Journal of Techniques, ISSN: 2708-8383, Vol. 5, No. 3, 2023, Pages 202-206
DOI: https://doi.org/10.51173/jt.v5i3.909

JOURNAL OF TECHNIQUES

Journal homepage: http://journal.mtu.edu.iq

RESEARCH ARTICLE - ENGINEERING

Experimental Study of Influence the Most Essential Parameters on Oil Extracting from Date Palm Seeds

Asem Hassan Mohammed[1*]

[1] Institute of Technology / Baghdad, Middle Technical University, Baghdad, Iraq

[*] Corresponding author E-mail: dr.asem.hassn@mtu.edu.iq

Article Info.

Article history:

Received
30 August 2022

Accepted
31 October 2022

Publishing
30 September 2023

Abstract

This research focuses on studying the influence of three most influential parameters on the oil extraction from powder of date palm seeds using the laboratory Soxhlet apparatus which introduces the highest yield of oil. The study parameters are the type of solvent, particle size of date seed powder ،and period extraction. Accordingly ،it can be confirmed that hexane is the most efficient solvent that can produce the maximum yield of extracted oil which was around 9 g per 100 g of powder of dry seeds. Also, the particle sizes of less than of 0.5 mm have deduced the maximum yield of oil. Finally, three hours of extraction is the best period to extract the highest production of oil.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Publisher: Middle Technical University

Keywords: Date Palm Seed; Extracted Oil.

دراسة تجريبية لتأثير أهم العوامل الأساسية في استخلاص الزيت من بذور نخيل التمر

عاصم حسن محمد[1] *

[1] **معهد تكنولوجيا – بغداد، الجامعة التقنية الوسطى، بغداد، العراق**

* البريد الإلكتروني: dr.asem.hassn@mtu.edu.iq

معلومات المقالة

تاريخ الاستلام
30 اب 2022

تاريخ القبول
31 تشرين الاول 2022

تاريخ النشر
30 ايلول 2023

الخلاصة

يركز هذا البحث على دراسة تأثير العوامل الثلاثة الأكثر تأثيراً على استخلاص الزيت من مسحوق بذور نخيل التمر باستخدام جهاز السكسوليت (Soxhlet) المختبري الذي يتم فيه الحصول على أعلى محصول من الزيت. المتغيرات التي تمت دراستها هي نوع المذيب وحجم حبيبات مسحوق بذور التمر والمدة الزمنية للاستخلاص. على وفق لذلك، يمكن التأكيد على أن الهكسان هو أكثر المذيبات كفاءة التي يمكن أن تنتج أقصى عائد من الزيت المستخرج الذي كان بحدود 9 غرام لكل 100 غرام من مسحوق النوى الجاف. أيضًا، كانت أحجام حبيبات المسحوق الاقل من 0.5 ملم تعطي أقصى عائداً للزيت. أخيرًا، ثلاث ساعات من الاستخلاص هي أفضل مدة لاستخراج أعلى إنتاج للزيت.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر؛ استخلاص الزيت.

1. المقدمة

تعّد اشجار النخيل من الاشجار المعمرة التي يمكن ان يصل عمرها الى اكثر من 150 سنة، وخلال هذه المدة يمكن ان يصل طول هذه الاشجار الى حدود 23 متر، تتبع شجرة النخيل الى عائلة اشجار (Arecaceae)، تنتشر زراعة النخيل في الاماكن الحارة مثل الشرق الاوسط وبالأخص العراق ومصر والسعودية وفي مناطق اخرى من العالم مثل الباكستان وكاليفورنيا وجزر الكناري في اسبانيا، ان اهم ما ميز شجرة النخيل قديما وحديثا هو ثمارها التي كانت تعّد مادة غذائية رئيسة ويكمن تجفيفها وخزنها لأشهر عدة، تحتوي ثمار النخيل (التمر) على مواد غذائية عديدة اهما السكريات فضلا عن الدهون والمواد المعدنية والالياف والبروتينات، يقل انتاج شجرة النخيل مع مرور الزمن وتقادم العمر. يعّد العراق والسعودية ومصر وإيران من الدول الاكثر انتاج تصديرا للتمور [1].

