



# African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)

Online ISSN: 2957-644X

Volume 3, Issue 3, 2024, Page No: 354-360

Website: <https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index>

(1.55): 2023 معامل التأثير العربي SJIFactor 2023: 5.689 ISI 2022-2023: 0.557  
Special issue: First Libyan Conference on Technology and Innovation (LCTI-2024), Benghazi, Libya

## تقييم أداء منظومة تبريد زيت بالهواء للمحرك ديزل

علي عبدالرحيم\*

قسم الهندسة الميكانيكية، المعهد العالي للتقنيات الهندسية، سبها، ليبيا

## Evaluation of the Performance of an Air-oil Cooling System for a Diesel Engine

Ali Abdalraheem \*

Department of Mechanical Engineering, Higher Institute of Engineering Technologies, Sebha, Libya

\*Corresponding author: [aliabdalrheem621985@gmail.com](mailto:aliabdalrheem621985@gmail.com)

Received: March 01, 2024

Accepted: May 05, 2024

Published: May 30, 2024

### الملخص

تتناول هذه الورقة دراسة كفاءة منظومة تبريد زيت المحرك ومعرفة التغيير الحاصل لخواص الزيت وبالأخص التغيير في معامل لزوجة الزيت عند ارتفاع درجة حرارة الزيت، ولمعرفة التغيير في لزوجة الزيت كما أجريت تجربتين على محرك ديزل يعمل بنظام الدورة الرباعية مزود بمنظومة تبريد بالهواء وبه مبرد زيت مثبت امام مروحة تبريد المحرك، حيث كانت التجربة الاولى على مرحلتين وكانت المرحلة الاولى أثناء تشغيل منظومة تبريد زيت المحرك لمدة ثلاثون دقيقة وأما المرحلة الثانية كانت بدون تشغيل منظومة تبريد زيت المحرك لمدة ثلاثون دقيقة، وكانت التجربة الثانية لتعيين معامل لزوجة الزيت المستخدم في التجربة الاولى، والنتائج التي توصلنا اليها كانت لصالح استخدام منظومة تبريد زيت المحرك سواء للمحركات الديزل او البنزين في ليبيا وأوصينا بتعميمها وخاصة في المناطق ذات المناخ الحار مثل مدينة سبها لنتائجها الإيجابية للمحركات.

**الكلمات المفتاحية:** كفاءة منظومة تبريد زيت المحرك، ارتفاع درجة حرارة، لزوجة الزيت، محرك ديزل.

### Abstract

This paper deals with studying the efficiency of the engine oil cooling system and knowing the change in oil properties, especially the change in the oil viscosity coefficient when the oil temperature rises, and to find out the change in oil viscosity, two experiments were conducted on a four-cycle diesel engine equipped with an air cooling system and with an oil cooler installed in front of the engine cooling fan, where the first experiment was in two stages and the first stage was during the operation of the engine oil cooling system for thirty minutes, and the second stage was without the operation of the engine oil cooling system for thirty minutes, and the second experiment was to set the viscosity coefficient of the oil used in the first experiment, the results of which we It was in favor of using the engine oil cooling system, whether for diesel or gasoline engines in Libya, and we recommended that we popularize it, especially in areas with a hot climate, such as the city of Sabha, for its positive results for engines.

**Keywords:** Engine Oil Cooling System Efficiency, Temperature Rise, Oil Viscosity, Diesel Engine.

### المقدمة

تستخدم محركات الاحتراق الداخلي زيوت لتزييت عناصرها ويعتبر زيت المحرك هو أحد السوائل التشغيلية الأكثر استخداماً. وبصرف النظر عن وظيفته الأساسية، فإن لزوجة الزيت المحرك عدد من الوظائف الأخرى. من المفترض أن يحمل زيت المحرك أيضاً الحرارة. وحماية أجزاء المحرك المعدنية من التآكل وتقليل التأثير المدمر ويمكن أن تكون مراقبة حالة الزيت في وحدة المحرك مفيدة لتقييم تلفه وعيوبه [1][2].

