الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح -ورقلة-
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الكيمياء

مذكرة لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبة: سويلم حنان

بعنوان:

استخلاص السليلوز من نبات صحراوي حنة الإبل

Oudneya africana

نوقشت علنا يوم:2026/06/17

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

موساوي ياسين	أستاذ تعليم عالي	جامعة ورقلة	رئيسا
سعيدات مصطفى	أستاذ مساعد (أ)	جامعة ورقلة	مناقشا
بن منين عبد القادر	أستاذ تعليم عالي	جامعة ورقلة	مشرفا
مشري رزيقة	دكتوراه	جامعة ورقلة	مساعدة مشرف

السنة الجامعية 2025 /2026

الاهداء

الحمد لله حبا وشكرا وإِمْتِنَانًا

(وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

لم تكن الرحلة قصيرة ولا طريق محفوفا بالتسهيلات, لكنني فعلتها, فالحمد لله الذي يسر البدايات وبلغنا النهايات بفضله وكرمه

أهدي هذا النجاح لنفسي الطموحة أولا ابتدأت بطموح وانتهت بنجاح ثم إلى كل من سعى معي لإتمام مسيرتي الجامعية ومرحلة الباكالوريا دمتم لي سندا لا عمرا له بكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي

إلى النور الذي أنار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره والذي بذل جهد السنين

من أجل ان اعتلي سلالم النجاح التي من أحمل اسمه بكل فخر والى من حصد

الاشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم لطالما عاهدته بهذا النجاح ها أنا اتممت

وعدي واهديته اليك" والدي العزيز"

إلى من علمتني الأخلاق قبل الحروف إلى الجسر الصاعد بي إلى الجنة إلى اليد الخفية التي ازالت عن طريقي الاشواك, ومن تحملت كل لحظة ألم مررت بها و

ساندتني عند ضعفي وهزلي" والدتي العزيزة"

اهدي تخرجي إلى ملهمي نجاحي, من ساندتني بكل حب عند ضعفي وازاح عن طريقي المتاعب ممهدا لي الطريق زارعا الثقة والإصرار بداخلي, سندي والكتف الذي استند عليه دائما لطالما كانوا الظل لهذا النجاح" اخواتي"

وأحب ان اختم الإهداء إلى أصحاب الفضل العظيم صديقات الرحلة والنجاح إلى

من وفقوا بجانبي كلما اوشكت ان أتعثر "صديقاتي"

وأخيرا من قال أنا لها "نالها" وأنا لها إن أبت رغما عنها أتيت بها ماكنت لأ فعل

لولا توفيق من انورها هو اليوم العظيم هنا اليوم الذي أجريت سنوات الدراسة الشاقة حالمة فيها حتى توالت بمنه وكرمه لفرحه التمام الحمد الله الذي به خيرا

واملا واغرقنا سرورا وفرحا ينسيني مشقتي

الشكروالعرفان

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات حمدا يليق بعظيم فضله وكرمه وإعانته في إتمام هذا المسار الاكاديمي أتوجه بأسمى آيات الشكر والعرفان إلى صرح العلم

الشامخ منارة الجنوب جامعة قاصدي مرباح ورقلة ممثلة في إدارتها وطاقمها التربوي المتميز تقديرا لما قدموه من دعم علمي ومعرفي لامحدود إلى الأساتذة

الأفاضل الذين كانو النور الذي أناردروبنا بالعلم والمعرفة والسراج الذي لاينطفئ

نوره وبذلوا جهدهم لسنوات طويلة من أجل أعتلي سلالم النجاح إلى الإدارة الموظفين على كل الجهود المبذولة لتوفير بيئة تعليمية مناسبة وتذليل الصعوبات التي واجهتنا طوال سنوات الدراسة هذا النجاح ثمرة جهد جماعي أهديه لكل من ساهم في إثراء مسيرتي العلميةداخل أسوار هذه الجامعة العريقة دمتم منارات العلم والمعرفة إلى مشرفي الفاضل بكل إمتنان وتقدير أهدي ثمرة جهدي وعملي إلى من كان لي عونا ومرشدا إلى القامة العلمية التي لم تبخل علي بوقتها وجهدها وتوجهاتها السديدة التي أنارت لي دروب البحث العلمي شكرا لكل ملاحظة قيمة ولكل كلمة تشجيع فبفضل إشرافكم الكريم اكتملت هذه المسيرة إلى عائلتي الحبيبة إلى من زرع في الطموح والنجاح وسقاه بالحب والتضحية

إلى من كانو السند والظل أهدي هذا الإنجازإلى الوالدين العزيزين

الذين حملا همي وساندا جهدي وتحملا كل لحظة ألم مررت بها كانت دعواتكم هي الوقود الذي لا ينضب

إلى إخوتي شركاء الفرح والسند

الدائم الذين ازاحو عن طريقي كل المتاعب وأشكر الأستاذ المناقش على توجيهاته القيمة لهذه المذكرة

وأشكر كذلك الأستاذ المشرف على ملاحظاته التي أسداها إلي .

الملخص:

تتميز النباتات البرية الصحراوية بقدرات التكيف خاصة تسمح لها بالنمو في البيئة القاسية صحراوية على غرار العديد من النباتات الصحراوية, يعتبر نبات حنة الإبل صنف نباتي مثير للإهتمام بشكل خاص من وجهة نظر علاجية, حيث بينت العديد من الدراسات في علم النباتات القديم إلى استخدام هذا النوع من النبات في علاج المشاكل الصحية المختلفة (مرض السكري,الأمراض الجلدية وضد لدغة العقرب),حيث تمكنت الدراسات التجريبية الحديثة لمستخلصات هذا النبات, بما في ذلك المضادة لمرض السكر, مضادة للأكسدة, مضادات الالتهاب, حيث أظهرت نتائج البحوث التي أجريت على هذا الصنف النباتي,

أن غنية بمختلف المركبات الكيميائية الثانوية, مما يعطي هذا النبات أهمية بالغة وموضوع عمل بحثي قيم

الكلمات الدالة: الصحراء ,العقاقير,المركبات:

Abstract:

Abstract: Desert wild plants are characterized by special adaptive abilities that allow them to grow in the harsh desert environment. Like many desert plants, Camel Henna (Oudneya africana, Brassicaceae) is a particularly interesting plant species from a medicinal point of view. Several studies in ancient botany have shown the use of this type of plant in treating various health problems (diabetes, skin diseases, and scorpion stings). Modern experimental studies have identified extracts from this plant, including anti-diabetic, antioxidant, and anti-inflammatory properties.

Research results on this plant species have shown Research results that

Oudneya africana is rich in various secondary chemical compounds, giving this plant great importance and making it a valuable subject of research.

Keywords: Oudneya africana, desert, drugs, secondary compounds

الفهرس

الاهداء		**I**
الشكر والعرفان		**II**
الملخص		**III**
الفهرس		**IV**
قائمة الاشكال		**VIII**
قائمة الجداول		**X**
قائمة المخططات		**X**
قائمة الرموزو الاختصارات		**XI**
مقدمة		**1**
الجزء النظري		
الفصل الأول	**دراسة نظرية لنبات حنة الإبل**	
1.I	النباتات الصحراوية	**4**
1.1.I	تعريف النباتات الصحراوية	**4**
2.1.I	أنواع النباتات الصحراوية	**4**
1.2.1 .I	النباتات الحولية	**4**
2.2.1.I	النباتات المعمرة	**4**
3.1.I	خصائص النباتات الصحراوية	**5**
4.1.I	أهمية النباتات الصحراوية	**5**
2 .I	الدراسة النظرية لنبات حنة الابل	**7**
1 .2 .I	العائلة	**7**
1.1.2.I	الفصيلة الصلبية	**7**
2.2.I	التسمية لحنة الإبل	**7**
1.2.2.I	الاسم العلمي لنبات حنة الإبل	**7**

2.2.2.I	الاسم المحلي لنبات حنة الإبل	**7**
3 .2 .I	تصنيف نبات حنة الإبل	**7**
4.2.I	وصف نبات حنة الإبل	**8**
5.2.I	تركيب الكيميائي لنبات حنة الإبل	**9**
6.2.I	توزيع الجغرافي لنبات حنة الإبل	**9**
1.6 .2 .I	التوزيع في العالم	**10**
2.6.2 .I	التوزيع في الجزائر	**10**
7 .2. I	استخدامات نبات حنة الإبل	**10**
المراجع العربية		**11**
المراجع الأجنبية		**11**
الفصل الثاني	**الدراسة النظرية للسليلوز**	
1.II	اللجينوسليلوز	**16**
1.1. II	بنية اللجينوسليلوز	**17**
2 .1.II	مكونات اللجنوسليلوز	**17**
1.2.1.II	السليلوز	**17**
2.2.1.II	اللجنيين	**17**
3.2.1.II	الهيميسليلوز	**18**
2.II	المادة محل الدراسة	**19**
1.2.II	تعريف السليلوز	**19**
2.2.II	بنية الكيميائية للسليلوز	**19**
3.2.II	بنية البلورية للسليلوز	**20**
4.2.II	مصادر السليلوز	**21**
5.2.II	أشكال السليلوز	**22**
6.2.II	خصائص السليلوز	**24**
7.2.II	استخدامات السليلوز	**26**

المراجع العربية		**27**
المراجع الأجنبية		**27**
الجزء التطبيقي		
الفصل الثالث	**العمل المخبري**	
1.III	الأجهزة والمواد المستخدمة	**31**
1.1.III	التعريف بالأجهزة والتقنيات المستخدمة في الدراسات التحليلية	**32**
1.1.1.III	تحليل الاشعة المشتتة السينية والمجهر الالكتروني الماسح	**32**
2.1.1.III	مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR	**32**
1.2.III	البروتوكول المعتمد لتحضير عينة الدراسة	**33**
1.1.2.III	تحضير العينة	**33**
2.1.2.III	جمع العينة	**33**
3.1.III	المعالجة الفزيائية	**33**
1.3.1.III	غسل وتجفيف العينة	**33**
2.3.1.III	تقطيع وطحن العينة	**34**
3.3.1.III	العينة بعد الطحن	**34**
1.2.III	الطريقة العمل الأولى	**36**
1.1.2.III	تعريف بجهاز تركيبة سوكسلي	**36**
2.1.2.III	المعالجة الكيميائية	**38**
3.1.2. III	نزع البكتين	**38**
4.1.2.III	نزع المواد الشمعية	**38**
5.1.2.III	المعالجة بمحلول بهيدروكسيد الصوديوم	**39**
6.1.2.III	مرحلة التبيض	**39**
7.1.2.III	المعالجة بمحلول بهيدروكسيد البوتاسيوم	**39**
8.1.2.III	المعالجة بمحلول حمض الكبريتيك	**40**
1.3.III	الطريقة الثانية	**42**

1.1.3.III	المعالجة الكيميائية	**42**
2.1.3.III	نزع المواد الدهنية وذوابة الماء	**42**
3.1.3.III	المعالجة الحمضية بحمض كلور الماء	**42**
4.2.1.III	المعالجة القاعدية (هيدروكسيد الصوديوم)	**43**
5.2.3.III	مرحلة التبييض	**44**
النتائج والمناقشة		
الفصل الرابع	النتائج والمناقشة	**50**
IV	التشخيص البصري لطريقة الاستخلاص	**50**
1.IV	مردود الإستخلاص	**50**
2 .IV	نسبة الرماد	**51**
3.IV	ذوبانية	**51**
3.IV	مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR	**53**
4.IV	نتائج طيف الاشعة تحت الحمراء IR	**52**
5.IV	الاشعة المشتتة للطاقة السينية والمجهر الالكتروني الماسح	**52**
1.5.IV	المجهر الالكتروني الماسح	**52**
2.5.IV	تحليل الأشعة المشتتة للطاقة السينية	**52**
3.5.IV	تحليل نتائج المجهر الالكتروني الماسح للعينة بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل	**53**
4.5.IV	نتائج تحليل للمجهر الالكتروني الماسح	**54**

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

رمز الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
	الفصل الأول: دراسة نظرية لنبات حنة الإبل	
(1.I)	صورة لنبات حنة الإبل في بيئته الصحراوية	8
(2.I)	رسم تخطيطي لنبات حنة الإبل	8
	الفصل الثاني: الدراسة النظرية للسليلوز	
(3.II)	رسم تخطيطي يوضح مكونات ألياف اللجنوسليلوز	15
(4.II)	مخطط تمثيلي للجنين	17
(5.II)	البنى المكونة للجنين	17
(6.II)	بنية الهيميسليلوز	18
(7.II)	التركيبة الكيميائية للسليلوز	19
(8.II)	البنية الجزيئية للسليلوز	19
(9.II)	الروابط الهيدروجينية داخل وبين الجزيئات في ليف السليلوز	19
(10.II)	المناطق المتبلورة وغير المتبلورة للسليلوز	20
(11.II)	البنية البلورية للسليلوز	20
(12.II)	السليلوز البكتيري	21
(13.II)	جزيئات السليلوز بأشكال مختلفة: ألياف، خيط ليف دقيق/نانوي وبلورة نانوية	23
	الفصل الثالث: العمل المخبري	
(1.III)	صورة لعينة حنة الإبل بعد التجفيف	33
(2.III)	صورة فوتوغرافية لجهاز الطحن	34
(3.III)	صورة لعينة حنة الإبل بعد الطحن	34
(4.III)	صورة لتركيبة جهاز سوكسلي	36
(5.III)	صورة توضح خطوة نزع البكتين	38
(6.III)	صورة توضح نزع المواد الشمعية	38
(7.III)	صورة توضح المعالجة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم	39

رمز الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(8.III)	صورة توضح مرحلة التبييض	39
(9.III)	صورة توضح عملية المعالجة بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم	40
(10.III)	صورة توضح المعالجة الحمضية والسليلوز المستخلص	40
(11.III)	صورة توضح نزع المواد الذوابة في الماء	42
12.III)	صور للمعالجة الحمضية	43
(13.III)	صور توضح مرحلة المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم	44
(14.III)	صور للمعالجة القاعدية	44
(15.III)	صور توضح مرحلة التبييض	45
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة		
(1.IV)	صورة الألياف المستخلصة بالطريقة الأولى	47
(2.IV)	صورة الألياف المستخلصة بالطريقة الثانية	47
(3.IV)	صورة توضح ذوبانية الألياف المستخلصة	49
(4.IV)	صورة لجهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء	50
(5.IV)	صورة نتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء للعينة الأولى من حنة الإبل	52
(6.IV)	صورة نتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء للعينة الثانية من حنة الإبل	53
(7.IV)	صورة توضح المجهر الإلكتروني الماسح	53
(8.IV)	نتائج المجهر الإلكتروني الماسح للعينة الأولى بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل	53
(9.IV)	نتائج المجهر الإلكتروني الماسح للعينة الثانية بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل	54
(10.IV)	نتائج المجهر الإلكتروني الماسح للعينة الثالثة بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل	54

قائمة الجداول

الفصل الأول: الدراسة النظرية لنبات حنة الابل		
الجدول(1.I)	تصنيف نبات حنة الابل	**7**
الجدول(2.I)	التركيب الكيميائي والهضم الموسمي لنبات حنة الابل	**9**
الفصل الثالث: المواد والأجهزة المستخدمة		
الجدول(1.III)	يوضح الأجهزة والمواد المستخدمة	**31**
	الفصل الرابع: النتائج والمناقشة	
جدول(1.IV)	يوضح دراسة الالياف المستخلصة	**52**

قائمة المخططات

	مخطط العمل يوضح لإستخراج السليلوزمن الطريقة الأولى	**35**
	مخطط تجريبي يوضح مراحل المعالجة	**41**

قائمة الرموز المختصرات:

MO	المواد العضوية	Matiereorganique
MAT	المادة النتروجينية	Matiereazotee totals
ADL	منظفات حمضية اللجنين (مستوى اللجنين)	Acid Détergent Lignine(Taux de la Lignine)
CBW	الياف السليلوز الخام	Cellulose brute wend
NDF	منظف الالياف المحايدة (معدل الهيموسليلوز)	Neurtral Détergent Fibre(Taux des Hémicellulooses)
SMS	ذوبانية المادة الجافة (قابلية الهضم للمادة الجافة)	Solubilité de la MS(Digestibilité de la MS)
AGU	وحدة انهيدروغلوكوبيرانوز	anhydroglucopyranose Unit
IR	مطيافية الاشعة تحت الحمراء	Infra-red pyspectrosco
MEB	المجهر الالكتروني الماسح	Microscopes Electroniques a balayage
EDX	مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية	Energy dispersive X-ray spectroscopie
SMO	ذوبانية المادة العضوية (قابلية الهضم للمادة العضوية)	Solubilité de la MO (Digestibilité de la MO)
R	مردود الإستخلاص	Rendement d’extraction
Ash	معدل الرماد	Ash content
Mi	الكتلة الإبتدائية	Initial mass
Mf	الكتلة النهائية	Final mass

مقدمة

مقدمة عامة:

تُعتبر النباتات الصحراوية مصدرًا طبيعيًا مهمًا ، وذلك لقدرتها الكبيرة على التكيف مع الظروف البيئية القاسية مثل الجفاف وارتفاع درجات الحرارة. ومن بين هذه النباتات يبرز نبات حنة الإبل باعتباره من النباتات البرية المنتشرة في المناطق الصحراوية، حيث يحتوي على ألياف نباتية غنية بالسليلوز يمكن استغلالها في العديد من التطبيقات الصناعية والبيئية. ويُعد السليلوز أكثر البوليمرات الطبيعية انتشارًا على سطح الأرض، إذ يدخل في تركيب الجدار الخلوي للنباتات، ويتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية مهمة مثل القابلية للتحلل الحيوي، والمتانة، وخفة الوزن، مما جعله مادة أساسية في الصناعات الورقية والنسيجية والطبية وصناعة المواد المركبة [1].