لا يعلم أصل موطن النخيل بصورة دقيقة، الا ان العالم الإيطالي إدوار وبكاري يدّعي بأن موطن النخل الأصلي هو الخليج العربي، بينما يقول العالم دوكاندول بأنه نشأة نخيل التمر منذ عصور ما قبل التأريخ في المنطقة الشبه حارة الجافة التي تمتد من السنغال إلى حوض الأندلس وتنحصر غالبا بين خطي عرض 15 إلى 30 فقط [1].

يعتقد ان زراعة النخيل بدأت في بلاد ما بين النهرين بحدود 4000 عام ق.م، ثم انتشرت بعد ذلك المنطقة وخاصة في دولة مصر إذ يعتقد ان زراعة النحيل بدأت هناك بحدود 2000 – 3000 سنة ق.م. ايضا عرفت زراعة النخيل في فلسطين في العصور القديمة، يصل انتاج شجرة النخيل الواحدة بحدود من 100كغم ويمكن ان يصل في بعض الانواع الى 400 كغم. يعتقد ان الوطن العربي يمتلك 90 % من نحيل العالم [2].

بذور التمور عبارة عن اجسام صلب وسط الثمرة شكلها مستطيل مدببة الطرفين بنيّة اللون لها اسماء عديدة تختلف باختلاف المناطق، والبذرة تتراوح نسبتها 4-20% من إجمالي الثمار بحسب الصنف وقد تتأثر هذه النسبة بمصدر حبوب اللقاح والعمليات الزراعية و كما مبين في الشكل (1)، ومرت سنوات طويلة وظن الناس أن لا فائدة من النوى إلا في هذه الأيام أثبتت عكس ذلك وأشار الأطباء أن هذه البذور تحتوي على مواد مهدئة للأعصاب ومعالجة كحالات الربو ومرض العيون والأغشية المخاطية [3].

الشكل (1) نماذج من نواة التمر

تتكون محتويات نواة التمر كالتالي: رطوبة 5 - 10 %، بروتين 5 - 7 %، زيوت 7 - 10 %، الياف خام 10 -20 %، كربوهيدرات 55 - 65 %، رماد 1 - 2 % [4].

يعّد زيت التمر من الزيوت الحديثة الاستخلاص والنادرة والثمينة، يتم استخراجه من نواة ثمار النخيل (التمر)، له اسماء تجارية عديدة كزيت العجوة او زيت التمر او زيت نواة التمر. ان اول انتاج تجاري له كان في السعودية عام 2018. اجريت عليه الكثير من التجارب في المؤسسات البحثية لمعرفة مكوناته وطرق استخلاصه. يحتوي زيت نوى التمر على العديد من الاحماض الدهنية (fatty acids) مثل حامض اولييك ((oleic acid بنسبة تتجاوز 30% كنسبة وزنية من الزيوت الموجودة وكذلك يحتوي على زيوت عديدة اهمها بالماتيك (Palmitate acid) ولوريك (Lauric acid) [6,5]. زيت التمر له استخدامات كثيرة ومتنوعة اهما في المجال الطبي وفي صناعة مستحضرات التجميل بسبب ما يحتويه من مكونات فهو غني بالفيتامينات والحوامض الدهنية والمعادن، وكذلك يستخدم كوقود حيوي [6].

ان استخلاص سائل من صلب هو استخلاص المذاب من المادة الصلبة بواسطة مذيب سائل والعملية تستخدم للحصول على محاليل او للحصول على المذاب او الحصول على المواد الصلبة نقية من السوائل المذاب فيها. وطريقة الاستخلاص تتضمن فيما إذا كانت المادة مذابة منتشرة بصورة منتظمة خلال المادة الصلبة فهذا يعني ان المذاب الموجود على سطح الصلب يذوب اولا تاركا المذاب الموجود داخل المسامات الصلب. وبعد ذلك يبدأ المذيب المستخدم بالنفوذ من داخل المادة الصلبة خلال الطبقة الخارجية للوصول الى المذاب المتبقي وهذا يعني ان عملية الاستخلاص اخذت تتعقد وتصعب. ومن ثم تقل سرعة الاستخلاص، وطريقة الاستخلاص تعتمد كمية المادة المذابة في الصلب وتوزيعها خلال المادة الصلبة كما وتعتمد طبيعية المادة الصلبة وحجم الحبيبات ونوع المذيب ودرجة حرارة وتحريك المائع [7].

