جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية - هيت
قسم البيئة

تحضير البلاستيك الحيوي (صديق للبيئة) من المخلفات نباتية

بحث قدم من قبل

نور خالد لطيف
هدى عبد الله فتحي
هشام عباس فاضل
ولاء أسامة إسماعيل

بحث مقدم الى قسم البيئة
كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم البيئة

بإشراف
م.د. أطياف عبد القهار يونس

2021م 1442هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿أَنزَلْنَاهَا وَفَرَضْنَاهَا وَأَنزَلْنَا فِيهَا آيَاتٍ بَيِّنَاتٍ لَّعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ﴾

صدق الله العظيم

سورة النور الآية(**1**)

اقرار المشرف

اقرار المشرف على البحث

نشهد بأن هذا البحث قد تم تحت اشرافنا ومتابعتنا في كلية العلوم التطبيقية – هيت/ جامعة الانبار وهي جزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في علوم البيئة.

التوقيع:

المشرف: الدكتورة أطياف عبد القهار

التاريخ:

كلية العلوم التطبيقية_هيت – جامعة الانبار

توصية رئيس قسم البيئة

بناءً على التوصيات المقدمة من قبل المشرف أرشح البحث للمناقشة

رئيس قسم البيئة

م.د. براسم فراج مسلم

الإهداء

بعد رحلة بحث وجهد واجتهاد تكللت بانجاز هذا البحث نحمد الله عز وجل وعظيم سلطناه. وجد الإنسان على وجه البسيطة، ولم يعش بمعزل عن باقي البشر وفي جميع مراحل الحياة، يُوجد أُناس يستحقُّون منّا الشُّكر وأولى الناس بالشُّكر هما الأبوان؛ لما لهما من الفضل ما يبلغ عنان السماء؛

فوجودهما سبب للنجاة والفلاح في الدينا والآخرة

إلى من أُفضّلها على نفسي، ولِمَ لا؛ فلقد ضحّت من أجلي

ولم تدّخر جُهدًا في سبيل إسعادي على الدّوام (أُمّي الحبيبة).

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه

صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة. فلم يبخل عليّ طيلة حياته

(والدي العزيز).

إلى أصدقائي الذين أشهد لهم بأنهم نعم الرُّفقاء في جميع الأمور.

أُقدّم لكم هذا البحث، وأتمنّى أن يحوز على رضاكم.

الباحثون

شكر وعرفان

نحمد الله تمام الحمد والشكر والثناء له أولاً وابداً والصلاة على رسول الامة محمد (صل الله عليه وسلم) وبعد :

من لا يشكر الناس لا يشكرالله ، ولأنكم تستحقون منا الشكر والثناء، فلولاكم لم يكن بحثنا ليصل إلى أفضل ما هو عليه الآن :

سنظل نبحث دائمًا عن كلمات وعبارات مميزة تعرب عن مشاعرنا الداخلية لمن قدم لنا يد المساعدة، فالشعور بالشكر والعرفان وحفظ الجميل من الخصال التي لا يجب على المرء أن يفقدها، للدكتورة (اطياف عبد القهار) لجهودها المتفانية في أقتراح موضوع بحثنا والاشراف عليه ودعمها اللامحدود لنا فمنها تعلمنا الكثير فالشكر والثناء لكي أستاذتنا الفاضلة .

- نوجه شكري للدكتور (راسم فراج مسلم) رئيس قسم البيئة ولولا جهودكم لما كان للنجاح أي وصول ولما تحققت الأهداف.
- كما نقدم أجمل عبارات الشكر والامتنان من قلب محب ملؤه المحبة والمودة وكل الاحترام والتقدير لقسم الكيمياء لتوفير المختبر لأجراء بعض التجارب العملية وفي مقدمتهم رئيس القسم (أ. د. بلال جاسر) لحضرتكم على جهودكم الحثيثة معنا.
- أجمل عبارات الشكر والتقدير لا بد أن تسبق حروفنا، وتنهي سطورنا معبرة عن صدق المعاني النابعة من قلوبنا لكل الاشخاص الذين دعمونا وكان لهم الفضل في أتمام بحثنا ومنهم (م.م الاء عدنان) مسؤولة المختبر الخدمي / قسم الكيمياء في كلية العلوم جامعة النهرين وجهودها الطيبة .

- فشكرًا جزيلًا لكم من القلب، فأنتم أساس نجاح هذا البحث وخروجه على هذه الصورة المتقدمة، فأنتم من يحمل شعلة النجاح والتطور، شكراً لكم ونتمنى لكم التوفيق والسداد دائمًا، سخركم الله في مرضاته ولخدمة عباده .

والله ولي التوفيق والحمد لله رب العالمين

المحتويات

ت	العنوان	الصفحة
.1	الآية	ب
.2	الاهداء	ج
.3	الشكر والتقدير	د
.4	المحتويات	هـ - و
.5	الهدف من البحث ,الخلاصة	ز
.6	الفصل الاول : الجزء النظري	7
.7	المقدمة	9-8
.8	1.1مصادر السيليلوز	17-10
.9	3.1 مفاهيم عامة حول البلاستيك الحيوي	21-17
.10	تطبيقات وأستخدامات البلاستك الحيوي	23-22
.11	أقتصاديات البلاستك الحيوي	24
.12	الفصل الثاني: المواد وطرق العمل	44-25
.13	الفصل الثالث : النتائج والمناقشة	51-46
.14	الاستنتاجات والتوصيات	52
.15	Abstract	53
.16	المصادر	55-54
.17	الاشكال	
.18	(1-1) البنية الكيميائية للهيموسيليلوز	11
.19	(2-1) مثال نموذجي لهيكل جزيء اللجنين	13
.20	(3-1)بنية السيليلوز	14
.21	(3-1) التركيبة الجزيئية للسيليلوز لادزاء من وحدات متكررة	15
.22	(1-2) طيف الاشعة فوق بنفسجية من البلاستك الحيوي للسيليلوز من ليف جوز الهند	46
.23	(2-2) طيف الاشعة تحت الحمراء للسيليلوز من ليف جوز الهند	47
.24	(3-2) طيف الاشعة تحت الحمراء للسيليلوز من ليف الذرة	47
.25	(4-2) طيف الاشعة تحت الحمراء للبلاستك المحضر من سيليلوز من ليف جوز الهند	48
.26	(5-2) طيف الاشعة تحت الحمراء للبلاستك المحضر من سيليلوز من ليف الذرة	48

الهدف من البحث :

تحضير بلاستيك صديق للبيئة قابل للتحلل من مواد أولية طبيعية ورخيصة الثمن وقابلة للتفاعل وتكوين بلاستك يتحلل وتعود نواتج التحلل الى المنظومة الطبيعية للبيئة وله مواصفات تقارب البلاستك المنتج من المشتقات النفطية الغير قابل للتحلل والذي يعد من النفايات الخطرة بعد أنتهاء أستخدامها على البيئة.

الخلاصة:

في هذا البحث تم استخلاص السيليلوز الخام من مخلفات نباتية منها (ليف ثمرة جوز الهند وليف ثمرة الذرة) باستخدام الطريقة الكيميائية وأجراء التفاعلات الاخرى لاستخلاص السليليوز النقي وتم التشخيص بمطيافية الأشعة تحت الحمراء من أجل إثبات وجود الروابط المميزة للسيليوز ومقارنتها بغيرها المستخلصة من نباتات أخرى. السليلوز الناتج بمردود جيد من استخدام الطريقة الكيميائية كأفضل طريقة استخلاص مستخدمة. ومن ثم مفاعلته مع النشاء لتحضير البلاستك القابل للتحلل (الصديق للبيئة)وتم تشخيصه بمطيافية الأشعة فوق البنفسجية U.V لقياس مدى امتصاص البلاستك وأنعكاس الضوء له وباشعة تحت الحمراءIR لتشخيص المجاميع الفعالة فيه واثبات تحضيره والمجهر الالكتروني AFM لمشاهدة شكل الجزيئات والمقارنة بين المواد الاولية والناتجة .

الفصل الاول
الجزء النظري

المقدمة:

أدى الاهتمام المتزايد تجاه المشكلات البيئية الناجمة عن المنتجات القائمة على النفط الى الهام تطوير مواد خضراء . والمبادئ التوجيهية لإنتاج هذه المواد هي الاستدامة , والايكولوجيا الصناعية , والكفاءة الايكولوجية , والكيمياء الخضراء . واحدة من المواد الخضراء الناشئة في السوق في الوقت الحاضر هو البلاستيك القابل لتحلل الحيوي او البلاستيك الحيوي . يستمد البلاستيك الحيوي من الموارد الزراعية والمادة الاولية للكتل الحيوية المتجددة . وبالتالي الامتثال للمواد التي هي فعالة بينيا ومستدامة.

يبلغ الانتاج العالمي للبلاستيك ما يقارب 300 مليون طن سنويا ويزداد الاستهلاك بمعدل 9% كل سنة لتلبية احتياجات الانسان للمنتوجات البلاستكية , ان البلاستك 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 جوز الهند التي يتم التخلص منها بالحرق والذي بدوره يسجل اضرار كبيرة للبيئة.

هذا المنتج يقلل الاعتماد على المصادر النفطية من اجل صناعة المنتجات البلاستكية 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 اساسي حيث تحتوي مخلفات ثمرة جوز الهند وثمرة الذرة على نسبة عالية من السيليلوز الذي سيتم دمجه مع مركبات اخرى طبيعية للحصول على المنتج النهائي الذي يعتبر الحل المناسب للعديد من المشاكل البينية .

تتضمن دراسة البحث :

الجزء الاول: وهو الجانب النظري ويتكون من فصلين , خصص الفصل الاول للحديث عن المصادر السيليلوز الطبيعية منها والصناعية ولتعرف على مشتقاته واهم تطبيقاته.

