Measuring Olive Oil viscosity Using two methods stokes and poiseuille

Dr. Hosam Naal *

(Received 27 / 10 / 2021. Accepted 24 / 3 /2022)

□ ABSTRACT □

In this research we measured viscosity of two kind of olive oil, using two methods. We assure of accuracy of the tow methods by using a standard of glycerine, which its viscosity at 21 ^{o}C is $\eta_{glycerine}$ = 13.5 p, after that we measured viscosity of olive oil, first kind of olive oil we obtained from local market in Lattakia city (best kind), and the other kind of olive oil we got it from burned olive trees which burned about October 2020, we measured viscosity using both methods, and observed that the value of olive oil viscosity from the local market in Lattakia city in stokes method at temperature 25 ^{o}C is $\eta_{OO} = 0.87$ p, and in poiseuille method is $\eta_{OO} = 0.86$ p, while the olive oil obtained from burned olive trees had the value in stokes method at temperature 25 ^{o}C $\eta_{B\ OO} = 0.91$ p, and in poiseuille method $\eta_{B\ OO} = 0.92$ p.

Key words: viscosity, olive oil, stokes method, poiseuille method

* **Assistant Professor, Department of Basic Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.** naalhosam2@gmail.com

قياس لزوجة زيت الزيتون المنتج محلياً باستخدام طريقتين ستوك stokes و بوازلييه poiseuille

د. حسام نعال*

(تاريخ الإيداع 27 / 10 / 2021. قُبِل للنشر في 24 / 3 /2022)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث قياس لزوجة نوعين من زيت الزيتون، بطريقتين مختلفتين، تأكدنا من دقة الطريقتين باستخدام مادة عيارية معروفة اللزوجة هي الغليسرين، حيث أن لزوجته تبلغ $\eta_{glycerine} = 13.5$ p في الدرجة 21^oC. ثم قمنا بقياس لزوجة العينة الأولى من زيت زيتون من السوق المحلية لمدينة اللاذقية، فوجدنا لزوجته بطريقة ستوك Stokes عند الدرجة 25^oC تبلغ $\eta_{OO} = 0.87$ p، أما بطريقة بوازلييه poiseuille فقد وجدنا قيمة اللزوجة عند نفس الدرجة من الحرارة $\eta_{OO} = 0.86$ p، العينة الثانية حصلنا عليها من أشجار الزيتون المحروقة من قرية السخابة التابعة لناحية القطيلبية جنوب شرق مدينة جبلة التابعة لمحافظة اللاذقية، فوجدنا لزوجة الزيت بطريقة ستوك Stokes عند الدرجة 25^oC p $\eta_{B\ OO} = 0.91$، أما بطريقة بوازلييه poiseuille فقد وجدنا قيمة اللزوجة عند نفس الدرجة من الحرارة $\eta_{B\ OO} = 0.92$ p.

الكلمات المفتاحية: اللزوجة – زيت الزيتون – طريقة ستوك – طريقة بوازلييه

*مدرس - قسم العلوم الاساسية – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية naalhosam2@gmail.com

مقدمة:

تعتبر اللزوجة إحدى الثوابت الفيزيائية المميزة للسوائل، سواءً كان السائل مادة كيميائية صرفة مثل الغليسرين، أو خليط مواد سائلة وغير سائلة مثل زيت الزيتون، إلا أنها بالنسبة لزيت الزيتون لا تعتبر من معايير الجودة ولا تدخل في المواصفات القياسية له، على حين يدل انخفاض لزوجة الغليسرين على امتصاصه للرطوبة، أي أنه لم يعد مادة كيميائية صرفة، وبالتالي وجود خلل في معيار الجودة للمادة الكيميائية، وعلى سبيل المثال فإن لزوجة الغليسرين في الدرجة $20\,^{o}C$ هي 14.1p، ويكفي وجود 3% ماء معه لخفض لزوجته إلى 7.65p [Dalton et al 2021] تمتلك اللزوجة أهمية في الصناعات الكيميائية والصناعات الغذائية، مستحضرات التجميل والمستحضرات الصيدلانية وغيرها.

تنشأ اللزوجة بسبب قوى تجاذب بين جزيئات السائل، كالروابط الهيدروجينية بين جزيئات الأغوال، أو قوى فاندرفالس بين السلاسل الكربونية في الفحوم الهيدروجينية، وكلما زادت لزوجة سائل قلت قابليته للجريان، وزادت مقاومته لضغط يجبره على التدفق، وكذلك تزداد مقاومته لجسم يسقط فيه، أو بكلام آخر تتباطؤ حركة جسم يسقط في السائل بازدياد اللزوجة، ويتباطؤ تدفق السائل [Belda, R. et al 2009].

تجعل الروابط الهيدروجينية القوية لجزيئة الغليسرين والناجمة عن وجود ثلاث زمر غولية في الجزيئة، تجعل لزوجته مرتفعة بحيث تبلغ $\eta_{glycerine}$ = 14.1 p في الدرجة $20\,^{o}C$ [Dalton et al 2021] ، بينما الزيوت رغم احتوائها على مركبات أوزانها الجزيئية مرتفعة، فالروابط الضعيفة بين جزيئاتها تجعل لزوجتها أخفض بكثير، فلزوجة زيت الزيتون لا تتجاوز مهما انخفضت درجة الحرارة η_{OO}< 2 p [Bahti A. M. et al 2014,] .

