

## تأثير ساعات العمل على الخواص الفيزيائية – الكيميائية لزيت الهيدروليكي

### للساحبات الزراعية

أركان محمد أمين صديق

قسم المكنائن والآلات الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

[arkanma@yahoo.com](mailto:arkanma@yahoo.com)

### المخلص

أجريت التجربة على ساحبات زراعية تابعة لشركة نفط الشمال/ كركوك موديل 2013 نوع KOTI لدراسة تأثير زمن التشغيل بمستويات 100 ، 500 ، 1000 ، 10000 و 15000 ساعة عمل في بعض صفات الزيت الهيدروليكي للساحبات وشملت: كثافة الزيت، اللزوجة الكينماتيكية، دليل اللزوجة، المحتوى المائي للزيت، نقطة الوميض، النسبة الحجمية للرواسب، نسبة المواد الصلبة- محتوى الرماد، نقطة الانسكاب، درجة الحمضية. تم تحليل البيانات باستخدام تصميم CRD بواقع 3 مكررات لكل مستويات عامل الزمن. وتبين نتائج البحث بان كثافة الزيت الهيدروليكي قلت بزيادة عدد ساعات العمل ووصلت الى 0.834 غم/سم<sup>3</sup> عند 15000 ساعة عمل، واقل لزوجة كينماتيكية للزيت الهيدروليكي SWE20 ظهرت عند 100 م، اذ بدأت بالانهيار بزيادة ساعات العمل تدريجيا حتى بلغت ادنى مستوى لها 4.92 cts عند 15000 ساعة، في حين ان اقل دليل للزوجة بلغ 121 عند 15000 ساعة عمل مما يدل على ثبات لزوجة الزيت على رغم انخفاضه، وبلغ المحتوى الرطوبي نسبة nil ppm وهي افضل نسبة للزيوت المستخدمة لتزييت المنظومة الهيدروليكية. وظهر الزيت ثبات نقطة الوميض عند 170 م مع ارتفاع ساعات العمل، وشارت النتائج زيادة نسبة الرواسب بزيادة ساعات العمل 0.079% عند 15000 ساعة عمل، وتبين بان نسبة المواد الصلبة ومحتوى الرماد ازدادت مع زيادة ساعات العمل 0.328% عند 15000 ساعة عمل. وظهرت النتائج بان الزيت لم يتاثر بزيادة ساعات العمل وحافظ على قيمه واطئة ومستقرة لدرجة الانسكاب -30 م. في حين ازدادت درجة الحمضية بزيادة ساعات العمل وكانت اقل قراءة 1.78 ملغم /KOH/غم زيت عند 100 ساعة عمل، فضلا عن ذلك فان المعدات التي عملت بشكل دائم داخل مناطق التلوث الغازي ادت الى رفع حامضية الزيت الهيدروليكي واثرت على جميع صفات الزيت الهيدروليكي السابقة.

**الكلمات الدالة:** زيت الهيدروليكي SWE20، نقطة الوميض، مؤشر اللزوجة، كثافة الزيت، نقطة الانسكاب.

## **Effect of Working Hours on The Physical - Chemical Properties of Hydraulic Oil For Agricultural Tractors**

Arkan M. A. Seddiq

Department of Agriculture Machines and Equipment's, College of Agricultural & Forestry,  
Mosul University, Mosul, Iraq.

[arkanma@yahoo.com](mailto:arkanma@yahoo.com)

### **Abstract**

The experiment was carried out on tractors type KOTI model 2013 belongs to North Oil Company/Kirkuk to study the effect of operating time at several levels: 100, 500, 1000, 10000 and 15000 hours of work in some hydraulic oil properties In the tractors. These properties included: oil density, kinetic viscosity, viscosity index, water content for oil, flash point, volumetric ratio of sediment, ratio of solids - ash content, spill point, acidity. The data were analyzed using CRD design with 3 replicates for all time factor levels. The results showed that the hydraulic oil density decreased by increasing working hours and reached 0.834 g/cm<sup>3</sup> at 15000 working hours. The less kinetic density of hydraulic oil SWE20 Appeared at 100 Co, as started to collapse gradually by increasing working hours until it reached a minimum level for it 4.92 cts at 15000 Hour, while the least viscosity index reached to 121 at 15000 hours of work despite its declining, The moisture content was nil ppm, which is the best ratio of oils used to lubricate the hydraulic system. The increasing of working hours showed stability in the flash point at 170 Co for the oil, The results indicated an increase in the percentage of sediment by increasing working hours by 0.079% at 15000 working hours, The ratio of solids and ash content increased with increasing working hours which is reached 0.328% at 15,000 hours. The results showed that the oil doesn't affected by increasing working hours and kept its spillage values low and stable at extent –30 Co. While the acidity increased by increasing working hours and the minimum value for acidity reached to 1.78 mg KOH/g oil at 100 working hours, In addition, the machines that works permanently within gas pollution zones led to increase the acidity in hydraulic oil and that affected to the all of the properties of hydraulic oil.

**Keywords:** SWE20 hydraulic oil; flash point; viscosity index; oil density; spill point.

## 1. المقدمة

تعد المنظومات الهيدروليكية احد سمات عصرنا الحاضر وتقدمه التكنولوجي فيواسطتها يمكن تحويل الطاقة الكامنة للسائل الهيدروليكي الى طاقة ميكانيكية ولكونها اساس عمل الساحنات الزراعية لذا استوجب الاهتمام الخاص بسلوك المنظومات الهيدروليكية ومستويات تأثيرها، ويمكن التحكم في مستويات هذه التأثيرات من خلال دراسة العوامل المؤثرة على الاستهلاك وخصوصا العوامل المتعلقة بالتشغيل او ساعات العمل، اذ تبين بان ساعات العمل تؤدي الى تغيير مواصفات الزيت الهيدروليكي القياسية SAE20، فقد ذكر [1] بان عنصرى ساعات العمل والمسافة المقطوعة من قبل مكائن الديزل كانت من اهم العوامل التي ساهمت في التأثير السلبي على استهلاك الزيت وتغير مواصفاته وفاعليته، وبين أن مشكلة استهلاك الزيت وتدهور صفاته الثابتة في مكائن الديزل كانت لها تأثيرات سلبية على البيئة فضلا عن الجانب الاقتصادي. وبينت دراسة لـ [2] الى أن الزيت ينبعث عند استهلاكه في المعدات الثقيلة على هيئة أبخرة زيتية من أربعة مصادر وهي بطانة حلقات المكبس، شاحن الهواء التريبي، موانع تسرب الزيت في سيقان الصمامات ونظام تهوية علبة المرفق، وأن نسبة 80 % من معظم الزيوت المستهلكة تنبعث من بطانة حلقات المكبس.

وقام [3] بدراسة ظاهرة استهلاك الزيت الهيدروليكي في المحركات التي تعمل بوقود الديزل، اذ لاحظ تأثر الزيت بالعديد من العوامل منها متعلقة بالتشغيل من حيث ساعات العمل والحمل وعوامل متعلقة بالمواصفات الفنية التصنيعية للماكينة والزيوت المستخدم فضلا عن العوامل المتعلقة بطريقة قياس الاستهلاك. وذكر [4] بان ما لا يقل عن 75 % من جميع الأنظمة الهيدروليكية تستهلك بسبب تدهور صفات السوائل الهيدروليكية فيها وذلك لأسباب عديدة كزيادة التسرب الداخلي مما يقلل من كفاءة المضخات والمحركات والاسطوانات فضلا عن تسببه بتلوث الزيت داخل المنظومة الهيدروليكية مما يقلل من قدرة الصمامات للسيطرة على تدفق ومقدار الضغط داخلها وبالتالي إضاعة القدرة وتولد حرارة زائدة في النظام الهيدروليكي. حيث ان الملوثات يمكن أن تكون على هيئة سوائل كالماء هو الأكثر شيوعا او كجزئيات صلبة تتشكل وتتراكم داخل النظام الهيدروليكي نتيجة تفاعلات كيميائية للسائل مع مرور الزمن. اذ وجد بان السائل الهيدروليكي الذي يحتوي على 500000 جسيمه بقطر 5 ميكرون أو أكبر لكل 100 مل يعد خارج المستويات الموصى بها من قبل معظم الشركات المصنعة، علما بان الجزيئات التي هي بقطر 0.5 ميكرون يمكن أن تكون ضارة عند تراكمها لمعظم النظم الهيدروليكية. وقد تتضرر الأنظمة الهيدروليكية من التأثير البيئي والذي يؤدي الى التآكل في الاجزاء المنظومة من خلال العمل بسبب الملوثات القابلة للذوبان في السائل الهيدروليكي، والسوائل الهيدروليكية التي تحتوي على مثبطات التآكل غالبا ما تشكل الرمد عندما يتم دخول الرطوبة

