الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العالي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

ميدان : التكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق

تخصص: هندسة كيميائية

مـن إعداد الطالبـات:

خديجة بن موسى

بلقيس بوليف

الزهرة بن عماره

شفاء عثماني

أميرة زلاسي

الموضوع

الطرق الخضراء لتحويل النفايات العضوية النباتية إلى مواد اولية للصناعات النسيجية

نوقشت في: **29/ 05/ 2023**

أمام لجنة المناقشة:

بن ميه عمار	استاذ	رئيسا	جامعة الوادي
وصيف خالد محمد الطيب	استاذ محاضر (أ)	ممتحنا	جامعة الوادي
فرحات محمد فؤاد	استاذ محاضر (أ)	ممثل الحاضنة	جامعة الوادي
همامي هادية	استاذ محاضر (أ)	مشرفا ومقررا	جامعة الوادي
زغود سمية	باحث	مساعد مشرف	جامعة الوادي

الموسم الجامعي:2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر والعرفان

الحمد لله ربي العالمين والصلاة والسلام على أفضل الانبياء والمرسلين نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد:

فإننا نشكر الله ونحمده عز وجل أن وفقنا واعاننا على اتمام وانجاز هذه المذكرة، كما نتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذة الفاضلة والمحترمة "**د. همامي هادية**" التي أشرفت على هذا العمل من خلال توجيهاتها وارشاداتها طيلة فترة العمل فجزاه الله كل خير.

كما نتوجه بالشكر الى الأستاذة "**بن عمر الهام ود. زغود سمية**" على ما جادتا به من الإرشادات والنصائح ومساعدتهما لنا طيلة فترة انجاز

الشكر موصول ايضا الى مسؤولي الحاضنة الجامعية على رأسهم الاستاذ فرحات محمد فؤاد والاستاذ محمد الطيب وصيف خالد والاستاذ سيروطي عبد الغني على كل التسهيلات التي قدموها لنا خلال فترة العمل.

ولا ننسى أن نتوجه بالشكر الى مسؤول قسم هندسة الطرائق الأستاذ لعويني صلاح الدين.

كما نتقدم بالشكر إلى أعضاء اللجنة المناقشة لقبولهم مناقشة هذه المذكرة.

والشكر إلى كل من ساهم في هذا العمل من قريب أو بعيد.

﴿ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ
وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ﴾

[المجادلة : 11]

الرموز	المعنى
pH	درجة الحموضة
%	النسبة المئوية
$(C_6H_{10}O_5)$	الصيغة الجزيئية للسيليلوز
Polysaccharide	السكريات المتعددة
β	بيتا
Degree of polymerization	درجة البلمرة العالية
E460i	استخدام السليلوز دقيق التبلور
E460ii	مسحوق السليلوز
من E461 إلى E469	مشتقات السليلوز القابلة لذوبان
MCC	السليلوز الجريزوفولفين
Soxhlet (FAVORIT)	جهاز إزالة شمع لألياف
TAPPI	طريقة تحديد محتوى السيليلوز
FESEM	مجهر إلكتروني لمسح لانبعاث الميداني
C^o	درجة مئوية
H_3O^+	ايون الهيدرونيوم
H_2SO_4	حمض الكبريتيك
HNO_3	حمض النتريك
HCl	حمض كلور الماء
H_3PO_4	حمض الفوسفوريك
C_6H_{14}	محلول الهكسان
C_2H_5OH	الايثانول
CH_3COOH	حمض الخليك
$C_2H_4O_2$	حمض الأسيتيك المخفف
H_2Cr_5OH	حمض الكروسيك
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
$NaClO_2$	كلوريد الصوديوم
NaCl	محلول كلوريد الصوديوم
$Ca(OH_2)$	هيدروكسيد الكالسيوم
$C_2H_4O_3,H_2O_2$	بيروكسيد عضوي
H_2O_2	بيروكسيد الصوديوم
O_3	الاوزون
Na_2s	كبريتيد الصوديوم
NH_4OH	الامونيا
$CU_2CO_3(OH)_2$	كربونات النحاس
$Cu_2CO_3(OH)$	كربونات النحاس المائية
$Cu(NH_3)_4(H_2O)n\ CO_3$	مركب معقد من النحاس
EDTA	حمض الإيثلين أمينيتراسيتيك
TEM	مجهرية النفاذ الإلكتروني

FTIR	التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء
DXR	حيود الأشعة السينية
TGA	التحليل الوزني الحراري
SEM	تحليل المجهر للإلكتروني
CCD	التصميم المركب المركزي
RSM	منهجية سطح الاستجابة
Vis-UV	جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية
NIRS	الاشعة تحت الحمراء القريبة
MIRS	الاشعة تحت الحمراء البعيدة

الجدول	العنوان	الصفحة
1.III	يوضح المواد المستعملة في خطوات العمل	60
2 .III	المجموعات الوظيفية للسليلوز المستخلص	74

الشكل	العنوان	الصفحة
1.I	البنية الهيكلية للسليلوز	7
2.I	تصنيف السليلوز	7
3.I	البناء البلوري للسليلوز	9
4.I	البنية الكيميائية للهيميسليلوز	10
5.I	البنية الكيميائية للجنين	11
6.I	اهم طرق استخلاص السيليلوز	14
7.I	تطبيقات السيليلوز المختلفة	19
1.III	قشور الفول السوداني	61
2.III	قشور الفول السوداني المطحونة	62
3.III	غسل العينة بالماء المقطر	63
4.III	يوضح تجفيف العينة	63
5.III	معالجة العينة بحمض الهيدروكلوريك (HCL)	63
6.III	تحضير محلول NaOH	64
7.III	معالجة العينة بمحلول NaOH	64
8.III	عملية تبييض العينة	65
9.III	مرحلة الحصول على الياف الحرير	66
10.III	مخطط يوضح طريقة انتاج الياف الحرير الصناعي	66
11.III	طرقة وضع العينات السائلة في مكان وضع العينة لجهاز ATR	68
12.III	طريقة وضع العينات الصلبة في جهاز ATR	69
13.III	طريقة ضغط الذراع على العينات في الجهاز ATR	69

14.III	وضع العينات في جهاز IR-ATR	70
15.III	جهاز الاشعة المرئية وفوق البنفسجية UV-Visible	72
16.III	اطياف للسليلوز المستخلص	73
17.III	أطياف الاشعة تحت الحمراء (FTIR) للسيليوز المستخلص	74

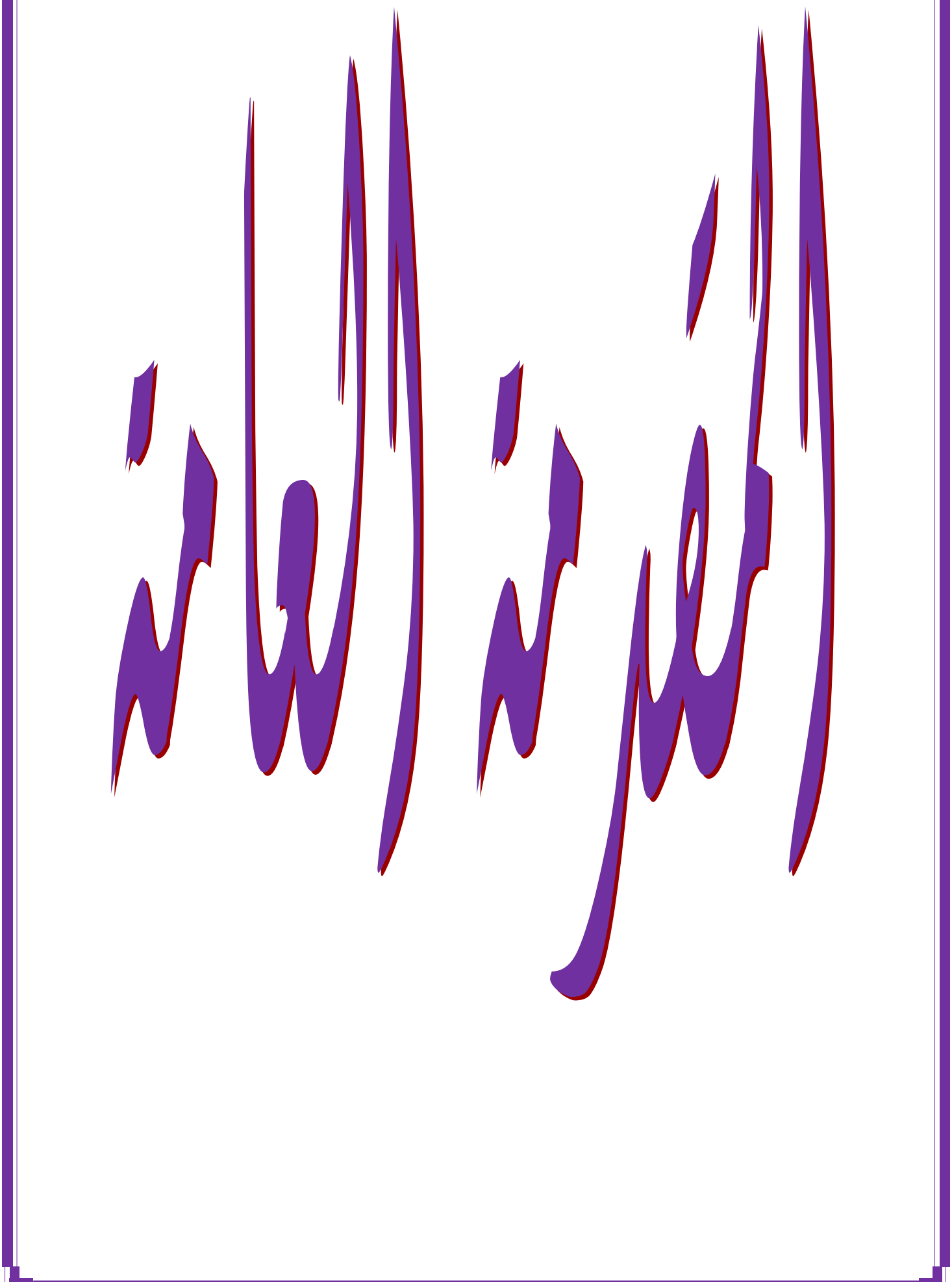
الفهرس

العنوان	الصفحة
الإهداء	
الشكر والتقدير	
قائمة الرموز	I
قامة الجداول	II
قائمة الأشكال	IV
الفهرس	VI
الملخص	
الجزء النظري	
مقدمة عامة	2
مراجع المقدمة العامة	3
الفصل الأول: عموميات حول السيليلوز	
I.1. نبذة تاريخية حول السيليلوز	5
I.2. تعريف السيليلوز	6
I.3. مصادر السيليلوز	7
I.3.1. مصدر طبيعي	8
I.3.2. مصدر صناعي	8
I.4. تركيبة السيليلوز	8
I.5. التركيبة الكيميائية للسيليلوز	9
I.5.1. الهيميسيليلوز	9
I.5.2. تعريف اللجنين	10
I.6. اهم طرق استخلاص السيليلوز	11
I.6.1. الطريقة البيولوجية	11
I.6.2. المعالجة الكيميائية	12
I.6.2.1. المعالجة بالأحماض	12
I.6.2.2. المعالجة بالقواعد	12
I.6.2.3. المعالجة بالعوامل المؤكسدة	13
I.6.2.4. المعالجة بالمذيبات العضوية organosolv	13

I.5.2.6. المعالجة بالسوائل الأيونية Ionic liquids	13
I.3.6. المعالجة الفيزيائية	14
I.7. الخصائص الفيزيائية والكيميائية	14
I.1.7. العوامل الفيزيائية المؤثرة في السيليلوز	15
I.2.7. العوامل الكيميائية المؤثرة في السيليلوز	15
I.8. استخدامات وتطبيقات السيليلوز	15
مراجع الفصل الأول	20
الفصل الثاني: دراسات سابقة	
II.1. الدراسة الاولى	24
II.2. الدراسة الثانية	25
II.3. الدراسة الثالثة	26
II.4. الدراسة الرابعة	28
II.5. الدراسة الخامسة	29
II.6. الدراسة السادسة	30
II.7. الدراسة السابعة	33
II.8. الدراسة الثامنة	34
II.9. الدراسة التاسعة	35
II.10. الدراسة العاشرة	36
II.11. الدراسة الحادية عشر	37
II.12. الدراسة الثانية عشر	38
II.13.الدراسة الثالثة عشر	39
II.14. الدراسة الرابعة عشر	40
II.15. الدراسة الخامسة عشر	41
II.16. الدراسة السادسة عشر	43
II.17. الدراسة السابعة عشر	44
II.18. الدراسة الثامنة عشر	45
II.19. الدراسة التاسعة عشر	46
II.20. الدراسة العشرين	47
II.21. الدراسة واحدة والعشرين	48

22.II. الدراسة الثانية والعشرين	49
23.II. الدراسة ثالثة والعشرين	50
24.II. الدراسة الرابعة والعشرين	52
25.II. الدراسة الخامسة والعشرين	53
مراجع الفصل الثاني	55
الجزء العملي	
الفصل الثالث: الجزء العملي /النتائج والمناقشة	
1.III. المواد والادوات والاجهزة المستعملة	60
1.1.III. المواد الكيميائية	60
2.1.III. الادوات	61
3.1.III. الأجهزة	61
2.III. خطوات العمل	61
1.2.III. استخلاص السيليلوز	61
2.2.III. انتاج الحرير	65
3.III. دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للعينة	67
1.3.III. التحليل بالمطيافية الأشعة تحت حمراء (ATR-FTIR)	67
1.1.3.III. جهاز Attenuated total reflectance (ATR)	68
2.1.3.III. تحليل العينات	68
1.2.1.3.III. السائلة	68
2.2.1.3.III. الصلبة	69
3.2.1.3.III. طريقة العمل	70
2.3.III. التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية ﴿UV-Visible﴾	71
1.2.3.III. المبدأ	72
4.III. النتائج والمناقشة	73
1.4.III. المردود	73
2.4.III. مناقشة نتائج الأشعة فوق البنفسيجية ﴿Uv-Vis﴾	73
3.4.III. مناقشة نتائج الأشعة تحت الحمراء	74
مراجع الفصل الثالث	76
الخاتمة العامة	60

الفهرس


الخمرة الطاهرة

نظرا لإرتفاع عدد سكان العالم زاد الطلب على المواد الصناعة النسيجية، وفي ظل هذا التزايد وجب مواكبة عصر السرعة والتطور التكنولوجي والعمل على إعادة تدوير واستغلال المواد التي يمكن الوصول اليها بسهولة وتكون ذات فائدة كبيرة في المستقبل [1].

وفي ظل هذا الامر تم استغلال المخلفات النباتية التي تعتبر عبئا على البيئة، وواحد من أهم اسباب التلوث، لإنتاج مادة أولية مهمة تستغل في العديد من التطبيقات ألا وهي السيليلوز.

السيليلوز هو المركب الأساسي في الخلايا النباتية، وجميع أنسجة النباتات، كما يعد أيضا مادة خام جد مهمة في صناعة الأقمشة، حيث يتمتع بخصائص فيزيائية وكيميائية تجعله قابل للتحول إلى منتجات متنوعة ومادة مرغوب فيها في العديد من الصناعات المختلفة[2, 3].

تم استخدام السيليلوز المستخرج من الألياف النباتية في صناعة الحرير الصناعي لعدة قرون، حيث يتم تحويله إلى خيوط حريرية في وقت قياسي وتكاليف بسيطة[4].

إن استخدام السيليلوز في صناعة الحرير لا يخلو من بعض العيوب، حيث يمكن أن يؤدي استخدام التقنية الحيوية والأحماض إلى إطلاق مواد كيميائية ضارة في البيئة، كما أنه يتطلب استخدام كميات كبيرة من الماء والطاقة لإنتاج السيليلوز وتحويله إلى خيوط حريرية[5, 6].

فمن خلال مذكرتنا التي تطرقنا فيها إلى استغلال المخلفات النباتية لإنتاج ألياف السيليلوز، واستغلاله كمادة أولية لإنتاج الحرير الصناعي، والذي يتميز بأنه مادة مستدامة وصديقة للبيئة، كما أنه أقل تكلفة من الحرير الطبيعي التقليدي كما أنه يتمتع بمجموعة من الخصائص الفريدة تجعله مرغوب في شتى المجالات الصناعية، والميكانيكية الممتازة مثل قوة الشد والمرونة والمتانة وكذلك معالجة للونية للمياه ودون أن ننسى بقايا الناتجة بعد المعالجات يتم تحفيفها وحطنها وتحول إلى أسمدة للأراضي الزراعية.

تضمنت دراستنا على ثلاث فصول:

الفصل الأول: تضمن عموميات حول السليلوز، تركيب كيميائي، تطبيقات واستخدامات.

الفصل الثاني: تضمن دراسات سابقة حول إنتاج السيليلوز من المخلفات النباتية.

الفصل الثالث: تضمن العمل التجريبي، إلى جانب النتائج ومناقشتها.

بشكل عام في الخاتمة يمكن القول، إن استخدام السيليلوز في صناعة الحرير يُعد بديلاً مستدامًا وصديقًا للبيئة عن الحرير التقليدي ومع ذلك، يتطلب الأمر العمل بحذر لتجنب الآثار السلبية المحتملة على البيئة

[1] P. Gazzola, E. Pavione, R. Pezzetti, and D. Grechi, "Trends in the fashion industry. The perception of sustainability and circular economy: A gender/generation quantitative approach," *Sustainability*, vol. 12, p. 2809, 2020.