تتناسب اللزوجة عكساً مع درجة الحرارة فتنخفض بارتفاعها بمعدل 1−2% أو أكثر من قيمتها لكل درجة حرارة، وعلى سبيل المثال لزوجة الغليسرين عند درجة حرارة $10\,^{o}C$ تبلغ 19 p بينما تنخفض في الدرجة $20\,^{o}C$ إلى 14.1 p [Dalton et al 2021]، وكما ترتفع اللزوجة بازدياد القوى بين الجزيئات، تزداد بوجود مواد صلبة منحلة في السائل، وتزداد عند رفع الضغط لأنه يقرب الجزيئات من بعضها، وهي تتناسب طرداً مع الكتلة المولية لنفس النوع من المركبات [الورفلي نور الدين 2015] .

أجري هذا البحث في مختبر الكيمياء العضوية والعامة والتحليلية التابع لقسم العلوم الأساسية في كلية الزراعة بجامعة تشرين خلال العامين 2020 − 2021 م .

أهمية البحث وأهدافه

تتنوع طرائق قياس الثوابت الفيزيائية، ولاسيما اللزوجة، ومن المفيد ضبط اكثر من طريقة لقياس نفس الثابت الفيزيائي، تعتبر اللزوجة من الثوابت المفيدة في معرفة جودة ونقاوة المواد الكيميائية السائلة الصرفة، كالثوابت الأخرى مثل: الكثافة ودرجة الغليان وغيرها، ولها أهمية خاصة تتعلق بالزيوت، وتختلف لزوجة الزيت باختلاف تركيبه الكيميائي، ولا سيما زيت الزيتون، الذي يختلف تركيبه الكيميائي عندما نستخرجه من أشجار مزروعة في المناطق الأوربية الباردة، عن تركيبه عندما نتجه جنوباً نحو المياه الدافئة لحوض البحر الأبيض المتوسط لنستخرجه من أشجار مزروعة في منطقتنا، كما أن فترة القطاف تؤثر على التركيب الكيميائي للزيت [& .(GCSAR), (CIHEAM−IAMB) 2007]، مما قد يغير من لزوجته.

تتلخص خطة عمل البحث بما يلي:

1- ضبط ومطابقة طريقتين لقياس اللزوجة، هما طريقة stokes وطريقة poiseuille باستخدام مادة معروفة اللزوجة هي الغليسرين

2- ضبط طريقة stokes لقياس لزوجة مادة منخفضة اللزوجة مقارنة بلزوجة الغليسرين، هي زيت الزيتون، ذو لزوجة p 1-2 أقل بكثير من لزوجة الغليسرين p 14.1، واستخدام كرة سائلة وتصحيح الخطأ الناتج عن تفلطح القطرة السائلة بمقارنة الطريقتين.

3- قياس لزوجة زيت زيتون من أجود الانواع المتوفرة في السوق المحلية لمدينة اللاذقية بكلتا الطريقتين

4- قياس لزوجة زيت زيتون مأخوذ من أشجار محروقة* بكلتا الطريقتين

5- مقارنة وتفسير النتائج

هدف البحث:

يعالج فكرة ربط اللزوجة لزيت الزيتون بالقطاف المبكر للثمار، وكذلك بالمكونات الكيميائية لزيت الزيتون ، وذلك من خلال مقارنة لزوجة زيت الزيتون المستخرج من أشجار قرية السخابة التي قطفت باكراً بسبب الحريق، بلزوجة زيت الزيتون من مصدر مختلف، كما يعالج فكرة الاعتماد على الادوات المخبرية البسيطة المتوفرة مخبرياً في قياسات فيزيائية دقيقة، والاستفادة مما هو متوفر لدينا في حياتنا اليومية كأجهزة الموبايل والحواسيب الالكترونية والأفلام المصورة كبديل للميقاتية، لتجنب الخطأ الشخصي.

* أخذ زيت الزيتون من أشجار زيتون محروقة صنف دعيبلي (درملالي، تمراني)، مزروعة زراعة بعلية في قرية السخابة التابعة لناحية القطيلبية من منطقة جبلة، محافظة اللاذقية، وهي ترتفع عن سطح البحر 130 متراً، وتقع جنوب شرق مدينة جبلة.

طرائق البحث ومواده:

1.الأجهزة المستخدمة: Instrumentation

- ميزان إلكتروني من إنتاج شركة Sarterious الالمانية، دقته ±0,01g.
- جهاز موبايل Samsung star plus لتصوير تجربة اللزوجة بطريقة stock ونقل الفلم للحاسب، وتسجيل زمن لحظة مرور الكرة الساقطة في الزيت بين خط البداية والنهاية، ولضبط زمن تجربة اللزوجة بطريقة Poise .
- جهاز حاسوب من انتاج شركة سامسونج SAMSUNG (لعرض فلم قياس اللزوجة بطريقة ستوك stokes وايقاف الفلم لحظة مرور الكرة سواءً بخط البداية أو النهاية وتسجيل الزمن لتجنب خطأ الميقاتية).
- قمع تنقيط
- أعمدة زجاجية مزودة بصنابير طول 30 cm أو أكثر قطر 3 cm أو أكثر.
- كرات زجاجية نصف قطر الكرة r =0.352 cm أو أقل، كثافة الزجاج $\rho = 2.5\ g/cm^3$ أو أقل لإبطاء حركة الكرة وزيادة الزمن، وللاكتفاء بمسار قصير لايزيد عن 10cm .
- سحاحات بأبعاد مختلفة (طول 70 cm قطر 1.5 cm مع نهاية دقيقة بعد الصنبور بطول 6 cm)
- بكنومتر (دورق زجاجي دقيق الحجم يستخدم لقياس كثافة السائل).

