الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة مقدمة لنيل شهادة:

ماستر أكاديمي

ميدان :علوم وتكنولوجيا

شعبة : هندسة طرائق

التخصص: هندسة كيميائية

من إعداد:

برتيمة حكيمة

هركوس خضرة

بعنوان

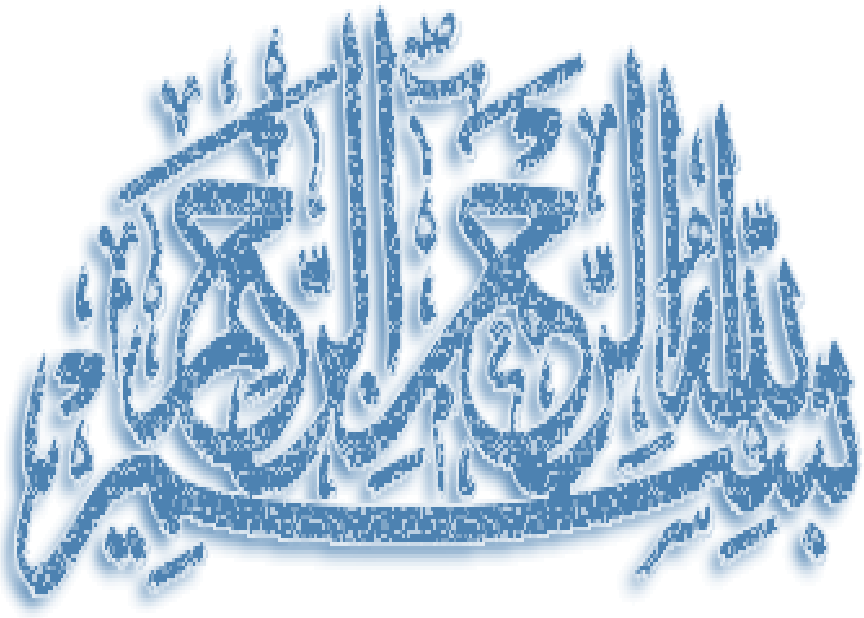
تحضير البلاستيك الحيوي من السليلوز المستخلص من نخيل التمر

تمت مناقشة المذكرة في:05 /2018/06

أمام اللجنة المكونة من:

د. شريفة بوبكري	**رئيسا**	**جامعة الوادي.**
د. عبد السلام بوغزال	**مناقشا**	**جامعة الوادي.**
د. عمار بن مية	**مؤطرا**	**جامعة الوادي.**

السنة الجامعية 2018/2017



الاهـــــــــــــــــداء

بسم الله الرحمان الرحيم

(قل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله و المؤمنون)

صدق الله العظيم

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ** و لا يطيب النهار إلا بطاعتك ** و لا تطيب و اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك **** ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

الله جل جلاله

إلى من بلغ الرسالة ** وأدى الأمانة ** و نصح الأمة ** إلى نبي الرحمة و نور العالمين

سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

إلى من احمل اسمه بكل فخر**** إلى من افتقده منذ الصغر

إلى من لم تمهله الدنيا لأرتوي من حنانه

أبي الغالي رحمه الله

إلى حكمتي و علمي إلى أدبي و حلمي ***** إلى طريقي المستقيم طريق الهداية

إلى ينبوع الصبر و التفاؤل و الأمل **** إلى كل من في الوجود بعد الله و رسوله

أمي الغالية حفظها الله

إلى من بهم أكبر و عليهم أعتمـــد **** إلى شموع متقدة تنير ظلمة حياتي

إلى من بوجودهم اكتسب قوة و محبة **** إلى من عرفت معهم معنى الحياة

إخوتي رعاهم الله

إلى من أخذ بيدي و رسم الأمل في كل خطوة مشيتها

إلى الروح التي سكنت روحي

خطيبي ستره الله

إلى الأخوات اللواتي لم تلدهن أمي **** إلى من تحلو بالإخاء و تميزوا بالوفاء

إلى من معهم سعدت و برفقتهم في دروب الحياة سرت

إلى من عرفت كيف أجدهم و علموني أن لا أضيعهم

صديقاتي و أصدقائي أدامهم الله

و أخيرا و ليس آخرا هل يستطيع أحد أن يشكر الشمس لأنها أضاءت الدنيا؟؟؟

لكني سأحاول رد جزء من جميلكم بأن أكون كما أردتموني

إنسانية قبل أن أكون مهنية

أشكركم جميعكم على جهودكم معي

مركوس خضرة

DEDICATION

All praise to Allah, today we fold the days' tiredness and the errand summing up between the cover of this humble work.

To the utmost knowledge lighthouse, to our greatest and most honoured prophet Mohamed - May peace and grace from Allah be upon him

To the Spring that never stops giving, to my mother who weaves my happiness with strings from her merciful heart... to my mother.

To whom he strives to bless comfort and welfare and never stints what he owns to push me in the success way who taught me to promote life stairs wisely and patiently, to my dearest father

To my grandfather and my grandmother, may God have mercy on them

To whose love flows in my veins, and my heart always remembers them, to my brothers and sisters: Mona, manal, madjed, nadjwa, med amine, khaoula, Youssef, Habiba, rayane.

To those who taught us letters of gold and words of jewel of the utmost and sweetest sentences in the whole knowledge. Who reworded to us their knowledge simply and from their thoughts made a lighthouse guides us through the knowledge and success path, To our honoured teachers and professors.

Hakima berretima

شكر و تقدير

"كن عالما.... فإن لم تستطع فكن متعلما، فإن لم تستطع فأحب العلماء، فإن لم تستطع فلا تبغضهم"

بعد رحلة بحث وجهد واجتهاد تكللت بإنجاز هذا البحث، نحمد الله عز وجل على نعمه التي من بها علينا فهو العلي القدير، كما لا يسعنا إلا أن نخص بالذكر بأسمى عبارات الشكر والتقدير الدكتور "عمار بن مية" لما قدمه لنا من جهد ونصح ومعرفة طيلة إنجاز هذا البحث.

كما نتقدم بالشكر الجزيل لكل من أسهم في تقديم يد العون لإنجاز هذا البحث، ونخص بالذكر "الأستاذ شعيب فطيزة" وأساتذتنا الكرام الذين أشرفوا على تكوين دفعة الهندسة الكيميائية والأساتذة القائمين على عمادة إدارة كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة الوادي (الشهيد حمة لخضر)، كما لا ننسى أن نتقدم بأرقى وأثمن عبارات الشكر والعرفان إلى "الأستاذ رواحنة نور الدين" الذي لم يبخل علينا بمعلوماته.

إلى الذين كانوا عونا لنا في بحثنا هذا ونورا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقنا. إلى من زرعوا التفاؤل في دربنا وقدموا لنا المساعدات والتسهيلات والمعلومات، فلهم منا كل الشكر، وأخص منهم الأستاذ "فيصل جاني" الذي أسهم بشكل وفير في تشجيعنا أثناء انجاز البحث.

"ربي أوزعني أن اشكر نعمتك التي أنعمت علي و على والدي و أن أعمل صالحا ترضاه و أدخلني برحمتك في عبادك الصالحين"

قائمة الأشكال

الشكل (I-1) :	صورة توضيحية لنخلة التمر.....	**6**
الشكل (I-2) :	صورة و رسم توضيحي لجدع النخيل.....	**8**
الشكل (I-3) :	صورة لسعف النخيل.....	**8**
الشكل (I-4) :	صورة توضح رأس النخلة.....	**9**
الشكل (I-5) :	صورة توضح إغريض النخيل.....	**9**
الشكل (I-6) :	صورة توضح ليف و كرناف النخيل.....	**10**
الشكل (I-7) :	رسم يوضح البنية الكيميائية للهيميسليلوز.....	**12**
الشكل (I-8) :	مثال نموذجي لهيكل اللجنين جزئ ضخم مع كتل البناء المميزة له.....	**14**
الشكل (I-9) :	صورة توضح بنية السليلوز.....	**15**
الشكل (I-10) :	البنية الجزيئية للسيليلوز تمثل وحدة cellobiose كوحدة متكررة.....	**16**
الشكل (I-11) :	صورة توضح إنتاج الألياف النسيجية العالمية حسب القطاع الرئيسي لعام 2012 و 2017.....	**19**
الشكل (II-1) :	مخطط يوضح تصنيف البوليمرات القابلة للتحلل.....	**25**
الشكل (II-2) :	صورة تبين التدهور الحيوي للبلاستيك الحيوي.....	**28**
الشكل (III-1):	صورة توضح جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء.....	**35**
الشكل (III-2):	صورة توضح الموقع الجغرافي للرباح.....	**36**
الشكل (III-3):	صورة توضح المادة الأولية قبل و بعد التقطيع.....	**36**
الشكل (III-4):	مخطط يوضح مراحل خطة العمل.....	**38**
الشكل (III-5):	صورة للعينة عند المعالجة و بعد الترشيح.....	**40**
الشكل (III-6):	صورة للعينة المعالجة بـ NaOH عند وبعد الترشيح.....	**41**
الشكل (III-7):	صورة للسليلوز المستخلص بعد التجفيف.....	**42**
الشكل (III-8):	صورة للسليلوز المطحون.....	**44**

الشكل (III-9):	صورة للبلاستيك الحيوي المحضر نشاء-CNC.....	**45**
الشكل (III-10):	مخطط يوضح مراحل إنتاج البلاستيك الحيوي.....	**45**
الشكل (IV-1) :	(أ) الليف قبل المعالجة، (ب) بعد المعالجة بالقلويات، (ج) السيليلوز المستخلص.....	**47**
الشكل (IV-2) :	طيف الأشعة تحت الحمراء للسليلوز المستخلص بالطريقة (3.2.1).....	**48**
الشكل (IV-3) :	طيف الأشعة تحت الحمراء للسليلوز المستخلص بالطريقة الرابعة.....	**48**
الشكل (IV-4) :	صورة للبلاستيك الحيوي المحضر.....	**50**

قائمة الجداول

الجدول (I-1) : جدول يوضح تصنيف الألياف النباتية..... **5**

الجدول (I-2) : جدول يوضح بعض الصناعات المعتمدة على أجزاء نخيل التمر..... **10**

الجدول (II-1) : يبين الفرق بين البلاستيك الحيوي و البلاستيك القائم على البترول..... **30**

الجدول (III-1) : المواد المستعملة في التجربة (1)..... **34**

الجدول (III-2) : الفروقات بين الطرائق الأربعة..... **37**

الجدول (III-3): المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة إزالة الشمع..... **39**

الجدول (III-4): المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة لجنين و الهميسليلوز..... **40**

الجدول (III-5): المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة التبييض..... **42**

الجدول (III -6): المواد الكيميائية المستعملة في التجربة (2)..... **43**

الجدول (IV-1): مردود كل طريقة من مادة السليلوز الخام..... **47**

الجدول (IV-2) : بعض الخصائص الفيزيائية للمادة المحضرة..... **49**

قائمة الإختصارات

AGU	د. أنهيدرو غلوكوبيرانوز
IR	الأشعة تحت الحمراء
NMR	الرنين المغناطيسي النووي
SEM	المجهر الإلكتروني الماسح
TEM	الميكروسكوب الإلكتروني
MC	السليلوز الميثيل
EC	السليلوز الإيثيلي
HEC	هيدروكسي إيثيل السليلوز
HPC	هيدروكسي بروبيل السليلوز
CA	أسينات السليلوز
CAP	فثالات أسيتات السليولوز
CAB	خلات السليلوز بروبيونات
CAT	تقليم الاسينات السلولوزية
HPMCP	هيدروكسي بروبيل مثيل السليلوز الفثالات
PE	البولي إيثلين
PET	البولي إيثلين تيريفثاليك
PTT	البولي ثريميثيلين تيريفثاليك
PLA	بولي حمض اللاكتيك
PHA	بولي هيدروكسي ألكانوات
PBAT	بولي بتيلين أديبات تيريفثاليك
PHB	بولي هيدروكسي بيتيرات
PA11	بولي أميد 11
PP	بولي بروبلين

PS	بولي ستيرين
LCA	تقييم دورة الحياة
CNC	بلورات السليلوز النانوية

شكر و عرفان

الاهداء

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

قائمة الاختصارات

الفهرس

مقدمة عامة.....1

قائمة المراجع 3

الجزء النظري:

الفصل الأول: مصادر السيليلوز و طرق استخراجه واستخداماته

I.1. مصادر السيليلوز.....4

I.1.1. مصدر صناعي.....4

I.1.2. مصدر طبيعي.....4

I.2. العمومية على نخيل التمر.....5

I.2.1. تاريخ ونشأة شجرة نخيل التمر.....5

I.2.2. التصنيف العلمي لشجرة نخيل التمر.....7

I.2.3. الوصف النباتي لنخلة التمر.....8

I.2.3.1. الجدع.....8

I.2.3.2. السعف.....8

I.2.3.3. رأس النخلة.....9

I.2.3.4. الجذور (العروق).....9

I.5.3.2. الأغريض.....9

I.6.3.2. الليف.....10

I.7.3.2. الكرناف.....10

I.4.2. الأهمية الاقتصادية لشجرة نخيل التمر.....10

I.3. مخلفات النخيل.....11

I.1.3. الليف.....11

I.2.3. المواد الليجنوسلولوزية.....12

I.1.2.3. السيليلوز.....12

I.2.2.3. الهيميسيليلوز.....12

I.3.2.3. اللحنين.....13

I.4. المادة محل الدراسة.....14

I.1.4. تعريف.....14

I.2.4. التركيبة الكيميائية للسليلوز.....15

I.3.4. البنية المرفولوجية للسليلوز.....16

I.4.4. مشتقات السيليلوز.....17

I.5. تطبيقاته و استخداماته.....18

I.1.5. الورق و الورق المقوى 18

I.2.5. الاستخدامات الطبية و التجميلية و المستحضرات الصيدلانية.....18

I.3.5. استخدام السليلوز في الغذاء 18

I.4.5. تطبيقات أخرى للسليلوز..... 19

قائمة المراجع.....20

الفصل الثاني: البلاستيك الحيوي

II.1. عموميات حول البلاستيك الحيوي.....23

II.1.1. تعريف و حقائق عن البلاستيك الحيوي.....23

II.1.2. تصنيف البلاستيك الحيوي.....24

II.1.3. الأنواع الرئيسية.....25

II.1.3.1. بولي حمض اللاكتيك..... 26

II.1.3.2. بولي هيدروكسي بتيرات.....26

II.1.3.3. بولي أميد (11).....26

II.1.4. مزايا و مساوئ البلاستيك الحيوي..... 26

II.1.4.1. المزايا.....26

II.1.4.2. المساوئ.....27

II.2. تطبيقات واستخدامات البلاستيك الحيوي.....28

II.2.1. التعبئة والتغليف.....28

II.2.2. التطبيق الزراعي في الزراعة.....28

II.2.3. منتجات للاستخدام الفريد.....29

II.2.4. النظافة الصحية ومستحضرات التجميل.....29

II.2.5. قطاع السيارات.....29

II.2.6. تطبيقات أخرى.....29

II.3. الفرق بين البلاستيك الحيوي و البلاستيك القائم على البترول.....29

II.4. اقتصاديات البلاستيك الحيوي.....31

قائمة المراجع.....32

الجزء التطبيقي:

الفصل الثالث: المواد و الطرق المستعملة

III.1. المواد و الأجهزة المستعملة 34

III.1.1. المواد الكيميائية المستعملة 34

III.1.2. الأجهزة المستعملة 34

III.1.2.1. مطيافية الأشعة تحت الحمراء 35

III.2 . تحضير المادة الأولية 36

III.2.1. المصدر 36

III.2.2. تحضير العينة 36

III.3. طريقة استخلاص ألياف السليلوز 37

III.3.1. إزالة الشمع 39

III.3.2. إزالة لجنين و الهميسليلوز 40

III.3.3. التبييض 42

III.3.4. توصيف ألياف السليلوز المستخلص 43

III.4. إنتــاج البلاستيك الحيــوي 43

III.4.1. المواد و الأجهزة المستعملة 43

III.4.2. طريقة العمل 44

III.4.2.1. تحضير بلورات النانو سليلوز 44

III.4.2.2. تحضير الفيلم الحيوي (نشاء-CNC) 44

قائمة المراجع..... 45

الفصل الرابع: النتائج و المناقشة

IV. النتائج و المناقشة.....47

1.IV. التحليل الفيزيائي.....47

2.IV. تحليل مطيافية الأشعة تحت الحمراء للتجارب الأربعة.....48

3.IV. دراسة بعض الخصائص للمادة المحضرة.....49

4.IV. خصائص البلاستيك الحيوي المحضَّر.....50

5.IV. الخلاصة.....50

الخاتمة.....51

مـقـدمــة عـامــة

أدى الاهتمام المتزايد تجاه المشكلات البيئية الناجمة عن المنتجات القائمة على النفط إلى إلهام تطوير مواد "خضراء ."والمبادئ التوجيهية لإنتاج هذه المواد هي الاستدامة، والإيكولوجيا الصناعية، والكفاءة الإيكولوجية، والكيمياء الخضراء [1] [2]. واحدة من المواد "الخضراء" الناشئة في السوق في الوقت الحاضر هو البلاستيك القابل للتحلل الحيوي أو البلاستيك الحيوي. يُستمد البلاستيك الحيوي من الموارد الزراعية والمادة الأولية للكتل الحيوية المتجددة، وبالتالي الامتثال للمواد التي هي فعالة بيئيا ومستدامة.