الى الأنظمة الهيدروليكية مسببة تدهور عمل المنظومة نتيجة التآكل. وقام مركز [5] بإجراء اختبارات عديدة لأكثر من 20 ماركة زيت مختلفة على أساس معدني (نفطي) لأكثر من 75 الية في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي غضون 22 شهراً من الاختبارات وبعد أن قطع كل محرك مسافة قدرها 96.540 ألف كيلو متر (تقريباً عشرة أشهر)، تبين بان الزيت يجب ان يغير كل 9654 آلاف كيلو متر تقريباً أثناء استغلال المكائن في الظروف الصعبة وهذا يزيد بمرتين على المدة التي ينصح بها مصنعي السيارات. وبصورة عامة لا يفضل استعمال الزيوت الهيدروليكية عند درجة حرارة اشتغال تقل عن درجة صفر م° والمواصفات المقبولة يجب ان تكون فيها درجة اللزوجة محصورة بين 45 - 48 عند درجة حرارة 98,9 م° والوزن النوعي 0,876 عند درجة حرارة 15,6 م°. وتعد هذه الدرجة من الدرجات الجيدة التي يجب ان تتوفر في الزيوت العالمية، اذ بينت شركة Comparative Motor Oil Testing (GAPS) [6] ضرورة ذلك مع زيادة المسافة المقطوعة لتصبح ضمن المعايير القياسية. وهذه النتائج اتفقت مع [7] اذ توصل الى ان نقطة الوميض لزيت Ravenol ،SAE 5W-x بلغت 232 درجة مئوية وعزا سبب ذلك الى احتواء الزيت على العديد من المواد التي اسهمت في تحسين نقطة الوميض. وتعد نسبة الرواسب الحجمية 0.05 نسبة مثالية كما ذكر ذلك [8].

وتوجد (نسبة المواد الصلبة - محتوى الرماد) في زيوت الهيدروليك والتشحيم والوقود كمرکبات فلزية عضوية لذا فان اختبار الرماد مهم جدا كونه يعطى دليلا واضحا على مدى تأثير الحرارة الناتجة عن الضغوط العالية للمضخات الهيدروليكية ومشاكل التآكل فضلا عن تراكم الملوثات والتي عادة ما تنشأ من الغبار والأوساخ ونواتج الضغوط العالية التي تضم المخلفات المعدنية والمطاطية في المنظومة الهيدروليكية، اذ تبلغ اعلى مستوى لها %0.45 بعد تشغيل 15000 ساعة عمل [9]. علما بان الدرجات الدنيا للانسكاب والتي هي اقل من - 20 درجة مئوية تؤثر سلبا على لزوجة الزيت الهيدروليكي [10]. وبين كل من [11] ان رقم حامضيه هي إحدى الخواص التشغيلية الهامة للزيوت وخاصة لزيوت الهيدروليك فعند تأكسد الزيت سوف يزداد رقم حموضتها وذلك لتجمع المركبات الأوكسجينية وهذه الظاهرة غير مرغوب بها، اذ ان ارتفاع درجة الحرارة تعمل على تنشيط الاكسدة وظهور تأثير لنواتجها والتي تلعب دور الوسيط في رفع رقم الحامضية ومن خلال الاخير يمكن معرفة عمر الزيت.

ومن هنا أتت أهمية إجراء هذا البحث والذي يهدف الى دراسة تأثير ساعات العمل للساحبات الزراعية تحت تأثير الاجواء الملوثة في الخواص الفيزيائية والكيميائية لزيت الهيدروليكي SAE 20 المستخدم في الانظمة الهيدروليكية للساحبات الزراعية في شركة نفط الشمال - العراق.

## 2. الجزء النظري

تم إجراء التجربة على ساحبات زراعية نوع نيو هولاند KOTI موديل 2014 تابعة عانديتها الى مواقع مختلفة لشركة نفط الشمال في كركوك اخذت منها نماذج للزيت الهيدروليكي SAE 20، وذلك لدراسة تأثير عامل زمن التشغيل للساحبات بعدة مستويات 100 ، 500 ، 1000 ، 10000 و 15000 ساعة عمل على بعض صفات الزيت الهيدروليكي وتضمنت: كثافة الزيت، اللزوجة، دليل اللزوجة، المحتوى المائي للزيت، نقطة الوميض، النسبة الحجمية للرواسب، نسبة المواد الصلبة- محتوى الرماد، درجة الانسكاب، رقم الحامضية، مع الاخذ بنظر الاعتبار بان التبديل الدوري للزيت الهيدروليكي كانت تتم بعد كل 20000 ساعة عمل حسب نظام الصيانة المعتمد في شركة نفط الشمال، علما بان المواصفات الخاصة بالزيت الهيدروليكي تم تحديده اعتمادا على المواصفات القياسية العالمية والمعتمدة في قسم مختبرات السيطرة النوعية المركزية لشركة نفط الشمال / كركوك [12] والذي تميز بانه ذو مواصفات عالمية برقم دلالة 200. كما اتصف الزيت بانه مزيج من زيوت أساسية ذات نوعية عالية الجودة تحتوي على مواد محسنة تكسبها مواصفات خاصة مطابقة للمواصفات العالمية فضلا عن احتوائها على مواد إضافية مقاومة للتأكسد ومواد أخرى مانعة للرغوة علما بأن هذه الزيوت تميزت بمقاومتها ضد الصدأ الى الحد الذي يجعلها تفي بمتطلبات الجودة (ISO- 9001) لسنة 2015، علما بان الفحوصات المختبرية للزيت الهيدروليكي لم تظهر وجود اي نسبة لعنصر للرصاص في مكوناتها. تم تحليل بيانات البحث باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD بواقع 3 مكررات لكل مستوى من مستويات عامل الزمن واختبر الفرق بين المتوسطات باستعمال اختبار دنكن متعدد المستويات عند مستوى معنوية 0.05 [13]. وتم قياس الخواص الفيزيائية - الكيميائية للصفات المدروسة كالآتي :-

### 1.2 الكثافة (غم/سم<sup>3</sup>):

تم قياس الكثافة النوعية للزيت بواسطة المكثاف Hydrometer بطريقة (D-1298) وفق معايير [12] والمتبعة في قسم مختبرات السيطرة النوعية المركزية لشركة نفط الشمال. علما بان مواصفات الكثافة لا تقويم بشكل مباشر الخواص التشغيلية للزيوت ولكن بواسطتها يمكن الحكم على التركيب الكيميائي للمادة الخام والتي من خلالها يتم الحصول على درجة نقاوة الزيت.

## 2.2 اللزوجة (ملم<sup>2</sup>/ثانية):

هي مقاومة السائل لإزاحة احدى طبقاته بالنسبة لطبقة اخرى تحت تأثير قوى خارجية او بعبارة اخرى قياس مقاومة الزيت للانسياب او للاحتكاك الداخلي، وتعد اللزوجة من الخواص المهمة عند انتاج الزيوت اذ يمكن من خلالها تصنيف درجات الزيوت الملائمة للجهاز المستخدم، فضلا عن كونها مؤشرا لتأكسد الزيت وتدهور مواصفاته اثناء الاستعمال عند زيادة لزوجة الزيت [14]. وتم اخذ قراءات اللزوجة الكينماتيكية باستخدام جهاز قياس اللزوجة Viscometer عند ثلاث درجات حرارية وهي (40 ، 70 و 100) درجة مئوية، وتم حساب اللزوجة بطريقة (D-445) وفق معايير [12] بتطبيق القانون المثبت على الجهاز وكالاتي:

$$V = C \times t \quad (1)$$

حيث ان

V : اللزوجة بوحدة سنتي ستوك. CSt

t : الزمن (ثانية) وهو الزمن الذي يستغرقه نزول الزيت في الجهاز

C : ثابت Viscometer ويعتمد على قطر الانبوب الشعري المستخدم في الفحص

## 3.2 دليل اللزوجة (V.I) Viscosity Index :

تم احتساب دليل لزوجة الزيت الهيدروليكي SAE20 بطريقة (D-2270) وفق معايير [12] وهي قابلية الزيت في الحفاظ على لزوجته خلال تغيير درجات الحرارة وهو رقم صحيح ويكون اكبر من المئة او اكثر ويتم احتسابه من معرفة اللزوجة الكينماتيكية في 32 - 64 درجة مئوية وباستعمال جداول خاصة يتم استخراج قيمة معامل اللزوجة.

$$V.I = [ (L-U)/D ] \times 100 \quad (2)$$

حيث :

L : اللزوجة بدرجة 100 C<sup>o</sup> ويستخرج من جدول [12].

