

## Preparation of Emulsified Fuel from used lubricating oil

D. Muna M. Khudhair  
Taghreed M. Hameed  
Hayder Abd Alameer  
Aqeel Talip Jafar  
Awali Assad  
Wasan Nifal

Ministry of Science and Technology/ Directorate of Materials Research/ Center of oil .Baghdad.

E-Mail; [munamahmood68@yahoo.com](mailto:munamahmood68@yahoo.com).

Received on 4/2/2016 & Accepted on 18/8/2016

### Abstract

The use of diesel fuel in diesel engines when they run produces large amounts of environmental emission due to the high flame temperature when combustion also high quantities of used lubricating oils produce annually, and the disposal process has caused serious environmental problems, so it must purify to use it again

The aim of this preparation of emulsifier fuel from waste lubricating oil which have several advantages such as reduce the gases pollutants emulsion and invests the waste lubricating oil The emulsifier fuel was prepared from waste lubricating oil after simple physical treatments and surface active agent materials with water that necessary for preparation the emulsion ,the prepared fuel used in internal combustion engine It was found that ,the optimum condition for preparation are :water percentage 10%,the concentrated of surface active agent 0.2% ,the time of mixing 2min, and the mixing rate 4000 rpm to produce the emulsion that more stable along time .

It was found that ,the specific gravity for emulsifier fuel which has water 10% , 20% ( 0.8730, 0.8754) ,the rotational viscosity for the same emulsifier fuel was (23.5, 29.4) cp

**Key word :** Fuel, emulsion, surfactants, internal combustion engine

### تحضير وقود مستحلب من زيوت التزيت المستهلكة

#### الخلاصة

ان استخدام وقود الديزل في محركات الديزل ينتج عند التشغيل انبعاث كميات كبيرة من الملوثات الغازية بسبب حرارة اللهب العالية عند الاحتراق ، وتنتج كميات هائلة من زيوت التزيت المستهلكة سنويا" وان عملية التخلص منها تسبب مشاكل بيئية خطيرة مما يتطلب تنقيتها لغرض اعادة استخدامها.

يهدف البحث الحالي الى تحضير وقود مستحلب من زيوت تزيت مستهلكة والذي له جوانب ايجابية عديدة منها تقليل انبعاث الملوثات الغازية واستثمار زيوت التزيت المستهلكة.

تم تحضير وقود مستحلب من زيوت التزيت المستهلكة بعد معالجات فيزيائية بسيطة ومواد ذات فعالية شد سطحي عالية مع الماء اللازم لتحضير المستحلب حيث يستعمل المستحلب في مكان الاحتراق الداخلي وتم دراسة الظروف المثلى للتحضير وتأثيرها على الاستقرار وتشمل كمية الماء، تركيز مادة الشد السطحي ،الزمن اللازم للخلط وسرعة الخلط كما تم دراسة بعض الخصائص الفيزيائية للوقود المستحلب المحضر كاللزوجة الدورانية والكثافة.

وجد ان الظروف المثلى لتحضير الوقود المستحلب هي نسبة ماء (10%)، تركيز مادة الشد السطحي (0.2%)، الزمن اللازم للخلط (2 min.) ، وسرعة الخلط (4000 rpm) والتي اعطت المستحلب الاكثر استقراراً لأطول فترة ممكنة .

كما وجد ان الكثافة للوقود المستحلب الحاوي على 10% ماء ، 20% ماء هي ( 0.8730، 0.8754) على التوالي اما اللزوجة الدورانية لنفس النماذج فكانت cp ( 23.5 ، 29.4) .

**كلمات مفتاحية :** وقود ، مستحلب ، مواد الشد السطحي ، مكان الاحتراق الداخلي

#### المقدمة

تستخدم محركات الديزل بشكل واسع كمصدر للطاقة لغرض تطبيقات صناعية ومدنية متعددة وهي من محركات الاحتراق الداخلي حيث تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود الى طاقة حركية و يستعمل وقود الديزل لتشغيلها ، تنبعث من عوادم محركات الديزل بعض الملوثات مثل اكاسيد النتروجين (NO) ،الدقائق الجزيئية (PM) ، الدخان الاسود ، أحادي اوكسيد الكربون (CO) وثنائي اوكسيد الكربون (CO2) و ان ارتفاع نسب هذه الملوثات في الهواء الجوي تسبب تدمير

للمحيط مثل الامطار الحامضية وتدمير طبقة الأوزون اضافة الى ان التعرض الى هذه الملوثات فوق مستوى معين سيكون ضار بالصحة.

