رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر

كلية العلوم الدقيقة قسم الكيمياء

مذكرة لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء عضوية

من اعداد الطالب: دوقـات العيـد

دراسـة الخصـائـص الكيمـائية والفيـزيائية للإيثانول و السليلوز المحضرة من منتجات النخيل بمختلف الطرق العلمية

نوقشت يوم 2021/06/20

من طرف لجنة المناقشة :

د. دهامشية محمد	أستاذ محاضر(أ)	رئيسا	جامعة الوادي
د. بوشقرة سماح	أستاذ محاضر(أ)	مناقشا	جامعة الوادي
د. تامة نور الدين	أستاذ محاضر(أ)	مؤطرا	جامعة الوادي

السنة الجامعية 2021/2020

الإهـــداء

الحمد لله الذي وفقنا لهذا ولم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا أما بعد أهدي هذا العمل المتواضع إلى أمي وأبي العزيزان حفظهما الله لي اللذان سهرا وتعبا على تعليمي في كل مشواري الدراسي

إلى الأستاذ المشرف : الدكتور تامة نور الدين

وإلى أفراد أسرتي إخوتي وأخواتي سندي في الدنيا ولا أحصي لهم فضلا

إلى كل أقاربي وإلى كل الأصدقاء والأحباب من دون استثناء

إلى أساتذتي الكرام وزملائي وزميلاتي وكل رفقاء الدراسة

وفي الأخير أرجو من الله أن يجعل عملي هذا نفعا يستفيد منه الجميع

الشـكر والعرفان

قالى تعالى :أعوذ بالله من الشيطان الرجيم

"الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَٰذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ"

سورة الأعراف الآية43

أشكر الله أولا وآخرا على أن هداني و أعانني على إنجاز هذا العمل المتواضع وأصلي وأسلم على خير خلق الله سيدنا وحبيبنا محمد عليه وعلى آله وصحبه أزكى الصلوات والتسليم

من لم يشكر الناس لم يشكر الله

ولذلك أشكر من علمني أول حروفي وأعانني منذ بداية طريقي والداي العزيزان أعانني الله على برهما وعلى طاعتهما

كما لا يسعني إلا أن أشكر الأستاذ المشرف الدكتور تامة نور الدين الذي أقل ما يمكن أن نقدمه له هو بعض كلمات الشكر الرقيقة تقديراً لكل مجهوداته على إتمام هذا العمل

والشكر موصول إلى طالبة الدكتوراه ترعة حفيظة لما قدمته لي من جهد مبذول ونصائح لإنجاز هذا العمل

كما أتوجه بكل عبارات الشكر والامتنان إلى إخوتي البشير والحسين وعمار وحمزه

وكما أخص بالشكر أصدقائي تركي محمد وقرايفة فتحي على مساندتهم وجهودهم المبذولة لإتمام هذا البحث

والشكر لكل الزملاء والزميلات من قريب وبعيد

وفي الأخير أشكر أعضاء اللجنة المناقشة على حسن الإصغاء والمتابعة وعلى الإثراءات القيمة لهذه المذكرة

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تثمين منتجات النخيل ، وإيجاد بدائل محلية للمواد الأولية وذلك بإعادة تدويرها واستعمال مكوناتها كثروة متجددة ،في هذا العمل استخدمنا هذه المنتجات كمصدر في انتاج الإيثانول الحيوي والسليلوز ، فقد تم استخلاص الإيثانول عن طريق تخمير عصير التمر وتقطيره بواسطة جهاز **Rotary evaporator** ، وكان مردوده 37.24% . كذلك تم استخلاص الإيثانول من عصير النخيل بجهاز التقطير وجهاز **Rotary evaporator** ،فكان المردود الأول 9.04% ،والثاني 13.06%. حيث أجريت بعض الدراسات الكيميائية والفيزيائية للعينات كاختبار اليودوفورم للكشف عن الإيثانول والتي أعطت نتائج ايجابية بظهور اللون الأصفر ،وقياس الدرجة الكحولية والكثافة لتحديد نسبة الإيثانول في العينات والتي بينت أن نسبته في عصير التمر أكبر لإحتوائه على سكريات أكثر ، وكما يوضحه طيف الأشعة تحت الحمراء (IR) في تحديد الوظائف الكيميائية

فلقد أشارت كل هذه الدراسات أن الإيثانول المحضر من عصير التمر هو أكثر نقاوة وذو مردود جيد.

كما استخدمنا أيضا في هذا العمل أحد مخلفات النخيل(السعف) لإنتاج السليلوز ،فتم تشخيصه عن طريق المعالجة الكيميائية وذلك بنزع المواد الغير سليلوزية ،ثم تم إجراء عليه بعض الدراسات الكيميائية والفيزيائية ،بطيف الأشعة تحت الحمراء (IR) ،والتي أظهرت الوظائف الكيميائية للسليلوز ، وكانت نسبة التبلور للسليلوز المستخلص كما وضحته حيود الأشعة السينية (XRD) التي قدرت بـــ 83.14% ، وكما أظهر المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) خصائص بنيوية وتبلور جيد للسليلوز.

ولقد بينت هذه الدراسات أن السليلوز المحضر من سعف نخيل التمر ذو نقاوة عالية وجودة عالمية.

الكلمات المفتاحية: منتجات النخيل (الإيثانول ، السيليلوز)، التحضير الحيوي للإيثانول، استخلاص السليلوز، دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمنتجات النخيل .

Abstract

This study aims to value palm products and find local alternatives to raw materials by recycling them and using their components as a renewable wealth. In this work, we used these products as a source in the production of bio-ethanol and cellulose. Ethanol was extracted through date juice and distilled by a device Rotary evaporator ،Its yield was 37.37%. Ethanol was also extracted from palm juice using a distillation device and by a Rotary evaporator. The first yield was 9.04% and the second 13.06%. Some chemical and physical studies of the samples were conducted, such as the iodine test to detect ethanol, which gave positive results with the appearance of yellow color. And measuring the alcohol degree and density to determine the percentage of ethanol, which showed that its percentage in date juice is greater because it contains more sugars, as shown by the infrared spectrum (IR) in determining the chemical functions All studies indicated that ethanol prepared from date juice is more pure and has a good yield،We also used in this work some palm residues (fronds) to produce cellulose. It was diagnosed by chemical treatment by removing non-cellulosic materials. Then chemical and physical studies were conducted on them using infrared (IR) spectrum, which showed the chemical functions of cellulose, and the crystallization rate of the extracted cellulose was As shown by X-ray diffraction (XRD), which was estimated at 83,14%, and scanning electron microscopy (MEB) showed structural properties and good crystallization of cellulose. Studies have shown that cellulose prepared from date palm fronds is of **high purity and international quality Key words**: palm products (ethanol, cellulose) biological preparation of ethanol, cellulose extraction, study of the chemical and physical properties of palm products.

الفهرس

المحتويـــــات.....	الصفحة
الاهـــــــداء	I
شكر و عرفان	II
الملخـــــص	III
الفهـــــــرس	VI
قائمة الاشكال	X
قائمة الجداول	XII
المقـــــدمة	1

الجزء النـــــــــظري

الفصل الاول عموميات حول شجرة النخيل

I.1- أصول شجرة النخيل	4
I.2 -التوزيع الجغرافي	4
I.3-تصنيف شجرة النخيل	6
I.4- مورفولوجيا نخيل التمر.....	7
I.4-1- النظام الجذري	7
I.4-2- الجذع	7
I.4-3- الجمارة.....	7
I.4-4- السعف	8
I.4-5- العرجون	8
I.4-6- الأزهار (الأغاريض)	8
I.4-7- الثمرة (التمر)	8
I.5- تعريف التمر	9
I.5-1- بعض أنواع التمور في الجزائر.....	10
I.5.1-1- دقلة نور	10
I.5.1-2- الغرس	10
I.5.1-3- دقلة بيضا	10
I.5.1-4- أرشتي	11
I.5.1-5- الفطيمي	11
I.5.1-6- الحمراية	11
I.5.1-7- تكرمست	11
I.5.1-8- تينيسين	11
I.5.1-9- مش دقلة أو الكنتيشي.....	11
I.6- تركيب التمر.....	11
I.6-1-الماء	12
I.6-2-السكريات	12
I.6-3-الحموضة	12
I.6-4-البروتين.....	12
I.6-5-الأحماض الدهنية	12
I.6-6-الدهون	13
I.6-7-العناصر المعدنية	13
I.6-8-المواد الملونة للتمر	13
I.6-9-الفيتامينات	13

I.7-مشتقات التمر 13
I.7.1-السكر السائل..... 13
I.7.2-مربى التمر..... 14
I.7.3-الكحول الطبي 14
I.7.4-الخل 14
I.7.5-الخميرة 14

الفصل الثاني الايثانول و السليلوز

II.1- الإيثانول (Éthanol) 16
II.1.1- الوقود الحيوي..... 16
II.1.1.1- أنواع الوقود الحيوي..... 16
II.1.1.1.1- الديزل الحيوي..... 16
II.1.1.1.2 الإيثانول الحيوي..... 17
II.1.2- تعريف الايثانول (Éthanol) 17
II.1.3- الخواص الكيميائية والفيزيائية للإيثانول..... 18
II.1.3.1- الخواص الفيزيائية..... 18
II.1.3.2- الخصائص الكيميائية..... 19
II.1.3.2.1- الاحتراق..... 19
II.1.3.2.2- تفاعلات الأكسدة 19
II.1.4- استخدامات الإيثانول..... 19
II.1.5- دراسة سابقة 19
II.2- السيليلوز..... 20
II.2- 1- تعريف السيليلوز 20
II.2- 2- التركيبة الكيميائية للسيليلوز..... 20
II.2- 3- البنية المورفولوجية للسليلوز..... 22
II.2- 4- بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية للسليلوز..... 22
II.2- 5- مصادر السيليلوز..... 23
II.2.5.1- المخلفات الزراعية..... 23
II.2.5.2- الكتلة الحيوية الخشبية Lignocellulose 23
II.2.5.2.1- مكونات Lignocellulose..... 24
II.2- 5-2-1-1- الهميسليلوز(Hemicellulose)..... 24
II.2- 5-2-1-2-اللجنين(lignine)..... 25
II.2- 6- استخدامات السليلوز..... 26
II.2- 6-1- استخدامات صناعية..... 26
II.2- 6-2-استخدامات غذائية..... 26
II.2- 6-3-استخدامات أخرى للسليلوز..... 26
II.2- 7- دراسات سابقة..... 26

الجزء العمـــــــلي
الفصل الطرق و الوسائل

تمهيد..... 30
III.1- تحضير الإيثانول..... 32
III.1.1- تحضير الإيثانول من التمر..... 32

III.1-1-1- المواد والأجهزة المستعملة 32
III.1-1-2- تحضير عصير التمر..... 32
III.1-1-3- عملية التخمير..... 32
III.1-2- تحضير الإيثانول من عصير النخيل (اللاقمي) 33
III.1-2-1- المواد والأدوات المستعملة..... 33
III.1-2-2- عملية التخمير..... 33
III.1-3- عملية تحضير الإيثانول باستعمال Rotary evaporator 33
III.1-4- عملية تحضير الإيثانول باستعمال جهاز التقطير..... 34
III.1-5- تحديد المردود..... 34
III.1-5-1- الإيثانول المحضر من عصير التمر (A1) 34
III.1-5-2- الإيثانول المحضر من اللاقمي (Rotary evaporator) (A2)..... 35
III.1-5-3- الإيثانول المحضر من عصير النخيل (جهاز التقطير) (A3)..... 35
III.1-6- دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية 35
III.1-6-1- الخصائص الكيميائية..... 35
III.1-6-1-1- الكشف الكيميائي عن الإيثانول..... 35
III.1-6-1--2- مطيافية الأشعة تحت الحمراءIR 36
III.1-6-2- الخصائص الفيزيائية 36
III.1-6-2--1- الدرجة الكحولية (نسبة الكحول) alcoométrique volumique..... 36
III.1-6-2--2- الكثافة..... 37
III.1-6-2--3- قرينة الانكسار Refractometer 37
III.2- استخلاص السيليلوز..... 39
III.2-1- المواد والأدوات المستعملة..... 39
III.2-2- دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية..... 43
III.2-2-1- الخصائص الكيميائية 43
III.2-2-1-1- مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR..... 43
III.2-2-1-2- الماسح الضوئي الإلكتروني M.E.B..... 43
III.2-2-2- الخصائص الفيزيائية..... 43
III.2-2-2-1- حيود الأشعة السينيةDRX 43
III.2-2-2-2- الذوبانية..... 43

الفصل الرابع النتائج و المناقشة

تمهيد..... 45

1.IV النتائج والمناقشة للإيثانول..... 45
1.IV -1- نتائج الدراسة الكيميائية والفيزيائية للإيثانول..... 46
1.IV -1-1 الدراسة الكيميائية..... 46
1.IV -1-2 - الدراسة الفيزيائية..... 48
2.IV- نتائج الدراسة الكيميائية والفيزيائية للسليلوز..... 50
2.IV -1- الدراسة الكيميائية..... 50
2.IV -1-1 طيف الأشعة تحت الحمراء IR..... 50
2.IV -1-2 المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) 51
2.IV -2- الدراسة الفيزيائية..... 52
2.IV -2-1 حيود الأشعة السينية..... 52
2.IV -2-2 اختبار ذوبانية السليلوز..... 54
الخاتمه 56
المراجع 57
الملاحق 63

قائمة الاشكال

الشكل (I-1): التوزيع الجغرافي لزراعة النخيل في العالم	5
الشكل (I-2): صورة لنخيل التمر	6
الشكل (I-3): صورة موضحة لأجزاء شجرة نخيل التمر	9
الشكل(I-4): مقطع طولي لحبة التمر وأبرز مكوناتها	10
الشكل (I-5): صورة لتمر الغرس	11
الشكل (II−1):صورة توضح الية التخمر للغلوكوز	18
الشكل (II-2) : بنية السيليلوز	20
الشكل (II-3) : صورة توضح التركيبة الجزيئية للسليلوز	21
الشكل (II-4) : رسم تخطيطي يوضح مكونات الألياف اللجنوسليلوزية	24
الشكل (II-5): مثال عن البنية الكيميائية للهميسليلوز	25
الشكل (II-6): مثال للبنية الكيميائية للجنين	25
الشكل (III-1) : مخطط يلخص العمل المخبري	31
الشكل (III.2) صورة توضح بروتوكول عملية تخمر عصير النخيل	33
الشكل (III.3) :صورة لجهاز المبخر الدوارRotary evaporator	34
الشكل (III .4): صورة لجهاز التقطير	34
الشكل (III.5): صورة توضح تفاعل الايثانول مع اليودوفورم	36
الشكل (III.6): صورة توضح جهاز alcoométrique volumique	36
الشكل (III.7): صورة توضح جهاز Hydromètre	37
الشكل(III.8): صورة لجهاز Refractometer	38
الشكل (III.9) : صورة تبين معالجة العينة B1 بـ HCL	40
الشكل (III.10): صورة تبين معالجة العينة B2 بـ NaOH	40
الشكل (III.11): صورة تبين تبييض العينة B3	41
الشكل: (III.12) : مخطط يوضح خطوات استخلاص السليلوز من سعف النخيل	42

الشكل(13.III): دراسة ذوبانية السليلوز	**43**
الشكل(IV -1): صروة لاختبار اليودوفورم على الإيثانول	**46**
الشكل(IV -2): طيف الأشعة تحت الحمراء للعينات (A1 ، A2 ، A3 ، A4).	**47**
الشكل(IV -3): مخطط يوضح تغيرات قرينة انكسار الإيثانول بدلالة التركيز	**49**
الشكل(IV -4): طيف الأشعة تحت الحمراء IR للسليلوز المستخرج من سعف نخيل التمر	**50**
الشكل(IV -5): صورة مجهرية لعينة سعف النخيل	**51**
الشكل(IV -6): صورة مجهرية لعينة السليلوز	**52**
الشكل(IV -7): طيف حيود الأشعة السينية للسليلوز المستخلص من سعف النخيل	**53**

قائمة الجداول

الجدول (I-1): الوضعية التصنيفية لنخيل التمر	7
الجدول (I-2) : نسب بعض الأحماض الدهنية في دقلة نور	12
الجدول(I-3): نسب بعض العناصر المعدنية في دقلة نور	13
الجدول(II-1): المواد الأولية المستخدمة لإنتاج الإيثانول الحيوي	17
الجدول(II-2): الخواص الفيزيائية للإيثانول	18
الجدول (II-3): بعض الخصائص الفيزيائية للسليلوز	22
الجدول(II-4): كمية السليلوز في مخلفات النخيل	23
الجدول (1.III) : المواد والأجهزة المستعملة	32
الجدول (2.III): المواد والأجهزة المستعملة	39
الجدول(IV -1): مردود الاستخلاص بالنسبة للعينات (A1 ، A2 ، A3)	45
الجدول(IV -2): النتائج الكيميائية والفيزيائية لعينات الإيثانول	46
الجدول(IV -3): نتائج قرينة الانكسار والتركيز المئوي للإيثانول التجاري(A4)	48
الجدول(IV -4): نتائج قرينة الانكسار والتركيز المئوي للعينات	49
الجدول(IV -5): نتائج اختبار ذوبانية السليلوز على المذيبات	54

المقدمـــــــــة

المقدمة

النخيل هو الذهب الأخضر والأسود، وهو جوهرة الصحراء فهو أقل الأشجار استهلاكا للمياه، متحملا ارتفاع درجات الحرارة والعائد من منتجاته كبير وله أهمية في كثير من الصناعات، حيث كل جزء من أجزاء النخلة له عدة فوائد بدءا من الساق مرورا بالسعف وصولا لتموره.

يهدف البحث بشكل أساسي إلى دراسة إمكانية استغلال منتجات النخيل (التمر) و(عصير النخيل)، وأيضا إمكانية استغلال المخلفات الثانوية للنخيل وتحويلها إلى منتجات لها قيمة اقتصادية. ولهذا فإن السعي إلى استخلاص الإيثانول والسليلوز من النخيل سيكون استثمارا حقيقيا وذو قيمة كبيرة، ومن أجل ذلك سنهتم في هذا البحث بمادة الإيثانول التي سيتم استخلاصها من (عصير التمر) و(عصير النخيل) عن طريق تخمير العينات وتقطيرها بطريقتين مختلفتين.