U : اللزوجة بدرجة 40 C<sup>o</sup>

D : ثابت يستخرج من جدول [12] بالاعتماد على اللزوجة بدرجة 100 C<sup>o</sup>

## 4.2 المحتوى المائي (ppm):

تم تقييم الفحص بطريقة (D-95) وفق معايير [12] الذي يقاس فيها نسبة الماء كجزء بالمليون PPM في الزيوت.

## 5.2 نقطة الوميض (درجة مئوية):

وهي تمثل اوطاً درجة يتوهج عندها بخار الزيت الهيدروليكي المنبعث من العينة عند تعرضه الى لهب، وبما أن نقطة الوميض المنخفضة تزيد من احتمالية الزيت للاحتراق لذا يفضل زيادة درجة حرارة نقطة الوميض لدى الزيوت. وتم تسجيل هذه الحرارة بطريقة (D-92) وفق معايير [12] عند قراءة المحرار لحظة اشتعال الزيت خلال ومضة واحدة داخل الوعاء حيث تمثل تلك الحراري درجة وميض العينة ووحدة القياس لها هي درجة مئوية  $^{\circ}\text{C}$ .

## 6.2 النسبة الحجمية للرواسب (%):

تم حساب النسبة الحجمية للرواسب بجهاز الطرد المركزي حسب طريقة (D-1796) وفق معايير [12] بحساب النسبة المئوية بين وزن الرواسب الى وزن كل العينة.

## 7.2 نسبة المواد الصلبة - محتوى الرماد (%):

ويقصد بالمحتوى الرمادي المخلفات غير المتطايرة الناتجة من عملية حرق المشتقات النفطية حرقاً تاماً ويعبر عن هذا المحتوى عادة بالنسب الوزنية المختلفة للكربون المتخلف من المادة الاصلية، اذ تم قياس محتوى الرماد حسب طريقة (D-482) وفق معايير [12] وذلك بالفصل بالطرد المركزي وحسب القانون:

$$\text{Ash content} = (\text{wt}_1/\text{wt}_0) \times 100 \quad (3)$$

حيث ان:

Ash content : المحتوى النسبي لوزن الرماد (%)

$\text{wt}_1$  : الوزن بعد الحرق (gm)

$\text{Wt}_0$  : الوزن قبل الحرق (gm)

## 8.2 نقطة الانسكاب (درجة مئوية):

تمثل هذه الصفة اوطاً درجة حرارية يستمر عندها الزيت بالانسياب، حيث يضاف عادة الى بعض المشتقات النفطية مواد خاصة تعرف بخافضات درجة الانسكاب تعمل على تحسين عمل ادائها تحت الظروف الباردة في فصل الشتاء. وتم حساب هذه الصفة حسب طريقة Jar حسب طريقة (D-97) وفق معايير [12].

## 9.2 رقم الحامضية (ملغم KOH/غم زيت):

تم قياس الحامضية بالطريقة الكيميائية حسب طريقة (D-664) وفق معايير [12]، ويعرف رقم الحموضة بأنه عبارة عن عدد ملليغرامات KOH اللازمة لمعادلة المركبات الحمضية الموجودة في غرام واحد من الزيت والتي يجب ألا تتعدى 0.1 ملغم KOH/غم زيت ويتم حسابه حسب القانون التالي:

$$\text{ACIDITY} = (N_{\text{KOH}} \times V_{\text{KOH}} \times \text{Eqwt}_{\text{KOH}}) / (\text{Wt oil}) \quad (4)$$

حيث ان

ACIDITY : رقم الحامضية (ملغم KOH/غم زيت)

$N_{\text{KOH}}$  : عيارية KOH

$V_{\text{KOH}}$  : الحجم النازل من السحاحة (ml)

$\text{Eqwt}_{\text{KOH}}$  : ثابت 56.1

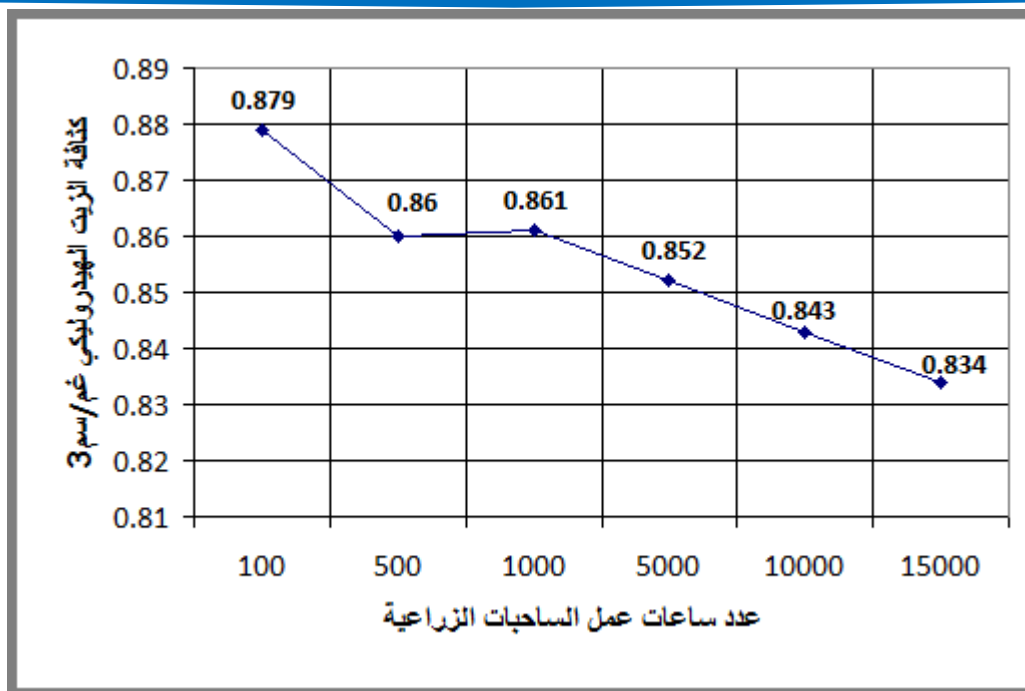
Wt : وزن العينة الماخوذ (بالغرام)

## 3. النتائج والمناقشة

### 1.3 تأثير عدد ساعات العمل على كثافة زيت الهيدروليك في الساحبات الزراعية:

يلاحظ من نتائج الشكل 1 بان كثافة الزيت الهيدروليكي انخفضت بزيادة عدد ساعات العمل للساحبات الزراعية وتراوحت نسبها بين 0.879 الى 0.834 غم/سم<sup>3</sup> لساعات العمل 100 و 15000 ساعة على التوالي، ويعزى سبب الانهيار الواضح في كثافة الزيت الهيدروليكي الى طبيعة عملها في المناطق الملوثة بغازات شركة نفط الشمال في كركوك، حيث لوحظ ذلك جليا في صفة الحامضية للزيت الهيدروليكي فضلا عن ذلك فان درجات الحرارة العالية الناتجة من الاحتكاك بين الاجزاء المعدنية واحترق الاجزاء الصلبة المتحركة بفعل الضغط العالي لمضخات الهيدروليك ساهمت إلى حد كبير في انهيار كثافة الزيت، علما بان الأحماض والماء والسناج المتكونة في الزيت لا يمكن إزالتها منه إلا بتغييره ، لذا فالزيوت الهيدروليكية يجب تغييرها بين فترة وأخرى بما يتناسب مع تعليمات المنتج من حيث تشغيل المنظومة الهيدروليكية بحيث لا تتجاوز المدة التي فرضها مصنعي الآلات بانقضاء ساعات العمل المحددة في سجلات الصيانة [15]. اما من الناحية الاحصائية فمتوسطات صفة كثافة الزيت الهيدروليكي لم تظهر نتائجها وجود اي فروق معنوية بينها عند انخفاض هذه الصفة مع ازدياد ساعات العمل.