تعّد تقنية الاستخلاص بالمذيبات واحدة من أرخص العمليات وأكثرها كفاءة، يتم تطبيقها لإنتاج الزيت من البذور. يتم إنتاج زيت الجوجوبا (Jojoba oil) وزيت فول الصويا (soybean oil) وزيت النخيل (palm oil) وزيت الجاتروفا (jatropha oil) والعديد من الزيوت الأخرى بهذه الطريقة. [8 ، 9].

ان الهدف من هذا البحث هو دراسة المتغيرات الرئيسية لعملية استخلاص الزيت من بذور النخيل بالمذيبات والتي تتضمن (نوع المذيب، الحجم الحبيبي لمسحوق نوى التمر، ومدة الاستخلاص) للحصول على اعلى عائد للإنتاج (yield of oil). إذ تم استخلاص الزيت من مسحوق النوى مختبريا باستخدام جهاز السوكسليت (soxhlet apparatus) لمدد مختلفة تبدأ من ساعة واحدة الى اربع ساعات وذلك بوزن 25 غم من كل عينة وتم استخلاص الزيت باستخدام المبخر الدوار (Rotary Evaporator) لاسترجاع من المذيب من الزيت بدرجة حرارة 40 م وحفظ الزيت المستخلص في الثلاجة.

2. الجزء العملي (Experimental Work)

2.1. الأجهزة والادوات المستخدمة

- هيتر كهربائي (Korea، Wisestir)
- مسحوق نواة التمر
- المذيب وهو الهكسان (Sigmaaldrich C_6H_{14}, Germany)
- المرشحة الورقية (extraction thimble)
- وصلات توصيل الماء
- جهاز السكسوليت
- طاحونة ميكانيكية (Fenwal, Dominican)
- مبخر دوار (rotary evaporator, Stuart, England)

2.2. يتضمن الجزء العملي الخطوات التالية

2.2.1. تهيئة النموذج

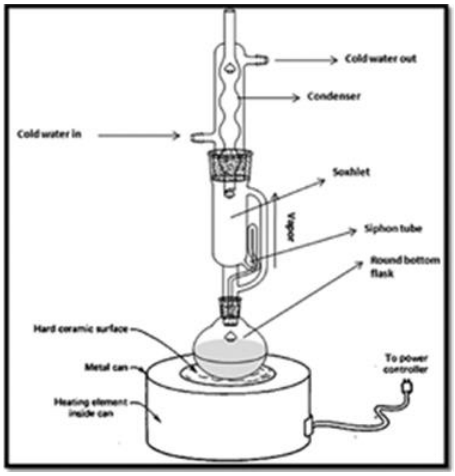
- نأخذ عينة من نواة التمر ثم نغسلها جيدا
- تجفيف العينة (تتم عملية تجفيف نواة التمر إما بتعريضها لحرارة أو تركها تحت اشعة الشمس)
- تحميص العينة بتعريض النموذج الى لهب لمدة عشر دقائق لغرض تسهيل عميلة سحق النوى داخل الطاحونة
- تكسير العينة ثم طحنها جيدا
- نخل مسحوق النوى بواسطة مناخل ذات اقطار مختلفة (0.25, 0.5, 1.5) ملم.
- وزن ما بين 25 – 35 غرام من مسحوق نوى التمر المطحون والمجفف لاستخلاص الزيت منه بإضافة 300 مليلتر من المذيب العضوي باستخدام جهاز السكسوليت.