[2] T. Heinze, "Cellulose :structure and properties," *Cellulose chemistry and properties: fibers, nanocelluloses and advanced materials*, pp. 1-52, 2016.

[3] K. Kamide, *Cellulose and cellulose derivatives*: Elsevier, 2005.

[4] M. Sanjay, G. Arpitha, L. L. Naik, K. Gopalakrishna, and B. Yogesha, "Applications of natural fibers and its composites: An overview," *Natural Resources*, vol. 7, pp. 108-114, 2016.

[5] D. Chandramohan and K. Marimuthu, "A review on natural fibers," *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, vol. 8, pp. 194-206, 2011.

[6] J. Cruz and R. Fangueiro, "Surface modification of natural fibers: a review," *Procedia Engineering*, vol. 155, pp. 285-288, 2016.

الفصل الأول:

عموميات حول السيليوز

توجه العالم إلى إعادة تدوير مخلفات النباتات التي تحوي عددا كبيرا من المكونات على سبيل المثال السليلوز، حيث يعتبر هذا الأخير من أكثر البوليمرات الطبيعية وفرة على وجه الأرض، حيث اهتمت الكثير من الدراسات بإمكانية استخدامه لإنتاج مواد كيميائية ذات خصائص جديدة تحمل حلول عملية للكثير من المسائل العلمية حيث يمكن استخدامها كمواد صديقة للبيئة.

يُعتبر السليلوز واحدًا من المركبات العضوية الشائعة والمستخدمة على نطاق واسع في مختلف الصناعات. يتم استخراج السليلوز من مصادر متنوعة، بما في ذلك قشور فول السوداني وبقايا الموز، والتي تعتبر مصادر متجددة ومستدامة، وهو مادة طبيعية تتكون من وحدات الجلوكوز المترابطة، وتتميز بخواص فريدة تجعله قابل للتحول إلى مجموعة متنوعة من المواد.

سنتعرف في هذا الفصل على السليلوز المستخرج من قشور الفول السوداني وبقايا الموز واستخداماته المتعددة، سنكتشف التركيب الكيميائي للسليلوز وخصائصه الفيزيائية المميزة، ونتعرف على العمليات المختلفة لاستخراجه من المصادر النباتية، سنستعرض أيضًا تحويل السليلوز إلى منتجات قيمة مثل الألياف الاصطناعية، والمواد الغذائية المحسَّنة، والمواد البلاستيكية القابلة للتحلل.

I.1. نبذة تاريخية حول السيليلوز :

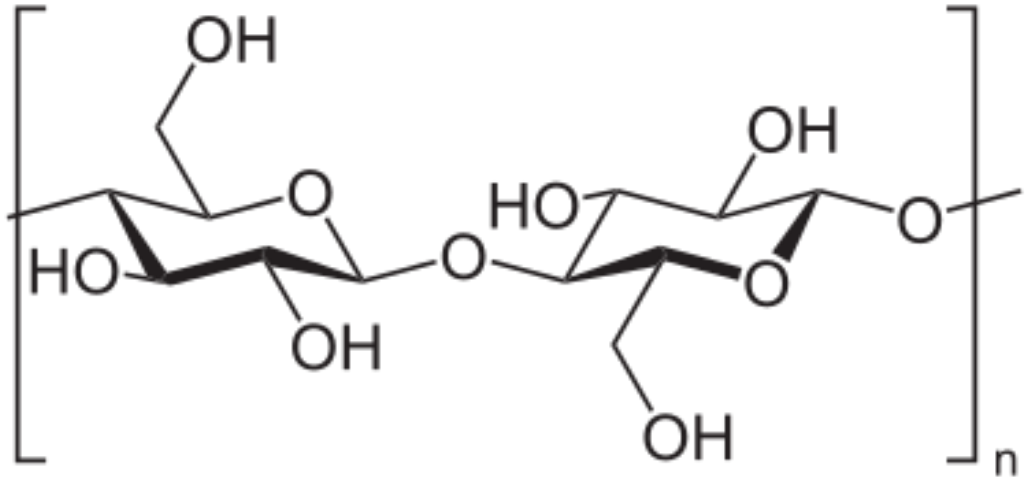
يرتبط السليلوز الطبيعي ارتباطًا وثيقًا بتاريخ الإنسان حيث تم اكتشافه من قبل الكيميائي الفرنسي Anselm Payne وعزله وحدد صيغته الكيميائية في عام 1838، كما حدد العالم Hermann Staudinger التركيب الكيميائي للسليلوز عام 1920 ، وقام الكيميائيان (Kobayashi and Shoda) بتصنيع السليلوز دون استخدام أي إنزيمات بيولوجية، كما تم استخدام مصطلح السليلوز ايضا لأول مرة في عام 1839 ، بعد ذلك أنتجت شركة (Hyatt) للتصنيع أول بوليمر لدن بالحرارة من هنا بدأ استخدام السليلوز في العديد من التطبيقات كإنتاج الحرير الصناعي في القرن التاسع عشر وانتاج السيلوفان عام 1912[1]، كما قام العالم John Hyatt عام 1869 بتكوين أول بلاستيك مفيد،

في عام 1910 تم إنشاء أول مصنع حرير صناعي المعروف بـ (Bucktolds) فقد كانت فضلات القطن من التطبيقات الموجودة لاستخراج الياف السيليلوز هي المادة الأولية السليلوزية بحلول نهاية العشرينيات من القرن الماضي، وفي النهاية أصبحت الألياف السليلوزية التي يصنعها الإنسان عنصرًا تجاريًا مهما في العالم[2].

2.I. تعريف السيليلوز:

هو مادة كربوهيدراتية معقدة تشكل نسبته مابين 60-15 % من المخلفات النباتية وتزداد نسبته في الأعضاء النباتية بتقدم عمر النبات لذلك تعتبر المخلفات النباتية أهم مصدر كربوني ومصدر طاقة للأحياء الدقيقة، حيث يدخل السليلوز في تركيب جدر خلايا النباتات الراقية والطحالب وعدد من الفطريات وبعض أنواع البكتريا كجنس Acetobacter، وربما يعتبر أكثر المركبات العضوية انتشار في الطبيعة ويتركب من وحدات غلوكوز مرتبطة مع بعضها في سلاسل طويلة ومستقيمة بواسطة رابطة من نوع (β)β- Linkage) عند ذرة الكاربون 1.4 في جزيء السكر ويتراوح عدد جزيئات السكر في جزيء السيليلوز ما بين 1400-10.000 جزيء ويختلف ذلك باختلاف النبات، يتراوح الوزن الجزيئي للسيليلوز ما بين 200.000–2000.000، حيث لا يتواجد بشكل سلاسل بسيطة وإنما يكون بشكل سلاسل متحدة في وحدات دقيقة تسمى Micelles ومجاميعها تترتب بشكل خاص لتكوين تركيب أكبر يسمى Microfibril حيث تترسب هذه التراكيب في الجدار الخلوي ويوجد بينها مادة اللكنين مع سكريات معقدة بنسب أقل.

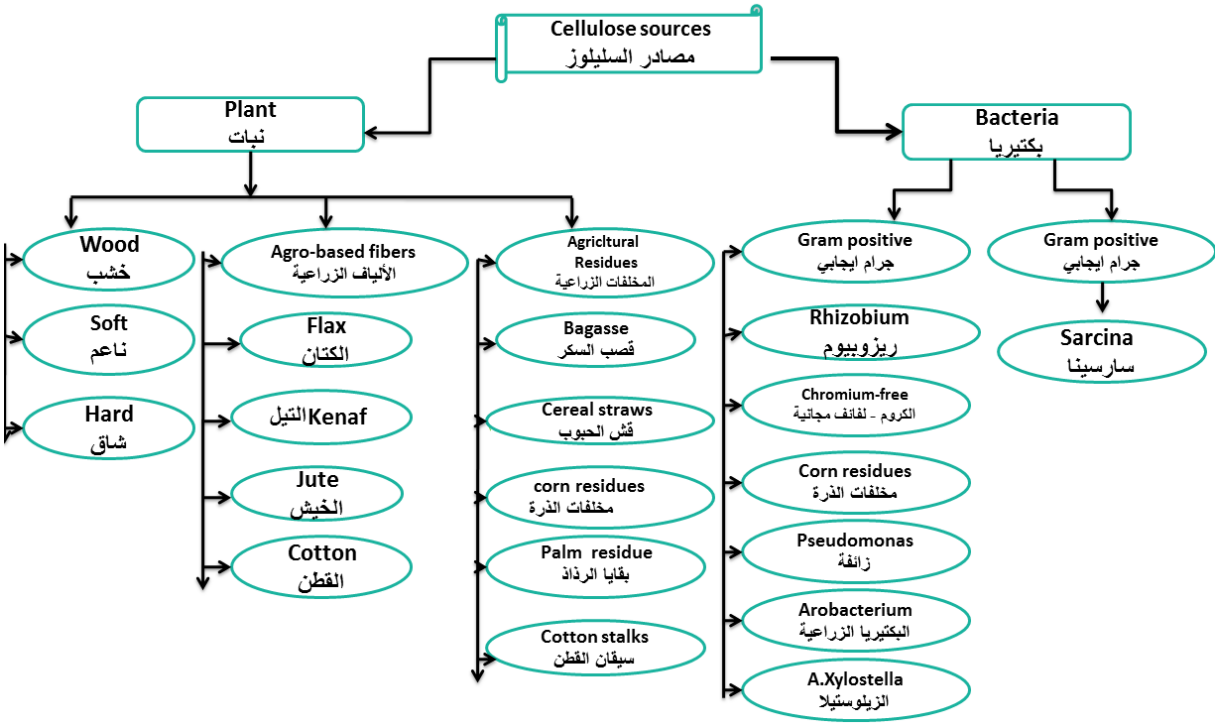
السيليلوز (**الشكل (1.I)**) من الكربوهيدرات المقاومة للتحلل بواسطة الأحياء الدقيقة والأنزيمات ويعتمد تحلله على عدد من العوامل البيئية مثل الحرارة، التهوية، الرطوبة، درجة الحامضية، pH والمحتوى النتروجيني ونسبة اللكنين الموجودة[3].



الشكل (1.I): البنية الهيكلية للسيليلوز.

3.I. مصادر السيليلوز:

مصادر السيليلوز المختلفة: طبيعية، صناعية (**الشكل (2.I)**)



الشكل (2.I): تصنيف السيليلوز.

1.3.I. مصدر طبيعي:

يوجد على الطبيعة في النباتات وخاصة في جدران الخلايا النباتية، وهي المادة الاساسية في تكوين النبات، ولكن لا يتواجد في الطبيعة بحالة نقية أبدا، حيث يمثل 33 % في بنية النباتات، يمثل نسبة 80% في بنية نبات القطن، 50 % بنية الخشب، يشكل السيليلوز المادة الاساسية الخام في كثير من الصناعات المختلفة مثل: صناعة الورق والمنتوجات النباتية كالقطن والكتان والمتفجرات عالية القدرة[4].

2.3.I. مصدر صناعي:

الألياف الصناعية للسيليلوز تأتي عموما من المواد الصناعية مثل: البتروكيمياويات، ولكن بعض انواع الألياف الصناعية تصنع من السيليلوز الطبيعي مثل: الحرير الصناعي والألياف الصناعية المصنوعة من السيليلوز المعاد الاكثر تطورا حديثا[4].

4.I. تركيبة السليلوز:

تعرف المادة السليلوزية كيميائيا على أنها مادة عضوية تحمل الصيغة التالية $(C_6H_{10}O_5)$، تعتبر من السكريات المتعددة (Polysaccharide) والتي تتألف من سلسلة خطية من وحدات الكلوكوز تتراوح من مئات إلى ألف تتصل فيما بينها عن طريق الروابط $\beta(1\leftarrow 4)$ كما هو موضح في **الشكل (1.I)** وتعتبر المادة السليلوزية هو المركب الأساسي في الخلايا النباتية وبالذات في جدار الخلية النباتية .

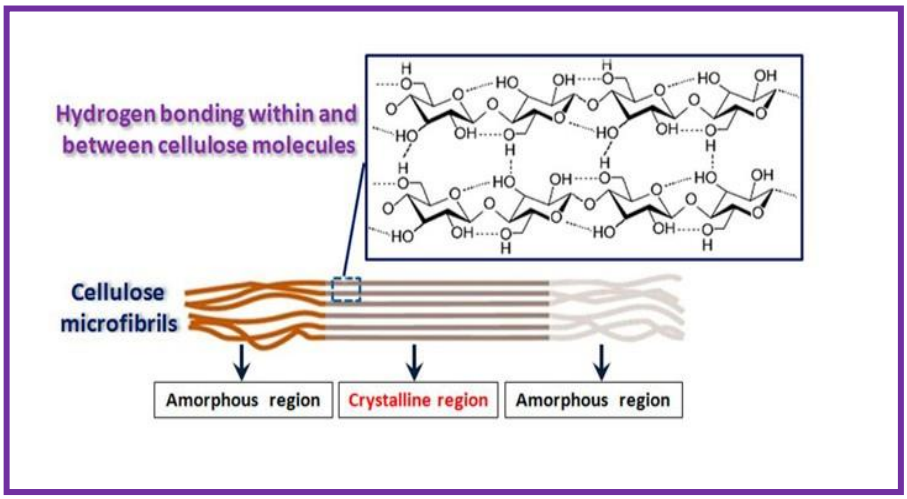
يعتبر السليلوز من المواد الصعبة التلين بسبب الصلادة إلى يمتلكها والناتجة من الشبكة الكبيرة من الروابط الهيدروجينية التي توجد بين وحدات الغلوكوز المكونة لمادة السليلوز مكونة ما يعرف بالتبلور Crystallinity والسبب الأخر هي درجة البلمرة العالية (Degree of polymerization. DP).

I .5. التركيبة الكيميائية للسليلوز:

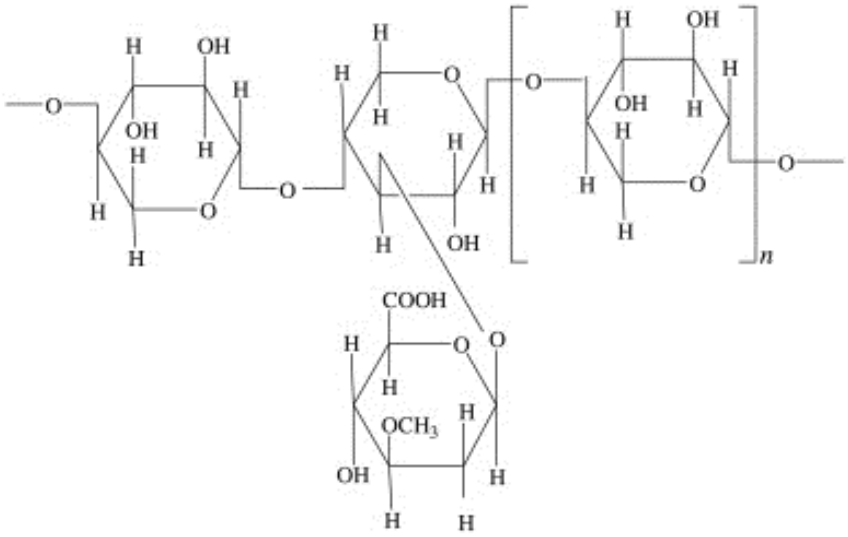
البناء الجزيئي لمادة السليلوز والتي تكون نتيجة للروابط الهيدروجينية الموجودة بين جزئيات الغلوكوز المؤلفة للسليلوز، هناك نوعين من الروابط الهيدروجينية، روابط هيدروجينية موجودة بين الجزيئات المتجاورة في نفس السلسلة وروابط هيدروجينية تكون بين السلاسل المتجاورة، عن طريق هذين النوعين من الروابط يتكون عندنا ما يعرف بالبناء البلوري للسيليلوز كما هو موضح في **الشكل (3.I)** [5].

I.1.5. الهيميسيليلوز:

الهيميسيليلوز هو عديد السكاريد الموجود في جميع النباتات ويتميز بوجود كتلة مولارية أقل من السليلوز وبنية أقل انتظامًا، (**الشكل (4.I)**) وكلاهما له وحدات مختلفة في سلاسله وفروعه، و يشكل هيميسيليلوز ما بين 25 و 30 في المائة من غالبية المواد النباتية ، في حين أن السليلوز هو جزء خاص، إذا افترضنا أن الخشب مادة مركبة يكون فيها السليلوز هو الألياف المقواة واللجنين هو المصفوفة ، حيث يلعب الهيميسليلوز الوظيفة المقابلة في ربط هاتين المادتين ، فإنه يختلف فقط في درجة البلمرة والتبلور [6].