كذلك سنهتم في هذه الدراسة بمادة السليلوز حيث يتم استخلاصها من (سعف نخيل التمر) عن طريق المعالجة الكيميائية كما سنقوم بتشخيص المواد (الإيثانول) و(السليلوز) باستعمال عدة تحاليل كيميائية وفيزيائية، وذلك من أجل الإجابة عن الأسئلة التي دفعتنا لهذه الدراسة وهي:

ماهي الطرق الأفضل لتحضير الإيثانول والسليلوز من النخيل؟

وما مدى نقاوتها؟

وما هو مردود الاستخلاص للعينتين؟

وما هي الخصائص الكيميائية والفيزيائية للعينات؟

ومن اجل تثمين منتجات النخيل فقد قسمنا هذا العمل الى:

جزء نظري يحوي فصلين:

الفصل الأول: عموميات حول شجرة النخيل

الفصل الثاني: دراسة الإيثانول والسليلوز

وجزء عملي يحوي ايضا فصلين:

الفصل الثالث: الطرق والوسائل

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

الجزء النظري

الفصـــل الاول

عموميات حول شجرة النخيل

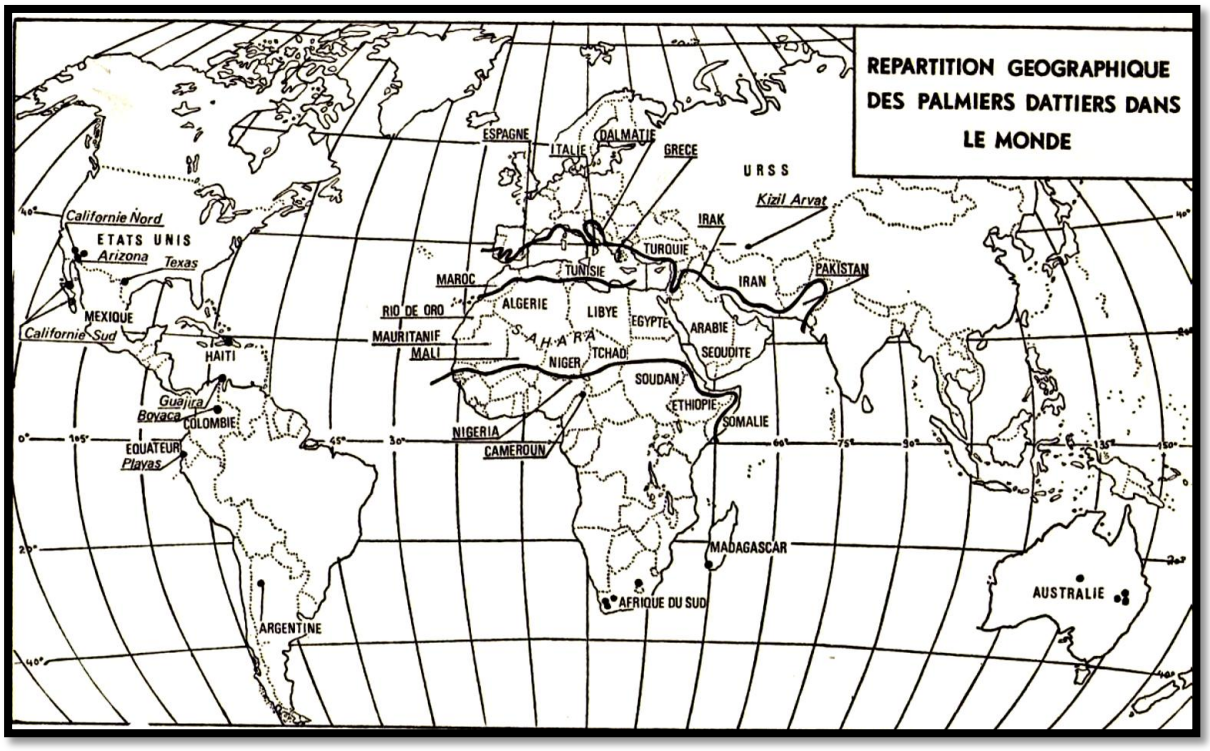
1.I- أصول شجرة النخيل:

أصول نخيل التمر قديمة فهو نبات معروف منذ العصور الأولى حيث اعتبره المصريون كرمز لخصوبة التربة الصحراوية، واتخذه القرطاجيون كعملة للتجارة والمعاملة واستخدمه اليونانيون واللاتينيون كزينة خلال الاحتفالات الانتصارية [1].

اتفق الكثير من علماء علم النبات على اعتبار المنطقة الصحراوية للشرق الاوسط (العراق او بلاد ما بين النهرين) كموطن اصلي لزراعة النخيل، اذ تعود زراعته الى فترة مبكرة جدا بالنسبة لبعض الواحات على الاقل اي قبل الفتح الاسلامي [2]. امتدت زراعته الى السواحل الشرقية الافريقية من قبل العرب في بداية القرن السادس عشر [3]، وفي اوائل القرن التاسع عشر، زرع عدد من أشجار النخيل في البيرو، والأرجنتين، وجنوب إفريقيا، وأستراليا، وأما في الولايات المتحدة الأمريكية فقد زرعت في ولاية كاليفورنيا أحسن اصناف النخيل المستوردة من الجزائر، العراق ومصر خلال الفترة ما بين 1911 و 1922 . [2]

2.I -التوزيع الجغرافي:

تمتد الحدود الخارجية العالمية لزراعة نخيل التمر بين خطي عرض 10°و39° شمالا [4]. تتركز هذه الزراعة بكثرة في المناطق الجافة جنوب البحر المتوسط وفي الجوانب الجنوبية للشرق الأوسط إذ نميزها ما بين جنوب إيران شرقا وحدود شمال إفريقيا مع المحيط الأطلسي غربا [5] . (انظر للشكل (I-**1**)) .



الشكل (I-1): التوزيع الجغرافي لزراعة النخيل في العالم [5]

تتواجد زراعة نخيل التمر بالجزائر في الولايات الصحراوية وخاصة شرق البلاد. إذ نميزها في المناطق التالية [6]:

1- **منطقة الزيبان:** بسكرة، طولقة وأسفل منطقة الأوراس (النمامشة).

2- **منطقة وادي ريغ:** تقرت، تماسين، المغير وجامعة .

3- **منطقة وادي سوف:** الوادي و قمار .

4- **منطقة ورقلة:** حاسي بن عبد الله، سيدي خويلد ونقوسة .

5- **منطقة ميزاب:** غرداية، القرارة، متليلي و المنيعة .

6- **منطقة القولية:** تيديكلت، عين صالح، فوقارة ورقان .

7- **منطقة الهقار:** الطاسيلي، تمنراست وجانت .

8- **منطقة الأطلس والساورة:** بني ـ ونيف، بشار، تاغيت وبني ـ عباس .

9- **منطقة التوات:** أدرار، قورارة (تيميمون).

الشكل (I–2): صورة لنخيل التمر

3.I-تصنيف شجرة النخيل:

يدعى نخيل التمر علميا *Phoenix dactylifera* L. اكتشفت من طرف العالم Linné عام 1753 وينتمي لعائلة النخيليات. يعرف هذا النوع النباتي بأنه من أحاديات الفلقة وشجرة مضاعفة في التركيبة الوراثية [7] [8] .

النخيليات تشكل عائلة وحيدة (Arécacées) التي تجمع على الأقل 2800 نوع موزعة على 226 جنس[9]. أصل الإسم جنس *Phoenix* يوناني بإفتراض أن الفينيقيين هم من نشروا هذه النبتة لذا يطلق عليها شجرة الفينيقيين، وأصل كلمة *dactylifera* يوناني حيث "dactylos" تعني الأصبع نظرا لشكل الثمار، و "fero" تعني المحملة ،إذا فالكلمة كاملة تعني حمّال الثمار[10] . والجدول(**I-1**) الموالي يبين الوضعية التصنيفية لنخيل التمر.

الجدول (I-1): الوضعية التصنيفية لنخيل التمر[11]

وحدات التصنيف	بالعربية	بلاتينية
المملكة	النباتات	Plantae
تحت المملكة	النباتات الجنينية	Embryobionta
القسم	النباتات البذرية	Spermaphyta
تحت القسم	مغلفات البذور	Angiospermaphytina
الصنف	أحاديات الفلقة	Liliopsida
الرتبة	أريكال	Arecales
العائلة	التخيليات	Arecaceae
الجنس	النخيل	*Phoenix*
النوع	نخيل التمر	*Phoenix dactylifera L.*

I.4- مورفولوجيا نخيل التمر:

I.4-1- النظام الجذري:

من المعروف أن جذور النباتات تنقسم إلى جذور وتدية وجذور عرضية تنشأ الأولى من الجذير وتتميز بمحور رئيسي يعرف بالجذر الابتدائي تتفرع منه جذور جانبية أو ثانوية وجذيرات، أما الثانية وهي الجذور العرضية فتنشأ من قاعدة الساق الجانبية في النخيل البذري الحديث التكوين كما تنشأ من الجذع في النخيل الفتي والبالغ [12].

I.4-2- الجذع:

وهو عبارة عن ساق طويل قاتم غليظ أسطواني الشكل غير متفرع خشن السطح مكسي بالأعقاب أو الكرب (قواعد السعف) وينتهي بتاج كثيف السعف كبير الحجم، يبلغ متوسط ارتفاع الجذع في النخلة البالغة حوالي (15m) ، وقد يصل الارتفاع إلى (25m) في بعض المناطق [12].

I.4-3- الجمارة:

وهي أهم جزء في النخلة فبين لفائفها يوجد البرعم الطرفي الوحيد في قلب رأس النخلة، وحول البرعم تلتف الأوراق الحديثة في أعمارها وأطوالها وألوانها المختلفة . وهي محمية من العوامل الخارجية بالليف وصفائح الكرناف، وخلايا الجمارة لا تكبر ولا تنشط إلا في الليل بعد انغلاق الثغور وتوقف النتح [13].

I.4-4- السعف:

السعف مفردها السعفة، عبارة عن ورقة مركبة ريشية كبيرة يتفاوت طولها في الشجرة البالغة (2.2 - 6m) معدل طول السعفة هو 4m [14] . تتكون السعفة الواحدة من الأجزاء الرئيسية التالية:

1- نصل السعفة ويمثل الجزء العلوي من السعفة يتكون من:

- منطقة الخوص
- منطقة الأشواك
- العرق الوسطي أو الجريدة

2- السويق أو عنق السعفة ويتكون من:

- قاعدة السعفة أو الكربة أو الكرنافة
- الغمد الليفي [12]

I-4-5- العرجون:

تحمل الأزهار على أعواد رفيعة جزؤها السفلي غير متعرج والعلوي مستقيم وتسمى هذه الأعواد (الشماريخ) وهذه الشماريخ تحمل على نهاية ساق طويل يسمى العرجون [13]، عندما تكون شماريخه في بداية نموها منتصبة ولكن عندما يتقوس الساق بفضل استمرار نمو الثمار وزيادة ثقلها على الشماريخ يعرف عندئذ بالعنق [12]، ويحمل العرجون الواحد من 20 إلى 100 شمروخ وتكون الأزهار المذكرة متلاصقة وقريبة من بعضها البعض أما الأزهار المؤنثة فتكون بعيدة عن بعضها البعض [13] [15].

I-4-6- الأزهار (الأغاريض):

النورة في نخلة التمر إما أن تكون من الأزهار الذكرية وتنمو على شجرة يطلق عليها بالفحل (الذكار) أو تتكون من الأزهار الأنثوية وتنمو على شجرة منفصلة تسمى بالأنثى أي أن نخلة التمر ثنائية المسكن إلا أنه أحيانا وهي حالة نادرة تتواجد الأزهار الأنثوية والذكرية على نفس النخلة وتعرف هذه الحالة أحادية المسكن وفي حالة أخرى وأيضا نادرة تحتوي الزهرة في الطلعة الواحدة وفي نخلة واحدة الأعضاء الذكرية والأنثوية في آن واحد وتسمى بالأزهار الخنثية [12].

عادة تظهر الأزهار في النخلة في إباط السعف الكامل، وتأخذ في ظهورها نفس ترتيب السعف وبشكل حلزوني ولولبي ومتباعد عن قمة الشجرة بالاتجاه الأسفل [12].

I-4-7- الثمرة: (التمر)

الثمرة الناضجة في نخلة التمر هي عبارة عن ثمرة لبية أحادية البذور وهي من الثمار البسيطة الطرية غير منتفخة الجدران، يختلف شكلها باختلاف الأصناف، وهي على العموم بيضاوية الشكل

يتفاوت طولها من (20mm إلى 110mm) وقطرها من (8mm إلى 30mm). تتركب ثمرة النخلة من الأجزاء التالية:

1- جدار الثمرة:

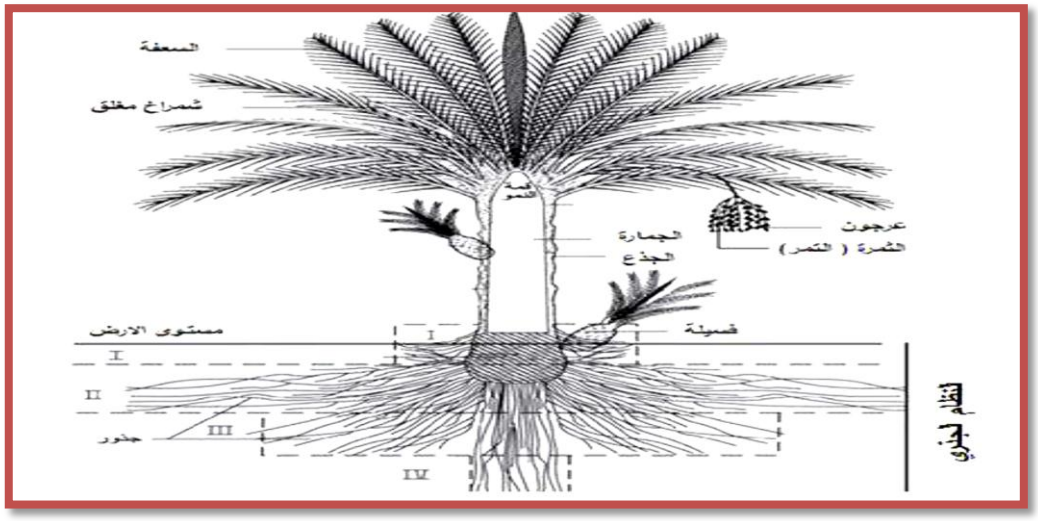
ويتكون من ثلاث مناطق وهي:

- الجدار الخارجي: عبارة عن جدار جلدي رقيق
- الجدار الوسطي: يمثل لحم الثمرة
- الجدار الداخلي: القطمير وهو عبارة عن جدار غشائي رقيق يحيط بالبذرة أو النواة مباشرة، ويفصل بينها وبين لحم الثمرة .

2- البذرة أو النواة

3- قمع الثمرة: وهو عبارة عن بقايا غلاف الزهرة (الكأس والتويج) المتيبس الصلب الذي يربط الثمرة بشمراخ العنق الثمري [12].

والشكل (I-3) الموالي يوضح اجزاء شجرة النخيل



الشكل (I-3): صورة موضحة لأجزاء شجرة نخيل التمر [13]

I.5- تعريف التمر:

تعرف التمور بأنها ثمار شجرة النخيل *phoenix dactylifera* ذات الشكل المستطيل المتطاول، والتي تحوي بداخلها نواة صلبة القوام محاطة بنسيج يدعى بالنسيج اللحمي.

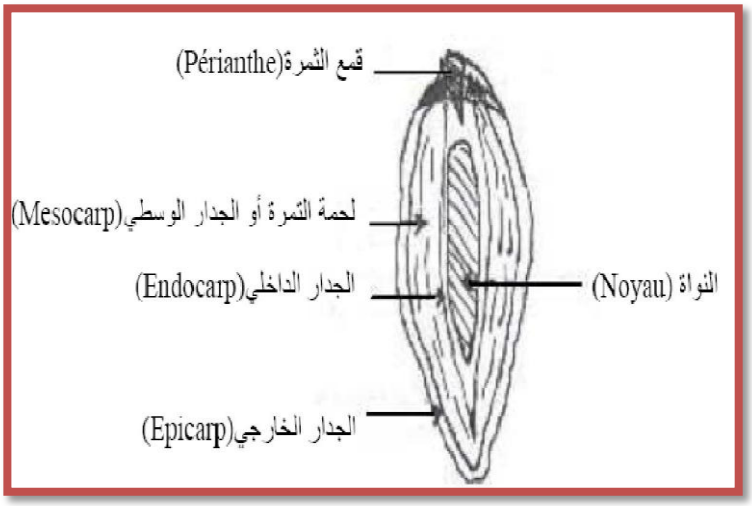
الجزء الذي يؤكل هو الجزء اللحمي والمتكون من:

- غشاء سليلوزي جد رقيق
- اللب: وهو القوام المتغير حسب كمية السكر ولون الثمرة

- الغشاء الداخلي: وهو النسيج الليفي يكون محيط بالنواة وذو لون واضح

أبعاد الثمرة متغيرة جدا حسب النوع، فيتراوح طولها من 2 إلى 8 سم . و وزنها كذلك من 2إلى8 غ و يتبع هذا التغير في الشكل و الوزن و اللون من الأبيض المصفر إلى الأسود أو الأحمر حسب نوعية التمر [16] .

والشكل (I-4) الموالي يوضح ابرز مكونات حبة التمر



الشكل(I-4): مقطع طولي لحبة التمر وأبرز مكوناتها

I-5-1- بعض أنواع التمور في الجزائر:

تختلف أنواع التمور بإختلاف مكان غرسها، وهي متواجدة أساسا في المناطق الحارة والجافة في العالم ،تختلف تسمياتها من منطقة لأخرى حسب التقاليد والأعراف الخاصة بكل منطقة . وهذه أسماء لبعض الأنواع المتداولة والمعروفة في الجزائر، حيث يوجد في الجزائر حوالي 800 صنف من التمور وأهمها[17] [18] :

I.5-1-1- دقلة نور: تعتبر أهم صنف تجاري ذات الجودة والنوعية الجيدة والشهرة العالمية، وتحتل المرتبة الأولى وتمثل 40 من العدد الإجمالي للنخيل وتتواجد في منطقة الجنوب الشرقي للبلاد .

I.5-1-2- الغرس: يعتبر من أكثر أصناف التمور انتشارا في المناطق الصحراوية الواطئة في الجزائر، ومتوسط محصول النخلة 30 كلغ، نخيله مقاوم للأملاح وتنضج ثمارها مبكرا.

I.5-1-3- دقلة بيضا: تعتبر من أهم الأصناف الجافة في الجزائر، ونخله يتحمل الملوحة، يبلغ متوسط محصول النخلة 36 كلغ .

I.5.1-4- أرشتي: وهو من الاصناف النصف جافة الجيدة واسعة الانتشار و توجد في بسكرة ، واد ريغ و منطقة الزيبان .

بالإضافة إلى بعض الأنواع الأخرى وهي [18]:

I.5.1-5- الفطيمي: تمر من ألذ التمور، شكله طويل نوعا ما بسره بني مخضر عند النضج .

I.5.1-6- الحمراية: تحمل اسمها من لونها الأحمر الفاقع .

I.5.1-7- تكرمست: هذه النخلة تختلف عن أخواتها من حيث الإنتاج، إذ أن لون تمرها أحمر داكن يميل إلى البنفسجي ثم يسود آخر المطاف شكله مدور ورخي.