- أنواع عديدة من أدوات قياس حجوم السوائل بدقة (دوارق حجمية – مقاييس مدرجة – ماصات – سحاحات) كما يمكننا حساب الحجم بربطه بالكتلة من خلال الكثافة المقاسة تجريبياً لكل سائل بخطأ مهمل لدقة الميزان العالية.

2.المواد المستخدمة: Materials

الغليسرين glycerol من انتاج شركة برولابو prolabo الفرنسية. *

زيت زيتون olive oil من السوق المحلية لمدينة اللاذقية**

زيت زيتون olive oil من أشجار محروقة من قرية السخابة***.

* الغليسرين تم التحقق من كثافته تجريبياً $\rho = 1.26\ g/cm^3$

** الزيت المحلي أجود ما هو متوفر في السوق المحلية لمدينة اللاذقية، في سوق الريجي القديمة بحي الشيخ ضاهر(تم شراء الزيت من محلات موثوقة نظامية تحفظ الزيت في أوعية جافة وعاتمة مختومة يتوفر فيها الزيت الاغلى ثمناً) .

*** قرية السخابة تقع في منتصف الطريق بين مدينتي جبلة وبانياس، إذ تبعد عن مدينة جبلة 13 km (تبعد عن مدينة اللاذقية حوالي 40 km إلى الجنوب الشرقي للمدينة)، ترتفع عن سطح البحر 130 m، أشجار الزيتون المستخرج منها الزيت مزروعة زراعة بعلية، وقد تعرضت لحريق في شهر تشرين الأول عام 2020 م

3.طرائق العمل المتبعة في قياس اللزوجة:

3-1.طريقة ستوك: تعتمد على مقاومة السائل لسقوط كرة صلبة أو سائلة، نقيس سرعتها بعد وصولها للسرعة الحدية، ونحسب لزوجة السائل من العلاقة التالية [الدويري أنور وزملاؤه 2010] و [TAKADA S.et al 2020]:

$$\eta = (2/9)\ r^2\ (\rho_1 - \rho_2)\ (g/v_0) = (2/9)\ r^2\ (\rho_1 - \rho_2)\ (g\ t/\ell)$$

η لزوجة السائل ووحدتها البواز (Poise) أو بواز p بالجملة السغثية.

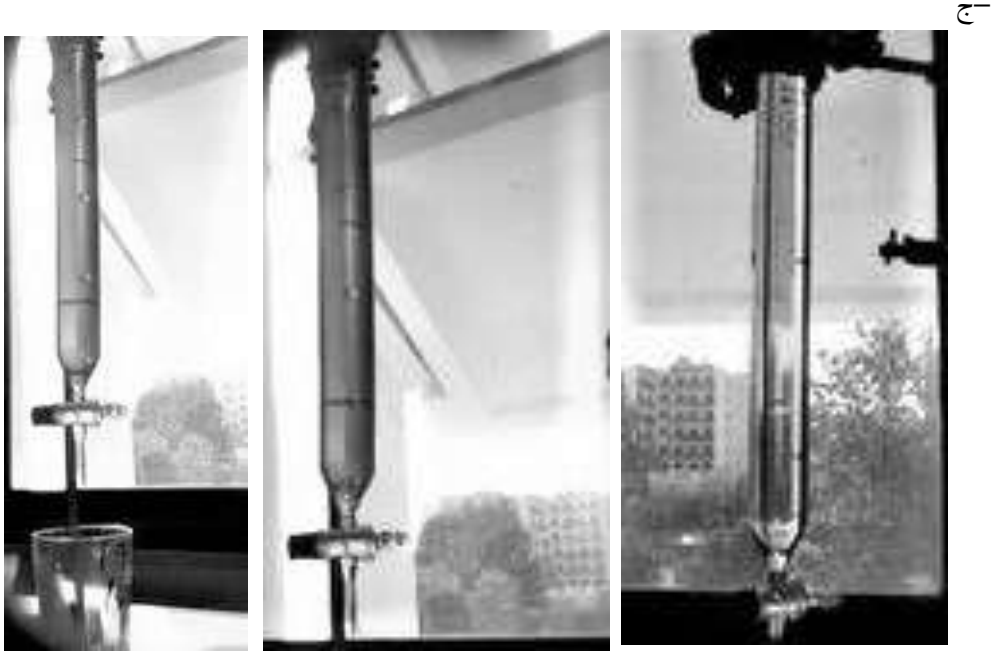
r نصف قطر الكرة cm، ρ_1 كثافة الكرة المستخدمة g/cm^3 ، ρ_2 كثافة السائل g/cm^3، g تسارع الجاذبية الارضية $980\ cm\ s^{-2}$.

t الزمن اللازم لسقوط الكرة مسافة ℓ cm بعد بلوغ سرعتها الحدية مقدراً بالثانية s .

ℓ المسافة بين خط البداية وخط النهاية لمسار الكرة الساقطة cm (يجب أن يبدأ المسار ℓ من نقطة أخفض من سطح السائل ب 15cm ليسمح ببلوغ الكرة سرعتها الحدية، ويبلغ بعد ذلك طول المسار ℓ= 10 cm).