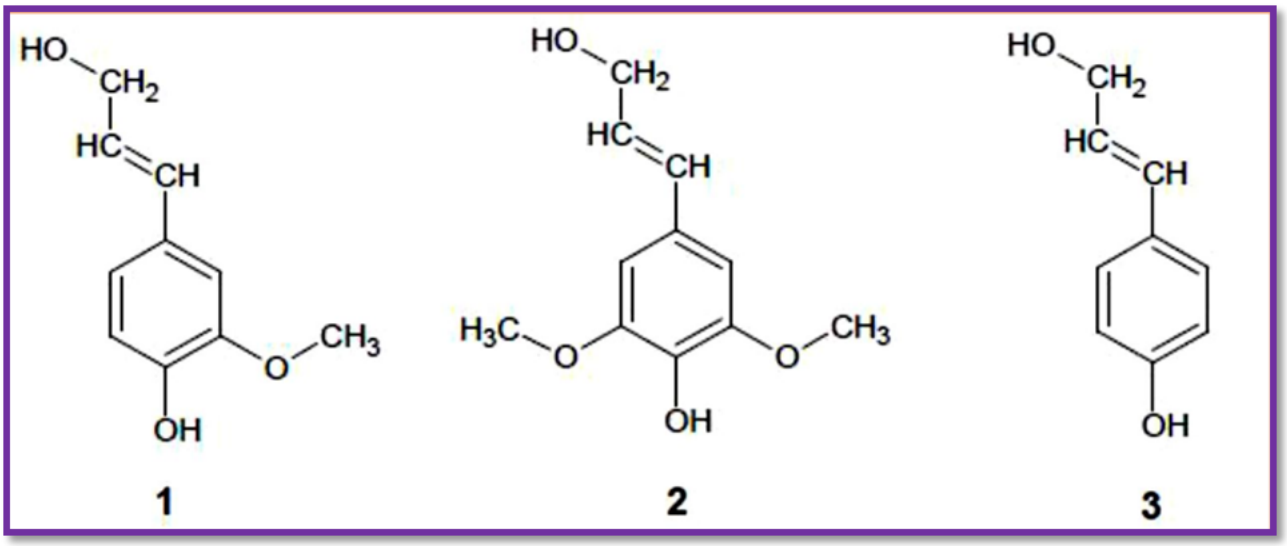
الشكل (3.I): البناء البلوري للسليلوز.



الشكل (4.I): البنية الكيميائية للهيميسليلوز.

2.5.I. تعريف 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 و هو عبارة عن مركب ليفي، يساعد النبات في الحماية الميكانيكية، يكون مرتبط الهميسليلوز بروابط فيزيائية تكافئيه ، يتشكل من ثلاثة وحدات أساسية كما هو موضح في **الشكل (5.I):**



الشكل (5.I): البنية الكيميائية للجنين.

6.I. أهم طرق استخلاص السيليلوز

هناك العديد من الطرق المستخدمة في الاستخلاص منها الميكانيكية، الكيميائية والبيولوجية ولكل تقنية مزايا وحدود **الشكل (6.I)** يوضح بعض طرق الاستخلاص:

1.6.I. الطريقة البيولوجية

وهذه طريقة استخراج تقليدية، يعتمد مبدأها على استخدام البكتيريا لإذابة المستخلصات، مثل بكتيريا bacillus و clostridium ، وقد ثبت أنها فعالة جدا في إزالة المواد الغير السليلوزية من النباتات و إطلاق الألياف، على الرغم من أن وقت الاستخراج طويل نسبيا إلا أنها توفر أليافا عالية الجودة كما يمكن تصنيف تقنية الطريقة البيولوجية إلى نوعين هما التآكل و المعالجة الإنزيمية فالأول يكون عن طريق نقع الألياف لفترة وطويلة ثم استخراجها ميكانيكيا و الثاني باستخدام الإنزيمات نذكر نوع منها وهو إنزيم زيلاناز xylanase enzymes[7] .

I.2.6. المعالجة الكيميائية

يستخدم هذا النوع من المعالجة من أجل تفكيك بنية المواد اللجنوسليلوزية باستعمال التفاعلات الكيميائية، تعتبر المعالجة الكيميائية انتقائية في تفكيك بنية مواد اللجنوسليلوز حيث البعض منها يذيب الهيمسليلوز بينما البعض الآخر يذيب اللجنين، تتفاوت هذه الطرق من حيث الكفاءة و التكلفة الاقتصادية و يمكن استخدامها بشكل فردي أو في مجموعة من أجل تحسين المنتج النهائي برفع كفاءة الاستخلاص و تحسين خصائص المادة المستخلصة و هي كالتالي[8]:

I.1.2.6. المعالجة بالأحماض:

معالجة مواد اللجنوسليلوز بالأحماض يعتمد على توفير الشاردة H_3O^+ هذه الأخيرة تهاجم بعض الروابط البينية و الخارجية (inter/intra molecular) للبوليمرات الرئيسية و تعمل على كسرها و تفكيك البنية و تشمل المعالجة بالأحماض المخففة و المركزة الأحماض المركزة مثل: H_2SO_4،HNO_3، HCl، H_3PO_4[9] ، ويستخدم بصفة خاصة في انتاج النانو سليلوز وتفكيك الوحدات السكرية و لكن لها عدة عيوب حيث تعتبر سامة و مكلفة اقتصاديا و يصعب التحكم في ظروف تفاعلها خاصة في التطبيقات الصناعية[10].

I.2.2.6. المعالجة بالقواعد:

الدور الرئيسي الذي تقوم به المعالجات بالقواعد هو تفكيك بنية اللجنين و بالتالي تحسين إمكانية الوصول إلى باقي السليلوز و الهميسليلوز(polysaccharides) يعمل الوسط القاعدي على كسر الروابط الغير مستقرة بين وحدات اللجنين أو بينه وبين الهميسليلوز في وجود قاعدة مثل (NaOH) ، $Ca(OH_2)$[11].

I.3.2.6. المعالجة بالعوامل المؤكسدة:

تتمثل هذه العوامل في: بيروكسيد العضوي($C_2H_4O_3$,H_2O_2) ،(الأوزونO_3) الأكسجين و عدة عوامل أخرى تستخدم لتحفيز عملية إزالة اللجنين (delignification process) بمهاجمة و تفكيك البنية الحلقية له[12] وتتم هذه المعالجة في وسط قاعدي(pH>12) و تعتبر مناسبة لاستخلاص السليلوز[13].

I.4.2.6. المعالجة بالمذيبات العضوية Organosolv:

هي عملية يتم فيها تحليل اللجنين و الهميسليلوز وإذابة كتل (شظايا) اللجنين من بنية المواد اللجنوسليلوز ليبقى السليلوز في حالته الصلبة نقي نسبيا، المذيبات العضوية الأكثر استعمالا هي الكحول ذات درجة غليان منخفضة: الميثانول، الإيثانول و الأسيتون، ايثيلين غليكول و أسيتات الايثيل [14].

I.5.2.6. المعالجة بالسوائل الأيونية Ionic liquids:

تعتبر هذه التقنية جديدة في تفكيك بنية اللجنوسليلوز، حيث تعمل على اذابة السليلوز و الهميسليلوز و اللجنين في وسط معتدل، السوائل الأيونية عبارة عن أملاح سائلة يمكن استخدامها في درجة حرارة الغرفة و تتكون من أنيون غير عضوي (inorganicanion) وكاتيون عضوي(organic cation) و السوائل الأيونية الأكثر استعمالا في معالجة الكتلة الحيوية هي

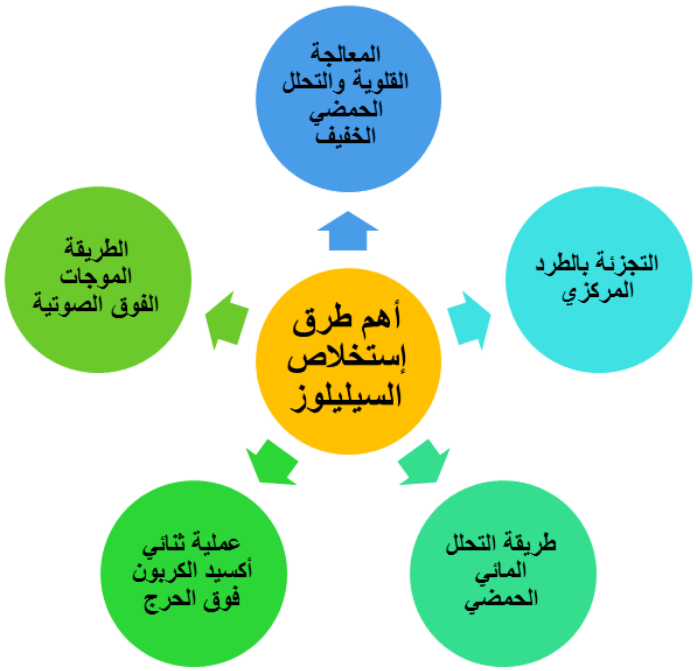
1- alkyl-3-methylimidazolium $[C_nmim]^+$
1- alkyl-2,3-dimethylimidazolium $[Ammim]^+$
- Tetrabutylphosphonium $[Bu_4P]^+$

(n) : عدد ذرات الكربون في سلسلة الألكيل.

كخلاصة يمكن للمعالجة الكيميائية تجزئة اللجنين و الكربوهيدرات (السليلوز و الهميسليلوز) من خلال استخدام الأحماض، القواعد، المذيبات و السوائل الأيونية، حيث تعتمد على التفاعل الانتقائي مع الروابط الكيميائية لبنية ألياف اللجنوسليلوز[15].

I.3.6. المعالجة الفيزيائية:

تهدف المعالجة الفيزيائية إلى تقليل حجم الجسيمات، درجة البلورة و البلمرة بالإضافة إلى كمية النفايات الكيميائية، و زيادة في مساحة السطح الخاص(specific surface area) و الكثافة الظاهرية (bulk density) الأمر الذي يسهل في المعالجات الكيميائية، العيب الرئيسي لهذه المعالجة هو الاستهلاك العالي للطاقة مما يساهم في ارتفاع التكاليف الإقتصادية للمعالجة، تشمل عدة طرق نذكر منها أمواج المايكروويف و الفوق صوتية، المعالجة الميكانيكية و نقصد بها تقطيع و طحن المادة الخام يكون الحجم بعد التقطيع حوالي (30- 10 نانومتر) و تنخفض إلى بعد الطحن (2- 0.2 نانومتر)[8] .



الشكل(I.6) :أهم طرق استخلاص السيليلوز.

I.7. الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

بلورات السليلوز النانوية عبارة عن جسيمات نانوية مستخرجة من الموارد الطبيعية المتجددة بخصائص مختلفة، مصنفة بشكل أساسي إلى خواص فيزيائية وكيميائية[16, 17]:

I.7.1. العوامل الفيزيائية المؤثرة في السيليلوز:

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في السيليلوز نذكر منها[18]:

- **درجة الحرارة:**

يمكننا تسخين السليلوز إلى 150 درجة مئوية في الحالة الجافة دون أي تحلل والاستمرار في التسخين حتى يبدأ اللون بالتحول نحو البني ولا يسبب أي ضرر له، ويبدأ انتشار الأكسجين في الهواء مع زيادة درجة الحرارة بشكل أكبر.

- **تأثير الماء :**

يؤدي نقع الألياف السليلوزية بالماء لحدوث انتفاخ دون أي أثر كيميائي، وتحدث عملية الانتفاخ عادة في المناطق البلورية للألياف حيث تكون مجموعات الهيدروكسيل حرة طليقة.

I.7.2. العوامل الكيميائية المؤثرة في السيليلوز[19]:

- **تأثير الحموضة:**

يؤدي غليان السليلوز في حمض معدني إلى تكسيره ووصوله في النهاية إلى وحدة الجلوكوز، بينما يؤدي التحميض الخفيف عند درجة حرارة منخفضة إلى تكوين هيدرات السليلوز.

- **تأثير القلويات:**

يقاوم السليلوز المحاليل القلوية المتوسطة: مثل كربونات الصوديوم في درجات الحرارة المنخفضة والعالية، لكن وجود الأكسجين يبدأ في تكوين أكسيد السيليكون الذي يدمر الهيكل.

I.8. استخدامات وتطبيقات السيليلوز:

تعد التطبيقات الممكنة للسليلوز ذي البنية النانوية تطبيقات لا حدود لها تقريبًا، فهي بوزن خفيف وأكثر صلابة، حيث يمكن أن يكون عنصرا موصلا للطاقة الكهربائية، ومستقر حراريا، كما يمكن أن

يدخل في تشكيل المواد على شكل صفائح أو غيرها من الأشكال بما في ذلك الشرائح أو الأشرطة الشفافة، وإدماجها في العديد من المواد المتنوعة عالية الأداء للاستخدام في التطبيقات (**الشكل (6.I)**) الاستهلاكية والصناعية والطبية الحيوية، أيضا صناعة النسيج، مرشحات كيميائية، ومركبات تقوية للألياف:

- **المواد المركبة:** هي فئة من المواد غالبًا ما يتم تصنيعها عن طريق مزيج من الألياف مع مادة رابطة (مصفوفة)، يمزج هذا المزيج بين خصائص الألياف والمصفوفة لإنشاء مادة جديدة قد تكون أقوى من الألياف وحدها، يتم استخدام ألياف السليلوز لإنشاء بعض المواد المقواة بالألياف مثل: المركبات الحيوية والبلاستيك المقوى[20].

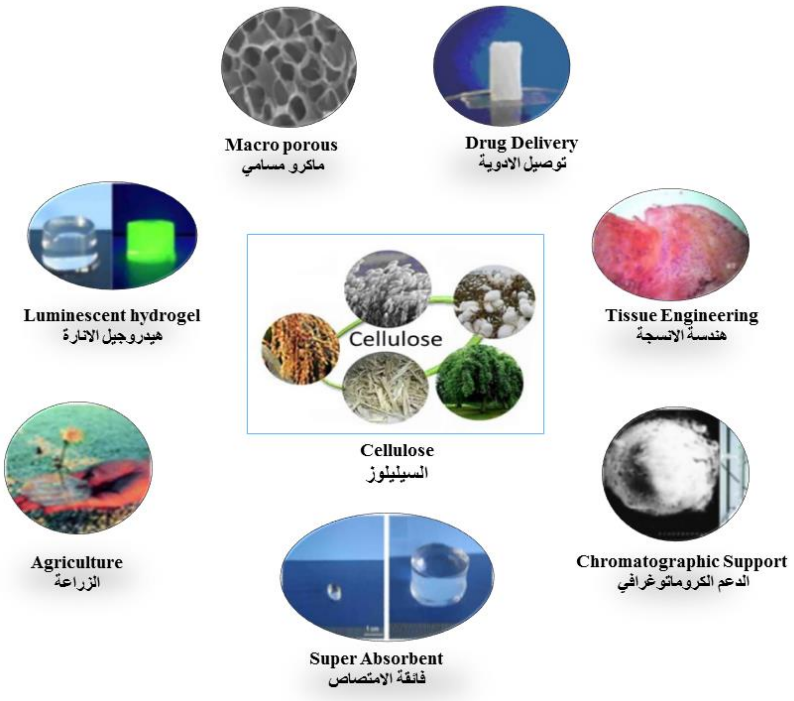
المنسوجات: يتم استخدام السليلوز المُجدد كألياف مثل: الحرير الصناعي (بما في ذلك الوسائط، ولايوسل الذي تم تطويره مؤخرا)، يتم تصنيع ألياف السليلوز من اللب المذاب[21]، تتكون الألياف القائمة على السليلوز من نوعين، السليلوز المتجدد أو النقي، أول الألياف الصناعية، تم الترويج لها تجاريًا على أنها حرير صناعي، أصبحت تُعرف باسم الفسكوز حوالي عام 1894، وأخيرًا رايون في عام 1924، تم اكتشاف منتج مشابه يُعرف باسم أسيتات السليلوز في عام 1865، يعتبر الرايون والأسيتات كلاهما من الألياف الاصطناعية، منتج من مادة أولية مهضومة كيميائياً تتكون من خشب طبيعي، كما أنها ليست بنية صناعية من الحرير، وهو عبارة عن بوليمر ليفي من البروتينات الحيوانية، على الرغم من اكتشاف هذه الألياف الاصطناعية في منتصف القرن التاسع عشر، إلا أن التصنيع الحديث الناجح بدأ بعد ذلك بكثير.

- **المنتجات الورقية:** السليلوز هو المكون الرئيسي للورق، الورق المقوى، مخزون البطاقات، ورق العزل الكهربائي، حيث يستخدم السليلوز بأشكال متنوعة كعازل في المحولات والكابلات والمعدات الكهربائية الأخرى.

- **الألياف:** السليلوز هو المكون الرئيسي للمنسوجات، القطن والمواد الصناعية (النايلون) لديها حوالي 40 % من السوق من حيث الحجم، تمثل الألياف النباتية الأخرى (الجوت والسيزال والقنب) حوالي 20 % من السوق، حرير الرايون ، السيلوفان و " ألياف السليلوز المجددة" الأخرى هي جزء صغير (5 %).
- **المواد الاستهلاكية:** يتم استخدام السليلوز دقيق التبلور (E460i) ومسحوق السليلوز (E460ii) كمواد مالئة غير نشطة في أقراص الأدوية ومجموعة واسعة من مشتقات السليلوز القابلة للذوبان، من E461 إلى E469، تستخدم كمستحلبات ومكثفات ومثبتات في الأطعمة المصنعة. يستخدم مسحوق السليلوز على سبيل المثال، في الجبن المعالج لمنع التكتل داخل العبوة، يتواجد السليلوز أيضا بشكل طبيعي في بعض الأطعمة وهو مادة مضافة في الأطعمة المصنعة، حيث يساهم في مكون غير قابل للهضم يستخدم في التركيب.
- **مواد البناء:** ينتج ارتباط الهيدروكسيل بالسليلوز في الماء مادة قابلة للرش وقابلة للتشكيل كبديل لاستخدام البلاستيك والراتنجات، يمكن جعل المواد القابلة لإعادة التدوير مقاومة للماء والنار، يوفر قوة كافية لاستخدامها كمواد بناء، أصبح عزل السليلوز المصنوع من الورق المعاد تدويره شائعًا باعتباره مادة مفضلة بيئيًا لعزل المباني، يمكن معالجته بحمض البوريك كمثبط للحريق.
- **متفرقات:** يمكن تحويل السليلوز إلى سيلوفان، وهو غشاء رقيق وشفاف، وهي المادة الأساسية للسيلولويد والتي كانت تستخدم في أفلام التصوير الفوتوغرافي والأفلام حتى منتصف الثلاثينيات، يستخدم السليلوز في صناعة المواد اللاصقة القابلة للذوبان في الماء مثل، ميثيل السليلوز وكاربوكسي ميثيل السليلوز التي تستخدم في ورق الحائط اللاصق، يستخدم أيضًا في صنع الإسفنج المحب للماء وعالي الامتصاص، وهو المادة الخام في صناعة النيتروسليلوز (نترات السليلوز) الذي يستخدم في البارود الذي لا يدخن.