يبلغ الإنتاج العالمي للبلاستيك ما يقارب 300 مليون طن سنويا ويزداد الاستهلاك بمعدل 9% كل سنة لتلبية احتياجات الانسان للمنتجات البلاستيكية، إن البلاستيك الذي نستخدمه يوميا غير قابل للتحلل في الطبيعة حتى بعد طمره لمئات السنين او التخلص منه في المحيطات فهناك ما يقارب المليونين الى 3 طن من البلاستيك يرمى في البحار والمحيطات وذلك ما يشكل خطر حتميا على الكائنات الحية والبيئة، في الجهة المقابلة توجد قرابة 12.2 مليون نخلة في الجزائر [3] والتي تنتج سنويا حوالي مليون طن من مخلفات النخيل التي يتم التخلص منها بالحرق والذي بدوره يسجل اضرارا كبيرة للبيئة.

ان هذا المنتج يقلل الاعتماد على المصادر النفطية من اجل صناعة المنتجات البلاستيكية وبذلك تم تحويل المخلفات النباتية الى ثروة حقيقة يمكننا الانتفاع بها بشكل فعال وغير ضار للبيئة.

من هنا برزت فكرة بحثنا بمنتج البلاستيك الحيوي الذي يحتوي على مادة السيليلوز كمكون أساسي حيث تحتوي مخلفات النخيل على 35% الى 40% من السيليلوز الذي سيتم دمجه مع مركبات أخرى طبيعية للحصول على المنتج النهائي الذي يعتبر الحل المناسب للعديد من المشاكل البيئية.

تتضمن دراستنا هذه جزئين رئيسيين وهما على التوالي:

الجزء الأول: وهو الجانب النظري ويتكون من فصلين، خصص الفصل الأول للحديث عن مصادر السليلوز الطبيعية منها والصناعية وللتعرف على مشتقاته واهم تطبيقاته.

أما الفصل الثاني فقد خُصص للبلاستيك الحيوي، التعريف به وأنواعه وتصنيفاته، وكذلك تطبيقاته واستخداماته، ثم التطرق الى اهم مزاياه ومساوئه.

الجزء الثاني: وهو الجانب العملي ويتكون من فصلين كذلك، الفصل الثالث و يشمل دراسة عامة حول مادة السليلوز من مخلفات النخيل وبالتحديد الليفة حيث تناولنا فيه كيفية استخلاصه ومعرفة خصائصه باستعمال مطيافية الاشعة تحت الحمراء.

كما قمنا أيضا بإنتاج البلاستيك الحيوي انطلاقا من مادة السليلوز ومعالجتها بمواد كيميائية اخرى.

أما الفصل الرابع و الاخير قمنا بمناقشة و تحليل النتائج المتحصل عليها.

وفي الأخير تم إنهاء المذكرة بعون الله بخاتمة تم فيها تلخيص مجمل النتائج المتحصل عليها .

قائمة المراجع:

[1] **Tehrani MA, Davoudpour Y, et al. Khalil HPSA .**Natural fiber reinforced poly(vinyl chloride) composites .

[2] La Mantia FP and Morreale M. Green composites: Abrief review. Compos Part A: Appl Sci Manuf 2011; 42:579–588.

[3] **بوكروح عبد الوهاب.** *ثروة النخيل في الجزائر بلغت 21.2 مليون نخلة*. الجزائر : الجزائر اليوم، 2018

الجزء النظري

الفصل الأول:

مصادر السليلوز تطبيقاته

واستخداماته

1.I. مصادر السيليلوز

مصادر السيليلوز المختلفة:

- ✓ صناعي
- ✓ طبيعي

1.1.I. مصدر صناعي:

عادة ما تأتي الألياف الاصطناعية من مواد تركيبية مثل البتروكيماويات. ولكن بعض أنواع الألياف الاصطناعية يتم تصنيعها من السليلوز الطبيعي، بما في ذلك الحرير الصناعي و الالياف الصناعية المصنوعة من السيليلوز المعاد الأكثر تطورًا حديثًا. الألياف التي أساسها السليلوز هي من نوعين، أي السليلوز المجدد أو النقي مثل عملية الكوبرو أمونيوم وتعديلها(1) .

2.1.I. مصدر طبيعي:

يوجد السيليلوز في جدار الخلية النباتية وهو المادة الأساسية في تكوين النبات ويعتبر من المركبات الكيميائية الأكثر وفرة على وجه الارض (2)، واكثرها رواجاً حيث يشكل قرابة 33% من بنية النباتات، وفي النبات كالقطن يمثل 80% من بنيته و في الخشب 50% وفي المخلفات الزراعية وايضا في الورق المستعمل والاقمشة القطنية البالية (3). يمكن تصنيف الألياف الطبيعية وفقًا لمصدرها. تتكون الألياف النباتية بصفة عامة من السليلوز: وتشمل القطن، والجوت، والكتان، والرامي، والسيزال، والقنب، تستخدم ألياف السليلوز في صناعة الورق والقماش. تصنيفها مدون في الجدول (I-1)

الفئة	وصف	أمثلة	٪ من السليلوز
ألياف حياكة	جمعت من البذور	قطن، كابوك	90
ألياف ليفية	الألياف التي تم جمعها من الأوراق. يتم جمع الألياف من الجلد أو اللحاء المحيط بجذع النباتات الخاصة بها.	السيزال، الصبار. الكتان، الجوت، القنب، رامي، الروطان، وألياف الكرمة	33
ألياف الساق	الألياف هي في الواقع سيقان النبات	الأرز، الشعير، قش القمح، الخيزران، العشب، الأشجار	50-40
ألياف الفاكهة	يتم جمع الألياف من ثمرة النبات،	ألياف جوز الهند (جوز الهند).	50-30

الجدول (I-1): يوضح تصنيف الألياف النباتية.

وفي جانب الدراسة خصصنا مخلفات شجرة نخلة التمر كمصدر طبيعي للسيليلوز

2.I. العمومية على نخيل التمر

1.2.I. تاريخ ونشأة شجرة نخيل التمر:

رافقت النخلة الإنسان العربي منذ أقدم العصور والحقبات التاريخية المختلفة، وهي الشجرة أو النبتة الوحيدة التي ورد ذكرها في كل الكتب السماوية [التوراة والإنجيل والقرآن الكريم]، كما خصها أكثر الكتاب والفلاسفة العرب في كتبهم ومؤلفاتهم وبحوثهم وأشعارهم، كما قدست عند الكثير من الأقوام القديمة في وادي الرافدين ووادي النيل ووادي السند، وفي الجزيرة العربية قبل الإسلام، والنخلة من أهم الأشجار الاقتصادية والصناعية والغذائية في الوطن العربي ولاسيما في منطقة الجزيرة العربية. ولهذه

الشجرة سجل عريق وحافل في موكب التأريخ والفكر والحضارة والإنسانية، وستبقى مع الجمل رمز العرب في كل زمان ومكان. ومن المعروف أن النخلة تنتمي إلى وحيدات الفلقة، وهي تتميز بمظهرها السامق، سواء كان على شكل أشجار أو شجيرات. وتتميز الأشجار بأن لها جذعاً اسطوانياً كالعمود، كثيراً ما يكون باسقاً بالغ الطول (4). وهي تعود بدورها إلى الفصيلة النخلية (Plamaeae)، والى الجنس المعروف ب (Phoenix dactylifera L)، الذي يأتي من كلمة "فينيكس" التي تعني نخيل التمر في الفينيقيين، و "dactylifera" من الكلمة اليونانية "dactulos" التي تعني الأصبع، في إشارة إلى شكل الفاكهة (5).

الشكل (I -1): صورة توضيحية لنخلة التمر.

أدخل العرب زراعة النخيل الى الأندلس في القرنين السابع والثامن ميلادي، وادخلت النخلة منذ زمن بعيد الى المكسيك، واما في امريكا الشمالية والجنوبية فقد دخلتها زراعة النخيل في القرن الثامن عشر ميلادي كما ادخلت في الولايات المتحدة الامريكية عام 1967 (6).

ان الجزائر عرفت زراعة النخيل منذ زمن بعيد حيث تمتلك ثروة كبيرة من النخيل موزعة في الجنوب الكبير وتقدر بالملايين، حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي 167 ألف هكتار لعدد من أشجار النخيل قدرت بأكثر من 18.6 مليون نخلة ويقدر إنتاج التمور كل الأصناف بحوالي 990 ألف طن (7).

كما انها تنتج اجود انواع التمور في العالم وخاصة تلك المعروفة ب " دقلة نور " المميزة عن باقي الاصناف الاخرى بطعمها وشكلها. ويكثر استهلاك التمور في الجزائر خاصة في شهر رمضان المعظم حيث لا يخلوا بيت منها و يتخذ سكان الجنوب من التمر غذاء لهم وحتى علفا لبهائمهم.

2.2.I. التصنيف العلمي لشجرة نخيل التمر:

الإسم العلمي لنخلة التمر هو فيونيكس داكت ليفيرا Phoenix dactylifère وهي من عائلة الخليات palmacée ومن النباتات ذات الفلقة الواحدة، وهي ثنائية المسكن، أي أن هنالك نخلة تحمل أزهار ذكرية وتسمى النخلة الذكر أو الفحل، ونخلة أخرى تحمل ازهار أنثوية وتسمى النخلة الأنثى وهي التي تثمر وللنخلة برعم طرفي ضخم واحد فقط موجود في أعلى الساق. واذا أصاب ذلك البرعم الوحيد تلف فإن النخلة تموت.

وفيما يلي التصنيف العلمي للنخلة (8):

المملكة: نباتية

الشعبة: مغلفات البذور Angiospermes

الصنف: أحاديات الفلقة Monocotylédone

الرتبة: Palma

العائلة: النخيلية Palmacée

تحت العائلة: Coryphoideaec

الجنس: فيونيكس phoenix

الاسم العلمي: Phoenix dactylifera

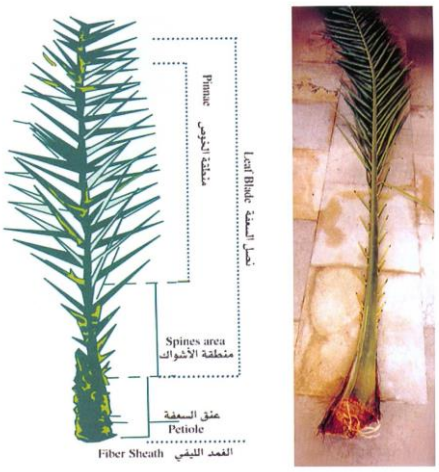
الأسماء الشائعة الأخرى نخيل التمر، نخيل البلح، رطب (4).

I.3.2. الوصف النباتي لنخلة التمر:

تتكون شجرة نخيل التمر من الأجزاء الرئيسية الآتية:

I.1.3.2. الجذع:

وهو عبارة عن ساق طويل قائم غليظ أسطواني الشكل غير متفرع خشن السطح مكسي بما يسمى بالأعقاب او الكرب او الكرنافات (قواعد السعف) ينتهي بتاج كثيف. السعف كبير الحجم يبلغ متوسط ارتفاع الجذع في النخلة البالغة حوالي 15 متر وقد يصل الى ارتفاع (25) متر احياناً في بعض المناطق. تختلف جذوع النخيل باختلاف الاصناف حيث يتراوح من (40-90) سم. عادة يكون البرعم في قمة الجذع (Apical Bud phyllophore) والذي يعرف بالجمارة هو المسؤول عن نمو الشجرة طولياً ونمو السعف اما النمو الطولي للنخلة فيتراوح من (30-90) سم سنوياً.



الشكل (I-2): صورة لجدع النخيل.

I.2.3.2. السعف

السعف مفردها سعفة عبارة عن ورقة مركبة ريشية (Pinnately Compound leaf) كبيرة يتفاوت طولها في الشجرة البالغة (2.2-6) متر معدل طول السعفة نحو (4) متر. من الملاحظ. ان نمو السعف في البرعمة الطرفية (قلب النخلة) يكون على شكل دفعات تتراوح(3 -5) دفعات بالسنة، ويتوقف ذلك على الظروف البيئية ومدى نشاط وحيوية النخلة تضم كل دفعة عادة من (3-5) سعفات حديثة التكوين متقاربة جدا بعضها من بعض وتظهر وكانها ملتصقة وخوصها منطبق ومنطو يشبه راس الرمح (القلبة)

الشكل (I-3): صورة لسعف النخيل

تتكون السعفة الواحدة من الاجزاء الرئيسية التالية:

ا) **النصل:** ويكون فيه الخوص والأشواك.

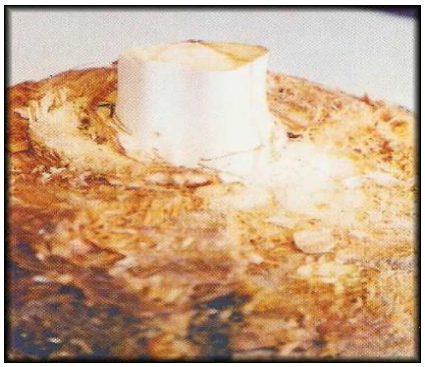
ب) **قاعدة:** أو الكرناف أو الكربة (الجافة) أو السوايق.

ج) الخوص: الوريقات على جانبي السعفة، وطول الخوص من (15-20) سم، وعرضها من (1-3) سم.

د) الشوك: أو السلاة وطوله من (6-15) سم ويكون في رؤوس الخوص.

I.3.3.2. رأس النخلة:

وتسمي الجمارة أو قلب النخلة وتوجد الجمارة في مركز قمة الساق وسط تاج الأوراق وهي تشبه الكرنبة من حيث اللون والشكل والتكوين حيث تتكون من أوراق صغيرة حديثة السن (جنينية) متكاتفة وملتفة كما في الشكل (I-4) وتتألف من:



الشكل (I-4): صورة رأس النخلة

ا) برعم رأسي.

ب) أوراق جانبية.

ج) ليف.

د) عصارة.

I.4.3.2. الجذور (العروق):

جذور النخلة تخرج من قاعدة الجذع في مجاميع كثيفة قد تمتد في الأرض من (12-21) م وعددها بالمئات وذلك لتثبيت النخلة في التربة وامتصاص الماء والمواد الغذائية.