I.5.1-8- تينيسين: تمر أسود مستطيل معتدل في حلاوته بمذاق عنبري.

I.5.1-9- مش دقلة أو الكنتيشي: نوع من أنواع التمور تنضج في آخر الفصل، بسره أصفر حيث ينضج يابسا ولا يلين أبدا مهما طال الزمن.

و الشكل (I-5) الموالي يوضح اجزاء شجرة النخيل

الشكل (I-5): صورة لتمر الغرس

I.6- تركيب التمر:

إن ثمرة النخيل عبارة عن كتلة حية مليئة بالمواد الغذائية، وهي تشهد في كل مرحلة من مراحل نموها وتطورها سلسلة من التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيسيولوجية، التي ينجم عنها تغيرات جوهرية في لونها أو قوامها أو مذاقها بما يؤدي إلى جعلها صالحة للإستهلاك. إن ما يميز ثمار نخلة التمر هو القيمة الغذائية العالية والغنية بالطاقة، فالتركيب الكيميائي للثمار هو عبارة عن احتوائها على نسب متفاوتة من السكريات والبروتينات والمواد السليلوزية والفيتامينات كما أنها غنية بالمعادن مثل الكالسيوم

(Calcium) والمغنيســـيوم(Magnésium) ، B2 و B1 والفوســـفور(Phosphore) والبوتاســـيوم (Potassium) والحديد(Fer) [19] .

I.6.1-الماء: كمية الماء متغيرة من التمور حسب نوع التمر ومرحلة نموه، يمثل الماء من 8 %إلى 30 % من وزن الثمرة أي بنسبة متوسطة تصل إلى 19 %.

I.6.2-السـكريات: تعد السكريات المكون السائد في التمر حيث بينت التحاليل وجود ثلاثة أنواع أساسية للسكريات:

السكروز(Saccharose) ، الغلوكوز(Glucose) ، الفركتوز(Fructose) بالإضافة إلى نسب ضعيفة من الغلاكتوز(Galactose) [20] .

تمثل السكريات من 60% إلى 80%من وزن التمرة [21].

I.6.3-الحموضة: ترتفع الحموضة في بداية عمر الثمرة وتبلغ أقصاها في الطور الثاني (البلح)، ثم تأخذ في التناقص التدريجي حتى تبلغ أدناها في طور المنقر، الأحماض العضوية التي توجد بنسبة كبيرة وتؤثر على حموضة الثمار هي حمض الماليك(Acide Malique) يليه حمض الفوسفوريك(Acide Phosphorique) ثـم حمـض السـتريك (Acide Citrique)، وحمـض الاسـبارتيك(Acide Aspartique) .

وبوجه عام تختلف درجة حموضة التمور تبعا لاختلاف الصنف ومرحلة النمو (النضج) وهي تتراوح بين (0.1 −0.18 %) [22].

I.6.4-البروتين: يحتوي الجزء اللحمي للثمرة على نسبة قليلة من البروتين، تختلف بإختلاف الصنف وطور النمو ودرجة النضج، وتتراوح نسبة البروتين في الجزء الطازج للحم التمور ما بين (1.7 −2.9 %) أما في النواة فتبلغ نسبة البروتين 5.2 %من الوزن الطازج للنواة [22].

I.6.5-الأحمـاض الدهنيـة: تحتوي التمور على نسب ضئيلة من الدسم وتتغير هذه النسب عند كل مرحلة من مراحل نمو الثمرة، والجدول (I-2) أدناه يبين نسب بعض الأحماض الدهنية في دقلة نور

جدول (I-2): يوضح نسب بعض الأحماض الدهنية في دقلة نور [16]

الأحماض الدهنية	لينوليك	الستيريك	الميريستيك	البالميتيك
الكمية (%)	11.47	10.47	8.66	7.89

I.6-6-الدهون: يحتوي الجزء اللحمي للتمور على نسبة ضئيلة من الدهون، فالتمر منزوع النوى يحتوي على نسبة تتراوح بين (0.3 −1.9 %) بالنسبة للوزن الطازج للثمار، توجد الغالبية منها بقشرة الثمار على شكل شمع [22].

I.6-7-العناصر المعدنية: تعتبر التمور من المواد الغذائية المهمة التي تحتوي على مصدر جيد للعناصر المعدنية ،حيث تتراوح نسبها بين(2−3.8%)منسوبة إلى الوزن الجاف للثمار منزوعة النوى، ويأتي في مقدمة هذه العناصر البوتاسيوم والفوسفور والحديد، ثم المغنيزيوم والكالسيوم والصوديوم يليها وبنسب أقل كل من السيليكون والكبريت والكلور والألمنيوم واليود والنحاس، هذا وتقل نسبة الأملاح المعدنية في النواة عنها في لحم الثمرة حيث تصل نسبتها في النواة نحو 1.1 % [22].والجدول (I-3) التالي يوضح ذالك .

جدول(I-3): يبين نسب بعض العناصر المعدنية في دقلة نور [16]

العناصر المعدنية	البوتاسيوم (K)	الكالسيوم(Ca)	المغنيزيوم(Mg)
الكمية (mg/100g)	264	80.50	17.38

I.6-8-المواد الملونة للتمر: إن اللون المميز للثمار يظهر عادة في طور اكتمال النمو في مرحلة البسر . وتنحصر هذه الألوان غالبا في اللون الأصفر أو البرتقالي المحمر، والجدير بالذكر أن الكاروتين يعني اللون الأصفر يكون ممتزجا مع الكلوروفيل أي اللون الأخضر في طور البلح، إلا أن الكثير منه فقده عند النضوج ويكون الانثوسيانين هو المسؤول عن لون التمور في مرحلة البسر [22].

I.6-9-الفيتاميانات: تعتبر التمور من المواد الغنية ببعض الفيتامينات مجموعة فيتامين (ب) المركب ومن أمثلته: Thiamin (ب1) و Ribovlavine (ب2) و Niacine (ب3) وحمض الفوليك(Acide Folique) وحمض بانتوثينيك (Acide Pantothénique).

كما تحتوي التمور على نسبة متوسطة من فيتامين (أ) ونسبة من فيتامين (ج) وأخرى ضئيلة جدا من فيتامينات (د)،(هـ)،(ك) [22].

I.7-مشتقات التمر:

I.7-1-السكر السائل: يتم إنتاج السكر السائل من التمر باستخدام تكنولوجيا حديثة والتي تعتمد على استخلاص سكريات التمر بعد التخلص من المواد غير السكرية والبروتينات والأحماض والأملاح والصبغيات باستخدام طريقة المبادلات الأيونية، وبعد ذلك يليه تبخير المحلول السكري الناتج تحت تفريغ هوائي والحصول على محلول سكري تركيزه 72 % ، ويمكن فصل الجلوكوز عن الفركتوز والحصول

على الفركتوز الطبي أو سكر عالي الفركتوز، ومن خلال هدرجة الفركتوز تحت ظروف تصنيعية خصوصا من الضغط العالي، يمكن الحصول على السيربيتول والمانيتول، ويستفاد من الفضلات الناتجة كالنوى والألياف والقشور في صناعة الأعلاف بعد مزجها وتجفيفها وطحنها، كما أن طنا من التمر يعطي 570 كلغ من السكر السائل [23].

I.7.2-مربى التمر: يصنع مربى التمر بطرق عديدة تبدأ بنزع النوى سواء أكان في مرحلة البسر أو النضج، وينقع في شراب سكري بتركيز 70% ،ومن ثم نتركه لمدة عشرة أيام للتخمر تحت درجة حرارة عادية وتغلى بعد ذلك لإيقاف التخمر وتعبأ للاستخدام التجاري [23].

I.7.3-الكحول الطبي: تستخدم التمور الرديئة والتي مضى على إنتاجها سنة أو أكثر في تصنيع الإيثانول، وتتضمن عملية التصنيع باستخلاص المادة السكرية من التمور على صورة عصير التمر ثم ترشيحه لإزالة الشوائب، ثم يبستر العصير، ومن ثم يخمر في مستودعات خاصة بالتخمير ويتم تقطيره وتعبئته .

ويعطي الطن الواحد من التمر ما يعادل 270 لتر من الكحول الايثيلي النقي الذي يكون تركيزه 25.96% . ويستخدم الكحول المنتج لأغراض طبية أو صناعية[23] .

I.7.4-الخل: تتم صناعة الخل عن طريق تخمير سكريات التمر وتحويله إلى كحول إيثيلي بفعل أحياء مجهرية خاصة (خمائر) وبمعزل عن الهواء وفي المرحلة الثانية من التصنيع تتم أكسدة الكحول الإيثيلي الناتج إلى خل[23] .

I.7.5-الخميرة: يسهم نقيع التمر المتخمر في إضفاء النكهة الحامضية المرغوبة للخبز، إضافة لإحداث عملية التخمر، والمسؤول بالدرجة الأولى عن الحموضة هو تكوين حمض اللاكتيك وحمض الخليك [23] .

الفصـــل الثـانـــي

منتجات النخيل(الايثانول والسليلوز)

II.1- الإيثانول (Ethanol):

قبل التطرق لمعرفة الإيثانول وخصائصه الفيزيائية والكيميائية لابد من معرفة الوقود الحيوي بصفة عامة .

II.1.1- الوقود الحيوي:

هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها .وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الاحفوري والوقود النووي.بدأت بعض المناطق بزراعة أنواع معينة من النباتات خصيصا لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي، منها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة .و أيضا اللفت في أوروبا وقصب السكر في البرازيل .وزيت النخيل في جنوب شرق آسيا. أيضا يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها، مثل القش و الخشب والسماد، وقشر الأرز، وتحلُّل نفايات المنازل ونفايات الورش والمصانع، ومخلفات الأغذية، التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق ميكروبات ذات الهضم اللاهوائي. الكتلة الحيوية المستخدمة كوقود يتم تصنيفها على عدة أنواع، مثل النفايات الحيوانية والخشبية والعشبية، كما أن الكتلة الحيوية ليس لها تأثير مباشر على قيمتها بصفتها مصدر للطاقة. [24]

II.1.1-1- أنواع الوقود الحيوي:

هناك العديد من أنواع الوقود الحيوي منها :

- الغاز الحيوي
- الإيثانول
- الديزل الحيوي

إنتاج الوقود الحيوي على مستوى تجاري بدول العالم يكاد ينحصر في نوعين فقط من الوقود السائل هما الإيثانول الحيوي و الديزل الحيوي.

II.1.1-1-1- الديزل الحيوي

الديزل الحيوي المستخرج من الحبوب الزيتية كفول الصويا أو زيت النخيل، ولا يعد الإيثانول المستخرج من النباتات وقودا جديدا، فقد تم اكتشافه عام 1850 ، وكان مصدر الوقود والضوء الرئيسي خلال تلك الفترة .

يتميز الديزل الحيوي بأنه سهل الاستعمال قابل للتحلل وغير سام و هو خالي أساسا من الكبريت و الروائح، وينظر للديزل الحيوي كبديل لديزل النفط وأكثر أنواعها شيوعا وهي: [25].

- B20(20 % ديزل حيوي و 80 % ديزل نفط)

- 80B(80 % ديزل حيوي و 20 % ديزل نفط)
- 100B(100% ديزل حيوي)

II.1-1-1-2 الإيثانول الحيوي:

يستخرج الإيثانول الحيوي من النباتات مثل: قصب السكر، أو الحبوب: كالذرة والقمح، وينتج بكميات كبيرة عن طريق عمليات التخمير و التقطير، وينظر للإيثانول كبديل للبنزين ويستخدم كوقود للسيارات بعد خلطها بالبنزين بنسب متفاوتة الخالي من الرصاص ويتم ذلك في مصانع الإيثانول المتخصصة وأكثر أنواعها استعمالا وهما [25] .

- 10E (10% إيثانول و 90 %بنزين)
- 85E (85 % إيثانول و 15%بنزين)

ويلاحظ أن للتمور درجة متفوقة في إنتاج الإيثانول الحيوي مقارنة بقصب السكر، البنجر السكري والذرة وهذا ما يتضح من خلال الجدول التالي(II−**1**):

الجدول(II−**1**): المواد الأولية المستخدمة لإنتاج الإيثانول الحيوي[26]

المادة الأولية المستخدمة	كميـة الايثـانول الحيـوي المنـتج مـن 1طن مادة أولية مقدرة باللتر
قصب السكر (محصول موسمي)	60 لترا
البنجر السكري(محصول موسمي)	116 لترا
الذرة (محصول موسمي)	280 لترا
التمر(محصول دائم)	375 لترا

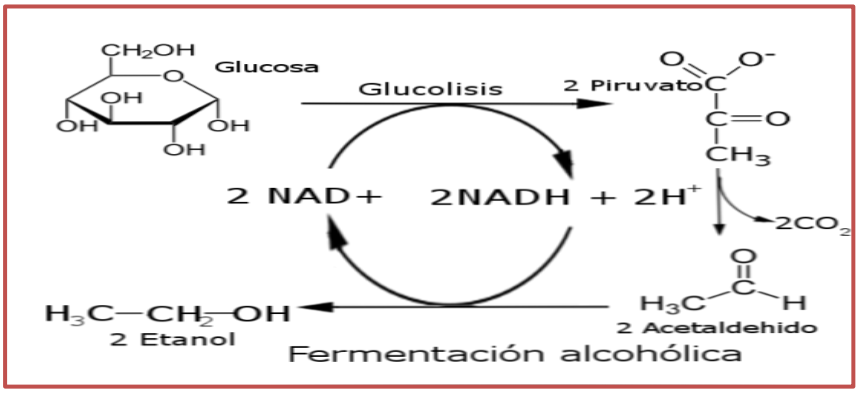
II.1-2- تعريف الايثانول (Éthanol):

هـو مركـب كيميـائي عضـوي ينتمـي إلـى فصـيلة الكحوليـات لـه الصـيغة الكيميائيـة C_2H_5OH،وصيغته الجزيئية C_2H_6O.

الإيثانول مادة قابلة للاشتعال عديمة اللون، ناتج عن تخمر السكر. [27]

ويمكن الحصول على الإيثانول عن طريق عملية التخمر اللاهوائي للسكر في وجود بعض الخمائر وفق المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + \text{خميرة} \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$$



الشكل (II−1): صورة توضح الية التخمر للغلوكوز [28]

II.1.3- الخواص الكيميائية والفيزيائية للإيثانول:

II.1.3-1- الخواص الفيزيائية: [29] [30]

- الإيثانول سائل عديم اللون، متطاير ذو رائحة .
- الإيثانول قابل للامتزاج مع معظم المذيبات الشائعة. وهو مذيب جيد للأحماض الدهنية.
- يمكن تسويق الإيثانول في شكل لا مائي (100% إيثانول من حيث الحجم يسمى أيضًا الكحول المطلق) أو بتركيزات مختلفة في الماء، بشكل رئيسي 95 %وللاستخدامات المطهرة 70%.

والجدول (II−2) التالي يوضح بعض الخصائص الفيزيائية للإيثانول:

الجدول(II−2): يبين الخواص الفيزيائية للإيثانول[31]

القيمة الحرارية	27.3 M/Kg
اللزوجة الديناميكية	1.2 Pa.s
الكثافة	794 Kg/ m^3
درجة التبخر	78.5 °c
الكتلة المولية	46.07g/mol
الذوبانية	يمتزج بالماء والبنزين
درجة حرارة التجمد	-114 °C
الرقم الاوكتاني RON	98.0

II.1-3-2- الخصائص الكيميائية:

- في ظل الظروف العادية، يعتبر الإيثانول منتجًا مستقرًا. له الخصائص العامة للكحولات الأولية (تفاعلات الأكسدة، نزع الهيدروجين، والأسترة).
- يمكن أن يتفاعل الإيثانول بقوة مع المؤكسدات القوية:

يتفاعل مع حمض النيتريك HNO_3 ليعطي Methyl Nitrate والماء وفق المعادلة التالية:

$$C_2H_5OH + 2HNO_3 \rightarrow 2CH_3ONO_2 + H_2O$$

ويتفاعل مع حمض البيركلوريك ($HClO_4$)، والبيركلورات(ClO_4^-)، والبيروكسيدات(O_2^{-2})، وثالث أكسيد الكروم (Cr_2O_3).

II.1-3-1-2- الاحتراق: [31]

يحترق الإيثانول في وجود الأكسجين وفقا للمعادلة التالية:

$$C_2H_5OH(L) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

II.1-3-2-2- تفاعلات الأكسدة:

يتفاعل الإيثانول في وجود مؤكسد في وسط حمضي كالتالي:

$$C_2H_5OH + [OX] \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

II.1-4- استخدامات الإيثانول: [29] [32] [33]

- يدخل في تركيب المذيبات المستخدمة في صناعة الدهانات والبلاستيك والمواد اللاصقة والمتفجرات والعطور ومستحضرات التجميل والصناعات الدوائية.
- مادة خام لإنتاج العديد من المركبات: (acide acétique, acrylate d'éthyle, acetate d'éthyle, éthers de glycol, éthylamine, éthylène, éthersoxydes).
- يستعمل في التطهير والتعقيم كمبيد حيوي.

II.1-5- دراسات سابقة:

1. قامت دبار عائشة بدراسة تأثير كمية الماء المضافة وكذا نسبة امتلاء المفاعل الحيوي على مردود البيوإيثانول الناتج عن تخمر التمور، حيث أظهرت نتائج الدراسة أن أفضل كمية للمردود تحصلنا عليها عند 900 مل من الماء [34].
2. كما أنشأت الجزائر منذ عام 2006 شركة نخيل الجزائر للبيوتكنولوجي والتي تسعى إلى إنتاج وقود الإيثانول من التمور غير المستهلكة.
3. وقد قامت عُمان بإنشاء مصنع لتحويل مستخلصات التمور إلى وقود الإيثانول ويتوقع أن يبدأ هذا المصنع الإنتاج عام 2008. وفي أبريل/نيسان 2013 قالت شركة كنانة (أكبر منتج

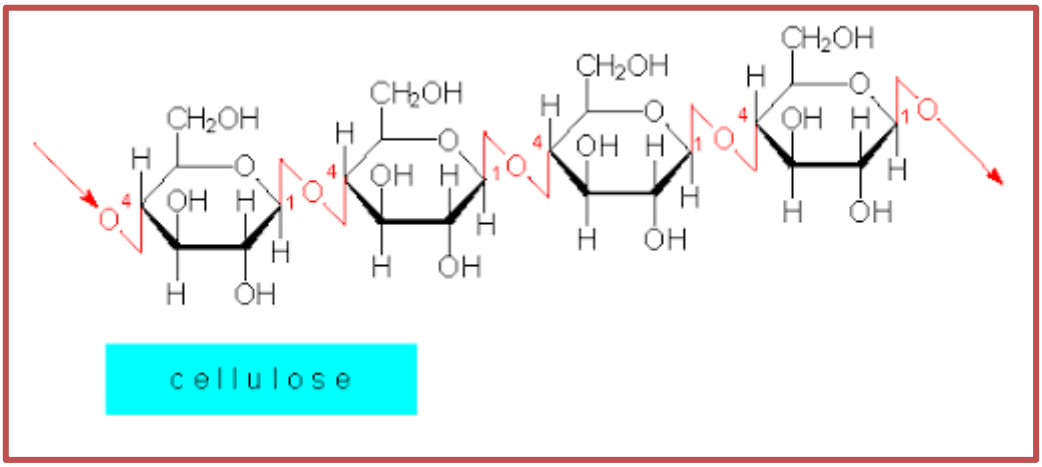
للسكر في السودان) إنها تعتزم مضاعفة إنتاجها من مادة الإيثانول إلى أكثر من ثلاثة أضعاف في غضون عامين، لتصبح مصدرا رئيسيا للوقود الحيوي.