2.2.2. الاستخلاص بجهاز السكسوليت (Soxhlet Apparatus)

هو جهاز مختبري اخترعه فرانز فون سكسوليت عام 1879 صمم الجهاز أصلاً لاستخلاص اللبيبيدات من المواد الصلبة، ولكن جهاز السكسوليت ليس محدودا باستخلاص اللبيبيدات فقط، فقد استخدم ايضا في استخلاص الزيوت من النباتات ولذلك تم استخدامه في هذه التجربة لاستخلاص الزيت من مسحوق نواة التمر باستخدام مذيبات عضوية مختلفة.

2.2.21. يتكون جهاز السكسوليت من التالي: (وكما موضح في الشكل (2) و(3))

- دورق كروي (لا يملأ هذا الدورق بشكل كامل، ويجب أن تكون كمية المذيب العضوي فيه حوالي ثلث أو ربع حجم الدورق الزجاجي الخاص بجهاز السكسوليت).
- مكثف زجاجي
- أعلى السيفون
- مخرج السيفون
- وصلة توسيع
- المرشحة الورقية
- دخول مياه التبريد
- خروج مياه التبريد
- هيتر كهربائي



الشكل (2) مخطط جهاز السكسوليت

الشكل (3) صورة توضيحية لجهاز السكسوليت

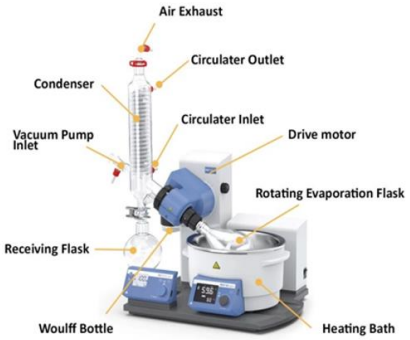
2.2.2.2. طريقة العمل جهاز السكسوليت

- وضع المادة الجافة الصلبة المحتوية على (مسحوق نواة التمر) داخل أنبوبة المرشحة الورقية (extraction thimble) التي توضع في الحجرة الرئيسة لجهاز السكسوليت. يركب جهاز السكسوليت على دورق كروي حجم 500 مليلتر الذي يحتوي على المذيب العضوي ثم يركب المكثف.
- يسخن الدورق الكروي الذي يحتوي على المذيب بواسطة هيتر كهربائي لتحويله الى بخار ثم تكثيفه بواسطة المكثف بحيث ينزل إلى الحجرة الرئيسة المحتوية على المادة الصلبة المراد الإستخلاص منها. يضمن المكثف تبريد أي بخار للمذيب حيث يقطر على الغرفة المحتوية المادة الصلبة.
- تمتلئ الغرفة المحتوية على المادة الصلبة الموجودة داخل المرشحة الورقية ببطء بالمذيب الدافئ. وذلك سوف يجعل الزيت المنتشر داخل الحبيبات الى ان يذوب في المذيب الدافئ. عندما تكاد أن تمتلئ غرفة سكسوليت، فإن الغرفة تفرغ تلقائيا بواسطة ذراع سيفون الجانبية والمذيب يرجع مرة أخرى لدورق التقطير. تترك هذه الدورة (cycle) تتكرر ما بين (12-14) دورة في الساعة ولمدد مختلفة (1، 2، 3 ، 4) ساعة.
- خلال كل دورة من الاملاء والتفريغ فإن جزء من الزيت الموجود في مسحوق نوى التمر يذوب في المذيب، لذلك بعد دورات عديدة فإن الزيت المستخلص يكون تركز في دورق التقطير. ميزة هذا العملية هو أنه يتم باستعمال كمية قليلة وثابتة من المذيب يعاد تدويرها وينم ازالة المذيب بعد الاستخلاص بدلا من إمرار كمية كبيرة من المذيب الدافئ خلال العينة.