I.5.3.2. الأغريض:

وهو نورة الأزهار داخل غلافها في أشجار نخيل البلح سواء المؤنثة أو المذكرة وتخرج الأغاريض في أباط الأوراق عمر سنتين ويطلق على الأغاريض قبل انشقاق الغلاف أو الغمد أسماء كثيرة منها الطلع، الأكمام، الكوز، السيف، الخنصر، الحراب. ويعرف الغلاف الذي يحيط بالنورة باسم الجف أو الأغريض أو القنصوة

الشكل (I-5): صورة للإغريض

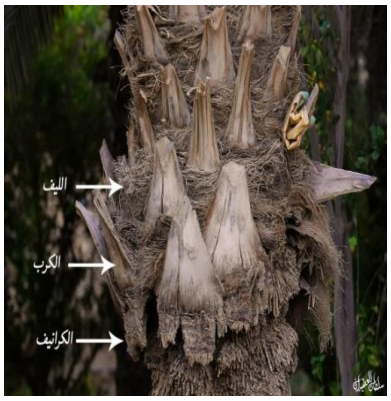
وينشق الجف تلقائيًا عند اكتمال تكوين الكوز وتظهر من خلاله شماريخ (أفرع) النورة (العزق أو العرجون) وتحمل الشماريخ أزهارًا مذكرة في ذكور النخيل أو أزهار مؤنثة في إناث النخيل (9).

I.6.3.2. الليف

خيوط نباتية منسوجة على صورة لحمة وسدي أشبه بثوب متين وموقع الليف بين الجذع والكرابل.

I.7.3.2. الكرناف

الباقي من سعف النخلة على الجذع بعد قطعه والباقي هو الكرب (10) .



الشكل (I-6): صورة لليف والكرناف

I.4.2. الأهمية الاقتصادية لشجرة نخيل التمر

تتميز منطقتنا الصحراوية بظاهرتين أساسيتين هما التصحر والجفاف ورهاننا في هذه المواجهة هو نخلة التمر، لذا يجب التأكيد على التوعية الشاملة، وعلى الأهمية الغذائية للتمور كونها مصدر غذائي متكامل يحقق الاكتفاء الذاتي لما تحويه من سكريات وفيتامينات وأملاح معدنية.

يضاف إلى ذلك أن كل ما في شجرة النخيل مفيد فهي أحد الركائز الأساسية للاستقرار الاقتصادي والاجتماعي في مناطق زراعتها لطول عمرها، وثبات أصلها، وأهمية منتجاتها فهي مصدر العديد من الصناعات التي تعتمد على أجزائها المختلفة والموضحة في الجدول (I-2) (11).

جزء النخلة	الصناعات المعتمدة عليه
الجدع	السقوف / أعمدة المنازل / القناطر / قنوات الري / التدفئة.
السعف	بناء العرائش و القمريات / مصدات للرياح لحماية المزروعات.
الخوص	صناعة الحصران / الزنابيل / سفرة الطعام / القبعات / المراوح اليدوية.
الجريد	صناعة النوافذ / الأثاث المنزلي / قوارب الصيد.
ليف النخلة	الحبال / حشو الأثاث و الوسائد / الاستحمام / تنظيف أوعية الطعام.
عذق التمر	صناعة الحبال و المكانس.
نوى التمر	علف الحيوان و وقود للأفران الصغيرة.

الجدول (I-2): يوضح بعض الصناعات المعتمدة على أجزاء نخلة التمر.

4.I. مخلفات النخيل

مخلفات نخيل التمر تعتبر من أهم الموارد الطبيعية المتجددة التي يمكن أن تكون لها قيمة اقتصادية كبيرة عندما يعاد استخدامها بالطرق المثلى، فالإدارة السليمة هي التي تحول هذا العبء الكبير التي تتسبب فيه تلك المخلفات على الإنسان والبيئة والاقتصاد إلى ثروة وقيمة اقتصادية يتنافس المستثمرون في كيفية استغلالها.

هناك الكثير من مخلفات النخيل التي يمكن إعادة تدويرها والاستفادة منها في عدة مجالات من أهمها إنتاج السيليلوز، وتستخدم المواد الجديدة المركبة من ألياف منتجات النخيل والبوليمرات في استخدامات واسعة في الصناعات الإنشائية والبلاستيكية والتحويلية.

وفي دراستنا هذه قمنا باختيار ليف النخيل كواحدة من المخلفات من أجل استخلاص مادة السيليلوز.

1.4.I. الليف:

الليف هو ذلك النسيج الرقيق الذي يغطي قمة النبات ويعمل بمثابة عازل يحمي القمة من تقلبات الجو وعادة ما يمكن الحصول على الليف في نهاية موسم جني الثمار، حيث ينتج عن قطع السعف مع الجزء الغليظ المرتبط بجذع النخلة أي الكرب، أو قد يتحصل عليه بعد موت النخلة أو أثناء عملية تجديب النخلة. وعندما تكون هناك حاجة ماسة لليف فإنه يستخرج بواسطة عملية يدوية أو أداة حادة وتسمى هذه العملية بالتمشيع أو الخلابة. وقد استخدم ليف النخيل منذ آلاف السنين في العديد من الصناعات وربما كان أغربها أن يستخدم في صناعة الشعر المستعار حيث استخدمه الفراعنة كبطانة داخلية للشعر المستعار أما الرومان فقد صنعوا الشعر المستعار بأكمله من ليف النخيل، أما الصناعات الأخرى التي تقوم على استخدام «الليف» كمادة أساسية والتي استمرت حتى عهد قريب فهي عديدة (12).

يتكون الليف من مواد ليجنوسلولوزية، ومن المتوقع أن تكون هذه المواد مشابهة لتلك الموجودة في الخشب والتي تتكون بشكل رئيسي من : السليلوز، هيميسيليلوز، واللجنين.

I.2.4. المواد الليجنوسلولوزية:

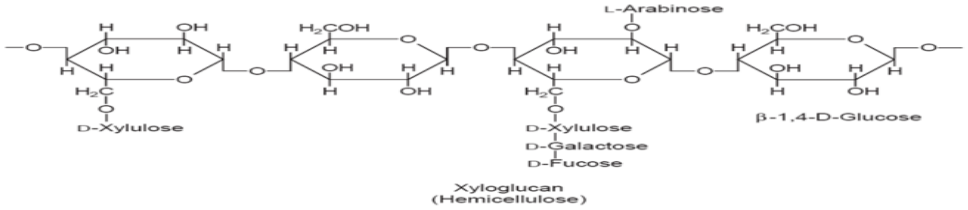
I.4. 1.2. السيليلوز:

كيميائيا، السليلوز مستقر جدا وبوليمر غير قابل للذوبان في الماء (13). ليس له طعم، عديم الرائحة، محب للماء، وفي معظم المذيبات العضوية حلزوني، وهو قابل للتحلل البيولوجي. مادة شديدة البلورية يصعب تذويبها في مذيبات عضوية مشتركة. هذه الخاصية تخدمها كمادة هندسية. تعد قابلية ذوبان البوليمر والمرونة معايير مهمة جدًا للمواد المستخدمة في الصيدلة. ولتلبية هذه المعايير، يعد التعديل الكيميائي للسليلوز أمرًا أساسيًا بحيث يمكن تحويله إلى مشتقات قابلة للذوبان في الماء أو للأعضاء العضوية أو للمشتقات القابلة للذوبان. وهذا من شأنه تحسين قدرته على التنفيذ والأداء لتطبيقات محددة في مجال الصيدلة الواسع. كون البوليمرات الطبيعية والسليلوز ومشتقات السليلوز معترف بها عموما على أنها مواد غير سامة آمنة، غير مسرطنة، متوافقة حيويا، ولا تضر بأي شكل في البيئة البيولوجية، وبسبب ذلك اكتسب السليلوز قبولًا واسعًا في الاستخدامات الطبية وكذلك في الاستخدامات الصيدلانية والتجميلية والغذائية والتعبئة والتغليف (14).

I.2.2.4. الهيميسيليلوز:

هيميسيليلوز هو عديد السكاريد، الذي يوجد في جميع النباتات التي تتميز بكتلة مولارية أقل بكثير من تلك التي في السليلوز وبنى أقل اعتيادية سواء بوجود وحدات مختلفة في سلاسلها وفروعها حيث يحتل الهيميسيليلوز حوالي ربع إلى ثلث معظم المواد النباتية على عكس السيليلوز الذي هو جزء فريد من نوعه يختلف فقط في درجة البلمرة والتبلور(15) ,إذا اعتبرنا أن الخشب مادة مركبة يكون فيها السليلوز هو الألياف المعززة واللجنين هو المصفوفة حيث يلعب الهيميسليلوز دور المتوافق في الوصلة بين هذين العنصرين (16).

الهيميسيليلوز هو الأكثر ارتباطا بالماء من غيره من الألياف وبهذا يكون الأكثر فائدة في التخلص من الإمساك (17). ويتميز هيميسيليلوز بقابليته للذوبان في المحاليل القلوية المخففة (18) .



الشكل (I-7): البنية الكيميائية للهيميسليلوز

هناك تنوع كبير في مادة الهيميسليلوز، اعتمادًا على الهياكل البيو كيميائية، مثل:

- Galactoglucomannanes (غلاكتوغلكونان)
- Arabinoglucuronoxylanes (اربينوغلوسيروكسيلانز)
- Arabinogalactanes (اربينوغلاكتانز)
- Glucuronoxylanes (غلوسيركسيلانز)
- Glucomannanes (غلوكيسنانس)
- Xyloglucanes (اكسوغلوكانس)
- Heteroxylans(هيتروايكسلانز)
- .galactomannanes (جالاكتومانانس)

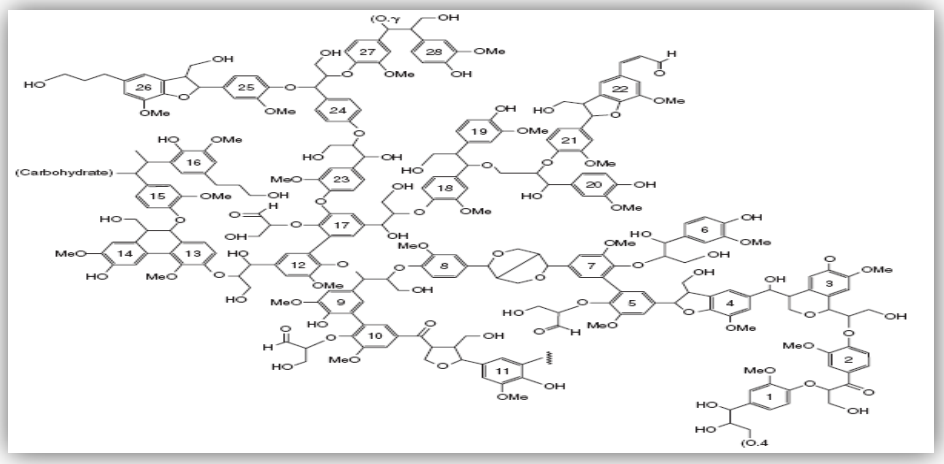
وهكذا، تم العثور على(اكسوغلوكانس) xyloglucans في جدار من ثنائي الفلقة . وتتكون هذه الجزيئات من بوليمر طويل الجلوكوز (مثل السليلوز)، وهي سلاسل جانبية أقصر متصلة تحتوي على السكريات التالية: الزيلوز، الجالاكتوز، الفوكوز، أرابينوز (19).

I.3.2.4. اللجنين:

اللجنين هي بوليمرات بولي فينولية، ذات وزن جزيئي مرتفع، من تركيبة معقدة للغاية، مع بنية متشابكة، موجودة في جدران الخلايا لأنسجة معينة من النباتات الوعائية أو المتداخلة (المعروفة باسم النباتات الخشبية).

الغالبية العظمى من اللجنين موجودة في الجدار الثانوي للروح وخلايا التوصيل (الأوعية) مما يعطيها مقاومة ميكانيكية ولكنها تحد من مرونتها. كما تم العثور عليها في كمية أقل في الجدار الأساسي، من الطبيعة السيليلوزية في الأساس وفي الصفيحة الوسطى. كونه مقاوم جدا للضغط، يمنح اللجنين على خلايا النبات صلابة، مما يسمح للنبات كله أن ينمو في الارتفاع ولديه عادة منتصبة تفضل التقاط الطاقة الضوئية. إن طبيعتهم الكارهة للماء تجعل الخلايا غير منفذة، جدران خلايا الأنسجة الداعمة (الصلصال والنسيج الغروي) أو نقل المياه والأملاح المعدنية (الخشب) هي عالية الجودة.

انخفاض القابلية للتدهور البيولوجي، يخلق اللجنين حاجزا ماديا لاختراق وتطور مسببات الأمراض، ويسهم في الحماية الطبيعية للنباتات ضد بعض الهجمات الطفيلية. تختلف طبيعة اللجنين مع الأنواع النباتية المعتبرة، وبالنسبة للأنواع نفسها مع الطبيعة (صحية أو مصابة) من الأنسجة التي تم دراستها، نوع الخلية، المنطقة الجدارية (الجدران الأولية والثانوية)، عمر النبات والمكان الذي تطورت فيه.(20)



الشكل (I-8): مثال نموذجي لهيكل جزيء اللجنين (21)

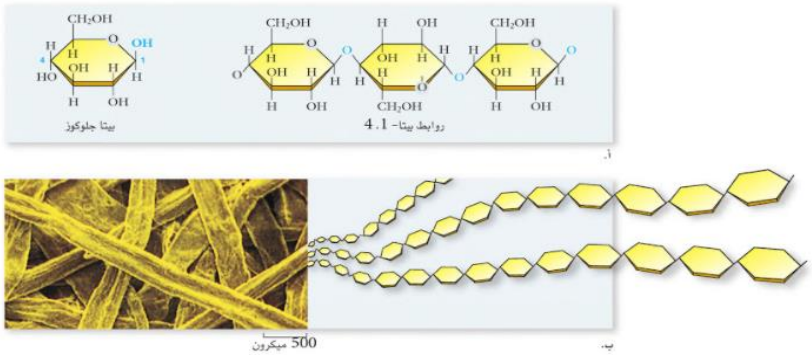
I.5. المادة محل الدراسة (السيليلوز)

I.5.1. تعريف:

تقوم العديد من السكريات المتعددة كعناصر بنائية خارج خلوية في الجدران الخلوية للكائنات الحية وحيدة الخلية، والنباتات المتطورة وكذلك في السطوح الخارجية للخلايا الحيوانية. أما السكريات المتعددة الاخرى فهي من مكونات الانسجة الرابطة للفقريات، والهيكل الخارجي للمفصليات، وتوفر هذه السكريات الحماية والشكل واسناد الخلايا والأنسجة والأعضاء.

هناك العديد من السكريات المتعددة البنائية المختلفة نذكر منها السيليلوز الذي يتلاءم تركيبه البنائي مع وظيفتها الحياتية، فالسيليلوز مادة ليفية، خشنة، غير ذائبة في الماء موجودة في الجدر الخلوية (22).

السيليلوز هو مبلمرمن جزيئات الجلوكوز من نوع β الشكل (I-11)، تتكون الرابطة بين جزيئات الجلوكوز المتجاورة بين ذرة الكربون رقم واحد من الجلوكوز الاول وذرة الكربون رقم اربعة من الجلوكوز الثاني هذه الرابطة هي 1.4- β (23).