4. يهدف البحث إلى التعرف على الإيثانول ومصادره والخواص الفيزيائية والكيميائية وانواعه وتجاربه واهم استخداماته وطرق كشفه وتقطيره، واستخدم الباحث المنهج التجريبي، واتبعت وسائل عدة لجمع البيانات تضمن الكتب والمراجع والرسائل الجامعية والتقارير، خلصت الدراسة الى عدة نتائج من اهمها: ضرورة الاهتمام بمادة الإيثانول لأنه يعتبر العمود الفقري للاصطناع العضوي الاليفاتي. الكشف عن الكحول الايثيلي على نطاق واسع في المجالات الصناعية وتحضير الإيثانول بعدة طرق مختلفة. [35]

II.2- السيليلوز:

II.2- 1- تعريف السيليلوز:

السيليلوز مادة ليفية، خشنة، غير ذائبة في الماء الساخن والبارد موجودة في الجدران الخلوية [36].وهو أكثر المركبات العضوية انتشارا في الطبيعة حيث أن أكثر من الكربون الموجود في النباتات هو سيليلوز كما يشكل 90 من ألياف القطن [37]. و هو مبلمر من جزيئات الجلوكوز من نوع β، تتكون الرابطة بين جزيئات الجلوكوز المتجاورة بين ذرة الكربون رقم واحد من الجلوكوز الاول وذرة الكربون رقم أربعة من الجلوكوز الثاني هذه الرابطة هي رابطة غليكوسيدية β 1-4 [38].



الشكل (II-2): بنية السيليلوز [39]

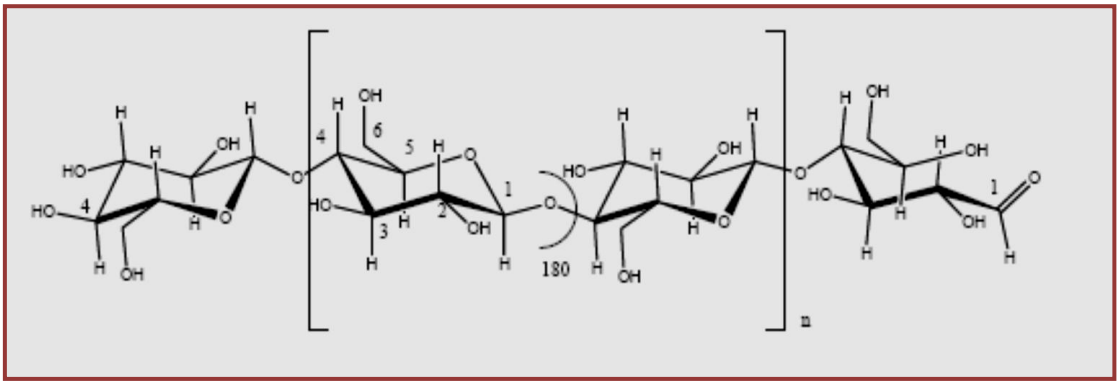
II.2- 2- التركيبة الكيميائية للسيليلوز:

كان العالم Anselme Payen أول من حدد التركيب الأولي للسليلوز في وقت مبكر في عام 1838، وجد أن السليلوز يحتوي على 44 إلى 45 % ذرة من الكربون، و6 إلى 6.5 %من الهيدروجين والباقي تتكون من الأكسجين. استنادا إلى هذه البيانات، استنتج أن الصيغة التجريبية هي $(C_6H_{10}O_5)_n$ حيث n هو درجة البلمرة .

قدم العالم هاوورث باقتراح سلسلة تشبه الهيكل الجزيئي في أواخر 1920، في حين أن شتاودينغر قدمت الدليل النهائي على طبيعة البولمر العالية لجزيء السليلوز .

السليلوز هو بوليمر خطي متصلب إلى حد ما يتألف من D-anhydroglucopyranose وحدات (AGU). وترتبط هذه الوحدات معا من خلال ((4 → 1 β) روابط جلايكوسيدية تشكلت بين (C-1) و(C-4)، من شقوق الجلوكوز المجاورة . في الحالة الصلبة يتم تدوير وحدات AGU بنسبة 180 درجة بالنسبة لبعضها البعض بسبب قيود الربط β. كل وحدة من وحدات AGU يحتوي على ثلاث مجموعات (OH) (hydroxyl) في مواضع (C-2) و (C-3) و(C-6). تختلف المجموعات الطرفية في جزيء السليلوز تماما في طبيعتها عن بعضها البعض، حيث أن (C-1) OH للذرة في أحد طرفي الجزيء عبارة عن مجموعة ألدهيد مع تقليل النشاط .

تشكل مجموعات الألديهايد حلقة pyranose من خلال شكل hemIIacetal داخل جزيئي. على النقيض من ذلك، فإن OH(C-4) ، على الطرف الآخر من السلسلة عبارة عن مكون OH من الكحول، وتسمى النهاية غير القابلة للتخفيض. وقد عرف من التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (IR)، وعلم البلورات بالأشعة السينية والتحليل بالرنين المغناطيسي النووي (NMR)، أن حلقة AGU موجودة في شكل حلقة pyranose. والشكل (II−**3**) الموالي يوضح تركيبة السليلوز



الشكل (II−**3**): صورة توضح التركيبة الجزيئية للسليلوز [40]

يعتبر السليلوز بمثابة بوليمر شبه مرن، إن الاتحاد والصلابة النسبية لجزيء السليلوز يرجع أساسا إلى الترابط الهيدروجين داخل الجزيئي .هذه الخاصية هي تنعكس في اللزوجة العالية في المحلول، والميل الشديد إلى التبلور، وقدرته على تشكيل خيوط ليفية .وبفضل كذلك خاصية الصلابة في السلسلة من خلال الربط β-glycosides الذي يمنح الشكل الخطي للسلسلة وتشكيل كرسي من حلقة البيرا نوز مما يساهم في تصلبها، وهذا يختلف عن الروابط (α- glycosides) في النشأة [41].

II.2- 3- البنية المورفولوجية للسليلوز:

يتضمن التركيب المورفولوجي للسليلوز بنية جيدة التنظيم للألياف، حيث يعتبر الليف الابتدائي أصغر وحدة مورفولوجية ذات حجم متغير يتراوح بين (20 – 3) نانومتر حسب مصدر السليلوز.

في السليلوز الأصلي، يتم تنظيم التسلسل الهرمي للألياف في طبقات ذات نسيج ليفي مختلف . ومع ذلك، فإن الترتيب في طبقات متميزة غير موجود في الألياف السليلوزية المتجددة، تتكون هذه الألياف الاصطناعية من الليف الابتدائي، التي يتم وضعها بشكل عشوائي تماما في الهيكل .إن البنية الأساسية للجدار الخلوي للنبات هي مورفولوجية نموذجية لهذه المنتجات السليولوزية المجددة [42] . يمكن دراسة مورفولوجية مشتقات السليلوز بواسطة تقنيات الفحص المجهري الإلكتروني مثل المسح المجهري (SEM) أو الميكروسكوب الإلكتروني(TEM) والتي تستخدم على نطاق واسع في التحقيقات في الهياكل المورفولوجية لمشتقات السليلوز وتوليفها.

II.2- 4- بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية للسليلوز:

السليلوز عبارة عن مادة بيضاء صلبة قادرة على الوصول إلى درجة حرارة 200 درجة مئوية ولا تتحلل. لكن عندما ترتفع درجة الحرارة إلى 275 درجة مئوية ،فإنها تبدأ في الاشتعال ،ولذلك فهي تصنف من المواد القابلة للاحتراق.

والجدول التالي يوضح بعض الخصائص الفيزيائية للسليلوز:

الجدول (II–3): بعض الخصائص الفيزيائية للسليلوز [43]

الصيغة الجزيئية	$(C_6H_{10}O_5)_n$
الكتلة المولية	162.1406 غم/مول
المظهر	مسحوق أبيض
الكثافة	1.5 غ/سم^3
نقطة الانصهار	28– درجة مئوية
الذوبانية في الماء	غير ذائب

II.2-5- مصادر السيليلوز:

من مصادر السيليلوز

II.2-5-1- المخلفات الزراعية:

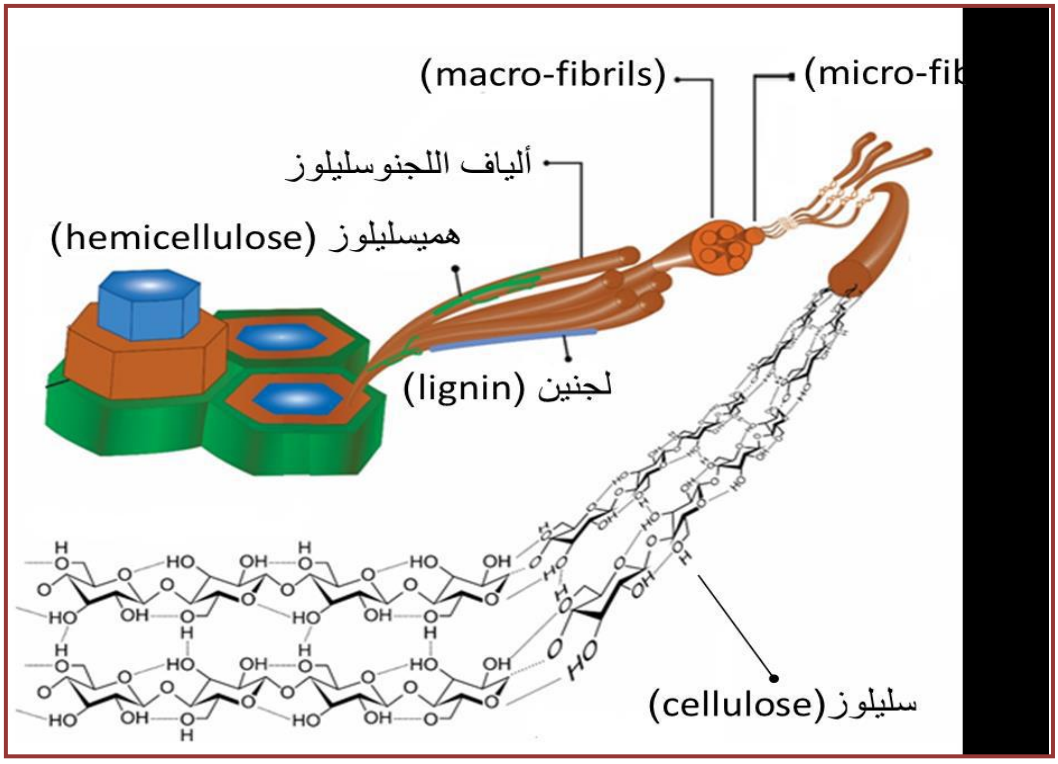
المقصود بالمخلفات الزراعية للنخيل هو كافة النواتج وبقايا النخيل غير الرئيسية أثناء القيام بالعمليات الزراعية ،وتشمل هذه المنتوجات الجذوع ،السعف ،الليف، الكرناف. [44]

الجدول(II-4): كمية السليلوز في مخلفات النخيل [45]

مخلفات النخيل	نسبة السيليلوز %
الجريد (السعف)	14-36
الليف	47-51
العرجون	30-33
الكرناف	42-58

II.2-5-2- الكتلة الحيوية الخشبية Lignocellulose :

تتكون ألياف الكتلة الحيوية الخشبية (Lignocellulose) من ثلاث مكونات رئيسية وهي السليلوز، واللجنين والهميسليلوز كما هي موضحة في الشكل (II-4). تعتبر هذه المركبات الثلاثة الأكثر تواجد في الكتلة الحيوية النباتية[46]. تتراوح نسبة تواجدها بـ:(40-60%) السليلوز، اللجنين، (20-40%) والهميسليلوز بالإضافة إلى ذلك تحتوي على كميات أصغر من الرماد (Ash)، والمعادن والمواد المستخلصة (extracts)(البكتين، فينولات، الدهون)، حيث أن البنية والتركيبة الكيميائية لـ Lignocellulose تختلف وفقا لنوع النبات وعمره والجزء المستعمل(ساق، ورق..)، ومنطقة النمو والمناخ [47] [48].



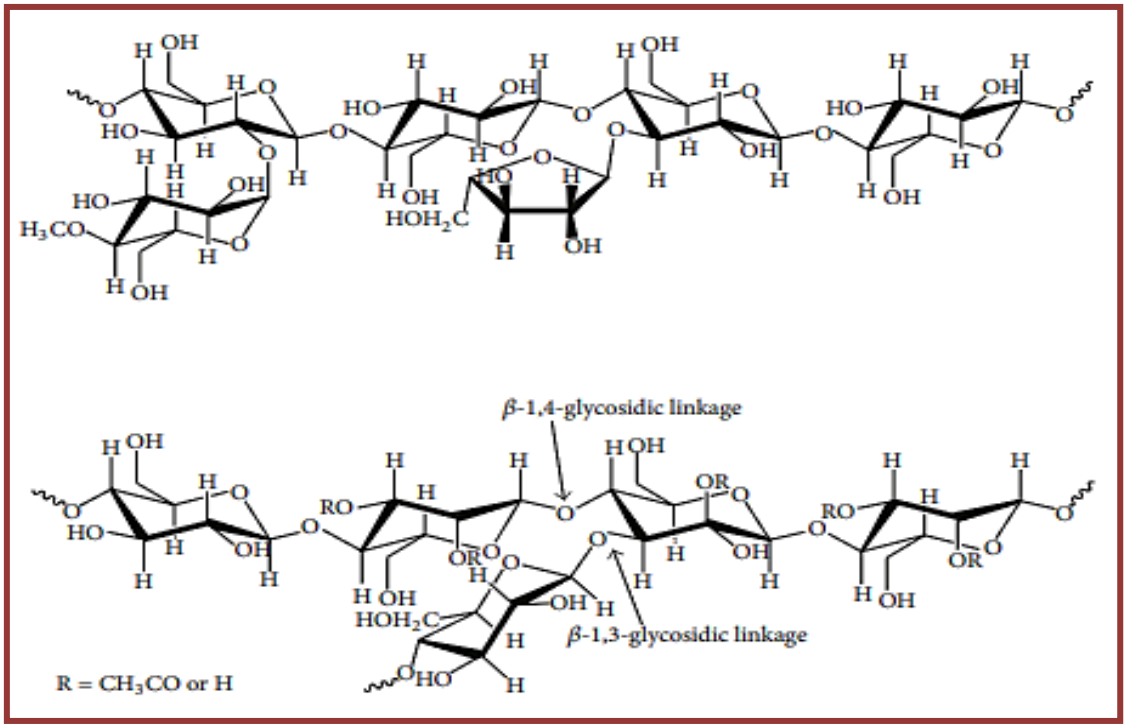
الشكل (II–4): رسم تخطيطي يوضح مكونات الألياف Lignocellulose [49]

II.2-5-2-1- مكونات Lignocellulose

II.2- 5-2-1-1- الهميسليلوز (Hemicellulose):

هو بوليمير متفرع ينتمي إلى عائلة متعدد السكاريد (Polysaccharide)الغير متجانسة حيث يتشكل هيكله من وحدات سداسية الحلقة(C_6: Hexose)، وأخرى خماسية الحلقة (C_5: pentoses) .

يعتبر الهميسليلوز من المكونات الرئيسية لألياف اللجنوسليلوز حيث يكون في ترابط مع السليلوز واللجين ويلعب دورا أساسيا في الحفاظ على بنية جدار الخلية منظمة بربط ألياف السليلوز معا. الشكل (II–5) الموالي يوضح البنية الكيميائية للهميسليلوز.

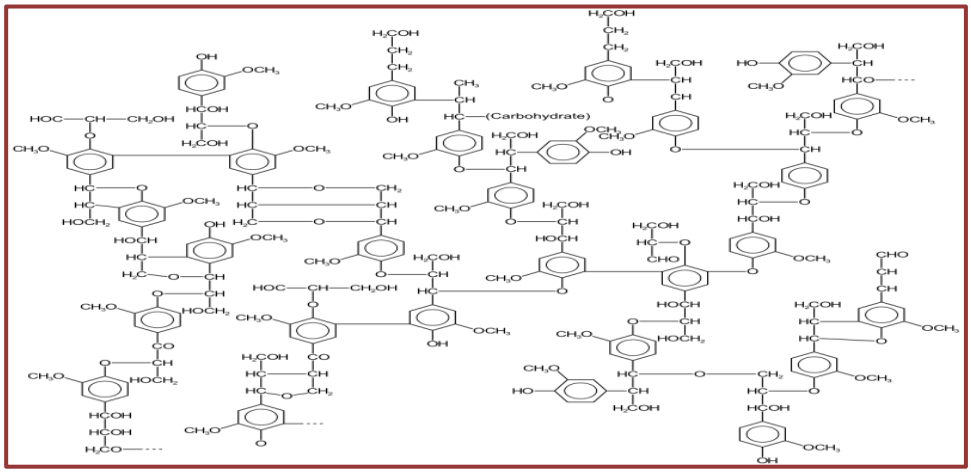


الشكل (II–5): مثال عن البنية الكيميائية للهميسليلوز [50] [51]

II.2- 5-2-1-2- اللجنين (lignine):

يعتبر اللجنين بوليمير عطري غير متبلور يتواجد في شكل شبكة معقدة ثلاثية الأبعاد.

اللجنين هو ثاني أكثر البوليمرات الحيوية وفرة في الطبيعة ويمثل ما يقارب من (30%) من النباتات [52]. حيث يرتبط اللجنين بالمكونات الهيكلية الأخرى لجدار الخلية ،السليلوز والهميسليلوز عن طريق الروابط التكافؤية لتشكيل البنية المعقدة (اللجنين ـ الكربوهيدرات) [53] [54] كما هو في الشكل(II–6).