- **المستحضرات الصيدلانية:** تتميز مشتقات السليلوز، مثل السليلوز الجريزوفولفين (MCC)، بمزايا الاحتفاظ بالمياه، كونها عامل استقرار وتثخين، وفي تقوية أقراص الدواء[22].
- **المواد المنزلية:** يستخدم في صناعة مرشحات القهوة، والمواد اللاصقة، والإسفنج، وقطرات العين، والمليئات، وأفلام التصوير.
- **صناعة الوقود:** استخدم سابقًا السليلوز الموجود في النباتات كمصدر للوقود، أيضا من الممكن معالجة السليلوز الناتج عن فضلات الحيوانات لصنع وقود البيوتانول الحيوي.
- ***استخدامات متنوعة:*** يشكل القطن أو نترات السليلوز التي يتم استخدامها في صناعة المتفجرات، الذي ينتج عند مزجه بمادة الكافور مادة بلاستيكية "السليلويد"، ولكن كونه شديد الإشتعال فقد استبدل بمواد بلاستيكية أكثر حداثة واستقرار، كما استخدمه العلماء في ترشيح المواد السائلة والكروماتوغرافيا ذات الطبقة الرقيقة.
- **الترشيح:** يمكن أن توفر تطبيقات مساعدة تسلل ألياف السليلوز/ الترشيح طبقة واقية لتصفية العناصر مثل: مسحوق السليلوز، إلى جانب تعزيز الإنتاجية والوضوح المحسنين، نظرا لكونه ترشيحًا خاليًا من الرماد وغير كاشط، يمكن إجراء التنظيف بسهولة بعد عملية التصفية دون حدوث تلف في المضخات أو الصمامات، بشكل عام، يمكن لألياف السليلوز في تطبيقات الترشيح أن تحسن أداء الترشيح بشكل كبير عند استخدامها كطلاء أولي أو علاجي مسبق بالطرق التالية:

  - سد الفجوات في حاجز المرشح والتسريبات الميكانيكية الصغيرة في الحشوات والمقاعد الورقية.
  - تحسين ثبات مساعد المرشح لجعلها أكثر مقاومة لمطبات الضغط والانقطاعات.
  - صنع طلاء مسبق أكثر اتساقًا مع عدم وجود تشققات من أجل مساحة سطح ترشيح أكثر فعالية.
  - تحسين تحرير الكيك وتقليل متطلبات التنظيف.
  - منع تسرب الجسيمات الدقيقة.
  - الطلاء المسبق بسهولة وسرعة وتقليل التلوث القابل للذوبان.



الشكل (6.I) :تطبيقات السيليلوز المختلفة.

[1] K. Kamide, *Cellulose and cellulose derivatives*: Elsevier, 2005.

[2] Z. Peter, "Order in cellulosics: Historical review of crystal structure research on cellulose," *Carbohydrate polymers,* vol. 254, p. 117417, 2021.

[3] Y. Nishiyama, "Structure and properties of the cellulose microfibril," *Journal of wood science,* vol. 55, pp. 241-249, 2009.

[4] D. Lavanya, P. Kulkarni, M. Dixit, P. K. Raavi, and L. N. V. Krishna, "Sources of cellulose and their applications—A review," *International Journal of Drug Formulation and Research,* vol. 2, pp. 19-38, 2011.

[5] W. G. Glasser, R. H. Atalla, J. Blackwell, R. Malcolm Brown, W. Burchard, A. D. French, *et al.*, "About the structure of cellulose: debating the Lindman hypothesis," *Cellulose*, vol. 19, pp. 589-598, 2012.

[6] H. Yang, R. Yan, H. Chen, D. H. Lee, and C. Zheng, "Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis," *Fuel*, vol. 86, pp. 1781-1788, 2007.

[7] H. Xie, H. Du, X. Yang, and C. Si, "Recent strategies in preparation of cellulose nanocrystals and cellulose nanofibrils derived from raw cellulose materials," *International Journal of Polymer Science*, vol. 2018, 2018.

[8] H. Lee, S. B. A. Hamid, and S. Zain, "Conversion of lignocellulosic biomass to nanocellulose: structure and chemical process ",*The Scientific World Journal,* vol. 2014, 2014.

[9] A. Hendriks and G. Zeeman, "Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass," *Bioresource technology,* vol. 100, pp. 10-18, 2009.

[10] Z. Zhang, I. M. O'Hara, and W. O. Doherty, "Pretreatment of sugarcane bagasse by acid-catalysed process in aqueous ionic liquid solutions," *Bioresource Technology*, vol. 120, pp. 149-156, 2012.

[11] Y. Sun and J. Cheng, "Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review," *Bioresource technology,* vol. 83, pp. 1-11, 2002.

[12] E. Abdel-Halim and S. S. Al-Deyab, "Low temperature bleaching of cotton cellulose using peracetic acid," *Carbohydrate Polymers,* vol. 86, pp. 988-994, 2011.

[13] J. Miron and D. Ben-Ghedalia, "Effect of hydrolysing and oxidizing agents on the composition and degradation of wheat straw monosaccharides," *European journal of applied microbiology and biotechnology,* vol. 15, pp. 83-87, 1982.

[14] X. Zhao, K. Cheng, and D. Liu, "Organosolv pretreatment of lignocellulosic biomass for enzymatic hydrolysis," *Applied microbiology and biotechnology,* vol. 82, pp. 815-827, 2009.

[15] M. Zavrel, D. Bross, M. Funke, J. Büchs, and A. C. Spiess, "High-throughput screening for ionic liquids dissolving (ligno-) cellulose," *Bioresource technology,* vol. 100, pp. 2580-2587, 2009.

[16] S. F. Kabir, P. P. Sikdar, B. Haque, M. R. Bhuiyan, A. Ali, and M. Islam, "Cellulose-based hydrogel materials: Chemistry, properties and their prospective applications," *Progress in biomaterials,* vol. 7, pp. 153-174, 2018.

[17] H. T. Sahin and M. B. Arslan, "A study on physical and chemical properties of cellulose paper immersed in various solvent mixtures," *International Journal of Molecular Sciences,* vol. 9, pp. 78-88, 2008.

[18] S. Chanda and D .S. Bajwa, "A review of current physical techniques for dispersion of cellulose nanomaterials in polymer matrices," *Reviews on Advanced Materials Science,* vol. 60, pp. 325-341, 2021.

[19] E. Abdel-Halim, "Chemical modification of cellulose extracted from sugarcane bagasse: Preparation of hydroxyethyl cellulose," *Arabian Journal of Chemistry,* vol. 7, pp. 362-371, 2014.

[20] D. Nabi Saheb and J. Jog, "Natural fiber polymer composites: A review. Advances in Polymer Technology," 1999.

[21] N. Sun, R. P. Swatloski, M. L. Maxim, M. Rahman, A. G. Harland, A. Haque, *et al.*, "Magnetite-embedded cellulose fibers prepared from ionic liquid," *Journal of Materials Chemistry*, vol. 18, pp. 283-290, 2008.

[22] H. Seddiqi, E. Oliaei, H. Honarkar, J. Jin, L. C. Geonzon, R .G. Bacabac, *et al.*, "Cellulose and its derivatives: Towards biomedical applications," *Cellulose*, vol. 28, pp. 1893-1931, 2021.

الفصل الثاني:

دراسات سابقة

السيليلوز هو العنصر الرئيسي في جميع الألياف النباتية تقريبا وهو المادة الأكثر وفرة على سطح الأرض، يهدف هذا الفصل إلى مراجعة حوالي خمسة وعشرون دراسة تمحورت حول استخراج سيليلوز من عدة مصادر طبيعية.

تلخيص الدراسات السابقة

1.II. الدراسة الأولى[1]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Muhammad Shahid Nazir, a Bambang Ari Wahjoedi …et al.

والذي جاء بعنوان:

Eco-Friendly Extraction and Characterization of Cellulose from Oil Palm Empty Fruit Bunches.

استخلاص وتوصيف السليلوز الصديق للبيئة من عناقيد الفاكهة زيت النخيل.

يهدف هذا العمل إلى:

استخراج السليلوز من (Oil Palm Empty Fruit Bunches) لزيادة المردود والتبلور العالي.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

استخدام عينات من زيت النخيل عناقيد الفاكهة (Oil Palm Empty Fruit Bunches)، أولا تم غسل الألياف من زيت النخيل عناقيد الفاكهة المعالجة ثم تجفيفها في فرن وطحنها باستخدام مطحنة كهربائية، تم إزالة شمع الألياف باستخدام جهاز soxhlet (FAVORIT)، من ثم يتم استخدام الكواشف الصديقة للبيئة بتركيزات منخفضة لاستخراج السيليلوز من زيت النخيل عناقيد الفاكهة ،ثانيا تم نقع

الألياف في خليط من% 20 حمض الفورميك و% 10 بيروكسيد الهيدروجين ووضعها في حمام مائي عند 85 درجة مئوية لمدة 2 ساعة، بعد ذلك يتم جمع الألياف غير اللونية بعد الترشيح وغسلها مرة أخرى باستخدام حمض الفورميك بنسبة % 10 ثم غسلها عدة مرات بالماء المقطر فتظهر ألياف السليلوز المستخرجة صفراء فاتحة اللون ، لذلك يتم تعديل الأس الهيدروجيني بنسبة 10% من هيدروكسيد الصوديوم ثم يتم ترشيح المعلق الأبيض الذي تم الحصول عليه وغسله عدة مرات، وتتم بإجراء دراسات مورفولوجية للسيليلوز المستخرج باستخدام مجهر إلكتروني لمسح الانبعاث (FESEM) و مجهرية النفاذ الإلكتروني (TEM)، تمت دراسة التحقيق الكيميائي للمجموعات الوظيفية للسيليلوز المستخرج باستخدام التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) وحيود الأشعة السينية (XRD) وتم الاستقرار الحراري لهذا المستخلص باستخدام التحليل الوزني الحراري TGA لنقاء السيليلوز.

استنتاجات الدراسة:

تم تطوير الطريقة الفيزيائية والكيميائية لاستخراج السيليلوز الذي ينتج 64% من السيليلوز وكان نسبة التبلور حوالي 70%.

II.2.الدراسة الثانية [2]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Anish Khan, Vijay Raghunathan …et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and Characterization of Cellulose Fibers from the Stem of *Momordica Charantia*.

استخراج وتوصيف ألياف السليلوز من جذع (*Momordica Charantia*).

يهدف هذا العمل إلى:

استخلاص الألياف السليلوزية الطبيعية من جذع (*Momordica charantia*) .

لخصت هذه الدراسة إلى:

استخلاص ألياف السليلوز الطبيعية من جذع (*Momordica charantia*) عن طريق عملية الاستخراج اليدوية، أولا يتم نقع جذع الألياف في الماء لمدة 4 ساعات لإزالة الغبار وأيضًا لفصل الألياف، ثم تركها حتى تجف عند درجة حرارة الغرفة لمدة 48 ساعة، بعدها يتم تجفيفها في الفرن عند 50 درجة مئوية لمدة ساعتين لتقليل محتوى الرطوبة ، بعد ذالك تم استخدام العديد من التقنيات التحليلية لتحديد ألياف السليلوز الطبيعية من جذع (*Momordica charantia*) بما في ذلك التحليل الفيزيائي والكيميائي، مسح تحليل المجهر الإلكتروني (SEM)، تحليل حيود الأشعة السينية (XRD)، تحليل فوريه لتحويل طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، و التحليل الحراري الوزني (TGA) .

استنتاجات الدراسة:

ألياف *Momordica charantia* تحتوي على محتوى سليلوز (61.2%)، قطر ألياف (198 ± 3.9 ميكرومتر)، ومحتوى اللجنين (14.32%)، ومحتوى رطوبة (6.3%)، ومحتوى رماد (2.24 %) والتي تشبه في الغالب ألياف السليلوز الطبيعية الأخرى، وأكد هذا البحث أن خصائص نبات *Momordica charantia* هي مواد مناسبة للتطبيقات الطبية.

II.3.الدراسة الثالثة [3]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Manikandan Ilangovan, Vijaykumar Guna...et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and Characterization of Natural Cellulose Fibers from *Kigelia Africana*.

استخراج وتوصيف ألياف السليلوز الطبيعية من *Kigelia Africana*.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

استخلاص ألياف السليلوز من *Kigelia Africana* وتمت مقارنة خصائص الألياف بألياف السليلوز الطبيعية الشائعة وكذلك تلك التي تم الحصول عليها من المخلفات الزراعية والكتلة الحيوية.

لخصت هذه الدراسة إلى:

تم فصل ألياف فاكهة *Kigelia Africana* غير المعالجة عن الثمار يدويًا، ويتم تقطيع الفاكهة وتجفيفها في الفرن لمدة 24 ساعة ونقعها في ماء ، و تمت معالجة بمحلول هيدروكسيد الهيدروكسيد بتركيز 0.2 نظامي لمدة 90 دقيقة عند 100 درجة مئوية، ثم تليها بمعالجة في محلول حمض أسيتيك بنسبة 10% لمدة 10 دقائق ، ثم جُففت الألياف في فرن على درجة حرارة 110 درجة مئوية لمدة 3 ساعات و تليها تبييض المادة باستخدام 7% كلوريد الصوديوم عند 80 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة ، بعد ذلك تجفيف الألياف المبيضة عند 110 درجة مئوية لمدة 3 ساعات، يتم اختبار الألياف هذا المستخلص بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية و تحويل فورييه الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) ولتحديد نوع الروابط والمكونات الموجودة في الألياف.

استنتاجات الدراسة:

كان محتوى *Kigelia Africana* من السليلوز واللجنين يبلغ حوالي 55 و12% على التوالي. بعد التبييض، زاد محتوى السليلوز في الألياف إلى 71%، وتبلور عالي (70%) واستطالة جيدة (3.75%)، يمكن استخدام الألياف في التركيبات والتطبيقات غير المنسوجة.

4.II. الدراسة الرابعة[4] :

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

K. D. H. N. Kahawita, A.M.P.B. Samarasekara ...et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and Characterization of Cellulosic Fiber from Sawmill Waste

استخراج وتوصيف الألياف السليلوزية من نفايات المناشر.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج الألياف السليلوز من نفايات الخشب لإنتاج مواد مركبة قابلة للتحلل.

لخصت هذه الدراسة إلى:

استخلاص ألياف السيليلوز من (Sawmill Waste)، أولا تم وضع خمس عينات مختلفة من نفايات الخشب وغسل 50 جرام من كل عينة وتجفيفها، لوحظت جزيئات نفايات الخشب المجففة بأحجام مختلفة لذلك تم إجراء عملية الغربلة، بعد ذلك تم إزالة الشمع من خمس عينات من المستخلص بطريقة استخراج (Soxhlet) باستخدام محلول (التولوين / الإيثانول)، تليها عملية إزالة اللجنين باستخدام محلول (H_2O_2 / CH_3COOH)، ثم فصل المواد الصلبة والسائلة حيث تحتوي المادة الصلبة على خليط من

السليلوز والهيميسليلوز والسائل على اللجنين، تم تبخير السائل باستخدام سخان المختبر على درجة عالية والمادة الصلبة المتبقية (اللجنين) وتحديد خليط من السليلوز وهيميسليلوز باستخدام التحليل الطيفي (FTIR).

استنتاجات الدراسة:

استخلاص ألياف سيليلوز من (Sawmill Waste) يوفر أقصى نسبة من السليلوز والهيميسليلوز يمكن استخلاصها من نفايات الخشب بنسبة (68.7%) وتم تمييز البوليمرات الطبيعية المستخرجة باستخدام تحليل (FTIR)، ويركز أيضا على إنتاج مواد مركبة منخفضة التكلفة وقابلة للتحلل والتطبيقات الهندسية عن طريق استخراج المواد السليلوزية موجودة في نفايات المنشرة.

5.II.الدراسة الخامسة[5] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

C. E. Maepa, J. Jayaramudu ⋯ et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and Characterization of Natural Cellulose Fibers from *Maize Tassel*.

استخراج وتوصيف ألياف السليلوز الطبيعية من الذرة.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج ألياف السليلوز من *Maize Tassel* عن طريق المعالجة القلوية، حيث تمت دراسة تأثير المعالجة القلوية بواسطة التحاليل الكيميائي، FT-IR, SEM, TGAوحيود الأشعة السينية (XRD).