تعتمد عملية استخلاص ألياف السليلوز من النباتات الصحراوية على إزالة المكونات غير السليلوزية، كالهيميسليلوز واللجنين، باستعمال معالجات كيميائية مختلفة مثل المعالجة القاعدية والتبييض الكيميائي. وقد أثبتت الدراسات الحديثة فعالية هذه الطرق في الحصول على ألياف سليلوزية ذات نقاوة عالية وخصائص مناسبة للتطبيقات الصناعية المتقدمة. كما تُستخدم تقنيات تحليلية حديثة مثل مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) والمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لتوصيف الألياف المستخلصة ودراسة بنيتها المورفولوجية والكيميائية. وتبرز أهمية استخلاص السليلوز من نباتات المناطق الجافة في تثمين الموارد الطبيعية المحلية وتطوير مواد حيوية مستدامة وصديقة للبيئة، مما يساهم في دعم الاقتصاد

الحيوي والحد من الاعتماد على المصادر التقليدية[2].

يهدف هذا البحث إلى استخلاص ألياف السليلوز من نبات حنة الإبل وتقييم خصائصها الفيزيائية والكيميائية للاستفادة منها في إنتاج مواد حيوية صديقة للبيئة وذات تطبيقات صناعية متعددة[3].

لذلك وضعنا هذا البحث لاستخدام النباتات الصحراوية كمصدر لإنتاج للسليلوز, وذلك لخصائصها التي تميزهاعن غيرها من الأنواع الأخرى, كتحمل الجفاف والبيئة القاسية, وأيضا لا تكلفنا عناء غرسها فهي متواجدة طبيعيا على ربوع الصحراء.

ومن بين النباتات الصحراوية يوجد نبات حنة الإبل (Oudneya africana)الذي يعتبرمن النباتات الصحراوية

تتضمن دراستنا هذه جزئيين وهوما على التوالي:

الجزء الأول: هو الجانب النظري وينقسم إلى قسمين الفصل الأول والفصل الثاني حيث:

. **الفصل الأول**: خصص هذا الفصل للدراسة النظرية للنباتات الصحراوية بصفة عامة والدراسة النظرية لنبات حنة الابل بصفة عامة

. **الفصل الثاني:** خصص هذا الفصل للدراسة النظرية للسليلوز ومختلف تطبيقاته.

الجزء الثاني: هو الجانب التطبيقي ويتكون هو أيضا من فصلين.

. **الفصل الثالث**: خصص للعمل التطبيقي لاستخلاص السليلوز وتشخيصه بتقنيات التحليل الكيميائي.

. **الفصل الرابع:** خصص لمناقشة النتائج المتحصل عليها.

وفي الأخير وبحمد الله تم ختم بحثنا هذا بخلاصة تم فيها تلخيص مجمل النتائج المتحصل عليها.

الجزء
النظري

الفصل الأول:

الدراسة النظرية لنبات حنة الابل

تمهيد:

تعد النباتات الصحراوية من أهم المكونات الحيوية في النظم البيئية الجافة وشبه الجافة, إذ تتميز بقدرتها الكبيرة على التكيف مع الظروف المناخية القاسية متل ارتفاع درجات الحرارة, وندرة المياه وشدة الإشعاع الشمسي, والتربة الفقيرة بالعناصر الغذائية. وقد طورت هذه النباتات مجموعة من التكيفات المورفولوجية والفسيولوجية, مثل اختزال الأوراق, وتعميق الجذور, وتخزين الماء, لتضمن بقاءها واستمرارها في البيئات الصحراوية كما تؤدي النباتات الصحراوية دورا بيئيا واقتصاديا مهما, حيث تساهم في تثبيت الرمال, والحد من التصحر, وتوفير مصادر للمواد الطبية والألياف الطبيعية والمواد الفعالة بيولوجيا لذلك أصبحت محل اهتمام واسع في الدراسات البيئية والكيميائية والحيوية الحديثة[4].

I.1. النباتات الصحراوية:

I.1.1-تعريف النباتات الصحراوية:

هي كائنات تنمو في النظم البيئية القاحلة, حيث تمثل ندرة المياه وارتفاع ملوحة التربة أبرز التحديات البيئية طورت هذه النباتات استراتيجيات متنوعة لتنظيم الصوديوم, وتصنف إلى أربع مجموعات رئيسية: النباتات الملحية العصرية التي تخزن الصوديوم في فجواتها العصارية وتستخدمه كحول تناضحي لمواجهة الإجهاد المائي, والنباتات الملحية المفرزة التي تتخلص من الاملاح الزائدة عبر غدد متخصصة على سطح الأوراق, والنباتات الملحية الرافضة التي تمنع دخول الايونات السامة إلى تيار النتح من الأساس, بالإضافة إلى النباتات غير الملحية التي تنمو في التربة الحصوية غير المالحة[5].

I.1.2.أنواع النباتات الصحراوية: وتنقسم النباتات الصحراوية إلى قسمين رئيسين هما:

I.1.2.1. النباتات الحولية:

هي نباتات تكمل دورة حياتها كاملة خلال موسم نمو واحد فقط, حيث تبدأ من البذرة ثم تنمو وتزهر و

تنتج البذور وبعد ذلك تموت .تتميز هذه النباتات بسرعة النمو والتكيف مع الظروف البيئية, خاصة في المناطق الجافة والصحراوية, إذ تستغل فترات توفر الماء والأمطار لإتمام دورة حياتها بسرعة[6] .

I.1.2.2.النباتات المعمرة:

هي النباتات التي تمتد فترة حياتها لأكثر من سنتين , وتستمر في النمو والإزهار خلال عدة مواسم, حيث تبقى أجزاؤها الحية مثل الجذور أو السيقان تحت التربة حتى في ظروف غير المناسبة, ثم

تعاود النمو من جديد عند تحسن الظروف البيئية. وتتميز هذه النباتات بقدرتها على التحمل والاستمرار

مقارنة بالنباتات الحولية التي تكمل دورة حياتها في سنة واحدة فقط[7]

I .3.1.خصائص النباتات الصحراوية:

1.تحمل الجفاف:

القدرة على النمو والإزهار وإنتاج المحصول تحت للحفاظ على انتفاخ ظروف نقص المياه واستخدام آليات مثل التنظيم الأسموزي الخلايا زيادة مرونة الخلايا وتقليل حجمها, ومقاومة الجفاف الكامل كما في النباتات الفيامة.

2- تجنب الجفاف:

إكمال دورة الحياة بسرعة خلال موسم الأمطار (نباتات حولية سريعة النمو) ومرونة في التطور (إزدهار مبكر ونضج سريع) لتجنب مواسم الجفاف من النباتات في البيئات الصحراوية 90% .

3. العصارة:

تخزين الماء في أنسجة متخصصة (سيقان, أوراق, جذور) أمثلة: الصبار, الأغاف, الصبر, أشجار, البخور وبعضها يستطيع تخزين كميات ضخمة من الماء مثل الصبار).

4.تكوين الجذور:

جذور سطحية لامتصاص مياه الأمطار الخفيفة وأخرى عميقة للوصول إلى المياه الجوفية ووجود جذور

جذور موسمية تنمو سريعا بعد هطول المطر وتجف عند انقطاعه وزيادة نسبة الجذور الدقيقة لتعظيم امتصاص الماء والمغذيات.

5.التكيفات التشريحية للجذور: وجود طبقات خلوية سميكة ومتخشبة (مثل الأدمة الباطنة**5.**

المتخشبة) للحد من فقدان الماء وتقليل عدد الطبقات القشرية لتقصير مسافة نقل الماء إلى خشب

.6خصائص الأوراق

***أوراق صلبة:**

ذات جذر خلوية سميكة وطبقات شمعية

***ثنائية الشكل الموسمية:**

أوراق كبيرة في الشتاء وأخرى صغيرة في الصيف

انعكاسية عالية:

للضوء بسبب الشعيرات أو الطلاء الشمعي (لتقليل الامتصاص الحراري) ثغور غائرة أو محمية

بشعيرات أو شمع لتقليل النتح [8].

I .4.1.أهمية النباتات الصحراوية:

حيث تكمن في دورها البيئي حيث تعتبر مكونا أساسا في النظام البيئي الصحراوي إذا تساعد في تثبيت

الرمال ومنع التصحر وتوفر الغذاء والمأوى للحيوانات البرية التي تعيش في الصحراء إلى جانب هذا الدور البيئي تظهر النباتات الصحراوية قيمة اقتصادية كبيرة حيث تستخدم في مجالات متعددة مثل الزراعة, الطب, الطاقة, مما يجعلها موردا حيويا ذا أهمية كبيرة[9] .

I.1.4.1الأهمية الإقتصادية والغذائية:

***مصدر للغذاء والدواء:**

نستخدم العديد من النباتات الصحراوية كغذاء للإنسان والحيوان, وكدواء تقليدي على سبيل المثال شجرة التمر ذو قيمة غذائية عالية , وجذور نبات (الشعار)نستخدم في الطب الشعبي .

***إنتاج الزيوت والوقود الحيوي:**

تعتبر نباتات مثل (الجوجوبا) و(الجاتروفا) مصادر مهمة لإنتاج الزيوت ذات القيمة التجارية الكبيرة, مثل زيت الجوجوبا الفريد والديزل الحيوي من الجاتروفا كما توجد نباتات أخرى يمكن إستخدامها في إنتاج الهيدروكربونات كبديل للوقود الأحفوري.

***أهمية صناعية ورعوية:**

تنتج نباتات مثل(السنط) و(اللوبان) الصموغ والراتنجات ذات القيمة الاقتصادية في إنتاج الأخشاب والفحم.

I.2.4.2.الأهمية البيئية والزراعية:

***التكيف مع الظروف القاسية:**

تمتلك النباتات الصحراوية تركيبات فسيولوجية وتشريحية فريدة تمكنها من العيش في بيئات نادرة المياه وشديدة الملوحة والحرارة, مما مثالية لدراسة آليات تحمل الإجهاد.

***تحسين التربة ومكافحة التصحر:**

تساهم أشجار مثل (الغاف) في تثبيت ومكافحة التصحر وتثبيت الكثبان الرملية بجذورها العميقة كما تستخدم في مشاريع.

***دعم النظم الزراعية:**

تستخدم في أنظمة الزراعة الإيكولوجية حيث تزرع المحاصيل تحت ظلها, مما يوفر بيئة مناسبة ويساهم في تحسين الإنتاج وتظهر الدراسات الزراعة المطرية في صحراء النقب كيف يمكن للزراعة الصحراوية أن تكون مستدامة بالاعتماد على مياه الجريان السطحي.

***الحفاظ على التنوع البيولوجي:**

تعد النظم البيئية الصحراوية موطنا لتنوع كبير من الكائنات الحية بما في ذلك النباتات الطبية والعلفية لذلك, فإن الحفاظ عليها واستخدامها المستدام أمر حيوي .

I.3.4.2.الأهمية العلمية والطبية:

***مصدر للمركبات الطبية الحيوية:**

تحتوي النباتات الصحراوية على مجموعة واسعة من الجزيئات النشطة بيولوجيا وتشمل المركبات القلويدات, والصابونينات الستيرويدية, والمركبات الفينولية, والتي تمتلك خصائص مضادة للميكروبات, ومضادة للسرطان, ومعززة للصحة الجنسية.

مادة خام للتكنولوجيا الحيوية:

تمثل النباتات الصحراوية مصدرا هاما للجينات المسؤولة عن تحمل الجفاف والملوحة, والتي يمكن استخدامها في تحسين المحاصيل الأخرى عبر الهندسة الوراثية كما تستخدم تقنيات زراعة الأنسجة لإكثار الأنواع النادرة والمهددة بالانقراض .

I.2.الدراسة النظرية لنبات حنة الابل:

I.1.2.العائلة

I.1.1.2.الفصيلة الصلبية:

ينتمي نبات حنة الإبل (الاسم العلمي: Oudneya africana R.Br.، وينتمي إلى الفصيلة الصليبية (Brassicaceae)، والتي تُعرف أيضًا باسم الفصيلة الكرنبية أو الخردلية. وتضم هذه الفصيلة أكثر من 350 جنسًا وآلاف الأنواع، وتتميز نباتاتها بوجود أزهار رباعية البتلات مرتبة على شكل صليب، وهي من أهم الفصائل النباتية اقتصاديًا وبيئيًا، إذ تضم العديد من النباتات البرية والزراعية. وقد أظهرت المراجع التصنيفية الحديثة أن نبات حنة الإبل يُصنف ضمن رتبة Brassicales وفصيلة Brassicaceae [10] .

I.2.2.التسمية:

I.1.2.2.الاسم العلمي:

Oudneya africana R Br

[11]

I.2.2.2.الاسم المحلي:

حنة الإبل

[13],[12]

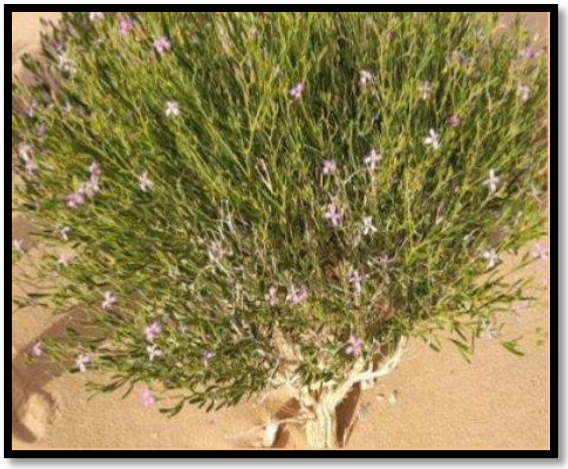
I.3.2.-تصنيف نبات حنة الإبل: [14]

الجدول (I.1): التصنيف العلمي لنبات حنة الإبل

المملكة	Encaryotesvégétux	Régne
العائلة	(Cruciferae) Bassicaceae	Family
الصنف	Dicotyiédone	Claasse
تحت الصنف	Dialypétale	Sous classe
الرتبة	Pariétales	Ordre
تحت الرتبة	Rhoédale	Sous ordre
الجنس	Oudneya	Gener
النوع	Africana	Especies
السلسلة	Thalamiflore,litiflore	Série

I.4.2.وصف نبات حنة الإبل:

هي نبتة صحراوية (عشبية) برية معمرة يتراوح طولها من0.5 إلى1.5 متر_جد مشبعة, أغصانها صغيرة لها فروع كثيرة وكثيفة واوراقها جذعية سميكة وضيقة خضراء قاتمة, مع عروق موازية اللون نوعا ما أما الجذور الرئيسية هي عادة ليفية وتكون دوما عريضة تنتصب تحت الأرض زحفا, ازهارها تتكون من اربع بتلات لونها ارجواني إلى البنفسجي[15] [16].

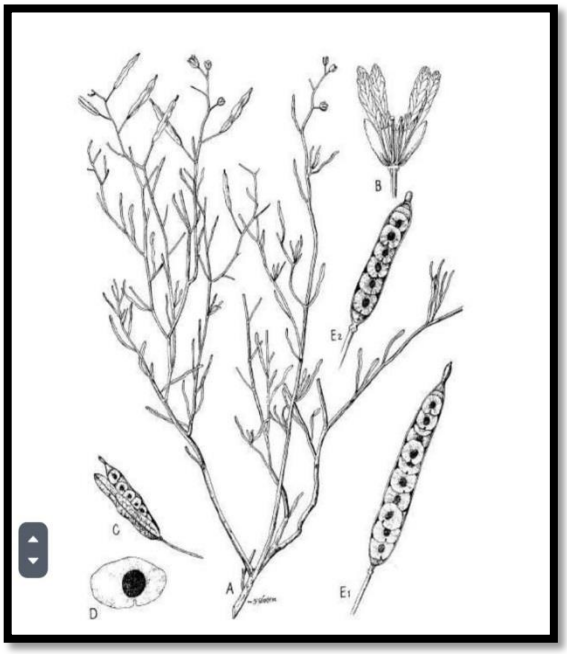


الشكل (1.I): صورة لنبات حنة الإبل في بيئته الصحراوية

الموطن: يوجد في المناطق الرملية.

التوزع: الصحراء الشمالية.

فترة الغطاء النباتي: تزهر في مارس.



الشكل(2.I):رسم تخطيطي لنبات حنة الإبل

I.5.2.التركيب الكيميائي لنبات حنة الإبل: [17]:

الجدول(I.2) :التركيب الكيميائي والهضم الموسمي لنبات حنة الإبل

الفصل	MO(%)	MOT(%)	CB(%)	NDF(%)	ADF(%)
الربيع	82,50	8,90	28,40	54,20	33,10
الصيف	85,10	6,20	32,60	59,80	38,40
الخريف	84,30	5,80	31,90	58,10	37,20
الشتاء	83,15	7,10	29,50	55,40	34,80

الفصل	Phenol(%)	SMS(%)	SMO(%)	ADL(%)
الربيع	1,85	48,60	46,20	9,80
الصيف	2,10	38,40	35,10	12,30
الخريف	2,45	40,20	38,60	11,50
الشتاء	1,90	44,30	42,10	10,20

3 . تحليل القيمة الغذائية والهضم الموسمي للنبات:

***البروتينات:** يتميز نبات حنة الإبل بمحتوى بروتيني أعلى نسبيا مقارنة بنبات "الدرين" حيث تصل ذروتها (8,90%) نتيجة للنمو الخضري, وتنخفض في الخريف إلى (5,80%).