في ذات الوقت تنتج كميات هائلة من زيوت التزيبب المستعملة سنويا والتي تصيح ملوثة وتفقد فعاليتها بسبب التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث لها، وان عملية التخلص من الزيوت المستعملة تسبب مشاكل بيئية خطيرة للهواء والماء والتربة، وهناك عدة طرق متبعة لتنقية الزيوت المستعملة منها الطرق الفيزيائية والطرق الكيمياوية لغرض الحصول على زيوت اساس او استخدامها كوقود. (Khudhair M.M., et. al.2012)

ويتجه العالم الان لاستخدام وقود نظيف لتقليل هذه الملوثات البيئية المنبعثة بعدة طرق منها استخدام محولات مساعدة واستخدام وقود نظيف واعادة تدوير المنبعثات وكذلك تغيير عمل الماكينة وهذه العمليات معقدة ومكلفة من الناحية المادية، وان البحوث الحديثة تركز على تخفيض هذه الملوثات ومعظم الطرق المقترحة لعلاج المشكلة تتضمن تزويد الوقود بالماء بشكل مستحلب لان المستحلبات هي الاكثر ملائمة ولا يتطلب الامر تغيير في أجزاء المحرك

(Alahmar A., et. al.,2010), (Chaich M.T., 2013), (Dibofori-Orji,A.N.2011).  
المستحلب عبارة عن خلط اثنان من المواد الغير قابلة للامتزاج ، واحدى المادتين ( تمثل الطور المشتت) تنتشر بشكل منتظم خلال المادة الثانية (تمثل الطور المستمر) . والمستحلب عادة يكون يشكلين هما اما زيت في ماء ( Oil in Water ) وتنتشر فيه قطرات الزيت المشتتة في انحاء الطور المائي او ماء في زيت ( Water in Oil ) حيث تنتشر قطرات الماء التي تمثل الطور المشتت بشكل منتظم في كافة انحاء الزيت الذي يمثل الطور المستمر ( Dluska E., et. al.2006 )

ومن متطلبات الاستقرار للمستحلبات بقائها مستقرة لوقت محدد وتحت مدى واسع من درجات الحرارة، إن المعيار الأساسي لاستقرارية المستحلب هو احتفاظه بهيئة طور واحد بعد تركه بدون تحريك لفترة معينة وعند انفصاله إلى أكثر من طبقة يمكن اعتباره غير مستقر، ويمكن زيادة الاستقرارية بإضافة مواد فعالة سطحية" خلال التحضير وهي المسماة مواد الشد

السطحي (surfactants) او عوامل الاستحلاب (Emulsified agents). (Anna Lif,et.al,2006).  
أثناء عملية المزج السريع لتحضير المستحلب وبفعل ميكانيكية القص ( shearing ) فان قطرات الماء ستتحطم إلى قطرات صغيرة جدا" وكل قطرة تغلف بطبقة من مادة أُل (surfactant) وهي مادة الشد السطحي، حيث تشكل غلاف شبيه بالصدفة ( shell ) مما يمنع الماء من إعادة الالتئام وبالتالي يفصله عن الوقود ( Hameed T.M., et. al.2013 ) ( Dluska E. et. al.2006)

يهدف البحث الحالي إلى تحضير وقود مستحلب من زيت المولدات المستعمل والماء ومواد الشد السطحي بنسب مختلفة لغرض استخدامه كوقود في محركات الاحتراق الداخلي لتقليل الملوثات المنبعثة اثناء الاستعمال وكذلك دراسة الخواص الفيزيائية للمستحلب المحضر كاللزوجة الدورانية والكثافة.