الشكل (II–6): مثال للبنية الكيميائية للجنين [55]

II.2- 6- استخدامات السليلوز:

السليلوز هو البوليمر الحيوي الأكثر وفرة في العالم، وقد استخدم على نطاق واسع كمصدر رئيسي للورق منذ البداية ومن بين التطبيقات نذكر:

II.2- 6-1- استخدامات صناعية:

- **الورق والورق المقوى:**

إن إمكانيات تطبيقات السيليلوز في مجال صناعة الورق والورق المقوى واضحة .من المتوقع أن له تأثير قوي على تعزيز المواد الورقية .قد يكون سليلوز مفيدًا كحاجز في نوع الورق المقاوم للأدوية وكمواد مضافة للرطوبة لتعزيز قوة الاحتفاظ والرطوبة والجافة في نوع سلعة الورق ومنتجات الورق [56].

II.2- 6-2-استخدامات غذائية:

هي مادة تستخدم في الصناعات الغذائية اساسا بغرض زيادة كثافة القوام وينتشر استعمالها في انتاج العصائر [57]، وايضا كبديل منخفض السعرات الحرارية عن إضافات الكربوهيدرات المستخدمة اليوم كمكثفات وحاملات النكهات ومثبتات التعليق في مجموعة واسعة من المنتجات الغذائية.

كما أنها مفيدة في إنتاج الحشوات، والكسارات، والرقائق، والحساء، والحلويات إلخ.

II.2- 6-3-استخدامات أخرى للسليلوز:

في منتجات السليلوز المتجددة، مثل أفلام الألياف .لديها تطبيق واسع في صنع مضافات مرشح التبغ .كما أنه يستخدم في نانو سليلوز المعدلة للأعضاء المعدنية في فواصل البطارية .واستخدام في أغشية مكبر الصوت أمر شائع .كما يستخدم نانو سيليلوز جنبا إلى جنب مع البوليمرات فائقة الامتصاص أو الهياكل الماصة .وعلاوة على ذلك، غالبا ما يستخدم كأفلام مضادة للميكروبات.

وكتطبيق في عوامل اخفاء الذوق، صناعة الدهان، المواد البلاستيكية ويستخدم ايضا في صناعة النسيج ومن المتوقع أن يزيد إجمالي إنتاج ألياف النسيج العالمية سنويا بنسبة 3.9 %.[58]

II.2-7- دراسات سابقة:

1. قامت نور الهدى جابو وايمان العايش باستخلاص السيليلوز من المخلفات النباتية لجريد النخيل ومخلفات شجيرات البطاطا لتحضير خلات السليلوز ،حيث أظهرت النتائج أن الجريد أعطى نسبة معتبرة في مردود السليلوز الناتج، أما مخلفات شجرة البطاطا تبين أن السليلوز المستخلص أعطى مردود أقل مقارنة بالجريد ،بالرغم من أن نفس الخطوات المتبعة في المعالجة طبقت على العينتين[59]

2. وحيث استخلص فطحيزة التجاني شعيب السليلوز من بقايا شجرة نخيل التمر وقام بدراسة خصائصه . فقد تركزت دراسته حول تشخيص وتثمين بقايا شجرة النخيل، باعتبار أنها ذات انتشار

واسع، فقد خصص بحثه هذا لدراسة خمسة أجزاء من مخلفات هذه الشجرة وهي (الغمد، الغصن، الكرناف، الجريد، الليفة). [60]

3. وحيث قامت كل من برتيمة حكيمة وهركوس خضرة بتحضير البلاستيك الحيوي من السليلوز المستخلص من نخيل التمر، حيث تم استنتاج أن نوعية السيليلوز المستخلص من ليف نخيل لا يختلف عن غيره المستخلص من نبتة القطن مثلا أو الحلفاء أو الخشب، بل له خصائصة عالية من حيث نصاعة البياض وتماسك جزيئاته. [61]

الجزء العملي

الفصـــل الثـــالث

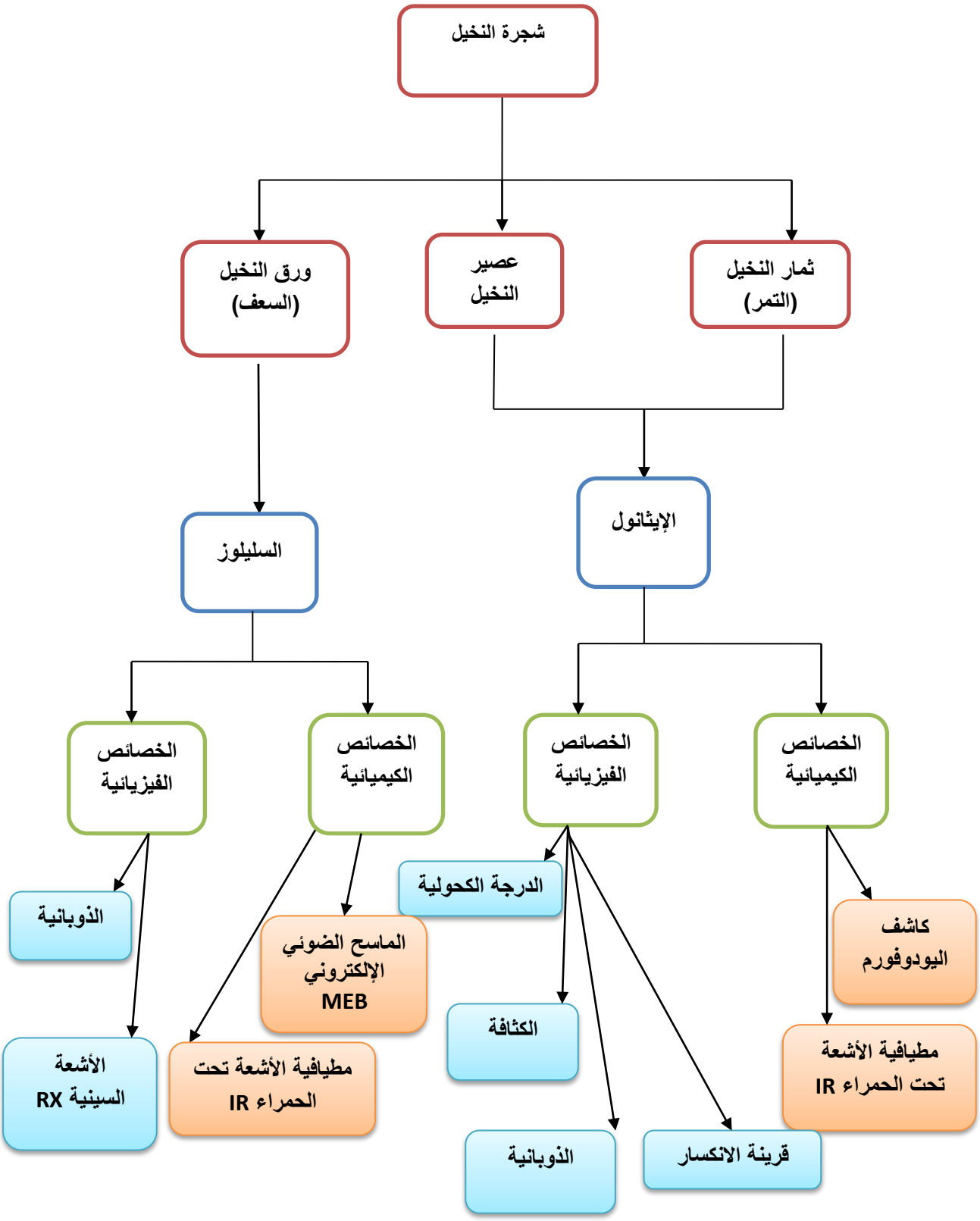
الطـــرق و الوســـــائل

تمهيد:

إن هدفنا الأساسي من خلال دراستنا هذه هو دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لبعض المواد المستخلصة من منتجات النخيل، وقد تطرقنا في موضوعنا هذا إلى دراسة خصائص الإيثانول المستخرج من التمر وعصير النخيل بالإضافة إلى السليلوز الذي تم استخلاصه من ورق النخيل (السعف) .

تمت هذه التجارب على مستوى مخابر كلية العلوم الدقيقة ومخبر تثمين وترقية الموارد الصحراوية (VTRS) بجامعة الشهيد حمه لخضر ووحدة قمع الغش بمديرية التجارة ولاية الوادي.

ونلخص الجزء العملي بشكل مخطط على النحو التالي :



الشكل (III-1): مخطط يلخص العمل المخبري

III.1- تحضير الإيثانول

III.1-1- تحضير الإيثانول من التمر:

III.1-1- 1- المواد والأجهزة المستعملة:

طريقة العمل المتبعة فيه هذا البحث وضعت بعد دراسات عديدة لأعمال سابقة التي تهدف إلى فصل الإيثانول . والجدول(III.1) الموالي يوضح المواد والأدوات المستعملة

جدول (III.1): المواد والأجهزة المستعملة

المواد المستعملة	الأدوات والأجهزة المستعملة
تمر الغرس 76غ	مسخن كهربائي
خميرة الخبز 2غ	ورق ترشيح
ماء مقطر	حجر محرك
قطرات من H_3PO_4	جهاز التقطير
قطرات من HNO_3	ميزان إلكتروني حساس
	قنينة زجاجية
	ارلن ماير

III.1-1-2- تحضير عصير التمر

من أجل تحضير عصير التمر نقوم بوزن مقدار 76 غ من التمر، بعد تنقيته من الشوائب والنوى ثم نحلله في 200 مل من الماء المقطر، عن طريق تسخين المزيج (تمر +ماء) في درجة حرارة تتراوح بين (60-80) درجة مئوية، مع التحريك المستمر لمدة 5 ساعات وذلك لتسهيل عملية ذوبان السكريات في الماء وفق قوانين انتقال المادة بعدها نقوم بتصفية المزيج بواسطة قطعة قماش مع العصر لاستخلاص كمية كبيرة من عصير التمر.

III.1-1-3- عملية التخمير:

يتم في هذه العملية تحويل السكريات إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون باستعمال خميرة الخبز في قنينة زجاجية مغلقة بإحكام عن الهواء، فيها ثقب في الغطاء نفتحه من حين لآخر لخروج الغازات. نضع عصير التمر في هذه القنينة ونضيف لها 2 غ من خميرة الخبز لتسريع عملية التخمير و قطرات من المحلول المحضر H_3PO_4 و HNO_3 .

ملاحظة: توضع القنينة في حمام مائي، حيث نقوم بمراقبة وضبط درجة الحرارة، ونترك عملية التخمر لمدة 72 سا مع درجة حرارة 32° والتحريك المستمر.

III.1.2-1- تحضير الإيثانول من عصير النخيل (اللاقمي):

III.1.2-1- المواد والأدوات المستعملة :

- 2غ من خميرة الخبز
- قنينة بلاستيكية (قارورة ماء فارغة)
- 200 مل من اللاقمي
- أنبوب بلاستيكي

III.1.2-2- عملية التخمير :

نقوم بوضع 200 مل من عصير النخيل في قارورة بلاستيكية بها ثقب موصول بأنبوب مغموس في الماء وذلك لخروج الغازات أنظر الشكل (III.2)، ثم نضيف إليها 2 غ من الخميرة، نترك العملية في درجة الحرارة العادية لمدة ثلاثة أيام .

الشكل (III.2): صورة توضح بروتوكول عملية تخمر عصير النخيل

III.1.3- عملية تركيز الإيثانول باستعمال Rotary evaporator :

تهدف هذه المرحلة إلى الحصول على الإيثانول بتركيز أكبر، وبالرغم من وجود عدد كبير من المركبات الكيميائية في مزيج التمر المتخمر، إلا أن التفاوت في درجات غليان تلك المواد يلعب دورا حاسما في فصل الإيثانول الذي يبلغ درجة حرارة تبخره 78 م. وتتم عملية التقطير بواسطة جهاز Rotary evaporator، وذلك عبر عدة مراحل الهدف منها الحصول على الكحول الإيثيلي بأعلى تركيز ممكن والتخلص من الماء الذي يرافق الكحول أثناء عمليات التقطير تدريجيا إلى أن نتحصل في الأخير على كحول نقي والصورة التالية تمثل جهاز المستعمل في التبخير Rotary evaporator.

حيث قمنا في هذه المرحلة بفصل الإيثانول من عصير التمر وعصير النخيل (اللاقمي) والشكل(III.3) الموالي يوضح عملية فصل .

الشكل (III.3): صورة لجهاز المبخر الدوار Rotary evaporator

III.1-4- عملية تركيز الإيثانول باستعمال جهاز التقطير:

وتهدف هذه التقنية إلى فصل المزيج (ماء +إيثانول) عن بعضهم اعتمادا على اختلاف درجة غليانهما، حيث نضبط المحرار في درجة حرارة الإيثانول 78 درجة مئوية، ونقوم بتشغيل المسخن فيتبخر الكحول ويتم تقطيره في الجهة الاخرى من الجهاز والصورة (III.4) التالية توضح ذلك:

الشكل (III .4): صورة لجهاز التقطير

III.1-5- تحديد المردود:

III.1-5- 1- الإيثانول المحضر من عصير التمر (A1):

$$R=(Malcool / Mmout)_{x} 100$$

حيث:

R: المردود.

Mmout: كتلة المادة الأولية المستعملة (عصير التمر) بـ g .

Malcool: كتلة الكحول المتحصل عليه بـ g .

العينـة الأوليـة المسـتعملة مـن عصـير التمـر كانـت 200 مـل التـي توافـق 190غ، بعـد عمليـة الاستخلاص تم الحصول على 80 مل من الحكول، حيث تم وزن العينة 70.76غ .

لنتحصل في النهاية على المردود التالي :

$$R=(70.76 / 190) \times 100 = 37.24\%$$

III.1-5- 2- الإيثانول المحضر من اللاقمي (Rotary evaporator) (A2):

العينة الأولية من عصير النخيل التي تم استخلاص الإيثانول منها كانت 200 مل والتي توافق 176غ، وبعد عملية الاستخلاص تم الحصول على 18مل من الإيثانول، حيث تم وزن العينة 15.92غ .

$$R=(15.92 / 176) \times 100 = 9.04\ \%$$

III.1-5- 3- الإيثانول المحضر من عصير النخيل (جهاز التقطير) (A3):

نفس كمية عصير النخيل المخمر التي تم استخلاصها بواسطة جهاز **Rotary evaporator** ، نقوم بتحضير الإيثانول منها بواسطة جهاز التقطير، حيث كانت كمية الإيثانول المستخلصة 26مل، تم وزنها 23غ .

$$R=(23 / 176) \times 100= 13.06\%$$

III.1- 6- دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية :

قمنـا بهـذه الدراسـات للعينـات المحضـرة و كـذلك للإيثـانول التجـاري المخبـري **(A4)** الـذي تركيـزه (99%)

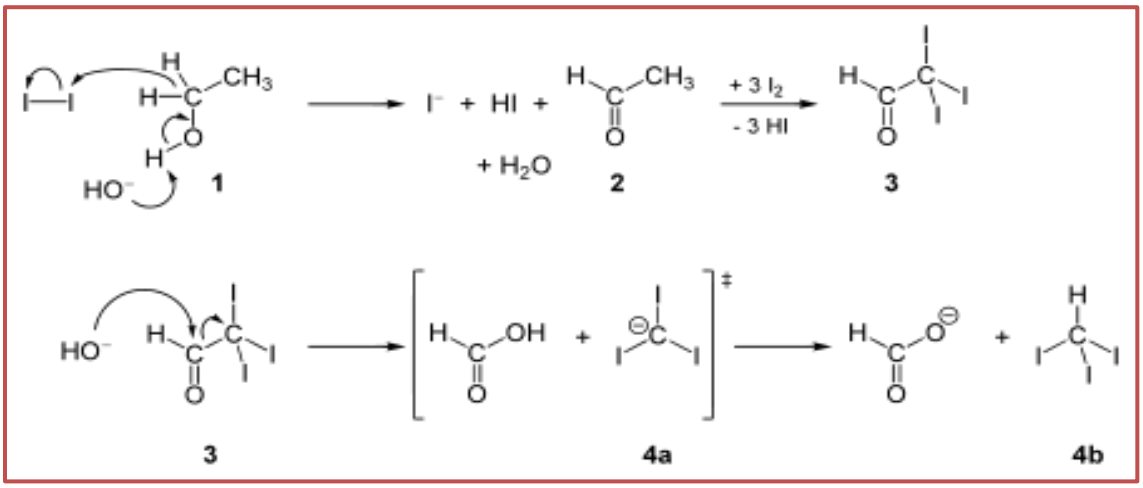
III.1- 6- 1- الخصائص الكيميائية:

III.1- 6- 1-1- الكشف الكيميائي عن الإيثانول:

اختبار تكوين اليودوفورم:

للكشـف عـن الكحـولات المحتويـة علـى مجموعـة الميثيـل المرتبطـة مباشـرة بـذرة الكربـون التـي تحملOH و H ، في هذا الاختبار تتكون عكارة بيضاء مصفرة وهي عبارة عن CHI_3 (مركب صلب ذو رائحة كريهة)، إذا تم إضافة اليود مع كل من الإيثانول والكحولات الثانوية الطريقة: 1مل من الكحول + 1مل من هيدروكسيد الصوديوم 5-10% يتم تدفئتها على حمام مائي ثم يضاف إليها محلول اليود قطرة فقطرة مع الرج جيدا حتى تتكون عكارة صفراء أو بيضاء مصفرة لا تختفي بالرج، ثم تضاف لها كمية زائدة من محلول اليود حتى تثبت العكارة (عكارة بلون أصفر مصفر عبارة عن مركب CHI_3). [62]

ويسـمى هـذا التفاعـل تفاعـل تحضـير اليودوفـورم (اصـطناع يودوفـورم) وذلـك مـن تفاعـل اليـود وهيدروكسيد الصوديوم مع الإيثانول كما هو موضح في الشكل (III .5) التالي:



الشكل (III .5): صورة توضح تفاعل الإيثانول مع اليودوفورم[63]

نطبق هذا الكشف على كل العينات (A1، A2 ، A3، A4).

III.1- 6- 1--2- مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR :

بعد استخلاص الايثانول من عصير التمر وعصير النخيل (اللاقمي) تم استعمال الأشعة تحت الحمراء(IR) من أجل تحديد الوظائف الكيميائية للعينات(A1، A2 ، A3، A4) وتحديد مدى نقاوتها.

III.1- 6- 2- الخصائص الفيزيائية :

III.1- 6- 2--1- الدرجة الكحولية (نسبة الكحول) alcoométrique volumique:

وهي مقياس يحدد نسبة الإيثانول الموجودة في المحاليل، حيث أن في الولايات المتحدة، تعرف درجة الكحول بأنها ضعف نسبة الكحول.

بعد استخلاص الايثانول من عصير التمر وعصير النخيل تم الاستعانة بجهاز القياس الدرجة الكحولية alcoométrique ، من أجل تحديد الدرجة الكحولية للعينات (A1، A2 ، A3، A4)، حيث تم وضع كل من العينات في أنبوب اختبار، ثم نغمس الجهاز في المحلول ونقوم بقراءة التدريجة ..

والصورة(III.6) التالية توضح جهاز **alcoométrique volumique** .