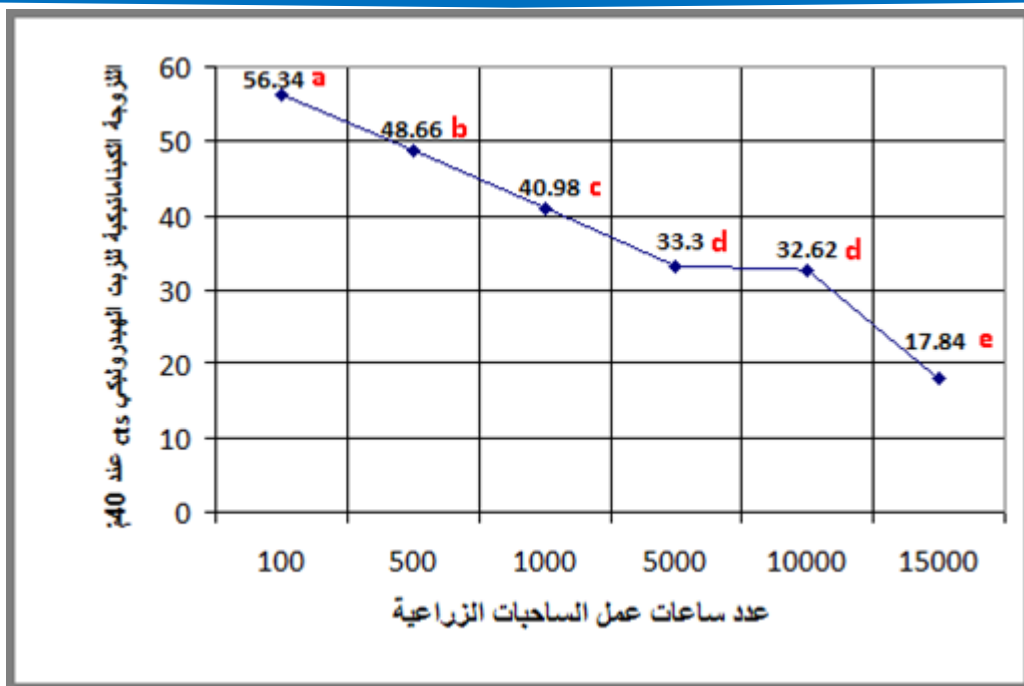


شكل 1: كثافة زيت الهيدروليك SAE 20 في الساعات الزراعية.

### 2.3 تأثير ساعات العمل على لزوجة زيت الهيدروليك في الساعات الزراعية:

#### 1.2.3 اللزوجة الكينماتيكية (cts) للزيت الهيدروليكي عند 40 م

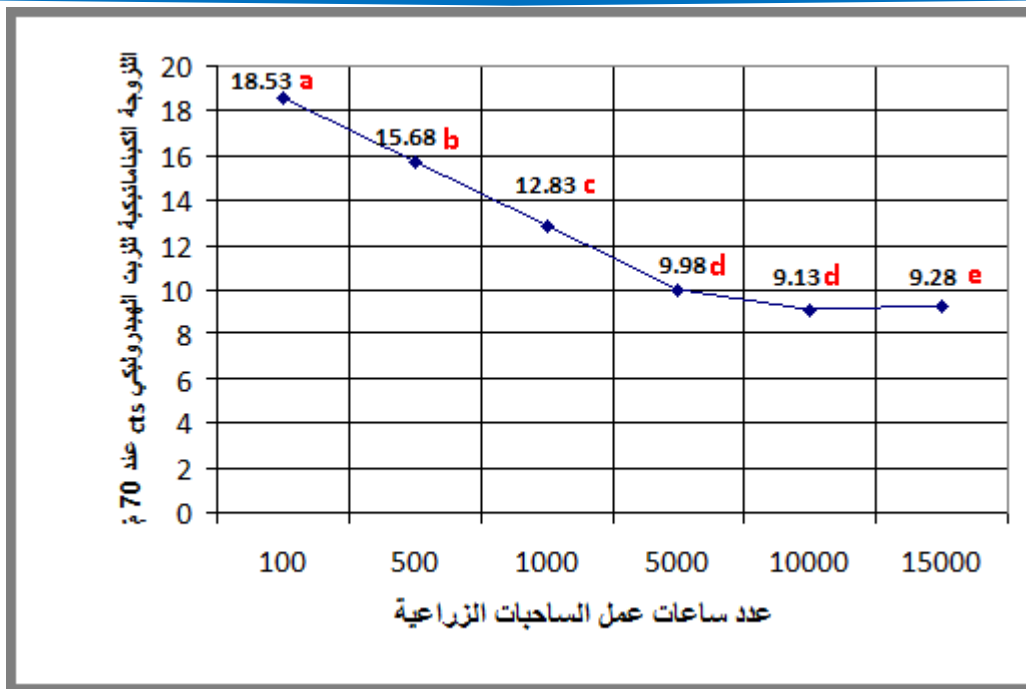
يظهر من الشكل 2 بان اللزوجة الكينماتيكية للزيت بدأ بالانهيار مع زيادة ساعات العمل وتراوحت قراءات هذا المؤشر بين 56.34 و 17.94، والسبب في ذلك هو تعرض الجهاز الهيدروليكي لإجهادات وحمولة زائدة بسبب ارتفاع درجة الحرارة المنظومة الهيدروليكية وخاصة عند عملها لساعات طويلة مما يتولد عن ذلك ارتفاع في نسبة الاحتكاك والتآكل في اجزاء الجهاز الهيدروليكي، ولكون طبيعة عمل الساعات في شركة نفط الشمال هي بيئة ملوثة بالغازات فقد كان لذلك اثراً واضحاً في فقدان الزيت لخصائصه وذلك من خلال ملاحظة صفة الحامضية للزيت الهيدروليكي فضلاً عن تأكيد لوجود نسب واضحة لأكسدة وبلمرة الزيت عند فحص الزيت بالمختبر. وتتفق طبيعة العلاقة العكسية بين اللزوجة ودرجة الحرارة التي ظهرت في النتائج مع مسار ما ذكره [7]. ومن الناحية الاحصائية فقد سجلت افضل قيمة معنوية لهذه الصفة عند 100 ساعة عمل للساعات وبلغت قيمتها 56.34 cts في حين سجلت اقل قيمة عند 15000 ساعة عمل وبلغت 17.84 cts.



شكل 2: اللزوجة الكينماتيكية للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية عند 40 م°.