## المواد وطرائق العمل

### المواد الاولية

1-زيت مولدات مستهلك ( waste ) حيث تم اخذ نماذج من زيت المولدات من إنتاج شركة (shell) وتم استعماله في مولدة كهربائية نوع KVA 400 من شركة Perkin company لمدة تشغيل 150 ساعة حسب توصيات الشركة المجهزة وبعدها تم إجراء الفحوصات للزيت المستهلك وحسب الطرق القياسية كما مبين في جدول رقم (1)

جدول رقم (1) مواصفات زيت المولدات المستهلك وطرق الفحص القياسية

| Property                   | Used generator oil | Testing method ASTM |
|----------------------------|--------------------|---------------------|
| Specific gravity at 15.6c° | 0.8980             | D941-5              |
| Viscosity at40c°,cst       | 95                 | D445                |
| Flash point , c°           | 179                | D92                 |
| Pour point , c°            | -13                | D97                 |
| Total acid number mg KOH/g | 2.983              | D974                |
| Ash content , wt%          | 1.174              | D482                |

2- مواد الشد السطحي : وتتضمن مزيج من مادتين يتم خلطهما للحصول على ( HLB ) مناسب وهذه المواد تشمل 1-2 - Polyoxyethylene sorbitan mono oleate وهي من النوع العضوي ، غير ايونية ، سائلة ، واهم خواصها مبيبة في الجدول رقم (2) .

## جدول رقم (2) خواص مادة (Polyoxyethylene sorbitan mono oleate)

| Test                      | Value     |
|---------------------------|-----------|
| Density at 15.6 C°        | 1.06-1.09 |
| Boiling point (C°)        | 100 C°    |
| Viscosity at 25C° (c.st.) | 300-500   |
| Flash point (C°)          | 113       |
| Refractive index (C°)     | 1.473     |
| HLB                       | 15        |

2-2- Glycerol mono stearate وهي من النوع العضوي، غير أيونية، صلبة وأهم خواصها مبينة في الجدول رقم (3).

## جدول رقم (3) مواصفات مادة Glycerol mono stearate

| Test               | Value   |
|--------------------|---------|
| Density at 15.6 C° | 0.95    |
| Melting point C°   | 60-65   |
| PH                 | 7.2     |
| Boiling point C°   | 238-240 |
| HLB                | 3.8     |

## المعدات والاجهزة

تم استعمال عدد من الزجاجيات والأجهزة المختبرية

-جهاز قياس اللزوجة الدورانية نوع Brookfield Rotational Viscosity

- جهاز قياس نقطه الانسكاب نوع Koehler Instrument

-مقياس الكثافة Picnometer

- مقياس الرقم الحامضي pH

- ميزان

- خلاط ميكانيكي

- مسخن حراري

## طريقة العمل

1- تم اخذ نموذج من زيت مولدات مستهلك وتم دراسة خواصه الفيزيائية والكيميائية وتشمل اللزوجة، الكثافة، نقطة الانسكاب، نقطة الوميض، فحص نسبة الرماد والرقم الحامضي.

2- تم تقطير الزيت تقطير فراغي تحت ضغط ( 5mbar ) حيث تم فصل المقطع الأول عند درجة حرارة 100 c° وتم أخذ المقطع المتبقي وتم إكمال خطوات العمل عليه.

3-تحضير المستحلب:

تم تحضير نماذج متعددة من مستحلب (زيت مستهلك - ماء ) وذلك بخلط مواد الاستحلاب (Emulsified agents) أولاً مع بعضها بنسب محددة وذلك للحصول على HLB بحدود ( 9-12 )، تم إذابة خليط مواد الاستحلاب بنسبة ( 0-1 % )، مع زيت المولدات المستهلك باستعمال خلاط ميكانيكي متغير السرعة، تم اضافة الماء المقطر بنسبة ( 0-40% ) الى خليط (الزيت ومواد الاستحلاب) وتمت الاضافة بشكل تدريجي مع المزج والسرعة العالية وتم الخلط بدرجة حرارة المختبر وبعده سرعة 1000-4000)rpm وبأوقات خلط مختلفة (2-15).

4-دراسة الظروف المثلى لتحضير المستحلب

تم دراسة الظروف المثلى (optimum condition) المطلوبة لبقاء المستحلب مستقر لفترة زمنية مناسبة وتشمل كمية الماء المضاف، تركيز مادة الشد السطحي، سرعة الخلط و زمن الخلط وذلك من خلال قياس كمية الماء التي تنفصل بمرور الزمن من كل نموذج تم تحضيره

5- دراسة الخواص الفيزيائية للمستحلب المحضر

تم دراسة عدد من الخواص الفيزيائية للمستحلبات المحضرة وتشمل الكثافة، اللزوجة الدورانية.