لخصت هذه الدراسة إلى:

أولا تم نقع الذرة *Maize Tassel* في الماء ليوم واحد ثم غسلها جيدًا بماء جيدا و تجفيفها في أشعة الشمس لمدة أسبوع، و الاحتفاظ بها في فرن لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة ما بين (105C° - 110) C°، ثانيا تمت معالجة العينة بنسبة 5% من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في درجة حرارة الغرفة لمدة 45 دقيقة من أجل إزالة الهيميسليلوز والمواد الدهنية الأخرى، بعد ذلك يتم غسل المستخلص بالماء ومعالجتها بحمض الأسيتيك المخفف من أجل الوصول الى درجة الحموضة معتدلة، وأخيرا يتم غسلها بالماء المقطر وتجفيفها في الفرن لمدة 24 ساعة، و تم إجراء التحليل لألياف هذا المستخلص بتقنية حيود الأشعة السينية والتحليل الوزني الحراري (TGA) من أجل مقارنة خصائص ألياف الذرة المعالجة بالقلويات مع ألياف غير معالجة.

استنتاجات الدراسة:

كان محتوى السليلوز في نبات الذرة *Maize Tassel* بنسبة 56% وأشارت نتائج حيود الأشعة السينية إلى أن هذه العملية أدت إلى زيادة تبلور ألياف.

II.6.الدراسة السادسة [6]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Lalita Chopra, Manikanika

والذي جاء بعنوان:

Extraction of cellulosic fibers from the natural resources: A short review

استخراج الألياف السليلوزية من الموارد الطبيعية: مراجعة مصغرة.

كان الهدف من هذه الدراسة هو استخراج الألياف السليلوزية من الموارد الطبيعية.

لخصت هذه الدراسة إلى:

استخدام ستة مصادر طبيعية لاستخراج ألياف السيليلوز وهي:

التجربة الأولى:

استخراج السيليلوز من قشور الأرز: حيث يتم جمع قشور الأرز وتجفيفها وطحنها جيدا، بعدها يتم إزالة الشمع من العينة بمذيب عضوي (هكسان/الايثانول)، بعدها يتم علاج عينة بالموجات فوق الصوتية ثم تليها مرحلة التبييض بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، بعدها يتم فصل السائل على السيليلوز ، ثم يتم غسل السيليلوز بالإيثانول والماء ثم بالإيثانول فقط، وفي الأخير يجفف السيليلوز في الفرن .

التجربة الثانية:

استخراج السيليلوز من لب الخشب، حيث تتم عملية التحليل للهيميسليلوز واللجنين عن طريق العلاج بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وكبريتيد الصوديوم (Na_2S)في درجة الحرارة وضغط عالي حيث يمكن اضافة الصودا لزيادة الرقم الهيدروجيني ونزع اللجنين واستخراج السيليلوز.

التجربة الثالثة:

استخراج السيليلوز من قشور الموز، حيث يتم جمعها وتجفيفها عند درجة حرارة 55 C° لمدة 10ساعات لإزالة الرطوبة منه وتبرد في درجة حرارة الغرفة، ثم يتم خلط 50 غرام من قشر الموز مع الإيثانول ونتركها في المذيب لمدة ثلاثة أيام للحصول على خليط يعرف باللب، نستخرج منه السيليلوز عن طريق المعالجة ب هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) عند درجة حرارة 60 C°، يغسل السيليلوز بالماء المقطر والإيثانول ويتم تجفيفه في درجة حرارة محددة.

التجربة الرابعة:

استخراج السيليلوز من قشور القهوة: تم تجفيف القشور للتخلص من الرطوبة ويتم معالجة العينة باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لمدة 30 دقيقة مع التحريك المستمر، تليها عملية الترشيح للمادة المتحصل عليها ثم غسلها عدة مرات لإزالة القلويات المتبقية، ثم يتم تبييض العينة ونتركها 4 ساعات للحصول على منتج أبيض اللون يتم غسله بالماء لإزالة جميع المواد الكيميائية، ثم يتم اجراء التحليل المائي الحمضي للسيليلوز.

التجربة الخامسة:

استخراج السيليلوز من قشر القمح: تم غسل القشور عدة مرات بالماء المقطر وتجفيفها في الفرن عند درجة حرارة 80 C°، ثم يتم معالجة الألياف وازالة الشمع بإضافة بيروكسيد الهيدروجين ($H2O_2$) عند درجة حموضة تساوي (11.5) وغسل العينة المتحصل عليها بالإيثانول وتجفيفها في الفرن للحصول على السيليلوز.

التجربة السادسة:

استخراج السيليلوز من قصب السكر: تتم معالجة قصب السكر بكلوريد الصوديوم في ظروف حمضية لمدة ساعتين، ثم يتم ترشيح البقايا وغسلها بالماء المقطر وتجفيفها في فرن، بعدها يتم استخراج للهيميسليلوز باستخدام محلول قلوي للحصول على السيليلوز، تم تصفيتها وغسلها لإزالة المخلفات الكيميائية ومعالجتها بالنتريك للحصول على السيليلوز الخام ثم يتم غسله بالإيثانول والماء وتجفيفه في الفرن وبهذا نتحصل على السيليلوز.

استنتاجات الدراسة:

يتواجد السيليلوز بكثرة في الطبيعة من بينها قشور الأرز، لب الخشب، قشور القهوة، قشور القمح وقصب السكر ويتواجد في النباتات أو النفايات الزراعية والموارد الطبيعية .

II.7.الدراسة السابعة[7] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Simone M.L. Rosa, Noor Rehman, Maria Inez G …et al.

والذي جاء بعنوان:

Chlorine-free extraction of cellulose from rice husk and whisker isolation

استخراج السليلوز الخالي من الكلور من قشر الأرز.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج السليلوز من قشر الأرز.

تمحورت هذه الدراسة حول:

استخلاص ألياف السيليلوز من قشور الأرز ، يتم جمع العينة وطحنها وإزالة الشمع جزئيا بواسطة محلول الهكسان (C6H14) والإيثانول (C_2H_5OH) و تطهيره عند درجة حرارة 121 C° ، ثم يتم اضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لمدة 30دقيقة ، ونعالج العينة المتحصل عليها بالموجات الفوق الصوتية لمدة 30دقيقة من أجل إزالة البقايا الكيميائية للحصول على عينة يتم تبيضها بهيدروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بنسبة 0.2% لمدة 12ساعة عند درجة حرارة 48 C° واضافة 0.5 مل من حمض الخليك (CH_3COOH) لتنقية السيليلوز، يتم وضع الخليط في حمام زيتي ساخن عند درجة حرارة C°

120 لمدة 30 دقيقة ونتركها تبرد ، يليها غسل السيليلوز بالماء المقطر 20 مل والايثانول 20 مل ثم بالإيثانول فقط للإزالة المنتجات الكيميائية وأثار حامض النتريك ، وأخيرا يتم تجفيف السيليلوز في الفرن عند درجة حرارة 60C° .

استنتاجات الدراسة:

في هذه الدراسة تم الحصول على مردود استخلاص للسيليلوز من قشور الأرز بنسبة 28%.

II.8.الدراسة الثامنة[8] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Dan Li, Fu Zhen Zhu, Jing Yi Li …et al.

والذي جاء بعنوان:

Preparation and Characterization of Cellulose Fibers from Corn Straw as Natural Oil Sorbents.

تحضير وتوصيف ألياف السليلوز من الذرة كمواد ماصة للزيت الطبيعي.

كان الهدف من هذه الدراسة:

إعداد وتحضير ألياف السيليلوز من الذرة.

لخصت هذه الدراسة إلى ما يلي:

جمع عينة من قش الذرة ومعالجتها بالماء المقطر عند درجة حرارة 80 C° لمدة ساعتين ,وبعدها تم تحديد العينات القابلة للذوبان في الماء بنسبة 1.3% من كلوريد الصوديوم (Naclo2) عند درجة حرارة 75 C° لمدة ساعتين ، ثم تتم معالجتها بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH)عند درجة حرارة20 C° لمدة 10 ساعات بعد الترشيح تم غسل الناتج جيدا بالماء المقطر والايثانول بنسبة 95% وتجفيفها في فرن عند درجة حرارة 60 C° لمدة 16 ساعة ، وفي الأخير نتحصل على ألياف السيليلوز الجافة عن طريق التخلص من الهيميسيليلوز واللجنين باستخدام الماء وتجفيفه في فرن عند درجة حرارة60 C° .

استنتاجات الدراسة:

ألياف السيليلوز أظهرت قدرة امتصاص أكثر من 90% من زيت الديزل خلال أول 5 دقائق أظهرت النتائج أن ألياف السليلوز توفر إمكانية الاستخدام الأفضل للمخلفات الزراعية كمواد ماصة طبيعية في تنظيف الزيت.

9.II. الدراسة التاسعة[9] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Abir Razzak, Faten Mannai Ramzi Khiar

والذي جاء بعنوان:

Cellulose Fibre from Schinus molle and Its Characterization

ألياف السليلوز من *Schinus molle* وتوصيفها.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج ألياف السيليلوز من *Schinus molle* وخصائصها.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

تم تقطيع عينة *Schinus molle* ثم غسلها جيدا بالماء المقطر وتجفيفها في فرن، بعدها تمت معالجة العينة وتبيضها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بنسبة 10% عند درجة حرارة°C 160 لمدة ساعتين ثم تغسل بالماء المقطر لإزالة الهيميسليلوز واللجنين ثم تجفيفها في فرن، وفي الأخير تم الحصول على السيليلوز.

استنتاجات الدراسة:

كشف تحديد التركيب الكيميائي لـ *Schinus molle* أن هذه المادة الخام تحتوي على مستوى عالٍ من البوليمرات الحيوية بمعدل سليلوز يبلغ 53.2%.

II.10.الدراسة العاشرة[10] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Aneesha Singh, Bablesh Ranawat, Ramavatar Meena

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of cellulose from halophytes next generation source of cellulose fibre.

استخراج وتوصيف السليلوز من النباتات الملحية مصدر الجيل القادم من ألياف السليلوز.

كان الهدف من هذه الدراسة: استخلاص السليلوز من النباتات الملحية.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

جمع العينة وتجفيفها عند درجة حرارة°C 80 وتقطيعها وسحقها, ثم يتم تبييض العينة بكلوريد الصوديوم ($NaClO_2$)، ثم غسل المحلول المتحصل عليه بالماء المقطر لخفض درجة حموضته إلى 7، تمت معالجة العينة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم(NaOH) وتسخينه عند درجة حرارة ° C 100 ثم غسلت لتحييد الرقم الهيدروجيني و تجفيفها في درجة حرارة الغرفة ، وبعدها تمت معالجتها بحمض كلور الماء (HCl) وتسخينه في درجة حرارة 100°Cلساعات ثم يتتم غسل العينة المتحصل عليه بالماء لإزالة الحمض ثم تجفيفه تحت درجة حرارة°C 50 وفي الأخير نتحصل على السيليلوز.

استنتاجات الدراسة:

ليس كل نباتات الملحية تحتوي على السيليلوز فقط البعض منها وهذه العينة يمكن استخدامها كمصدر للسيليلوز.

11.II. الدراسة الحادية عشر[11]:

بالاستناد الى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

Narendra Reddy ; Yiqi Yang

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of natural cellulose fibres from Common Milkweed stems.

استخراج وتوصيف السيليلوز الطبيعي ألياف من نبات *Common Milkweed*.

تهدف هذه الدراسة الى:

استخدام نباتات *Common Milkweed* للحصول على ألياف السليلوز الطبيعية مع قوة واستطالة أفضل.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

توفير سيقان *Common Milkweed* وتقشير القشرة الخارجية للحاء من السيقان واستخدامها لاستخراج الألياف، بعد عدة تجارب تم الحصول على الألياف في ظل الظروف المثلى، تم غمس اللحاء المقشر في محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 0.5 نظامي عند درجة حرارة الغرفة طوال الليل، تم بعد ذلك تسخين المحلول الى80°C لمدة 30 دقيقة تم وتجفيف الألياف المستخرجة وغسلها بالماء الدافئ جيدا أولا ثم بالماء البارد ومعالجتها في محلول حمض الاسيتيك المخفف($C_2H_4O_2$) لإزالة أي قلويات متبقية وتجفيفها، تم الحصول على الألياف عن طريق النقع.

تم نقع الألياف الجذعية للحصول على ألياف السيليلوز باستخدام كميات متساوية من حمض النتريك (HNO_3) 10% ومحلول حمض الكروسيك (H_2Cr_5OH) بتركيز 10% لمدة 24 ساعة، ثم يتم غسل الألياف المعالجة جيدا بالماء وتجفيفها باستخدام الايثانول (C_2H_5OH).

استنتاجات الدراسة:

ألياف السيليلوز الطبيعية المستخرجة تتميز بتكوينها وهيكلها وخصائصها، حيث تحتوي على حوالي 75% من السيليلوز لكنها أقل من تلك الموجودة في القطن.

II.12. الدراسة الثانية عشر[12]:

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

R. Kumar; Anish Khan; Ajith Arul Daniel …et al.

والذي جاء بعنوان:

Characterization of new cellulosic fiber from the bark of *Acacia Nilotica* plant

توصيف الألياف السيليلوزية الجديدة من لحاء نبات *Acacia Nilotica*.

الهدف من هذه الدراسة:

استخلاص ألياف طبيعية جديدة من نبات *Acacia Nilotica* باستخدام تقنية معالجة المياه.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

جمع اللحاء الناضج لنبتة *Acacia Nilotica* لفصل طبقات الألياف عن اللحاء تم نقع العينة في بركة ماء صغيرة لمدة 20 يوما، بعدها غسلت طبقات الألياف المنفصلة في مياه عذبة وتم تجفيفها تحت أشعة الشمس لمدة أسبوع واحد.

استنتاجات الدراسة:

محتوى السيليلوز الذي تم الحصول عليه من نبات *Acacia Nilotica* كان بنسبة (56,46%) والهيميسيليلوز بـ (8,33%).

II.13.الدراسة الثالثة عشر[13] :

بالاستناد الى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

Rama Thirumurugan, M. Jayaraj; D. Shanmugam, T. Ramkumar

والذي جاء بعنوان:

Characterization of new Natural cellulosic fibre from coconut tree primary Flower leaf stalk fiber.

توصيف الألياف السيليلوزية الطبيعية الجديدة من ألياف شجرة جوز الهند.

الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج ألياف السيليلوز من ألياف شجرة جوز الهند.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

في البداية جمع سيقان شجرة جوز الهند، تم بعد ذلك قطع وإزالة الأشواك من جانب الساق وطرقها ثم غمرها في المادة لمدة 3 أسابيع، تم استخلاص الألياف من السيقان ثم غسلها وتنظيفها وتجفيفها في الشمس لمدة 3 أيام، تمت معالجة العينة المستخلصة بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتراكيز مختلفة (2,4,6%) لمدة 30 دقيقة، بعدها تم تنظيف الألياف عدة مرات بالماء المقطر وتبع ذلك غمر الألياف في حمض الهيدروكلوريك المخفف(HCl) للتخلص من هيدروكسيد الصوديوم الملتصق بسطح الألياف. اخيرا تم غسل الألياف مرة اخرى عدة مرات بالماء المقطر وتجفيفها في فرن عند درجة حرارة 70°C.

استنتاجات الدراسة:

كان مردود أفضل السيليلوز بنسبة(71,7%) والهيميسيليلوز(6,03%) واللجنين (11,57%) والشمع (0,12%).

14.II.الدراسة الرابعة عشر[14] :

بالاستناد الى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

M.S. Dhlamini ; Uma Maheswari ; Jun Zhang …et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of cellulose single fiber from native African *Napier Grass*.

استخراج وتوصيف ألياف السيليلوز من *Napier Grass*.

الهدف من هذه الدراسة:

استخراج ألياف السيليلوز من ألياف عشب*Napier Grass* .

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

جمع اعشاب *Napier Grass* واستخراج الألياف من الأجزاء الداخلية للساق ثم غسلها الألياف جيدا باستخدام الماء المقطر وتجفيفها في الشمس لمدة أسبوع ثم تخزينها، ثم تم تقطيع ألياف المستخرجة باستخدام محلول حمض هيدروكسيد الصوديوم(NaOH) بنسبة 0.7% عند درجة حرارة 100°C لمدة ساعتين ثم مرورها بعدة عمليات للمعالجة للحصول واستخراج ألياف السيليلوز.

استنتاجات الدراسة:

كان مردود ألياف السيليلوز المستخرجة من *Napier Grass* تقدر بنسبة (52%).

II.15. الدراسة الخامسة عشر[15]:

بالاستناد الى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

M. Kathirselvan ; A. Kumaravel ; V.P. Arthanarieswaran …et al.

والذي جاء بعنوان:

Characterization of cellulose fibers in *thespesia populnea* barks: influences of alkali treatment.

توصيف ألياف السيليلوز في قشور اللحاء: تأثيرات المعالجة القلوية.