2.3. عملية فصل الزيت عن الهكسان

يتم فصل زيت نوى التمر عن المذيب العضوي باستخدام المبخر الدوار(rotary evaporator) وكما في الشكل (4) وتحت ضغط منخفض (under vacuum) للتخلص من المذيب بصورة كاملة، وهي تقنية هدفها فصل مواد كيميائية عن بعضها البعض اعتمادا على اختلاف درجة غليانها فنحصل على متقطر خفيف من جهة ومتبقي ثقيل من جهة أخرى [10]. انجزت عمليات الاستخلاص جميعاً ثلاث مرات على الاقل، تم التعبير عن الحصيلة الانتاجية (yield of oil) الذي هو المستخلصات الزيتية التي تتمثل كنسبة مئوية من وزن الزيت المستخلص الى وزن نوى التمر المستخدمة في الاستخراج وكما يلي

الحصيلة الانتاجية = وزن الزيت المستخلص / وزن مسحوق النوى الجاف (1)



الشكل (4) جهاز المبخر الدوار

3. النتائج والمناقشة

كان هدفنا في هذا البحث هو استخلاص الزيت من مسحوق نوى التمر باستخدام المذيبات العضوية وهي من الطرق المهمة والشائعة في الصناعة وفي المختبرات الكيمياوية لاستخلاص الزيوت النباتية [11]، وقد تم استخدام ثلاث انوع من المذيبات (الهكسان والايثاول والاسيتون) التي تكون ذات قطبيات مختلفة وذات مجاميع فعّالة مختلفة، لاختيار أفضل المذيبات للعملية. كان الهكسان هو المذيب المناسب لعملية استخلاص الزيت، اما بالنسبة للايثانول والاسيتون فكانا خلال عميلة الاستخلاص يميلان الى نزع صبغة معينة لها رائحة القهوة بنية اللون غامقة تكون ممزوجة مع الزيت المستخلص من مسحوق النوى، بحث يتعذر تحديد نسبة الزيت بعد عملية التقطير التي تحدث لفصل الزيت عن المذيب. وهذا يتطلب عملية اخرى لفصل هذه الصبغة عن الزيت، وهذا لا يحدث في حال استخدام الهكسان فضلا عن ان القطبية العالية لكلا المذيبين والذي سوف تؤثر على عملية الاستخلاص [7]. من الجدول (1) يتبين ان الهكسان هو افضل المذيبات للزيوت من مبدا الشبيه يذيب الشبيه وكما هو معروف بان الزيوت النباتية هي مركبات ذات قطبية ضعيفة [12]. وهذه النتيجة جاءت متشابهة مع دراسة سابقة حول استخلاص زيت نوى التمر باستخدام مذيبات عضوية مختلفة كان من هذه المذيبات (الهكسان والتولوين)، حيث اشارت هذه الدراسة ان التلوين هو افضل من الهكسان بقليل الا ان مادة التولوين تمتلك درجة غليان اعلى من الهكسان (درجة غليان الهكسان 69 م) و (درجة غليان التولوين 111م) هذه يعني استهلاك طاقة اعلى سواء أكانت في عملية الاستخلاص او في عملية تبخير المذيب لاسترجاع المذيب والحصول على الزيت [6].

جدول (1) قيم القطبية للمذيبات المستخدمة في التجربة [12]

المذيب	القطبية النسبية
الهكسان	0.009
الاسيتون	0.355
الايثانول	0.654

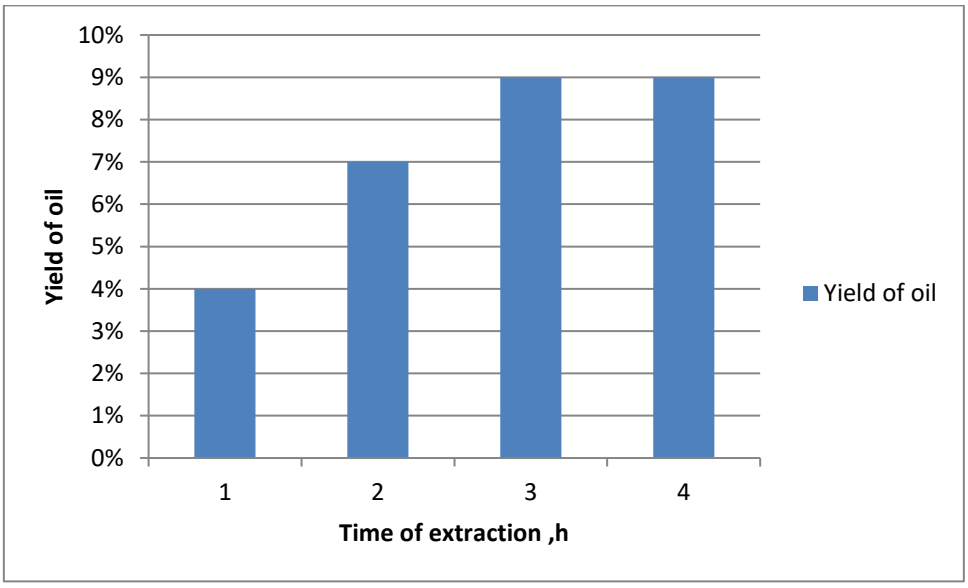
كما تناول البحث ايضا بدراسة تاثير حجم حبيبات مسحوق نوى التمر على عملية الاستخلاص، فتم اخذ اربعة نماذج من اقطار الحبيبات التي تم فصلهن باستخدام مناخل مختلفة الاقطار كما مبين في الجدول (2)، وكانت كالتالي