الألياف الخشونة :ترتفع نسبة الألياف والجدران الخلوية في فصل الصيف بسبب اشتداد الحرارة والجفاف الأوراق والتخشب), مما يؤدي لارتفاع اللجنين إلى(12,30%)

***معامل الهضم:** يسجل النبات أعلى معدلات هضم وإتاحة بيولوجية في كرش الإبل خلال فصلي الربيع والشتاء (تتعدى نسبة ذوبان المادة الجافة الـى 44% إلى 48%)، بينما تنخفض القيمة الهضمية في الصيف بسبب المركبات الفينولية والتانينات (2.10%) التي تعيق عمل ميكروبات الكرش نسبياً.

I.6.2.توزيعه الجغرافي:

I.1.6.2. التوزيع في العالم:

من الأنواع النباتية ذات الانتشار المحدود عالميا, حيث تعد نبتة حنة الإبل تندرج ضمن النباتات المستوطنة في إقليم شمال إفريقيا حصرا يمتد نطاقها الجغرافي عبر الشريط الصحراوي لدول المغرب العربي, فنجدها في المناطق الشرقية والجنوبية للملكة المغربية, وفي أقصى الجنوب التونسي منطقة الظهار وتطاوين), وصولا إلى الحمادات الصحراوية في الغرب الليبي, ولا يسجل وجود طبيعي لهذه لهذه النبتة خارج هذا النطاق الإقليمي, مما يجعلها عنصرا مميزا للفلورا الصحراوية الإفريقية [18] .[19]

I.2.6.2.التوزيع في الجزائر:

تتمركز نبتة حنة الإبل في الجزائر ضمن المناطق الوسطى, حيث تجد بيئتها المثالية في الأراضي الرملية وسهوب القاحلة. وتتمركز وجودها المكثف في حوض ورقلة (خاصة في مناطق حاسي مسعود, نقوسة, وعين البيضاء)وتمتد شمالا نحو ولاية المنيعة وولاية غرداية (منطقة متليلي ومنصورة), وصولا إلى التكوينات الرملية في ولاية الوادي. وتظهر النبتة قدرة فائقة على استعمار الكثبان الرملية والمتحركة في هذه الولايات, مما يجعلها اهم الأنواع النباتية المحلية المساهمة في التوازن البيئي الصحراوي الجزائري[20] [21].

I.7.2.استخدامات نبات حنة الإبل:

***الاستخدامات الطبية:**

يُستعمل نبات حنة الإبل في الطب التقليدي بالمناطق الصحراوية لعلاج بعض الأمراض الجلدية ولدغات العقارب وبعض الاضطرابات الصحية الأخرى. وقد أشارت الدراسات الإثنوبوتانية إلى استخدامه الشعبي في علاج داء السكري والمشكلات الجلدية، كما بينت الدراسات الكيميائية الحيوية احتواءه على مركبات فعالة ذات نشاط مضاد للأكسدة ومضاد للميكروبات[22].

***الاستخدامات الرعوية:**

يُعد نبات حنة الإبل من النباتات الرعوية الصحراوية التي ترعاها الإبل في مناطق انتشاره، خاصة خلال فترات الجفاف، ويُسهم في توفير مصدر غذائي للحيوانات المتكيفة مع البيئات الصحراوية. ويُعد وجوده جزءًا من الغطاء النباتي الطبيعي للمراعي الصحراوية بشمال إفريقيا[23].

***الاستخدامات البيئية:**

يلعب نبات حنة الإبل دورًا بيئيًا مهمًا في استقرار النظم الصحراوية، إذ يساهم في تثبيت التربة والكثبان الرملية ومقاومة التصحر، كما يساعد على الحفاظ على التنوع النباتي في المناطق الجافة وشبه الجافة بفضل قدرته العالية على التكيف مع الظروف القاسية[24].

***الاستخدامات الصيدلانية:**

أظهرت الدراسات الحديثة أن نبات حنة الإبل يحتوي على مركبات فينولية وفلافونويدات وببتيدات حيوية ذات نشاط مضاد للأكسدة ومضاد للميكروبات، مما يجعله نباتًا واعدًا في مجال الصناعات الدوائية وتطوير المنتجات الطبيعية العلاجية[25]

مراجع عربية:

[2].بن منين، ع.، العمري، ر. ا.، & بلعباس، ن. (2024). استخلاص السليلوز من نبات الدرين (Aristida pungens Desf). جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

[4].حسين عذاب خليف الموسوي, & ماجد راضي حسين القريشي. (2015). جيومورفولوجية الكثبان الرملية في شرق محافظة واسط. Journal of Education College Wasit University, 1(21), 147-190.

[16]. براهيم ،أ.دراسة الفاعلية المضادة للبكتيريا والمضادة لألكسدة لمستخلص القويلدات الخام لنبات الضمران Traganum nudatum ، مذكرة التخرج لنيل شهادة الماجيستير.

[20].KHALAF, Y . (2020). دراسة بيولوجية والخصائص الكيميائية العلاجية لنبات الأرطىL'Her Calligonum comosum. النامي في منطقة واد سوف (Doctoral dissertation, Mohamed-Cherif Messaadia University-Souk Ahras).

مراجع أجنبية:

[1].Khenblouche, A., Bechki, D., Gouamid, M., Charradi, K., Segni, L., Hadjadj, M., & Boughali, S. (2019). Extraction and characterization of cellulose microfibers from Retama raetam stems. Polímeros, 29, e2019011.

[3].Reddy, N., & Yang, Y. (2005). Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. TRENDS in Biotechnology, 23(1), 22-27.

[5].Wang, L., Wang, L., He, W., An, L., & Xu, S. (2017). Nutrient resorption or accumulation of desert plants with contrasting sodium regulation strategies. Scientific Reports, 7(1), 17035 .

[6]Fox, G. A. (1992). Annual plant life histories and the paradigm of resource allocation. Evolutionary Ecology, 6(6), 482-499.

[7].Korenkova, E. A., Shiryaeva, N. A., & Naumkin, V. V. (2022, February). Analysis of the prospects of perennial herbaceous plants in urban landscaping for creating sustainable floral compositions. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 988, No. 4, p. 042074). IOP Publishing.

[8].Ekwealor,k.,Echereme,C.B.,O fobeze,T.N .,& Ukpaka,G.C.(2020) Adaptive Strategies of desert plants in coping with the harsh Conditions of desert environment: Areview.international journal of plant & Soil Science,31,1-8.

[9].Ramawat,k.(Ed.).(2009).Desert plant: biologyand biotechnology. Springer Scince & Business Media.

[10]. Quézel, P., Santa, S., & Schotter, O. (1962). Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desertiques meridionales-v. 1-2.

[11].Chehma, A. (2006). Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. 141p. Chehma, A. & Djebar, MR (2008). Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. Revue Synthèse, 17, 36-45.

[12].Quézel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Eds. du Centre Nat. de la Recherche Scientifique.

[13].Baba Arbi, R., & Ben Aissa, M. Contribution à la connaissance de la flore associée à la bande verte axe Ouargla-El Hadjira (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).

[14].Abdelmajid,c .Catalouge des plantes spontanees du sahra

septentrionel.Algérie, Dar Elhouda :Juin,2006.

[15]. Abdelmajid,c.Phytomasse et valeur nunutritve des principales plantes vivaces du sahra septentrional . Algerie,université kasdi merbh ouargla :October,2008.

[17].MAHI, D. F. (2018). Détermination de la valeur nutritive du régime alimentaire du dromadaire dans son milieu naturel. Cas de la région de Ouargla.

[18].Gasmi, A., Triki, T., Benabderrahim, M. A., & Guasmi, F. (2022). Assessing phenolic and molecular diversity of arta (Calligonum comosum L.), a wild Tunisian desert plant. South African Journal of Botany, 151, 166-174.

[19].Soliman, S., Mohammad, M. G., El-Keblawy, A. A., Omar, H., Abouleish, M., Madkour, M., ... & Hosni, R. M. (2018). Mechanical and phytochemical protection mechanisms of Calligonum comosum in arid deserts. PloS one, 13(2), e0192576.

[21].Chouikh, A., Chemsa, A. E., Aounallah, C., Aounallah, I., & Alia, F. (2020). Phytochemical study, nutritive value, antioxidant and anti-inflammatory activities of phenolic extracts from desert plant Calligonum comosum L'Hér. Algerian journal of Biosciences, 1(2), 68-75.

[22].DADI, N., & HIDA, H. Activités biologiques des différents extraits d'Oudneya africana (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-.OUARGLA)

[23].Ozenda, P. (1992). Flore et végétation du Sahara. Geobios, 25(2), 305-305.

[24].Ozenda, P. (2004). Flore et Végétation du Sahara (3e éd.). CNRS Éditions, Paris.

[25].Hammami, R., Hamida, J. B., Vergoten, G., Lacroix, J. M., Slomianny, M. C., Mohamed, N., & Fliss, I. (2009). A new antimicrobial peptide isolated from Oudneya africana seeds. Microbiology and immunology, 53(12), 658-666.

الفصل الثاني:
الدراسة النظرية للسليلوز

تمهيد:

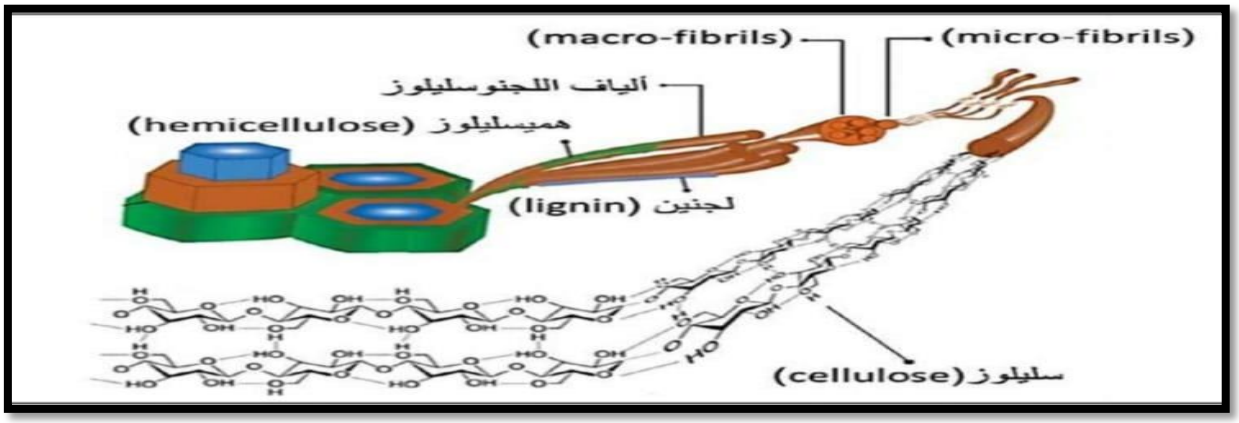
في هذا الفصل سنتطرق إلى دراسة مكونات الياف اللجنوسليلوز (أنواعها, بنيتها الكيميائية, خصائصها) ونخص الدراسة على السليلوز من بنيته الكيميائية والبلورية إلى خصائصه, مصادر وتطبيقاته وكتمهيد لذلك سنتطرق إلى:

الكتلة الحيوية: هي جميع المواد العضوية ذات الأصل النباتي أو الحيواني, بما في ذلك النباتات و والمخلفات الزراعية والحيوانية, والتي يمكن استغلالها لإنتاج الطاقة أو المواد الحيوية المختلفة, وتعد مصدرا متجددا للطاقة لاحتوائها على مركبات عضوية غنية بالكربون [1], [2].

البوليمر: هو مركب كيميائي عالي الكتلة الجزيئية يتكون من وحدات صغيرة متكررة تسمى مونومرات, ترتبط معا بروابط تساهمية لتكوين سلاسل طويلة اوشبكات معقدة, وقد تكون البوليمرات طبيعية مثل السليلوز والبروتينات, أو صناعية مثل البوولي إيثيلين والنايلون [3],[4].

متعدد التسكر: هي بوليمرات كربوهيدراتية كبيرة تتكون من اتحاد عدد كبير من السكريات الأحادية بواسطة روابط غليكوسيدية, وتتميز بأهميتها الحيوية في التخزين والدعامة في الكائنات الحية [5],[6].

1.I.اللجنوسليلوز: تعتبر الياف اللجنوسليلوز هي المكون الأساسي لجدار الخلية النباتية, وبالتالي فهي المكون الرئيسي للكتلة الحيوية النباتية. بصفة عامة, تتكون الالياف اللجنوسليلوزية من ثلاث مكونات رئيسية وهي السليلوز, اللجنين و الهيميسليلوز كما هو موضح في (الشكل4). تتراوح نسب تواجدها ب: (40-60%) السليلوز,اللجنين(20-40%),الهيميسليلوز,(40-60%) بالإضافة إلى بعض المكونات الأخرى [7],[8].



الشكل(1.II):رسم تخطيطي يوضح مكونات الياف اللجنوسليلوز

1.1.II-بنية اللجنوسليلوز : هي البنية الأساسية للمواد النباتية, وتتكون أساسا من ثلاثة مكونات رئيسية مترابطة

السليلوز, الهيميسليلوز, اللجنين وهذه المكونات تكون معا شبكة معقدة في جدار الخلية النباتية

حيث نجد نسبها:

السليلوز(35-55%)

اللجنين(10-25%)

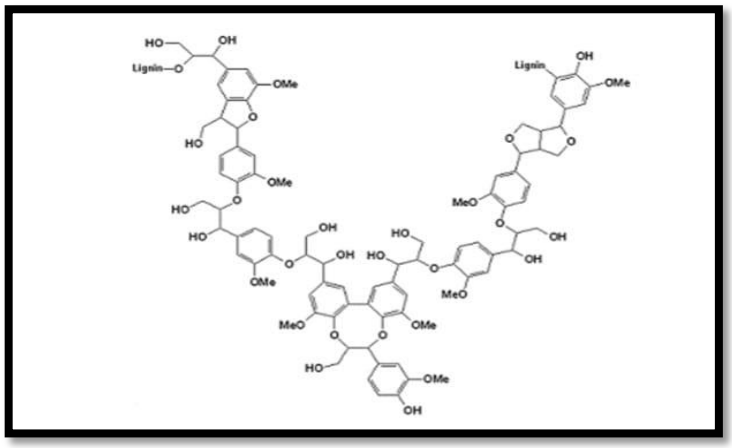
الهيميسليلوز(20-40%) [9].

2.1.II .مكونات اللجنوسليلوز:

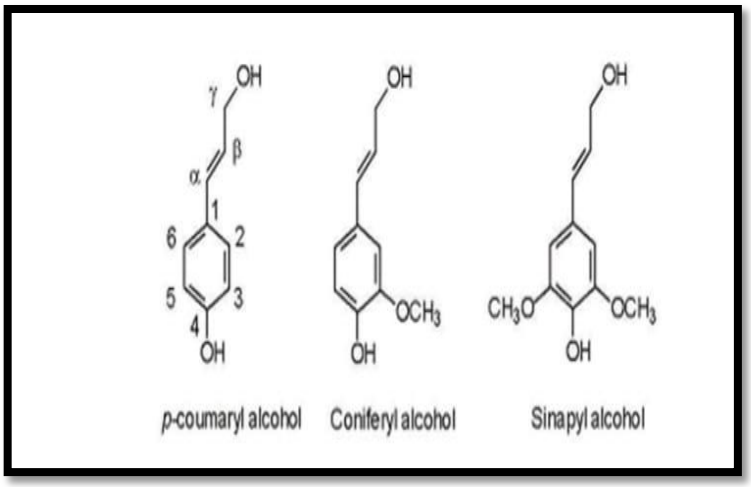
1.2.1.II.السليلوز: هو بوليمير من عائلة البوليساكاريدات, يمثل جزيء العضوي الأكثر تواجدا على كوكبنا. يشكل السليلوز العنصر البنيوي من الدرجة الأولى بالنسبة للغالبية العظمى لجدران الخلايا النباتية. كما انه هو المكون الرئيسي للخشب والمكون الرئيسي للقطن والالياف نسيجية أخرى مثل الكتان والقنب والجوت[10].

2.2.1.II. اللجنين: هو جزيء غير متجانس للغاية يتكون من البوليميرات العطرية. ويعتبر بعد السكريات, البوليمر الطبيعي الأكثر وفرة على الأرض.كما انه يساهم في الصلابة البنيوية للجدران الخلوية ويحمي النباتات من ان تهاجم بواسطة الكائنات الحية المسببة للأمراض. كما انه يتوزع في كل شيء في الجدار الخلوي الثانوي مع التركيز الأكبر في الوسط حوالي 70% منه يكون موجود في الجدار الثانوي. ويعتبر اللجنين في النباتات بمثابة اسمنت في المصفوفة سليلوز/هيميسليلوز. لذلك عادي ما بأنه هو المادة اللاصقة لجدار خلية النبتة. كما يشارك أيضا في تشكل الهيميسليلوز[11].