ومن أهم معايير زيت هي اللزوجة. واللزوجة هي مقياس للاحتكاك الداخلي بين جزيئات الزيت التي تتحرك بالنسبة لبعضها البعض. ومن أجل اختيار ومقارنة زيوت المحركات يجب تحديد اللزوجة لها [4][3].  
للتحقق من خصائص اللزوجة، تم الإبلاغ عن طريقة الكرة المتساقطة باعتبارها واحدة من أفضل نهج بسبب دقتها [5]. يتم إجراء طريقة الكرة المتساقطة بقياس الوقت الذي تستغرقه الكرة لقطع مسافة معينة في السوائل [6].

وفي هذه الدراسة سنقوم بمعرفة تأثير منظومة تبريد زيت محرك في محرك من نوع ديزل على اللزوجة زيت محرك وذلك بأجراء تجارب حيث سنقوم بتشغيل المحرك على فترات باستخدام منظومة تبريد زيت المحرك وبدون استخدام المنظومة واخذ عينات من زيت وإيجاد معامل اللزوجة له.

#### المواد وطرائق العمل

لغرض دعم دراستنا أجرينا تجارب مختبرية ومعملية وكانت التجارب على مراحل وفي هذا الإطار سنتناول التجارب التي أجريت والمواد المستخدمة وطريقة العمل.

#### -التجربة الأولى

-الأدوات المستخدمة في التجربة الأولى.

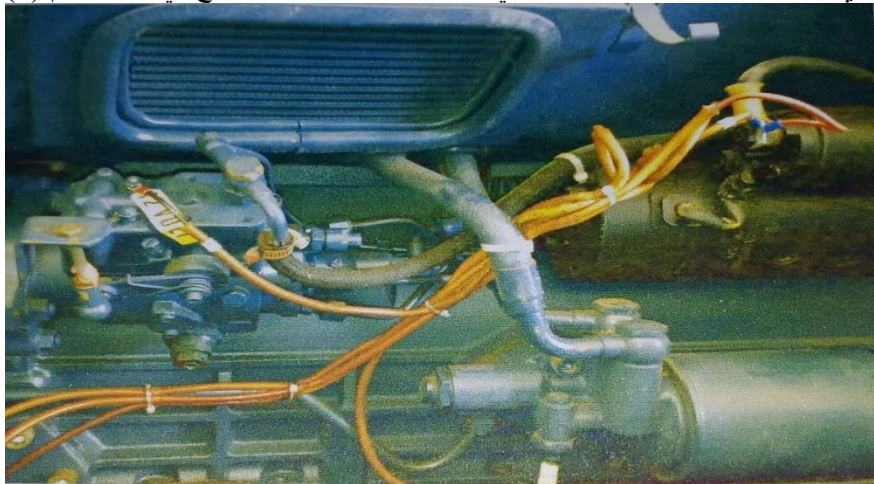
- محرك ديزل.

حيث يعمل المحرك بنظام الدورة الرباعية، من نوع الديزل وحيث يستخدم كمحرك لإدارة مولد كهربائي ذو تيار متردد كما هو موضح في الشكل رقم (1).



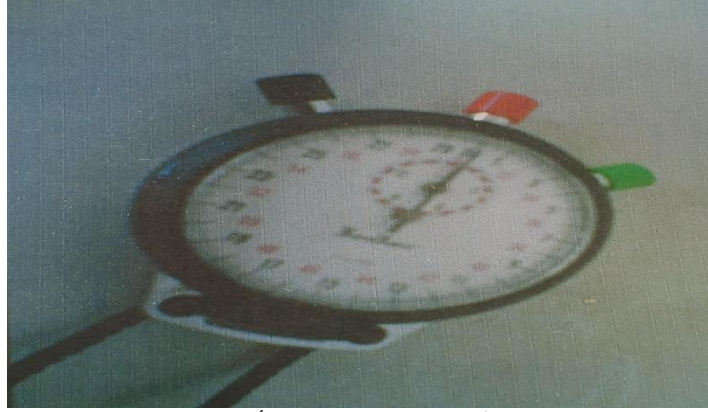
الشكل رقم (1) يوضح المحرك الذي استخدم في التجربة.