تمحورت هذه الدراسة حول:

تحسين الخواص السطحية والهيكلية لألياف لحاء *thespesia populnea*.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

تم غمر لحاء *Thespesia populnea* في الماء لأسبوعين لتسهيل فصل الألياف عن الجلد الصلب من خلال التحلل الميكروبي، تم بعدها عزل حزم الألياف عن طريق التمشيط والغسيل بماء نقي لإزالة أي شوائب وتجفيفها في فرن عند درجة حرارة 70C°، وتمت معالجة الألياف المجففة بتراكيز مختلفة من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لمدة 60 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة سيسهل هذا العلاج ازالة كمية كبيرة من مركبات الهيميسيليلوز واللجنين في بنية الألياف. تم غسل الألياف المعالجة بالماء متبوعا بحمض الهيدروكلوريك (HCl)بتركيز 0.1 نظامي لإزالة الرواسب القلوية، أخيرا تم غسل وتجفيف الألياف عند درجة حرارة 80°C لمدة 4 ساعات.

استنتاجات الدراسة:

تم تحسين مردود استخلاص ألياف السيليلوز بنسبة (67.52%) من خلال تقنية المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم(NaOH) بسبب تخفيف جزء من الهيميسيليلوز ومركبات اللجنين في الوسط القلوي.

16.II.الدراسة السادسة عشر[16] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Y.S. Mahdi, A.K. Mohammed ...et al.

والذي جاء بعنوان:

Synthesis of Rayon from date palm fronds.

تخليق الحرير من ثمار نخيل التمر.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

إنتاج الحرير الصناعي من سعف النخيل

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

إنتاج الحرير الصناعي من سعف النخيل، تم استخدام جزءان أساسيان من السعف هما الخوض والجريد، أهم الخطوات التي استخدمت لتحضير الحرير من سعف النخيل هي إزالة اللجنين، القصر (التبيض)، وفي الأخير الإذابة تم تطبيق طريقة المذيب العضوي لإزالة كمية اللجنين العالية، كما تم دراسة ثلاثة متغيرات في هذه العملية: درجة الحرارة، نسبة الإيثانول (C_2H_5OH) في الماء والمدة الزمنية، تبين إن أفضل نسبة لإزالة اللجنين هي (97%) عند زمن 80 دقيقة ودرجة حرارة 180 C°، و بعد دراسة تأثير استخدام العوامل المساعدة مختلفة وجد أن أفضل عامل مساعد هو هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، بعدها تم إذابة ألياف السيليلوز في هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، في الأخير تم حقن السيليلوز المذاب بمحلول حمض الكبريتيك (H_2SO_4)لتحضير الحرير.

استنتاجات الدراسة:

طريقة المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) تعطي أفضل نسبة ازالة للجنين بنسبة (97%).

II .17.الدراسة السابعة عشر[17] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Nurul Amal Nadhirah Mohamad, Junaidah Jai

والذي جاء بعنوان:

Response surface methodology for optimization of cellulose extraction from banana stem using NaOH-EDTA for pulp and papermaking.

منهجية سطح الاستجابة لتحسين استخراج السيليلوز من جذع الموز باستخدام NaOH-EDTA في صناعة اللب والورق.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

إنتاج منهجية سطح الاستجابة لتحسين استخراج السيليلوز من جذع الموز في صناعة اللب والورق.

لخصت هذه الدراسة ما يلي:

عملية فصل الألياف باستخدام هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، لاستخراج السليلوز من أجل صناعة اللب والورق، حيث تم إذابة اللجنين وإزالته بواسطة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، ومن خلال إضافة حمض الإيثلين أمينيتراسيتيك (EDTA) لتقليل التحلل المائي للسيليلوز واستخدام التصميم المركب المركزي (CCD) ومنهجية سطح الاستجابة (RSM)، تم تصميم (NaOH) و (EDTA)إحصائيًا وتحسينها للحصول على أفضل مردود للسيليلوز واللب وإزالة اللجنين.

استنتاجات الدراسة:

منهجية سطح الإجابة باستخدام (NaOH - EDTA) كانت فعالة في استخلاص السيليلوز واللب وإزالة اللجنين.

II.18.الدراسة الثامنة عشر[18] :

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Sirlene M. Costa, Priscila G. Mazzola …et al.

والذي جاء بعنوان:

Use of sugar cane straw as a source of cellulose for textile fiber production.

استخدام قش قصب السكر كمصدر للسيليلوز لإنتاج ألياف النسيج.

الهدف من هذه الدراسة هو إنتاج ألياف النسيج من قصب السكر.

لخصت هذه الدراسة فيما يلي:

استخلاص ألياف السيليلوز من قش قصب السكر، أولا تم الحصول على قصب السكر بعد فصل اللب القلوي باستخدام (Sode/Anthraquinone) ولإزالة اللجنين المتبقي، عرض العينة للتبييض الكيميائي باستخدام بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، تم تحليل الألياف لتقييم الحد الأقصى من امتصاص الماء وفقدان الوزن والخصائص الميكانيكية ،حللت البنية المجهرية بواسطة المجهر الالكتروني الماسح (SEM).

استنتاجات الدراسة:

عملية تصنيع الألياف تعتمد على المذيبات العضوية، حيث تم استخراج السليلوز من العينة بنسبة 30% بعد عمليات فصل الألياف القلوية، أظهرت الألياف القدرة على امتصاص الماء، وقدمت قيم تماسك تتوافق مع السيليلوز التجاري المنتج من لب الخشب.

19.II. الدراسة التاسعة عشر[19]:

استنادا الى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Anup Karn, Tri-Sweta Thakur …et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of cellulose from Agricultural Residues: wheat straw and Sugarcane Bagasse.

استخراج وتوصيف السليلوز من المخلفات الزراعية: قش القمح وتفل قصب السكر.

الهدف من هذا العمل هو:

استكشاف المصدر البديل للسيليلوز من المخلفات الزراعية باستخدام ظروف استخراج بسيطة وسريعة وصديقة للبيئة.

لخصت هذه الدراسة فيما يلي:

أولا تم جمع قصب السكر وتجفيفه لمدة شهر في أشعة الشمس وتقطيعه إلى قطع صغيرة ثم طحنها وغسلها بالماء عدة مرات ثم تصفيتها وتجفيفها في أشعة الشمس لبضعة أيام، ثانيا تم وضع المادة المسحوقة في وعاء بلاستيكي وأضيف اليها 500 مل مع محلول حمض النتريك (HNO_3) بتركيز 1

مولاري عن طريق التحريك المستمر لمدة 24 ساعة، بعدها تم ترشيح المادة وغسلها بالماء المقطر لعدة مرات وتجفيفها عند درجة حرارة100°C، ثالثا تمت معالجة العينة بالأحماض بـ 500 مل من هيدروكسيد الصوديوم(NaOH) بتركيز1 مولاري مع التحريك وتركها لمدة24 ساعة ، بعدها تم ترشيحها لإزالة الشوائب مثل السيليكا واللجنين ،وغسلت البقايا بالماء المقطر وتجفيفها ومعالجتها بـ6 مولاري من هيدروكسيد الصوديوم(NaOH) لمدة6 ساعات، و تمت تصفية المحلول مرة أخرى وترشيحه ومعالجته باستخدام حمض الكبريت(H_2SO_4) بتركيز5 نظامي وبعدها تمت تصفيتها باستخدام ورق الترشيح وتجفيفه في أشعة الشمس ، بعد الانتهاء من استخراج السيليلوز تم تحديده عن طريق التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) وحيود الأشعة السينية (XRD).

استنتاجات الدراسة:

كانت نسبة السيليلوز المتحصل عليها(20.89%) من قصب السكر و(21.92%) من قش القمح.

II .20.الدراسة العشرون [20]:

استنادا الى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Noor Rehman, Sultan Alam …et al.

والذي جاء بعنوان:

Environmental friendly method for the extraction of cellulose from *triflolium resopinatum* and its characterization

هدف الدراسة هو استخلاص وتوصيف السليلوز من أوراق*triflolium resopinatum*

لخصت هذه الدراسة فيما يلي:

استخدام أوراق (triflolium resopinatum) بعد جمعها وطحنها وتحويلها إلى مسحوق، وتمت معالجة العينة المطحونة بمذيبات مختلفة في جهاز (Soxhlet) لإزالة المواد المستخرجة القابلة للذوبان، تم الاحتفاظ بالمادة القلوية في (Autoclave)، ثم تم استخدام إيثلين دياميين رباعي أسيتات (EDTA) وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) لإزالة معظم المواد القطبية، تمت تنقية السليلوز الخام بحمض الخليك(CH_3COOH) وحمض النيتريك(HNO_3)، واستخدام الماء المقطر المزدوج لتحييد الرقم الهيدروجيني وبهذا الحصول على السليلوز، تحليل السليلوز المنقى من خلال إجراءات مختلفة منها حيود الأشعة السينية (XRD)، التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه (FTIR)، التحليل الحراري الوزني (TGA)والمسح المجهري الإلكتروني (SEM).

استنتاجات الدراسة:

السليلوز المستخرج يتميز بدرجة عالية من النقاء والتبلور (72%) واستقرار حراري مما يشير إلى أن عملية استخراج السليلوز كافية تمامًا.

II.21.الدراسة الواحدة والعشرون[21]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Xiaoshuai Han, Linhu Ding … et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and characterization of novel ultra-strong and tough natural cellulosic fiber bundles from manau rattan (Calamus manan).

استخراج وتوصيف حزم الألياف السليلوزية الطبيعية الجديدة فائقة القوة والقاسية من manau rattan (Calamus manan)

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج وتوصيف حزم الألياف السليلوزية الطبيعية الجديدة فائقة القوة والقاسية من manau rattan (Calamus manan)

لخصت هذه الدراسة فيما يلي:

أولا تم تقطيع العينة ثم خضعت العينة لعملية الغربلة للحصول على أقطار مختلفة، بعدها تم استخدام العديد من التقنيات التحليلية لتحديد ألياف السليلوز من العينة بما في ذلك التحليل الفيزيائي والكيميائي، تحليل حيود الأشعة السينية(XRD) ، تحليل فوريه لتحليل طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)،التحليل الحراري الوزني (TGA) ومسح التحليل المجهري الإلكتروني.

استنتاجات الدراسة:

كان المردود بشكل أساسي يتكون من السليلوز (33.9%) ، والهيميسليلوز (22.4%) ، واللجنين (29.9%).

II.22. الدراسة الثانية و العشرون[22]:

بالاستناد إلى المقال العلمي المنجز من طرف الباحثين:

Shahin Hossain, M. Abdul Jalil…et al.

والذي جاء بعنوان:

A low-density cellulose rich new natural fiber extracted from the bark of jack tree branches and its characterizations.

ألياف طبيعية جديدة غنية بالسليلوز منخفضة الكثافة مستخلصة من لحاء فروع شجرة jack وخصائصها.

يهدف هذا العمل إلى:

استخراج ألياف طبيعية جديدة غنية بالسليلوز منخفضة الكثافة مستخلصة من لحاء فروع شجرة jack

لخصت هذه الدراسة فيما يلي:

تم إزالة لحاء هذه الفروع يدويًا وغمرها في الماء العذب لمدة 101 يومًا للسماح بالتحلل الميكروبي، بعد ذلك، تم فصل الألياف يدويًا وغسلها عدة مرات بالماء النظيف لإزالة المكونات غير المرغوب فيها، يليها تجفيف الألياف عند درجة حرارة الغرفة لمدة أسبوع واستخدامها مباشرة للتحليل دون أي معالجة كيميائية.

استنتاجات الدراسة:

تم الحصول على مردود يحتوي على (79.32%)، هيميسليلوز(8.01%)، لجنين(6.77 %)، رماد (3.58%) ويكشف التحليل الحراري الوزني (TGA)عن ثباته الحراري الجيد وحدث التدهور الأقصى عند درجة حرارة 35°C لتحلل السليلوز.

II .23.الدراسة الثالثة والعشرون[23]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحث:

Nijandhan, Kulandaivel …et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and Characterization of Novel Natural Cellulosic Fibers from Pigeon Pea Plant.

استخراج وتوصيف ألياف السليلوز الطبيعية الجديدة من نبات البازلاء.

تهدف هذه الدراسة إلى:

اكتشاف مجموعة متنوعة جديدة من الألياف المستخرجة من لحاء نبات البازلاء وتركز أيضا بشكل أساسي على استخراج ألياف السيليلوز لهذه العينة وتقديم معلومات شاملة مثل الخصائص الكيميائية، مؤشر التبلور، حجم البلورات، الخواص الحرارية والميكانيكية.

لخصت هذه الدراسة فيما يلي:

أولا تم جمع لحائها لاستخراج الألياف الطبيعية ، ونقعها في الماء لمدة أسبوعين عند درجة حرارة الغرفة لفصل الطبقات الداخلية والخارجية ومن ثم الاحتفاظ بالطبقة الداخلية للفصل، بعدها تم تمشيطها يدويا عن طريق فرشاة معدنية طويلة لإنتاج ألياف ناعمة وغسلها بماء الصنبور ومن بعد بالماء المقطر وتجفيفها في درجة حرارة الغرفة لمدة أسبوع واحد ، ولتحديد التركيبات الكيميائية للسيليلوز و اللجنين لهذه العينة تمت بطرق الاختبار الكيميائي ،التحليل حيود الاشعة السينية ،التحليل الطيفي(FTIR)، تحليل الوزني الحراري (TGA).

استنتاجات الدراسة:

ألياف السيليلوزية تحتوي على (5.53%)من السيليلوز و(18.32%)من اللجنين و (2.38%)من الشمع و (8.13%) من الرطوبة، وتميزت أيضا أنه يمكن استخدام ألياف هذه العينة كتعزيز في المركبات البوليميرية.

24.II.الدراسة الرابعة و العشرون[24]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

Muhammad Moniruzzaman, Tsutomu Ono …et al.

والذي جاء بعنوان:

Separation and characterization of cellulose fibers from cypress wood treated with ionic liquid prior to laccase treatment.

فصل وتوصيف ألياف السليلوز من خشب المعالج بالسائل الأيوني قبل معالجة.

كان الهدف من هذه الدراسة هو:

فصل وتوصيف ألياف السليلوز من خشب.

هدفت هذه الدراسة إلى:

استخلاص ألياف السيليلوز من خشب، في البداية تم تجفيف العينة في فرن عند 110°C ، ثم تم وضع0.4 غرام من العينة في قارورة وتسخينها عند 80°C في حمام زيتي مع التحريك المغناطيسي لمدة ساعة ، بعدها يتم تبريده بإضافة الماء كمضاد للمذيبات وتحريكه لمدة 20 دقيقة لفصل المواد الصلبة عن اللجنين المذاب و السائل الأيوني ، واستيراد الخشب المعالج و اللجنين وغسله بالماء لإزالة السائل الأيوني المتبقي، تمت اضافة0.1 مولاري من هيدروكسيد الصوديوم(NaOH) لمدة ساعة لاستخراج اللجنين من الخشب المعالج ،ثم جمع ألياف العينة الغنية بالسليلوز وغسلها بالماء المقطر لإزالة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)وتجفيفه في الفرن عند درجة حرارة 70°C لمدة 24 ساعة ، ثم تليها عملية التوصيف المادة عن طريق تحديد محتوى الهيميسيليلوز بمحلول كلوريد الصوديوم (NaCl)عند

70°C لمدة ساعة مع تكرير العملية حتى يصبح المنتج أبيض ، بعد ذلك تم استخراج محتوى السليلوز في المواد عن طريق هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)بنسبة(6%) عند 80°C ، تم تحديد العينة عن طريق التحليل المجهر الالكتروني المسح الضوئي (SEM)، التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR)، التحليل حيود الأشعة السينية (DXR)والتوصيف الحراري .

استنتاجات الدراسة:

فصل ألياف السليلوز باستخدام الطريقة خضراء عن طريق معالجة السائل الأيوني، حيث يحتوي السليلوز في الألياف المنتجة على نسبة (% 73.1) واللجنين (% 9.8)، كما أظهرت الدراسة أن ألياف السليلوز المستخرجة ذات تبلور عالي واستقرار حراري أفضل .

II.25.الدراسة الخامسة والعشرون[25]:

استنادا إلى العمل المنجز من طرف الباحثين:

N. Saravanan, P.S. Sampath … et al.

والذي جاء بعنوان:

Extraction and Characterization of New Cellulose Fiber from the Agrowaste of *Lagenaria Siceraria* (Bottle Guard) Plan.

استخراج وتوصيف ألياف السليلوز الجديدة من نبات *Lagenaria Siceraria*

الهدف من هذه الدراسة هو:

استخراج وتوصيف ألياف السليلوز من نباتات *Lagenaria Siceraria*

في هذه التجربة تم ما يلي:

اختيار المخلفات الزراعية لجذع *Lagenaria Siceraria* لدراسة استخراج وتوصيف ألياف السيليلوز ، أولا تم فصل اوراق العينة باستخدام السكين وغسلها بالماء لإزالة الشوائب والأوساخ، بعدها تم استخراج الألياف من السيقان وغمرها بالماء لمدة 14 يوم لتسهيل التدهور الميكروبي بعد ذلك تم فصل الألياف عن اللب الجذعي وغسلها جيدا بالماء المقطر لإزالة الشوائب وتجفيفها في أشعة الشمس لمدة 72ساعة لإزالة الرطوبة ، تم تحديد ألياف السيليلوز من العينة عن طريق التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء(FTIR)، تحليل حيود الأشعة السينية ، تحليل الجاذبية الحرارية (TGA)، اختبار شد ألياف المفردة و التحليل المورفولوجي.