اللجنين هو عبارة عن جزيء ذو ثلاث أبعاد يتكون من وحدات فنيل بروبان (الشكل 7). الوحدات الأساسية التي تشكل اللجنين هي الكحول الكونيفيريليك, الكحول سينابيليك وكحول الكوماريليك أثناء أ تشكل اللجنين, فإن الفينول أوكسيدازرات النباتية مثل اللاكاز تتدخل وتسمح بالبلمرة لمختلف الوحدات الأساسية. وبمجرد تشكلها, فإن اللجنين يرتبط مع مختلف البولي سكاريدات ليشكل مصفوفة تؤدي بدورها إلى بناء الجدار النباتي[12].



الشكل(2.II): مخطط تمثيلي للجنين



الشكل(3.II) :البنى المكونة للجنين

يتميز اللجنين بانه غير متبلور تماما وكاره للرطوبة. لا يحتل بواسطة الاحماض, ولكن يذوب في الصودا الساخنة ويتأكسد ويتكاثف بسهولة مع الفينول.

ترتبط جزيئات اللجنين مع جزيئات السليلوز بثلاث أنواع من الروابط:

1.الرابطة الايثيرية: تتكون بنزع الماء من مجموعتي ابدروكسيل احدهما من السليلوز والأخرى(OH) اللجنين.

2-رابطة الفينول: تتكون هذه الربطة بنزع الماء من مجموعتي ابدروكسيل احدهما كحولية من السليلوز والأخرى فينولية من اللجنين.

رابطة الاسبتالوالهماسيتان: تتكون بالإضافة ثم ينزع الماء وذلك بين مجموعة كربونيل من اللجنين ومجموعة كحولية من السليلوز .

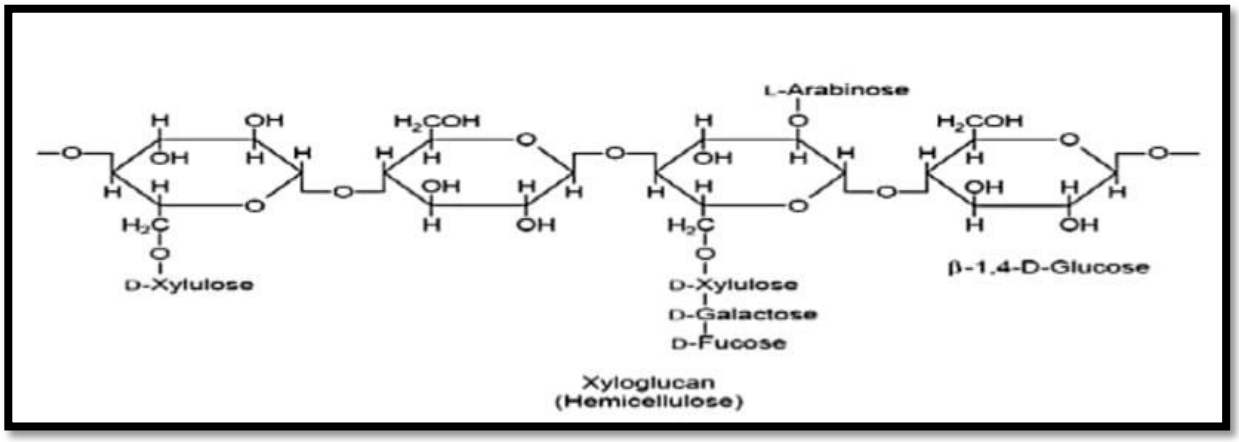
يؤدي اللجنين دورا هاما في صلابة وتماسك الألياف لأنه مادة غير هيجروسكوبية فهو لايذوب في الماء, وحساس للتلف بالقالويات, كما أنه يذوب في بعض المذيبات مثل الفورماميد والبريديين وثنائي ميثيل الفورماميد.

ومن عيوب اللجنين انه يتأكسد ببطء ذاتيا وبسرعة في وجود الضوء متكسرا ليعطي احماضا اروماتية

(حلقية) مثل حمض البنزويك وغيره من الأحماض العضوية مما يؤدي إلى ظهور أعراض الحموضة[13] .

I.3.2.1.الهيميسليلوز: هو عديد السكاريد يتواجد في جميع النباتات, يتميز بكتلة مولارية للسليلوز, يكون أكثر ارتباطا بالماء من غيره من الألياف وبهذا يكون الأكثر فائدة في التخلص من الأمساك[14], ويتميز أيضا بقابليته للذوبان في المحاليل القلوية المخففة[15] .

الهيميسليلوز العنصر الثالث بعد السليلوز واللجنين, تبلغ نسبته من وزن الكتلة الحيوية تقريبا% 25 يتواجد دائما مع السليلوز في جدران الخلية النباتية, بالرغم من التشابه الكبير بينهما إلا أنهما يختلفان من الناحية البنيوية أن السليلوز له بنية بلورية فهو بوليمير, أما بالنسبة إلى الهيميسليلوز فإنه غير متبلور يتمثل في العديد من المونيميرات الكربوهيدرات وتوجد مادة الهيميسليلوز أيضا بأشكال مختلفة من من بينها اكسيلان وهو أكثر الجزيئات وفرة الشكل(9)[16],[17].

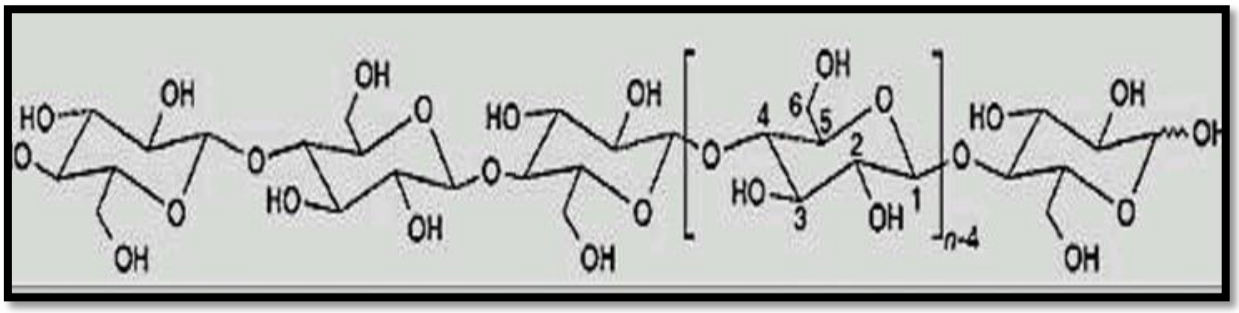


الشكل(4.II): بنية الهيميسليلوز

II.2.المادة محل الدراسة (السليلوز):

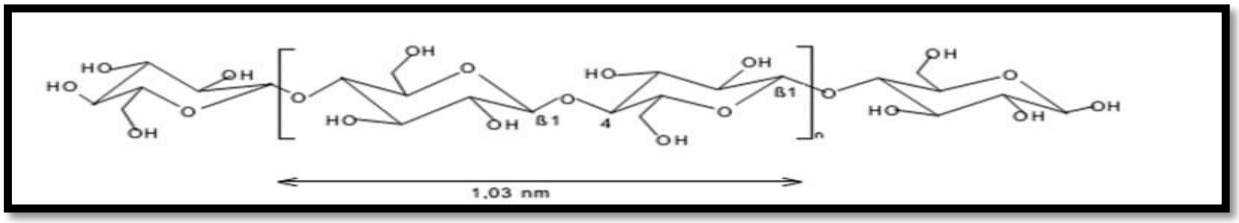
II.1.2. تعريف السليلوز:

هو عبارة عن سكر معقد,ويعتبر المركب الأساسي في الخلايا النباتية وبالذات في جدار الخلية النباتية, وهو كذلك موجود في جميع أنسجة النباتات, حيث يعتبر على أنه مادة كربوهيدراتية تتكون من وحدات الجلوكوز المرتبطة مع بعضها طوليا برابطة تسمى " beta 1_ 4glycosidic " لتكوين سلاسل طويلة حيث تختلف عدد وحدات الجلوكوز في سلسلة طويلة حيث تختلف عدد وحدات الجلوكوز في السلسلة وكذلك الوزن الجزيئي باختلاف نوع النبات[18] أما كيميائيا فإن السليلوز مستقر جدا وبوليمر غير قابل للذوبان في الماء, ليس له طعم, عديم الرائحة, محب للماء, وفي معظم المذيبات العضوية حلزوني, وهو قابل للتحلل البيولوجي مادة شديدة البلورية يصعب تذويبها في المذيبات عضوية مشتركة هذه الخاصية تخدمها كمادة هندسية [19].



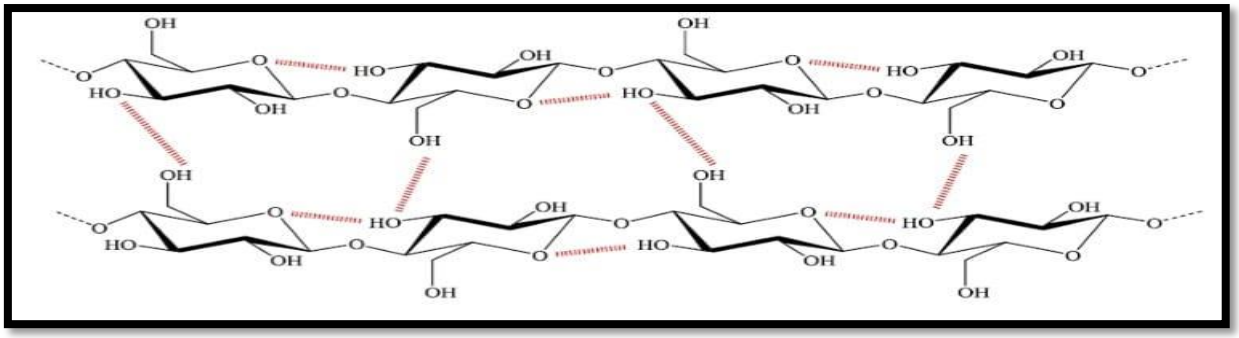
الشكل(5.II):التركيبة الكيميائية للسليلوز

II.2.2.البنية الكيميائية للسليلوز: يعتبر السليلوز من البوليميرات التي تنتمي لعائلة الهيدروكربونات وتتكون من سلسلة من مونوميرات الغليكوبيرانوز التي تتشكل من جزيئتين من جليكوز طول المونومير حوالي 10,3 A° كما تحتوي على هيدروكسيدات حرة (OH) في المواضع 6 و2 ,3 من ذرات الكربون الموجودة في السلسلة الكربونية, رابطة كما أنه يتميز بالتشكيل الكرسي لضمان قدر أكثر من الأكبر من الاستقرار (الشكل3) أما بالنسبة للمجموعات الموجودة قي نهاية فهي وظائف الكحول و الإيثر.



الشكل (6.II): البنية الجزيئية للسليلوز

التشكيل الحلقي هو 4C, وهو ما يعني أن المجموعات الوظيفية $-OH,OH_2OH$ وكذلك الرابطة الغليكوزيدية كلها في موضع استوائي بالنسبة للمستوى الوسطي للحلقة السلسلة المجهرية لجزيئات السليلوز هي خطية وتكون روابط هيدروجينية داخل وبين الجزيئات مؤدية بذلك إلى تشكيل لييفات المجهرية (الشكل 4)

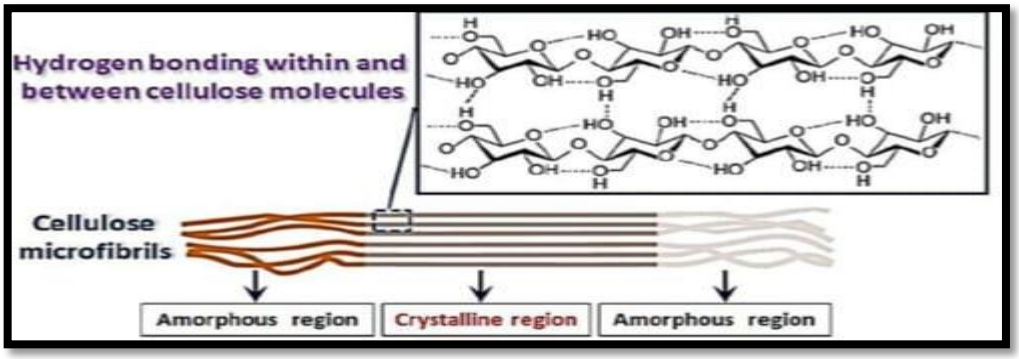


الشكل (II.7) : الروابط الهيدروجينية داخل وبين الجزيئات في ليف السيليلوز

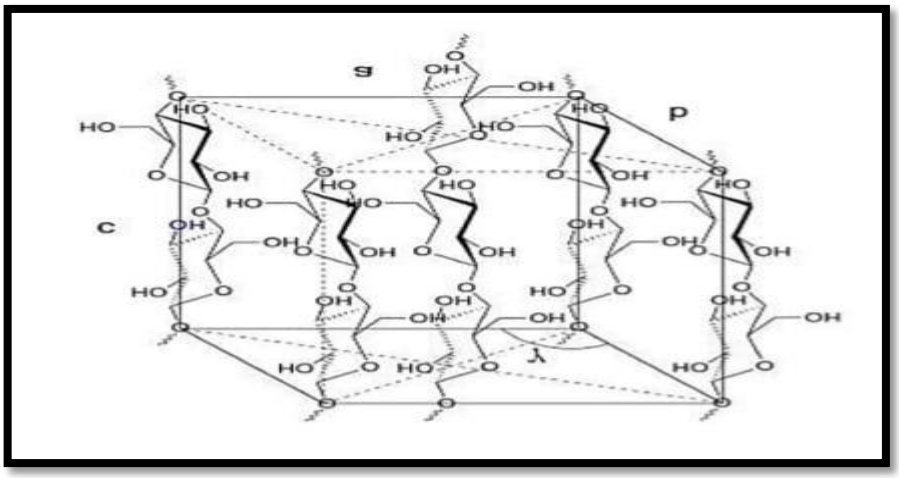
في حالة السيليلوز النقي, تكون البنية الجزيئية تقريبا منتظمة تماما, حيث لا توجد بها عيوب إلا بنسبة واحد في الألف تقريبا مركز هاته الالياف المجهرية يكون شديد التبلور بينما السلاسل السطحية هي ذات

طبيعة اكثر عشوائية وتتكون من مناطق شبه بلورية هاته المناطق, وكذلك العيوب البلورية الناتجة عن تحلل الحيوي للسليلوز تشكل الطور اللابلوري للسليلوز إذن يمكن القول بأن الألياف المجهرية للسليلوز تتكون من مناطق البلورية منتظمة تماما وأخرى لابلورية, وبالعكس هاته الأخيرة هي مناطق غير في الحالة الاصلية, فإن الترتيب البلوري للسلاسل القردية على المستوى 5) منتظمة كلية (الشكل الليفات الفردية هو الذي يحددبلورية السليلوز وحسب المعاجات التي يخضع لها السليلوز الأم فإن ترتيبات بلورية أخرى يمكن ان تحدث [20].

II.3.2.بنيته البلورية: يتكون السليلوز من مناطق متبلورة وغير متبلورة كما هو موضح يعود سبب التبلور في السليلوز إلى البناء الجزيئي للمادة, والتي تكون نتيجة الروابط الهيدروجينية الموجودة بين الجزيئات الغلوكوز المؤلفة للسليلوز, حيث هناك نوعين من الروابط الهيدروجينية موجودة بين الجزيئات المتجاورة في نفس السلسلة, روابط هيدروجينية تكون بين السلاسل المتجاورة, عن طريق هذين نوعين من الروابط يتكون عندنا ما يعرف بالبناء البلوري للسليلوز وشكل البلورة موضح في الشكل(II-6) [21].



الشكل (II.8) :المناطق المتبلورة وغير المتبلورة للسليلوز



الشكل (II.9): البنية البلورية للسليلوز

II.4.2. مصادر السليلوز: يمكن الحصول على السليلوز من مجموعة واسعة من النباتات والبكتيريا يعتبر مصدر السليلوز مهم جدا لأنه يؤثر على أبعاد وخصائص السليلوز المستخرج في هذا القسم سنذكر أهم المصادر المختلفة لألياف السليلوز .

II.1.4.2.الالياف النباتية: تمت دراسة مجموعة متنوعة من الالياف النباتية بهدف استخراج السليلوز منها وشملت: قشرالأرز, القنب , بذور الكتان, قشر الأرز, قشر جوز الهند [22] كما تم استخدام ألياف القطن كمصدر عالي الجودة وذلك لانخفاض المكونات الغير سليلوزية فيه [23]. ويتطلب استخلاص السليلوز عدة مراحل كيميائية وفيزيائية تعمل على إزالة كل المواد الأخرى المرافقة له في الألياف.

II.2.4.2.الطحالب: بعد عدة دراسات تم اعتبار الطحالب بمختلف أنواعها كمصدر للسيلوز على سبيل المثال تم استخلاص السليلوز من [24] ,[25].

*Valonia
*Micrasterias
*Coldophora
*Boerogesenia

وقد ظهر اختلاف في الخصائص وأبعاد ألياف السليلوز المعزول حسب نوع الطحالب, الألياف اما المستخرجة(Iα) ونوع تبلورها (20x20nm) تكون في شكل أجزاء مربعة من لفالونيا ونوع تبلورها(20-30)x50nm) تكون على شكل مقاطع عرضية مستطيلة من (Iβ) [26], [27]

II.3.4.2.البكتيريا: يتم التصنيع الحيوي للسليلوز البكتيري من خلال عمليات الأيض الأولية لأنواع معينة من البكتيريا في ظروف مدروسة أكثر أنواع البكتيريا السليلوز الناتج يكون ذو طبيعة هلامية سميكا يملك استخداما طبقة حبيبية في السطح ملامس للهواء ويحتوي في الداخل على كمية كبيرة من الماء, هيكله متماسك إلى حد ما (الصورة 16) [28] .