يعتمد المحرك في تبريده على طريقة التبريد بالهواء بواسطة مروحة، وأيضاً مزود بمنظومة تبريد لزيت المحرك بالهواء الذي تولده نفس المروحة المستخدمة في تبريد المحرك كما هو موضح في الشكل رقم (2).



الشكل رقم (2) يوضح المنظومة مبرد الزيت.

- الزيت.
- ونوع الزيت المستخدم في التجربة (زيت سهيل 40) الذي يمتاز بجودته العالية ومن مميزاته يمكن ان تصل ساعاته التشغيلية الى 250 ساعة.
- ساعة إيقاف لاحظ الشكل رقم (3).



الشكل رقم (3) يوضح ساعة إيقاف.

- ترمومتر حراري (200 م °).
- دورق زجاجي (250 مل).

#### طريقة العمل التجريبية الأولى.

وكانت طريقة عمل التجربة الأولى على مرحلتين

**فكانت المرحلة الأولى عبارة عن الخطوات التالية:**

- قياس درجة حرارة الجو بواسطة الترمومتر وكانت 29 م °.
- قياس درجة حرارة زيت المحرك وكانت 29 م ° قبل تشغيل المحرك.
- تشغيل المحرك لمدة 30 دقيقة بحيث سحبت عينة من الزيت كل 10 دقائق أي بواقع ثلاث عينات خلال نصف ساعة من تشغيل المحرك.
- اما المرحلة الثانية كانت كالآتي
- قياس درجة حرارة الجو بواسطة الترمومتر وكانت 28 م °.
- قياس درجة حرارة زيت المحرك بواسطة الترمومتر وكانت 28 م ° قبل تشغيل المحرك.
- فصل منظومة تبريد زيت المحرك.
- تشغيل المحرك لمدة 30 دقيقة بحيث سحبت عينة من الزيت كل 10 دقائق.

#### التجربة الثانية.

الأدوات المستخدمة في التجربة الثانية.

-جهاز الأسفيرومتر. لاحظ الشكل رقم (4).



الشكل رقم (4) يوضح جهاز الأسفيرومتر.

- كرات حديدية مختلفة الأقطار والاحجام. لاحظ الشكل رقم (5).



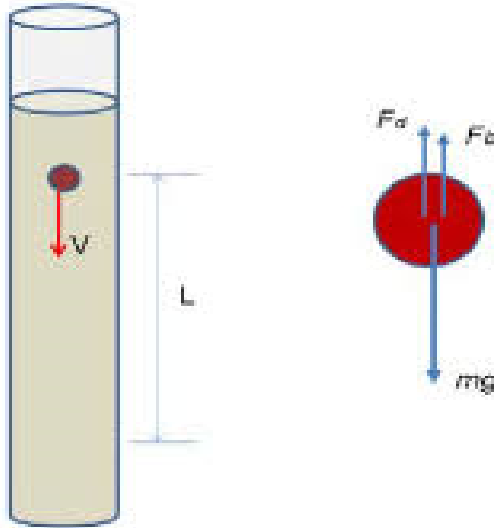
الشكل رقم (5) يوضح الكرات الحديدية المستخدمة.

- مغناطيس لسحب الكرات.
- عينات من زيت المحرك.
- ساعة إيقاف.
- مسطرة.
- مكر ومتر.

#### طريقة عمل التجربة الثانية

نظرية عمل التجربة الثانية طبقا لقانون ستوكس كما في الشكل (6) فإن كرة صغيرة نصف قطرها  $(r)$  هابطة في سائل لزج معامل لزوجته  $(\eta)$  وتكسب سرعة نهائية قدرها  $(V)$  تقابل قوة لزوجة  $(F)$  الى أعلى وبالتالي نحصل على:

$$\eta = kg / m.s \quad (1)$$



الشكل رقم (6) يوضح رسم توضيحي لطريقة سقوط الكرة.