الشكل (III.6): صورة توضح جهاز alcoométrique volumique

III.1- 6- 2--2- الكثافة :

- **جهاز مقياس كثافة السائل Hydromètre :**

وهو جهاز يستخدم لقياس الكثافة النوعية للسوائل ويتكون من زجاج أسطواني ينتهي ببصلة (انتفاخ بصلي) ملئ بالرصاص، والأساس العلمي له هو طفو الجسم الصلب على سطح سائل، وهو يتركب من مستودع زجاجي يوجد فيه كرات من الرصاص تساعد على الاتزان الرئيسي، ويتصل مستودعه بساق زجاجي طويل ذي قطر صغير مدرج بوحدات الكثافة، بحيث يشير التدريج السفلي إلى أعلى كثافة يقيسها الهيدرومتر ويشير التدريج الأعلى إلى أدنى كثافة يقيسها الجهاز.

بعد الاستخلاص تم استعمال جهاز الهيدرومتر من أجل تحديد كثافة المحاليل للعينات (A1، A2 ، A3، A4)، حيث تم وضع كل من العينات في أنبوب اختبار ثم نغمس جهاز الهيدرومتر في المحلول ونقوم بقراءة التدريجة .والشكل(III.7) التالي يوضح صورة الجهاز

الشكل (III.7): صورة توضح جهاز Hydromètre

III.1- 6- 2--3- قرينة الانكسار Refractometer :

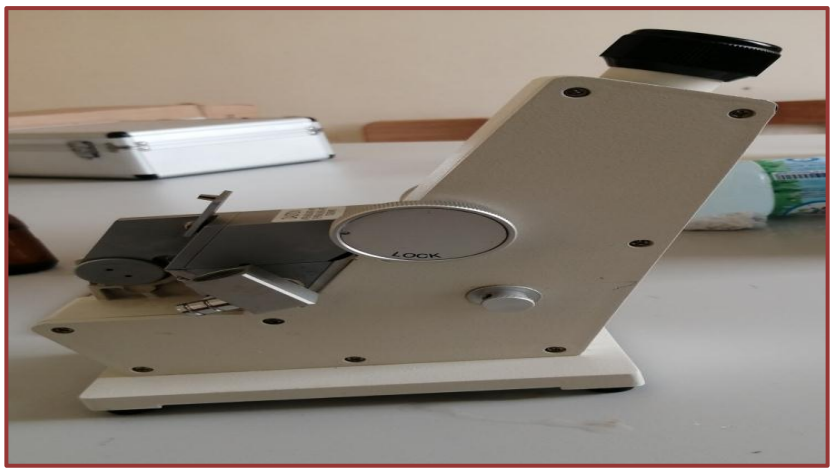
هو جهاز يستخدم يستخدم لمعرفة نسبة المواد الصلبة الذائبة في السوائل عن طريق قياس معامل الانكسار للمادة ويتم تمرير العينات في الجهاز وفقا للخطوات التالية :

- **الخطوة الأولى:** يتم فتح لوح مكان وضع العينة، حيث توضع من 2 إلى 3 قطرات من العينة، ثم يغلق اللوح حتى تنتشر العينة على كامل السطح دون وجود فقاعات هواء أو البقع الجافة.

- **الخطوة الثانية:** يوضع لوح العينة في اتجاه مصدر الضوء والنظر في العدسة، سيظهر لنا مجالا دائريا مدرجا في المركز (قد ننتظر إلى أن تغيير تركيز العدسة لنرى التدرجات بوضوح). جزء من المجال يكون أزرق مظلم بينما الجزء الآخر ينبغي أن يكون أبيض.
- **الخطوة الثالثة:** أخذ القراءة حيث تتقاطع الحدود المظلمة والبيضاء عند التدرجات.

وفي الأخير ينظف الموشور بعناية باستخدام قطعة قماش رطبة لينة ولا تغمس في الماء. يرجى قراءة دليل استعمال الجهاز قبل استخدامه.

وفي عملنا المخبري هذا قمنا بتحضير تراكيز مئوية مختلفة من الإيثانول التجاري من الشركة العالمية المصنعة (Aldrich) إلى 6 تراكيز (10%، 20%، 40%، 50% 60%، 80% ، 100%)، ووضعت هذه العينات في جهاز Refractometer مع عينات الإيثانول المحضرة من عصير التمر (A1) واللاقمي (A2 و A3) والصورة (8.III) الموالية توضح الجهاز .



الشكل(**8.III**): صورة لجهاز Refractometer

2.III- استخلاص السيليلوز :

1-2.III- المواد والأدوات المستعملة :

جدول (2.III): المواد والأجهزة المستعملة

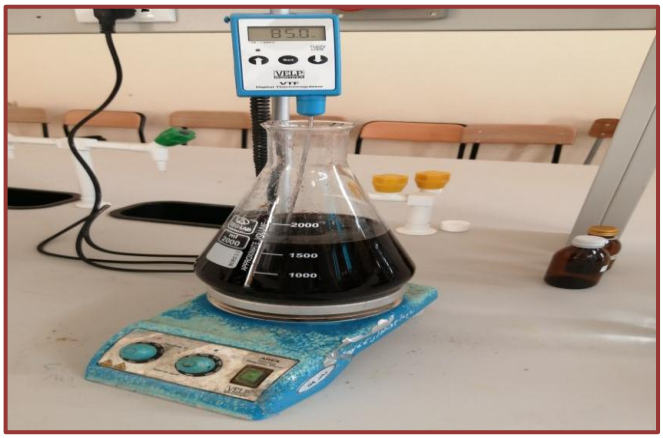
المواد المستعملة	الأدوات والأجهزة المستعملة
NaOH HCl حمض الخل الماء المقطر ماء الجافيل	مسخن كهربائي مرفق بجهاز قياس الحرارة غربال ميزان الكتروني حساس فرن كهربائي(Etuve) ارلن ماير حجر تحريك ورق ترشيح بيشر (50،500،) مل جهاز الأشعة تحت الحمراء IR الماسح الضوئي الإلكتروني M.E.B جهاز DRX

تم أخذ عينة من سعف شجرة النخيل اليابس ، ثم تقطيعها وطحنها جيدا للحصول على 140g من المادة الأولية .

- **المرحلة 1** (الغسل بالماء المقطر): نسخين 2L من الماء المقطر في إرلن ماير على صفيحة مسخنة عند درجة حرارة 100C° بعد الغليان إضافة المادة الاولية (B)، وتركها تغلي مع التحريك المستمر لمدة 1 ساعة، ثم الترشيح وتجفيف المادة الصلبة (B1) .
- **المرحلة 2** (المعالجة بال HCl) : تمت معالجة المادة (B1) بمحلول HCl وذلك بوضعها في إرلن به 1.5L من محلول حمض كلور الماء تركيزه 2M ووضعه في صفيحة تسخين عند 85C° وتركه لمدة ساعة مع التحريك المستمر ، ثم الترشيح وتكرار العملية مرة أخرى مع الغسل جيدا بالماء المقطر للتخلص من HCl وتجفف العينة الصلبة (B2) كما هو موضح في الشكل (9.III) .

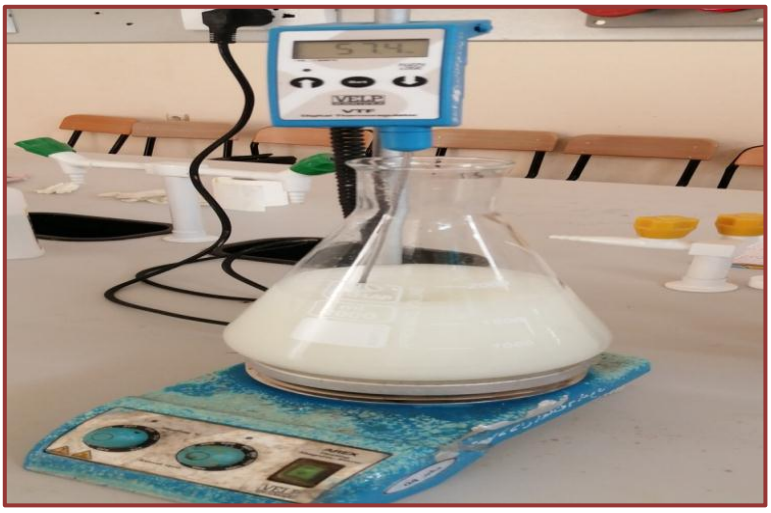
الشكل (9.III): صورة تبين معالجة العينة B1 بـ HCL

- **المرحلة 3** (المعالجة ب NaOH): تم أخذ 120 g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH ووضعها في إرلن به 1.5L من الماء المقطر للحصول على محلول تركيزه 2M ،ثم وضعه في صفيحة تسخين ، حيث تم وضع العينة (B2) في المحلول عند 85C° مع التحريك المستمر لمدة ساعة ، ثم نقوم بالترشيح وتكرار العملية 3 مرات وبعد الترشيح الأخير تغسل بالماء المقطر وترك العينة الصلبة تتجفف في الفرن عند درجة الحرارة 60 درجة مئوية (B3) كما هو مبين في الشكل (10.III).



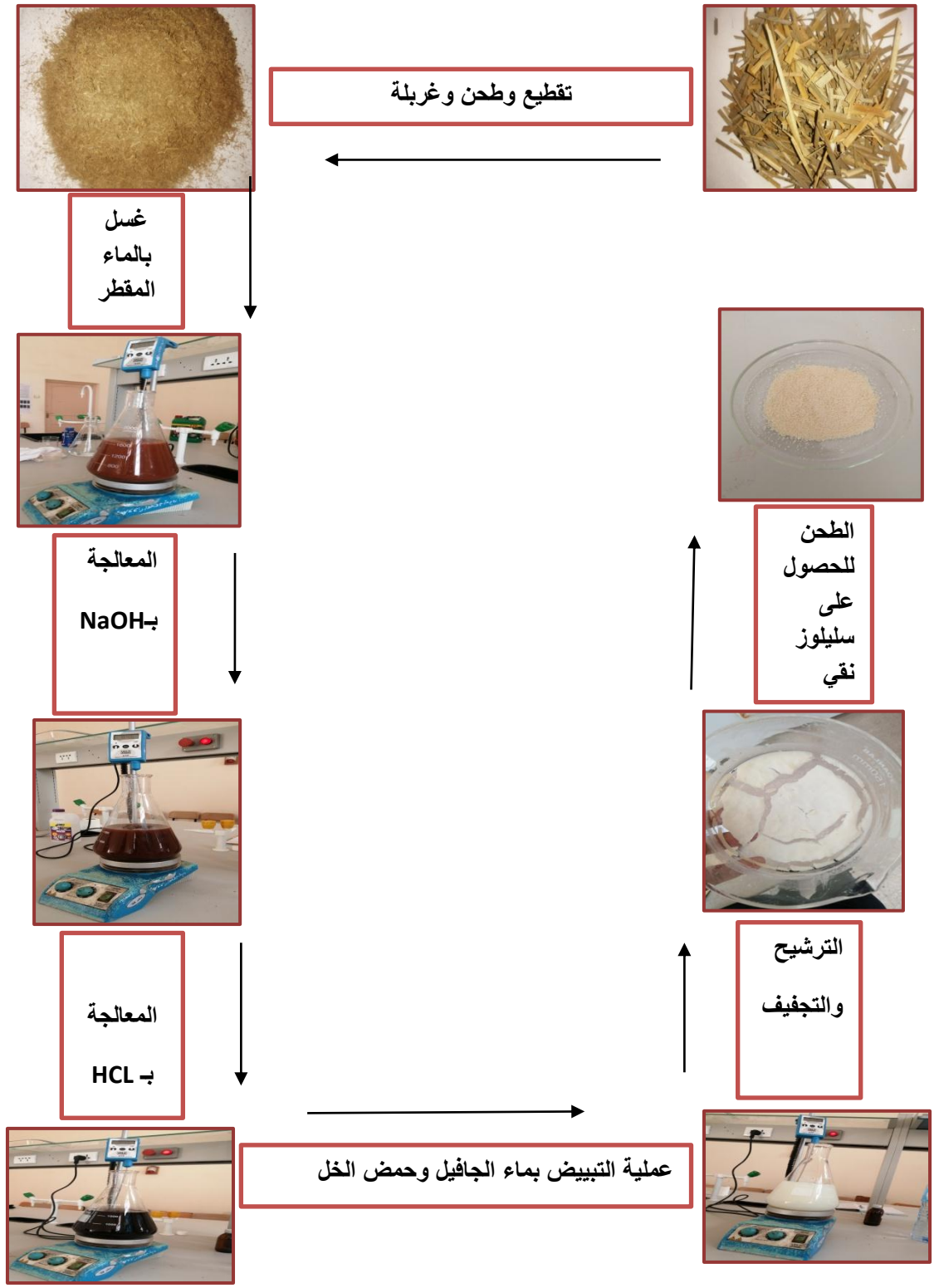
الشكل (10.III): صورة تبين معالجة العينة B2 بـ NaOH

- **المرحـة 4 (** عمليـة التبييض **):** وضـع 600ml مـن المـاء المقطـر مـع 5ml مـن حمـض الخـل ثـم نضيف 1L من الجافيل في إرلن ماير ووضعه في صفيحة التسخين وضبط درجة الحرارة عند 60C° ثم إضافة المادة (B3) مع التحريك المستمر لمدة 30 دقيقة . انظر الشكل (11.III)، ثم الترشيح وتكرار العملية مرتين أو ثلاثة.



الشكل (III.11**):** صورة تبين تبييض العينة B3

- ترشيح ثم تجفيف المادة الصلبة في الفرن وطحنها (B4) لنحصل على سليلوز نقي .



الشكل: (12.III): مخطط يوضح خطوات استخلاص السليلوز من سعف النخيل

III.2.2- دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية :

III.2.2.1- الخصائص الكيميائية :

لدراسة الخصائص الكيميائية نستعمل الأجهزة التالية :

III.2.2.1.1- مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR:

بعد استخلاص السليلوز من السعف تم استعمال الأشعة تحت الحمراء من أجل تحديد الوظائف الكيميائية للعينة وتحديد مدى نقاوتها.

III.2.2.1.2- الماسح الضوئي الإلكتروني M.E.B:

من أجل ملاحظة البنية المجهرية للعينة يتم فحصها بالمجهر الإلكتروني الماسح .

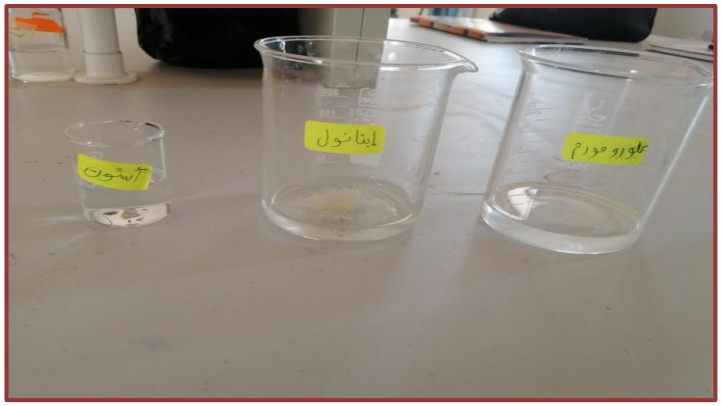
III.2.2.2- الخصائص الفيزيائية :

III.2.2.2.1- حيود الأشعة السينية DRX:

بعد استخلاص السليلوز من السعف تم تشخيص العينة باستعمال حيود الأشعة السينية من أجل تحديد مدى نقاوتها وكذلك نسبة تبلورها.

III.2.2.2.2- الذوبانية:

لدراسة ذوبانية السليلوز استعملنا ثلاثة مذيبات (الإيثانول، الأستون و الكلوروفورم)، حيث تم وضع 1غ من عينة السليلوز في حجم قدره 15مل من كل مذيب كما هو موضح في الشكل (III.13)، ثم نسجل النتائج المتحصل عليها .



الشكل(III.13): دراسة ذوبانية السليلوز

الفصـــل الرابع

النتائج و المناقشـــــة

تمهيد:

في هذا الفصل سيتم عرض كل نتائج العمل التجريبي السابق ، حيث سنقارن بين جودة ومردود الإيثانول التجاري والإيثانول المحضر بالطرق الكيميائية والفيزيائية لنوعين من منتجات النخيل عصير النخيل (اللاقمي) المركز بطريقتين مختلفتين ، وعصير التمر.

أيضا سنقوم بعرض نتائج بعض الدراسات التي أجريناها على السيليلوز المستخرج من سعف النخيل.

نرمز لمنتجات النخيل التالية بالرموز المبينة أسفله:

1- يرمز لعصير التمر بالرمز: A1

2- يرمز لعصير النخيل الذي يحضر منه الإيثانول المركز بالطريقة 1 بالرمز: A2

3- يرمز لعصير النخيل الذي يحضر منه الإيثانول المركز بالطريقة 2 بالرمز: A3

4- يرمز للكحول التجاري بالرمز: A4

1.IV النتائج والمناقشة للإيثانول:

وجدنا من خلال العمل المخبري أن عصير التمر أعطى مردود أفضل للإيثانول وأن أفضل طريقة لفصله هو تقطيره بجهاز التقطير

في الجدول (IV -1) أدناه مردود الإيثانول لعينات الإيثانول المحضرة :

جدول(IV -1): مردود الاستخلاص بالنسبة للعينات (A1 ، A2 ، A3).

العينة	مردود الاستخلاص R%
A1	37.24
A2	9.04
A3	13.06

1.IV -1- نتائج الدراسة الكيميائية والفيزيائية للإيثانول:

بعد المعالجة الكيميائية والفيزيائية للعينات تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول أدناه (2- IV).

جدول(2- IV): النتائج الكيميائية والفيزيائية لعينات الإيثانول

الخصائص المدروسة	(A1)	(A2)	(A3)	(A4)
الدرجة الكحولية	17%	10%	14%	75%
الكثافة	0.89غ/سم^3	0.96غ/سم^3	0.92غ/سم^3	0.789غ/سم^3
الكشف الكيميائي (اختبار اليودوفورم)	لون أصفر	لون أصفر	لون أصفر	لون أصفر
قرينة الانكسار	1.3525	1.3475	1.351	1.362

1.IV -1-1 الدراسة الكيميائية:

حسب الجدول (2- IV) ، نلاحظ أن اختبار الكشف باليودوفورم أعطى نتائج ايجابية في كل العينات (ظهور اللون الأصفر)كما هو موضح في الصورة (1- IV) ، وهذا يدل على وجود الإيثانول في العينات المحضرة من عصير التمر وعصير النخيل .