الجزء الثاني: وهو الجانب العملي من مراحل الاستخلاص والتنقية والقصر للسيليوز من الالياف النباتية ومفاعلته لتحضير البلاستك الحيوي .

الجزء الثالث : ويشمل دراسة تشخيصية عامة حول مادة السيليلوز من مخلفات جوز الهند وبالتحديد الليف الخارجي للثمرة وليف ثمرة الذرة ومعرفة خصائصه وتشخيص الناتج باستعمال مطيافية الاشعة تحت الحمراء والمجهر الالكتروني .

1.1 مصادر السيليلوز :

مصدر السيليلوز المختلفة:

√ صناعي

√ طبيعي

1.1.1 مصدر الصناعي:

عادة ما تأتي الالياف الاصطناعية من مواد تركيبية مثل البتروكيماويات . ولكن بعض انواع الالياف الاصطناعية يتم تصنيعها من السيليلوز الطبيعي , بما في ذلك الحرير الصناعي والالياف الصناعية المصنوعة من السيليلوز المعاد الاكثر تطورا حديثا[1].

2.1.1 مصدر طبيعي:

يوجد السيليلوز في جدار الخلية النباتية وهو المادة الاساسية في تكوين النبات ويعتبر من المركبات الكيميائية الاكثر وفرة على وجه الارض [2] , واكثرها رواجا حيث يشكل قرابة 33% من بنية النباتات , وفي النبات كالقطن يمثل 80% من بنيته وفي الخشب 50% وفي المخلفات الزراعية وايضا في الورق المستعمل والاقمشة القطنية البالية [3] . يمكن تصنيف الالياف الطبيعية وفقا لمصدرها . تتكون الالياف النباتية بصفة عامة من السيليلوز : وتشمل القطن , والجوت , والكتان , والرامي , والسيزال , والقلب , تستخدم ألياف السيليلوز في الصناعة الورق والقماش تصنيفها مدون في جدول (1-ا)

2.1 المواد الليجنوسلولوزية:

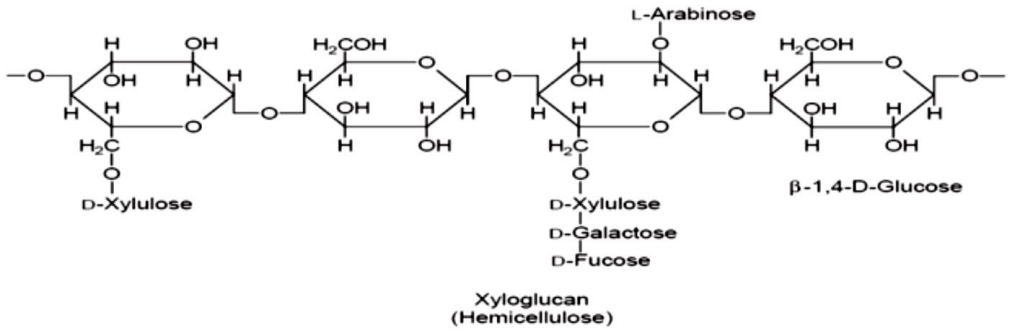
السيليلوز:

كيميائيا، السليلوز مستقر جدا وبوليمر غير قابل للذوبان في الماء[4] . 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 واسعاً في الاستخدامات الطبية وكذلك في الاستخدامات الصيدلانية والتجميلية والغذائية والتعبئة والتغليف [5].

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 [6], 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 [7].
الهيميسيليلوز هو الأكثر ارتباطا بالماء من غيره من الألياف وبهذا يكون الأكثر فائدة في التخلص من الإمساك [8]. ويتميز هيميسيليلوز بقابليته للذوبان في المحاليل القلوية المخففة [9].



الشكل (1-1) البنية الكيميائية للهيميسليلوز

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

1- Galactoglucomannanes

2- Arabinoglucuronoxylanes

3- Arabinogalactanes

4- Glucuronoxylanes

5- Glucomannanes

6- Xyloglucanes

7- Heteroxylans

8- galactomannanes.

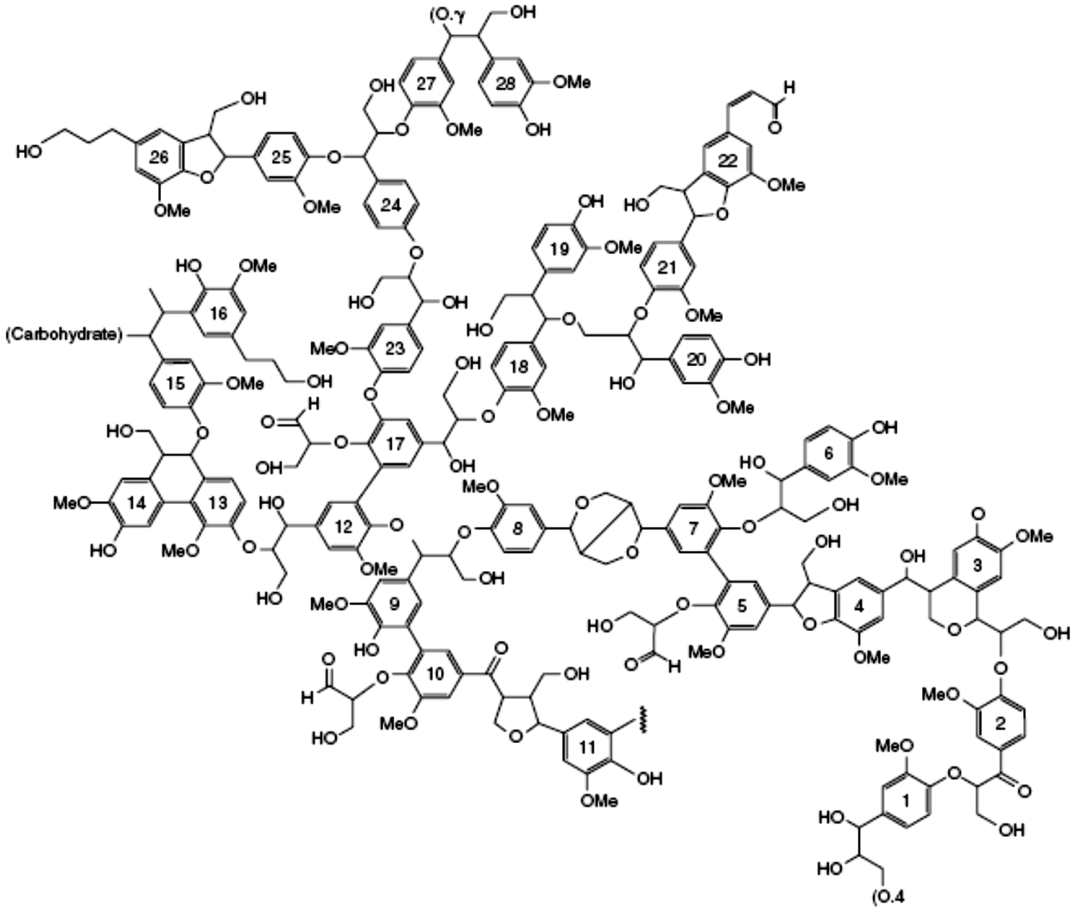
وهكذا، تم العثور على (اكسوغلوكانس) xyloglucans في جدار من ثنائي الفلقة وتتكون هذه الجزيئات من بوليمر طويل الجلوكوز (مثل السليلوز)، وهي سلاسل جانبية أقصر متصلة تحتوي على السكريات التالية: الزيلوز، الجالاكتوز، الفوكوز، أرابينوز [10] .

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.

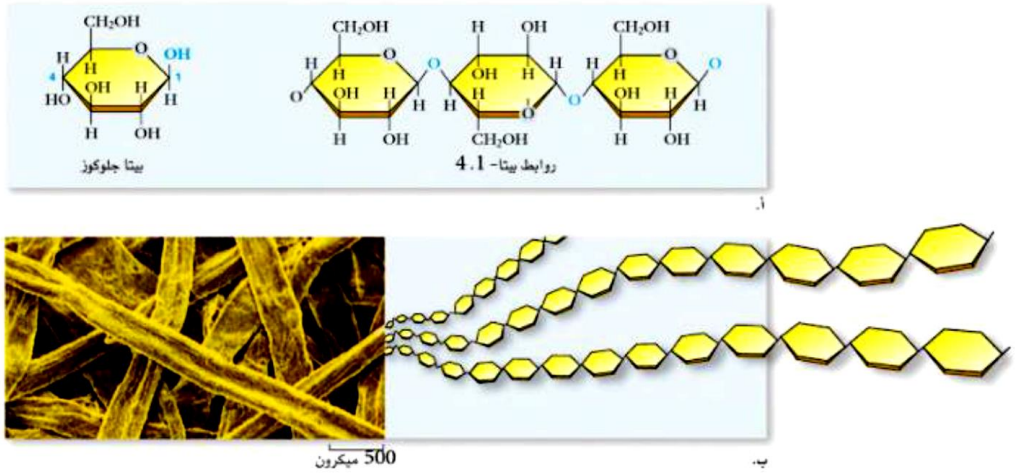
انخفاض القابلية للتدهور البيولوجي، يخلق اللجنين حاجزا ماديا لاختراق وتطور مسببات الأمراض، ويسهم في الحماية الطبيعية للنباتات ضد بعض الهجمات الطفيلية. تختلف طبيعة اللجنين مع الأنواع النباتية المعتبرة، وبالنسبة للأنواع نفسها مع الطبيعة (صحية أو مصابة) من الأنسجة التي تم دراستها، نوع الخلية، المنطقة الجدارية (الجدران الأولية والثانوية)، عمر النبات والمكان الذي تطورت فيه [11].