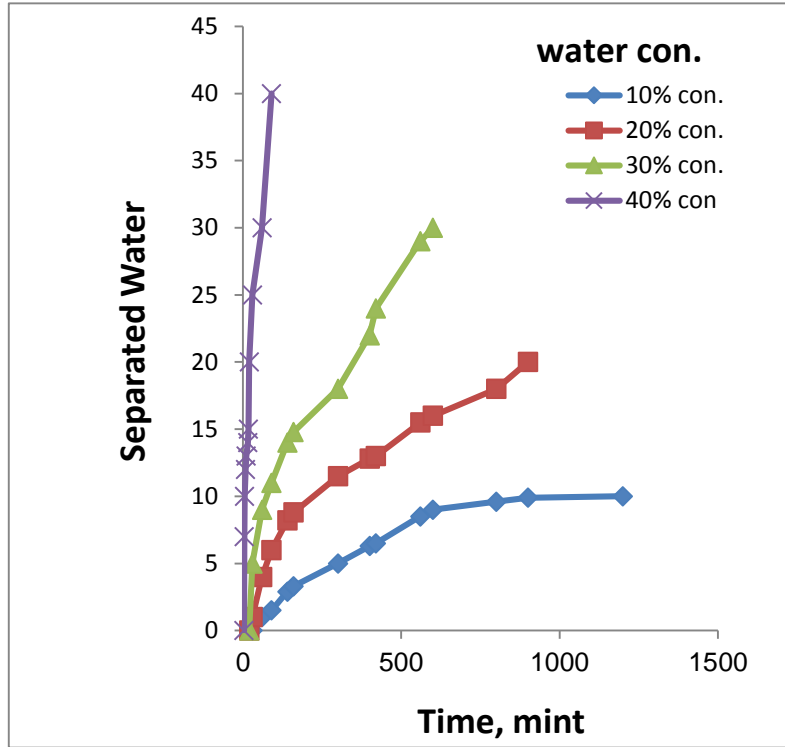
## المناقشة

تم في البحث دراسة تأثير عدد من المتغيرات التي تؤثر على استقرارية المستحلب وهي كمية الماء المضاف، تركيز مادة الشد السطحي، زمن الخلط وسرعة الخلط.

1-تأثير كمية الماء المضاف:

تم دراسة تأثير كمية الماء المضاف الى المستحلب المحضر لغرض تحديد التركيز الافضل الذي يعطي المستحلب الاكثر استقرارا" باستخدام نسب مختلفة من الماء (10% , 20% , 30% , 40%) ثم تم حساب كمية الماء المفصول و الزمن اللازم لفصل الماء كاملا" كما موضح في الشكل رقم (1) والذي يمثل تخطيط بياني لكمية الماء المفصول مقابل الزمن اللازم لفصل الماء.

ومن الشكل نلاحظ ان المستحلب ذو كمية (10%) من الماء هو الاكثر استقرارا" حيث تطلب زمن اكثر لينفصل كليا" عن المستحلب وكذلك نلاحظ ان كمية الماء المفصول تزداد تدريجيا" مع زيادة كمية الماء الداخل في تحضير المستحلب .