جدول (2) تاثير حجم الحبيبي مع وزن الزيت المستخلص (الحصيلة الانتاجية)

النموذج	حجم الحبيبات النازلة من المنخل	وزن الزيت المستخلص لكل 100 غم (Y)
1	1.5 ملم	5 غم
2	1 ملم	7 غم
3	0.5 ملم	9 غم
4	0.25 ملم	9 غم

نلاحظ من الجدول (2) ان أفضل استخلاص (الحصيلة الانتاجية Y) كان هو 9 غم من الزيت لمائة غرام من مسحوق نوى التمر الذي يمتلك حجم حبيبي اقل من 0.5 ملم وايضا للحجم الحبيبي الذي هو اقل من0.25 ملم. ولمدة استخلاص ما بين أربع الى ثلاث ساعات. وهذا يدل على تأثير الحجم الحبيبي على عملية الاستخلاص وكما هو معروف في مبادئ انتقال المادة حيث كلما صغر الحجم الحبيبي زادت مساحة التلامس بين المذيب ومسحوق النوى وكذلك تقل الممانعة لانتشار الزيت من داخل الحبيبات الى المحلول الخارجي [7] ، و من وجهة النظر الهندسية سوف يكون الحجم الحبيبي 0.5 ملم هو المفضل لكونها سوف تستهلك طاقة اقل لعملية سحق نوى التمر الى مسحوق ناعم مما لو كانت اصغر. ايضا هذه النتيجة كانت قريبة من دراسة سابقة التي كانت بحدود 0.425 ملم [6].

اما بالنسبة الى المتغير الاخير ففترة استخلاص الزيت تعّد احد المتغيرات المهمة في عملية استخلاص الزيت بواسطة المذيبات [7] وفي هذا البحث تمت دارسة تأثير وقت الاستخلاص على عائديه انتاج الزيت الذي تم الحصول عليه من مسحوق نوى التمر في بطريقة السكسوليت (Soxhlet)، يتداخل الزيت في المادة الصلبة وينتقل إلى المذيب من خلال المسامات الموجودة في المادة الصلبة، ومن ثم سوف ينتشر الزيت عن طريق المذيب من خلال سطح الجسيمات الصلبة ثم ينتقل إلى المحلول. ان زيادة وقت الاستخلاص سيؤدي الى تحسين إنتاجية الزيت المستخلص بسبب طول وقت التفاعل بين الزيت والمذيب. الشكل (5) يوضح ان اقل مدة استخلاص تعطي أفضل استخلاص كانت هي ثلاث ساعات واربع ساعات، لكن من وجهة النظر الهندسية تفضل المدة القصيرة على المدة الطويلة اذا حققت نفس الانجاز [7]. كانت أقرب دراسة الى موضوع البحث قد اشارت وقت الاستخلاص الأمثل هو حوالي ساعتين [12].