### 2.2.3 اللزوجة الكينماتيكية (cts) للزيت الهيدروليكي عند 70 م°

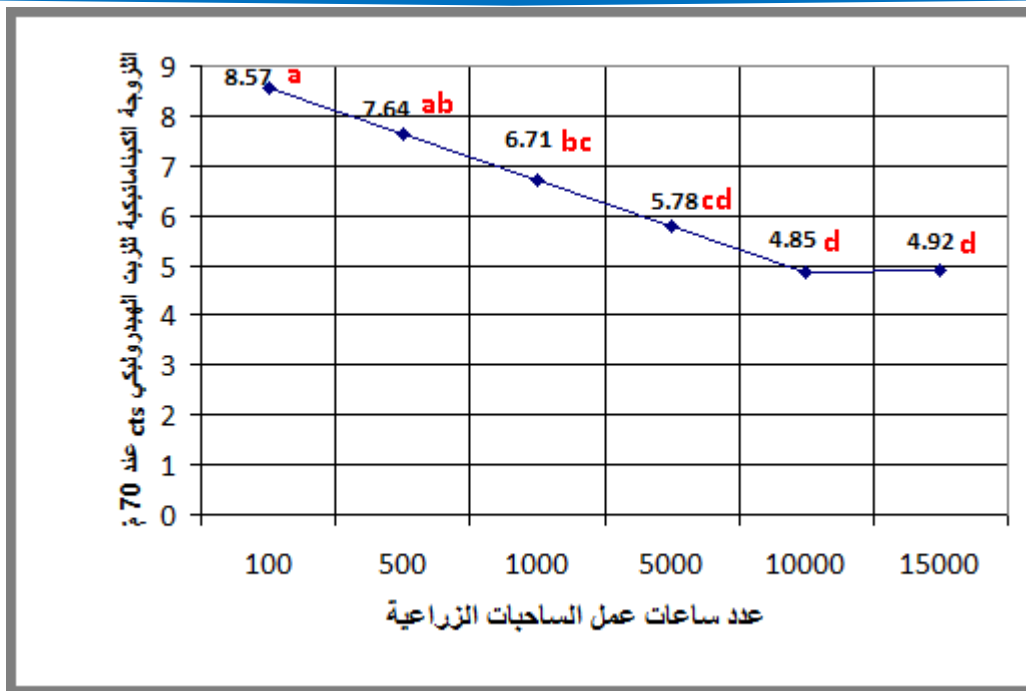
يتبين من قراءات الشكل 3 انخفاض اللزوجة بزيادة عدد ساعات العمل للساعات، حيث بلغت أعلى قراءات للزوجة 18.53 cts عند 100 ساعة عمل بينما أقل قراءة بلغت 9.13 cts عند 10000 ساعة عمل مسجلة بذلك انخفاضا في لزوجة الزيت الهيدروليكي الى الحدود الدنيا والتي يجب عندها تبديل الزيت وذلك لانتهيار لزوجة الزيت بسبب مجموعة عوامل داخلية وخارجية في المنظومة الهيدروليكية تساهم في تتغير تركيبة الزيت بفعل حرارة المنظومة، حيث ان الزيت الهيدروليكي يحتوي على بعض المواد التي تعمل على تجديد الأحماض، ومع طول فترة العمل تستهلك هذه المواد ويزول أثرها ليصبح الزيت أقل لزوجة مما يزيد من احتكاك اجزاء الجهاز الهيدروليكي وتآكلها واستهلاكها [10]. وعند اختبار متوسطات هذه الصفة احصائيا تبين بان هناك فروق معنوية عالية بين مستوياتها والتي كانت لصالح عدد ساعات العمل 100 ساعة.



شكل 3: اللزوجة الكينماتيكية للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية عند 70 م°.

### 3.2.3 اللزوجة الكينماتيكية (cts) للزيت الهيدروليكي عند 100 م°

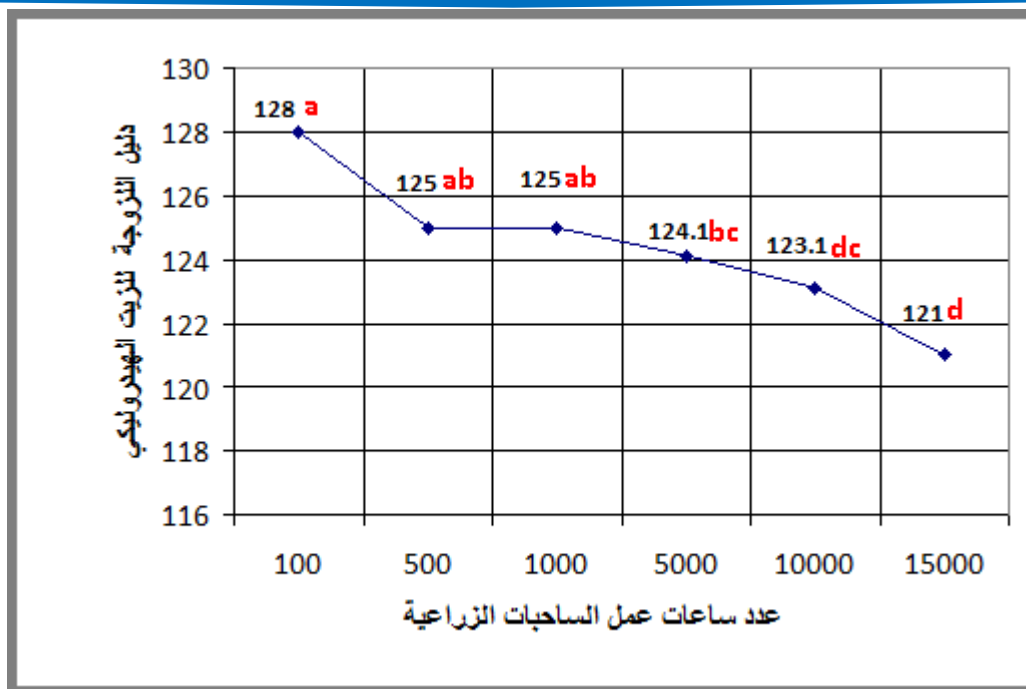
تبين النتائج في الشكل 4 بان الزيت الهيدروليكي عند درجة حرارة 100 م° يسلك منحاً مختلفاً وبدرجة معنوية في مسارها عن باقي درجات الحرارة 40 و 70 م° السابقة الذكر للزوجة الكينماتيكية، اذ عملت الحرارة الزائدة 100 م° للتسبب في خفض لزوجة الزيت الهيدروليكي وفقدان خواصها التشغيلية مما ولد زيادة الانزلاقية والاحتكاك بين الاجزاء المتحركة في المنظومة الهيدروليكية بسبب عوامل استهلاك المنظومة مع زيادة ساعات العمل للساحة [10]. حيث بلغت اعلى قراءة للزوجة الزيت الكينماتيكية 8.57 cts عند 100 ساعة عمل اي بفارق 47.77 cts عن ما هو عليه للزوجة الزيت الكينماتيكية عند درجة الحرارة 40 م°، في حين بلغت اقل قراءة 4.92 cts عند 15000 ساعة عمل اي بفارق 12.92 cts عن ما هو عليه للزوجة الزيت الكينماتيكية عند درجة الحرارة 40 م° وهذا الفرق المعنوي احصائيا بين القراءات دليل على درجة انهيار مواصفات الزيت تحت تأثير درجات الحرارة العالية والمتولدة اساسا نتيجة استهلاك المنظومة.



شكل 4: اللزوجة الكينماتيكية للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية عند 100 م°

### 3.3 تأثير ساعات العمل على دليل لزوجة الزيت الهيدروليكي في الساعات الزراعية:

لوحظ من الشكل 5 بان متوسطات دليل اللزوجة تراوحت قيمها بين 125 مما يدل على ثبات دليل لزوجة الزيت الهيدروليكي وعدم تأثره بعدد ساعات العمل. وبما ان دليل اللزوجة للزيت الهيدروليكي تم تحديده من خلال تغير لزوجة الزيت من درجة حرارة 40 درجة مئوية الى 100 درجة مئوية حيث اذا فان الزيت الأفضل هو الذي تعرض لأقل حد من التغير مع تغير درجة حرارته وذلك لارتباط دليل اللزوجة بالهيدروكربونات التي تدخل في تركيب الزيت فضلا عن احتفاظها بمستويات منخفضة جدا من البوليميرات مع مقاومة تامة للتحلل تحت التأثير الميكانيكي عند التشغيل [14]. ولكون دليل اللزوجة العالية هو الذي يشير على وجود تغيير طفيف في اللزوجة مع تغيير درجة الحرارة فهذا يعني بالنتيجة الى توفير حماية أفضل للمحرك وخاصة عند تعرضها للعمل تحت ظروف قد تصل اللزوجة فيها الى درجة الحرارة العظمى، اي استقرار اللزوجة مع التغيرات الحرارية وهذا ما ذكره اليه [15] ويتفق مع [7]. فقد سجلت اعلى نتيجة لدليل اللزوجة وبدرجة معنوية عالية عند 100 ساعة عمل وبلغت 128، بينما كانت اقل قراءة مسجلة عند 15000 ساعة عمل وبلغت 121.



شكل 5: دليل اللزوجة للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية.

