الأشعة السينية لقياس تركيز المعادن (X-RAYS)

ب- جهاز اللزوجة الكيناماتيكية (Kinematic Viscosity)

أُجريت اختبارات اللزوجة على عينات الزيوت عند درجة حرارة (40Cº و100Cº)، وذلك حسب معايير (ASTM D2270) [7]، باستخدام جهاز قياس اللزوجة (Viscometer) نوع (Saybolt) في مختبر الزيوت لشركة الزاوية لتكرير النفط ، وذلك بقياس الزمن اللازم لسريان حجم معين من الزيت تحت تأثير الجاذبية الأرضية من خلال أنبوبة شعرية زجاجية عند درجتي حرارة (40Cº و100Cº)، وذلك لحساب مؤشر اللزوجة (Viscosity Index)، والشكل (4) يوضح جهاز قياس اللزوجة.

شكل 4. جهاز قياس اللزوجة

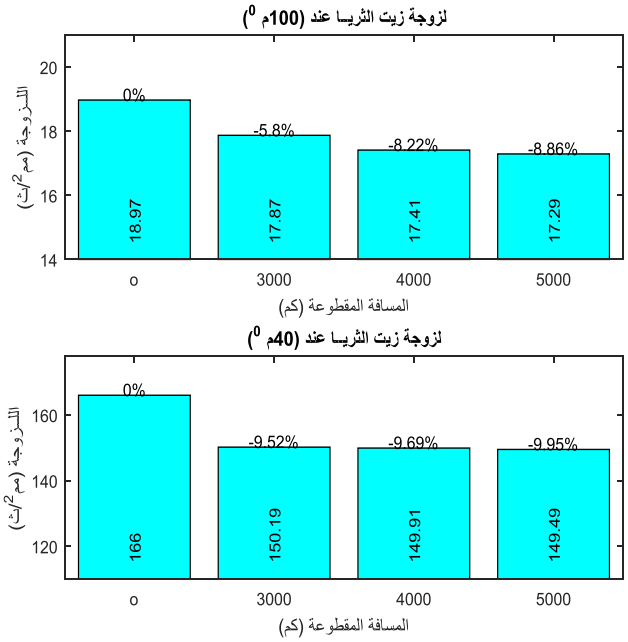
3. نتائج التجارب والاختبارات

سيتم عرض نتائج التجارب التي أجريت على الزيوت قيد الدراسة عرض تفصيلي وعلى مرحلتين، بحيث سيتم أولاً مناقشة نتائج كل زيت على حدة. ثم المقارنة بين جميع أنواع الزيوت المستخدمة من ناحية الخواص التي تم التطرق اليها في هذا البحث.

أ- نتائج اختبارات تأثير المسافة المقطوعة على خواص زيت الثريا (20W-50):

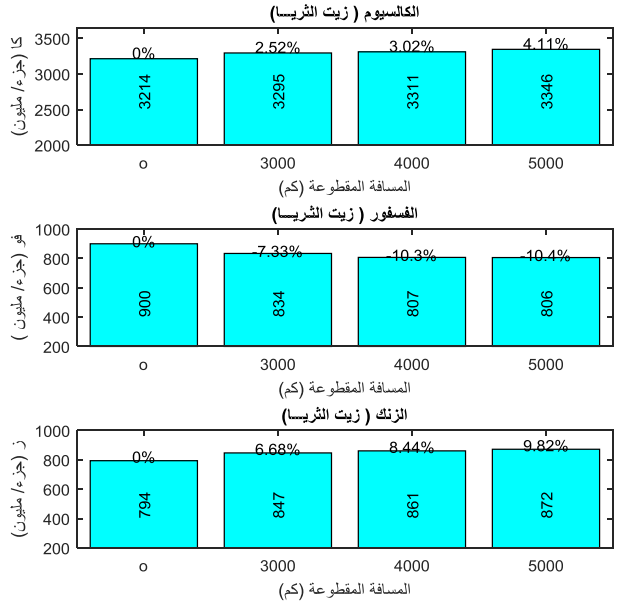
صُنع زيت الثريا في ليبيا بمصنع خلط الزيوت بشركه مصفاة الزاوية لتكرير النفط. الشكل (5) يوضح النسب ومعدل انهيارلزوجة زيت الثريا بعد قطع مسافات (3000/4000/5000 كم). لكل مسافة مقطوعة نسبة تغيّر فكلما زادت المسافة المقطوعة زاد معدل الانهيار في لزوجة الزيت. نلاحظ أيضاً أن اللزوجة قد تغيرت عند درجة حرارة (40Cº) وأيضا درجة حرارة (100Cº). من هنا نستنتج أن كلما زادت درجة حرارة المحرك تنخفض لزوجة الزيت وذلك بالمقارنة بين درجتي الحرارة (40Cº،100Cº). تصل لزوجة الزيت انخفاضها الي ما يقارب 10 % عند المسافة المقطوعة (5000 كم). من هنا تتأثر اللزوجة بزيادة المسافة