يجب أن تكون كثافة السائل أقل من كثافة الكرة الهابطة فيه لتتمكن من الهبوط، تستخدم عادةً كرة معدنية صغيرة تغمس في أعلى السائل بملقط وتترك للسقوط فيه بدون سرعة ابتدائية، لكن إذا أردنا استخدام كرة كبيرة الحجم، تهبط ببطء، علينا أن نختار مادة أقل كثافة، لا سيما إذا أردنا تصوير الكرة، حيث أن كثافة الحديد $7.86\ g/cm^3$ وكثافة الزجاج $2.5\ g/cm^3$، استخدمنا لقياس لزوجة الغليسرين كرة زجاجية نصف قطرها كبير $r = 0.352$ cm، الشكل 1-أ يبين جهاز قياس اللزوجة بطريقة ستوك وتظهر الكرة الساقطة في الغليسرين بوضوح في الفلم. ولما كانت لزوجة زيت الزيتون أقل بكثير من لزوجة الغليسرين، في هذه الحالة تستخدم كرة سائلة، هي عبارة عن قطرة من سائل أكثر كثافة من زيت الزيتون البالغة $0.9\ g/cm^3$ عند الدرجة $20\ ^oC$ ، وهو الماء المقطر كثافته المسجلة مرجعياً 0.99815 g/cm^3 عند الدرجة $20\ ^oC$ ، وذلك باستخدام سحاحة تفتح قليلاً داخل الزيت في أعلى جهاز ستوك وتصور القطرات الهابطة لحساب زمن مرورها بالمسار، وبدون تغيير فتحة السحاحة يجمع عدد كبير من القطرات داخل الزيت

ويقاس الحجم لتحديد نصف قطر القطرة الشكل1 –ب، كما يمكن قياس سرعة عدد كبير من القطرات بعد تصوير الفلم شكل1 –ج



أ– كرة زجاجية ب – كرة سائلة ج – كرات سائلة متتالية

الشكل 1 : جهاز قياس اللزوجة بطريقة ستوك

بلغ نصف قطر قطرة الماء المستخدمة عند قياس لزوجة زيت الزيتون من السوق المحلية أو المستخرج من أشجار محروقة ما بين r =0.28 - 0.31 cm، حسب التجربة، وسجلت درجة الحرارة، واستغرقت أزمنة ما بين التجارب t= 6 – 6.45 s ، تكرر التجربة ثلاث مرات ويحسب المتوسط لكل نوع من الزيت.

تقيدنا أثناء العمل بكرة سائلة بالملاحظات التالية:

أن تكون السحاحة مغموسة ضمن أعلى الزيت مسافة 0.5cm كي لا يتبعثر شيء من القطرة لارتطامها بسطح الزيت، ولكي تغطس مباشرةً ولا تعلق على السطح. كما أن توليد القطرة داخل الزيت يزيد حجمها مما يسهل تصويرها

تم جمع عدد كبير من القطرات لكل تجربة على حدة عند نفس فتحة السحاحة التي تم عندها قياس اللزوجة، وتم قياس حجمها لحساب حجم القطرة، ويحسب نصف قطر القطرة من العلاقة :

$N.(4\pi r^3/3) = 1ml$ حيث N عدد القطرات التي تقابل حجم 1ml

تتفلطح القطرة بسبب مقاومة السائل لهبوطها فتتحول من شكل كروي إلى شكل بيضوي لا يغير ذلك ثقل القطرة ولا دافعة أرخميدس عليها، فنصف القطر محسوب من أجل قوة دافعة أرخميدس وقوة ثقل القطرة أثناء عبورها [دويري أنور وزملاؤه 2010]، لذلك يبقى نصف قطر الكرة السائلة نفسه، لكن أضفنا التصحيح للزيادة في الزمن اللازم لهبوطها، والذي يزداد بسبب تفلطحها، وذلك بالمقارنة بقيم اللزوجة بطريقة بواز، وتم ذلك بضرب الزمن بمعامل التصحيح لكل نوع من الزيت، فإذا استغرق الزمن اللازم لعبور الكرة المائية للمسار 6.09s في التجربة

لعينة زيت من السوق المحلية، يعوض في قانون ستوك لحساب اللزوجة الزمن t = 0.84 x 6.09 = 5.04s، وإذا استغرق الزمن اللازم لعبور الكرة المائية للمسار 6.45s في التجربة لعينة زيت من أشجار محروقة، كان تفلطح القطرة أكثر، ولعل ذلك يعود لسببين، أولهما اللزوجة المرتفعة أكثر للزيت المستخرج من أشجار محروقة مما يضغطها، والثاني أن حجم القطرة أكبر مما زاد مقاومة السائل لهبوطها، في هذه الحالة يعوض في قانون ستوك لحساب اللزوجة الزمن المصحح t = 0.72 x 6.45 = 4.65s، وقيم اللزوجة موجودة في النتائج والمناقشة.

عند استخدام قطرة مائية قسنا كثافة الماء المستخدم في درجة الحرارة التي نعمل عليها تجريبياً، واعتمدت جميع القياسات التجريبية للكثافة ولم تختلف سوى بالنسبة للماء، فكثافة الماء المرجعية $0.99815\ g/cm^3$ عند الدرجة $20\ ^oC$ ، بينما قسناها للماء المقطر المستخدم في الدرجة $25\ ^oC$ فوجدناها $0.9916\ g/cm^3$، ووجدناها عند الدرجة $20\ ^oC$ تساوي $0.9950\ g/cm^3$. كما قيست كثافة زيت الزيتون المدروس عند درجة الحرارة $25\ ^oC$ درجة حرارة التجربة، فوجدناها تبلغ القيمة $0.8966\ g/cm^3$ وهي القيمة المستخدمة.