ستكون طريقة العمل على النحو التالي:

- نقوم بتعيين كثافة السائل  $(\sigma)$  لجميع عيناته حسب درجة حرارة كل عينة، وأيضا تعيين كثافة الكرات الحديدية  $(\delta)$ .

-نقوم بإيجاد نصف قطر  $(r)$  للكرات الحديدية بواسطة الميكرو متر.

- نحضر مخبار كبير مملوء بالزيت المراد تعيين معامل لزوجته.
- نقوم بأسقاط كرات الحديد في السائل ثم نحسب الزمن الذي تستغرقه لقطع المسافة (A-B) من السائل ثم نحسب سرعة الكرة (V) وقد روعي ان تكون النقطتين (A-B) تقعان على مسافة مناسبة من أطراف المخبار حتى نتأكد ان سرعة الكرة (V) منتظمة.
- نكرر الخطوات السابقة لجميع الكرات معا جميع عينات السائل ونحسب القيمة المتوسطة للمعامل اللزوجة. كما أمكن الحصول على سرعة سقوط الكرات من العلاقة التالية:

$$V = \frac{S}{t} \quad (2)$$

حيث:

S : المسافة بين A-B.

t : زمن سقوط الكرة.

وتم أيضا تعيين وإيجاد معامل اللزوجة لزيت عند درجات الحرارة المختلفة باستخدام العلاقة التالية:

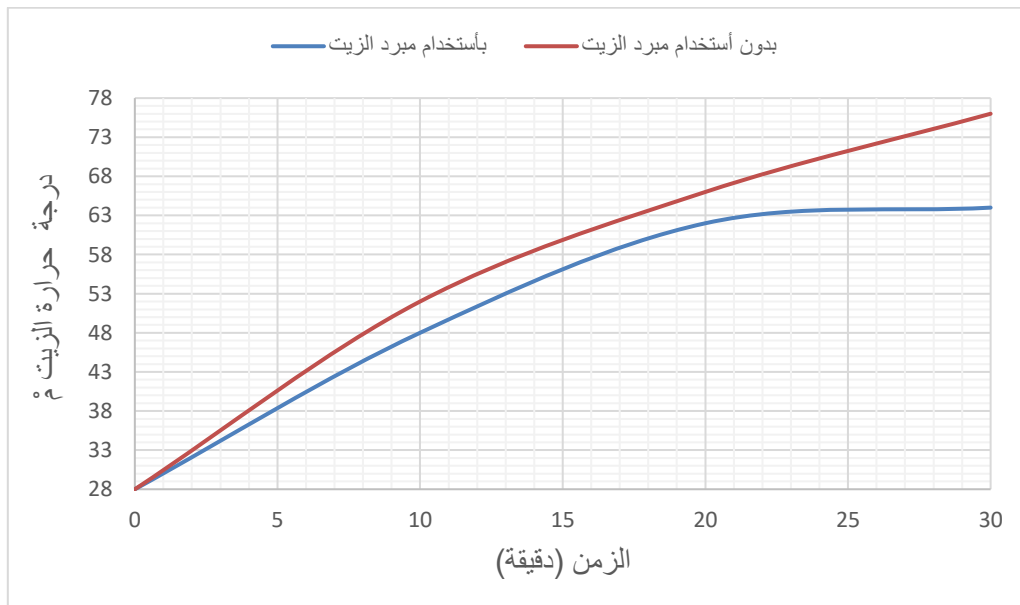
$$\eta = \frac{2}{9} * \frac{r^2}{v} * g * (\sigma - \delta) \quad (3)$$

حيث:

g : العجلة الجاذبية الأرضية وتساوي 9.81 m/s<sup>2</sup>.