الشكل (1–2) مثال نموذجي لهيكل جزيء اللجنين

السيليلوز:

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 والسيليلوز هو مبلمر من جزيئات الجلوكوز من نوع β الشكل (1-3) تتكون الرابطة بين جزيئات الجلوكوز المتجاورة بين ذرة الكربون رقم واحد من الجلوكوز الاول وذرة الكربون رقم اربعة من الجلوكوز الثاني هذه الرابطة هي β – 1.4[11].



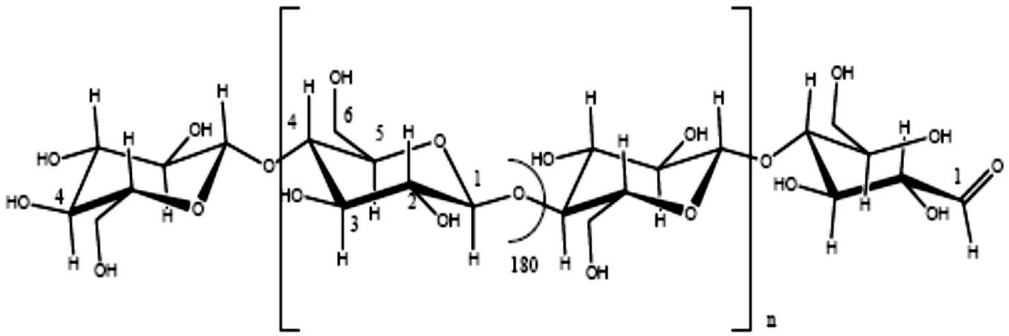
الشكل: (1-3) بنية السيليلوز

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، و 6 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[11].

السليلوز هو بوليمر خطي متصلب إلى حد ما يتألف منanhydroglucopyranose D- وحدات (AGU). وترتبط هذه الوحدات معا من خلال ( ) 1g- ⟵ 4 (روابط جلايكوسيدية تشكلت بين 1C- و 4C- من شقوق الجلوكوز المجاورة الشكل - (12l). في الحالة الصلبة، يتم تدوير وحدات AGU بنسبة درجة بالنسبة لبعضها البعض بسبب قيود الربط β. كل وحدة من وحدات AGU يحتوي على ثلاث مجموعات OH) (hydroxyl) (في مواضع 2C- و 3C- و 6C- . تختلف المجموعات الطرفية في أحد طرفي جزيء السليلوز تمامًا في طبيعتها عن بعضها البعض، إن 1C- 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 4C- 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 4−1C الذي يشكل أدنى تشكيل للطاقة د غلوكوبيرانوز[11] .



الشكل (1−4) التركيبة الجزيئية للسليلوز لاجزاء من وحدات 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 [12].

البنية المورفولوجية للسيليلوز:

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 ويمكن 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[13].

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 [14]

ومن بين مشتقات السيليلوز نذكر:

1- 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 [15].

2- مشتقات استر السليلوز:

استرات السيليلوز 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 ،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 [16].

مفاهيم عامة حول البلاستيك الحيوي:

- **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 أو قابلة للتحلل البيولوجي، أو تتميز بكلتا الخاصتين وعلى 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[17] .

الحيوي القائم: 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[17].

التحلل البيولوجي: 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[17].

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 ب100% وباختصار 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[17].

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

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 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 الموضح في المخطط (II.1) أدناه يوضح ذلك:

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

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 مثل بولي حمض اللاكتيك (PLA).

بولي حمض اللاكتيك (PLA):

حمض اللاكتيك هو أمر شائع حمض عضوي، (PLA) كما هو معروف شفاف ومماثل للبولي إيثلين والبولي بروبلين في السلوك . كان الاستخدام الرئيسي ل 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 [18] .

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 [19].

يتم إنتاج PHB من قبل البكتيريا والطحالب والنباتات المعدلة وراثيا ، يتم توليف البوليمر مباشرة من قبل الكائن الحي الذي لا يتطلب خطوة بلمرة إضافية[20].

بولي أميد:(PA 11) 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 [21] .

مزايا ومساوئ البلاستيك الحيوي:

المزايا:

نحدد بعض المزايا الرئيسية للبلاستيك الحيوي كما يلي:

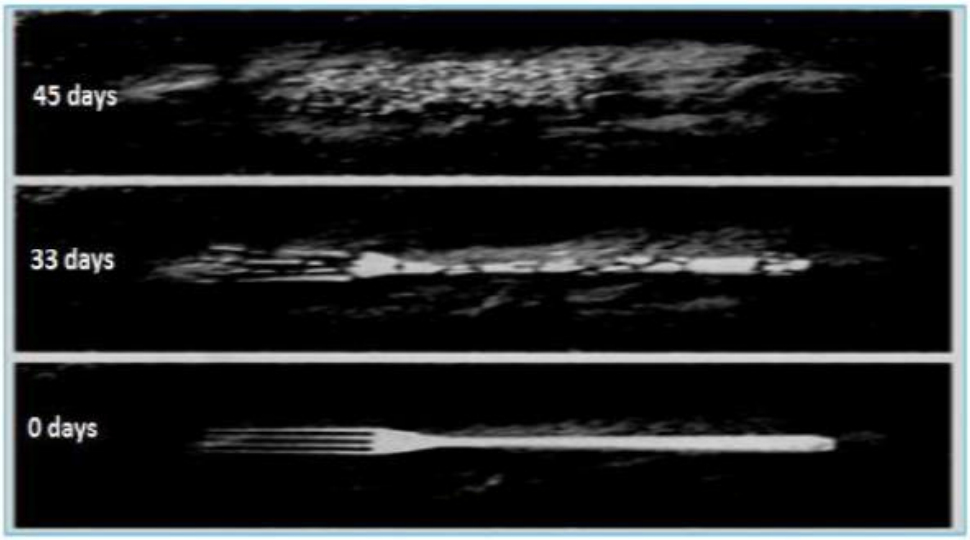
- خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون: ينتج طن متري واحد من البلاستيك الحيوي بين 0.8 و 3.2 طن متري أقل من ثاني أكسيد الكربون من طن متري واحد من النفط القائم على البلاستيك.
- **بديل أرخص :**البلاستيك الحيوي أصبح أكثر قابلية للتطبيق مع التقلبات في أسعار النفط.

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:
  - 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.



صورة تبين التدهور الحيوي للبلاستيك الحيوي .

المساوئ (العيوب):

- ❖ 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 .

تطبيقات واستخدامات البلاستيك الحيوي:

يستخدم البلاستيك الحيوي على الخصوص في التطبيقات التالية:

التعبئة والتغليف:

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

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.

منتجات للاستخدام الفريد:

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

النظافة الصحية ومستحضرات التجميل:

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

قطاع السيارات:

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

تطبيقات اخرى:

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

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

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 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 [22] .

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 يبين الجدول أدناه تأثير نوع مختلف من اللدائن على ظاهرة الاحتباس الحراري و يشير هذا الجدول إلى أن البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي مفيدة في الطلب على الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المواد البلاستيكية القائمة على البترول[22].

الفرق بين البلاستيك الحيوي والبلاستيك القائم على البترول

معايير المقارنة	البلاستك الحيوي	القائم على البترول
القابلية للتجديد	كليا او جزئيا	غير قابل
الاستدامة	نعم	لا
التفكك في البيئة	قابلة للتحلل البيولوجي أو التحول الى سماء	قليلة التحلل بواسطة الاكسدة
مجموعة البوليمر	محدود السلسلة ولكنها تنمو	البوليمر واسع
انبعاث غازات الاحتباس الحراري	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الوقود الاحفوري في تصنيعه	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الاراضي الصالحة للزراعة	هي مصدره	لا علاقة

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 والتحول إلى بلاستيك حيوي سيؤثر على أسعار المواد الخام فتكلفة أيا كان المحصول أو مزيج من المحاصيل المستخدمة لجعل البلاستيك الحيوي (bioplastics) أكثر كفاءة أقتصادياً ومن 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[22].

الفصل الثاني
المواد وطرق العمل

2- المواد وطرق العمل:

2-1 المواد الكيميائية المستعملة:

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية g/mol	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C	الكثافة
حمض الكبريت	H2SO4	98.08 g/mol	10.38 C°	279.6 C°	1.84 g/cm3
حمض الخل	C2H4O2	60.05 g/mol	289 C°	391 C°	1.049 g/cm3
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	39.9971 g/mol	318 C°	1388 C°	2.13 g/cm3
اسيتون	C3H6O	58.08 g/mol	178 C°	329C°	0.791 g/cm3
الماء الاكسجيني	H2O2	34.0147 g/mol	-11 C°	150.2 C°	1.4 g/cm3
الايثانول	C2H6O	46.07 g/mol	-114.3 C°	78.4 C°	0.789 g/cm3

2-2 تحضير المادة الأولية:

تحضير العينة :

أخذت المادة الأولية من ليف ثمرة جوز الهند وثمرة الذرة بهيئتها الطبيعية الجافة و بعد تنظيفها جيدا تم تجفيفها في درجة حرارة الغرفة لمدة أسبوع و بعد ذلك تم تقطيعها إلى أجزاء صغيرة حتى تتعرض المادة بأجمعها إلى العملية القادمة (المعالجة الكيميائية القلوية).