المقطوعة تدريجيا. ويرجع السبب في ذلك، عند قطع مسافة طويلة يتعرض المحرك للإجهادات وحمولة زائدة مثل ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع نسبة الكربون الناتجة عن الاحتراق بسبب عمل المحرك لساعات طويلة وارتفاع نسبة الاحتكاك والتآكل.



شكل 5. لزوجة زيت الثريا عند درجة حرارة C°100/40

الشكل (6) يبين نسب التغير في أهم بعض المعادن الأساسية في زيت الثريا، ويوضح التغيرات التي حصلت على المعادن (الزنك/الفسفور/الكالسيوم) بعد استخدام الزيت لمسافات متفاوتة (5000/4000/3000 كم). نستنتج أن الزيادة في تغير نسبة معدن الكالسيوم في زيت الثريا تزداد تدريجيا مع زيادة المسافة المقطوعة. كما اتضح أن هناك نقصان في تغير نسبة معدن الفسفور في زيت الثريا تدريجيا مع زيادة استخدمه لمسافات أكثر. كما لوحظ أن هناك زيادة في تغير نسبة معدن الزنك في زيت الثريا بنسب تصاعدية مع زيادة المسافة المقطوعة. ويرجع ذلك للظروف التي مرت بها داخل المحرك من درجات الحرارة واحتكاك.

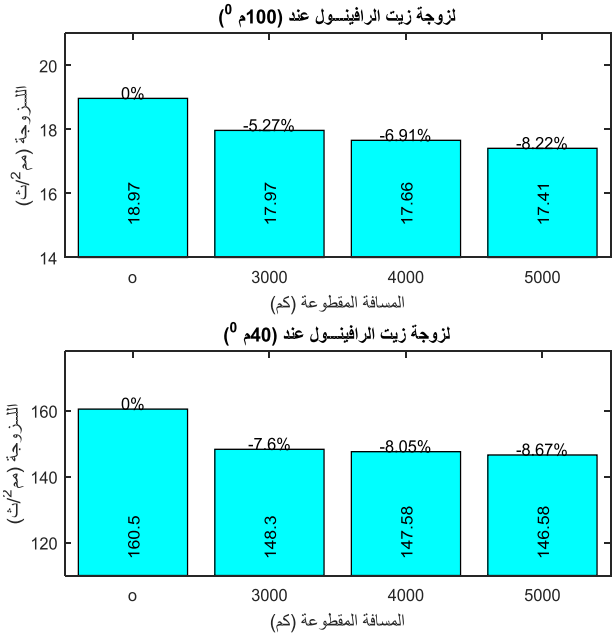


شكل 6. نسب المعادن الأساسية في زيت الثريا (الزنك/الفسفور/الكالسيوم)

المجلة الدولية المحكمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات المجلد 6 ، العدد 2 ، 2020

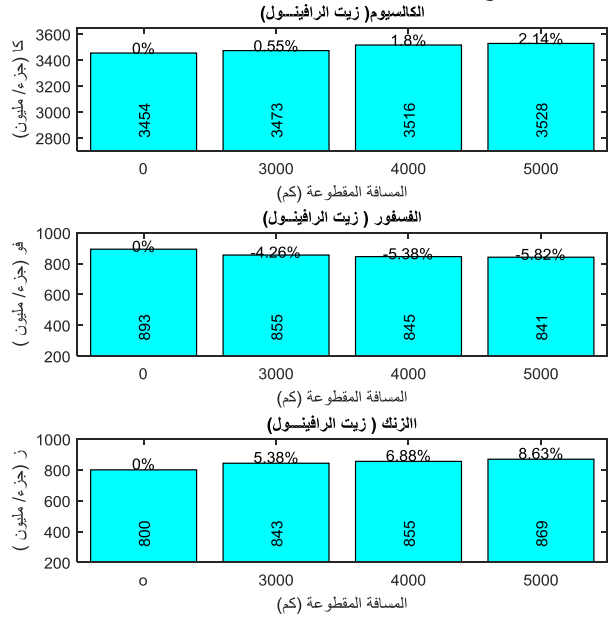
ب- نتائج اختبارات تأثير المسافة المقطوعة على خواص زيت الرافينول (SAE 20W-50):