كما يمكن للباحث حساب الكثافة في درجة حرارة مختلفة عن الدرجة المقيسة [نعال حسام وزملاؤه 2006]، حيث يمكننا اعتماد العلاقات المستخدمة لحساب الكثافة عند مختلف درجات الحرارة نطبق إحدى العلاقتين التاليتين [Bailey A. E.1993]:

$d^t = d^t_1 - K\,(t-t_1)$ تستعمل هذه العلاقة عندما يكون $t_1 < t$

$d^t = d^t_1 + K\,(t_1-t)$ تستعمل هذه العلاقة عندما يكون $t_1 > t$

حيث:

d^t_1 كثافة السائل عند درجة الحرارة t_1 ، d^t كثافة السائل عند درجة الحرارة t ، K ثابت ويساوي 0.00068 .

وقد تم التحقق من ذلك تجريبياً.

3-2.طريقة بوازلييه:

تعتمد هذه الطريقة على قياس الزمن اللازم لتدفق المحلول السائل عبر انبوب شعري نتيجة ضغط مطبق على السائل، وحساب الحجم المتدفق، استنتج العالم الفرنسي بوازلييه العلاقة التالية لحساب اللزوجة [الورفلي نور الدين 2015] و [REDDY R.2022] :

$$\eta = \pi r^4 t p / 8 L v$$

حيث: η: اللزوجة ، r : نصف قطر الانبوبة بوحدة (cm)، t: الزمن الازم لتدفق السائل بوحدة (s)

p: الضغط الواقع على السائل dyn/cm^2 ، L: طول الأنبوبة الشعرية بوحدة (cm)، v: حجم السائل المتدفق خلال التجربة بوحدة (cm^3) .

قمنا بتركيب جهاز قياس اللزوجة بطريقة بوازلييه اعتماداً على أدوات مخبرية بسيطة هي عبارة عن سحاحة عمودية تنتهي بأنبوب شعري وفوقها قمع تنقيط للمحافظة على ارتفاع السائل المراد قياس لزوجته في السحاحة.

حصرنا أنبوب شعري بطول L=6cm في النهاية السفلية للسحاحة بعد الصنبور شكل 2-أ، واعتمدنا الضغط المطبق هو ثقل عمود السائل في السحاحة الذي حافظنا على ثبات ارتفاعه شكل 2 – ب ، فأصبح يتدفق عبر الانبوب الشعري في أسفل السحاحة تحت ضغط ثابت محسوب، وللحفاظ على ارتفاع ثابت للسائل ضمن السحاحة قمنا بتعويض الفاقد منه باستخدام قمع تنقيط فوق السحاحة شكل 2- ج .

يتعلق الضغط المطبق بالارتفاع ونوع السائل في السحاحة (بكثافته ρ)، حافظنا على ارتفاع للسائل المقيس لزوجته h =57cm وحسبنا الضغط المطبق من العلاقة p= ρ.g.h بالنسبة للغليسرين الذي تبلغ كثافته في الدرجة 21 ^{o}C ρ=1.25932 g/cm^3 ، وباعتبار g تسارع الجاذبية الارضية 980 cm s^{-2} ، وجدنا الضغط المطبق $p_{glycerine}$=70345.6 dyn/cm^2 ، أما كثافة زيت الزيتون فهي في الدرجة 25 ^{o}C تساوي 0.8966 g/cm^3 والضغط المطبق عند اختباره في هذه الدرجة هو p_{OO} = 50084.1 dyn/cm^2 & p_{BOO}. جمعنا كمية من السائل v cm^3 خلال الزمن t s وحسبنا اللزوجة، كررنا التجربة ثلاث مرات واخذنا المتوسط.

تقيدنا أثناء العمل على مقياس اللزوجة بطريقة بوازلييه بالملاحظات التالية:

- استبعاد النتائج الغريبة (تظهر نتائج شاذة في حال ابطاء الانبوب الشعري في التدفق بسبب غبار أو غيره أو تغير درجة حرارة الغرفة أثناء القياس)، أي أخذ النتائج الأكثر تكرارية، وقد حصلنا بذلك على نتائج موافقة لنتائج طريقة ستوك بالنسبة للغليسرين الذي استخدمناه للتأكد من تقارب نتائج الطريقتين وضبطهما بدقة.

أ – مكان الانبوب الشعري ب – ارتفاع ثابت للسائل المتدفق ج – قمع تنقيط لتعويض الفاقد في نهاية السحاحة

الشكل 2: جهاز بوازلييه لقياس اللزوجة

- تسجيل درجة حرارة الغرفة والانتظار وقت كافٍ لتوازن حرارة السائل مع الجو بعد إخراجه من العبوة في حال وجود فرق في درجة حرارته، عن الدرجة المسجلة، علماً أن السوائل ذات درجات الغليان المرتفعة قليلة التطاير ولا تنخفض درجة حرارتها بسهولة أثناء العمل فدرجة غليان الغليسرين الجاف 290 ^{o}C ، ودرجة غليان الزيت 180 ^{o}C. وإذا كانت العبوة محفوظة بدرجة أعلى بقليل يجب الانتظار وقت كافٍ وقياس درجة حرارته.

- أن تكون درجة الحرارة التي نعمل عندها هي نفس درجة حرارة الغرفة ولا سيما بالنسبة للغليسرين لأن جمع 50ml منه عبر الانبوب الشعري بجهاز قياس اللزوجة بطريقة بوازلييه قد يستغرق أكثر من ساعة حسب درجة الحرارة، والهدف أن لا تتغير درجة الحرارة للسائل أثناء القياس لأنها نفس درجة حرارة الجو.