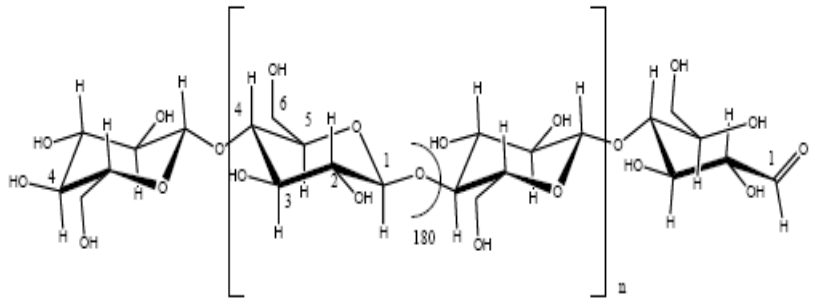
الشكل (I-9): بنية السيليلوز

I.2.5. التركيبة الكيميائية للسيليلوز

كان Anselme Payen أول من حدد التركيب الأولي للسليلوز في وقت مبكر في عام 1838، وجد أن السليلوز يحتوي على 44 إلى 45٪ من الكربون، و6 إلى 6.5٪ من الهيدروجين والباقي تتكون من الأكسجين. استنادا إلى هذه البيانات، استنتج أن الصيغة التجريبية هي $C_6H_{10}O_5$. ومع ذلك، فإن الهيكل الجزيئي الفعلي للسليلوز لا يزال غير واضح.

قدم هاوورث اقتراح سلسلة تشبه الهيكل الجزيئي في أواخر 1920، في حين شتاودينغر قدمت الدليل النهائي على طبيعة البوليمر 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) -g) روابط جلايكوسيدية تشكلت بين C-1 وC-4 من شقوق الجلوكوز المجاورة الشكل (I-12). 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 وC-3 وC-6. تختلف المجموعات الطرفية في أحد طرفي جزيء السليلوز تمامًا في طبيعتها عن بعضها البعض، إن C-1 OH في أحد طرفي الجزيء عبارة عن مجموعة ألدهيد مع تقليل النشاط. تشكل مجموعات الألدهايد حلقة pyranose من خلال شكل hemiacetal داخل جزيئي. على النقيض من ذلك، فإن C-4 OH على الطرف الآخر من السلسلة عبارة عن مكون OH من الكحول وتسمى بالتالي النهاية غير القابلة للتخفيض. وقد عُرف من التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (IR)، وعلم البلورات بالأشعة السينية والتحليل بالرنين المغناطيسي النووي (NMR)، أن حلقة AGU موجودة في شكل حلقة pyranose وأن هذا يعتمد تشكيل الكرسي C1-4 الذي يشكل أدنى تشكيل للطاقة د-غلوكوبيرانوز.



الشكل (I-10): التركيبة الجزيئية للسليلوز تمثل وحدة سيلسبايوزكوحدة متكررة.

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-glucosidic الذي يمنح الشكل الخطي للسلسلة وتشكيل كرسي من حلقة البيرانوز أيضا يساهم في تصلبها، وهذا يختلف عن الروابط α-glucosidic في النشا (24).

I.3.5. البنية المورفولوجية للسليلوز

يتضمن التركيب المورفولوجي للسليلوز بنية جيدة التنظيم للألياف، حيث يعتبر الليف الابتدائي أصغر وحدة مورفولوجية ذات حجم متغير يتراوح بين 3-20 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 للجلد هي مورفولوجية نموذجية لهذه المنتجات السليولوزية المجددة (25). 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.

I.4.5. مشتقات السليلوز

السليلوز هو خام التغذية الصناعي لعدد كبير من المشتقات مع عدد غير محدود من التطبيقات التجارية، وأيضا مصدر هام من الإيثانول عندما يحلل كيميائيا أو إنزيمي إلى الجلوكوز الذي تخمر بعد

ذلك إلى الإيثانول. السليلوز المعدلة السطح أيضا ذات أهمية كبيرة نظرا لمجموعة واسعة من التطبيقات المحتملة (26) ومن بين مشتقات السيليلوز نذكر:

I.1.4.5. مشتقات السليلوز الأثير:

والأثيرات السليلوزية عبارة عن مركبات ذات وزن جزيئي مرتفع تنتج عن استبدال ذرات الهيدروجين لمجموعات الهيدروكسيل في وحدات أنهيدروجلوكوز من السليولوز مع مجموعات ألكيل أو ألكيل مستبدلة. يتم تحديد الخصائص الهامة تجاريًا لإيثرات السليلوز بأوزانها الجزيئية وبنيتها الكيميائية وتوزيع المجموعات البديلة ودرجة الإحلال والاستبدال المولي (عند الاقتضاء). تتضمن هذه الخصائص عمومًا قابلية الذوبان، اللزوجة في المحلول، النشاط السطحي، خصائص الغشاء الحراري وثبات ضد التحلل الحيوي، الحرارة، التحلل المائي والأكسدة. ترتبط لزوجة حلول الأثير السليلوزية مباشرة بأوزانها الجزيئية. ومن أمثلة الإثيرات السليلوزية المستخدمة في الأغلب: السليلوز الميثيل (MC)، السليلوز الإيثيلي (EC)، هيدروكسي إيثيل السليلوز (HEC)، هيدروكسي بروبيل السليلوز (HPC).

I.2.4.5. مشتقات استر السليلوز:

استرات السليلوز هي عموما البوليمرات غير قابلة للذوبان في الماء مع خصائص تشكيل الفيلم جيدة. وتستخدم على نطاق واسع استرات السليلوز في مستحضرات الاطلاق التي تسيطر عليها الصيدلانية مثل نظم تسليم الأدوية المغلفة. وغالبا ما تستخدم هذه البوليمرات مع الايثرات السليلوز في وقت واحد لإعداد أغشية التسليم مسامية صغيرة. استرات السليلوز مصنفة في مجموعات عضوية وغير عضوية. إسترات السيليلوز العضوية أكثر أهمية في الصناعات الدوائية. وقد استخدمت أنواع مختلفة من استرات السليلوز العضوي في المنتجات التجارية أو في التحقيقات الصيدلانية مثل أسيتات السليولوز (CA)، فثالات أسيتات السليولوز (CAP)، أسيتات السليلوزبروبيونات (CAB)، تقليم الأسيتات السليولوز (CAT)،هيدروكسي بروبيل ميثيل السليلوز الفثالات (HPMCP). الصيغ الأكثر توافرا في السوق التي صنعتها هذه البوليمرات هي أشكال الجرعة المغلفة المعوية والتي عادة ما يتم إنتاجها باستخدام معادن بوليميرية مقاومة للحمض تحتوي على مشتقات الفثالات لاسترات السليلوز وخاصة الفلتات السليولوزية وتعتبر استرات السليلوز غير العضوية مثل نترات السليلوز وسلفات السليلوز أقل أهمية من استرات السليلوز العضوي في الصناعات الدوائية. نترات السليلوز أو البيروكسيلين هو مركب شفاف ذو قدرة تشكيل جيدة للفيلم ولكنه نادرًا ما يطبق فقط في المستحضرات الصيدلانية بسبب قابلية ذوبان منخفضة جدًا في المذيبات الصيدلانية المستخدمة حاليًا بالإضافة إلى قابليتها العالية جدًا للاشتعال. استخدام نترات السليلوز النقي في تركيبات الأدوية يقتصر فقط على محلول موضعي مضاد للثؤلول يسمى كولوديون

الذي يصنع مع تركيز ٪ 4 في خليط ثنائي إيثيل إيثر / إيثانول كمذيب. كما يتم استغلال خليط نترات السليولوز وأسيتات السليولوز من أجل تحضير فلاتر الأغشية الدقيقة المسامية المستخدمة في الصناعات الدوائي (27).

I.6. تطبيقات السليلوز واستخداماته

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

I.6.1. الورق والورق المقوى:

إن إمكانيات تطبيقات السيليلوز في مجال صناعة الورق والورق المقوى واضحة. من المتوقع ان 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 (28).

I.6.2. الاستخدامات الطبية والتجميلية والمستحضرات الصيدلانية:

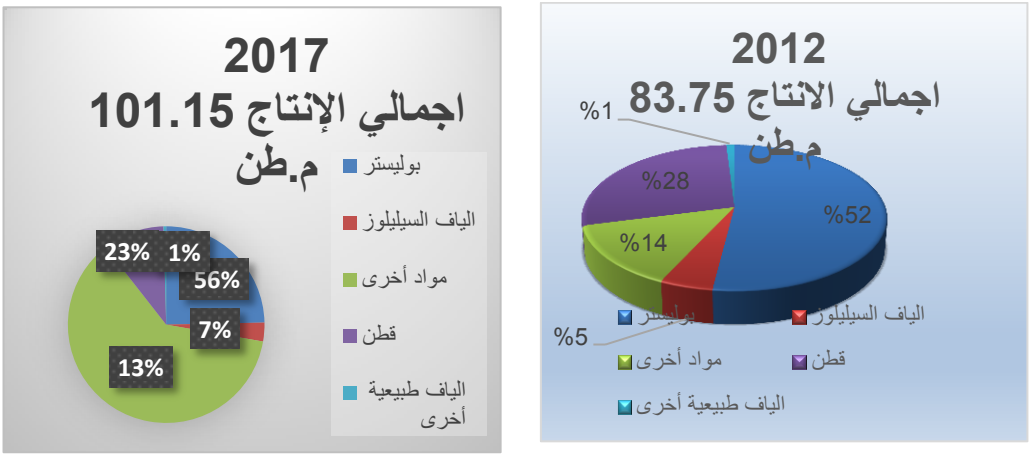
والكبسولات كمواد لعلاج امراض الأمعاء (27) ، وقد استخدمت أشكال مختلفة من السليلوز في المستحضرات الصيدلانية كمكونات متعددة الوظائف وبالتالي كعامل مركب في مستحضرات التجميل على سبيل المثال. من أجل الشعر أو الرموش أو الحواجب أو الأظافر. ويستخدم على نطاق واسع في شكل الأفلام النانوسيليلوزية لفحص المركبات البيولوجية والأحماض النووية التي ترمز لمركب بيولوجي هي ذات فائدة كبيرة. ويستخدم فلتر المتوسطة جزئيا على أساس نانو سيليلوز لنقل الدم الكريات البيضاء (28) (27) .

I.6.3. استخدام السليلوز في الغذاء:

هي مادة تستخدم في الصناعات الغذائية اساسا بغرض زيادة كثافة القوام وينتشر استعمالها في انتاج العصائر (29)، 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.

I.4.3. تطبيقات أخرى تستخدم سليلوز:

في منتجات السليلوز المتجددة، مثل أفلام الألياف. لديها تطبيق واسع في صنع مضافات مرشح التبغ. كما أنه يستخدم في نانوسليلوز 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 المتفجرات، صناعة الدهان، المواد البلاستيكية ويستخدم ايضا في صناعة النسيج. ومن المتوقع أن يزيد إجمالي إنتاج ألياف النسيج العالمية سنوياً بنسبة ٪ 3.9 كما أن الألياف السليلوزية لها حصة ثابتة في إنتاج المنسوجات، حيث يتم تقديم إنتاج الألياف النسيجية العالمية حسب القطاع الرئيسي في عام 2012 والتقدير لعام 2017 في الشكل (I-14). بملايين الأطنان والنسبة المئوية للحصة(30) .



الشكل (I-11): إنتاج الألياف النسيجية العالمية حسب القطاع الرئيسي في عام 2012 و 2017

قائمة المراجع:

المراجع بالعربية:

(3) **موسوعة مايوز العربية.** السيليلوز. 2016-12-31.

(4) **عادل محمد علي الشيخ حسين.** نخلة التمر في المصادر العربية. مجلة عالم الكتب، 4 11، 2007، http://www.alukah.net./23 2، 2018

(6) **نهى بنت عتيق الله الصبحي.** استخدامات سعف النخيل في ابداعات زخرفية باستخدام خرز التطريز . جامعة ام القرى المملكة العربية السعودية : مذكرة ماجستير، 2009.

(7) احصائيات وزارة الفلاحة والتنمية الريفية، 2015.

(8) **الصديق قمولي.** دراسة الكترو كيميائية لفينولات بعض نوى التمر المحلي. جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة : مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر، 2010/2011.

(9) **أ.م حسام حسن علي غالب.** اطلس اصناف نخيل التمر في دولة الامارات المتحدة. الامارات العربية المتحدة : مركز زايد للتراث والتاريخ، 2008.

(10) **اديب عمر الحصري.** تمرو طابة وفوائدها المستطابة ، اجزاء النخلة. المدينة المنورة : تمور المدينة، 2015.

(11) **د. عبد الباسط عودة ابراهيم.** نخلة التمر شجرة الصحراء. العراق : www.iraqi-datepalms.net ، 2011.

(12) **حسين محمد حسين.** اقتصادات النخلة: النوى ومنتوجات الليف والسعف. المنامة : دار الوسط للنشر والتوزيع، 2010.

(17) **الاستاذ طارق يونس.** الكيمياء الحياتية ج1. الموصل : دار ابن الاثير ، 2010.

(22) **د. سامي المظفر.** اساسيات كيمياء حياتية. الاردن : دار المسيرة للنشر .

المراجع بالأجنبية:

(1) **Devabaktuni, kulkarni, P.K., DIXIT, mudit, et al LAVANYA .** Sources of cellulose and their applications .International Journal of Drug Formulation and Research.23-22 الصفحات، 2011 .

(2) **A. Hebeish, T. J. Guthrie.** The Chemistry and Technology of Cellulosic Copolymers. Berlin Heidelberg New York : Springer Science & Business Media, 6 déc. 2012.

(5) **BOUSDIRA K .**Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier . Boumerdas : Université M'Hamede Bouguera 2007 .

(13) **Dorée, Charles.** The methods of cellulose chemistry, including methods for the investigation of substances associated with cellulose in plant tissues. . London : Chapman & Hall, Ltd., 1947.

(14)**Yusra Fuad Abed-al-hafiz Salameh .**METHODS OF EXTRACTING CELLULOSIC MATERIAL FROM OLIVE PULP .An-Najah National University, Palestine : Degree of Master of Science in Chemistry 2009 .

(15) **Sun, Run-cang.** Cereal strawas a Resousces for sustaimable biomaterials and biofuels. B.V : Elsever , 2010.

(16) **GANDINI, Alessandro, and MOHAMED NACEUR BELGACEM.** La chimie des substances renouvelables. L'Actualité chimique. November-December 2002, pp. 6-14.

(18) **SBIAI, Adil.** MATERIAUX COMPOSITES A MATRICE EPOXYDE CHARGEE PAR DES FIBRES DE PALMIER DATTIER : EFFET DE L'OXYDATION AU TEMPO SUR LES FIBRES. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon : THÈSE , 2011.

(19) **Ray, Marie-Céline.** futura-sciences. 12 4 2018. https://www.futura-sciences.com/sante/personnalites/sante-marie-celine-ray-1341/.

(20) **A.MAROUF.G.TREMBLIN .**ABREGE DE BBIOCHIMIE APPLIQUEE2009 .

(21) **Gandini, Mohamed Naceur Belgacem et Alessandro.** monomers.polymers and composites . Oxford, UK : Elsevier, First edition 2008.

(23) **Kenneth A. Mason, Susan R. Singer , Peter H. Raven, George B. Johnson, Mc Graw Hill Jonathan B Losos** : علم الاحياء. المملكة العربية السعودية . العبيكان للنشر، 2014

(24) **Mari Granström .**Cellulose Derivatives: Synthesis, Properties and Applications .Finland : Faculty of Science University of Helsinki.2009 .

(25) **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.

(26)**Alhaj, Nisreen Riyad As'ad Yousef.** Synthesis of Specialty Polymer from Cellulose Extracted from Olive Industry Solid Waste. Nablus : Master of Science in Chemistry, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine., 2013.

(27) **J., and K. Adibkia Shokri .**Cellulose-Medical, Pharmaceutical and Electronic Applications . InTech2013 ،

(28) **Bogati, Dhani Raj.** CELLULOSE BASED BIOCHEMICALS AND THEIR APPLICATIONS. Imatra : Unit of Technology, Degree Programme in Chemical Engineering, 2011.

(29) **Gord, Herbert, et al.** Cellulose-based food casings. U.S. Patent Application No 09/908,742 USA, 5 30, 2002.

(30) **Sainila, Tilly.** STABILITY AND PROPERTIES OF CELLULOSE-SODIUM HYDROXIDE SOLUTION SYSTEMS. Lappeenranta University of Technology Finland : Master’s thesis, 2015.