الشكل (5) تأثير المحصلة الانتاجية مع وقت الاستخلاص

4. الاستنتاجات

- كان هدف البحث هو ايجاد افضل الظروف من حي اختيار المذيب المناسب الحجم الحبيبي مع اقل مدة زمنية لإعطاء افضل حصيلة انتاجية من الزيت من نوى التمر بطريقة الاستخلاص بالمذيبات وبكميات معقولة من الزيت المستخلص.

- خلال عملية استخلاص الزيت يتبين اهمية اختيار المذيب المناسب لعملية استخلاص الزيت وكان الهكسان هو أفضل من بقية المذيبات التي تم استخدامها في البحث التي كانت بسبب تشابه القطبية بين المذيب والزيت المستخلص (مركبات قطبية ضعيفة).
- تم تحديد الحجم الحبيبي الافضل لعملية الاستخلاص الذي كان اقل من 0.5 ملم، حيث كلما صغر الحجم الحبيبي زادت مساحة التلامس بين المذيب ومسحوق النوى وكذلك كلما صغر الحجم الحبيبي قلت الممانعة لانتشار الزيت من داخل الحبيبات الى المحلول الخارجي
- يعّد الوقت عاملاً مهماً في عملية الاستخلاص حيث كلما زادت مدة التماس ما بيت المذيب والمذاب ازادت العائديه الانتاجية للمذاب، وفي هذه الدراسة تم تحديد أفضل وقت لعملية استخلاص الزيت من مسحوق نوى التمر بطريقة السكسوليت (Soxhlet) الذي كانت ثلاث ساعات بعد اخذ اوقات مختلفة لمدة الاستخلاص.

References

[1] By The Editors of Encyclopaedia Britannicam. Britannica. Aug 30, 2022. [Online]. Available: https://www.britannica.com/plant/date-palm, 2020.

[2] Abdul-Jabbar Al-Bakr Al-Dar, "The date palm, its past and present, and what is new in its cultivation, industry and trade",Arab Encyclopedia House, PP 5-11.2013Nambisan, S. (2013). "Information technology and product/service innovation: A brief assessment and some suggestions for future research". Journal of the association for information systems, Vol.14, No. 4, pp. 215-226.

[3] Mohammad B. Habibi Najafi, "Date Seeds: A Novel and Inexpensive Source of Dietary Fiber", International Conference on Food Engineering and Biotechnology, IPCBEE vol.9 (2011) © (2011)IACSIT Press, Singapoore.

[4] Akbari, M., Razavizadeh, R., Mohebbi, G. H., Barmak, A., "Oil characteristics and fatty acid profile of seeds from three varieties of date palm (Phoenix dactylifera) cultivars in Bushehr-Iran", African Journal of Biotechnology, 11, PP 12088-12093. (2012).

[5] Mortadha A. Ali 1, Tahseen A. Al-Hattab 1, Imad A. Al-Hydary, "Extraction Of Date Palm Seed Oil (Phoenix Dactylifera) By Soxhlet Apparatus ", International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 8, Issue 3, pp. 261-271, (2015).

[6] Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Chemical Engineering, Volume 1, Sixth edition, 1999.

[7] Luque, de., Castro, M.D., Priego-Capote F., "Soxhlet extraction: past and present panacea" Journal of Chromatography A, 1217, PP 2383-2389. (2010).

[8] Abu-Arabi, M.K., Allawzi, M.A., Al-Zoubi, H.S., Tamimi, A., "Extraction of jojoba oil by pressing and leaching". Chemical Engineering Journal, 76, PP 61–65. (2000).

[9] Robert H. Perry, Don W. Green, Perry's Chemical Engineers, Handbook, Associate Editor, McGraw-Hill,1999.

[10] Dutta, R., Sarkar, U., Mukherjee, A.," Extraction of oil from Crotalaria Juncea seeds in a modified Soxhlet apparatus: Physical and chemical characterization of a prospective bio-fuel", Fuel, 116, PP 794-802. (2014).

[11] Christian Reichardt and Thomas Welton, Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry, Wiley-VCH 2011.

[12] Sulaiman, S., Abdul Aziz, A.R., Aroua, M.K., " Optimization and modeling of extraction of solid coconut waste oil", Journal of Food Engineering, 114, PP 228-234. (2013).