صورة توضح المادة الأولية (الليف) قبل و بعد التقطيع

2-3 طريقة استخلاص ألياف السليلوز:

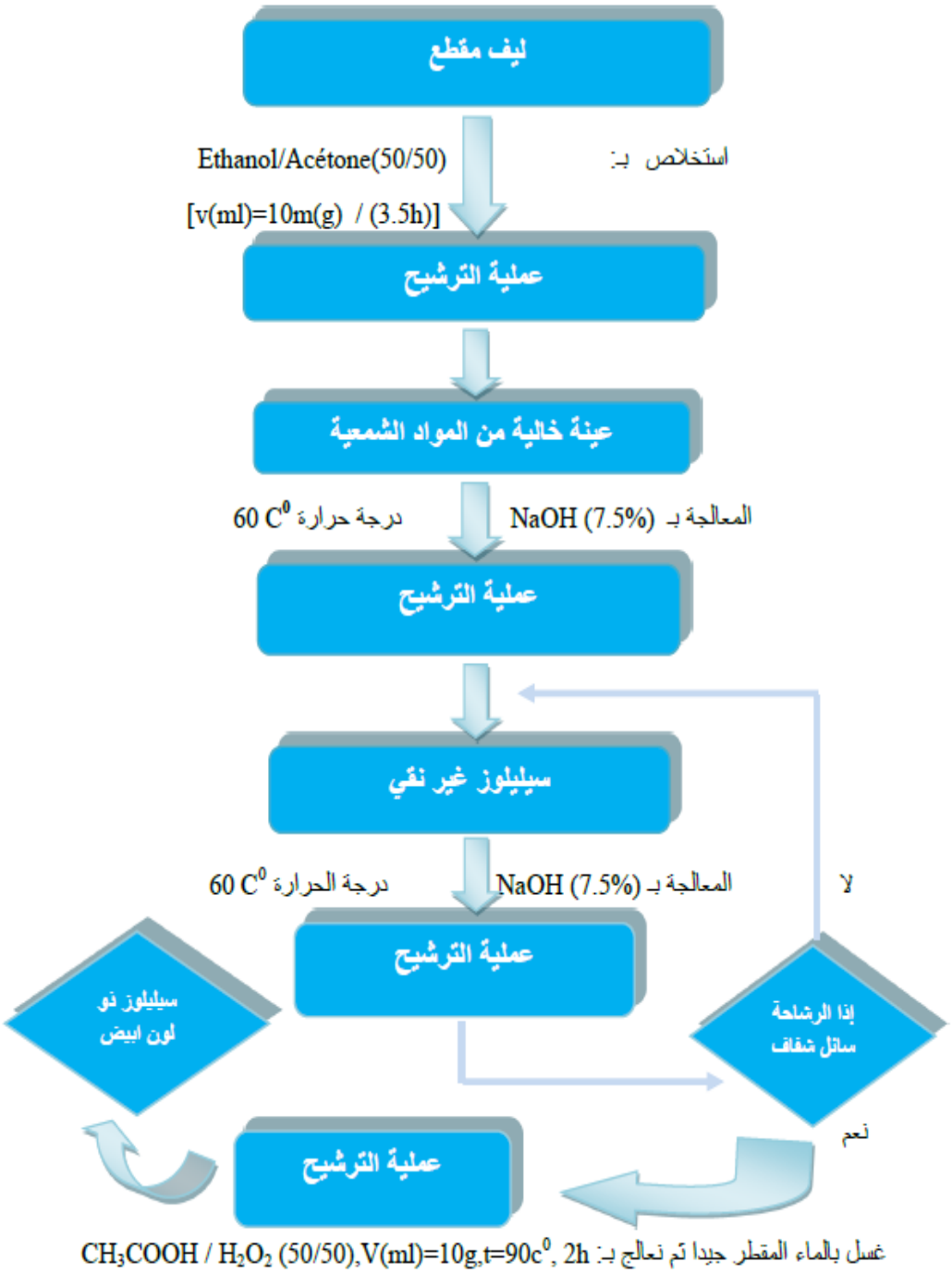
تمت عملية استخلاص السيليلوز الخام من الليف بواسطة بالطريقة الكيميائية ويمكن تجريب أستخلاصه بالطرق الاخرى وهي أربعة طرق ، فيما يلي جدول يبين أهم الفروقات بين الطرائق الأربعة كما :

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

الفروقات بين الطرائق الأربعة

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

تمت خطة العمل وفق المخطط التالي:



قبل القيام بعملية الاستخلاص لابد من تجهيز النبتة المراد إجراء العملية عليها و ذلك ب:
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 والميثانول و تتم عملية الاستخلاص عبر المراحل التالية:

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

الأدوات و المواد المستعملة:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	200ML من الاسيتون
انبوب مدرج القياس	200ML من الميثانول
صفيحة مسخنة	ماء مقطر
مكثفة – محرار – بيكر	10g من الليف
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

صورة للعينة عند المعالجة و بعد الترشيح.

إزالة لجنين و الهيميسليلوز:

الأدوات و المواد المستعملة:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	NaOH من 22.5g
انبوب مدرج القياس	ماء مقطر
صفيحة مسخنة	10g من الليف المعالج
مكثفة – محرار – بيكر	
مضخة الترشيح	
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

المواد و الأدوات المستعملة في مرحلة إزالة لجنين و الهيميسليلوز

طريقة العمل:

تحضير NaOH :

نسكب في بيشر 300ML من الماء المقطر ونضيف اليه 22.5g من **NaOH** نع وضع رجاج مغناطيسي للخلط.

المعالجة الكيميائية:

نضع 10g من بقايا الليف المعالجة ونضيف اليها 300Ml من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (7.5%) ومن ثم عند درجة حرارة 60C° باستعمال التصعيد ايضا لمدة ساعتان (2h) من التحريك المستمر، بعدها يتم الترشيح باستعمال الماء المقطر، يتم تكرار العملية حتى تصبح الرشاحة سائل شفاف.

صورة للعينة المعالجة بـ NaOH عند وبعد الترشيح

التبييض:

الأدوات و المواد المستعملة:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	200ML ماء اوكسيجي
انبوب مدرج القياس	200ML حمض الخل
صفيحة مسخنة	ماء مقطر
مكثفة – محرار	10g من العينة
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

المواد المستعملة في مرحلة ازالة الشمع

طريقة العمل

- نضع 10g من العينة المعالجة في دورق سعته 500ml
- نضيف الى العينة 200ml من الماء درجة حرارة 90c° باستخدام لتصعيد كذلك لمدة ساعتين (2h) مع التحريك المستمر
- اجراء عملية الترشيح بالماء المقطر عدة مرات لإزالة الماء الاكسوجيني وحمض الخل تماماً من العينة والحصول على سليلوز ذو لون ابيض.
- نجفف السليلوز المستخلص في فرن بدرجة حرارة 60c° لمدة 2h

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 × 100

م: مردود السليلوز المستخلص 100%

ك السليلوز: كتلة السليلوز الاساسي المستخلص بالغرام

ك الليفة: كتلة الليفة قبل الاستخلاص بالغرام.

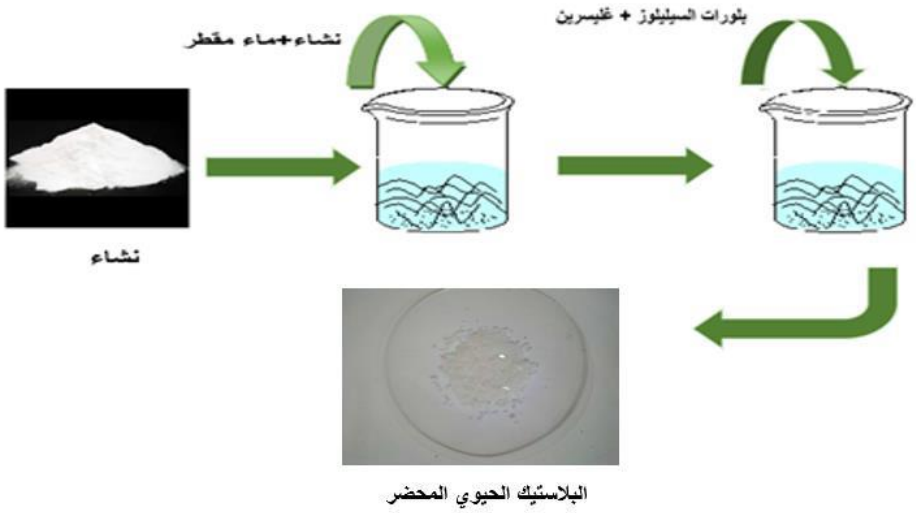
توصيف ألياف السليلوز المستخلص:

- 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 ، والماء لمدة 24 ساعة.

إنتاج البلاستيك الحيوي:

المواد الكيميائية المستعملة:

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية	درجة الانصهار	درجة الغليان	الكثافة
نشاء الذرة	$(C_6H_{10}O_s)n$	متغيرة	يتحلل	/	$1.5g/cm^3$
الجليسرين	$(C_3H_8O_3)$	92.09g/mol	18.7C°	290C°	$1.261 g/cm^3$
CNC	$(C_6H_8O_3)$	/	/	/	/
الماء المقطر	(H_2O)	18.01g/mol	0C°	100C°	$997kg/m^3$



مخطط يوضح مراحل انتاج البلاستيك الحيوي

تحضير المادة الأولية لألياف الذرة:

تأخذ المادة الأولية(الالياف) من الذرة بهيئتها الطبيعية الجافه وبعدها تنظف بدرجة حرارة الغرفة لمدة 7ايام وبعد ذلك تُقطع الى اجزاء صغيره حتى تتعرض المادة بأجمعها الى العملية الكيميائية ولإنتاج البلاستك الحيوي الصديق للبيئة.

مرحلة ازالة الشمع:
المواد المستعملة والادوات:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	250ML من الاسيتون
انبوب مدرج القياس	250ML من الميثانول
صفيحة مسخنة	ماء مقطر
مكثفة – محرار – بيكر	10g من الليف
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

طريقه العمل:
1- يتم تحضير في البيكر استون+ الايثانول 500ml
2- يوضع g10 من المادة الأولية التي تم تقطيعها لأجزاء صغيره في دورق سعته ml500 ويضاف اليها المزيج المحضر(اسيتون+ الميثانول) 500ml.
3-يُسخن المزيج عنده درجة حرارة c60° باستخدام التصعيد الحراري لمده h3.5مع التحريك المستمر باستخدام الرجاج المغناطيسي.
4- بعدها يتم فصل الليف عند المذيب بالترشيح ويغسل الليف جيدا بالماء المقطر للتخلص من المذيب وبعدها يتم التجفيف.