استنتاجات الدراسة:

الألياف الناتجة من العينة تحتوي على نسبة عالية من السليلوز (79.91%) مع مؤشر بلوري مرتفع بنسبة (92.4%)، كما يمكن استخدامها في مركبات خفيفة الوزن صديقة للبيئة لمختلف التطبيقات الصناعية.

[1] M. S. Nazir, B. A. Wahjoedi, A. W. Yussof, and M. A. Abdullah, "Eco-friendly extraction and characterization of cellulose from oil palm empty fruit bunches," *BioResources*, vol. 8, pp. 2161-2172, 2013.

[2] A. Khan, V. Raghunathan, D. L. Singaravelu, M .Sanjay, S. Siengchin, M. Jawaid, *et al.*, "Extraction and characterization of cellulose fibers from the stem of momordica charantia," *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, pp. 2232-2242, 2022.

[3] M. Ilangovan, V. Guna, B. Prajwal, Q. Jiang, and N. Reddy" ,Extraction and characterisation of natural cellulose fibers from Kigelia africana," *Carbohydrate polymers*, vol. 236, p. 115996, 2020.

[4] K. Kahawita and A. Samarasekara, "Extraction and characterization of cellulosic fibers from sawmill waste," in *2016 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)*, 2016, pp. 343-348.

[5] C. Maepa, J. Jayaramudu, J. Okonkwo, S. S. Ray, E. Sadiku, and J. Ramontja, "Extraction and characterization of natural cellulose fibers from maize tassel," *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, vol. 20, pp. 99-109, 2015.

[6] L. Chopra, "Extraction of cellulosic fibers from the natural resources: a short review," *Materials Today: Proceedings*, vol. 48, pp. 1265-1270, 2022.

[7] S. M. Rosa, N. Rehman, M. I. G .de Miranda, S. M. Nachtigall, and C. I. Bica, "Chlorine-free extraction of cellulose from rice husk and whisker isolation," *Carbohydrate Polymers*, vol. 87, pp. 1131-1138, 2012.

[8] D. Li, F. Z. Zhu, J. Y. Li, P. Na, and N. Wang, "Preparation and characterization of cellulose fibers from corn straw as natural oil sorbents," *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 52, pp. 516-524, 2013.

[9] A. Razzak, F. Mannai, R. Khiari, Y. Moussaoui, and M. N. Belgacem, "Cellulose Fibre from Schinusmolle and Its Characterization," *J. Renew. Mater*, vol. 10, pp. 2593-2606, 2022.

[10] A. Singh, B. Ranawat, and R. Meena, "Extraction and characterization of cellulose from halophytes: next generation source of cellulose fibre," *SN Applied Sciences*, vol. 1, pp. 1-10.2019 ,

[11] N. Reddy and Y. Yang, "Extraction and characterization of natural cellulose fibers from common milkweed stems," *Polymer Engineering & Science*, vol. 49, pp. 2212-2217, 2009.

[12] R. Kumar, S. Sivaganesan, P. Senthamaraikannan, S. Saravanakumar ,A. Khan, S. Ajith Arul Daniel, *et al.*, "Characterization of new cellulosic fiber from the bark of Acacia nilotica L. plant," *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, pp. 199-208, 2022.

[13] R. Thirumurugan, M. Jayaraj, D. Shanmugam, and T. Ramkumar, "Characterization of new natural cellulosic fiber from coconut tree primary flower leaf stalk fiber (CPFLSF)," *Journal of Natural Fibers*, vol. 18, pp. 1844-1856, 2021.

[14] K. O. Reddy, C. U. Maheswari, M. Dhlamini, B. Mothudi, V. Kommula, J. Zhang, *et al.*, "Extraction and characterization of cellulose single fibers from native african napier grass," *Carbohydrate Polymers*, vol. 188, pp. 85-91, 2018.

[15] M. Kathirselvam, A. Kumaravel, V. Arthanarieswaran, and S. Saravanakumar, "Characterization of cellulose fibers in Thespesia populnea barks: Influence of alkali treatment," *Carbohydrate polymers*, vol. 217, pp. 178-189, 2019.

[16] Y. Mahdi, A. Mohammed, and A. Mohammed, "Synthesis of rayon from date palm fronds," *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, vol. 49, pp . .2018 ,1059-1049

[17] N. A. N. Mohamad and J. Jai, "Response surface methodology for optimization of cellulose extraction from banana stem using NaOH-EDTA for pulp and papermaking," *Heliyon*, vol. 8, p. e09114, 2022.

[18] S. M. Costa, P. G. Mazzola, J. C .Silva, R. Pahl, A. Pessoa Jr, and S. A. Costa, "Use of sugar cane straw as a source of cellulose for textile fiber production," *Industrial Crops and Products*, vol. 42, pp. 189-194, 2013.

[19] A. Karn, S. Thakur, and B. Shrestha, "Extraction and Characterization of Cellulose from Agricultural Residues: Wheat Straw and Sugarcane Bagasse," *Journal of Nepal Chemical Society*, vol. 43, pp. 93-98, 2022.

[20] N. Rehman, S. Alam, I. Mian, and H. Ullah, "Environmental friendly method for the extraction of cellulose from Triflolium resopinatum and its characterization," *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, vol. 33, pp. 61-68, 2019.

[21] X. Han, L. Ding, Z. Tian, W. Wu, and S. Jiang, "Extraction and characterization of novel ultrastrong and tough natural cellulosic fiber bundles from manau rattan (Calamus manan)," *Industrial Crops and Products*, vol. 173, p. 114103, 2021.

[22] S. Hossain, M. A. Jalil, T. Islam, and M. M. Rahman, "A low-density cellulose rich new natural fiber extracted from the bark of jack tree branches and its characterizations," *Heliyon*, vol. 8, p. e11667, 2022.

[23] N. Kulandaivel and R. Muralikannan, "Extraction and characterization of novel natural cellulosic fibers from pigeon pea plant," *Journal of Natural Fibers*, vol. 17, pp. 769-779.2020 ,

[24] M. Moniruzzaman and T. Ono, "Separation and characterization of cellulose fibers from cypress wood treated with ionic liquid prior to laccase treatment," *Bioresource technology*, vol. 127, pp. 132-137, 2013.

[25] N. Saravanan, P. Sampath, T. Sukantha, and T. Natarajan, "Extraction and characterization of new cellulose fiber from the Agrowaste of Lagenaria

Siceraria (Bottle Guard) plant," *Journal of Advances in chemistry*, vol. 12, pp. 4382-88, 2016.

الفصل الثالث:

الجزء العملي/النتائج والمناقشة

توجه الكثير من الباحثين إلى إعادة تدوير مخلفات النباتية لاحتوائها على السيليلوز وتحويلها الى مادة مفيدة وصديقة للبيئية من بينها ألياف السيليلوز، في هذا الفصل سوف نقوم بتحضيره من مستخلص قشور الفول السوداني وتحضير الحرير انطلاقا من السيليلوز، ويتم تشخيص هذه باستخدام تقنيات التحليل الطيفية: جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis) وجهاز الأشعة تحت الحمراء (FTIR) .

تم هذا العمل في وحدة بحث تطوير الطاقات المتجددة في المناطق القاحلة بجامعة الشهيد حمه لخضر.

III .1. المواد والأدوات والأجهزة المستعملة:

III .1. 1. المواد الكيميائية:

الجدول (1.III): يوضح المواد المستعملة في خطوات العمل.

المواد	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية (g/mol)	النقاوة (%)	الشركة المنتجة
حمض الهيدروكلوريك	HCl	36,46	97	Honeywell Fluka
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	40	97	Biochem Chemopharma
بروكسيد الصوديوم	H_2O_2	34.0147	97	
كربونات النحاس المائية	$Cu_2CO_3(OH)_2$	249.68	99	
بيكربونات الصوديوم	$NaHO_3$	84	97	
الأمونيا	NH_4OH	35.04	98	
حمض الكبريتيك	H_2So_4	98.079	**99**	

III .2.1. الأدوات:

بيشر (Bécher)، معيار مدرج، حقنة أنابيب اختبار (tubes essai)، بيشر (Bécher)، ملعقة (Spatule)، ورق الترشيح (Papier à filter)، أطباق بتري.

III .3.1. الأجهزة:

جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR-ATR)، جهاز انعراج الأشعة السينية (DRX)، جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis)، ميزان حساس جهاز تسخين وتحريك مرفق بجهاز قياس درجة الحرارة، جهاز pH متر، مطحنة كهربائية، جهاز تجفيف.

III.2. خطوات العمل:

III .1.2. استخلاص السليليوز:

المرحلة 1:

تم الحصول على قشور الفول السوداني من السوق المحلي لولاية الوادي، مثل ما هو مبين في **الشكل (III.1):**

الشكل(1.III):قشور الفول السوداني.

المرحلة 2:

طحن 50 غرام من قشور الفول السوداني كما هو مبين في **الشكل (2.III):**

الشكل (2.III): قشور الفول السوداني مطحونة.

المرحلة 3:

الغسل بالماء المقطر: نقوم بتسخين500 مل من الماء المقطر عند درجة حرارة 85 C° بعد الغليان نقوم بإضافة العينة وتركها تغلي مع التحريك المستمر لمدة ساعة كما هو موضح في **الشكل (3.III)**، ثم نقوم بترشيحها وتجفيفها كما هو موضح في **الشكل (4.III):**

الشكل (3.III): غسل العينة بالماء المقطر.

الشكل (III. 4): يوضح تجفيف العينة.

المرحلة 4:

المعالجة بحمض الهيدروكلوريك (HCl):

تتم معالجة المادة بالحمض من أجل نزع المعادن وذلك بوضعها في بيشر به 1 لتر من محلول حمض الهيدروكلوريد (HCl) تركيزه 7 % عند عند درجة حرارة°C 85 لمدة ساعة مع التحريك المستمر ثم ترشيح وتجفيف العينة كما هو موضح في **الشكل (5.III)**.

الشكل (5.III): معالجة العينة بحمض الهيدروكلوريك (HCl).

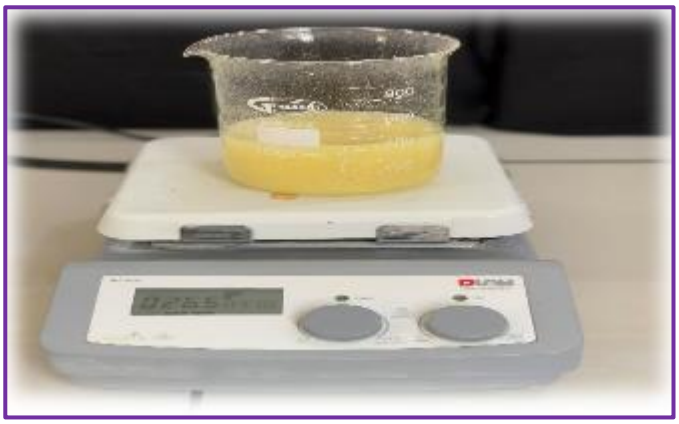
المرحلة 5: المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

تم أخذ 50 غرام من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ووضعها في بيشر به1 لتر من الماء المقطر كما هو موضح في **الشكل (6.III)** للحصول على محلول تركيزه 2M ثم تسخينه ، حيث تم وضع العينة في محلول عند درجة حرارة 85°C مع التحريك المستمر لمدة ساعة **الشكل (7.III)**، ثم نقوم بترشيح العينة وتكرار العملية لمرة ثانية وبعد الترشيح تغسل بالماء المقطر ونترك العينة الصلبة تجف في الفرن.

الشكل (6.III): تحضير محلول (NaOH). **الشكل (7.III):** معالجة العينة بمحلول NaOH.

المرحلة 6: عملية التبييض:

نضع 600 مل من الماء المقطر مع 1 ليتر من بيروكسيد الصوديوم (H_2O_2) في بيشر وتسخينه عند درجة حرارة 60°C ، ثم إضافة العينة مع التحريك المستمر لمدة30 دقيقة ،ثم الترشيح وتكرار العملية مرة أخرى وتجفيف المادة كما هو مبين في **الشكل (8.III)** وطحنها للحصول على سيليلوز نقي.



الشكل (8.III): عملية تبييض السليلوز.

III .2.2 إنتاج الحرير:

نأخذ بيشر ونسكب فيه حوالي 4 غرام من كربونات النحاس المائية$Cu_2CO_3(OH)$ ، بعد ذلك نحتاج محلول مركّز من الأمونيا بنسبة 25 % حجمه 40 مل.

نسكب محلول الأمونيا على كربونات النحاس $Cu_2CO_3(OH)_2$ حيث يشكل مركبًا معقد من النحاس$Cu(NH_3)_4(H_2O)_nCO_3$ ، نسكب السائل في بيشر آخر حتى يصبح المحلول صافياً.

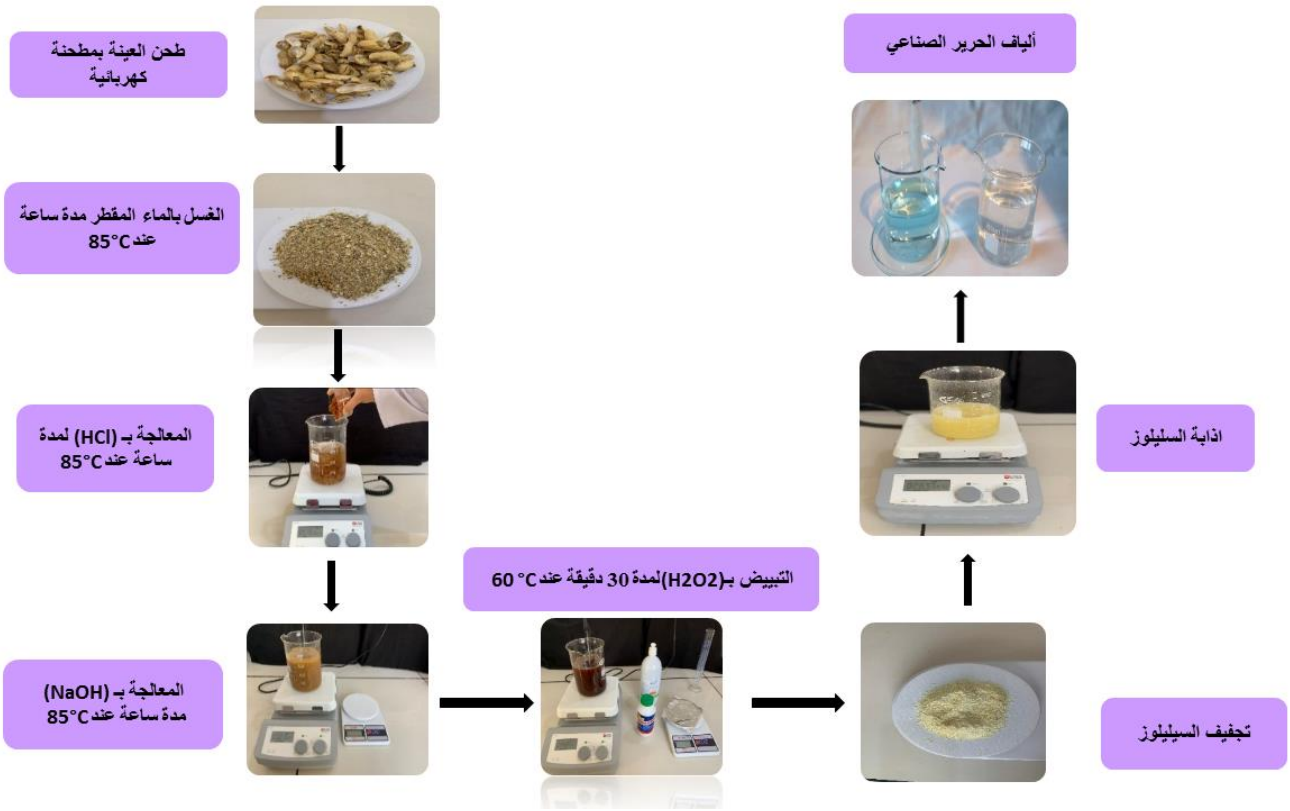
نأخذ حوالي جرام من السيليلوز ونبدأ في إضافته ببطء إلى محلول النحاس $Cu(NH_3)_4(H_2O)_nCO_3$.

بعد إذابة السيليلوز، نحضر محلول من حمض الكبريتيك (H_2SO_4) ، نملأ السحاحة بهذا الأخيرة ونقوم بإضافتها في محلول حمض كبريتيك (H_2SO_4) عندما يتلامس محلول العينة مع حمض الكبريتيك (H_2SO_4) ، يبدأ السليلوز من المحلول في البلمرة.

يتفاعل حامض الكبريتيك مع مركب من النحاس ويذيبه، تتشكل الألياف الزرقاء الرقيقة من الحرير الصناعي، بعد مرور القليل من الوقت، يتفاعل حمض الكبريتيك مع المركب ويزيل أملاح النحاس من الألياف حيث تصبح الألياف عديمة اللون، بعد ذلك يتم تبييضها، كما هو موضح في **الشكل (9.III)** .

الشكل (III .9): مرحلة الحصول على ألياف الحرير.

والمخطط التالي يوضح طريقة العمل كما في **الشكل (III .10):**



الشكل (III .10): مخطط يوضح طريقة إنتاج ألياف الحرير الصناعي.