الفصل الثاني:

البلاستيك الحيوي

II.1. عموميات حول البلاستيك الحيوي

II.1.1. تعريف البلاستيك الحيوي

البلاستيك الحيوي هو بلاستيك مصنوع جزئياً أو كلياً من بوليمرات مشتقة من مصادر بيولوجية مثل قصب السكر، نشاء البطاطا أو السليلوز من أشجار القش والقطن .لا تعتبر المواد البلاستيكية الحيوية مادة واحدة فقط، فهي تتكون من عائلة كاملة من المواد ذات خصائص وتطبيقات مختلفة .طبقًا للتقنية الحيوية الأوروبية (1) ، تُعرَّف المادة البلاستيكية بأنها مادة بيولوجية حيويًا إذا كانت إما الحيوي القائم أوقابلة للتحلل البيولوجي، أو تتميز بكلتا الخاصتين.

على الرغم من الجهود المبذولة من قبل الجمعيات، فإن مصطلح البلاستيك الحيوي لا يزال عرضة لسوء الفهم .أساسا : المشكلة تنشأ بسبب بلاستيك البتروكيماويات التقليدية، مثل البولي إيثلين (PE) البولي إيثلين تيريفثاليك (PET)، كما انها تنتج أيضا من المواد الخام المتجددة. يمكن للقارئ أن يفهم بسهولة أنه لتحديد عنصر مصنوع من اللدائن التقليدية مثل (PE) كما أن البلاستيك الحيوي غريب تمامًا.الابتكار في هذه الحالة يكمن في عملية الإنتاج وليس في المنتج لذلك ، فإن مصطلح المواد البلاستيكية الحيوية يبدو أكثر ملاءمة لوصف اللدائن التقليدية المصنوعة من الموارد النباتية. من ناحية أخرى، يبدو مصطلح "البلاستيك الحيوي" أكثر ملاءمة لوصف تلك المواد المبتكرة التي هي الحيوي القائم والتحلل البيولوجي (2).

- **الحيوي القائم (biosourcé):** مصطلح"biosourcé"يعني أن المادة أو المنتج مشتق جزئيا من الكتلة الحيوية (النباتات). الكتلة الحيوية المستخدمة للبلاستيك الحيوي تنبع على سبيل المثال من الذرة أو قصب السكر أو السليلوز (3).
- **التحلل البيولوجي (Biodégradable):** التحلل الحيوي هو عملية كيميائية تتحول خلالها الكائنات الدقيقة المتواجدة في البيئة إلى مواد طبيعية مثل الماء وثنائي أكسيد الكربون (لا توجد حاجة إلى إضافات اصطناعية) .تعتمد عملية التحلل الحيوي على محيط الظروف البيئية (مثل الموقع أو درجة الحرارة) ، على المادة وعلى التطبيق (3).

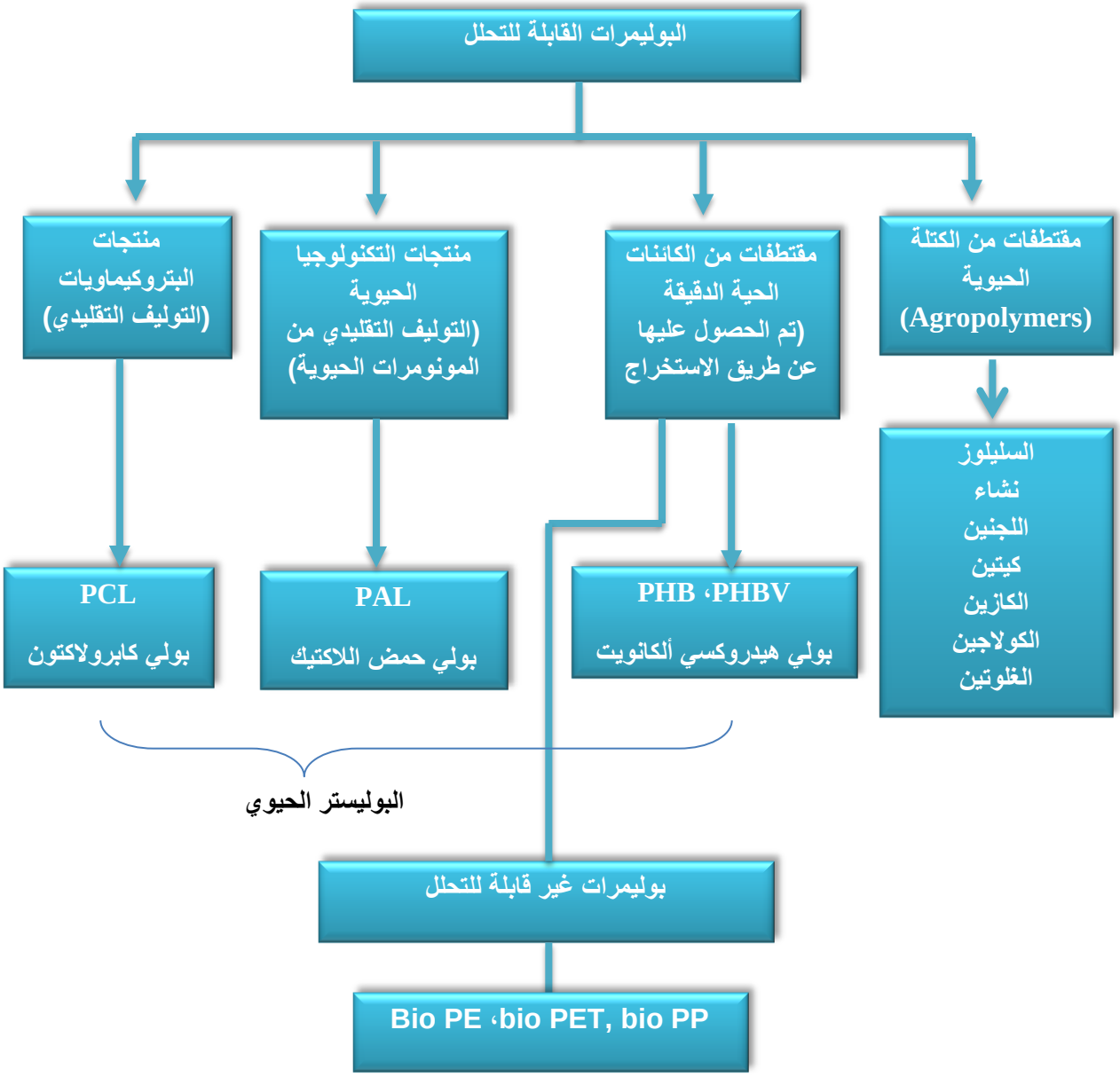
لا تعتمد خاصية التحلل البيولوجي على أساس الموارد لمادة، ولكنها ترتبط إلى حد ما بهيكلها الكيميائي. وبعبارة أخرى، قد تكون % 100 بلاستك الحيوي القائم غير قابلة للتحلل البيولوجي ويمكن أن تتحلل المواد البلاستيكية القائمة على الأحافير بـ 100%

باختصار على النقيض من اللدائن التقليدية المستندة إلى الأحفورة، فإن البلاستيك الحيوي يكون "جزئياً" الحيوي القائم، أو قابل للتحلل البيولوجي، أو كليهما .بشكل عام، تنقسم عائلة البلاستيك الحيوي تقريبًا إلى ثلاث مجموعات رئيسية (4) (5) .

- ✓ الفينيل، متعدد الكلور، و الحيوي القائم ، الأداء التقني الحيوي مثل PTT .
- ✓ اللدائن البلاستيكية التي هي على حد سواء الحيوي القائم والقابلة للتحلل الحيوي، مثل PLA وPHA.
- ✓ اللدائن التي تعتمد على الموارد الأحفورية وقابلة للتحلل البيولوجي مثل PBAT.

2.1.II. تصنيف البلاستيك الحيوي

يمكن تصنيف البلاستيك الحيوي وفقًا لعدة طرق من بين أشياء أخرى، يمكن تصنيفها وفقًا لتركيباتها الكيميائية، وأساليب التوليف الخاصة بها، وعمليات تصنيعها، وأهميتها الاقتصادية أو تطبيقاتها (6).وهناك تصنيف وفقا لمصدر الموارد (المتجددة او غير المتجددة) ونهاية ادارة الحياة (قابلة للتحلل او غير قابلة للتحلل) ، لقد تم في هذا الفصل تفضيل التصنيف حسب عملية التصنيع لتقديم وشرح الأنواع المختلفة من البلاستيك الحيوي. الشكل (1.II) أدناه يوضح ذلك :



الشكل (II -1): مخطط يوضح تصنيف البوليمرات القابلة للتحلل (7).

3.1.II. الأنواع الرئيسية

يتم تصنيع البلاستيك الحيوي من النشاء، منتجات التخمير النجمية، السليلوز، اللجنين، إلخ. ويتم الجمع بين أنواع مختلفة من البلاستيك الحيوي لتشكيل المواد مع خصائص محسنة مثل العزل المائي المعزز. بعض المجموعات الرئيسية من البلاستيك الحيوي هي البلاستيك القائم على السليلوز، اللدائن الحرارية، حمض اللاكتيك (PLA)، وبولي أميد 11 (PA11)، وبولي هيدروكسيبيتيرات (PHB) (8).

1.3.1.II. بولي حمض اللاكتيك (PLA):

حمض اللاكتيك هو أمر شائع حمض عضوي، (PLA) كما هو معروف شفاف ومماثل للبولي إيثلين و البولي بروبلين في السلوك. كان الاستخدام الرئيسي لـ PLA التعبئة والتغليف، اللحوم والفاكهة، والحاويات، الزبادي كلها مصنوعة من PLA. يمكن معالجتها بماكينات البلاستيك القياسية. وهذا يعني أن تبديل محطة معالجة من البلاستيك البترولي إلى PLA أمر بسيط للغاية. كما شهدت خلائط PLA استخدامًا في الصناعة الطبية حيث يتم استخدامها لإجراء عمليات الزرع والأطباق والأظافر والمسامير لإجراء العمليات الجراحية. فهي مستقرة ولا تتحلل أحيائياً تحت الظروف القياسية. العامل المحدد الرئيسي في استخدام PLA هو أنه غير واضح في شكله يتشوه عند 60 درجة مئوية (9).

2.3.1.II. بولي هيدروكسيبيتيرات (PHB):

هي على شكل بوليستر بيولوجي يتصرفون على غرار البولي بروبلين. المواد الخام المستخدمة هي السكر. عادة ما يتم مزجها مع مواد بلاستيكية أخرى في شكل المخلوطة يتم استخدامه في العديد من التطبيقات مثل الغراء والمطاط الصلب. خلات السليلوز هو الأكثر شيوعا المضافة إلى PHB يمكن أيضًا إضافة الفلين، النشاء، ومركبات عضوية متنوعة إلى PHB لتغيير خصائصها (10).

يتم إنتاج PHB من قبل البكتيريا والطحالب والنباتات المعدلة وراثيا ، يتم توليف البوليمر مباشرة من قبل الكائن الحي الذي لا يتطلب خطوة بلمرة إضافية (11) .

3.3.1.II. بولي أميد 11 (PA 11):

يتم تقييم مادة البولي أميد 11 (PA 11) المشتقة من الزيوت النباتية لاستخدامها في وقود السيارة، وأنابيب الفرامل الهوائية، والكابلات الكهربائية، مكافحة النمل الأبيض و كابلات أنابيب النفط والغاز المرنة والتحكم في السوائل (8).

2.II. مزايا ومساوئ البلاستيك الحيوي

1.2.II. المزايا:

نحدد بعض المزايا الرئيسية للبلاستيك الحيوي كما يلي (12) :

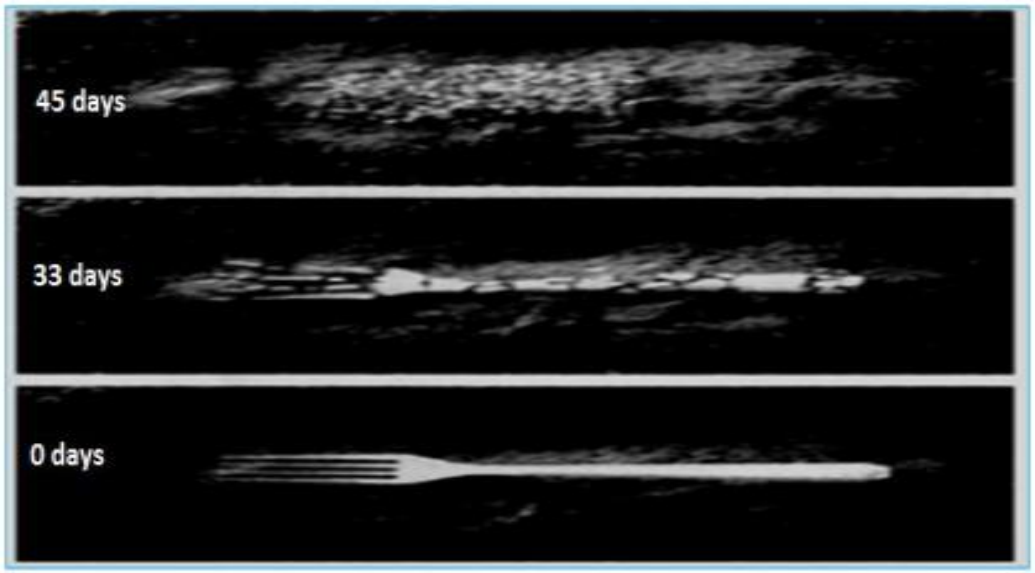
- ✓ **خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون:** ينتج طن متري واحد من البلاستيك الحيوي بين 0.8 و 3.2 طن متري أقل من ثاني أكسيد الكربون من طن متري واحد من النفط القائم على البلاستيك.
- ✓ **بديل أرخص:** البلاستيك الحيوي أصبح أكثر قابلية للتطبيق مع التقلبات في أسعار النفط.

- ✓ **النفايات:** البلاستيك الحيوي يقلل من كمية الجريان السطحي السامة الناتجة عن البدائل التي تعتمد على النفط.
- ✓ **المنفعة إلى الاقتصاد الريفي:** أسعار المحاصيل ، مثل الذرة ارتفعت بشكل حاد في أعقاب الاهتمام العالمي بإنتاج الوقود الحيوي واللدائن الحيوية ، مثل البلدان في جميع أنحاء العالم يبحثون عن بدائل للنفط لحماية البيئة وتحقيق أمن الطاقة.
- ✓ **تقليل انبعاثات الكربون:** تتطلب المواد البلاستيكية القائمة على زيت الوقود الأحفوري كمادة خام رئيسية بالإضافة إلى ذلك ، تعتمد البلاستيك على النفط مثل PP و PS تتطلب المزيد من الطاقة خلال عملية تطوير البلاستيك بالمقارنة مع البلاستيك الحيوي.
- ✓ **خيارات متعددة منتهية الصلاحية:** مواد خام قيمة يمكن استعادتها وإعادة تدويرها في منتجات جديدة ، مما يقلل الحاجة إلى مواد عذراء جديدة وسلبية الأثر البيئي للمنتجات البلاستيكية "المستخدمة" يمكن أن تكون انخفضت إلى حد كبير ، إن لم يكمن القضاء عليها.

هناك أيضا بعض المزايا التقنية الهامة للبلاستيك الحيوي، وهذه تعتمد على البلاستيك الدقيق المستخدم (4) :(5)

- ✓ تحسين إمكانية الطباعة - القدرة على طباعة نص أو صورة واضحة للغاية على البلاستيك.
- ✓ يمكن تصميم البلاستيك الحيوي ليقدم شعورا سطحيا أكثر قبولا من البلاستيك التقليدي.
- ✓ قد يكون للبلاستيك الحيوي نفاذية بخار ماء أكبر بكثير من البلاستيك القياسي.
- ✓ يمكن للبلاستيك الحيوي أن يشعر بالنعومة بالنسبة لتطبيقات مثل تغليف مستحضرات التجميل.
- ✓ يمكن أن يصبح البلاستيك الحيوي أكثر وضوحًا وشفافية.
- ✓ لا تزال هناك حاجة إلى احتواء المواد البلاستيكية المصنوعة من مصادر بيولوجية على مواد مضافة مثل الملدنات التي تعطي المنتج الخصائص المطلوبة.
- ✓ الحد من انبعاثات الكربون وانبعاث غازات الدفيئة من بعض المواد والمنتجات.
- ✓ توفير الموارد الأحفورية واستبدالها خطوة بخطوة.