ازالة لجنين والهيميسليلوز:

الادوات والمواد المستعملة:

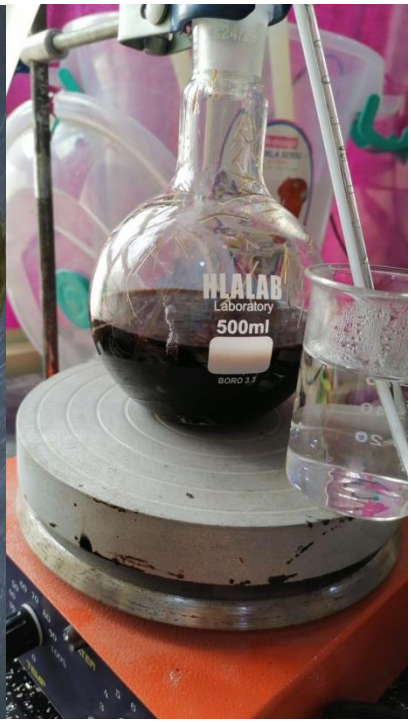
الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	250ML من الاسيتون
انبوب مدرج القياس	250ML من الميثانول
صفيحة مسخنة	ماء مقطر
مكثفة – محرار – بيكر	5g من الليف المعالج
حمام مائي – ورق الترشيح	
مضخة الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

طريقه العمل:

تحضير محلول NaOH :

يوضع في البيكر 225mlمن الماء المقطر ويضاف اليه 16.85gمنNaOH مع وضع رجاج مغناطيسي للخلط المعالجه الكيميائيه.

يوضع 5gمن من بقايا الليف المعالج ويضاف اليه NaOH المحضر ومن ثم يُسخن المزيج عند درجة حرارة c60° باستعمال التصعيد الحراري لمده ساعتين (h2) مع التحريك المستمر باستخدام الرجاج المغناطيسي.وبعدها يتم الترشيح ويتم غسل جيدا باستخدام الماء المقطر ويتم تكرار الغسل للتخلص من المذيب وبعدها يتم التجفيف.



التبييض:

المواد والادوات المستعملة:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	250ML من الاسيتون
انبوب مدرج القياس	250ML من الميثانول
صفيحة مسخنة	ماء مقطر
مكثفة – محرار – بيكر	5g من الليف المعالج
حمام مائي – ورق الترشيح	حمض الخل 50ml
مضخة الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

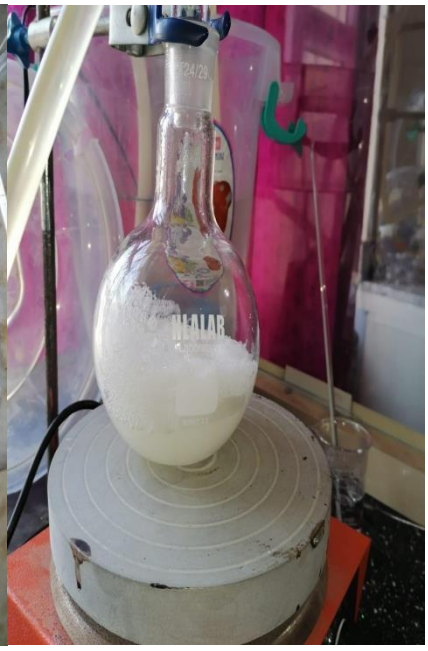
طريقة العمل :

1- يوضع g2.12 من العينة المعالجة في دورق سعته 500مل.

2- يضاف إلى العينة ml50 من ماء الاوكسجيني و50ml من حمض الخليك ومن ثم يُسخن المزيج عند درجه حراره c90° باستخدام التصعيد الحراري لمده ساعتين(h2) مع التحريك المستمر باستخدام الرجاج المغناطيس.

3-اجراء عملية الترشيح بالماء المقطر عدة مرات لإزالة الماء الأوكسجيني وحمض الخل تماماً من العينة والحصول على سيليلوز ذو لون أبيض.

4- يجفف السيليلوز المستخلص في فرن عند درجه حرارة c60° لمدة h2.



انتاج البلاستك الحيوي:

المواد المستعملة والادوات:

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية	درجة الانصهار	درجة الغليان	الكثافة
نشاء الذرة	$(C_6H_{10}O_s)n$	متغيرة	يتحلل	/	$1.5g/cm^3$
الجليسرين	$(C_3H_8O_3)$	92.09g/mol	18.7C°	290C°	$1.261\ g/cm^3$
CNC	$(C_6H_8O_3)$	/	/	/	/
الماء المقطر	(H_2O)	18.01g/mol	0C°	100C°	$997kg/m^3$

تحضير البلاستك الحيوي:

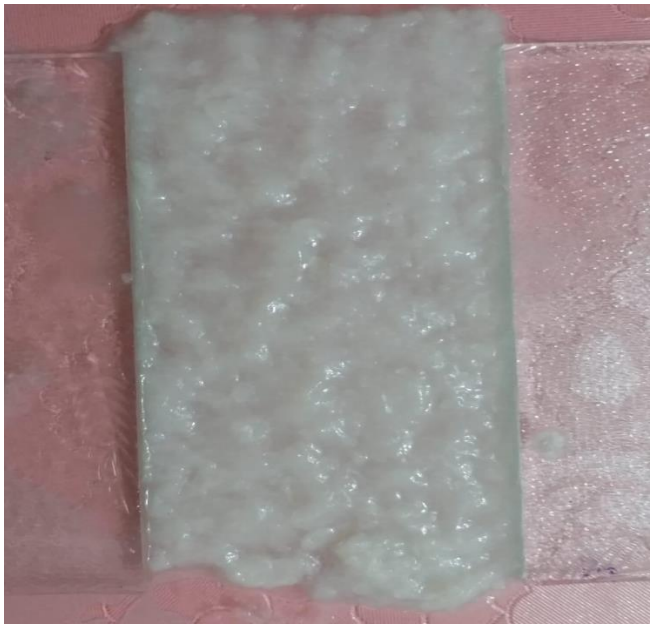
طريقة العمل:

1- تم تذويب 0.5غرام من نشاء الذره فى 10mlمن ماء المقطر مع التسخين فى 60°c لمدة 15دقيقه مع التحريك المستمر باستخدام الرجاج المغناطيسي.

2- ثم بعد ذلك اضيف 0.5g من CNC

3- ثم اضيف 0.015g من الجلسرين وتم تحريك الخليط لمدة ساعتين عند ثابت درجة حرارة 70C°

4- بعد ذلك تم صب الخليط وتبريده على الالواح زجاجيه ثم تم تجفيفها عند درجه حرارة الغرفة.



تحضير المادة الاولية الالياف جوز الهند:

تم أخذ المادة الاولية (الليف) من حبات جوز الهند بهيئتها الطبيعية الجافة و بعدها يتم تنظيفها جيدا وغسلها بالماء ثم تجفف بدرجة حرارة الغرفة لمدة أسبوع وبعد ذلك تم تقطيعها إلى أجزاء صغيرة حتى تتعرض المادة بأجمعها إلى العملية الكيميائية القادمة ولإنتاج البلاستك الحيوي صديق للبيئة تتبع الطرق العمل التالية:

1- تقطع الالياف وتغسل ثم تجفف كما موضح في الصورة

أزالة الشمع :

تتم إزالة المواد الشمعية منها بواسطة التصعيد باستعمال "ايثانول-اسيتون" بنسبة(50/50) لمدة 3.5 ساعات كما أجري سابقاً لالياف الذرة .

الادوات والمواد المستعملة:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	100ML من الاسيتون
انبوب مدرج القياس	100ML من الميثانول
صفيحة مسخنة	ماء مقطر
مكثفة – محرار – بيكر	10g من الليف
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

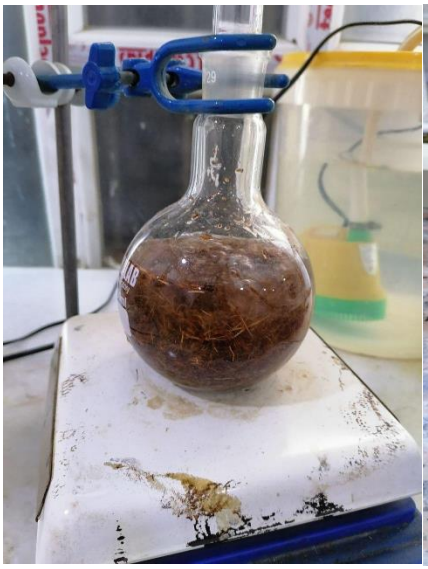
طريقة العمل:

1- يُحظر معدات التصعيد الحراري وبعد ذلك يوضع الليف في بيكر ويضاف له 100 ml من الاسيتون و100من الميثانول في دورق دائري

2- يُسخن المزيج عند درجة حرارة c60° باستخدام التصعيد لمدة3.5h مع التحريك المستمر

3- تُرشح الماده ثم تجرى عملية الغسل بالماء المقطر لمرات عديدة

4- وترك المادة لتجف وتستعمل للخطوة التالية



عملية إزالة اللجنين:
الادوات والمواد المستعملة:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	NaOH من 11.25g
انبوب مدرج القياس	ماء مقطر
صفيحة مسخنة	5g من الليف المعالج
مكثفة – محرار – بيكر	
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

طريقة العمل:
تحضير: NaOH
يوضع في البيكر150 ml من الماء المقطر و يضاف إليه g11.5 من NaOH مع وضع رجاج مغناطيسي للخلط.