الشكل (II.10):صورة تمثل السليلوز البكتيري

II.5.2.اشكاله: يوجد السليلوز بشكل طبيعي أو يتم عزله من مصادره مختلفة بأبعاد وأشكال محددة مسبقا, والتي يمكن تصنيفها ببساطة إلى الالياف السليلوز, وخيوط السليلوز, وبلورات السليلوز, وألياف يتميز كل نوع من جزيئات السليلوز وشكل ونسبة أبعاد وبلورية(السليلوز الدقيقة / النانوية وخصائص فيزيائية وكيميائية مميزة سيتم مناقشة جزيئات السليلوز هذه أدناه

1.ألياف السليلوز: في موقع التخليق الحيوي للخشب أو النباتات, يتم تصنيع السليلوز على شكل

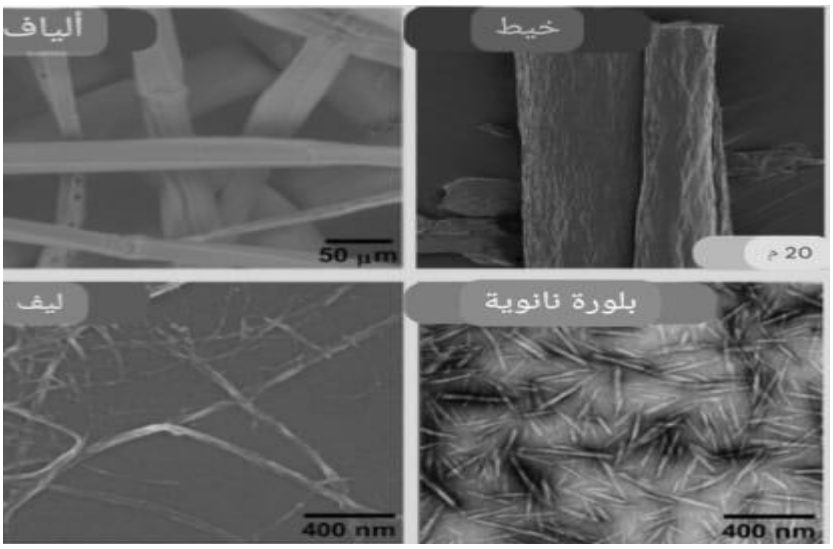
ألياف دقيقة يتم تنظيمها بشكل أكبر لتجميع الياف السليلوز(الشكل8) توجد ألياف السليلوز عادة في ثلاثة الاشكال الهنسية, أي ألالياف الخيط (ألياف طويلة يتراوح طولها بين20و100مم), وألياف التلية (ألياف اللب (ألياف قصيرة يقل طولها60 مم)ألياف التلية هي خلية واحدة كاملة, بينما تتكون الياف الخيط من العديد من الخلايا ألياف القطن هي ألياف تيلة ويبغ طولها 45-25مم يبلغ طول ألياف القطن, وهي الياف التي تبقى ملتصقة ببذور القطن, بضعة مليميترات فقط يتم الحصول على ألياف الخيط والتيلة من النباتات المزروعة أو برية مباشرة بعد عملية التخمير بالماء عادة ما يتم الحصول على ألياف اللب كخلايا فردية من الخشب, وأحيانا من مصادر نباتية (مثل السيزال والموز والفيك والياف القطن) عن طريق عملية التلبيد هو معالجة مكثفة بمحاليل تزيل اللجنين بين الخلايا مما ينتج عنه خلايا نباتية فردية لا يتجاوز طولها بضعة ملليمترات .

2.خيوط السليلوز: يمكن تجميع ألياف السليلوز النانوية في شكل خيوط عن طريق عمليات البثق الرطب وتركيز بالتدفق والغزل قد تمتلك خيوط السليلوز هذه جوانب فيزيائية وكيميائية مختلفة (مثل الشكل البلوري والتبلور), ولكن جميع الخيوط قوية ميكانيكيا, وقابلة للطرق, ولها نسب ابعاد عالية جدا (الشكل8) تعد الخيوط مثيرة للاهتمام كعناصر بناء للمواد المستخدمة في التطبيقات الطبية الحيوية يوجد أيضا نوع مختلف من خيوط السليلوز, لا يتم الحصول عليه من خلال العمليات المذكورة أعلاه, ولكن عن طريق تقشير ألياف السليلوز من خشب أو النباتات عملية التقشير هذه ميكانيكية فقط ولا تتطلب مواد كيميائية أو إنزيمات, ولا ينتج عنها أي نفايات سائلة, مما يجعل الخيوط الناتجة جذابة تطبيقات الطبية الحيوية.

ألياف السليلوز الدقيقة /النانوية: تم تطوير ألياف السليلوز الدقيقة, والتي كانت تسمى في الأصل**3-** السليلوز الليفي الدقيق لأول, مرة بالولايات المتحدة الامريكية في أواخر السبعينات القرن الماضي تفكك ألياف السليلوز (المستخرجة أساسا من الخشب) ميكانيكيا إلى ألياف دقيقة و نانوية, على سبيل المثال عن طريق تمريرها عبر جهاز التجنيس تستخلص ألياف السليلوز النانوية (بغرض100 نانومتر) بشكل رئيسي بتركيز منخفض من معلقات مائية من لب الخشب أوالنباتات لا تستخلص ألياف السليلوز النانوية دائما كألياف سليلوز نانوية نقية إذ يمكن تفكيكها من مصدر لا تزال تحتوي على كمية كبيرة من الهيميسليلوز واللجنين بذلت محاولات عديدة للحصول على ألياف منفردة, مثل التفكيك الميكانيكي, بما في ذلك التجانس والمعالجة الدقيقة,بالإضافة إلى تطبيق المعالجات الإنزيمية تستخدم أيضا بعض المعالجات الكيميائية لتسهيل تفكك الألياف السليلوز النانوية, مثل الاكسدة المحفزة بواسطة (2,2,6,6-رباعي ميثيل بيبيريدينيلوكسيل) وكربوكسي ميثيل, والتي تدخل أيضا في وظائف مختلفة: إلى ألياف السليلوز يتراوح عرض الياف السليلوز يتراوح عرض ألياف السليلوز النانوية بين 2 و100نانومتر اعتمادا على مصدر السليلوز وعملية التليف والمعالجة المسبقة يبلغ طول ألياف السليلوز النانوية عادة أكثر من 1ميكرولتر3, وتتكون ألياف السليلوز النانوية في الغالب من نطاقات وغير منتظمة بشكل أساسي, تتمتع ألياف السليلوز النانوية عادة بمعامل مرونة يتراوح بين36و14

جيجا باسكال وقوة شد قصوى تبلغ 1 جيجا باسكال في ظروف المحيطة, لكن تم الإبلاغ عن قيم أعلى .

4.السليلوز البلوري: عند تعريض ألياف السليلوز الدقيقة لمجموعة مناسبة من المعالجات الميكانيكية والكيميائية و/أو الإنزيمية, يمكن استخلاص المناطق عالية التبلور من ألياف السليلوز الميكروكريستالي (بقطر في مقياس الميكرون) أو بلورات السليلوز النانوية (بقطر في مقياس النانو) يتكون من جزيئات صلبة تشبه القضبان, تتألف من أجزاء من سلسلة السليلوز في بنية بلورية مثالية تقريبا والتي طورها رانبي (1949) لأول مرة تحت الإسم التجاري لأول مرة تم تسويق في عام 1962وفي عام 1964 قدمت شركة آلات الأغذية إلى صناعة الادوية كمكون للتصنيع المباشر للأقراص يلغ طول نطاق ميكرومترات يتم إنتاج السليلوز البلوري الدقيق حاليا من قبل أكثر من عشرة موردين حول العالم المصدرالسليلوز الأكثر شيوعا للسليلوز البلوري الدقيق المستخدم في صناعة الأدوية هو السليلوز الخشبي [29].



الشكل (II.11): جزيئات السليلوز بأشكال مختلفة الياف, خيط ليف دقيق/نانوي وبلورة نانوية

6.2.II.خصائصه:

1.قابلية ذوبان السليلوز: من أهم عيوب السليلوز في تطبيقات الطبية الحيوية عدم ذوبانه في الماء والمذيبات الشائعة الأخرى ويعود ذلك إلى استقرار جزيئات السليلوز بواسطة روابط الهيدروجين داخل الجزيئات وبينها الروابط, بالإضافة إلى التفاعلات الكهروستاتيكية والكارهة للماء داخل الألياف المتكاملة, تشكل حزما قوية مع العديد من المجموعات الهيدروكسيل, والتي تتوزع على العمود الفقري لم تفهم التأثيرات الكلية لآلية الترابط الهيدروجيني على الاستقرار بشكل كامل في الآونة الأخيرة, اقترح أن تلعب التفاعلاتالكهروستاتيكية والكارهة للماء دورا مهما نتيجة للروابط الوثيقة اللاحقة بين السلاسل السليلوز المتشابكة, يصبح السليلوز غير قابل للذوبان في الماء ومعظم المذيبات الشائعة لذلك من الضروري تطوير مذيبات معقدة تنشئ أنظمة تتطلب الحد الأدنى من الطاقة لإذابة السليلوز.

2.الخواص الميكانيكية للسليلوز: تبرز المواد القائمة على السليلوز ومركباتها مع المواد غير العضوية والبوليمرات لتصميم مواد ميكانيكية ووظيفية عالية لاداء وتؤدي الصلابة والقوة العالية المتأصلة في بلورات السليلوز إلى مواد واعدة تظهر خصائص ميكانيكية استثنائية إذا تم تجميعها بشكل صحيح, مما يجعلها مرشحا مناسبا للتطبيقات الطبية الحيوية التي تتطلب أداء ميكانيكيا عاليا ألياف السليلوز النانوية, على سبيل المثال, تتميز بخصائص ميكانيكية جوهرية رائعة (معامل مرونة وقوة عاليين) نظرا لارتفاع درجة التبلور ,بالإضافة إلى الترتيب والتفاعلات بين الجزيئات مثل الروابط الهيدروجينية بين سلاسل السليلوز وقد تم الإبلاغ عن أن معامل المرونة للسليلوز البلوري من النوع جيجا باسكال تتمتع بلورات السليلوز155و124الأول على طول محور سلسلة السليلوز يتراوح بين النانوية الصلبة بمعاملات مرونة خاصة مماثلة للكيفلار والفولاذ علاوة على ذلك, يتمتع السليلوز البكتيري في شكله غير المجفف بخصائص ميكانيكية استثنائية .

3.الخصائص الاسترطابية للسليلوز: على الرغم من خصائص الميكانيكية الرائعة للسليلوز في الحالة الحالة الجافة, فإن انخفاض قوة البلل لهذه المادة للعديد من التطبيقات يمثل عاملا محددا يرتبط سبب هذه المشكلة بالخصائص الاسترطابية الجوهرية للسليلوز, والذي يعتبر مادة استرطابية نظرا لميله إلى تكوين روابط هيدروجينية مع الماء وتحتفظ بها في بنية السليلوز يقتصر اختراق الماء في بنية السليلوز يسمح انتفاخ السليلوز بالماء بمعالجة السليلوزو/ أو 30%بشكل أساسي على المجالات غير المنتظمة المواد الهجينة والمركبة القائمة على السليلوز في المحاليل المائية ومع ذلك, فإن هذه المواد, كمنتجات, معرضة لانتفاخ كبير بسبب امتصاص الهواء الرطب أو امتصاص الماء السائل على طول السطح المحب للماء للسليلوزأو داخل البوليمرات المحبة للماء المدبلجة وبالتالي, يمكن للمواد القائمة على السليلوز النانوي امتصاص الماء والانتفاخ بشكل أكبر بكثير مقارنة بالمواد الليفية نظرا لمساحة سطحها الأكبر علاوة على ذلك, في المواد القائمة على السليلوز المعدلة كيميائيا والتي تحمل مجموعات مشحونة يتم امتصاص الماء عن طريق الضغط الاسموزي الناتج عن المجموعات المشحونة.

4.السمية: تعد سمية المواد مصدر قلق للتطبيقات الطبية الحيوية تستخلص جزيئات السليلوز من مصادر ذات سمية منخفضة أو معدومة, ولكن قد يؤثر بعدها وتعديل سطحها ومحبتها للماء وكرهها للماء وتجمعها على سميتها الخلوية وتوافقها الحيوي بشكل عام, تم الاعتراف بأن البعد النانوي للجزيئات عامل محتمل يولد سمية المواد المكونة من هذه الجزيئات توجد تقارير متضاربة حول الأبحاث المختبرية المتعلقة بالسمية الخلوية والوراثية والمناعية لجزيئات السليلوز النانوية علاوة على ذلك مايحدث التهاب بعد التعرض لجزيئات السليلوز النانوية كالستجابة بيولوجية طبيعية لمادة غريبة قد يختفي هذا هذاالإلتهاب بعد فترة بذلت محاولات لربط حجم جزيئات السليلوز النانوية (من نوع وضيفة كيميائية محددة) بسمية الخلايا في الإختبارات الحادة, ولكن لم يتم التوصل إلى ارتباط واضح تم توثيقها لذلك هناك حاجة إلى مزيد من البحث حول التاثيرات طويلة المدى داخل الجسم لمواد السليلوز النانوية, حيث قد يوفر ذلك نتائج مختلفة عن تللك التي تم الحصول عليها من الدراسات الحادة والمخبرية [30].

II.7.3.إستخدامات السليلوز:

1.السليلوز في الصيدلة: يستخدم السليلوز في تغليف الكبسولات الدقيقة لحماية الأدوية الحساسة من العوامل البيئية الضارة مثل الرطوبة, الأكسجين, وظروف التخزين الغير مناسبة, مما يضمن الحفاظ على استقرار الدواء وفعاليتها للسليلوز في الطب ويعد السليلوز تطبيقات واسعة في المجال الطبي, حيث يستخدم في طب الاسنان, وتجديد وترميم العظام, بالإضافة إلى دوره الفعال في تشريع شفاء الجروح [31].

2.السليلوز في الصناعات الغذائية: يستعمل السليلوزبكثرة الصناعات الغذائية, لاسيما في تصنيع المشروبات, كما يستخدم كبديل منخفض السعرات الحرارية ضمن تركيباتى غذائية تعتمد على معادلة الطعم الحلو, مما يجعله مناسبا للمنتجات الصحية والحميات[32] .

3.السليلوز في الصناعات: يدخل بشكل رئيسي في صناعة اللب والورق لمختلف الأغراض الصناعية والتجارية ويستخدم في إنتاج الحرير الصناعي بالإعتماد على الخامات السليلوزية المستخرجة من النباتات

كما أن التطبيقات السليلوز النانوي باتت تلعب دورا محوريامن النباتات كما أن التطبيقات السليلوز النانوي في تطوير العديد من الموارد المركبة الحديثة, مما يغزز من أداء المنتجات الصناعية عبر تحسين الخواص

الميكانيكية والفيزيائية [33].

المراجع العربية:

[1].د. عثمان زكي مبارك علي. (2022). تحسين عمل الخلايا الشمسية السيلكونية. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية, 3(2),659-759.

[13].عبد اللطيف أفندي، البردي دراسة أثرية وتاريخية ,The AngloEgyptianBookShop، 2008 ص 91 ، 92 ، 93 ، 94.

[18] .أحمد فتحي سيد أحمد, **الكيمياء الحيوية**, دار الفجر للنشر والتوزيع, 2002 .

[21].د.عاصم حسن محمد حسن," دراسة تحسين ذوبانية الألياف السليلوزية", مجلة الهندسة الجامعة التقنية الوسطى, العدد 7,المجلد 22 يوليو2016, ص23.

[30]. أبوزيد, & شيماء عبد العزيز محمد. (2025). تصميم وحدة تعليمية مطورة لمعارف فيزياء الفضاء الكونيه بتقنيه العوالم الافتراضية والأنشطة المتكاملة لتنمية مهارات التفكير المستقبلية وعلاقتها بالممارسات العلمية فى الروضة الأزهرية تطبيقا لمعايير تعلم العلوم للجيل القادم NGSS. المجلة العلمية لكلية التربية للطفولة المبكرة ببورسعيد, 37(3), 1038-1474.

[31].عبد الله بن مساعد بن خلف الفاتح, التفاعل بني الأحياء الدقيقة, المسيكان للنشر 2022, ص85.

[32].خليل محمد الرفاعي, أنواع السكريات واستخداماتها, 2023 ص 76.

[33].ماهر طاهر سرحان, تطبيقات الكيمياء الصناعية, دار عبداء للنشر وتوزيع, 2014 ص 123.

[34]. ماهر طاهر سرحان, تطبيقات الكيمياء الصناعية, دار عبداء للنشر وتوزيع, 2014 ص123.

مراجع أجنبية:

[2].Panukhnyk, O., Hryhoruk, I., Popadynets, N., Khymych, H., & Fedotova, Y. (2021, January). Modeling of bioenergy impact on food security of EU countries. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 628, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.

[3].Carraher Jr, C. E. (2017). Introduction to polymer chemistry. CRC press.

[4].Britannica, E. (1993). Encyclopædia britannica.

[5].Benjamin, W. B. S. والتر بنيامين pdf.

[6].Lehninger, A. L., Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2005). Lehninger principles of biochemistry. Macmillan.

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

[8].Ahmad,M., et al., Development of novel assays for lignin degradation

: comqarative analysis of bacterial and fungal lignin degraders .