يُصنع ويخلط زيت التزييت الرافينول بإشراف من شركه الرافينول الألمانية المتخصصة في صناعة زيوت المحركات. الشكل (7) يوضح لزوجة زيت الرافينول (20W-50) بعد قطعه مسافات متفاوتة (5000/4000/3000 كم). اتضح أن لزوجة زيت الرافينول قد تغيرت عند درجات الحرارة التي اختبرت فيها (40Cº) وأيضا عند درجة حرارة (100Cº) بنقصان بنسب تدرجية متفاوتة. ولوحظ ان لزوجة الزيت تتأثر بزيادة المسافة المقطوعة أي ان لزوجة زيت المحرك تتأثر بعلاقة عكسية مع المسافة المقطوعة بسبب عدة عوامل ناتجة عن استخدام المحرك. ومن أهم هذه العوامل، السرعة، درجة الحرارة والحمل.



شكل 7. لزوجة زيت الرافنيول عند درجة حرارة C°100/40

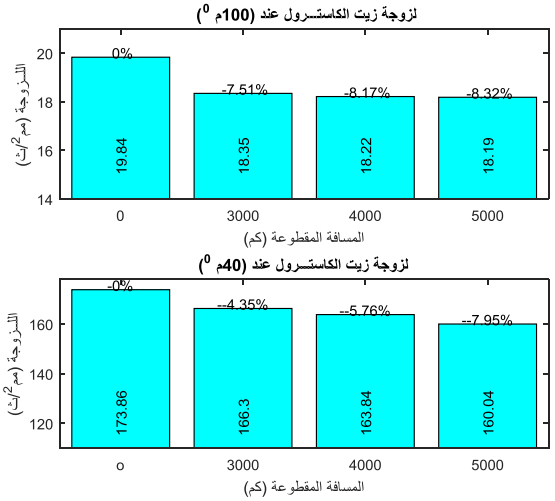
الشكل (8) يوضح أهم المعادن الأساسية في زيت الرافينول، ونلاحظ التغيرات التي طرأت على المعادن (الزنك/الفسفور/الكالسيوم) بعد استخدام الزيت لمسافات متفاوتة (5000/4000/3000 كم). أولا: نلاحظ زيادة معدل نسبة تغير معدن الكالسيوم في هذا الزيت بنسب اضحة مع زيادة المسافة المقطوعة للمحرك. ثانيا: هناك نقصان واضح في تغير نسبة معدن الفسفور في زيت الرافينول بنسب تدريجية مع زيادة استخدمه لمسافة أكثر. ثالثا: توضح النتائج بأن هناك زيادة في معدل التغير في معدن الزنك في بنسب متفاوتة مع زيادة المسافة المقطوعة.



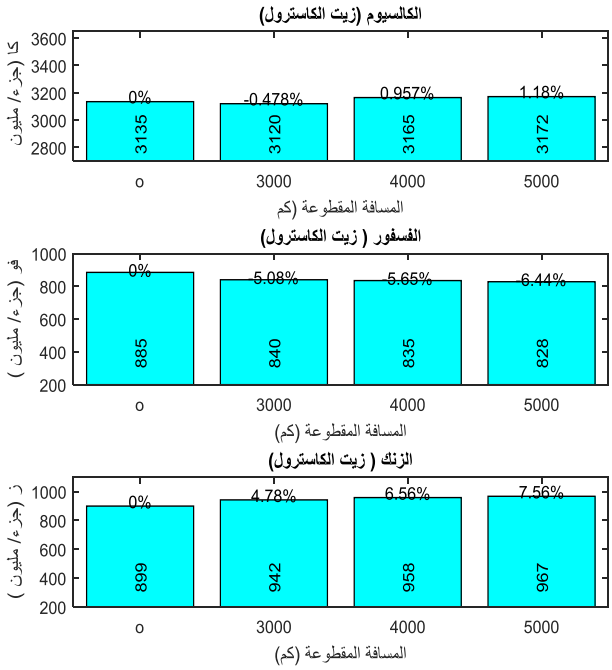
شكل 8. المعادن الأساسية في زيت الرافينول (الزنك/الفسفور/الكالسيوم)