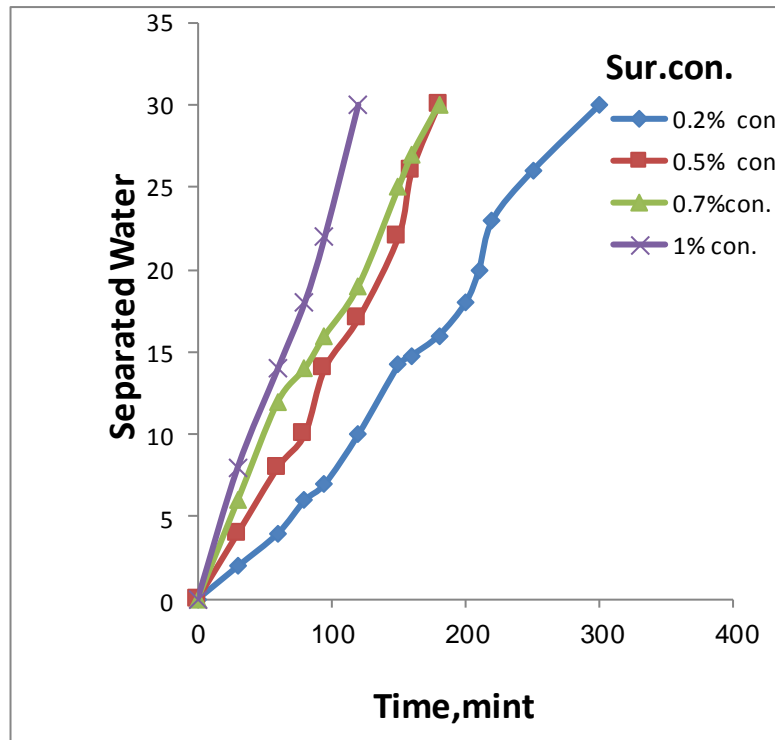
الشكل رقم (1) تأثير تركيز الماء على استقرار مستحلب الوقود

## 2-تأثير تركيز مادة الشد السطحي :

تم دراسة تأثير تركيز مادة الشد السطحي المضافة إلى المستحلب المحضر لغرض تحديد التركيز الأفضل الذي يعطي المستحلب الأكثر استقرارا" باستخدام نسب مختلفة:

(1% , 0.75% , 0.5% , 0.2%) ثم تم حساب كمية الماء المفصول و الزمن اللازم لفصل الماء كاملا" كما موضح في الشكل رقم (2) والذي يمثل تخطيط بياني لكمية الماء المفصول مقابل الزمن اللازم لفصل الماء.

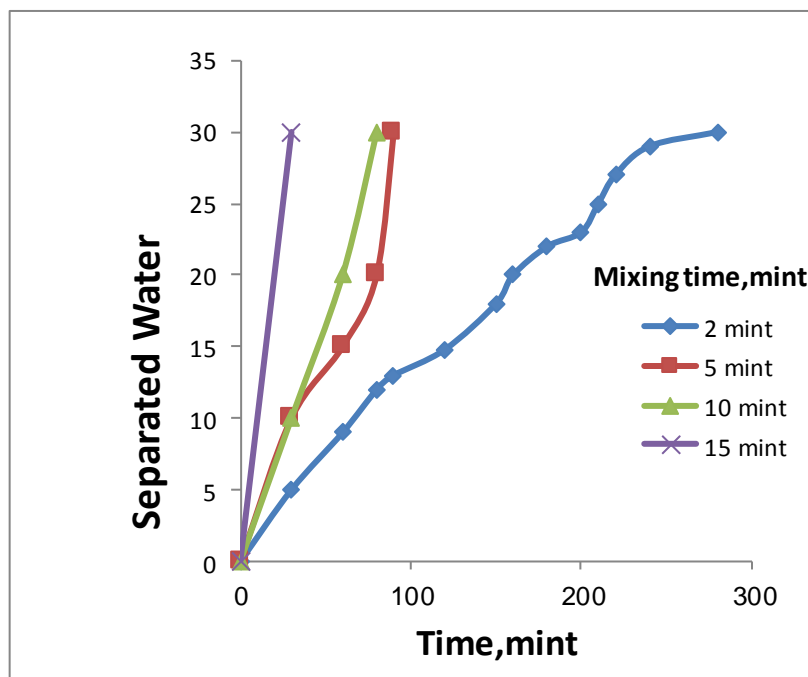
ومن الشكل نلاحظ ان المستحلب ذو تركيز (0.2%) من مادة الشد السطحي هو الاكثر استقرارا" حيث تطلب زمن اكثر لينفصل كليا" عن المستحلب وكذلك نلاحظ ان كمية الماء المفصول قد ازدادت تدريجيا" مع زيادة تركيز مادة الشد السطحي اي ان الاستقرارية انخفضت وهذا يعني ان اضافة مواد الشد السطحي يجب ان تكون ضمن حدود معينة حيث ان زيادتها يمكن ان تؤدي الى حدوث تراجع في استقرار المستحلب وذلك بسبب تأثير التشتت المثبط لجسيمات المستحلب (Ghannam, M.T.2009).