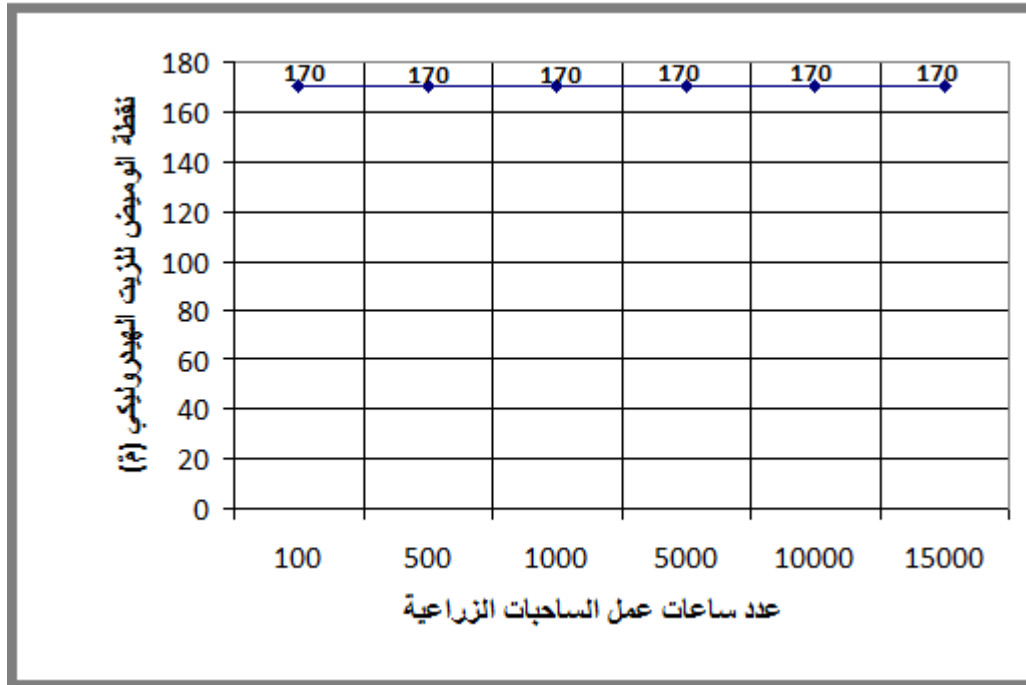
#### 4.3 تأثير ساعات العمل على المحتوى المائي للزيت الهيدروليكي في الساعات الزراعية:

لم تسجل عينات الدراسة وجود اي كمية للمحتوى المائي في الزيت الهيدروليكي خلال جميع مستويات عدد ساعات عمل الساعات الزراعية، لذا لم تظهر في هذه الصفة اي فرق معنوي احصائيا اذ سجلت ولكل مستويات عامل زمن عمل الساعات نسبة nil اي اقل من 150 جزء بالمليون وهي اقل نسبة يمكن القبول بها للزيوت المستخدمة لتزيت المحركات [16]. وتعد هذه النتيجة مرغوبة فيها لان وجود المحتوى المائي في الزيوت الصناعية تؤثر سلبا على كفاءة التزيت، مما تسبب استهلاك مبكر للمنظومات الهيدروليكية وزيادة تكاليف صيانتها، وعليه فان مراقبة المحتوى الرطوبي في الزيوت الهيدروليكية تعد من الامور الأساسية في نظم الرصد لإزالة الماء والتأكد من صلاحيتها للعمل، وهذه يتفق مع ما ذكره [7] الذي بين بان تبخر الماء لأكثر من ساعة واحدة يساعد في الحد من محتوى الماء وانخفاضه الى اقل من 0.01 مل/25مل من عينة الزيت الهيدروليكي SAE 20.

#### 5.3 تأثير ساعات العمل على نقطة الوميض للزيت الهيدروليكي في الساعات الزراعية:

من الصفات الجيدة التي تميز بها نتائج عينات الزيت الهيدروليكي SAE 20 لهذا البحث بانها لم تسجل وجود فروق معنوية لجميع مستويات ساعات العمل وذلك لثبات نقطة الوميض فيها، حيث بلغت 170 درجة مئوية وكما هو موضح في الشكل 6، وعلى الرغم من ان هذه الدرجة غير مثالية ولكنها تعد ضمن الحدود المقبولة بها علميا، وهذه النتائج اتفقت مع [7]

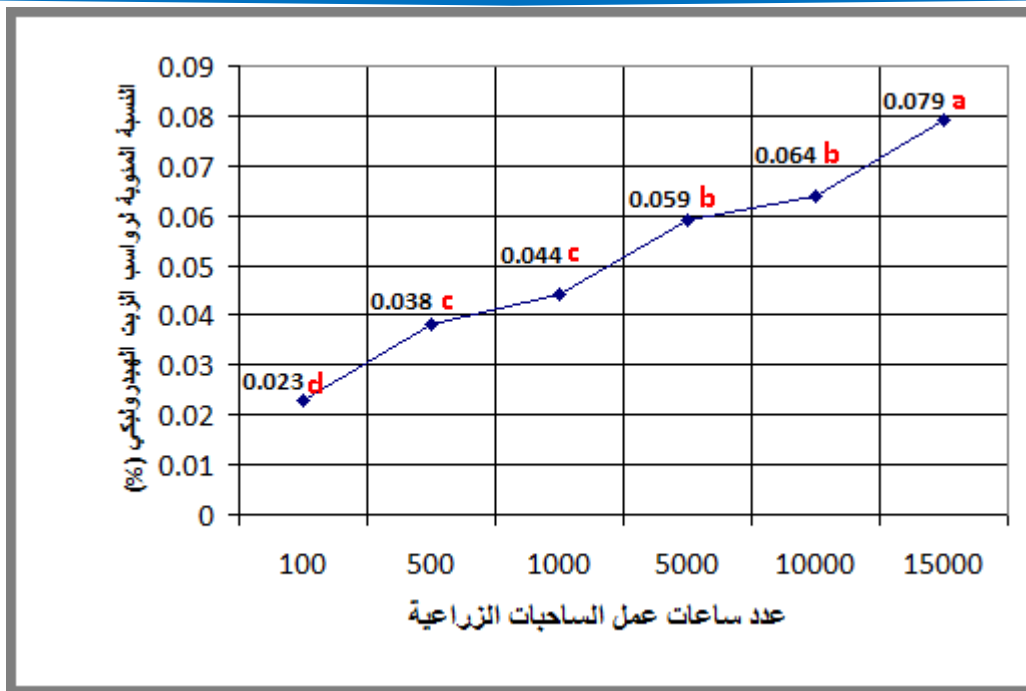
اذ توصل الى ان الوميض للزيت الهيدروليكي بلغت 158 درجة مئوية وهذا الانخفاض في نقطة الوميض كانت نتيجة تلوث واكسدة الزيت الهيدروليكي.



شكل 6: نقطة الوميض للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية.