Molecular biosystems, 2010. 6(5) : p. 815-821.

[9]. Isikgor, F. H., & Becer, C. R. (2015). Lignocellulosic biomass: a sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. Polymer chemistry, 6(25), 4497-4559.

[10].P. Majumdar and S. Chanda. J. Agric. Biochem.Vol 14 (1) &(2), pp.29–33(2001).

[11].N. Joly, «Synthèse et caractérisation de nouveaux films plastiques obtenues par acylation et réticulation de la cellulose », thèse doctorat de l'université de Limoges, chimie des substances Naturelles(2003) .

[12] D.Sedan, «Etude des interactions physico-chimiques aux interfaces fibres de chanvre/ciment. Influence sur les propriétés mécaniques du composites », Thèse doctorat de l'université de limoges, matériaux céramiques et traitement de surface, (2007) .

[14].R.-c.Sun, Cereal strawas a Resousces for sustaimable biomaterials and biofuels, B.V: Elsever , 2010.

[15].HOCINE Tayeb, Acetate de cellulose, synthese, proprietes et applications, Mémoire de Master, universite Abou-Bakr Belkaid- Tlemcen,2013.

[16].DALLEL M, Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (StipanTenacissima L) : Caractérisation physico-chimique de la fibre au fil (2012).thèse docteur. Université de haute alsace.

[17].Wertz. J.L, « Les hémicelluloses », Rapport de synthèse, Document ValBiom -Gembloux AgroBioTech (Novembre2011). (Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (Stipa Tenacissima L) Caractérisation physico-chimique de la fibre au fil (2012)). Thésedocteur . Université de haut.

[19].A. Hebeis, T., J. Guthrie., The chemistry and Technology of cellulosic copolymers. 2012, Berlin Heidelberg New York , Springer Science & Business Media.

[20].A.A. Klyosov, Wood-Plastic Composites. New Jersey, Wiley Inter science(2007).

[22]. Abraham, E., et al., Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre. Carbohydrate polymers, 2013. 92(2): p. 1477-1483.

[23]. Hubbe, M.A., et al., Cellulosic nanocomposites: a review. BioResources, 2008. 3(3): p. 929-980.

[24]. Hua, K., et al., Nanocellulose from green algae modulates the in vitro inflammatory response of monocytes/macrophages. Cellulose, 2015. 22(6): p. 3673-3688.

[25]. Imai, T. and J. Sugiyama, Nanodomains of Iα and Iβ cellulose in algal microfibrils. Macromolecules, 1998. 31(18): p. 6275-6279.

[26]. Revol, J.-F., On the cross-sectional shape of cellulose crystallites in Valonia ventricosa. Carbohydrate Polymers, 1982. 2(2): p. 123-134.

[27]. Hanley, S.J., et al., Atomic force microscopy and transmission electron microscopy of cellulose from Micrasterias denticulata; evidence for a chiral helical microfibril twist. Cellulose, 1997. 4(3): p. 209-220.

[28]. Hestrin, S. and M. Schramm, Synthesis of cellulose by Acetobacter xylinum. 2. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. Biochemical Journal, 1954. 58(2): p. 345.

[29]. Seddiqi, H., Oliaei, E., Honarkar, H., Jin, J., Geonzon, L. C., Bacabac, R. G., & Klein-Nulend, J. (2021). Cellulose and its derivatives: towards biomedical applications. Cellulose, 28(4), 1893-1931.

الفصل الثالث:
العمل المخبري

تمهيد:

في هذا الفصل سنقدم وصف تصيلي للخطوات التجريبية ابتدا من تحضير العينة الخام و تشخيصها كما سنصف طريقة استخلاص ألياف السليلوز المتبعة ودراسة خصائصها

1.III.الأجهزة والمواد المستعملة:

الجدول(1.III):جدول يوضح الأجهزة والمواد المستعملة

المواد المستخدمة	الشركة	درجة النقاوة	الأجهزة المستخدمة	الأدوات المستعملة
الطوليان	/	99,5	تركيبة سوكسلي	بيشر
الإيثانول	Honeywell	96	مخبار مدرج	ارلينة
الصوديوم هيدروكسيد	BIOCHEM Chempharma	98	جهاز ترشيح تحت الفراغ	ورق فياس الاس الهيدروجيني
هيدروكسيد البوتاسيوم	BIOCHEM Chempharma	98	لوح مسخن مرفق بجهاز قياس درجة الحرارة	قمع الفصل
حمض الخليك	BIOCHEM Chempharma	99	فرن كهربائي	ورق الترشيح
حمض الكبريت	Fluka	95 - 97	ميزان الكتروني	انابيب الطرد المركزي
كلوريت الصوديوم	Merck	/	جهاز الطحن	طبق بيتري
الماء المقطر			جهاز الطرد المركزي	خرطوشة
حمض كلور الماء			فرن الحرق	طبق طين خاص بالحرق
الاسيتون			جهاز الرج	دورق
الكلوروفورم			مضخة تبريد	مكثف الارلين

III.1.1.التعريف بالأجهزة والتقنيات المستخدمة في الدراسات التحليلية:

III.1.1.1. تحليل الأشعة المشتتة للطاقة السينية والمجهر الإلكتروني الماسح:

المجهرالإلكتروني التحليلي تمكن من تحديد نسب تركيز العناصر بحساسية قليلة من الذرات

يتم ذلك عبرنسب إشارة في تحليل المجهري عن طريق التحليل الطيفي لأشعة السينية المشتتة للطاقة

ومقارنة مع العينات المرجعية لتقليل تأثير عدم اليفين في عوامل مثل السماكة, المقطع العرضي للتأين, إنتاجية التألق وهندسة الكاشف ومن حيث المبدأ, من الممكن مقارنة النطاق المطلق مع حسابات المقطع العرضي للتاين

يتم الحصول على معظم القمم بواسطة الأشعة السينية والتي يتم إنتاجها بواسطة في طيف اشعاع التألق المميز تقنية التوصيف هذه ذات صلة بالمبدأ الأساسي للجدول الدوري, يحتوي كل عنصر من عناصر الجدول الدوري, يحتوي كل عنصر من عناصر الجدول الدوري على تكوين ذري فريد يعطي مجموعة معينة من القمم على طيف اشعاع

الأشعة السينية عند سقوط شعاع عالي الطاقة من الجسيمات النشطة, مثل الإلكترونات أو البروتونات أو شعاع من الأشعة السينية على العينة يمكننا تقدير كمية طاقة الأشعة السينية المشعة من عينة عبر مطياف مشتت للطاقة

في تحليل تشتت الطاقة, يتم فحص إشعاع فلوروسنت معين عن طريق غرز طاقة الفوتون تعتمد شدة كل إشعاع على كمية كل عنصر موجود في العينة

تعتمد طريقة عمل مجهرالإلكتروني الماسح على استخدام حزمة الكترونية عالية الطاقة تصطدم بسطح العينة عموديا, ومن ثم يتم الكشف عن جميع الإشارات المنعكسة الصادرة من العينة باستخدام كواشف المنعكسة الصادرة من العينة باستخدام كواشف مختلفة يتميز هذا المجهر بقدرته التكبيرية والتي تصل إلى أكثر من مليون فبواسطته مكننا دراسة أسطح العينات وتركيباتها الدقيقة وكذلك معرفة مكوناتها والمراحل التي مرت بها قبل التشكل والكثير من التطبيقات الأخرى

III.1.1.2.مطيافية الأشعة تحت الحمراءIR :

التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (مطيافية الأشعة تحت الحمراء أو التحليل الطيفي الإهتزازي), هو قياس تفاعل الأشعة تحت الحمراء مع المادة عن طريق الامتصاص أو الانبعاث أو الانعكاس يتم استخدامه لدراسة وتحديد المواد الكيميائية أو المجموعات الوظيفية في أشكال صلبة أو سائلة أو غازية يتم اجراء طريقة أو تقنية تحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء باستخدام جهاز يسمى طيف الأشعة تحت الحمراء(أو قياس الطيف الضوئي) الذي ينتج طيفا للاشعة تحت الحمراء يمكن تصور الطيف الأشعة تحت الحمراء في رسم بياني لامتصاص ضوء الأشعة تحت الحمراء (أو النفاذية)على محور رأسي مقابل التردد أو العدد الموجي على المحور الأفقي وحدات التردد الموجية المستخدمة في أطياف

الاشعة تحت الحمراء هي سنتميترات متبادلة (تسمى أحيانا العدد الموجي).

1.2.III.البروتوكول المعتمد لتحضير عينة الدراسة:

إعتمدنا في منهجية العمل على مراحل الفيزيائية حيث:

1.1.2.III.تحضير العينة:

2.1.2.III.جمع العينة:

تم قطف عينة نبات حنة الإبل من منطقة قارة شوف في بلدية عين بيضاء يوم الأربعاء 2026/2/18 بولاية ورقلة.

3.1.III.المعالجة الفزيائية:

1.3.1.III.غسل وتجفيف العينة:

بعد جمع العينة تم غسلها بماء الحنفية ثلاث مرات وبالماء المقطر للتخلص من الشوائب وحبات الرمال العالقة ثم وضعت لتجف في مكان بعيد عن أشعة الشمس.

الشكل(1.III):صورة لعينة حنة الإبل بعد التجفيف

2.3.1.III.تقطيع وطحن العينة:

تم تقطيع أجزاء العينة إلى قطع صغيرة جدا لتهيئتها إلى الطحن, ثم طحنت في جهاز طحن في مخبر الأرضية التقنية لتحاليل الفزيوكيميائية ورقلة .

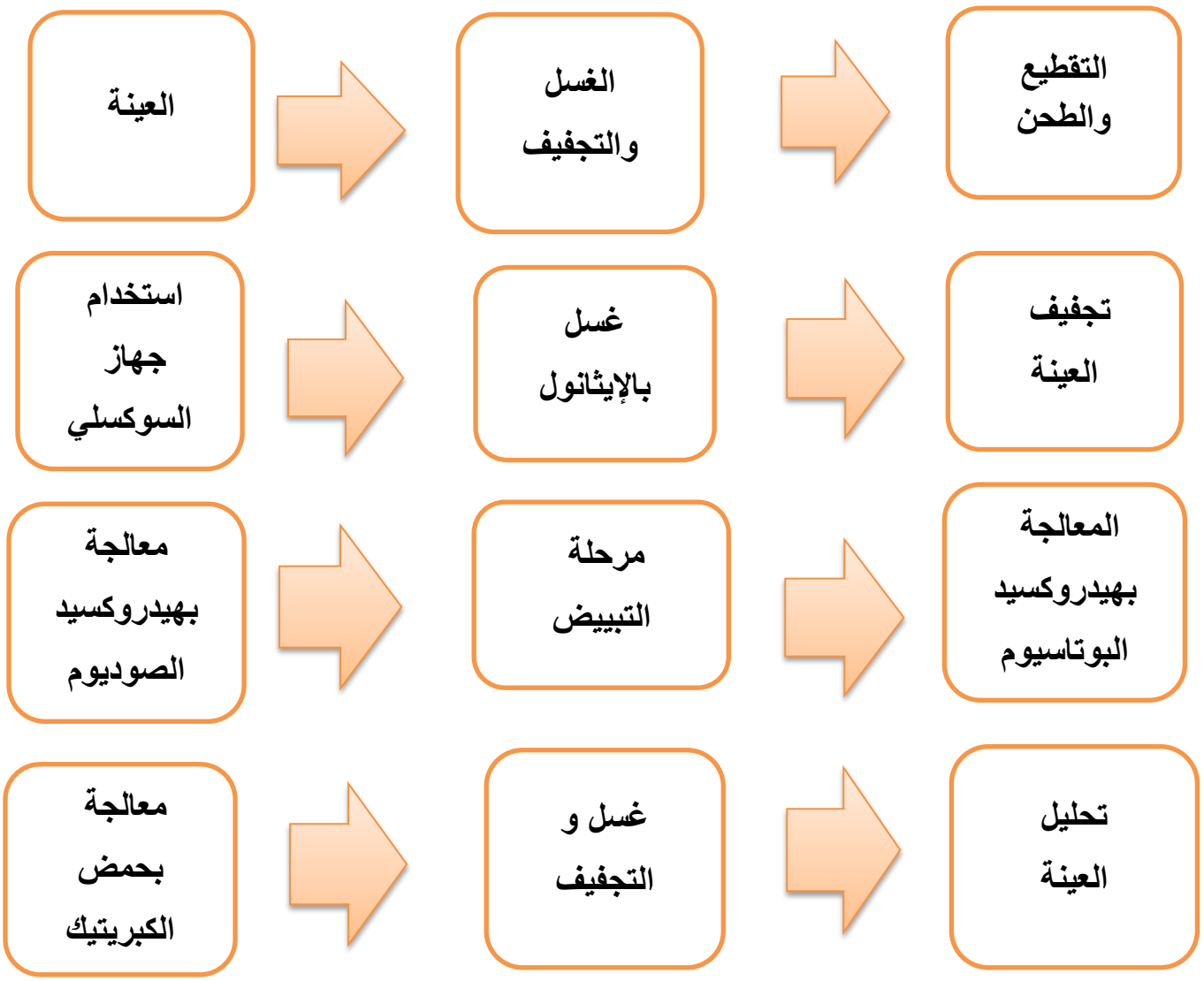
الشكل(2.III):صورة فوتوغرافية لجهاز الطحن

3.3.1.III.العينة بعد الطحن:

الشكل(3.III):صورة لعينة حنة الإبل بعد الطحن

2.III.مخطط العمل لإستخراج السليلوز من اعينة:

مخطط(1.III) :يوضح مخطط العمل لاستخراج السليلوز من الطريقة الأولى:



1.2.IIIطريقة العمل الأولى:

استخلاص السليلوز من نبات حنة الإبل بواسطة جهاز سوكسلى:

الهدف:

الهدف من استخدام جهاز سوكسلي هو استخلاص المركبات القابلة للذوبان من المواد الصلبة باستخدام مذيب مناسب بطريقة مستمرة وفعالة.

1.1.2.III.تعريف بجهاز تركيبة سوكسلى:

هي عبارة عن وسيلة للفصل حيث يوضع المذيب سهل ويتصل الدورق بأنبوبة الإستخلاص, ثم توضع المادة الصلبة المحتوية على مركب المرغوب داخل خرطوشة مصنوعة من السليلوز أو من ورق الترشيح السميك, يوضع بها الوزن المعلوم من العينة المراد تقدير نسبة الدهون أو الزيت الخام توضع الخرطوشة في الغرفة الرئيسية للجهاز سوكسلي ثم تركب المكثفة, يسخن المذيب بحيث يسافر بخار المذيب في ذراع التقطير ثم يفيض المذيب الدافئ إلى الغرفة المحتوية على المادة الصلبة ببطئ, عندما تكاد أن تمتلئ غرفة السوكسلي فإن الغرفة تفرغ تلقائيا بواسطة ذراع سيفون جانبية ملتوية, ومذيب يرجع مرة أخرى لدورق التقطير وتترك الدورة لتكرر عدة مرات يزال المذيب بعد الإستخلاص, ويبخر بإستعمال المبخر الدوراني حيث يعطي المستخلص الناتج.

الشكل(4.III) :صورة لتركيبة جهاز سوكسلي

خطوات العمل :

*نقوم بوزن 10غ من العينة والتجفيف

*نقع 10غ من العينة في800مل من الماء المقطر مع التحريك لمدة ساعتين عند درجة حرارة 50C° درجة مئوية

*تجفيف العينة

*تحضير مزيج من طوليان(2)-ايثانول(1)حيث نستخدم جهاز السوكسلي لمدة 6 ساعات لنزع المواد الشمعية.

*غسل البقايا الصلبة بالإيثانول المخفف وتجفيفها

*معالجة البقايا الصلبة بهيدروكسيد الصوديوم بتركيز20%بنسبة 1غ لكل 2مل مع التحريك لمدة ساعة ونصف عند درجة حرارة 105C° (تعاد نفس الخطوة مرتين ثم نغسل بالماء المقطر عدة مرات إلى ان تتعادل درجة الحموضة) ثم التجفيف

نقع العينة NaCLO تركيزه الكتلي 1%(عند PH=5 معدل بحمض الاستيك تركيزه 10%بنسبة2 مل من NaCLO لكل 1غ من العينة لمدة ساعة عند درجة حرارة 70C°

*نكرر النقع في NaCLO مرتين بنفس الشروط

*الغسل عدة مرات بالماء المقطر إلى تعادل درجة الحموضة

* معالجة بهيدروكسيد البوتاسيوم تركيز5% لمدة 15ساعة

*الغسل عدة مرات بالماء المقطر إلى تعادل درجة الحموضة

*معالجة العينة بحمض الكبريت بتركيز1% لمدة ساعة عند درجة حرارة 80 C°

*الغسل بالماء المقطر.