الشكل(1- IV): صورة لاختبار اليودوفورم على الإيثانول

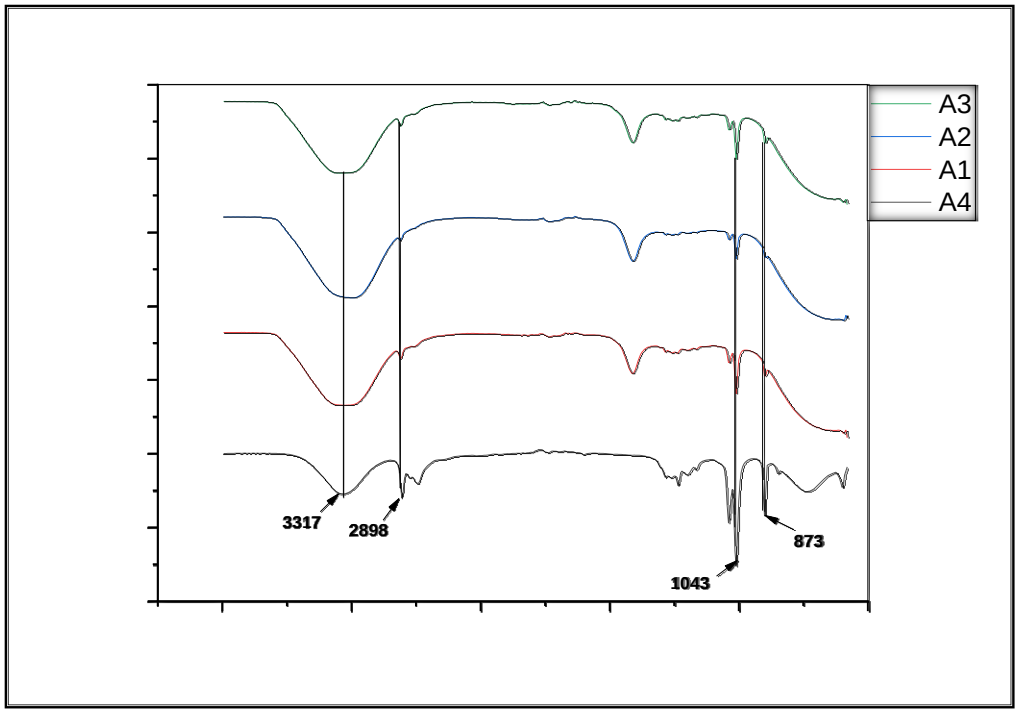
من خلال نتائج الجدول(IV -1) نلاحظ أن مردود الإيثانول للعينة (A1)أكبر من مردود الإيثانول في العينة (A2) و(A3). ويرجع ذلك إلى أن عصير التمر يحوي نسب أكبر من السكر مقارنة بعصير النخيل وهذا ما أكدته دراسات سابقة [34].

كما نلاحظ أن مردود الإيثانول للعينة (A3) أكبر من مردود الإيثانول للعينة (A2) ويرجع هذا إلى الاختلاف في الطريقة المتبعة في عملية التقطير للعينات ، حيث أن العينة (A3) تم فصلها عن طريق جهاز التقطير ، والعينة (A2) تم فصلها عن طريق جهاز Rotary evaporator.

ومن هنا نستنتج أن جهاز التقطير يعطي إيثانول ذات مردود أفضل ونقاوة أحسن.

طيف الأشعة تحت الحمراء (IR):

تم استخدام جهاز الأشعة تحت الحمراء على عينات الإيثانول المحضرة والإيثانول التجاري من أجل تحديد الوظائف الكيميائية ومدى نقاوة العينات ، والشكل(**IV -2**) التالي يوضح طيف الأشعة IR للعينات



الشكل(IV -2): طيف الأشعة تحت الحمراء للعينات (A1 ، A2 ، A3 ، A4).

من خلال الأطياف نلاحظ ظهور قمة عند التردد $3317cm^{-1}$ وهذا ما يوافق الرابطة (O-H)والتي تكون بشدة اكبر في طيف العينة (A2)والعينة (A3) وتكون بشدة أقل في طيف العينة (A1) مقارنة بحزمة العينة (A4) ، مما يشير إلى نسب الماء المتفاوتة في العينات المحضرة ، كما

نلاحظ ظهور الحزمة الخاصة بالرابطة (C-H)على شكل قمة عند التردد $2898cm^{-1}$ ، أما التي ظهرت عند التردد $1043cm^{-1}$ فهي عائدة إلى وجود الرابطة (C-O) ، وأيضا نلاحظ ظهور قمة عند التردد $873cm^{-1}$ مما يشير إلى وجود الرابطة (C-C) ، والتي لا يخلو منها مركب عضوي كما أكد المرجع [64].

حيث بينت أطياف الأشعة للعينات (A1)، (A2) و (A3) أنها تطابق طيف الأشعة للعينة (A4)التي تمثل الإيثانول التجاري المركز ، مع الاختلاف البسيط في شدة القمم وهذا يرجع إلى اختلاف مصدر تحضير الإيثانول وكذلك الطرق المستعملة في تحضيره ، وهذا ما توصلت إليه نتائج دراستنا المذكورة سابقا.

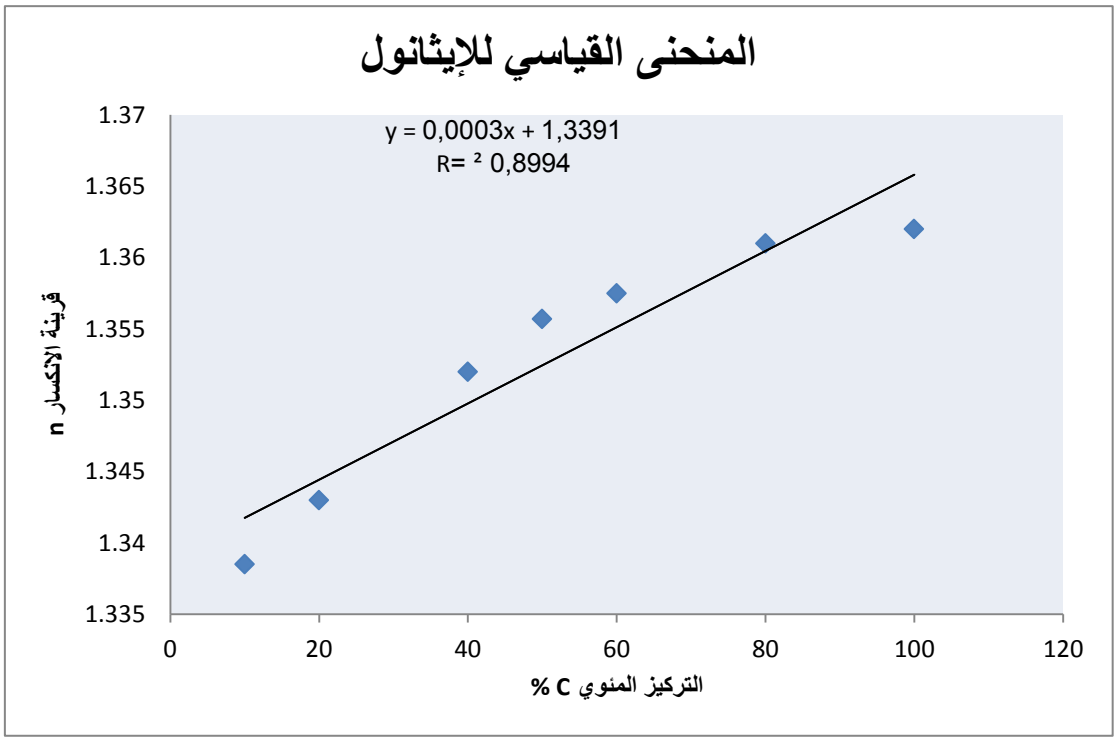
IV.1 -1-2 - الدراسة الفيزيائية:

كما نلاحظ من خلال نتائج الدراسة الفيزيائية الجدول(IV -2) أنه كلما زادت الدرجة الكحولية للإيثانول زادت قرينة الانكسار ، وبالتالي وجود علاقة طردية بينهما.

وهذا ما استنتجناه من خلال النتائج المتحصل عليها من قرينة الانكسار للإيثانول التجاري وعينات الإيثانول المحضرة مخبريا كما هو موضح في الجدول(IV -3) التالي :

جدول(IV -3): نتائج قرينة الانكسار والتركيز المئوي للإيثانول التجاري(A4)

التركيز المئوي	قرينة الانكسار
10	1.3385
20	1.343
40	1.352
50	1.3557
60	1.3575
80	1.361
100	1.362



الشكل(IV -3): مخطط يوضح تغيرات قرينة انكسار الإيثانول بدلالة التركيز

نلاحظ من الشكل (IV -3) أنه كلما زاد التركيز المئوي للإيثانول زادت قرينة الانكسار أي وجود علاقة طردية بينهما ، وهذا ما تؤكده الدراسات السابقة حيث من المعروف أنه كلما زادت كثافة المحلول زادت قرينة الانكسار التي تمثل نسبة سرعة الضوء في الفراغ. و الجدول (IV -4) الموالي يوضح قرينة الانكسار لتراكيز الإيثانول المئوية.

جدول(IV -4): نتائج قرينة الانكسار والتركيز المئوي للعينات

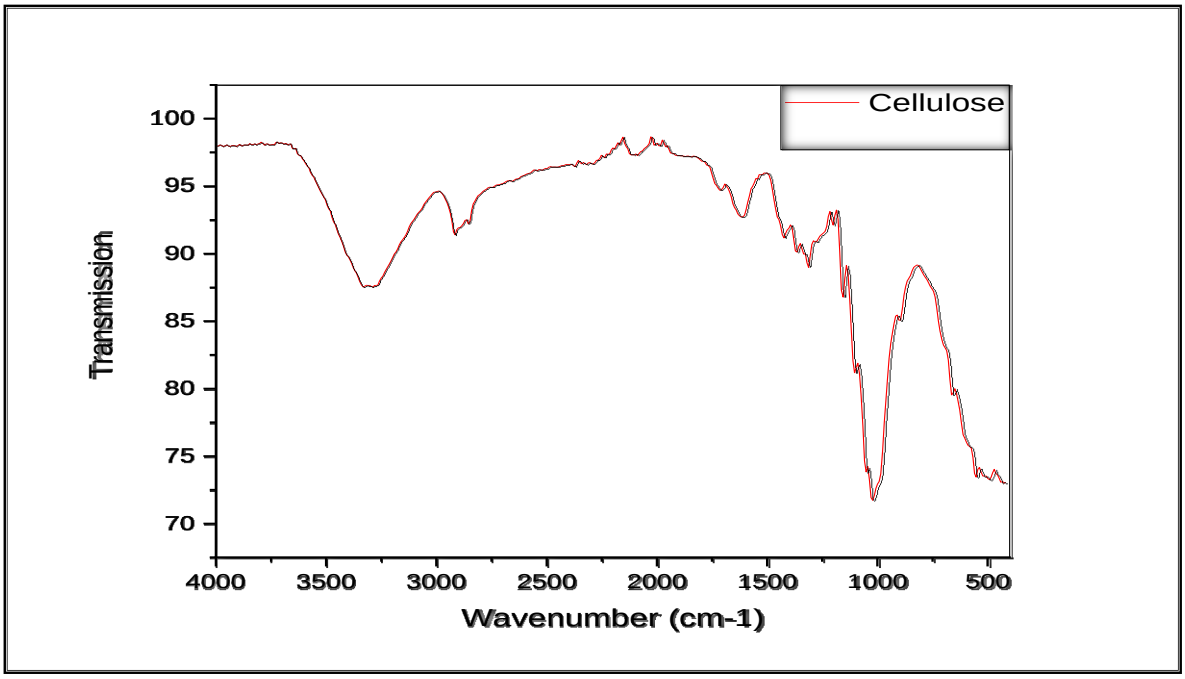
الرمز	قرينة الانكسار للعينات	التركيز المئوي
A1	1.3525	44.67
A2	1.3475	28.00
A3	1.351	39.67
A4	1.362	100

2.IV نتائج الدراسة الكيميائية والفيزيائية للسليلوز:

2.IV -1- الدراسة الكيميائية:

2.IV -1-1 طيف الأشعة تحت الحمراء IR:

من أجل تحديد الوظائف الكيميائية للسليلوز المستخلص من السعف تم استعمال جهاز طيف الأشعة IR والمخطط (IV -4) التالي يوضح طيف الأشعة للعينة.



الشكل(IV -4): طيف الأشعة تحت الحمراء IR للسليلوز المستخرج من سعف نخيل التمر

نلاحظ من خلال الشكل(IV -4) لطيف الأشعة تحت الحمراء للسليلوز ، ظهور قمة عريضة عند المجال ($3400\text{-}3100cm^{-1}$) ، ويمكن تفسير ظهورها بهذا الشكل هو وجود الراوابط الهيدروجينية بين مجموعات OH في السليلوز ، والتي كثيرا ما تظهر في أطياف الأشعة تحت الحمراء للكاربوهيدرات عامة.

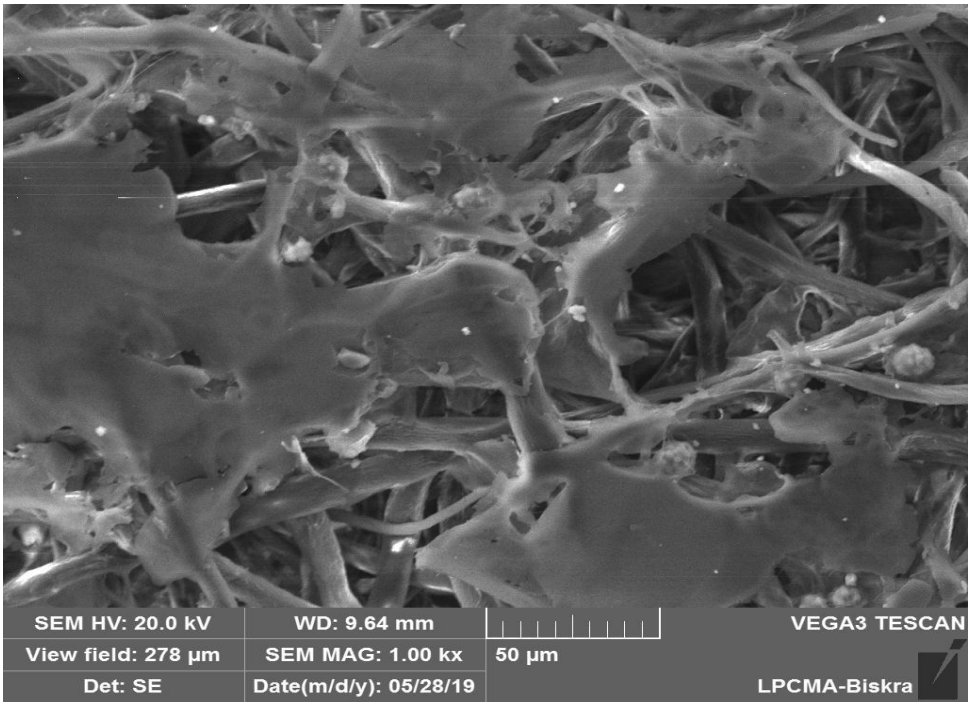
وتظهر بشكل قمة حادة عند التردد $2980cm^{-1}$ والتي تدل على وجود الرابطة (C-H) ، أما التي تظهر ما بين ($1500\text{-}1000cm^{-1}$) ، فهي تدل على وجود الرابطة (C-H bending) ، وأيضا ظهور قمة قوية وعريضة عند التردد $1070cm^{-1}$ وهذا يوافق وجود الرابطة (C-OH) ، والتي تظهر عند التردد $1040cm^{-1}$ فهي ناتجة عن الرابطة (C-O) ، وهذه أبرز المجموعات الفعالة في السليلوز. أما المنطقة الواقعة من $1000cm^{-1}$ فما دون فهي ليست بذات

الأهمية لأنها تعود إلى تأرجح الرابطة (C-C) والتي تظهرعند التردد ($1000\text{-}800cm^{-1}$) ، وعند التردد $500cm^{-1}$ ، والتي لا يخلو منها مركب عضوي وهذا حسب ما أكده المرجع[62]، وآخرون.

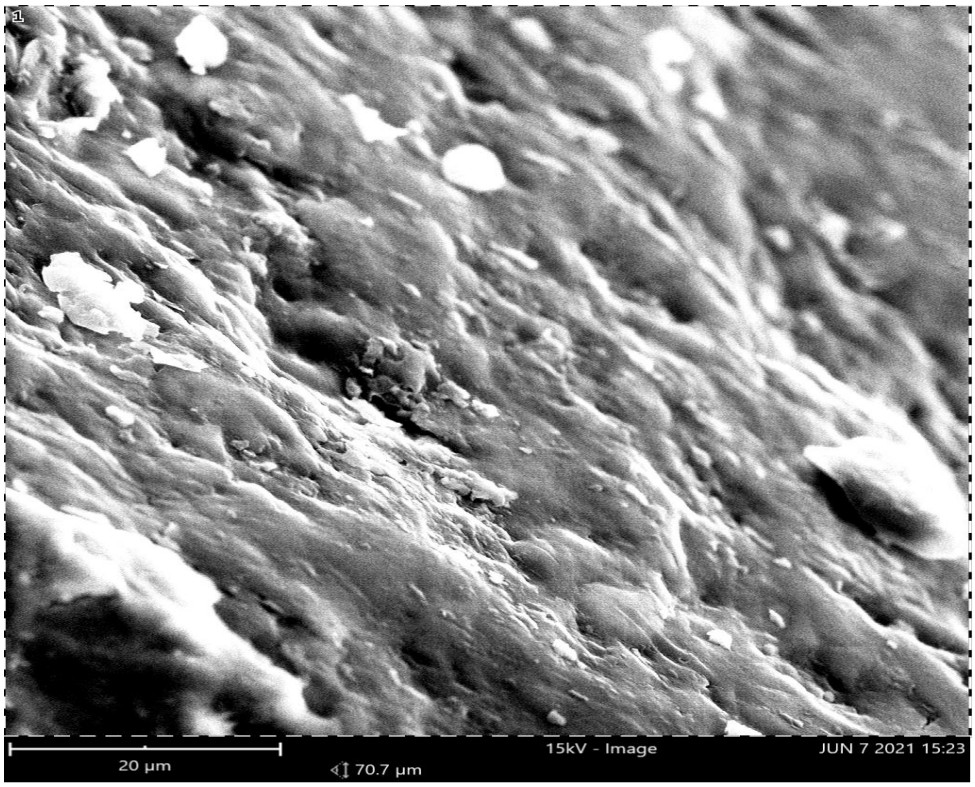
2.IV -1-2 المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) :

من أجل ملاحظة الاختلاف المجهري لبنية العينة قبل وبعد الاستخلاص، تم فحص سعف النخيل الذي يمثل العينة الأولية والسليلوز الذي يمثل العينة النهائية بالمجهر الإلكتروني الماسح.

وهذا ماتوضحه الصور (IV -5) (IV -6) التالية :



الشكل(IV -5): صورة مجهرية لعينة سعف النخيل[59]



الشكل(IV -6): صورة مجهرية لعينة السليلوز

نلاحظ اختلاف كبير بين البنية المجهرية للسعف (المادة الأولية) وبين بنية السليلوز بعد كل مراحل الاستخلاص وهاذا ما أكده المرجع [59] .