من الجدير بالذكر أن البلاستيك الحيوي يتم تصنيعه باستخدام البوليمرات الحيوية التي توفر الطاقة المتجددة والمستدامة بدلا من البلاستيك القائم على النفط.



الشكل (II–1): صورة تبين التدهور الحيوي للبلاستيك الحيوي(12) .

2.2.II. المساوئ (العيوب): (13)

- ✓ العيب الرئيسي هو تكلفتها ، لأنها أكثر تكلفة 10 مرات على الأقل من نظيره من أصل بترولي.
- ✓ علاوة على ذلك ، يمكن أن تكون ذات صلة فقط إذا كان التسميد يتم تطوير النفايات في الوقت الحاضر، ومع ذلك، فإنه يعاني من الحسنات الممنوحة للقطاع الحرق.
- ✓ إذا أردنا استبدال بلاستيك البتروكيماويات بالبلاستيك الحيوي، ينطوي على كمية هائلة من محاصيل الحبوب مثل الذرة لذلك هذا سوف يسبب جفاف التربة ونضوبها، والتي سوف تولد تلوث المياه الجوفية.

3.II. تطبيقات واستخدامات البلاستيك الحيوي

يستخدم البلاستيك الحيوي على الخصوص في التطبيقات التالية (14):

1.3.II. التعبئة والتغليف:

في قطاع التعبئة والتغليف، تم بالفعل تحقيق عرض المنتجات القابلة للتحلل الحيوي للكثير من التطبيقات: تغليف المواد الغذائية، كبسولات القهوة والجسيمات، الأكياس.

2.3.II. التطبيق الزراعي في الزراعة:

تستخدم البلاستيك الحيوي على سبيل المثال لصنع وصلات أو مقاطع البستنة، الخيوط الملتوية أو التحلل أنها تحد من عمليات جمع وتحصيل التكاليف.

II.3.3. منتجات للاستخدام الفريد:

تستخدم البلاستيك الحيوي في قطاع المطاعم خارج المنزل: أدوات المائدة، الكؤوس، الصناديق.

II.4.3. النظافة الصحية ومستحضرات التجميل:

يمكن دمج البلاستيك الحيوي في العديد من المنتجات: مساحات القطن، والحفاضات، ومنتجات النظافة النسائية...

II.5.3. قطاع السيارات:

كما يمكن استخدام البلاستيك الحيوي كمكون لإطارات السيارات أو لتصنيع قطع غيار السيارات.

II.6.3. تطبيقات اخرى:

تتوفر أيضًا تطبيقات متغيرة للحياة، مثل روابط المظلات، ومقابض السكاكين السويسرية، وقذائف الهاتف ...إلخ.

II.4. الفرق بين البلاستيك الحيوي والبلاستيك القائم على البترول

تتمتع المنتجات البترولية التي تعتمد على البترول بفوائد التالية:

- ✓ الإنتاج ذو التكلفة الفعالة والسرعة العالية بما في ذلك البنية التحتية ذات البنية الجيدة.
- ✓ خصائص ميكانيكية كبيرة.
- ✓ خصائص الحاجز كبيرة.

ومع ذلك، هناك عدد من العيوب بما في ذلك:

- ✓ استنزاف الموارد البترولية.
- ✓ زيادة سعر البترول.
- ✓ .مخاطر السمية للمستهلك.
- ✓ الاهتمام البيئي (15).

لقد تم تحفيز البوليمرات القابلة للتحلل من التأثير البيئي. أنتجت المواد البلاستيكية القائمة على البترول كميات زائدة من غاز ثاني أكسيد الكربون وتسببت في التخلص من النفايات (16). بالمقارنة مع اللدائن القائمة على البترول ، فإن البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي مشتقة من المواد الخام الزراعية مثل النشاء والخشب والسليلوز و يمكن تخفيض إجمالي صافي رصيد ثاني أكسيد الكربون نظرًا لأن استهلاك ثاني

أكسيد الكربون من خلال زراعة النباتات يمكن أن يحيد إطلاق ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التخلص من البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي (17) . في عام 2000، يتم التخلص من معظم البلاستيك في مدافن النفايات، تتميز البوليمرات القابلة للتحلل الحيوي بمعدل تحلل أعلى بسبب حركية أسرع مقارنةً بالبلاستيك ولذلك، فإن البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي لها فائدة في تقليل حجم مدافن النفايات .استناداً إلى تقييم دورة الحياة(LCA) ، يمكن مقارنة البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي والبلاستيك القائم على البترول في العوامل التالية :استنفاد اللاأحيائية، السمية البشرية، السمية الإيكولوجية المائية للمياه العذبة السموم الإيكولوجية المائية البحرية، المغذيات، التحميض، السمية الإيكولوجية الأرضية، والأكسدة الضوئية (16). يبين الجدول أدناه تأثير نوع مختلف من اللدائن على ظاهرة الاحتباس الحراري (18). يشير هذا الجدول إلى أن البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي مفيدة في الطلب على الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المواد البلاستيكية القائمة على البترول.

معايير المقارنة	البلاستيك الحيوي	القائم على البترول
القابلية للتجديد	كليا أو جزئيا	غير قابل
الاستدامة	نعم	لا
التفكك في البيئة	قابلة للتحلل البيولوجي و/أو التحول إلى سماد	قليلة التحلل بواسطة الأكسدة
مجموعة البوليمر	محدودة السلسلة ولكنها تنمو	البوليمر واسع
انبعاث غازات الاحتباس الحراري	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الوقود الأحفوري في تصنيعه	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الأراضي الصالحة للزراعة	هي مصدره	لا علاقة

الجدول (II - 1): الفرق بين البلاستيك الحيوي والبلاستيك القائم على البترول (19).

5.II. اقتصاديات البلاستيك الحيوي

يكون البلاستيك الحيوي دائماً أكثر تكلفة من اللدائن التي أساسها البترول والمقصود استبدالها ولكن الأسعار قد انخفضت مع استمرار التنمية، وتصبح أسعار النفط غير مستقرة (20). استقرار السعر المضاف هو ميزة محتملة للبلاستيك الحيوي، يجب أن تستمر أسعار البلاستيك الحيوي في الانخفاض مع نمو الصناعة وتطوير أساليب إنتاج أكثر كفاءة.

التحول إلى بلاستيك حيوي سيؤثر على أسعار المواد الخام. تكلفة أيا كان المحصول أو مزيج من المحاصيل المستخدمة لجعل البلاستيك الحيوي (bioplastics) أكثر كفاءة. الزيادة في أسعار الذرة نتيجة لإنتاج الإيثانول هي مثال جيد على هذا التأثير حيث أن هذه الزيادة ارتفعت بشكل كبير خلال السنوات القليلة الماضية و تم إنتاج المزيد والمزيد من الإيثانول كوقود بديل. من عام 2007 إلى 2008 ارتفع سعر بوشل الذرة بـ 0.80 دولار .وقدر أن 0.41 دولار من هذه الزيادة مرتبطة ارتباطًا مباشرًا بإنتاج الإيثانول (21).

تعتبر زيادة 0.41 دولار هامة للمحصول الذي يكلف عادة حوالي 3 دولارات للبوشل. ومع ارتفاع الطلب وبالتالي ارتفاع أسعار المواد الأولية، سينخفض الطلب وبالتالي سعر الوقود الأحفوري . الانخفاض في استخدام النفط لن يكون كبير بما فيه الكفاية ليكون لها تأثير كبير على الأسعار العالمية . البلدان المنتجة للنفط تنظم الإنتاج في محاولة للحفاظ على استقرار الأسعار. يهمل هذا التحليل التعقيدات الاقتصادية المعنية ولكن المبدأ واضح.

من المحتمل أيضًا أن تكون الآثار الاقتصادية الإقليمية في التحول إلى بلاستيك حيوي. من أجل خفض تكاليف النقل من المحتمل أن يتم بناء مصانع إنتاج البلاستيك الحيوي بالقرب من المناطق الزراعية الرئيسية في البلاد. وهذا من شأنه أن يؤدي إلى تحول في الصناعة من المناطق الساحلية في الولايات المتحدة، بالقرب من مصافي النفط، إلى الغرب الأوسط. سيكون التأثير على الوظائف ضئيلًا لأنه من المحتمل أن يتم خلق العديد من الوظائف التي قد تُفقد. يمكن إعادة تجهيز مصانع معالجة البلاستيك الحالية للعمل مع البلاستيك الحيوي. يمكن العثور على مثال على هذا التحول الجغرافي في إنتاج النفط. مع انتقال إنتاج النفط الخام إلى الشرق الأوسط في عام 1950، انتقلت عمليات التكرير الأمريكية من ساحل الخليج إلى موانئ شمال شرق ساحل المحيط الأطلسي كوسيلة لخفض التكاليف. كلاهما بالقرب من الموانئ الرئيسية والمراكز الرئيسية لاستهلاك الوقود في الولايات المتحدة أدى إلى انخفاض تكاليف النقل. لم تنتقل جميع المصافي ولم تضيع الوظائف بشكل كامل (22).

قائمة المراجع:

(1) European Bioplastics . http://en.european-bioplastics.org

(2) **Y.J chen .**Bioplastics and their role in achieving global sustainability . Journal of Chemical and Pharmaceutical Research2014 1 6 . P .231-226

(3) **European Bioplastics .** Marienstua Be . january ,P 2016 . 20-19

(4) **J & ،.Butler, P Kerry .**Smart packaging technologies for fast moving consumer goods .UK : John Wiley & Sons 2008 .

(5) **Srikanth Pilla,** Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications. Massachusetts : Wiley-Scrivener Publishing LLC 2011 .

(6) **R Smith .**Biodegradable polymers for industrial applications .Cambridge : Woodhead Publishing Limited 2005 .

(7) **N., Chapleau, N. et Li, H Legros .**La plasturgie et les matériaux biosourcés. Colloque québécois sur les bioplastiques compostables ، Sherbrooke 2011 ،

(8) **USHAMINA AND, NIMISHASHARMA PRAGATIPRAMANIK .** Bioplastics .Sustainable Green plastic .December, 2015 p 26

(9) **CTC Clean Tech Consulting GmbH .**Polylactic Acid (PLA) http://www.bioplastics24.com/content/view/70/35/

(10) **CTC Clean Tech Consulting GmbH .**Polyhydroxybutyrates (PHB) http://www.bioplastics24.com/content/view/71/36/

(11) **Brian Momani .**Assessment of the Impacts of Bioplastics: Energy Usage,Fossil Fuel Usage, Pollution, Health Effects, Effects on the Food Supply, and Economic Effects Compared to Petroleum Based Plastics .United States : Worcester Polytechnic Institute ،March.2009

(12) **R. L., Reddy, V. S & ،.Gupta, G. A Reddy .**Study of bio-plastics as green and sustainable alternative to plastics . .International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering2013 .

(13) **GUILLET Fabien, VIANEZ Chloé BREMONT Chloé .**Les Plastiques et Bioplastiques P20 .

(14) Club Bio-Plastiques. 25 Février, 2018
http://www.bioplastiques.org/var/fichiers/916-lb03-brochure-planche.pd
(15) **Majid, et al Jamshidian .**Poly-Lactic Acid: production, applications, nanocomposites, and release studies .Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety،2010 ،5 9 . P 571-552

(16) **F., and V. Piemonte Gironi .**Bioplastics and petroleum-based plastics: strengths and weaknesses .Energy Sources Part a-Recovery Utilization and Environmental Effects2011 . P 1959-1949

(17) **Tapan K., and V. Badireenath Konkimalla. Dash .**Polymeric modification and its implication in drug delivery: poly-ε-caprolactone (PCL) as a model polymer . Molecular pharmaceutics2012 ،9 9 .P 2379-2365

(18) **Martin. Patel .**Life cycle assessment of synthetic and biological polyesters . Proceedings of the International Symposium on Biological Polyesters .September, 2002 .

(19) **K. G., T. Gounden, and S. Pretorius Harding .**Biodegradable Plastics: A Myth of Marketing .؟Procedia Manufacturing 2017 .P 110-106

(20) **Anjali Cordeiro .**Bioplastics Begin to Get Real .The Wall Street Journal . 2008 P 22-10

(21) **Randall T. and Park, Hwan Fortenbery .**The Effect of Ethanol Production on the U.S.National Corn Price. Staff Paper Series .U.S : University of Wisconsin-Madison. 2008

(22) **Sherman R Abrahamson .**The Shifting Geographic Center of Petroleum Production and Its Effect on Pricing Systems .Oct., 1952 P 301-295

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث:

المواد وطرق العمل

III.1. المواد و الأجهزة المستعملة

III.1.1. المواد الكيميائية المستعملة

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية g/mol	درجة الانصهار C°	درجة الغليان C°	الكثافة	الشركة المنتجة
حمض الكبريت	H_2SO_4	98.08 g/mol	10.38 C°	279.6 C°	1.84 g/cm^3	BIOCHEM chemopharma
حمض الخل	C2H4O2	60.05 g/mol	289 C°	391 C°	1.049 g/cm^3	VWR.prolabo
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	39.9971 g/mol	318 C°	1388 C°	2.13 g/cm^3	BIOCHEM chemopharma
اسيتون	C_3H_6O	58.08 g/mol	178 C°	329C°	0.791 g/cm^3	VWR.prolabo chemicals
الماء الاكسجيني	H_2O_2	34.0147 g/mol	-11 C°	150.2 C°	1.4 g/cm^3	Carlo ERBA reagents
الايثانول	C_2H_6O	46.07 g/mol	-114.3 C°	78.4 C°	0.789 g/cm^3	VWR.prolabo chemicals

الجدول (III-1): المواد المستعملة في التجربة (1)

III.1.2. الأجهزة المستعملة:

- ✓ مجفف كهربائي من نوع NICOLET IS5 BINDER/USA
- ✓ ميزان حساس من نوع OHAUS CORP – PINE BROOK NY, USA
- ✓ جهاز الأمواج فوق الصوتية (ULTRASON) من نوع J.P.SELECTA,s,a made in spain
- ✓ مطيافية الأشعة تحت الحمراء من نوع THERMO SCIENTIFIC NICOLET is5 BINDER/USA

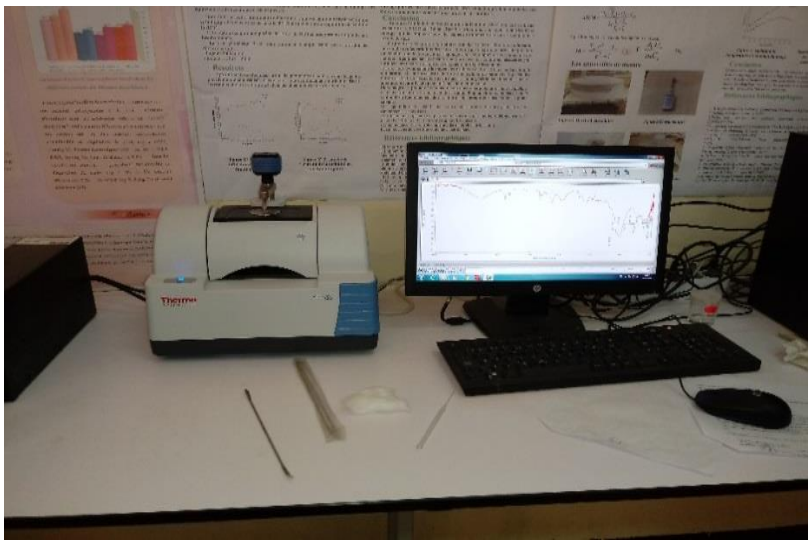
III.1.2.1. مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR)

التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء هو تقنية لا تزال تستخدم على نطاق واسع لتوصيف مراحل السيليلوز، و يمكن أيضا أن تستخدم للإبلاغ عن التغيرات داخل الكريستال البلورية، و تستخدم لتحديد التجمعات الوظيفية التي تمكن من إظهار الهيكل. يحتوي كل ارتباط على اهتزازات مميزة لتردد محدد جيدا (1).