ج- نتائج اختبارات تأثير المسافة المقطوعة على خواص زيت الكاسترول (20W-50):

يصنع زيت التزييت الكاسترول ببريطانيا بإشراف شركة كاسترول وهي متخصصة في صناعة زيوت التزييت لمحركات الاحتراق. الشكل (9) يبين نسب التغير في لزوجة زيت الكاسترول عند درجة حرارة (40Cº و 100Cº) وبعد استعماله لمسافات مختلفة (5000/4000/3000 كم). اتضح أن اللزوجة قد تغيرت عند درجات الحرارة التي اختبرت فيها بنقصان بنسب تدريجية واضحة، وان لزوجة الزيت تتأثر بزيادة المسافة المقطوعة. وكانت أكثر نسبة نقصان (8.32%) عند مسافة مقطوعة (5000 كم).



شكل 9. لزوجة زيت الكاسترول عند درجة حرارة 100/40Cº



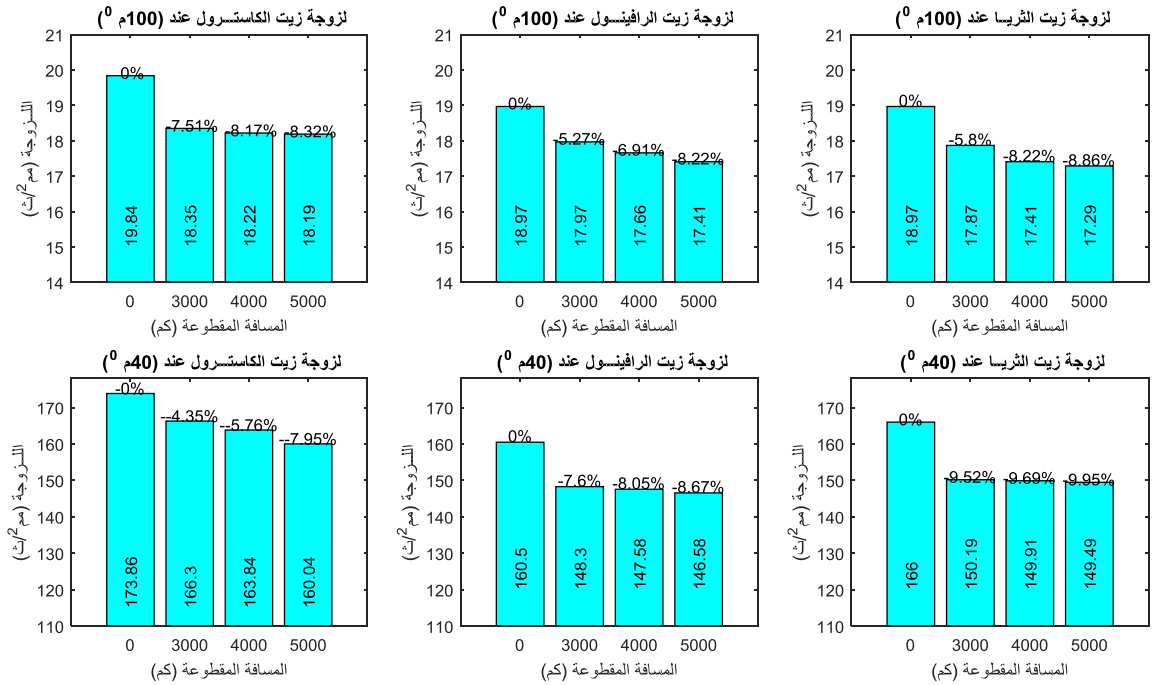
شكل 10. أهم المعادن الأساسية في زيت الكاسترول