شكل رقم (2) تأثير تركيز مواد الشد السطحي على استقرار مستحلب الوقود

### 3-تأثير زمن الخلط :

تم دراسة تأثير زمن الخلط اثناء تحضير المستحلب لغرض تحديد الزمن الافضل الذي يعطي المستحلب الاكثر استقرارا" باستخدام فترات خلط مختلفة (2min.,5min.,10min.,15min.) ومن الشكل رقم (3) نلاحظ ان المستحلب ذو زمن خلط (2 min.) هو الاكثر استقرارا" حيث تطلب زمن اكثر لينفصل كليا "عن المستحلب وكذلك نلاحظ ان كمية الماء المفصول تزداد تدريجيا" مع زيادة زمن الخلط والشكل رقم (3) يبين كمية الماء المفصول من المستحلب بمرور الزمن.

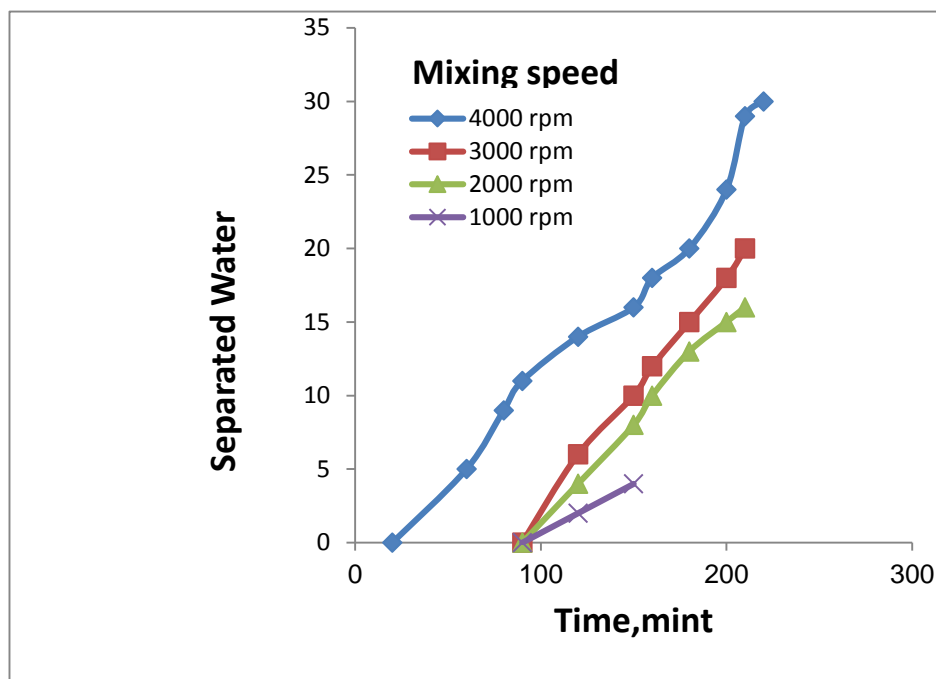


شكل رقم (3) تأثير زمن الخلط على استقرار مستحلب الوقود

**4-تأثير سرعة الخلط :**

تم دراسة تأثير سرعة الخلط أثناء تحضير المستحلب لغرض تحديد السرعة الأفضل التي تعطي المستحلب الأكثر استقراراً باستخدام سرع خلط مختلفة (1000,2000,3000,4000)rpm والشكل رقم (4) يبين كمية الماء المفصول من المستحلب بمرور الزمن.

ومن الشكل نلاحظ ان المستحلب ذو سرعة خلط 4000 rpm هو الاكثر استقراراً حيث تطلب زمن اكثر لينفصل كليا عن المستحلب وكذلك نلاحظ ان كمية الماء المفصول تزداد تدريجياً مع زيادة سرعة الخلط.



شكل رقم (4) تأثير سرعة الخلط على استقرار مستحلب الوقود

**دراسة الخواص الفيزيائية**

تم دراسة عدد من الخواص الفيزيائية لكلا من مستحلب الوقود المحضر الاكثر استقراراً الحاوي على ( ماء % 10، ماء % 20)، و الزيت المستهلك المقطر الذي تم تحضير المستحلبات منه وكما مبين في الجدول رقم (4) والذي يوضح اهم الفحوصات الفيزيائية التي اجريت على النماذج .