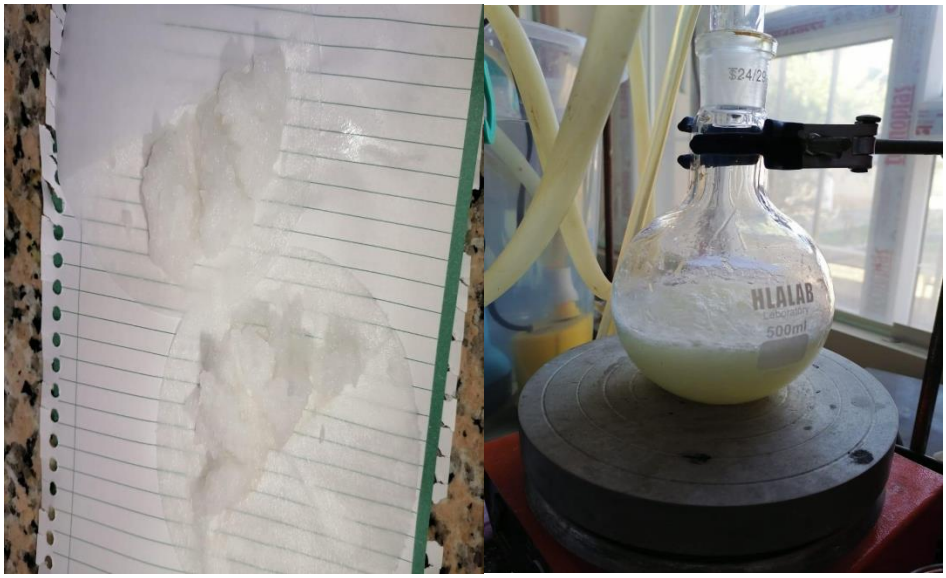
المعالجة الكيميائية:

يوضع g5 من بقايا الليف المعالجة و يضاف إليها ml150 من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (5.7)% ومن ثم يُسخن المزيج عند درجة حرارة c60° باستعمال التصعيد أيضا لمدة ساعتان مع التحريك المستمر، بعدها تُرشح المادة وتغسل بالماء المقطر عدة مرات، الى أن يصبح الراشح سائل شفاف، وتترك بحرارة الغرفة لتجف.

مرحلة التبيض:
بعد ان ازالة اللجنين من الليف يتم أجراء عملية التبييض أو القصر :
الادوات المستعملة والمواد:

الادوات	المواد
دورق سعته 500ML	50ml ماء اوكسجيني
انبوب مدرج القياس	50ml حمض الخل
صفيحة مسخنة	10g من العينة
مكثفة – محرار – بيكر	ماء مقطر
حمام مائي – ورق الترشيح	
رجاج مغناطيسي	

طريقة العمل:
توضع 2.5من العينة المعالجة في دورق سعته 500 ml ويضاف إلى العينه 50ml من الماءالاوكسجيني و 50ml من حمض الخليك و من ثم يُسخن المزيج عند درجة حرارة 90°C باستخدام التصعيد كذلك لمدة ساعتين (h2) مع التحريك المستمر هنا يظهرلون صبغة مختلف ناتج من هذا التفاعل كما في الشكل () بعد ذلك تُرشح المادة وتغسل لعدة مرات بالماء المقطر لازالة الماء الاوكسوجيني و حمض الخل تماماً من العينة و الحصول على سليلوز ذو لون أبيض.يجفف السيليلوز المستخلص في فرن عند درجة حرارة 60°C لمدة 2.



إنتاج البلاستك الحيوي :
المواد الكيميائية المستعملة:

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية	درجة الانصهار	درجة الغليان	الكثافة
نشاء الذرة	$(C_6H_{10}O_s)n$	متغيرة	يتحلل	/	$1.5g/cm^3$
الجليسرين	$(C_3H_8O_3)$	92.09g/mol	18.7C°	290C°	$1.261\ g/cm^3$
CNC	$(C_6H_8O_3)$	/	/	/	/
الماء المقطر	(H_2O)	18.01g/mol	0C°	100C°	$997kg/m^3$

طريقة العمل:

تحضير البلاستك الحيوي تم بأذابة 1 غرام من الذرة في 20 مل ماء مقطر مع التسخين في C60° لمدة 15 دقيقة مع التحريك المستمر. ثم أضيف 0.03 غرام من الجليسرين و تم تحريك الخليط لمدة ساعتين عند ثابت درجة حرارة C70° بعد ذلك تم صب الخليط و تبريده على ألواح زجاجية ثم تجفيفه عند درجة حرارة الغرفة.

الفصل الثالث
النتائج والمناقشة

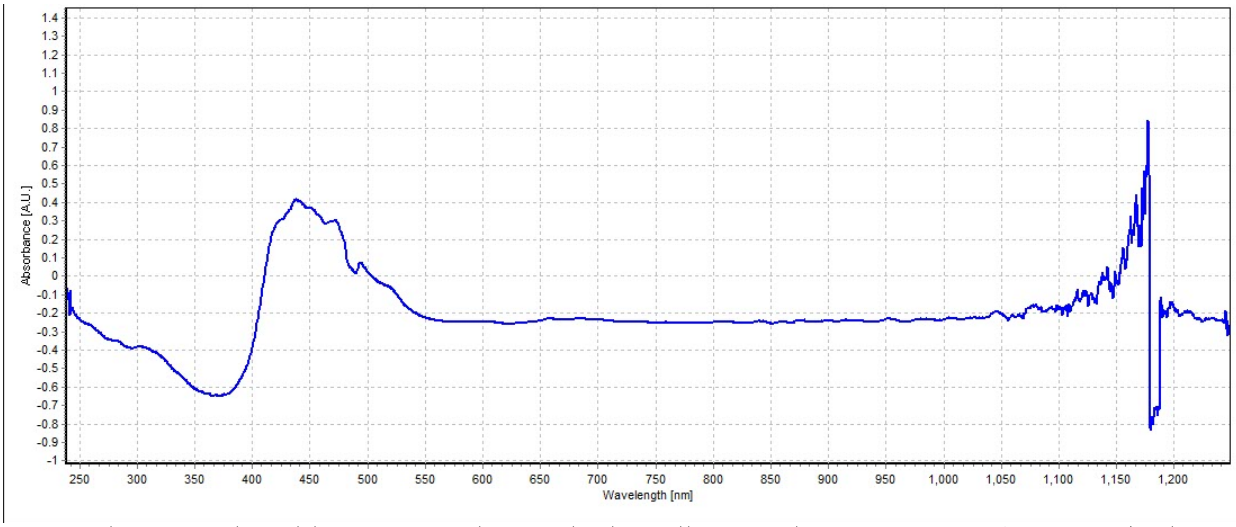
النتائج و المناقشة:

التحليل الفيزيائي:

بالعين المجرة يمكن ملاحظة تغيرلون الليف في الشكل حيث أصبحت ألوانه التي تم علاجها بالقلويات (إزالة اللجنين والهيميسيليلوز) أكثر وضوحًا ما يعني انخفاض مستويات اللجنين و هيميسيليلوز الموجودة في الليف.

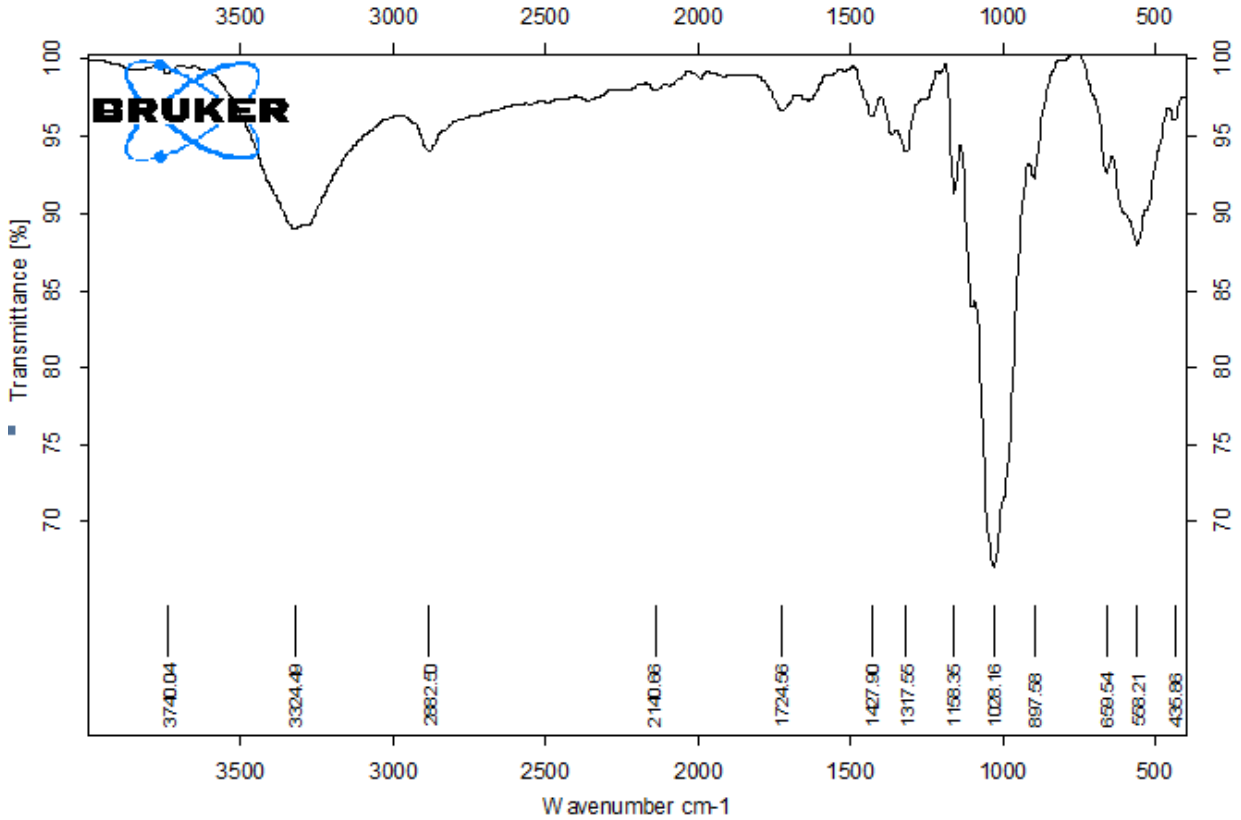
(أ)الليف قبل المعالجة (ب)بعد المعالجة بالقلويات (ج)السيليلوز المستخلص