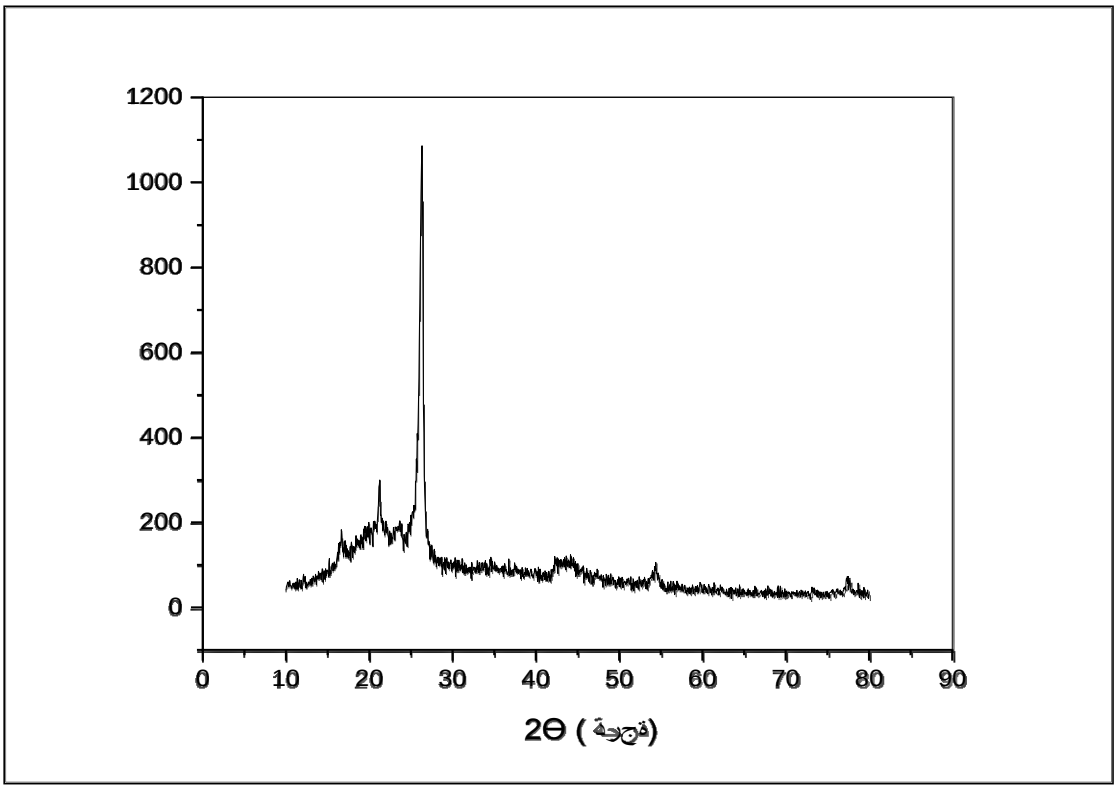
كما نلاحظ أيضا انخفاض كبير في تواجد الأجزاء الغير متبلورة وهذا يدل على نزع المواد الغير سليلوزية (الهيموسليلوز و اللجنين).

ونلاحظ أيضا من الشكل (IV -6)، بأن قوام الألياف ممتاز ومنتظم وهذا دليل على أن نسبة السليلوز المتبلور عالية وهذا ما أكدته تحاليل الاشعة السينية .

2.IV -2- الدراسة الفيزيائية:

2.IV -2-1 حيود الأشعة السينية:

بعد استخلاص السليلوز من سعف نخيل التمر تم تشخيص العينة باستعمال حيود الأشعة السينية من أجل تحديد مدى نقاوة العينات وكذلك نسبة التبلور للعينة.



الشكل(IV -7): طيف حيود الأشعة السينية للسليلوز المستخلص من سعف النخيل

تعتبر بلورة السليلوز عاملا هاما في تحديد خواصه البلورية. في هذه الدراسة تم الفحص بالأشعة السينية لألياف السليلوز المستخلص من سعف النخيل.

من خلال الشكل (IV -7) نلاحظ وجود قمم حادة عند (2θ =26.2998°) و(2θ= 16.65°) والتي تمثل نموذج السليلوز الأولي وهذا يدل على عدم تغير البنية البلورية خلال مراحل المعالجة ، حيث تم حساب نسبة التبلور باستعمال العلاقة التالية [65].

$$Cr\% = (I_{002} - I_{amor} / I_{002}) \ 100 = (1086-183/1086) \ 100 = 83.14\%$$

حيث:

Cr = نسبة التبلور

I_{002} = شدة الحيود عند (2θ =26.2998°)

I_{amor} = شدة الحيود عند (2θ= 16.65°)

2.IV -2-2 اختبار ذوبانية السليلوز:

بعد غمس السليلوز المستخلص من سعف نخيل التمر في ثلاث مذيبات فكانت النتائج كالتالي انظر الجدول (IV -5) :

الجدول(IV -5): نتائج اختبار ذوبانية السليلوز على المذيبات

	الإيثانول	**الأستون**	**الكلوروفورم**
السليلوز	**-**	**-**	**-**

(-) عدم الذوبانية

نلاحظ من خلال النتائج عدم ذوبانية السليلوز في المذيبات المذكورة سالفا وهذا ما يطابق المواصفات العالمية للسليلوز و تؤكده أيضا الدراسات السابقة [59].

الخـــــاتمة

الخاتمة

في دراستنا هذه حول منتجات النخيل والتي تتمثل في تحضير الإيثانول من عصير التمر وعصير النخيل (اللاقمي) وتم الفصل بطرق مختلفة، ومن خلال ما توصلنا إليه من نتائج وجدنا أن العينتين تختلفان من ناحية مردود الإيثانول، حيث أن عصير التمر أعطى مردود معتبر في ناتج الإيثانول، بالرغم من إتباع نفس الخطوات في تحضير العينتين A1 وA2.

أما من ناحية الطرق المتبعة في تقطير الإيثانول، فلقد توصلنا إلى أن الإيثانول المفصول من جهاز التقطير يكون بكمية أكبر ونقاوة أحسن من الإيثانول المفصول بواسطة جهاز Rotavapeur.

وفي دراسة أخرى والتي كانت عبارة عن استخلاص السليلوز من المخلفات النباتية والتي طبقناها على السعف (مخلفات النخيل)، وبعد دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للعينة المستخلصة وجدنا أن السعف أعطى سليلوز ذو نقاوة عالية ونسبة تبلوره جيدة .

أما من ناحية اختبار ذوبانية السليلوز، فتبين لنا عدم ذوبانيته في الإيثانول ،الأستون والكلوروفورم وهذا ما تؤكده الدراسات السابقة.

وفي الأخير يمكننا أن نستنتج من هذه الدراسة أن:

- ✓ يمكننا استخدام منتجات النخيل (عصير التمر، وعصير النخيل) كمصدر في إنتاج الإيثانول.
- ✓ التمر يحتوي على كمية معتبرة من الإيثانول ذو خصائص جد ممتازة.
- ✓ يمكننا استخدام مخلفات النخيل(السعف) كمصدر لاستخلاص السليلوز.
- ✓ السعف يحتوي على كمية معتبرة من السليلوز ذو خصائص تجارية.
- ✓ يمكننا أن نقترح في آفاق الدراسة، تحسين الطرق المتبعة في فصل الإيثانول من خلال تخمر التمور التي أعطت أحسن مردود وفصلها بأفضل طرق التقطير.
- ✓ فيما يخص تحضير الإيثانول نوصي الباحثين باستعمال طرق مبتكرة جديدة، وذلك بالاستعانة بمنتجات النخيل التي تحتفظ بالكثير من الكنوز الثمينة .

قائمة المصادر والمراجع

❖ المراجع الاجنبية :

[01] Benoit L., 2003. Les palmiers dattiers menacés par la mondialisation commerciale.*L'Etat de la planète*, 9: 1-6.

[02] Allam A., 2008. Etude de l'évolution des infestations du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linné, 1793) par *Parlatoria blanchardi* Targ. (*Homoptera diaspididae* Targ. 1892) dans quelques biotopes de la région de Touggourt. *Mémoire de magister en sciences agronomiques*, I.N.A., El-Harrach, 89p.

[03] Idder M. A., 1992. Aperçu bioécologique sur *Parlatoria blachardi* Targ. 1905(*Homopteca-diaspidinae*) en palmeraies à Ouargla et utilisation de son ennemi pharoscymnus semiglobosus karsh. (*Coleoptera-Coccinellidae*) dans le cadre d'un essai de lutte biologique. *Thèse de magister en sciences agronomiques*, I.N.A., El-Harrach, 102p.

[04] Rhouma A., 1994. Le palmier dattier en Tunisie. I. Le atrimoine génétique, vol. 1.*Edt. Arabesques*, Tunis, 254p.

[05] Munier P., 1973. Le palmier dattier. *Ed. G. P. Maisonneuve et Larose*, Paris. 221p.

[06] Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A. et Brac de la perriere R. A., 1998.Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Edt. Anep, Rouïba (Algérie), 225p.

[07] Al-Khalifah N.S. and Askari E., 2003. Molecular phylogeny of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Saudi Arabia by DNA fingerprinting. *Theor. Appl.Genet.*, 107: 1266-1270.

[08] Beal J. M., 1937. Cytological studies in the genus phoenix. *Bot. Gaz.*, 99: 400-407.

[09] Rival A., 2010. Palmier à huile, palmier dattier : deux cultures stratégiques. *Ecologie*, 315: 54-60.

[10] El-Houmaizi M. A., 2002. Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. *Thèse Doctorat 3i^{ème} cycle en sciences*, Univ. Cadi Ayyad Faculté des sciences Semlalia, Marrakech,144p.

[11] Moore H. E. J., 1973. The major groups of palms and their distribution. *Gentes herb.*,11: 27-141.

[15] A. Zaid and E.J. Arias-Jiménez, *Date palm cultivation.* FAO Plant Production and Protection, 2002. 156: p. 110.

[20] MmeAmellal ,Thése de doctorat. Aptitudes technologique de quelque variété dedattes:formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé université bomerdes 2007-2008.

[23] http://.Ar.wiképidia.les dattes.org/wiki .06.06.2021/20:55

[27] Wilcosky TC, Tyroler HA - Mortality from heart diseases among workers exposed to solvents. J Occup Med, 1983 ; 25 : 879-885.

[28] https://ar.thpanorama.com/articles/biologa/fermentacin-proceso-y-tipos.html.15.06.2021/14:30.

[29] Budavari S (ed.) - The Merck Index. 13 éd. An encyclopaedia of chemicals, drugs and biologicals. Whitehouse Station, NJ : Merck and Co., Inc. e ; 2001 ; 261 p.

[30] Fire protection guide to hazardous materials. 13 e éd. NFPA (National Fire Protection Agency).

[31] Chemical and Physical Characteristics of Ethanol and Hydrocarbon fuels, page 10.

[32] https://fr.wikipedia.org/wiki/Ethanol .06.06.2021/22:17

[33] Ethanol. In Cheminfo Chemical Profiles. CCOHS ; 2006 (https://www.ccohs.ca/).

[37] Gandini, Mohamed Naceur Belgacem et Alessandro. monomers.polymers and composites . Oxford, UK : Elsevier, First edition.2008

[38] Kenneth A. Mason, Susan R. Singer , Peter H. Raven, George B.Johnson, Mc Graw Hill Jonathan B Losos , Biology , Saudi Arabia : Abikan to post , 2014 .

[40] Dowson, V.H.W., Dates and Date Cultivation of the 'Iraq. 1923: Agricultural directorate of Mesopotamia.

[41] Mari Granström . Cellulose Derivatives: Synthesis, Properties and Applications.Finland : Faculty of Science University of Helsinki . 2009

[42] Fink, H. P., Weigel, P., Purz, H. J., & Ganster, J. Structure formation of regenerated cellulose materials from NMMO-solutions. Progress in Polymer Science. 26 9 2001, p. 1473.

[43] https://fr.wikipedia.org/wiki/Cellulose. 10.06.2021/20:57

[45] Al-Jabray, K. M., Namma, M. A., & Mahdi, A. S. (2005). Lignin and cellulose content in some parts of date palm Phoenix dactlifera L.

[46] Menon, V. and M. Rao, Trends in bioconversion of lignocellulose: biofuels ،platform chemicals & biorefinery concept. Progress in energy and combustion science, 2012. 38(4): p. 522-550.

[47] Belgacem, M.N. and A. Gandini, Monomers, polymers and composites from renewable resources. 2011: Elsevier.

[48] Ahmad, M., et al., Development of novel assays for lignin degradation :comparative analysis of bacterial and fungal lignin degraders. Molecular Biosystems, 2010. 6(5): p. 815-821.

[49] Yokoyama, S. and Y. Matsumura, The Asian biomass handbook: a guide for biomass production and utilization. The Japan Institute of Energy, 2008: p. 61-62.

[50] Petkowicz, C., F. Reicher, and K. Mazeau, Conformational analysis of galactomannans: from oligomeric segments to polymeric chains. Carbohydrate Polymers, 1998. 37(1): p. 25-39.

[51] Araújo, J.D.P., Production of vanillin from lignin present in the Kraft black liquor of the pulp and paper industry. 2008, University of Porto. p. 21-50.

[52] Boudet, A.-M., Lignins and lignification: selected issues. Plant Physiology and Biochemistry, 2000. 38(1-2): p. 81-96

[53] Lourenço, A. and H. Pereira, Compositional variability of lignin in biomass.Lignin- trends and applications. InTech, 2018: p. 65-98.

[54] Zakzeski, J., et al., The catalytic valorization of lignin for the production of renewable chemicals. Chemical reviews, 2010. 110(6): p. 3552-3599.

[55] https://fr.wikipedia.org/wiki/Lignine.23.06.2021/19:45.

[56] Bogati, Dhani Raj. CELLULOSE BASED BIOCHEMICALS AND THEIR APPLICATIONS. Imatra : Unit of Technology, Degree Programme in Chemical Engineering, 2011.

[57] Gord, Herbert, et al. Cellulose-based food casings. U.S. Patent Application No 09/908,742 USA, 5 30, 2002.

[58] Sainila, Tilly. STABILITY AND PROPERTIES OF CELLULOSESODIUM HYDROXIDE SOLUTION SYSTEMS. Lappeenranta University of Technology Finland : Master's thesis, 2015.

[62] https://www.chemistrysources.com / iodoform-test /10.06.2021/21:57

[63] https://www.wikidoc.org/index.php/File:Iodoform_synthesis.png .15.06.2021/20:00

[64] Silversteino, R. M. and weloster, F.X.(1996). Spectrometric identification of organic compounds, 6th ed. John Wiley and Sons eds. Inc. U.S.A.

[65] B. Wang, M. Sain, & K. Oksman, Study of structural morphology of hempfiber from the micro to the nanoscale. Applied Composite Materials ،14(2), 2007, 89–103.

❖ المراجع العربية :

[12] غ.ح.ح، علي.، التصنيف النباتي والوصف المورفولوجي والتركيب التشريحي لنخلة التمر: 2003 دائرة بلدية أبو ظبي وتخطيط المدن، إدارة الإرشاد والتسويق الزراعي والثروة الحيوانية.*Phoenix dactylifera* L

[13] غ، زينب.، د ا رسة تحليلية للبيدات وفينولات ومكونات أخرى لبعض أصناف نخيل التمر المحلية رسالة الدكتورا ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة،2015

[14] أ .م حسام حسن علي غالب ، أصناف نخيل التمر في دولة الإمارات العربية المتحدة ، .مركز زايد للتراث دولة الإمارات العربية المتحدة ،2008

[16] الصديق قمولي ، دراسة إلكتروكيميائية لفينولات بعض نوى التمر المحلي ، مذكرة تخرج[.ماستر بجامعة ورقلة20

[17] د .سالم اللوزي ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الخرطوم ، ديسمبر2003

[18] آسيا بته ، سمية تركي ، فاطمة الزهراء بورقعة ، تحضير البيوايثانول انطلاقا من أنواع

[19] د .حسن عبد الرحمان شبانة ود .عبد الوهاب زايد وعبد القادر إسماعيل سنبل ، التغيرات الفسيولوجية والكيماوية التي تطرأ على ثمار النخيل أثناء بلوغها ونضجها، دولة الإمارات المتحدة ،2010

[21] .عمر العزاوي ، إستراتيجية تسويق التمور في الجزائر ، جامعة ورقلة

[22] د .شحاتة أحمد عبد الفتاح (خبير تصنيع التمور بمركز البحوث الزراعية) ، موسوعة النخيل والتمور ، دار الطلائع للنشر والتوزيع والتصدير سنة 2000

[24] د.موسى الفياض، م.عبير أبو رمان، مقالة علمية حول(الوقود الحيوي الأفاق والمخاطر والفرص) ،2010

[25] الجمعية الملكية،جانفي 2008 ، الوقود الحيوي المستدام:الآفاق والتحديات – ص1

[26] ا.د.عبد الباسط عودة ابراهيم ، مقالة علمية حول (التمور مصدر بديل لإنتاج الوقود الحيوي (الوقود النباتي))،2013

[34] دبار عائشة .، دراسة تأثير كمية الماء المضافة وكذا نسبة امتلاء المفاعل الحيوي على مردود البيوإيثانول الناتج عن تخمر التمور مذكرة ماستر اكاديمي جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي ، 2015

[35] بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس بعنوان تحضير الإيثانول واستخداماته جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية قسم العلوم شعبة الكيمياء.

[36] د.سامي المظفر. اساسيات كيمياء حياتية . الاردن : دار المسيرة للنشر.

[44] المنظمة العربية للتنمية الزراعية الخرطوم كانون الثاني (ديسمبر) 2003 دراسة تطوبر انتاج م تصنيع التمور والاستفادة من مخلفات النخيل في الوطن العربي (الدكتور سالم اللوزي) ص : 1-189

[59] نور الهدى جابو إيمان العايش. ، استخلاص السيليلوز من المخلفات النباتية الجريد ومخلفات شجيرات البطاطة لنحضير خلات السيليلوز مذكرة ماستر اكاديمي ، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي ، 2019

[60] د. فطحيزة التجاني شعيب.، استخلاص السيلسلوز من بقاية شجرة نخيل التمر Phoenixdactylifera.L ودراسة خصائصه رسالة الدكتورا ، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي ، 2020

[61] برتيمه حكيمه هركوس خضرة.، تحضير البلاستيك الحيوي من السيليلوز المستخلص من نخيل التمر مذكرة ماستر اكاديمي ، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي ، 2018

الملحـــــــق

الملاحق

صورة توضح وزن عينة تمر الغرس بجهاز الميزان الحساس

صورة لجهاز طيف الأشعة تحت الحمراء IR

صورة لجهاز الماسح الضوئي الالكتروني (MEB)

صورة لجهاز الأشعة السينية (XRD)

AXRD(Benchtop Powde Diffrection Sestem)

صورة تبين اختبار الاشتعال للإيثانول المحضر