### النتائج والمناقشة

وكانت نتائج اختبار درجة حرارة زيت المحرك باستخدام منظومة تبريد زيت المحرك بعد تشغيل المحرك لمدة 10 دقائق 48 °م وبعد 30 دقيقة كانت درجة حرارة زيت 64 °م ونلاحظ ان درجة حرارة الزيت ترتفع تدريجيا حتى تصل الى حد معين وتقوم منظومة تبريد زيت المحرك بالعمل على ان لا ترتفع درجة الحرارة أكثر من اللازم. أما النتائج بدون استخدام منظومة تبريد زيت المحرك فكانت درجة الحرارة الزيت بعد 10 دقائق من تشغيل المحرك 52 °م وبعد 30 دقيقة وصلت الى 76 °م وللحفاظ على المحرك وأجزائه من العطب اكتفينا بتشغيل المحرك لمدة نصف ساعة بدون تشغيل منظومة مبرد الزيت وتعتبر درجة الحرارة 76 °م درجة عالية وتؤدي مع التقادم والاستخدام الى عطب وتهالك المحرك كما ان الزيت في هذه الدرجة سوف يفقد معظم خواصه للتزييت. ويوضح الشكل رقم (7) المنحنيين عند تشغيل وعند عدم تشغيل منظومة مبرد زيت المحرك.



الشكل رقم (7) يبين منحنى العلاقة بين الزمن ودرجة حرارة الزيت عند تشغيل المبرد وعند عدم تشغيله.

وأيضا حسب الكثافة (σ) لزيت المحرك عند درجات الحرارة المختلفة لزيت المحرك لاحظ الجدول (1).

**الجدول (1)** يوضح كثافة الزيت عند درجات الحرارة المختلفة.

تسلسل	درجة حرارة الزيت م °	كثافة السائل جرام /متر <sup>3</sup>
1	29	0.828
2	64	0.882
3	76	0.875

ويبين الجدول رقم (2) كتلة الكرات الحديدية واحجامها وكثافة (δ) الكرات المتحصل عليها.

**الجدول (2)** يوضح كثافة الكرة.

تسلسل	كتلة الكرة بالجرام	القطر بالمليمتر	نصف القطر بالمليمتر	كثافة الكرة جرام/سم <sup>3</sup>
1	0.9	0.640	0.320	6.716
2	1.1	0.713	0.356	6.285
3	3.4	1.000	0.500	6.500
4	13.7	1.505	0.752	7.696

ويبين الجدول (3) زمن سقوط الكرات الحديدية عند درجات الحرارة المختلفة لزيت المحرك.

**الجدول (3)** يوضح زمن سقوط الكرة عند درجات الحرارة المختلفة.

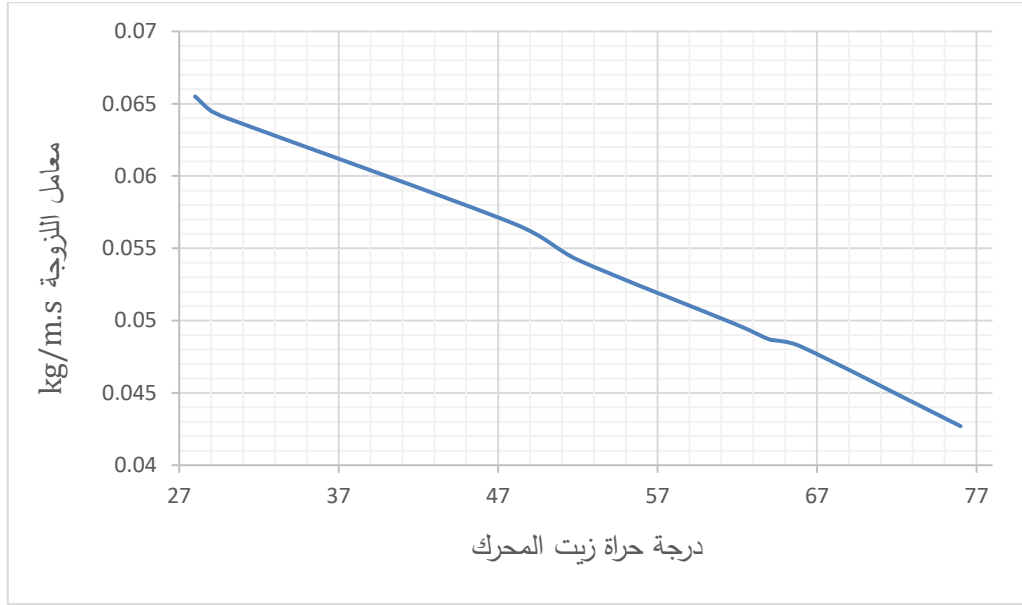
الكرة	زمن سقوط الكرات عند بعض درجات الحرارة (ثانية)		
	م29	م64	م76
1	3.1	2.3	2.1
2	2.7	2	1.8
3	2	1.5	1.4
4	1.4	1.1	0.9

ويبين الجدول (4) (V) قيم عند درجات الحرارة المختلفة لزيت المحرك.