### 6.3 تأثير ساعات العمل على النسبة الحجمية لرواسب الزيت الهيدروليكي في الساعات الزراعية:

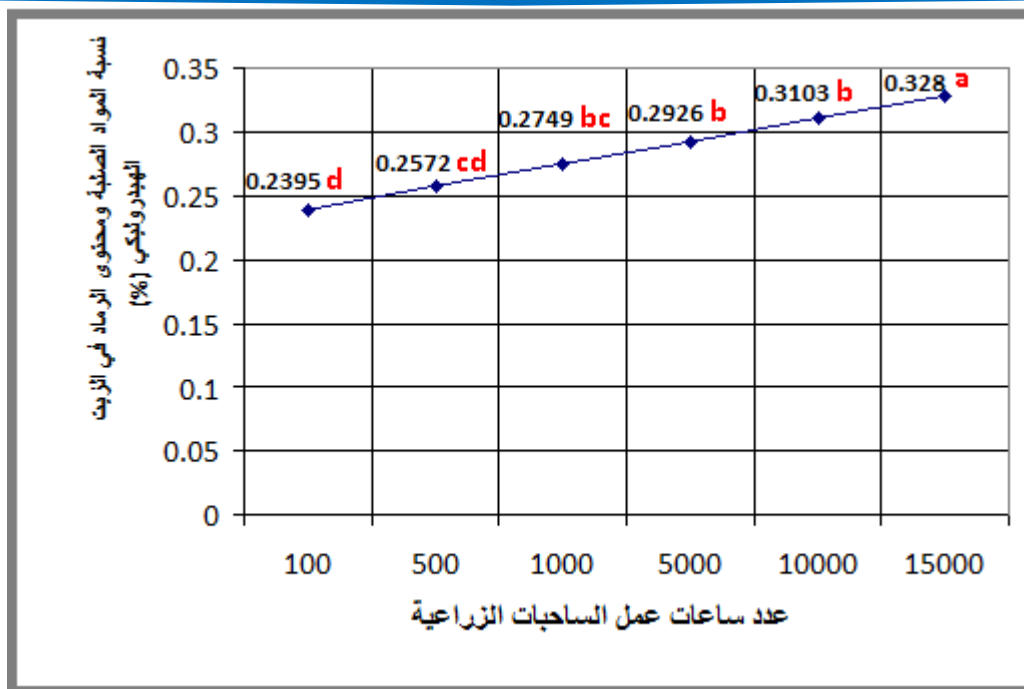
بينت نتائج الدراسة لهذه الصفة وكما هو موضح في الشكل 7 وجود زيادة معنوية في نسبة الرواسب مع زيادة ساعات العمل وسجلت اعلى قراءة معنوية عند 15000 ساعة عمل وبلغت 0.0797 نسبة حجمية، بينما اقل قراءة سجلت عند 100 ساعة عمل وبلغت 0.023 نسبة حجمية، ويعزى سبب ذلك الى وجود عوامل الاحتكاك الداخلي التي لها دور في زيادة الرواسب المعدنية [8]، فضلا عن وجود عوامل خارجية متمثلة بالأتربة والغازات المتواجدة في الهواء والتي تدخل المنظومة الهيدروليكية خصوصا في اوقات الصيانة علما بان الصيانة الدورية المتبعة في شركة نفط الشمال تتم في موقع العمل. وتعد نسبة الرواسب الحجمية 0.05 نسبة مثالية حسب نفس المصدر الاخير.



شكل 7: النسبة الحجمية لرواسب الزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية.

### 7.3 تأثير ساعات العمل على نسبة المواد الصلبة-محتوى الرماد في الزيت الهيدروليكي للساعات الزراعية:

يتبين من القراءات البيانية للشكل 8 ان نسبة الرماد تزداد بزيادة ساعات العمل حيث سجلت اقل قراءة لهذه الصف 0.239 كنسبة مئوية من الوزن الكلي عند 100 ساعة عمل، بينما بلغت 0.328 عند 15000 ساعة العمل. ويعزى سبب ذلك الى تأثير الاحتراق الداخلي للزيت الهيدروليكي نتيجة فرط الاحتكاك بين اجزاء المضخة الهيدروليكية والمكبس الهيدروليكي مما عملت على زيادة هذه النسبة، علما بان هذه النسبة كانت تقع ضمن المديات المسموحة بها. ومن الناحية الاحصائية فقد سجلت هذه الصفة تفوقا عالي المعنوية بين مستويات عدد ساعات العمل.



شكل 8: نسبة المواد الصلبة-محتوى الرماد للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية.

### 8.3 تأثير ساعات العمل على درجة الانسكاب للزيت الهيدروليكي في الساعات الزراعية:

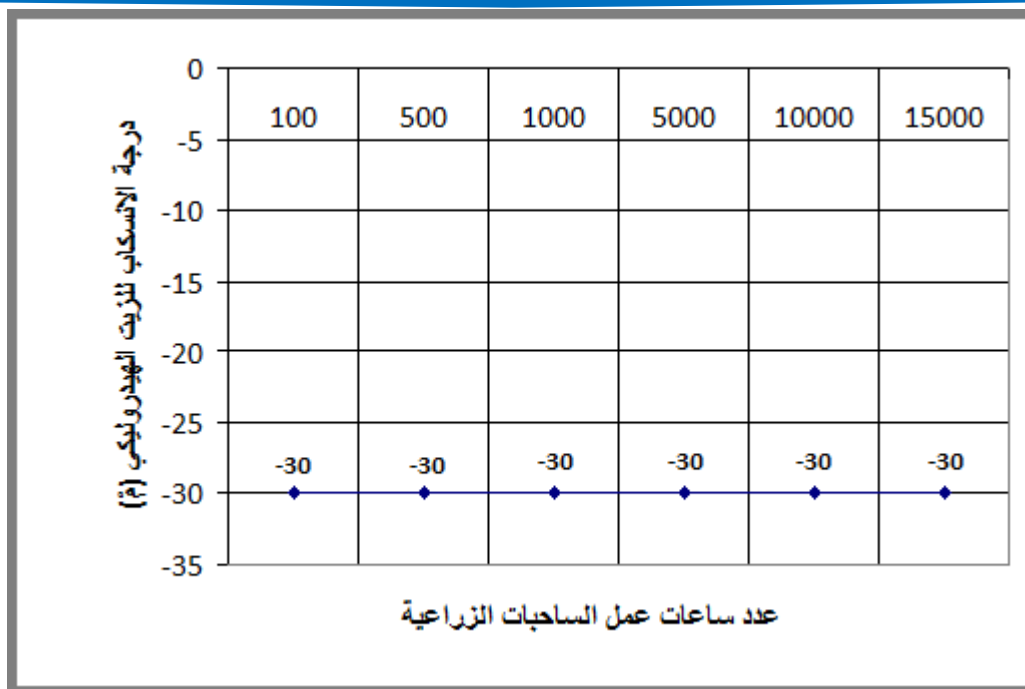
تظهر النتائج الموضحة في الشكل 9 عدم وجود فروق معنوية بين مستويات عدد ساعات العمل لهذه الصف وذلك

لعدم تأثر درجة الانسكاب للزيت الهيدروليكي مع زيادة عدد ساعات العمل وحافظ على درجة واطئة ومستقرة عند - 30 درجة

مئوية وهي من الصفات الجيدة التي يتمتع بها الزيت وضمن المديات المسموح بها. علما بان الدرجات الدنيا للانسكاب والتي

هي اقل من - 20 درجة مئوية تؤثر سلبا على لزوجة الزيت الهيدروليكي [10].

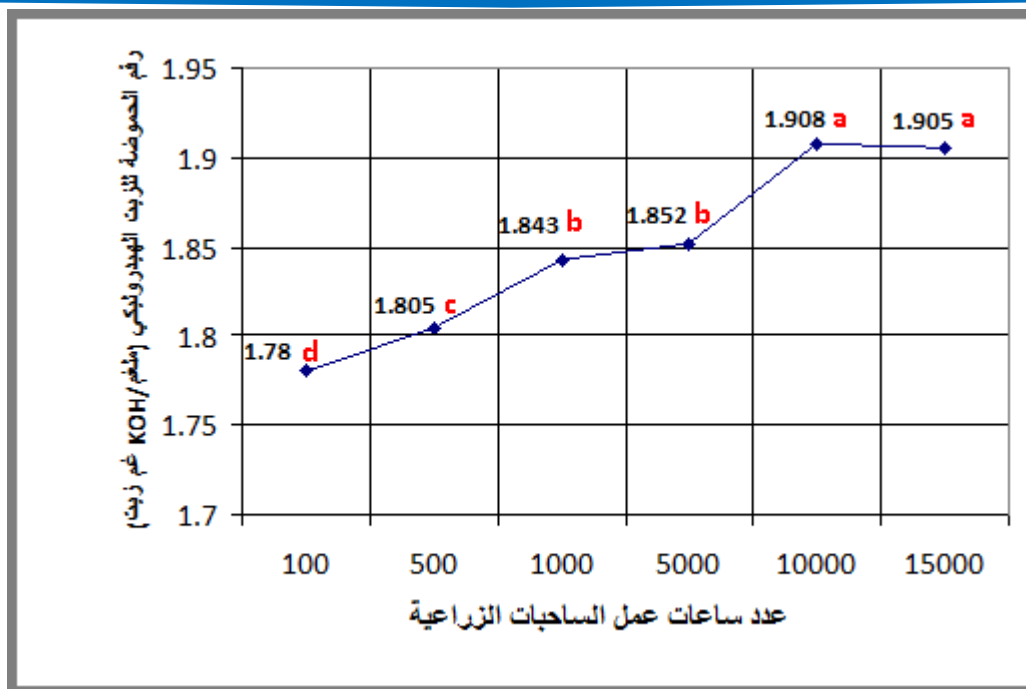




شكل 9: درجة الانسكاب للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية.