النتائج والمناقشة:

1.قياس لزوجة الغليسرين:

أعطى قياس لزوجة الغليسرين نتائج متقاربة في كلتا الطريقتين، ولمعرفة مدى دقة الطريقة المستخدمة للقياس حسبنا الارتياب المطلق absolute deviation (AD) والارتياب النسبي (معدل النسبة المئوية للارتياب المطلق) the percentage of average absolute deviation (%AAD) بالمقارنة مع القيمة المرجعية للزوجة الغليسرين عند درجة الحرارة التي تم عندها قياس لزوجة الغليسرين، وهي الدرجة $21\ ^oC$ ، وتبلغ لزوجة الغليسرين في تلك الدرجة 13.5 p [Dalton et al 2021]، الجدول (1) نتائج قياس لزوجة الغليسرين لثلاث تجارب بطريقة ستوك مع حساب المتوسط.

الجدول (1): لزوجة الغليسرين بطريقة ستوك

درجة الحرارة ^oC	21		
اللزوجة η (p)	13.95	13.35	13.71
متوسط اللزوجة (p)	13.67		
الارتياب المطلق AD(p)	0.15		
الارتياب النسبي ADD%	1%		
الانحراف المعياري النسبي RSD%	1.56 %		

كما أعطى قياس اللزوجة بطريقة بوازلييه نتائج شبيهة، لكن استغرق القياس زمن ساعة كاملة (3600s) بسبب لزوجة الغليسرين العالية، وبطء خروجه من الأنبوب الشعري، كررنا التجربة ثلاث مرات وحسبنا المتوسط والارتياب المطلق والنسبي بالمقارنة مع القيمة المرجعية. ولتحديد الحجم بدقة 1%، تم جمع الغليسرين في كأس موزون مسبقاً بميزان حساس، دقته 1% g ، ووزنه لاحقاً بعد ساعة من تدفق الغليسرين، وحسب الحجم باعتبار كثافة الغليسرين 1.25932 g/cm^3 في درجة حرارة التجربة $21\ ^oC$ ، وتم تدوين النتائج في الجدول (2)

الجدول (2): لزوجة الغليسرين بطريقة بوازلييه

درجة الحرارة ^oC	21		
الحجم المتدفق v (cm^3)	17.58	17.64	17.51
اللزوجة η (p)	13.93	13.88	13.99
متوسط اللزوجة (p)	13.93		
الارتياب المطلق AD(p)	0.43		
الارتياب النسبي ADD%	3%		
الانحراف المعياري النسبي RSD%	0.26 %		

نلاحظ قيمة مقبولة للزوجة في كلتا الطريقتين، تعطي فكرة جيدة عن إمكانية استخدامهما لقياس لزوجة زيت الزيتون، حيث أن قياس لزوجة الغليسرين تم بخطأ لا يتجاوز 3% عن القيمة المرجعية.

2.قياس لزوجة زيت زيتون من السوق المحلية:

نعرض في الجدول (3) نتائج قياس لزوجة زيت الزيتون بطريقة ستوك، باستخدام كرة ساقطة مائية في الزيت نصف قطرها المحسوب r =0.28794 cm، سجلنا درجة الحرارة أثناء القياس 25 ^{o}C ، حيث تبين الأبحاث السابقة أن لزوجة زيت الزيتون تتغير بشكل كبير بين الدرجتين 25 ^{o}C− 20 [NIERAT, T. H.et. al 2014] ، وقد عرضنا اللزوجة في الجدول بواحدة سنتيبواز cp على اعتبار أن اللزوجة أقل من 1cp ، وقد اخترنا ثلاث تجارب وحسبنا المتوسط .

الجدول (3): لزوجة زيت زيتون من السوق المحلية بطريقة ستوك

درجة الحرارة ^{o}C	25		
اللزوجة η (cp)	87	88	86
متوسط اللزوجة (cp)	87		
الانحراف المعياري النسبي RSD%	0,67 %		

نلاحظ انخفاض الانحراف المعياري النسبي، والذي حسبناه من حاصل قسمة متوسط الارتياب المطلق مقسوم على القيمة الوسطى للزوجة ، مما يدل على تكرارية جيدة للنتائج.

كما أعطى قياس اللزوجة بطريقة بوازلييه نتائج شبيهة، عند أزمنة مختلفة لجمع الزيت، بتكرارية كبيرة وثابتة للنتيجة، وقد اخترنا ثلاث تجارب متطابقة في نتيجة القياس، وهي التجارب الأكثر تكرارية، حيث تكررت هذه النتيجة في 4 تجارب من أصل 9 تجارب. والتجارب المعروضة في الجدول (4)

الجدول (4): لزوجة زيت زيتون من السوق المحلية بطريقة بوازلييه

درجة الحرارة ^{o}C	25		
الحجم المتدفق v cm^3	10	20	30
الزمن اللازم t(s)	177	355	535
اللزوجة η (cp)	85.7	85.9	86.4
متوسط اللزوجة (cp)	86		
الانحراف المعياري النسبي RSD%	0.31 %		

نلاحظ انخفاض الانحراف المعياري النسبي، مما يدل على تكرارية جيدة للنتائج، وأكثر تكرارية من طريقة ستوك.

3.قياس لزوجة زيت زيتون من أشجار محروقة من قرية السخابة:

تم جني وعصر ثمار الزيتون من الأشجار المحروقة في شهر تشرين الأول عام 2020 م، وذلك الجني المبكر بسبب الحريق، وقد لاحظنا ارتفاع لزوجة هذا الزيت بالمقارنة مع الزيت المتوفر في السوق المحلية، يبين الجدول (5) نتائج قياس لزوجة زيت زيتون من أشجار محروقة بطريقة ستوك، باستخدام كرة ساقطة مائية في الزيت نصف قطرها المحسوب r =0.31017 cm.