**الجدول (4)** يوضح سرعة سقوط الكرة مع تغير درجة الحرارة.

الكرات	سرعة سقوط الكرات عند بعض درجات الحرارة cm/s		
	م29	م64	م76
1	32.258	43.478	47.619
2	37.037	50	55.56
3	50	66.67	71.428
4	71.428	90.91	111

ويوضح الشكل رقم (8) العلاقة بين درجة حرارة الزيت ومعامل اللزوجة ومن المنحنى نلاحظ ان العلاقة بينهما علاقة عكسية، أي انه كلما زادت درجة الحرارة كلما قل معامل اللزوجة لزيت المحرك وهذا بسبب تفكك جزئيات الزيت لدرجة بسيطة تزيد بازدياد درجة الحرارة وبالتالي تقل لزوجته ويصبح غير صالح للاستعمال.



الشكل رقم (8) يوضح العلاقة بين درجة حرارة الزيت ومعامل لزوجته.

#### الاستنتاجات

من خلال التجارب نلاحظ ان باستخدام منظومة تبريد الزيت ارتفعت درجة حرارة الزيت تدريجيا حتى استقرت عند درجة حرارة (64 م°) وكانت فيها لزوجة الزيت المحرك 0.0487 (kg/m.s) في حين عدم استخدام منظومة تبريد الزيت نلاحظ انه درجة حرارة الزيت وصلت الى (76 م°) وكانت فيها لزوجة الزيت 0.0427 (kg/m.s) ولهذا نستنتج ان العلاقة بين اللزوجة ودرجة الحرارة علاقة عكسية وهذا يعني انه كلما ازدادت درجة حرارة السائل قلت لزوجته وهذا الشيء يؤثر سلبيا على خواص السائل التزييتية حيث يفقد كثافته وتتفصل جزيئاته المكون منها ويصبح غير صالح للاستعمال. فلهذا يعتبر تركيب منظومات تبريد للزيت ضمن أجزاء المحرك امر ضروري وبالخصوص في الأماكن ذات المناخ الحار لما له من تأثير إيجابي في المحافظة على خواص الزيت وأجزاء المحرك.

#### المراجع

- [1] W. Urzędowska and Z. Stępień, "Selected issues concerning motor lubricant viscosity changes during operation," *Naft. December, Pol.*, 2012.
- [2] W. Zwierzycki and O. Fuels, "Motor operational liquids," *Oil Refin. 'Glimar' SA Editor. Off. Gorlice, Gorlice*, 1998.
- [3] A. M. Ryniewicz, L. Bojko, and T. Madej, "Assessment of motor oil viscosity with the use of rotary viscometer, Scientific bulletins of Silesian University of Technology," *Transport*, vol. 83, no. 1904, 2014.
- [4] A. Ambrozik, J. Jakóbiec, and G. Wysopal, "Basic tendencies in motor lubricants changes," *Autobusy Tech. Eksploat. Syst. Transp.*, vol. 12, pp. 51–56, 2011.
- [5] R. Biswas, D. Saha, and R. Bandyopadhyay, "Quantifying the destructuring of a thixotropic colloidal suspension using falling ball viscometry," *Phys. Fluids*, vol. 33, no. 1, 2021.
- [6] G. Chowdhry, Y. M. Chang, J. P. Frampton, and L. Kreplak, "Polymer entanglement drives formation of fibers from stable liquid bridges of highly viscous dextran solutions," *Soft Matter*, vol. 17, no. 7, pp. 1873–1880, 2021.