تم تحضير واعداد عينة التجربة التالية باتباع مراحل البروتكول المذكورة أعلاه لتبدا مباشرة المعالجة التالية:

2.1.2.III.المعالجة الكيميائية:

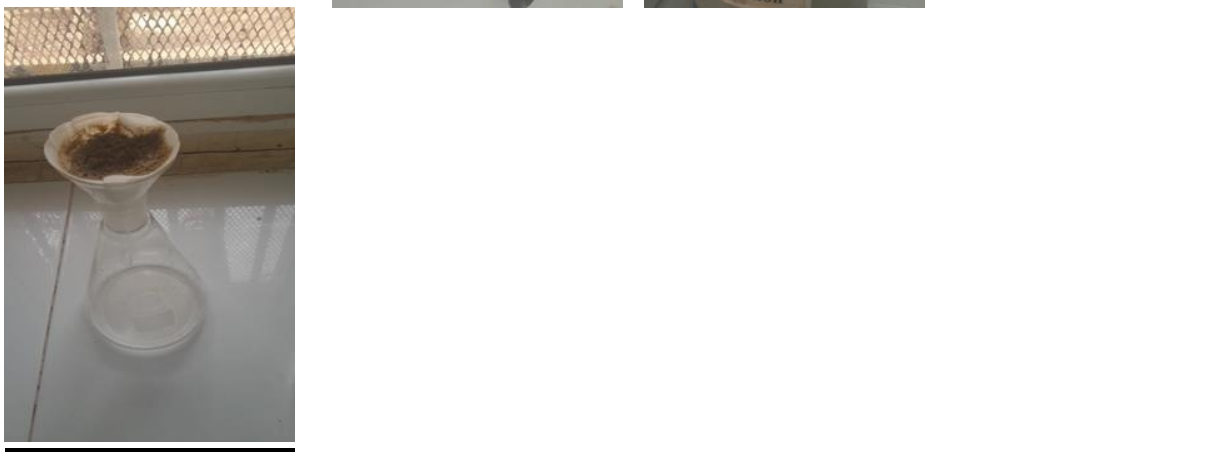
3.1.2.III.نزع البكتين:

*نقع 10غ من العينة في 800مل من الماء المقطر مع التحريك لمدة ساعتين عند درجة حرارة 50C° درجة مئوية ثم تجفيف العينة.

الشكل(5.III) : صورة توضح خطوة نزع البكتين

4.1.2.III.نزع المواد الشمعية:

*تحضير مزيج من طوليان (2)- ايثانول (1) حيث نستخدم جهاز سوكسلي لمدة 6 ساعات لنزع المواد الشمعية ثم غسل البقايا بالإيثانول وتجفيفها



الشكل(6.III): صورة توضح نزع المواد الشمعية

III.2.1.5.المعالجة بمحلول بهيدروكسيد الصوديوم:

معالجة البقايا الصلبة بهيدروكسيد الصوديوم بتركيز 20% بنسبة 1غ لكل 2 مل مع التحريك لمدة ساعة ونصف عند 105C° درجة مئوية (تعاد نفس الخطوة مرتين ثم الغسل بالماء المقطر عدة مرات إلى ان تتعادل درجة الحموضة) ثم التجفيف.

الشكل(7.III): صور توضح المعالجة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم

III.2.1.6.مرحلة التبييض:

*نقع العينة في $NaCLO_2$تركيزه الكتلي 1%(عند PH=5 معدل بحمض الأسيتيك تركيزه 10%بنسبة 2مل من $NaCLO_2$ لكل 1غ من العينة لمدة ساعة عند درجة حرارة 70C° ونكرر النقع في $NaCLO_2$ مرتين بنفس الشروط ثم الغسل عدة مرات بالماء المقطر إلى تعادل درجة الحموضة

الشكل(8.III):صورة توضح عملية التبييض

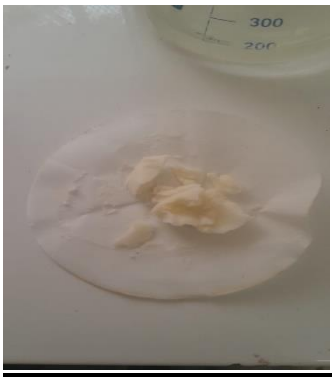
III.2.1.7.المعالجة بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم:

معالجة بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم بتركيز 1% لمدة 15ساعة مع الغسل عدة بالماء المقطر إلى تعادل درجة الحموضة

الشكل(9.III):صورة توضح عملية معالجة بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم

8.1.2.III. المعالجة بحمض الكبريتيك:

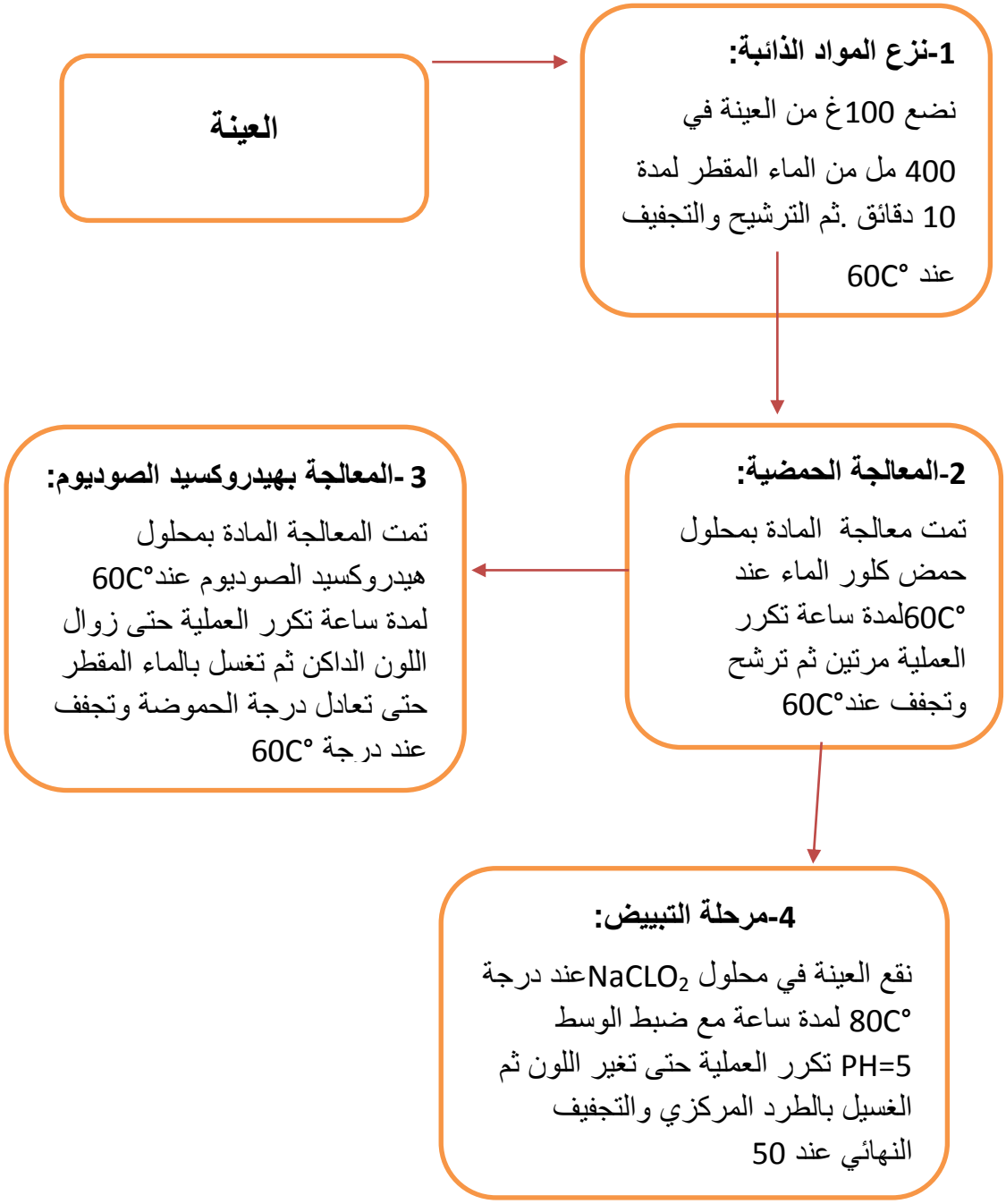
*معالجة بحمض الكبريتيك بتركيز 1%لمدة ساعة عند درجة حرارة 80C° مع الغسل بالماء المقطر.



الشكل(10.III):صورة توضح المعالجة الحمضية والسليلوز المستخلص

تمت المعالجة وفق المخطط التالي:

مخطط(2.III): مخطط تجريبي يوضح مراحل المعالجة:



III.1.3.الطريقة الثانية:

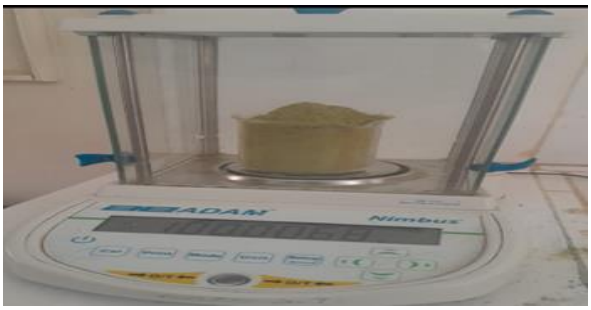
III.1.1.3.المعالجة الكيميائية

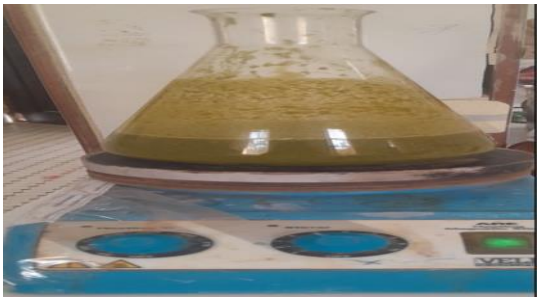
III.2.1.3.نزع المواد الدهنية والذوابة للماء:

نزنg100من العينة ونضعها في2مل ونضيف400مل من الماء المقطر ونقوم برج العينة و

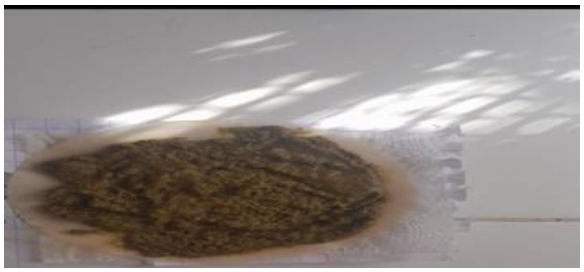
دقائق نرشح العينة ثم نجففها في فرن التجفيف °60c

عند درجة حرارة





وزن 10غ من العينة



تسخين والرج

ترشيح العينة

العينة بعد الترشيح

الشكل(III.11) :صورة نزع المواد الذوابة في الماء

III.3.1.3.المعالجة الحمضية بمحلول بحمض الكلور:

تمت معالجة العينة بحمض الكلور بتركيز 1مولاري لمدة ساعة على درجة حرارة 60C° وذلك لنزع البكتين

*نقوم بوضع المادة الجافة الناتجة من عملية الغسل في حوجلة سعتها2 لتر

*نضيف محلول حمض كلور الماء للحوجلة

*عملية الرج بالقضيب المغناطيسي مع التسخين

*بعد انتهاء الوقت اللازم يتم ترشيح العينة

*تكرر العملية مرتين

*تجفف الرشاحة بمجفف كهربائي عند درجة حرارة 60C°

العينة الجافة

إضافة حمض كلور الماء مع التسخين والرج عن60C° درجة مئوية

ترشيح العينة

العينة بعد الترشيح

الشكل(12.III):صورة للمعالجة الحمضية

4.1.3.III.المعالجة القاعدية (الهيدروكسيد الصوديوم)

تتم المعالجة بNaOH بتركيز1مولاري في درجة حرارة 60C° لمدة ساعة وذلك لنزع الهيميسليلوز

*نقوم بوضع المادة الجافة الناتجة من المعالجة الحمضية في حوجلة سعتها 2 لتر

*نضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم للحوجلة

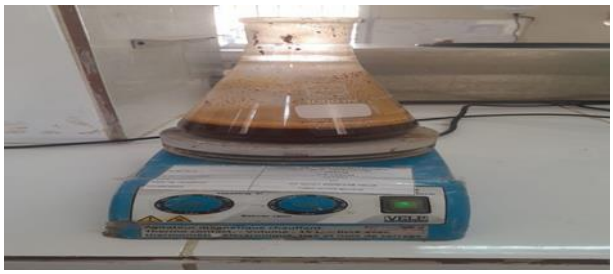
*عملية الرج بالقضيب المغناطيسي مع التسخين

*بعد انتهاء الوقت اللازم يتم ترشيح العينة

*تكرر العملية مع NaOH حتى الحصول على مستخلص الناتج عديم اللون

نغسل الرشاحة بالماء المقطر حتى تعديلPH

العينة الجافة

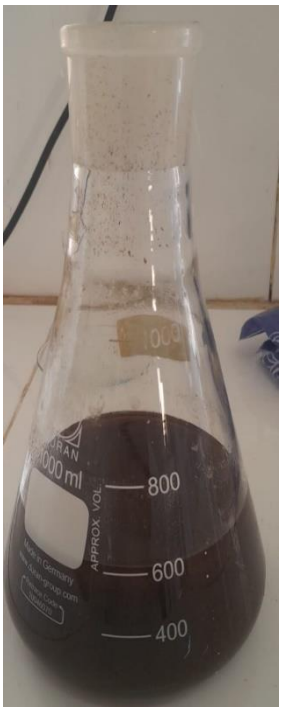


إضافة هيدروكسيد الصوديوم مع التسخين والرج عند60 درجة مئوية

ترشيح العينة

العينة الجافة بعد ترشيح

الشكل(13.III): صورة توضح مرحلة المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم



(أ) **(ب)** **(ج)**

الشكل (14.III):صورة لمعالجة قاعدية

A -محلول ناتج من المعالجة القاعدية المرة الثالثةB-محلول الناتج من المعالجة القاعدية المرة الثانية/
C-محلول ناتج من المعالجة القاعدية المرة الرابعة

5.1.3.III-مرحلة التبييض:

*تتم المعالجة بNaCLOبتركيز0,53مولاري عند درجة حموضة (PH=5) لمدة ساعة عند درجة حرارة °80C وذلك لنزع بقايا اللجنين والحصول على السليلوز النقي

*نقوم بوضع المادة الجافة الناتجة من المعالجة القاعدية في حوجلة سعتها 2لتر

*نضيف ماء الجافيل المخفف للحوجلة

*عملية الرج بالقضيب المغناطيسي مع التسخين

*بعد انتهاء الوقت اللازم يتم ترشيح العينة

*تكرر العملية مع NaCLO حتى الحصول على مستخلص عديم اللون

*نغسل الرشاحة بالماء المقطر وبجهاز الطرد المركزي حتى اختفاء اثر الكلور

*تجفف االرشاحة بمجفف كهربائي عند درجة حرارة °50C

*تأخذ العينة إلى التحاليل

العينة الجافة

إضافة $NaCLO_2$ مع التسخين والرج عند°60C

ترشيح العينة

العينة بعد الترشيح

الشكل(15.III):صورة توضح مرحلة التبييض

الفصل الرابع:
النتائج والمناقشة

IV النتائج والمناقشة:

تمهيد: بعد عرض الجوانب النظرية والتجريبية المتعلقة باستخلاص السليلوز من نبات حنة الإبل, يأتي هذا الفصل لتقديم النتائج المتحصل عليها, يهدف إلى تحليل المعطيات التجريبية بدقة من خلال تقييم مردود الاستخلاص وخصائص السليلوز المستخرج (اللون, الذوبانية,الرمادية)إضافة إلى المقارنة بين المعالجة الكيميائية المعتمدة ونتائج الدراسات مماثلة .

الشكل(1.IV): الصورة لألياف السليلوز المستخلصة خاصة بالطريقة الأولى

الشكل(2.IV): صورة لألياف السليلوز المستخلصة خاصة بالطريقة الثانية

1.IV.مردود الاستخلاص:

تم تحديد مردود الاستخلاص في هذه العينة باستخدام العلاقة التالية:

$$R\% = mf/mi \times 100$$

الشكل(IV.1)

الطريقة الأولى:

R=(mf/mi)×100=(0,5813/10)×100لطريقة الأولى

R=5,813

الطريقة الثانية:

R=(mf/mi)×100=(1,2270/100)×100=

R=1,227

مردود استخلاص الطريقة الأولى 5,813 يظهر كفاءة مقبولة لعملية الإستخلاص, ويؤكد إمكانية استخدام نبات حنة الإبل كمصدر محلي مستدام لاستخلاص السليلوز مقارنة مع مردود الطريقة الثانية 1,227ومع ذلك يمكن تحسين شروط المعالجة الكيميائية أو إختيارأجزاء من النبات (الساق أو الأوراق) .

2.IV.نسبة الرماد:

تم تحديد معدل الرماد بالتكليس (calcination) كتلة معينة (mi) من المادة للفرن عند درجة حرارة (500C°) لمدة 4 ساعات باتباع الخطوات التالية:

بعد تجفيف العينة الخام, تم وزن عينة وتسمى الكتلة الأولية (mi), ثم وزن العينة بعد تكليسها في فرن الحرق وتبريدها, وتسمى الكتلة النهائية (mf), وفي الأخير نحسب معدل الرمادية بالطريقة التالية:

Ash=mf/mi×100

الشكل(2.IV)

Ash=(mf/mi)×100=(0,2125/3,0079)×100=7,06472955

Ash=7,06472955

النسبة مرتفعة للرماد (7,06472955%) تعكس محتوى غير عضوي عالي في العينة, وهذا قد يرجع لطبيعة النبات أولنقص في عمليات التنقية وينصح مستقبلا بتسحين خطوات التنقية والغسيل نسبة الرماد, ورفع نقاوة السليلوز المستخلص .