4. مناقشة النتائج

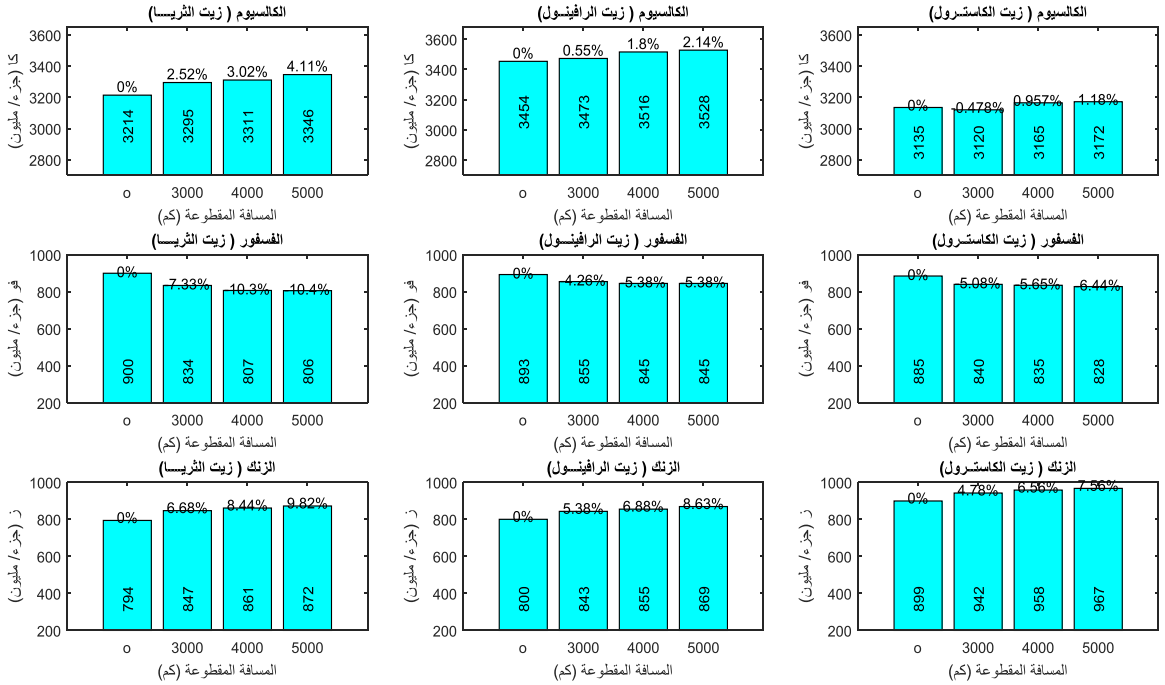
إن الزيت الأفضل من ناحية معايير اللزوجة هو الذي يكون اقل تغيّر بالنسبة للمسافة المقطوعة، وخاصة عند استخدام الزيت لتزييت الأجزاء الميكانيكية لمحرك الاحتراق. للتوضيح أكثر، الشكل (11) يبين اختبارات اللزوجة لجميع أنواع الزيوت المختبرة في هذا البحث عند درجتي حرارة (100Cº،40Cº). ومن هنا، نلاحظ ان زيت الرافينول اقل معدل تغيّر للزوجة عند درجات الحرارة العالية (100Cº) مع زيادة المسافة المقطوعة، واقل نسبة نقصان في اللزوجة في المسافات القصيرة.

أما زيت الكاسترول فكان معدل تغيّر اللزوجة اقل عند درجات الحرارة المتوسطة (40Cº). فإنخفاض اللزوجة بشكل مفاجيء بعد تشغيل المحرك لفترة قصيرة من الزمن تشكل خطر كبير على المحرك، وهذا ما يحدث حاليا في السوق الليبي، حيث أن بعض انواع الزيوت في السوق الليبي كانت السبب الرئيسي في حدوث مشاكل للمحركات بعد استخدام الزيت لفترة قصيرة، والسبب هو سرعة انهيار اللزوجة وبعض الخواص الأخرى للزيت.

إن المعادن او المركبات المعدنية المختلفة تساهم بشكل فعّال في دعم تقليل عمليات أكسدة الزيوت. الشكل (12) يبين نتائج اختبار المعادن (زنك /فسفور/كالسيوم) لجميع الزيوت المستخدمة في هذا البحث، نلاحظ أولاً: أن أقل معدل زيادة او تغيّر في نسبة معدن الكالسيوم كانت في زيت الكاسترول، وكان أكبر معدل تغيّر لزيت الثريا. ثانيا: أما بالنسبة لاختبار معدن الفسفور فأقل معدل تغيّر كان لزيت الرافينول. ثالثا: يوضح اختبار معدن الزنك للزيوت المستخدمة في هذا البحث بحيث كان أقل معدل تغير لزيت الكاسترول. فزيت التزييت الخاص بمحرك السيارات يحتوي على العديد من المواد التي تعمل على تجديد الأحماض، بالإضافة إلى دوره في امتصاص الماء والغازات الناتجة عن الاحتراق، باستمرار عمل زيت التزييت في المحرك يتشبع بهذه المواد، ولا يستطيع امتصاص هذه المواد مرة أخرى، مما قد يتسبب في إصابة بعض أجزاء المحرك بالصدأ، ومن هنا يمكننا القول بأن عدم تغيير زيت المحرك لفترة طويلة يؤدي إلى تقليل العمر الافتراضي لمحرك السيارة.