تحليل مطيافية الاشعة فوق البنفسجية :- تم قياس أمتصاص الاشعة فوق البنفسجية للبلاستك الحيوي المحضر من الياف جوز الهند وكانت النتائج ظهور الامتصاص الواضح بين 350-400 نانومتر وكما في الشكل كالاتي :

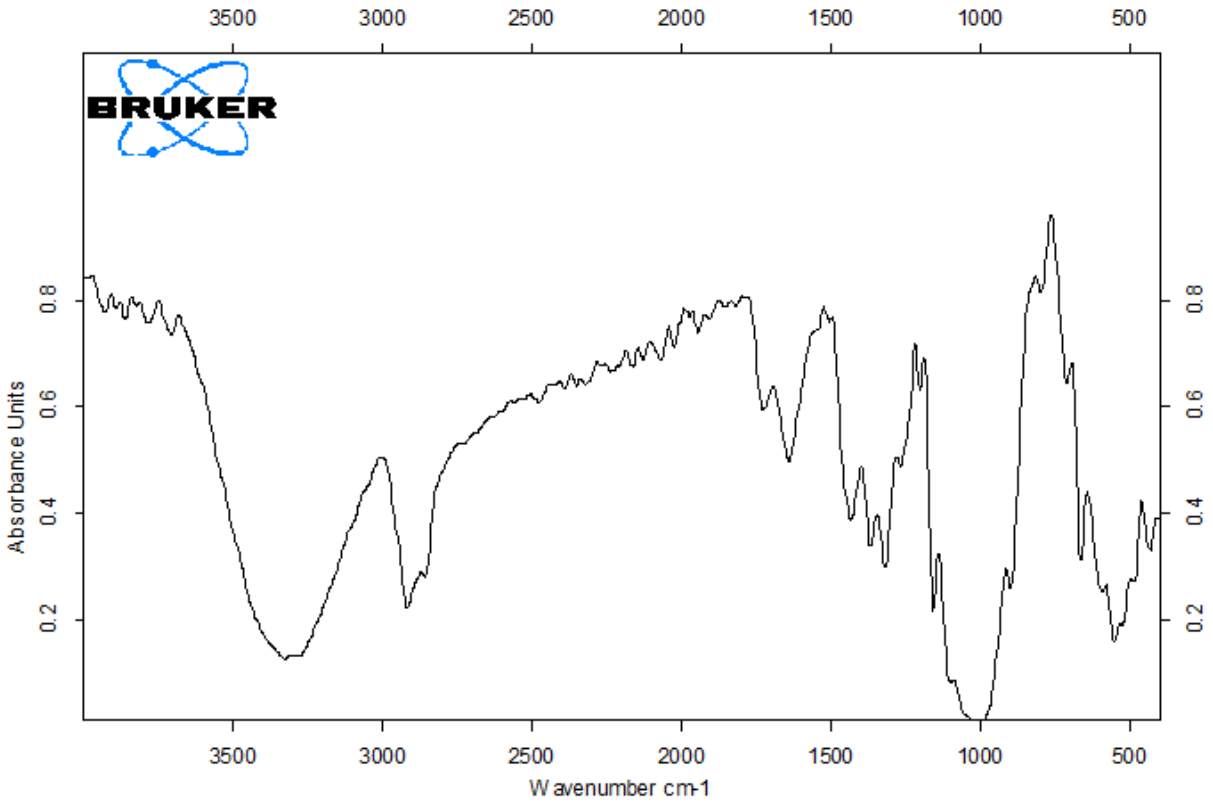


الشكل (2-1) طيف الاشعة فوق البنفسجية للبلاستك الحيوي المحضر من سليليوز ليف جوز الهند

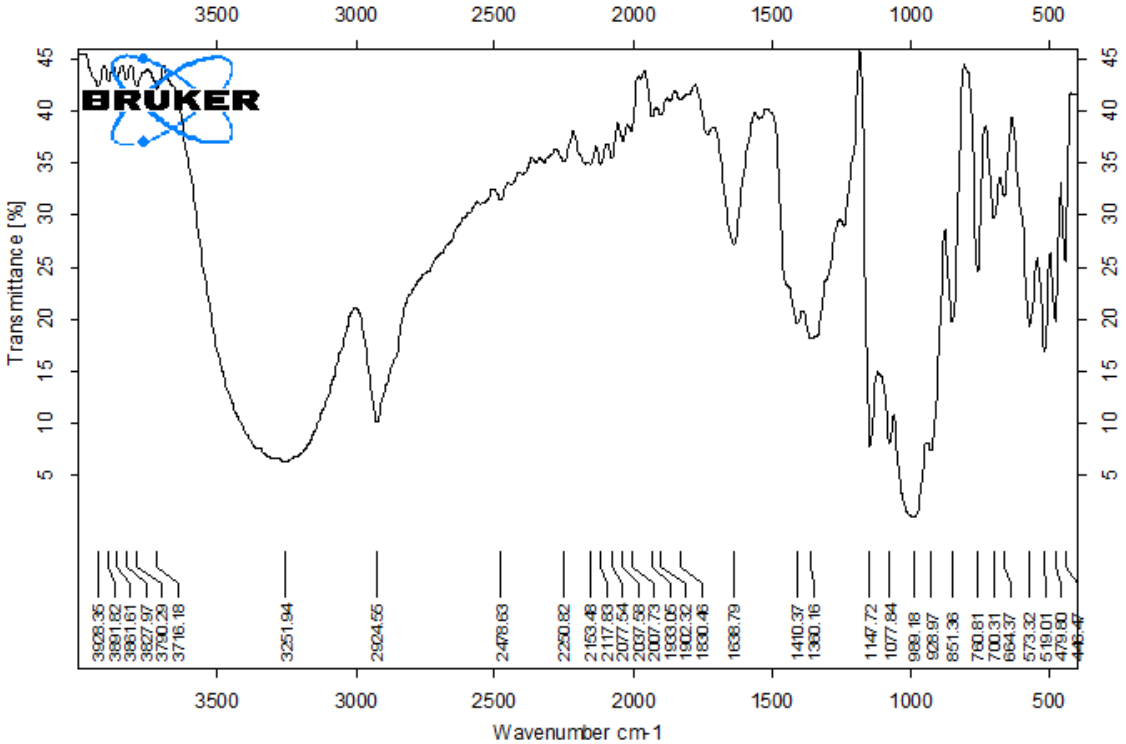
تحليل مطيافية الاشعة تحت الحمراء :-



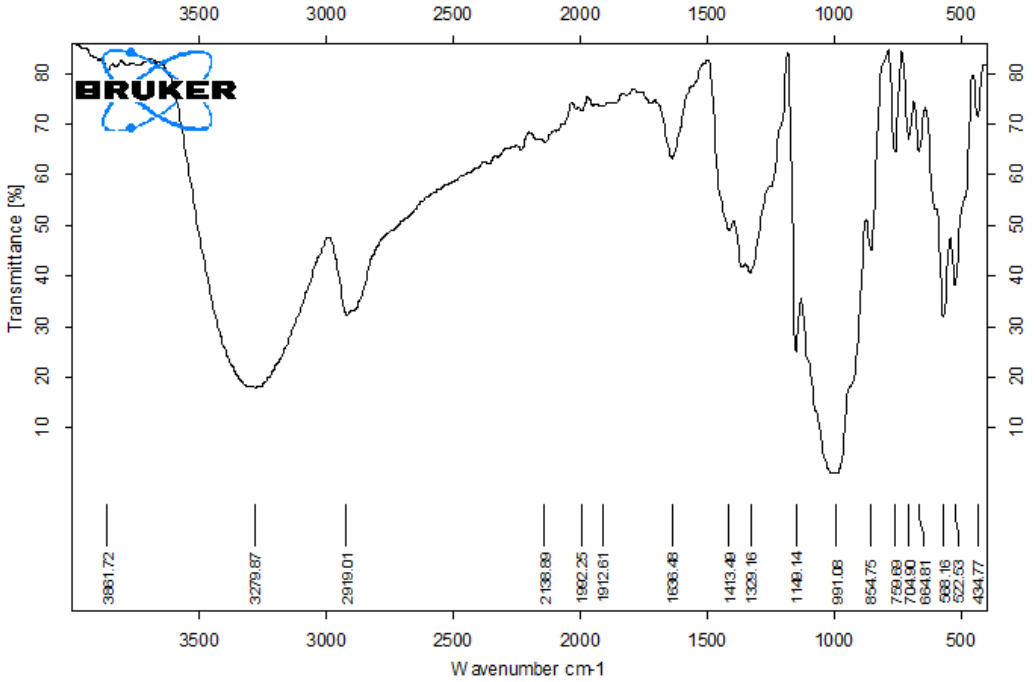
الشكل (2-2) طيف الاشعة تحت الحمراء للسليلوز من ليف جوز الهند



الشكل (2-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للسليلوز من ليف الذرة



الشكل (2-4)طيف IR للبلاستك الحيوي من سيليلوز ليف جوز الهند



الشكل (2-4) طيف IR للبلاستك الحيوي من سيليلوز ليف الذرة

طيف الاشعة تحت الحمراء للسليلوز المستخلص في الشكلين (2-1 و2-2) يبين الشكل كما هو مبين تنقسم العينات إلى منطقتي امتصاص رئيسيتين هما الامتصاص العالي(3500-2800 سم -1) والامتصاص الاقل (1700-800 سم$^{-}_{1}$) يمكن على العينات المتحصل عليها (FT-IR رؤية تشابه التركيبة الكيميائية من نتيجة بالطرق الاخرى.