الجدول (5): لزوجة زيت زيتون من أشجار محروقة بطريقة ستوك

درجة الحرارة ^oC	25		
اللزوجة η (cp)	92	91	90
متوسط اللزوجة (cp)	91		
الانحراف المعياري النسبي RSD%	1.1 %		

نلاحظ انخفاض الانحراف المعياري النسبي عن القيمة المتوسطة، مما يدل على تكرارية جيدة للنتائج.

كما أعطى قياس اللزوجة بطريقة بوازلييه نتائج شبيهة، عند أزمنة مختلفة لجمع الزيت، بتكرارية جيدة للنتيجة، وقد اخترنا ثلاث تجارب ، يبين الجدول(6) نتائج قياس لزوجة زيت زيتون من أشجار محروقة بطريقة بوازلييه.

الجدول (6): لزوجة زيت زيتون من أشجار محروقة بطريقة بوازلييه

درجة الحرارة ^oC	25		
الحجم المتدفق v cm^3	10	20	30
الزمن اللازم t(s)	185	380	573
اللزوجة η (cp)	91.5	92	92.5
متوسط اللزوجة (cp)	92		
الانحراف المعياري النسبي RSD%	0.36 %		

نلاحظ انخفاض الانحراف المعياري النسبي عن القيمة المتوسطة، مما يدل على تكرارية جيدة للنتائج، بانحراف معياري أقل من ثلث الانحراف في طريقة ستوك. وقد يعود ذلك لسهولة التحكم بإطالة زمن التجربة في طريقة بوازلييه مما يقلل خطأ التجربة.

قد يعود سبب ارتفاع لزوجة زيت الزيتون المستخرج من أشجار الزيتون المحروقة لغناه بالمركبات الفينولية بسبب قطافه المبكر، حيث أن زيادة المركبات الصلبة المنحلة في زيت الزيتون من المتوقع أن يزيد من لزوجة هذا الزيت، ولا سيما إذا كانت تملك روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، وهذا ما أكدته نتائج الدراسات السابقة حول محتوى البولي فينول الكلي (مغ/كغ زيت) في زيت الزيتون السوري [CIHEAM-IAMB & GCSAR 2007]، فقد ورد في مواصفات أصناف الزيتون السورية الرئيسية المنفذة من قبل مركز الدراسات الزراعية المتوسطية الحديثة (سيام) والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية والمتوفر باللغتين الانكليزية والعربية [الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية، مركز الدراسات الزراعية المتوسطية الحديثة (سيام) 2007] ، ورد في مواصفات زيت الزيتون من أشجار الصنف دعيبلي DOEBL، الذي تعرض للحريق في قرية السخابة، حول محتوى البولي فينول الكلي (مغ/كغ زيت) أنه يبلغ في شهر تشرين الأول موعد الجني المبكر الذي تم القيمة 356.5 ± 45.7 mg /kg oil ، لتنخفض نسبة هذه الفينولات في موعد الجني المعتاد وهو شهر تشرين الثاني إلى 220 ± 34.9 mg /kg oil، ولعل الجني المبكر للزيت ساهم بشكل واضح في رفع رقم لزوجة الزيت، حيث أن الفينولات تنحل في الزيت وتتوزع فيه، وهي وإن كانت نسبتها صغيرة إلا أنها تملك روابط هيدروجينية قوية، شبيهة بتلك الموجودة في الغليسرين، مما يسهم برفع لزوجته، بالإضافة لما سبق فإن محتوى الزيت من حمض الشمع Stearic acid (حمض دسم مشبع – صلب في الدرجة العادية من الحرارة) كانت نسبته المئوية في الزيت تبلغ 2.97%، في شهر تشرين الأول لتنخفض في شهر تشرين الثاني إلى نسبة أقل هي 2.15% ،

كما انخفض محتوى الزيت من الستيرولات الكلية Total Sterols (والتي هي مواد صلبة منحلة في الزيت) من القيمة 1448.5 ± 181.5 mg /kg oil في شهر تشرين الأول إلى 1432 ± 170.2 mg /kg oil في شهر تشرين الثاني، وبما أن اللزوجة تزداد بوجود مواد صلبة منحلة في السائل [الورفلي نور الدين 2015]، فوجود مركبات صلبة منحلة في الزيت المقطوف باكراً بنسبة أعلى (فينولات – حموض دسمة – ستيرولات) يسهم في رفع لزوجة زيت قرية السخابة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- إن قياس لزوجة سائل باستخدام كرة سائلة بطريقة ستوك يتطلب إدخال معامل تصحيح للزمن اللازم لعبور الكرة للمسار، بسبب مرونة القطرة السائلة الذي يسبب تفلطحها نتيجة مقاومة السائل لعبورها.

2- يزداد معامل التصحيح بازدياد لزوجة السائل، وكذلك يكون حجم الكرة السائلة أكبر.

3- إن الجني المبكر لثمار الزيتون عام 2020 م قبل شهر أو أكثر بقليل من الموعد المعتاد زاد لزوجة الزيت المستخرج منها.

4- تزداد لزوجة زيت الزيتون بازدياد نسبة المواد التي تملك روابط هيدروجينية، وكذلك تزداد بازدياد محتواه من المواد الصلبة المنحلة.