### 9.3 تأثير ساعات العمل على رقم حامضيه الزيت الهيدروليكي في الساعات الزراعية:

لوحظ من النتائج الموضحة في الشكل 10 بان الساعات التي تعمل بشكل دائم داخل مناطق التلوث الغازي لشركة نفط الشمال بان رقم الحموضة ازادت معنويا وادت الى التأثير على جميع صفات زيت الهيدروليكي تقريبا اذ بلغت اعلى قيمة لها 1.905 ملغم KOH/غم زيت عند 15000 ساعة عمل بينما اقل قراءة سجلت عند 100 ساعة عمل وبلغت 1.78 ملغم KOH/غم زيت. ويرجع السبب في ذلك الى ان أكسدة الزيت الذي بدوره يعمل على رفع رقم الحموضة وذلك لتجمع المركبات الأوكسجينية وهذه الظاهرة غير مرغوب بها [11]، اذ ان ارتفاع درجة الحرارة وخاصة مع ارتفاع نسبة التلوث تعمل على تنشيط الاكسدة وظهور تأثير لنواتجها والتي تلعب دور الوسيط في رفع رقم الحامضية والتي كانت واضحة في النتائج السابقة للحامضية والتي ومن خلال الاخير يمكن معرفة عمر الزيت.



شكل 10: رقم الحمضية للزيت الهيدروليكي SAE 20 في الساعات الزراعية.

#### 4. الاستنتاجات

مما تقدم نستنتج ان كثافة الزيت الهيدروليكي قلت بزيادة عدد ساعات العمل مع تناقص لزوجة الزيت تدريجيا الا ان هذا التناقص للزوجة كانت ضمن المستويات العالمية المقبولة. بينما دليل اللزوجة اظهر ثباتها رغم تفاوت قيم هذا المؤشر وعلاقته العكسية مع عدد ساعات العمل مما يدل على ثباتها وتحقيقها لمستويات منخفضة جدا من البوليميرات مع مقاومة تامة للتحلل تحت التأثير الميكانيكي عند التشغيل، بينما نسبة المحتوى الرطوبي في الزيت الهيدروليكي كانت nil اي اقل من 150 ppm ولجميع مستويات عدد ساعات العمل، في حين اظهر الزيت ثبات نقطة الوميض مع زيادة ساعات العمل وهي من الصفات الجيدة التي تميز بها هذا المؤشر، اما النسبة الحجمية للرواسب ونسبة المواد الصلبة - محتوى الرماد فقد سجلت زيادة مع زيادة ساعات العمل، كما اظهرت النتائج على ان درجة انسكاب الزيت لم يتأثر بزيادة ساعات العمل وحافظ على درجة واطئة ومستقرة وهي من الصفات الجيدة التي تمتع بها الزيت، وفي صفة رقم الحمضية للزيت الهيدروليكي فقد أثبت البحث بان المعدات التي تعمل بشكل دائم داخل مناطق التلوث الغازي عملت على رفع حامضية الزيت الهيدروليكي مما ادى الى التأثير على جميع صفات الزيت الهيدروليكي السابقة الذكر وهذا يحتم على مسؤولي الصيانة اخذ ذلك بالحسبان.

لذا ولما تقدم توصي الدراسة وخاصة في مناطق التلوث الغازي في شركة نفط الشمال اجراء عمليات صيانة دورية بجداول خاصة لا تتجاوز 15000 ساعة عمل للمعدات العاملة تحت ظروف نظيفة قدر الامكان لتجنب ارتفاع رقم الحامضية في الزيت. وتوصي الدراسة الى خفض معامل اللزوجة للزيوت الهيدروليكية المنتجة عراقيا الى 100 دون حدوث مشاكل فنية الا ان ذلك سيرافقه انخفاضاً في كمية الانتاج للزيوت من المصافي عليه فان المنتجين سيواجهون مشكلة ارتباط رفع الانتاج بجودة المنتج، لكون النفط الخام الاساس المنتج في العراق على نوعين (خفيف وثقيل)، حيث ان النفط الخفيف عند تكريره في المصافي العراقية سيقابله منتج عالي الكم والنوع في ان واحد من الزيت الهيدروليكي بدليل لزوجة يبلغ 100، في الوقت اذا تم التقيد بدليل اللزوجة هذا مع النفط الخام الثقيل فان ذلك سيكون على حساب الكم وهذا ان رغب المنتجون بذلك. كما توصي الدراسة بتوسيع البحوث في هذا المجال لتشمل أنواع أخرى من الزيوت الهيدروليكية تحت تأثير سرع دورانية واحمال مختلفة باستخدام معدات اخرى ودراسة تأثير اعطال المنظومات الهيدروليكية على الصفات الهيدروليكية.

#### المصادر

- [1] أحمد بن إبراهيم مبارك المبرد، ” تأثير الحمل والسرعة على استهلاك الزيت في محركات الديزل الثابتة“، رسالة ماجستير، قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة – جامعة الملك سعود، (2006).
- [2] Yilmaz, Ertan ; Tian Tian; Victor W. Wong & John B. Heywood, *“The Contribution of Different Oil Consumption Sources to Total Oil Consumption in a Spark Ignition Engine”*, Society of Automotive Engineers, Inc., Author’s current affiliation: GE Global Research Center, (2004).
- [3] Bailey, B. K., and Ariga S., *“On-Line Diesel Engine Oil Consumption Measurement”*, SAE paper No. 902113, (1990).
- [4] Alion, Wade Babcock , *“Reducing the Effects of Contamination on Hydraulic Fluids and Systems”*, Science and Technology Brigitte Battat, Alion Science and Technology. Corporate Office Tulsa, ASTM- 74105.USA, (2016).
- [5] Volvo Penta , *“Workshop manual”*, Publ. No.3810 Eng. 12-, Gothenburg, Sweden, (2016).
- [6] GAPS, Automotive, *“Comparative Motor Oil Testing”*, Booneville ,USA, (2016).

- [7] Hamawand, Ihsan ; Talal Yusaf and Sardasht Rafat, **“Recycling of Waste Engine Oils Using a New Washing Agent”**, Faculty of Engineering and Surveying, National Centre for Engineering in Agriculture, University of Southern Queensland, Toowoomba, 6 (2), 1023-1049 4350, QLD, Australia, (2013).
- [8] Ilman, Muhammad, **“Effect of engine oil properties”**, Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research Volume (issues) 32(5), 3261 (2014).
- [9] Mohsin and Z.A. Majid , **“The Effects of Fuel Types on Lubricating Oil Properties of Bi-Fuel Motorcycle”**, R. ,World Applied Sciences Journal 32 (3), 505 (2014).
- [10] Lorraine, K. Lee, *Academic Counseling Services*, Inc. Education Northwestern University ,USA, (2016).
- [11] Briggs, Tobinson & Jinn Victor, **“Determination Of Suitability Of Groundnut Oil As A Hydraulic Fluid”**, European Journal Of Mechanical Engineering Research., 1(1), 1 (2014).
- [12] ASTM, **“American Standard Test Method for Analysis Lubricating Oils by Atomic Absorption Spectrometry”**, West Conshohocken, PA, USA, (2015).
- [13] خالد محمد داؤد وزكي عبد الياس ، **“الطرق الإحصائية للأبحاث”**، الطبعة الاولى ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، (1990).
- [14] احمد غافل الابراهيمى، وحمادي عادل شريف، **“رفع كفاءة وحدة الاستخلاص لزيوت الاساس باستخدام المذيبات المزدوجة”**، الجامعة التكنولوجية ، قسم الهندسة الكيماوية ، بحث (شركة مصافي الوسط/مصافي الدورة) العراق، (2015).
- [15] بهاء بدر الدين، محمود، **“زيوت المحركات (تعريفها/انواعها/تركيبها/تصنيعها)”** ، الطبعة الاولى ، مطبعة جامعة القاهرة ، مصر، (2012).



- 
- [16] Karl Fisher Titration Method , “*Analyzing Oil-Based Lubricants’ Moisture Content Experimental Results*”, Arizona Instrument 3375 N. Delaware St Chandler United States, (2014 ).