III.3. دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للعينات:

تمت دراسة بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لألياف السليلوز من قشور الفول السوداني باستعمال الأجهزة التالية:

III . 1.3. التحليل بمطيافية الأشعة تحت الحمراء (ATR-FTIR):

التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء هو دراسة التفاعل بين إشعاع المادة والضوء عندما تمر الموجات الكهرومغناطيسية عبر وسط (مادة)، ويعد التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء من أهم الطرق لشرح المركبات العضوية وغير العضوية، وكذلك المركبات البلورية وغير المتبلورة، ولكن دون التأثير على خصائصها، مثل تطبيقاتها في التحليل النوعي والكمي، وخاصة التحليل النوعي القائم على التركيب الكيميائي المركب غير المعروف ونقاوته، كشفت المنطقة بين الضوء المرئي وطيف الموجة القصيرة، والتي تتوافق مع أطوال موجية بين 0.7 - 300 ميكرومتر، وعدد الأطوال الموجية (ϑ)بينهما ^{1} cm- 10- 114000، ينقسم طيف الأشعة تحت الحمراء من حيث عدد الموجات إلى ثلاثة أقسام[1، 2]:

- قسم الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIRS): 14000-4000 cm^{-1} .
- قسم الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (MIRS): 4000-400 cm^{-1}.
- قسم الأشعة تحت الحمراء البعيدة (FIRS): 400-10 cm^{-1} .

تعتمد معظم أجهزة التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء على القسم الأسط (MIRS) 0 cm- 400 -400^{1} في التحليل الطيفي ، لأن معظم المركبات العضوية يتم التعرف عليها من خلال المعلومات الطيفية لهذا القسم ، وخاصة القسم الواقع بين 700-1500cm^{-1} ، وهو قسم حساس للغاية ، حيث يتأثر عدد ومواقع الامتصاص في طيف الأشعة تحت الحمراء بتغيير بسيط في التركيب الجزيئي للمركب

الكيميائي، ويتميز أيضا بامتصاص الروابط الفردية بين ذرات الكربون والذرات الأخرى باستثناء الهيدروجين (C-CL، C-O، C-C) ، بينما تمتد بعض الأجهزة الحديثة التحليل إلى منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة.

III .1.2.3. جهاز ATR (Attenuated total réflectance):

يمكن فحص العينات التي تسمى الانعكاس الكلي Attenuated total réflectance أو الانعكاس الداخلي، مباشرة في الحالة الصلبة والسائلة دون مزيد من التحضير ويمكن تحديد المجموعات الوظيفية الموجودة في المركبات[3].

III .2.2.3. تحليل العينات:

III .1.2.2.3. السائلة:

يتم تحليل السوائل باستخدام التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (ATR) بطريقة بسيطة حيث يتم تغطية البلورة بالكامل عن طريق صب السائل مباشرة على سطحها، ويتم قياس طيف الإشعاع مباشرة، كما هو موضح في **الشكل (III .11)**.

الشكل (III .11): طريقة وضع العينات السائلة في مكان وضع العينة لجهاز ATR.

III .2.2.2.3. الصلبة:

يتم وضع العينة الصلبة في قسم البلورة الصغيرة "والتي عادة ما تكون مصنوعة من مادة الماس لمتانتها ومتانة ضغطها" ثم يتم ضغط العينة الصلبة عن طريق وضع الذراع على البلورة، أما بالنسبة لمساحيق المواد الصلبة فيتم تحليلها بوضعها على سطح البلورة بسماكة صغيرة لا تتجاوز بعض المليمترات بدون ضغط الذراع، حققت التجارب نتائج مثالية عالية، كما هو موضح في **الشكلين (III .12)، (III .13).**

الشكل (III .12): طريقة وضع العينات الصلبة في جهاز ATR.

الشكل (III .13): طريقة ضغط الذراع على العينات في جهازATR.

ATR هي الطريقة الأكثر استخداما، حيث تستخدم للتحليل النوعي والكمي للعينات بطريقة سريعة وغير مكلفة، لذلك فهي تحلل العينة في حالتها الفيزيائية دون أي معالجة، على عكس طريقة FT-IR التي تعتمد على طريقة تحضير العينات، وخاصة العينات الصلبة التي يتم معالجتها عن طريق تكوين أقراص شفافة من بروميد البوتاسيوم، والتي يجب تحضيرها والتعامل معها بطريقة دقيقة، وللتغلب على مشاكل العينات المستخدمة في طريقة FT-IR اقترحت طريقة ATR، حيث يتم وضع العينة مباشرة في المكان المخصص لها، سواء كانت صلبة أو سائلة، ألياف أو مساحيق ليتم تحليلها خلال ثوان.

III. 3.2.3. طريقة العمل:

تم تحليل عينات الأكسيد في جهاز IR-ATR بطريقة مباشرة وسهلة، حيث تم وضع العينات في المكان المخصص، ثم تم ضغط الذراع على العينة الصلبة، بحيث تتم قراءة البيانات والبيانات الطيفية مباشرة كما في **الشكل (III .14)**.

الشكل (III .14): وضع العينات في جهاز IR- ATR.

2.3.III. التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible):

جهاز قياس الطيف الضوئي المرئي للأشعة فوق البنفسجية **الشكل (15. III)** هو جهاز يستخدم للتحليل النوعي والكمي لعدد كبير من المركبات العضوية وغير العضوية ، وتقتصر نطاقات الطول الموجي المدروسة للأشعة فوق البنفسجية (UV) بين 200 و 400nm وما بين 400 و 800 nm للإشعاع المرئي (Vis) ؛ تستخدم هذه التقنية لفهم الخصائص البصرية للعينة المراد تحليلها ، حيث يوفر الطول الموجي المقاس معلومات مهمة حول التركيب الكيميائي والكمية الجزيئية ، مما يسمح بجمع المعلومات الكمية والنوعية للحصول على المعلومات. كنفاذية أو امتصاص أو انعكاس للإشعاع، يتم إعطاء النفاذية التي يمثلها t من خلال العلاقة التالية[4]:

$$T = \frac{I}{I_0}$$

تعرف هذه الكمية الضوئية بأنها النسبة بين شدة الضوء المنقول (I) عبر مادة بالنسبة لشدة الضوء الساقط على سطحها (I_0)، يتم تعريف الإمتصاصية من خلال:

$$A = \varepsilon lc = log\left(\frac{I_0}{I}\right) = -logT$$

حيث:

A : امتصاص المحلول (بدون وحدة) ; l : طول مسار الضوء عبر العينة (cm); c : تركيز المحلول (mol/l) ; ε : معامل الانقراض المولي (l/mol.cm);

الشكل (15. III): جهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible).

III. 1.2.3 المبدأ:

يتم وضع مصدر متعدد الألوان (ينبعث من الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية) أمام المنشور ، وسيقوم هذا النظام المشتت بتحليل الإشعاع متعدد الألوان المنبعث من المصدر ، من خلال الاتجاه الصحيح لنظام الكشف الضوئي لعينة الحجاب الحاجز (شق مجهري بسيط) ، يسمح هذا الحجاب الحاجز بإضاءة العينة بحزمة ضيقة ، لذلك يقيس الكاشف الضوئي شدة الإشعاع (λ) الذي ينتقل بعد المرور عبر محلول العينة ، يجب أن تكون العينات شفافة لتجنب أي ظاهرة انتشار ، تجريبيا يستخرج الجهاز الكثافة ($I_{t,\lambda}$) التي تم الحصول عليها بعد المرور عبر المحلول ، نظرا لأن هذا يعتمد على المصدر ، يجب حساب كميتين مشتقتين ، الامتصاص والنفاذية:

$$T = \frac{I_{t,\lambda}}{I_{0,\lambda}}$$

$$A = log\left(\frac{I_{0,\lambda}}{I_{t,\lambda}}\right) = -logT$$

حيث:T : النفاذية؛A : الامتصاصية.

III .4. النتائج والمناقشة:

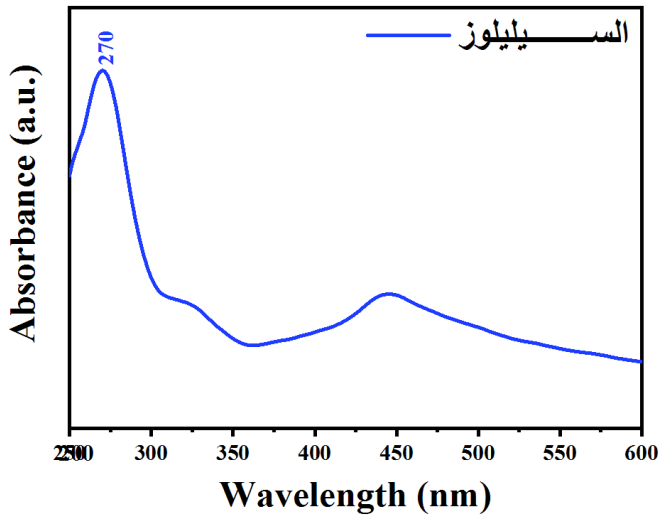
III.4.1. المردود:

تم حساب النسبة المئوية من محصول السليلوز بقسمة وزن المادة المستخلصة على وزن المادة الجاف الأولي، تم حساب المردود على النحو التالي:

كان مردود استخلاص السليلوز 62.5 %، وهو ما كان مشابهًا للنتائج التي تم الإبلاغ عنها في دراسات سابقة كما هو ذكر سابقا في الفصل الأول، وأشارت دراستنا إلى أن قشور الفول السوداني هو أحد المصادر المتجددة للسيليلوز.

III.4.2. مناقشة نتائج الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis):

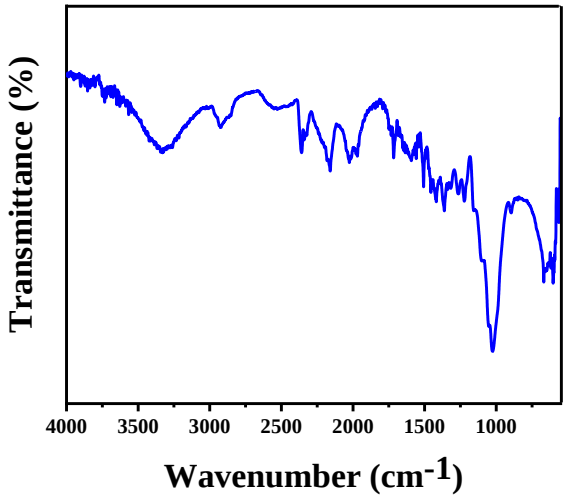
يمثل **الشكل (16. III)** طيف UV-Vis للسليلوز المستخرج من قشور الفول السوداني، حيث تظهر كل من أطياف نطاقات امتصاص مميزة عند 270 نانومتر للسيليلوز، وهو ما يتوافق مع أطياف الامتصاص المتحصل في الدراسات السابقة[5, 6].



الشكل (16. III) : أطياف UV-Visible للسيليلوز المستخلص.

3.4.III. مناقشة نتائج الأشعة تحت الحمراء:

تم إجراء تحليل ATR-FTIR لسيليلوز في هذه الدراسة من قشور الفول السوداني في مجال الطيفي من 1000 cm^{-1} الى 4000 cm^{-1} الموضح في **الشكل (17.III)**.



الشكل (17.III) :أطياف الاشعة تحت الحمراء (FTIR) للسيليلوز المستخلص.

تبين النتائج التي تم الحصول عليها للسيليلوز أنه يحتوي على مجموعات وظيفية والمبينة في **الجدول (2.III)** كالتالي:

الجدول (2.III): المجموعات الوظيفية للسليلوز المستخلص.

الأعداد الموجية cm^{-1}	الاهتزاز
3328	اهتزاز رابطةO-H المرتبط بـ C=O عن طريق الرابطة الهيدروجينية
2924	اهتزاز روابط C-H و$C-H_2$ الاهتزازالتمدد متعدد السكريات
1601	اهتزاز رابطة O-H للماء الممتص للسيليلوز
1460	اهتزاز رابطة C-H
1029	C-O-Cرابطة حلقية β-1,4-glycosidicبين الوحدات D-glucose في السيليلوز

897	اهتزاز ملزمة للكربوهيدات لوحدة جلوكوزβ

تضمن هذا الفصل شرح لكيفية تحضير السيليلوز من الفول السوداني، وقد تم التحقق من نجاح عملية التحضير من خلال تحليلها بواسطة تقنيات التحليل الطيفية تم تحضير الحرير انطلاقا من السيليلوز والتي تطرقنا إليها في الفصل.

[1] X. Hu, D. Kaplan, and P. Cebe, "Determining beta-sheet crystallinity in fibrous proteins by thermal analysis and infrared spectroscopy," *Macromolecules*, vol. 39, pp. 6161-6170, 2006.

[2] J. Luypaert, D. Massart, and Y. Vander Heyden, "Near-infrared spectroscopy applications in pharmaceutical analysis," *Talanta*, vol. 72, pp. 865-883, 2007.

[3] M. M. Blum and H. John, "Historical perspective and modern applications of attenuated total reflectance–Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR)," *Drug testing and analysis*, vol. 4, pp. 298-302, 2012.

[4] Y. Zhou, K. B. Ng, L. Cheng, D. N. Gresh, R. W. Field, J. Ye, *et al.*, "Visible and ultraviolet laser spectroscopy of ThF," *Journal of Molecular Spectroscopy*, vol. 358, pp. 1-16, 2019.

[5] S. K Shukla ,C. Dubey, G. Ashutosh Tiwari, and A. Bharadvaja, "Preparation and characterization of cellulose derived from rice husk for drug delivery," *Advanced Materials Letters*, vol. 4, pp. 714-719, 2013.

[6] D. Ye, Z. Zhong, H. Xu, C. Chang, Z. Yang, Y. Wang, *et al* ,. "Construction of cellulose/nanosilver sponge materials and their antibacterial activities for infected wounds healing," *Cellulose*, vol. 23, pp. 749-763, 2016.

تم تحقيق تطور مهم في مجال استخدام المخلفات العضوية في صناعة الحرير الصناعي، فقد تم استغلال قشور الفول السوداني كمصدر للاستخلاص العضوي (مصدر للحرير الصناعي)، حيث تحتوي هذه القشور على نسبة عالية من السيليلوز، تعتبر عملية استخلاص السيليلوز من القشور العضوية عملية متطورة، حيث يتم فصل المواد العضوية واستخراج سيليلوز نقي، بفضل التطورات التقنية، يتم الآن تحويل هذا السيليلوز العضوي إلى ألياف حريرية، تتميز الألياف الحريرية العضوية المستخلصة من السيليلوز بخصائص فريدة تجعلها مثالية للاستخدام في صناعة الملابس والمنسوجات، فهي متينة وخفيفة الوزن وقادرة على التحلل، مما يوفر راحة ومرونة للمستخدم، بالإضافة إلى ذلك، تعتبر الألياف الحريرية العضوية قابلة للتحلل البيولوجي، مما يعزز استدامة الصناعة ويقلل من التأثيرات البيئية السلبية، باستخدام المخلفات العضوية واستخلاص السيليلوز العضوي، يتحقق توفير مصدر متجدد ومستدام لإنتاج الحرير الصناعي بالغ أهمية اقتصادية.

وفي الأخير يجب ان نؤكد على مواصلة مثل هذه البحوث المهتمة بتثمين المخلفات النباتية ونقترح دراسة أنواع أخرى من المخلفات واجراء العديد من التطبيقات الأخرى تخدم الانسان وتحافظ على بيئته.

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى تثمين المخلفات العضوية وذلك باستخلاص بوليمرات مختلفة، يمكن استخدامها في إنتاج مواد صديقة للبيئة، حيث اعتمدنا في هذا العمل على إنتاج مادة السيليلوز المستخلص من قشور الفول السوداني، أيضا حاولنا تحسين خصائص ذوبانية المنتج، وذلك من خلال انتاجه في عدة اشكال و من ثم تحويله إلى مادة الحرير الصناعي، تدخل هذه الأخيرة في تطبيقات مختلفة منها: الصناعات النسيجية والطبية، والصناعات المختلفة، تم الحصول على عدة أشكال لمادة أولية : ألياف السيليلوز نانو السيليلوز وخيوط الحرير لها خصائص مختلفة اعتمادا على مصدرها الأساسي، حيث اعتمدنا في دراستنا على مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) بشكل أساسي لتحديد المجاميع الوظيفية للمواد المستخلصة والمصنعة.

من خلال هذه الدراسة يعتبر استغلال المخلفات العضوية في إنتاج السيليلوز والحرير الصناعي أحد الاتجاهات المستدامة المبتكرة والاقتصادية لما له من أثر إيجابي للبيئة والمستهلك.

الكلمات المفتاحية: السيليلوز، البوليمرات الحيوية، الحرير الصناعي.

Abstract:

This work aims to value organic waste by extracting different polymers that can be used to produce environmentally friendly materials. In this work, we relied on the production of cellulose extracted from peanut shells. Then it is converted into artificial silk material, which enters into various applications, including textile and medical industries and various industries. Several forms of raw material were obtained: cellulose nano-cellulose fibers and silk threads have different properties depending on their primary source, as we relied in our study on Infrared spectroscopy (FTIR) mainly to determine functional aggregates of the extracted and synthesized materials.

Through this study, the exploitation of organic waste in the production of cellulose and artificial silk is considered one of the sustainable, innovative, and economical directions because of its positive impact on the environment and the consumer

Keywords: Cellulose, Biopolymers, Rayon.