التوصيات:

– الاعتماد على الادوات المخبرية البسيطة لتركيب أجهزة قياس الثوابت الفيزيائية للمواد الكيميائية بهدف رأب الصدع التطبيقي الذي نتج عن القفزة العلمية الكبيرة لعلماء القرن التاسع عشر في العالم، ومحاولة الحد من الاعتماد على الأجهزة الأجنبية، من خلال أجهزة قياس محلية الصنع اعتماداً على تطبيق مبدأ القياس المطلوب.

– الانتباه عند قياس اللزوجة لدرجة الحرارة ومراقبتها باستمرار، في بداية ونهاية القياس، وأثناء قياس اللزوجة، وأن يتم القياس بدرجة حرارة الجو، لا سيما عند قياس لزوجة مواد مرتفعة اللزوجة مثل الغليسرين، الذي يتطلب زمن طويل للقياس للحصول على نتائج أكثر دقة.

– تعويض كافة الأرقام بالفواصل، مع تغيراتها حسب درجة الحرارة، مثل الكثافة والضغط الذي يتغير بتغير الكثافة، وهذا ميسر بكتابة المعادلة على برنامج Excel.

المراجع:

1. إسلام. احمد مدحت، عمارة. مصطفى محمود، *اسس الكيمياء الفيزيائية* الطبعة الاولى – دار الفكر العربي للنشر، القاهرة، جمهورية مصر العربية 2011 م، 408.

ISLAM A.M., AMARA M.M. *Principals of Physical Chemistry* firsit edition – : Dar Al Fikr Al Arabi, Cairo, Egypt 2011, 408.

2. الدويري. أنور، عكفلي. سمر *الفيزياء العملي لطلاب السنة الأولى بكلية الزراعة* منشورات قسم العلوم الاساسية كلية الزراعة جامعة تشرين، اللاذقية، سورية 1996، (261): 109−114.

AL-DOIARI A., AKFALY S. *Practical Physics* Faculty of Agriculture, Tishreen University, Alatakia, Syria 1996, 261, p 109 – 114

3. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية(GCSAR.) & مركز الدراسات الزراعية المتوسطية الحديثة (CIHEAM-IAMB) (سيام) *مواصفات أصناف الزيتون السورية الرئيسية* مشروع الدعم الفني لتحسين جودة زيت الزيتون السوري الممول من قبل وزارة الشؤون الخارجية الايطالية & الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية، دمشق، سورية 2007 ، (130): 48.

The Syrian General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR)., Mediterranean Agronomic Institute - Bari (CIHEAM-IAMB) *CHARACTERIZATION of the MAIN SYRIAN OLIVE CULTIVARS* Technical Assistance for the Improvement of Olive Oil Quality in Syria, funded by the Italian Ministry of Foreign Affairs and jointly The Syrian General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria 2007,(130),48.

4. الورفلي نور الدين *اللزوجة* كلية العلوم، جامعة الدمام، المملكة العربية السعودية، 2015، (46)، 14.

OUERFELLI N. 2015 *Viscosity* Faculty of science, university of Dammam, saudia arebia 2015,(46) p14.

5. نعال. حسام، توما. مروان، غريواتي. عبد الجليل، *استخلاص ودراسة بعض النواتج الطبيعية في الخرشوف وشوك مريم وتحديد تأثيراتها على بعض الأنسجة الحية* منشورات جامعة حلب كلية العلوم، حلب، سورية 2006، (150): 34− 35.

NAAL H., TOMA M., GHREWATY A. *An Extraction and Study of Some Natural Products in Artichoke and Silybum Marianum and Definition Its Effects on Some Living Tissues* Chemistry Department, Faculty of Science, Aleppo University, Aleppo, Syria, 2006, 150, p 34- 35

6. BAHTI A. M., ABDELRAZQ I. R., MUSAMEH S. M. *Rheological Properties for Olive Oil in Palestine* An - Najah National University, Faculty of Graduate Studies , This Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Physics, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University - Nablus, Palestine.2014,(126).

7. BAILEY A. E.1993, *BAILEY'S Industrial Oil and Fat Products*, 5th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, Vol.: 1& 2 & 4.

8. BELDA, R. *A proposed equation of correlation for the study of thermodynamic properties (density, viscosity, surface tension and refractive index) of liquid binary mixtures.* Fluid Phase Equilib.2009, (282): 88–99.

9. DALTON N. N., MINER C. S. *GLYCEROL* (American Chemical Society Monograph 1 17) published and copyrighted by Reinhold Publishing Corp, New York 2021, (28):p10-11.

10. Mediterranean Agronomic Institute - Bari (CIHEAM-IAMB), Italy, & the Syrian General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR). 2007 *CHARACTERIZATION of the MAIN SYRIAN OLIVE CULTIVARS* Published by: the Italian Cooperation Project "Technical Assistance for the Improvement of Olive Oil Quality in Syria", funded by the Italian Ministry of Foreign Affairs and jointly implemented by the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies – Mediterranean Agronomic Institute - Bari (CIHEAM-IAMB), Italy2007,(130),48.

11. NIERAT, T. H., MUSAMEH, S. M., ABDEL-RAZIQ, I. R. 2014 *Temperature-dependence of olive oil viscosity Material Science* , An Indian Journal , MSAIJ, 11(7), 2014 [233-238]

12. REDDY R.2022 *Hagen-Poiseuille's law- "FACT or FICTION"* Birmingham Children's Hospital, Birmingham UK, C S Mott Children's Hospital, University of Michigan, Ann Arbor, USA 2022

13. TAKADA S., HAYAKAWA, H. 2020 *Particle flows around an intruder* (Department of Physics, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan, Journal of Statistical Physics, Kyoto , Japan Sep 2020