تم اولا قياس الكثافة specific gravity لنماذج المستحلبات المحضرة الاكثر استقراراً ومقارنتها مع الكثافة المقاسة لزيت مستهلك مقطر ومن النتائج الواردة في الجدول رقم (4) نلاحظ زيادة كثافة المستحلبات مع زيادة نسبة الماء الداخلة في تحضيرها .

كما تم قياس اللزوجة الدورانية Rotational Viscosity لنماذج المستحلبات المحضرة الاكثر استقراراً ومقارنتها مع اللزوجة الدورانية للزيت المستهلك المقطر ومن النتائج الواردة في الجدول رقم (4) نلاحظ زيادة اللزوجة الدورانية للمستحلبات مع زيادة نسبة الماء الداخلة في تحضيرها .

جدول رقم (4) الفحوصات الفيزيائية لنماذج المستحلبات المحضرة ومقارنتها مع الوقود المستهلك المقطر

| Test                             | Waste oil distillation | Emulsifier Fuel(water 10% ) | Emulsifier Fuel(water 20% ) |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Specific gravity at 15.6c°,Kg/m3 | 0.8570                 | 0.8730                      | 0.8754                      |
| Viscosity,mPas                   | 20                     | 23.5                        | 29.4                        |

**الاستنتاجات**

في البحث الحالي ومن تحضير مستحلب الوقود من الزيت المستهلك نستنتج النقاط التالية:

- 1- يجب تنقية الزيت المستهلك بمعالجة اولية وهي استخدام التقطير الفراغي لغرض التخلص من الشوائب
- 2- تم اعتماد قياس زمن انفصال الماء عن بقية مكونات المستحلب المحضر كمعيار اساسي لقياس مدى استقرارية المستحلب
- 3- وجد ان تركيز الماء (10%) وتركيز مادة الشد السطحي (0.2%) وسرعة الخلط (4000 rpm) وزمن الخلط (2 min.) هي الظروف المثلى للحصول على مستحلب مستقر

**التوصيات**

يحتاج البحث الى مزيد من الفحوصات لغرض دراسة كفاءة الوقود المستحلب المحضر ومقارنته مع الوقود المستحلب المحضر من الديزل مثل دراسة حرارة الاحتراق ودراسة كمية ونوع الملوثات المنبعثة من عادم المحرك عند استخدام الوقود المستحلب مثل اكاسيد النتروجين، اول او اكسيد الكربون، ثاني او اكسيد الكربون والدقائق الجزيئية وغيرها.

**المصادر**

- [1] Khudhair, M.M.; Abas K.F.; Hameed, T.M. 2012, " Recycling of Waste Generator Oils by Different Treatment Methods ", J. Petro. Eng. Techn. 2(3), 29-41
- [2] Alahmar, A.; Yamin, J.; SaKhrieh, A.; Hamdan, M.A. 2010, "Engine Performance Using Emulsified Diesel Fuel", Energy Conversion and Management, 51, 1708-1713
- [3] Chaichan, M.T. 2013. " Enhancement of DI Compression Ignition Engine Performance and Emission", Al-Rafidain Engineering, 21, 4, 29-41
- [4] Dibofori-Orji, A.N. 2011. "Critical Processes Involved in Formulation of Water-in-Oil Fuel Emulsions, Combustion Efficiency of the Emulsified Fuels and Their Possible Environmental Impacts", J. Appl. Sci. & Techn., 3(8), 701-706.
- [5] Dluska, E.; Hubacz, R.; Wronski, S. 2006. "Simple and Multiple Water Fuel Emulsions Preparation in Helical Flow", Turk. J. Eng. Env. Sci. 30, 175-182
- [6] Lif, A. and Holmberg, K. 2006. "Water-in-Diesel Emulsions and Related Systems", Advances Colloid Interface Sci., 231-239.
- [7] Hameed, T.M.; Thuaban, L.H.; Mzher, S.; Jafar, A.T.; Aboud, W.A., 2013. " To Prepare Special Formula to be Used as Diesel Fuel", J. Eng. & Techn. 31, 18, 1-10.
- [8] Ghannam, M.T.; Selim M.E., 2009, Stability Behavior of water in Diesel fuel Emulsion, Petroleum Science and Technology, 27 pp. 396-411.