تحت الظروف العادية للحرارة و الضغط و الذرات، تتعرض المجموعات الوظيفية التأسيسية للإشعاع الكهرومغناطيسي تحت تأثير شعاع الالكترون تحت الحمراء، تمتص الروابط الجزيئية جزء من هذه الطاقة و يهتز وفقا لحركات أنواع مختلفة (الاهتزازات استطالة أو تشوه).

مجال الأشعة تحت الحمراء و التي هي طاقات الاهتزاز للاتصالات الجزيئية ، ينقسم إلى ثلاث مناطق(2) :

- الأشعة تحت الحمراء القريبة ($\lambda = 0.8$ إلى $\lambda = 2.5$ ملم)أو($v = 4000$ إلى $v = 12500$ سم$^{-1}$).
- الأشعة تحت الحمراء المتوسطة ($\lambda = 2.5$ إلى $\lambda = 25$ ملم) أو($v = 400$ إلى $v = 4000$ سم$^{-1}$).
- الأشعة تحت الحمراء البعيدة ($\lambda = 25$ إلى $\lambda = 1000$ ملم) أو ($v = 10$ إلى $v = 400$ سم$^{-1}$).



الشكل (III-1): صورة لجهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء

2.III. تحضير المادة الأولية

1.2.III. المصدر

أخذت العينة من نخيل الغرس، الرباح ولاية الوادي.

الشكل (III-2): صورة توضح الموقع الجغرافي للرباح

2.2.III. تحضير العينة

أخذت المادة الأولية ليفة نخيل الغرس بهيئتها الطبيعية الجافة و بعد تنظيفها جيدا تم تجفيفها في درجة حرارة الغرفة لمدة أسبوع و بعد ذلك قمنا بتقطيعها إلى أجزاء صغيرة حتى تتعرض المادة بأجمعها إلى العملية القادمة (المعالجة الكيميائية القلوية).

الشكل (III-3): صورة توضح المادة الأولية (الليفة) قبل و بعد التقطيع

3.III. طريقة استخلاص ألياف السليلوز

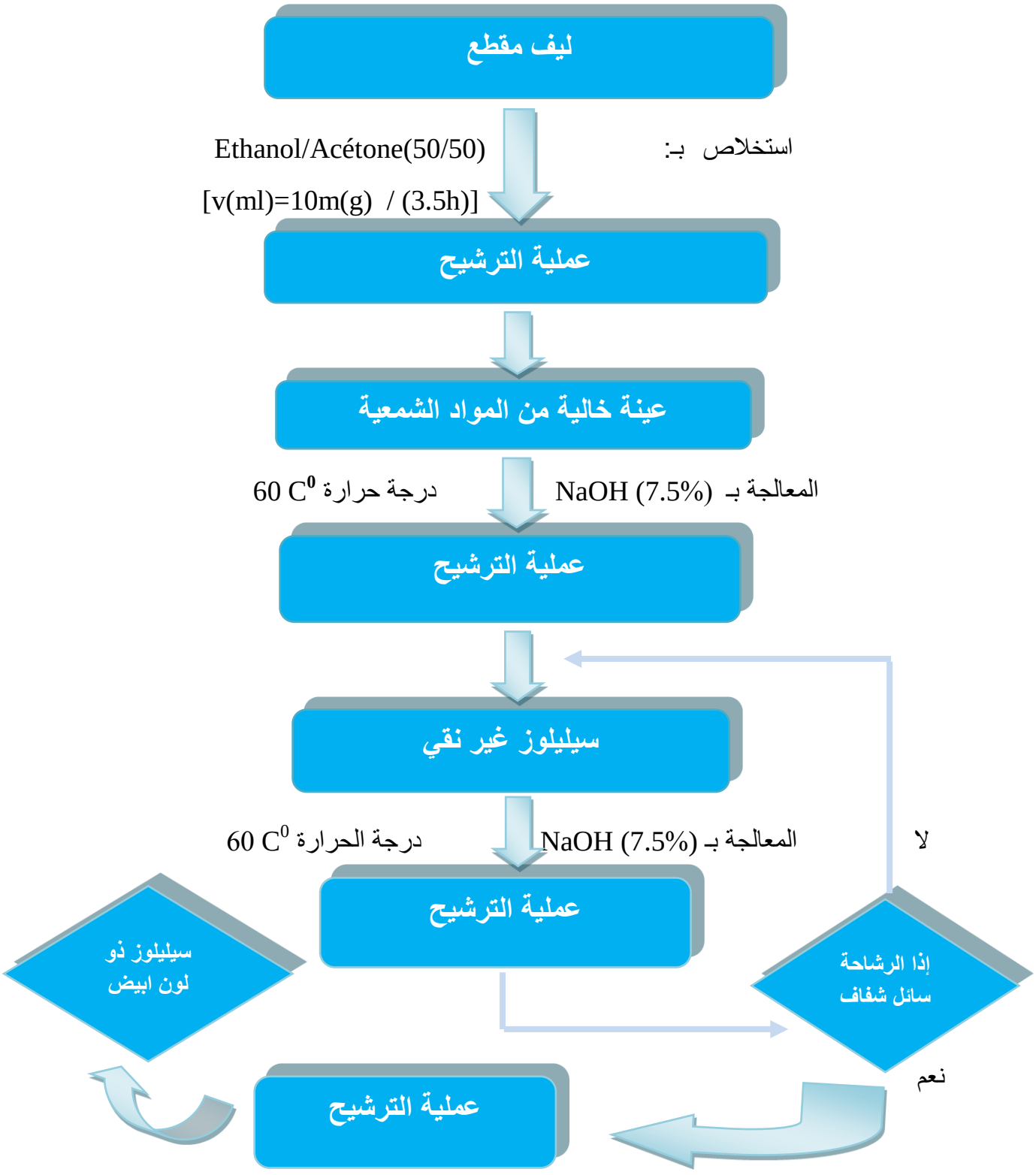
تمت عملية استخلاص السيليلوز الخام من ليفة النخيل بواسطة أربعة طرق كيميائية واستعنا في بعضها بالطريقة الفيزيائية للفصل باستخدام الأمواج فوق الصوتية، فيما يلي: جدول يبين أهم الفروقات بين الطرائق الأربعة:

الطرق المستعملة	نوع الطريقة	حمض الكبريت حمض الخل	التبييض	المذيب
الطريقة (1) [(3)]	كيميائية+ فيزيائية	نعم	ماء أكسوجيني+ وسط قاعدي PH=11.8	طوليان، إيثانول
الطريقة (2)	كيميائية+ فيزيائية	لا	ماء أكسوجيني+ وسط قاعدي PH=11.8	طوليان، إيثانول
الطريقة (3) [(5) (4)]	كيميائية	لا	ماء أكسوجيني	ماء
الطريقة (4) [(6)]	كيميائية	لا	ماء أكسوجيني+ حمض الخل	أسيتون، إيثانول

الجدول (III-2): الفروقات بين الطرائق الأربعة

لأن الطريقة الرابعة كانت أفضل هذه الطرق من حيث المردود والبساطة فإننا سنقتصر فيما سيأتي على التفصيل فيها وشرح مراحلها:

تمت خطة العمل وفق المخطط التالي:



الشكل (III-4): مخطط يوضح مراحل خطة العمل.

قبل القيام بعملية الاستخلاص لابد من تجهيز النبتة المراد إجراء العملية عليها و ذلك بـ:

- ✓ تجفيفها في الظل و بعيد عن الرطوبة.
- ✓ تنقيتها و تقطيعها.

و تتم عملية الاستخلاص بنقع الليفة المراد استخلاص السليلوز منها في مذيب مناسب و أكثر المذيبات استعمالا خليط من الكحول و الأسيتون بنسب معينة و أغلب الكحولات المستعملة هي الإيثانول و الميثانول و تتم عملية الاستخلاص عبر المراحل التالية:

1.3.III. إزالة الشمع:

نقوم بإزالة المواد الشمعية منها بواسطة التصعيد باستعمال "ايثانول-اسيتون" بنسبة (50/50) لمدة (3.5) ساعات.

الأدوات و المواد المستعملة:

الأدوات	المواد
- دورق سعته 500ml - أنبوب مدرج للقياس - صفيحة مسخنة. - مكثفة - ترمومتر- بيشر - حمام مائي - ورق الترشيح. - مضخة الترشيح. - رجاج مغناطيسي.	- 200ml من الأسيتون.. - 200ml من الميثانول. - ماء مقطر - 20g من الليف

الجدول (III-3): المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة إزالة الشمع

طريقة العمل:

- ✓ نحضر في بيشر 400ml من الأسيتون و 400ml من الايثانول
- ✓ نضع 20g من المادة الأولية المهيئة على شكل قطع صغيرة في دورق دائري سعته 1l و نضيف إليها المزيج (أسيتون – إيثانول) المحضر.
- ✓ نسخن المزيج عند درجة حرارة 60c° باستخدام التصعيد لمدة 3.5h مع التحريك المستمر.
- ✓ بعدها تم فصل المادة الصلبة بالترشيح و إجراء عملية الغسل بالماء المقطر لمرات عديدة.

الشكل (III-5): صورة للعينة عند المعالجة و بعد الترشيح.

2.3.III. إزالة لجنين و الهيميسليلوز:

الأدوات و المواد المستعملة:

الأدوات	المواد
- دورق سعته 500ml - أنبوب مدرج للقياس - صفيحة مسخنة. - مكثفة - ترمومتر- بيشر - حمام مائي - ورق الترشيح. - مضخة الترشيح. - رجاج مغناطيسي.	- 22.5g من NaOH. - ماء مقطر. - 10g من الليف المعالج.

الجدول (III-4): المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة إزالة لجنين و الهيميسليلوز

طريقة العمل:

- **تحضير NaOH :**

نسكب في بيشر 300ml من الماء المقطر و نضيف إليه 22.5g من NaOH مع وضع رجاج مغناطيسي للخلط.

- **المعالجة الكيميائية:**

نضع 10g من بقايا الليف المعالجة و نضيف إليها 300ml من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (7.5%) و من ثم نسخن المزيج عند درجة حرارة 60c° باستعمال التصعيد أيضا لمدة ساعتان (2h) مع التحريك المستمر، بعدها يتم الترشيح باستعمال الماء المقطر. يتم تكرار العملية حتى تصبح الرشاحة سائل شفاف.

الشكل (III-6): صورة للعينة المعالجة بـ NaOH عند و بعد الترشيح.

III.3.3. التبييض:

الأدوات و المواد المستعملة:

الأدوات	المواد
- دورق سعته 500ml. - أنبوب مدرج للقياس. - صفيحة مسخنة. - مكثفة - ترمومتر. - حمام مائي - ورق الترشيح. - مضخة الترشيح. - رجاج مغناطيسي.	- 200ml ماء أكسوجيني. - 200ml حمض الخل. - 10g من العينة. - ماء مقطر.

الجدول (III-5): المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة التبييض

طريقة العمل:

- ✓ نضع 10g من العينة المعالجة في دورق سعته 500ml.
- ✓ نضيف إلى العينة 200ml من الماء الأكسوجيني و 200ml من حمض الخل (acide acétique) و من ثم نسخن المزيج عند درجة حرارة 90C° باستخدام التصعيد كذلك لمدة ساعتين (2h) مع التحريك المستمر.
- ✓ إجراء عملية الترشيح بالماء المقطر عدة مرات لإزالة الماء الأكسوجيني و حمض الخل تماما من العينة و الحصول على سليلوز ذو لون أبيض.
- ✓ يجفف السليلوز المستخلص في فرن عند درجة حرارة 60C° لمدة 2h الشكل (III-7).

الشكل (III-7): صورة للسليلوز المستخلص بعد التجفيف

✓ **حساب مردود السليلوز المستخلص:**

مردود السليلوز المستخلص هو النسبة بين كتلة السليلوز المستخلصة و كتلة الليفة قبل الاستخلاص

يحسب مردود السليلوز المستخلص حسب العلاقة التالية:

$$م = ك\ السليلوز\ /\ ك\ الليفة \times 100$$

م: مردود السليلوز المستخلص 100% .

ك السليلوز: كتلة السليلوز الأساسي المستخلص بالغرام.

ك الليفة: كتلة الليفة قبل الاستخلاص بالغرام.

4.3.III. توصيف ألياف السليلوز المستخلص

✓ تم تعريض العينة المستخلصة إلى مطيافية الأشعة تحت الحمراء و ذلك من أجل معرفة خصائصها.

✓ تم اختبار إمكانية الذوبانية و ذلك بوضع جزء من العينة في كل من الأسيتون ، الإيثانول ، و الماء لمدة 24 ساعة.

4.III. إنتــاج البلاستيك الحيــوي

1.4.III. المواد الكيميائية المستعملة

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية	درجة الانصهار	درجة الغليان	الكثافة
نشاء الذرة	$(C_6H_{10}O_5)n$	متغيرة	يتحلل	/	1.5 g/cm^3
الجليسرين	$(C_3H_8O_3)$	92.09 g/mol	17.8 C°	290 C°	1.261 g/cm^3
CNC	$(C_6H_{10}O_5)$	/	/	/	/
الماء المقطر	(H_2O)	18.01 g/mol	0 C°	100 C°	997 kg/m3

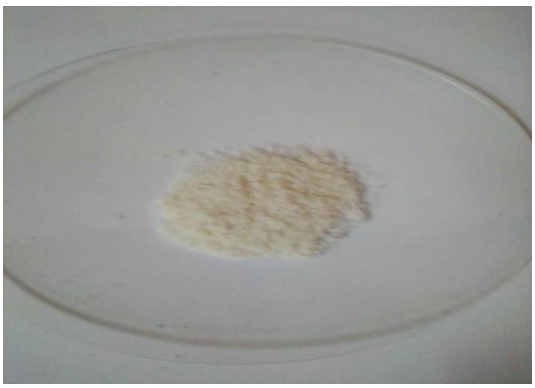
الجدول (III-6): المواد المستعملة في التجربة (2)

III.2.4. طريقة العمل

III.2.4.1. تحضير بلورات النانو سليلوز

- ✓ **طريقة تحضير بلورات النانو سليلوز**
- **الطريقة الميكانيكية (الطحن):**

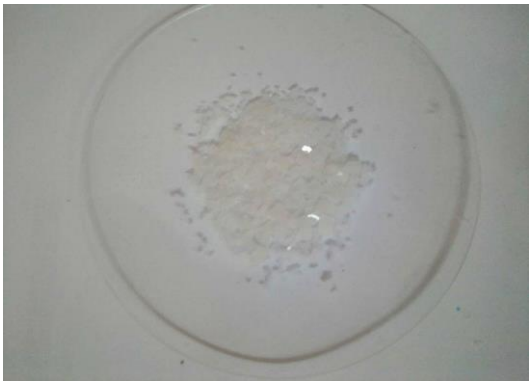
تستخدم لإنتاج مواد نانو على شكل مسحوق حيث يتم تعريض المادة الأساسية لطاقة عالية جداً، ثمّ طحنها باستخدام كرات مصنوعة من الفولاذ تتحرك بشكل اهتزازي أو كوكبي أو رأسي، ويتراوح حجم مواد نانو التي يتم تصنيعها ما بين 3 إلى 25 نانومتراً.