شكل 11. مقارنة بين لزوجة الزيوت مستخدمة عند درجة حرارة 100/40Cº



شكل 12. مقارنة بين المعادن لجميع الزيوت المستخدمة

5. الخلاصة

من خلال التجارب والاختبارات التي أُجريت على بعض الزيوت الموجودة في السوق الليبي قيد الدراسة، وذلك لتقييم التغيرات التي طرأت على الخواص الفيزيوكيميائية عند الاستخدام. لقد أثبتت النتائج في هذا البحث، أن معدل التغيّر في اختبار اللزوجة ومعدن الفسفور كانت العلاقة عكسية مع المسافة المقطوعة (كلما زادت المسافة المقطوعة كلما قلت نسبة اللزوجة ونسبة معدن الفسفور في الزيت)، وأيضا اللزوجة مع درجة الحرارة. ويُعزى السبب في ذلك أنه عند قطع مسافة طويلة يتعرض المحرك لإجهادات وحمولة زائدة مثل ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع نسبة الكربون الناتجة عن الاحتراق بسبب عمل المحرك لساعات طويلة وارتفاع نسبة الاحتكاك والتآكل، هذا بدوره يؤدي إلى تغير لون الزيت إلى الأسود ويفقد الزيت خصائص اللزوجة. أما معدن الزنك ومعدن الكالسيوم فعلاقتهما طردية مع المسافة المقطوعة. أي يجدر بالذكر هنا، بأن هناك عاملين اساسين لهم تأثير مباشر على تركيبة الزيوت هما درجة الحرارة والمسافة المقطوعة (التشغيلية). كما يجب التركيز على اللزوجة لأنها إحدى اهم الخواص، فانهيارها بسرعة عند المسافات القصيرة يؤثر على الأجزاء الميكانيكية للمحرك، وفي الختام يتضح من خلال هذه الدراسة أن زيت الرافينول كان أقل معدل تغيّر للزوجة عند درجات الحرارة العالية (100Cº) مع زيادة المسافة المقطوعة، واقل نسبة نقصان في اللزوجة في المسافات القصيرة ، علماً بأن جميع الزيوت المختبرة في هذه الدراسة كانت ضمن المستويات العالمية المقبولة.

المراجع

1. صلاح إسماعيل يحيى الموصلي (2012). استخدام تقنية الموجات الدقيقة في حساب انحدار خواص زيوت محركات الاحتراق الداخلي وزيوت محولات الجهد العالي)، مجلة علوم المستنصرية، المجلد 23، العدد 2.

2. عبد الله عزاوي عيسى (2017). تأثير المسافة المقطوعة للمركبات على الخواص الفيزيائية والكيميائية لزيت المحركات (ديزل SAE 40) المنتج في مصافي الدورة بغداد، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية SAE، ISSN-1813-1646. المؤتمر العلمي السادس للعلوم الزراعية.

3. محمد صقر ديوب (2019). دراسة تأثير بعض الإضافات المختلفة على الخصائص الفيزيائية -الكيميائية لزيوت محركات الاحتراق الداخلي وتحديد مدة عمل الزيوت في شروط الاستثمار، مجلة جامعة تشرين للبحوث الدراسات العملية، سلسلة العلوم الهندسية المجلد العدد (41) .

4. مدينة سعيد علي سعيد، بدور احمد عوض الله (2014). تقييم الخواص الفيزيائية والكيميائية لبعض زيوت المحركات (بنزين) المستخدمة في السودان) بحث بكالوريوس، جامعة الخرطوم للعلوم والتكنولوجيا كلية العلوم.

[5]. Pirouzfar, V., Zarringhalam Moghaddam, A., & Mirza, B. (2012). Physicochemical properties and combustion performance of gas oil–fuel additives. Journal of energy resources technology, 134 (4).

6. محمد أكرم عبدالحميد (2016). تقنية محركات الديزل، المنشأة العامة للتدريب النفطي، بغداد، العراق.

[7] 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*