امتصاص سلسلة في الموجة هذه تظهر و (O-H) مافوق 3000 في السيليلوزتظهر المنطقة 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=O وC-H كانت مرتبطة.

ذروة الامتصاص عند 1100 سم$^{-1}$ -1130 سم$^{-1}$ يظهر في الطيف من السليلوز كان بسبب اهتزاز C-O-C و C-H 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 في الشكلين الاخيرين (2-3) و(2-4) للبلاستك الحيوي المحضر .

دراسة بعض الخصائص للمادة المحضرة:

بعض الخصائص الفيزيائية المستخلص من الذرة ومن جوز الهند اذ كانت المادة المحضرة بشكل من الذرة بشكل ألياف بيضاء ناعمة متكتلة بينما كان المستخلص من جوز الهند بشكل الياف خشنة بيضاء غير متكتلة، اما فيما يخص الذوبانية، فلم تذوب المادة المحضرة بعد (24) ساعة في كل من الماء المقطر والايثانول والأسيتون.

الخاصية	اللون	المظهر الخارجي	الذوبانية		
			الماء المقطر	الايثانول	الأسيتون
النتيجة	أبيض	ألياف ناعمة بهيئة كتلة الياف خشنة غير متكتلة	يذوب لا	يذوب لا	يذوب لا

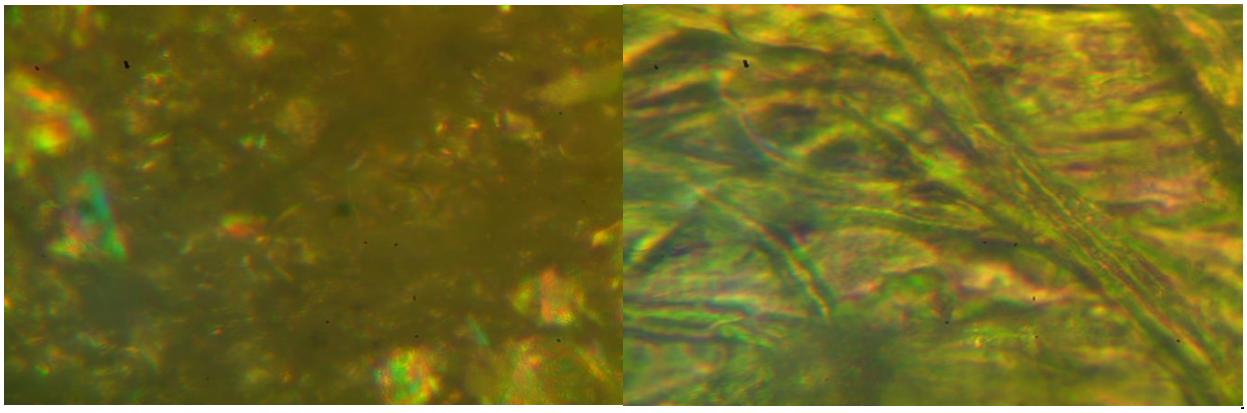
بعض الخصائص الفيزيائية للسيليلوز المستخلص

خصائص البلاستيك الحيوي المحضَّر وأشكالها تحت المجهر لقياس AFM:

تم الحصول على بلاستيك حيوي من السيليلوز المستخلص وتتميز بخصائص بصرية ممتازة من حيث أنه شفاف المنظر كالزجاج وله خصائصه الميكانيكية من التماسك وحدة الحواف وكانت صورة البلاستك الحيوي الناتج من سيليلوز ليف جوز الهند الشكل (أ) المنتظم والواضح أكثر من الناتج من سيليلوز ليف الذرة (ب)

كما في الصور أدناه .

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



(ب) (أ)

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 طرق العمل أن عملية الاستخلاص هي عملية سهلة جدا وقليلة التكاليف وذات مردود جيد كما أن انتاج البلاستيك الحيوي منها ذو مردود جيد كذلك، هذا من ناحية الكمية.

أما من ناحية النوعية فلا يختلف السيليلوز المستخلص من ليف جوز الهند 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 جيدة قد تكون محل دراسات مستقبلا كما أنه من الخفة بمكان بحيث يسمح باستخدامه في الصناعات الدقيقة وذات الطابع البيئي والصحي.

الاستنتاجات والتوصيات :

1- يتبين من خلال النتائج انه بالإمكان أستخلاص السليلوز من ليف جوز الهند كمادة أولية وكذلك من الياف نباتات أخرى مثل الذرة وممكن تجربة الياف لنباتات أخرى 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 جوز الهند عموما هي مواد صعبة الانحلال طبيعياً بعد رميها في نفايات أسواق الخضار ومما 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 وممكن تحضير نانو السيليلوز منها بالتقنيات تحضير النانو. كما أن له فائدة اقتصادية جمة من حيث أنه يعزز اقتصاد الوطن الذي يعتمد بصفة كلية على السليلوز المستورد من الخارج بتكلفة باهظة وبالعملة الصعبة.

2- كما أن تحضير هكذا نوع من البلاستك القابل للتحلل يعد مصدر لصناعات صديقة للبيئة توفر على بيئتنا أذا ماأتجهت صناعتنا لهذا النوع من البلاستك ومن مواد أولية رخيصة سيقلل التلوث البيئي والجمالي الحاصل من جراء أستخدام البلاستك الصناعي غير قابل للتحلل خاصة بعد أنفتاح الاستيراد على المنتجات المعلبة ودون مستوى رقابة صحيح.

3- أمكانية أكمال أجراء القياسات الاخرى للبلاستك من قياسات مدى المرونة والتوصيلية الحرارية والكهربائية والقياسات الفيزياوية والميكانيكية والحيوية الاخرى لتطوير موضوع الدراسة والاستفادة الاكبر منها في نواحي بحثية وتطبيقية أوسع .

4- تم ملاحظة أن بعض الاجزاء المحضرة من البلاستك الحيوي بوجود الرطوبة شجع نمو بعض مستعمرات الاحياء المجهرية عليه وتم ذلك بالصدفة لخزنه في مكان رطب مما يثبت أنه وسط صالح لنمو الاحياء المجهرية وأنه مصدر غذاء لها وهذا يشجع على أكمال الفعالية الحيوية له مستقبلاً وقياس فعاليو وزمن التحلل حيث لم يتسنى لنا أجرائها حالياً

5- عند أجراء عمليات ازالة اللجنين والقصر للالياف تحت الدراسة تم الحصول على صبغات طبيعية رشحت محاليها من الالياف بالترشيح والغسل بالوان غامقة صبغت أوراق الترشيح وعند حفظها لفترة ترسبت بلوراتها مما يافت النظر الى أمكانية أستخلاصها ودراسة ثبوتيتها والقياسات الاخرى التي تجرى على الصبغات والتأكد من أمكانية أستخدامها خاصة أنها صبغات طبيعية .

Abstract:

In this research, crude cellulose was extracted from vegetable residues (coconut fibers and corn fibers) using the chemical method and other reactions were performed to extract pure cellulose. The resulting cellulose with good yield from using chemical method as the best extraction method used. And then reacted with starch to prepare degradable (environmentally friendly) plastic, and it was diagnosed by UV spectroscopy to measure the extent of plastic absorption and light reflection, and infrared to diagnose the active groups in it and prove its preparation and AFM electron microscopy to watch the shape of the particles and compare between the raw materials and the product.

المصادر:

(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) موسوعة مايوز العربية السيليلوني ، 2016-12-31

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

(6) نهى بنت عتيق الله الصبحي . استخدامات سعف النخيل في ابداعات زخرفية باستخدام خرز التطريز جامعة أم القرى المملكة العربية السعودية و مذكرة ماجستير ، 2009 .
(7) احصائيات وزارة الفلاحة والتنمية الريفية ، 2015
(8) الصديق قمولي . دراسة الكترو كيميائية الفينولات بعض نوى التمر المحلي جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة : منكرة تخرج لنيل شهادة الماستر ، 2011/2010
(9) أم حسام حسن علي غالب اطلس اصناف نخيل التمر في دولة الإمارات المتحدة الامارات العربية المتحدة : مركز زايد للتراث والتاريخ ، 2008
(10) اديب عمر الحصري . تمرو طابةع وفوائدها المستطابة ، اجزاء النخلة المدينة المنورة تمور المدينة 2015
(11) د . عبد الباسط عودة ابراهيم . نخلة التمر شجرة الصحراء العراق
www.iraqi2011datepalms.net

(12) حسين محمد حسين :اقتصادات النخلة النوى ومنتوجات الليف والسعف المنامة : دار الوسط للنشر والتوزيع ، 2010
(13) الأستاذ طارق يونس الكيمياء الحياتية ج 1 . الموصل : دار ابن الأثير ، 2010
(14) د. سامي المظفر . اساسيات كيمياء حياتية الأردن : دار المسيرة للنشر .

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

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

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

(18)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 .

(19) 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

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

(21) GANDINI , Alessandro , and MOHAMED BELGACEM . La chimie des substances renouvelables chimique . November December 2002 , pp . 6-14 .

(22) 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 .