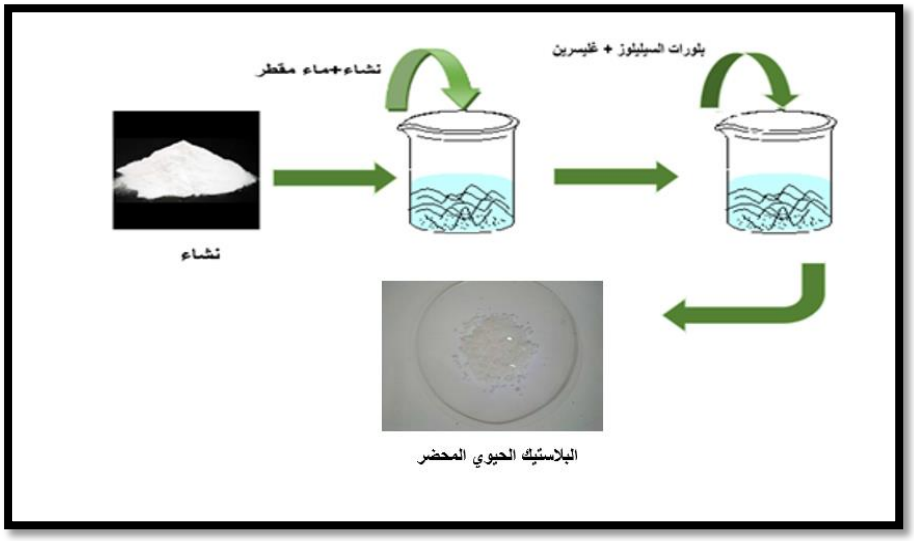
الشكل (III-8): صورة للسليلوز المطحون

III.2.4.2. تحضير البلاستيك الحيوي (نشاء-CNC)

- ✓ تم تذويب 1 غرام من نشاء الذرة في 20 مل ماء مقطر مع التسخين في 60C° لمدة 15 دقيقة مع التحريك المستمر.
- ✓ ثم بعد ذلك أضيف CNC في شكل مسحوق.
- ✓ ثم أضيف 0.03 غرام من الجليسرين و تم تحريك الخليط لمدة ساعتين عند ثابت درجة حرارة 70C°
- ✓ بعد ذلك تم صب الخليط و تبريده على ألواح زجاجية ثم تجفيفه عند درجة حرارة الغرفة.
- ✓ تم إعداد النسبة: 0.025:1



الشكل (III-9): صورة للبلاستيك الحيوي المحضر نشاء-CNC



الشكل (III-10): مخطط يوضح مراحل انتاج البلاستيك الحيوي

قائمة المراجع:

(1) .**Robin Jon Hawes Clark, R. E. Hester R. J. H. Clark .***Spectroscopy for Surface Science* .New York : John Wiley & Sons1998 ،

(2) **A.J Lecloux .**Catalysis science and Technology .*Springer Berlin* 1981

(3) **Xiao-Feng, et al SUN .**Comparative study of crude and purified cellulose from wheat straw .*Journal of agricultural and food chemistry*2004 ،4 ،*52*

(4) **Yee Kai, et al SONG .**Isolation of Nanocrystalline Cellulose from oil palm empty fruit bunch–A response surface methodology study. In: MATEC Web of Conferences .*EDP Sciences*.2016 ،60 .

(5) . **J.M., Sun, R.C & .Tomkinson, J Fang .**Isolation and characterization of hemicelluloses and cellulose from rye straw by alkaline peroxide extraction . *Springer*2000 ،7 .

(6) **قواميد مسعود.** المساهمة في دراسة تشخيص و تثمين مخلفات. *اطروحة محضرة لنيل شهادة دكتوراه علوم* . ورقـــلة : جامعة قاصدي مرباح ورقـــلة، 2015.

.

الفصل الرابع:

النتائج و المناقشة

IV. النتائج و المناقشة

وجدنا من خلال العمل المخبري – مع ما يشوبه من أخطاء وضياع للمادة – أن أفضل طريقة من بين الطرق المختبرة هي الطريقة الرابعة من حيث مردودها وسهولة تنفيذها.

في الجدول أدناه مردود كل طريقة من مادة السيليلوز الخام:

الطريقة	طريقة الحساب	% المردود
الطريقة الأولى	المردود $= \frac{\text{كتلة السليلوز الناتج}}{\text{كتلة الليف المستخدم}} \times 100$	8.33
الطريقة الثانية		14.5
الطريقة الثالثة		31.6
الطريقة الرابعة		33.35

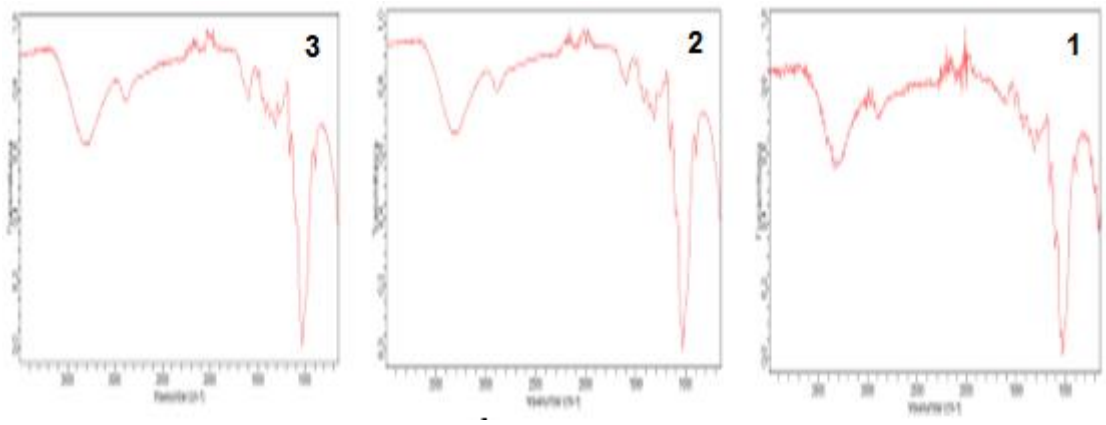
الجدول (IV-1): مردود كل طريقة من مادة السليلوز الخام

1.IV. التحليل الفيزيائي:

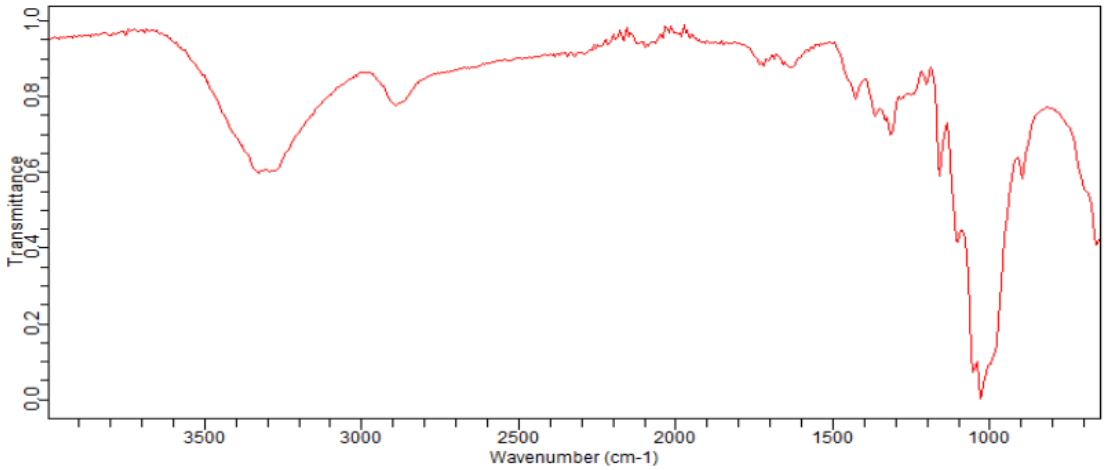
عيانا يمكن ملاحظة تغير لون الليف في الشكل (IV-1) ، حيث أصبحت ألوانه التي تم علاجها بالقلويات (إزالة اللجنين والهيميسيليلوز) أكثر وضوحًا ما يعني انخفاض مستويات اللجنين و هيميسيليلوز الموجودة في الليف

الشكل (IV-1) : (أ) الليف قبل المعالجة، (ب) بعد المعالجة بالقلويات، (ج) السيليلوز المستخلص

2.IV. تحليل مطيافية الأشعة تحت الحمراء للتجارب الأربعة:



الشكل (IV -2): طيف الأشعة تحت الحمراء للسليلوز المستخلص بالطريقة (3.2.1)



الشكل (IV-3) : طيف الأشعة تحت الحمراء للسليلوز المستخلص بالطريقة الرابعة

يبين الشكل (IV-2) طيف فورييه للأشعة تحت الحمراء للسليلوز المستخلص ، كما هو مبين تنقسم العينات إلى منطقتي امتصاص رئيسيتين هما الامتصاص العالي (2800-3500 سم$^{-1}$) و الامتصاص الأقل (800-1700 سم$^{-1}$) يمكن رؤية تشابه التركيبة الكيميائية من نتيجة FT-IR على العينات المتحصل عليها بالطرق الأخرى. و يمكن ملاحظة امتصاص قوي و واسع في موجة من حوالي 3300 سم$^{-1}$.

و تظهر هذه الموجة في سلسلة امتصاص الهيدروجين (O-H) على السليلوز. و قد قسمت هذه المنطقة إلى ثلاثة أنواع من سلسلة الهيدروجين في السليلوز مثل O --- H (2) O (6)داخل الجزيء، O --- H (3) O (5) داخل الجزيء ، O (3) ---- H O (6) داخل الجزيء.

ذروة الامتصاص عند 1400-1450 سم$^{-1}$ في منطقة اهتزاز O-C-H مشتق من مكونات اللجنين. بالإضافة إلى ذلك فإن ذروة الامتصاص في المنطقة 1300-1365 سم$^{-1}$ في العينة هي نطاق الاهتزاز من C-H و C=O كانت مرتبطة مع عديد السكاريد الدائري العطري.

ذروة الامتصاص عند 1100 سم$^{-1}$ يظهر في الطيف من السليلوز كان بسبب اهتزاز C-H و C-O-C حيث أظهرت التغييرات في الخصائص الطيفية لهذا السليلوز أنه تم القضاء على الهميسليلوز واللجنين و في الذروة 1050 سم$^{-1}$ ظهرت الحلقة C-O-C وهذا يعني أن هناك زيادة في قيمة السليلوز البلوري.

3.IV. دراسة بعض الخصائص للمادة المحضرة:

يبين الجدول (1-IV) بعض الخصائص الفيزيائية للسليلوز المحضر. مثل اللون و المظهر و الذوبانية في مذيبات مختلفة.

اذ كانت المادة المحضرة بشكل لب الخشب او زغب القطن ذات لون أبيض، اما فيما يخص الذوبانية، فلم تذوب المادة المحضرة بعد (24) ساعة في كل من الماء المقطر و الايثانول و الأسيتون.

الخاصية	اللون	المظهر الخارجي	الذوبانية		
			الماء المقطر	الايثانول	الأسيتون
النتيجة	أبيض	لب الخشب زغب القطن	لا يذوب	لا يذوب	لا يذوب

الجدول (2-IV) : بعض الخصائص الفيزيائية للمادة المحضرة

4.IV. خصائص البلاستيك الحيوي المحضَّر

حصلنا على بلاستيك حيوي من السليلوز المستخلص بمردود 3% وبمادة أولية كتلتها 0.025g وتتميز بخصائص بصرية ممتازة من حيث أنه شفاف المنظر كالزجاج وله خصائصه الميكانيكية من التماسك وحدة الحواف.

إن هذا البلاستيك يحتاج إلى تأهيل صناعي باستخدام مضافات كيميائية من أجل قولبته في منتجات صناعية أو تكنولوجية قد تكون محل دراسة مستقبلا.

الشكل (IV-4) : صورة للبلاستيك الحيوي المحضر

3.IV. خـلاصـة

إن المواد الأولية التي استخدمت لتحضير السليلوز لا تختلف بنسبها عن المواد الأولية والمستخدمة لتحضير هده المادة على المستوى الصناعي والمطبقة عالميا ويظهر من خلال الطريقة الرابعة المفصلة في هذا الفصل أن عملية الاستخلاص هي عملية سهلة جدا وقليلة التكاليف وذات مردود معتبر كما أن انتاج البلاستيك الحيوي منها ذو مردود معتبر كذلك، هذا من ناحية الكمية.

أما من ناحية النوعية فلا يختلف السيليلوز المستخلص من ليف النخيل عن غيره المستخلص من نبتة القطن مثلا أو الحلفاء أو الخشب بل له خصائص بصرية عالية من حيث نصاعة البياض وتماسك جزيئاته التي تمنحه خصائص ميكانيكية معتبرة قد تكون محل دراسات مستقبلا كما أنه من الخفة بمكان بحيث يسمح باستخدامه في الصناعات الدقيقة وذات الطابع البيئي والصحي.

خـاتـمــة

يتبين من خلال النتائج انه بالإمكان تحضير السليلوز من ليفة النخيل كمادة أولية حيث ان هذه المادة متوفرة بكميات كبيرة في بلدنا مما يشجع على استخدامها للحصول على مادة أولية أساسية تدخل في كثير من الصناعات. يضاف لذلك أن ألياف النخيل عموما هي مواد صعبة الانحلال طبيعيا مما يجعلها ذات تأثير بيئي سيء يشجع على الحرائق ويشجع على نمو البكتيريا والفطريات نظرا لاحتفاظها بالرطوبة. فعملية استغلالها من أجل انتاج السيليلوز ومن ثم بعض مشتقاته كالورق أو كالبلاستيك الحيوي (محل الدراسة في هذه المذكرة) أو استخدامات طبية كحفاظات الأطفال وخيوط الطبية الجراحية أو كأغشية لتنقية المياه نظرا لمساماته الصغيرة جدا على سلم النانو. كما أن له فائدة اقتصادية جمة من حيث أنه يعزز اقتصاد الوطن الذي يعتمد بصفة كلية على السليلوز المستورد من الخارج بتكلفة باهظة مما يرهق كاهل الخزينة العمومية من العملة الصعبة.

ملخص

في هذا العمل قمنا باستخلاص السليلوز الخام من شجرة نخيل الغرس وبالضبط من ليف النخيل باستخدام أربعة طرق كيميائية واستعنا في بعضها بطريقة الموجات فوق الصوتية كطريقة فيزيائية. استخدمنا مطيافية الأشعة تحت الحمراء من أجل إثبات وجود الروابط المميزة للمادة الناتجة ومقارنتها بغيرها المستخلصة من نباتات أخرى. السليلوز الناتج بمردود 33.35% من استخدام الطريقة الرابعة كأفضل طريقة استخلاص مختبرة في بحثنا، كان ذو خصائص بصرية وميكانيكية معتبرة لا تقل قيمة عن غيره. كما أن أحد تطبيقاته كمادة أولية وهو البلاستيك الحيوي والذي تبين أنه تمكن صناعته من السيليلوز بدلا من النشاء كما هو معروف وقد أثبت هو كذلك خصائصا بصرية وميكانيكية معتبرة إضافة إلى مردوده.

الكلمات المفتاحية: النخيل، الليف، السيليلوز، البلاستيك الحيوي، استخلاص

RESUME

Dans ce travail nous avons extrait la cellulose brute depuis les fibres des palmiers dattiers disponible en excès dans notre région en utilisant quatre méthodes chimique et parfois couplées par une méthode physique par les ondes ultrasons. La spectroscopie FTIR est utilisée pour l'identification des différentes liaisons caractéristiques au cellulose tout en comparant avec d'autre travaux de littérature. Le produit a son meilleur rendement par la quatrième méthode de 33.35 % et a des caractéristiques visuelles (optiques) et mécaniques énormes et non différenciable à celle extrait d'autres flores. Comme, Le bio- plastique produit de cellulose pour la première fois connait même un meilleur rendement et très bonnes caractéristiques optiques et mécaniques semblable au verre.

Mots clés : Palmier Dattier, Fibres, cellulose, Bioplastique, extraction