3.IV. الذوبانية:

لدراسة ذوبانية ألياف السليلوز المستخلص, إستعملت 3 مذيبات (أسيتون, كلورفورم, ماء مقطر), وذلك بوضع كمية قليلة من السليلوز في حجم معين من كل مذيب, وبعد مدة نسجل النتائج .

الجدول(IV-1)**:يوضح دراسة الألياف المستخلصة**

الخاصية	الذوبانية		
المذيبات	ماء مقطر	أسيتون	كلورفورم
النتيجة	لايذوب	لايذوب	لايذوب

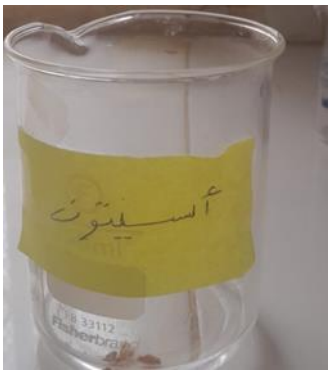
*نتائج اختبار تؤكد ان الألياف المستخلصة تتمتع بخصائص غير ذائبة في المذيبات العضوية وغير العضوية الشائعة, وهو دليل على:

-نقاوة السليلوز المستخلص .

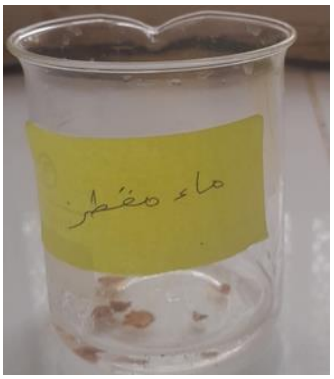
-نجاح عمليات التنقية الكيميائية .

-إمكانية استخدامه في التطبيقات لا تتطلب ذوبان المادة, مثل إنتاج المواد المركبة أو المواد العازلة .

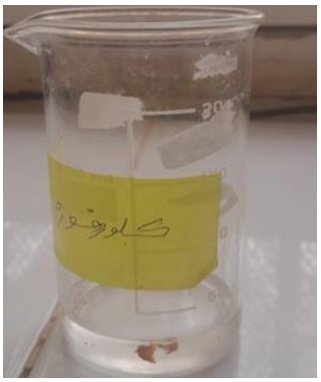
الطريقة الثانية:



لا يذوب

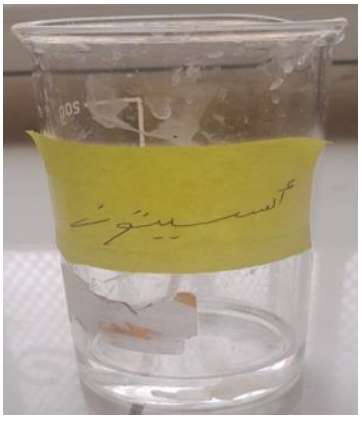


لا يذوب

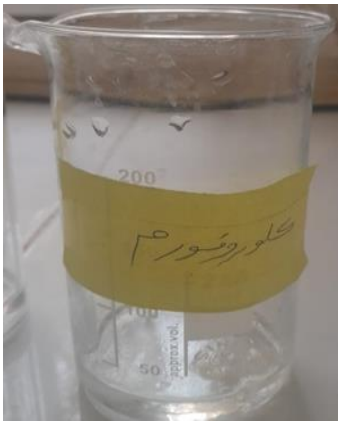


لا يذوب

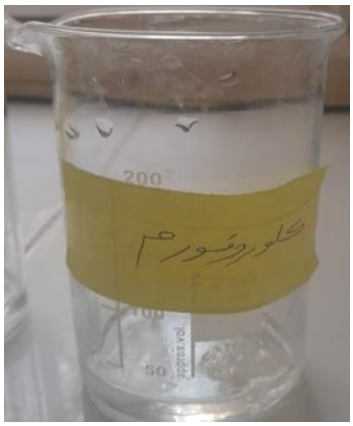
الطريقة الاولى:



لا يذوب



لا يذوب



لا يذوب

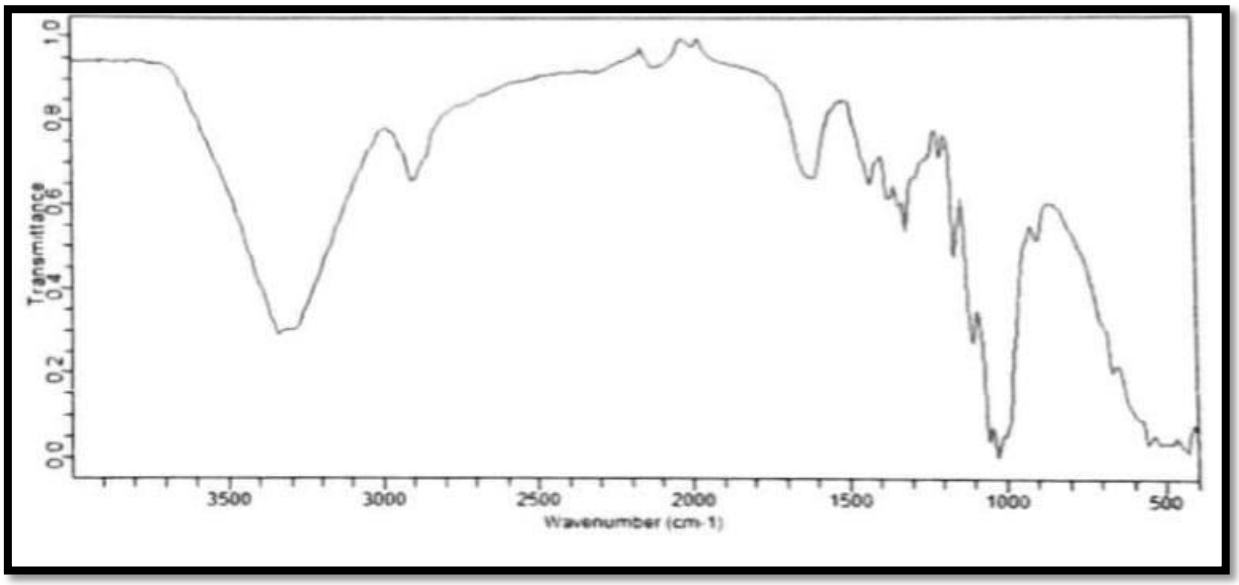
الشكل(3.IV):صور توضح ذوبانية الألياف المستخلصة

4.IV.مطيافية الأشعة تحت الحمراء" IR":

تُعد مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فوريه,FTIR (Transform Infrared Spectroscopy Fouurier)من أهم التقنيات التحليلية المستخدمة لتحديد المجموعات الوظيفية والبنية الكيميائية للمواد المختلفة. تعتمد هذه التقنية على قياس امتصاص المادة للأشعة تحت الحمراء عند أطوال موجية محددة، حيث تمتص الروابط الكيميائية الطاقة وتهتز بترددات مميزة لكل مجموعة وظيفية. ومن خلال تحليل طيف الامتصاص الناتج يمكن التعرف على المركبات الكيميائية وتحديد التغيرات البنيوية التي تطرأ عليها. وتتميز تقنية FTIR بسرعة التحليل، ودقتها العالية، والحاجة إلى كميات صغيرة من العينات، مما يجعلها أداة فعالة في دراسة المواد الطبيعية والبوليمرات والألياف السليلوزية المستخلصة من النباتات.

الشكل(4.IV):صورة لجهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء" IR"

1.4.IV.نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR:



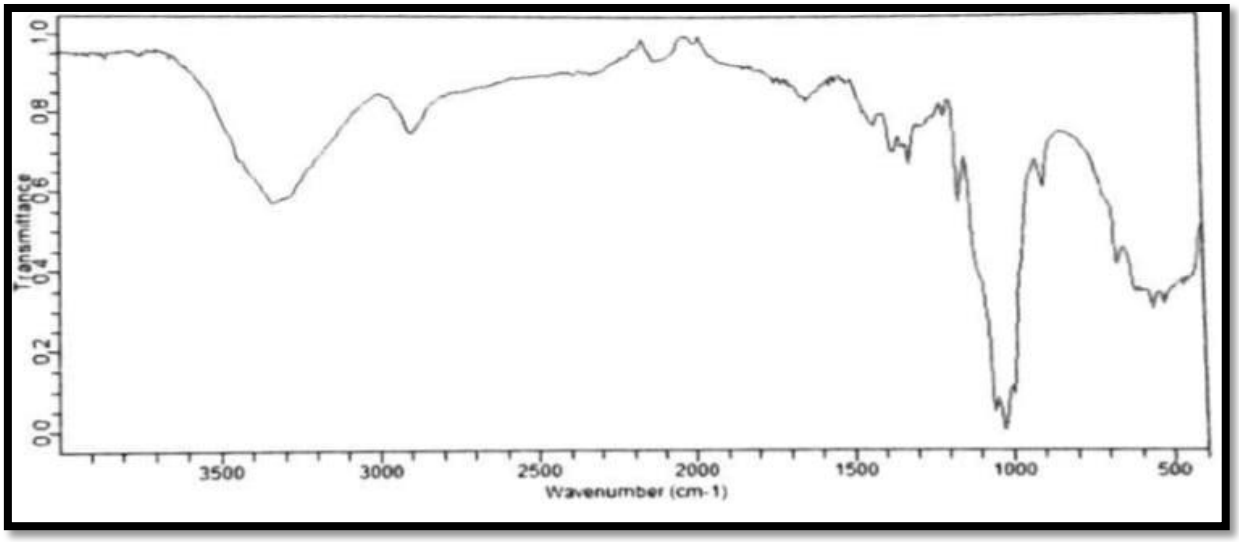
الشكل(5.IV):صورة لنتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء لعينة نبات حنة الإبل

*صورة تظهر طيف FTIR (مطياف الأشعة تحت الحمراء), وهو يستخدم لتحديد المجموعات الوظيفية في المركبات الكيميائية:

مناقشة العينة الأولى:

يُظهر الطيف الأول وجود حزمة عريضة في المجال بين$3200\text{-}3500cm^{-1}$,وهي تدل غالبًا على اهتزازات مجموعة الهيدروكسيل(O–H) ، ما يشير إلى وجود كحولات أو فينولات ضمن مكونات العينة. كما تظهر قمم ضعيفة إلى متوسطة قرب $2900cm^{-1}$ مرتبطة باهتزازات روابط C–H الأليفاتية، مما يدل على وجود سلاسل هيدروكربونية.

لوحظ أيضًا وجود قمم واضحة في المجال $1600\text{-}1500cm^{-1}$، وهي مرتبطة غالبًا بالروابط الثنائية C=C أو المركبات العطرية. أما القمة القوية قرب $1000\text{-}1100cm^{-1}$ فتشير إلى وجود روابط C–O، وهي شائعة في المركبات التربينية والكحولات والأسترات الموجودة في الزيوت الأساسية والمستخلصات النباتية.



الشكل(6.IV): **صورة لنتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء لعينة نبات حنة الإبل**

مناقشة العينة الثانية:

أما العينة الثانية فتُظهر كذلك حزمة عريضة عند $3200\text{-}3400cm^{-1}$، مما يؤكد وجود مجموعات هيدروكسيل مشابهة للعينة الأولى. كما توجد قمم عند $2920\text{-}2850cm^{-1}$ تعود إلى اهتزازات C–H للمركبات الأليفاتية.

تتميز العينة الثانية بظهور قمم أكثر وضوحًا في منطقة $1700\text{-}1600cm^{-1}$، مما قد يدل على وجود مركبات كربونيلية أو نسبة أعلى من المركبات غير المشبعة مقارنة بالعينة الأولى. كما أن القمة الشديدة قرب $1000cm^{-1}$ تؤكد وجود روابط C–O المرتبطة بالمركبات المؤكسجة.

المقارنة بين العينتين:

يتضح من خلال الطيفين أن العينتين تحتويان على مجموعات وظيفية متشابهة، خاصة مجموعات الهيدروكسيل والروابط الأليفاتية وروابطC–O ، مما يدل على تقارب في التركيب الكيميائي العام. ومع ذلك، فإن اختلاف شدة بعض القمم يشير إلى اختلاف نسبي في تركيز بعض المركبات الكيميائية بين العينتين، خاصة المركبات المؤكسجة أو غير المشبعة.

بصفة عامة، تشير نتائج FTIR إلى أن العينتين غنيتان بالمركبات العضوية النشطة، وربما تحتويان على مركبات تربينية وفينولية مميزة للمستخلصات النباتية والزيوت الأساسية.

5.IV. الأشعة المشتتة للطاقة السينية والمجهر الإلكتروني الماسح:

1.5.IV.المجهر الإلكتروني الماسح:

هو جهاز يستخدم لتصوير سطح العينات بدقة عالية جدا بإستخدام حزمة من الإلكترونات, ويظهر تفاصيل دقيقة عن الشكل والبنية السطحية للمواد.

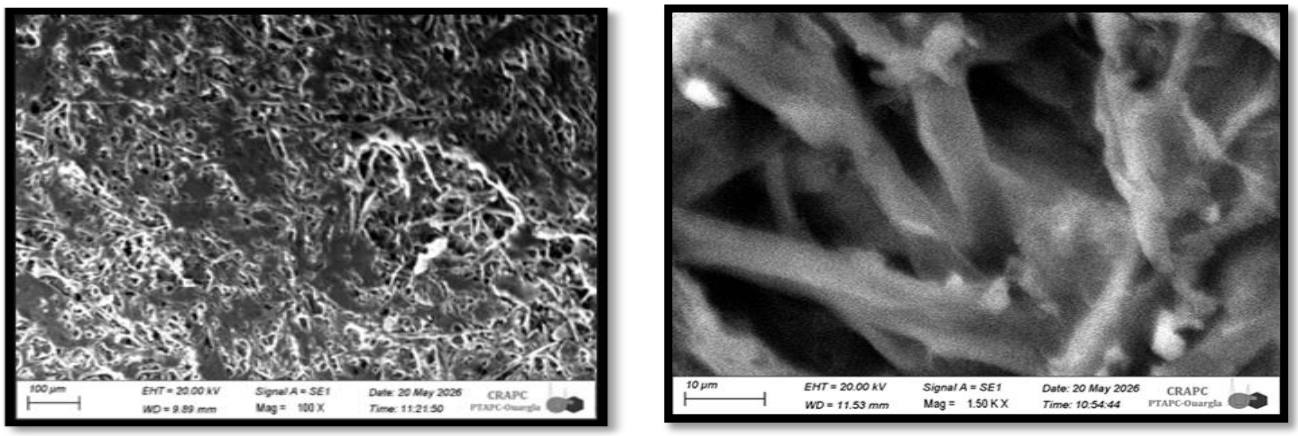
2.5.IV.تحليل الأشعة المشتتة للطاقة السينية:

تقنية مرافقة للمجهر الإلكتروني الماسح تستخدم لتحديد العناصر الكيميائية الموجودة في العينة من خلال تحليل الأشعة السينية المنبعثة منها.

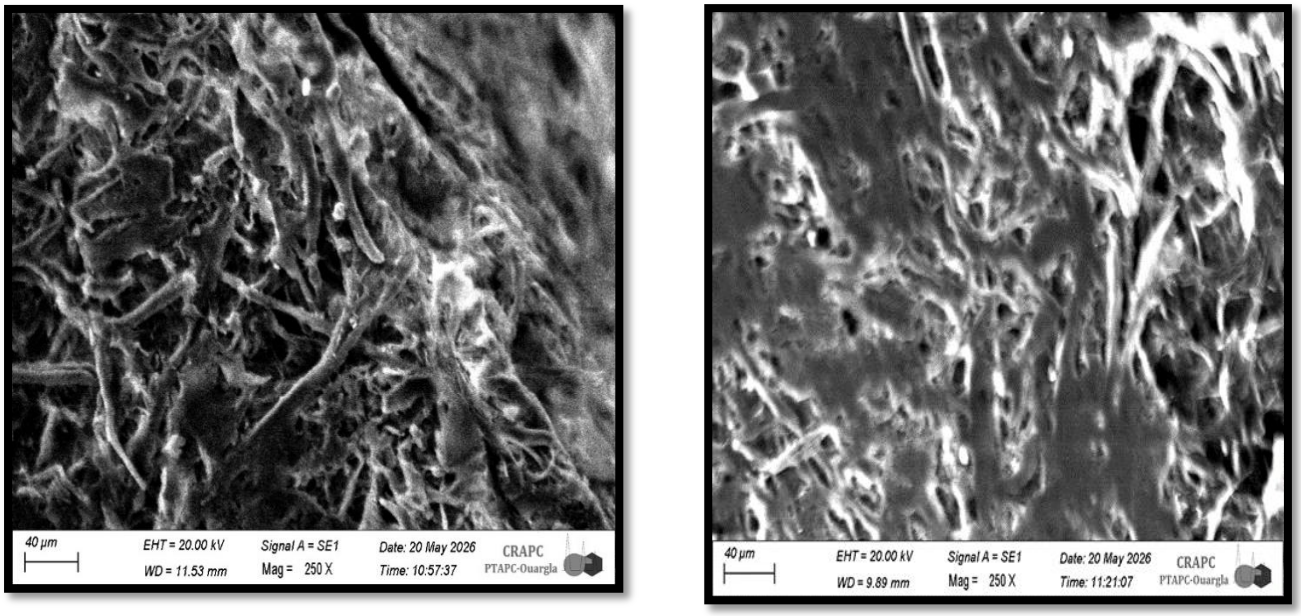
الشكل(7.IV):صورة لجهاز المجهر الإلكتروني

من أجل ملاحظة الإختلاف في البنية المجهرية للعينة قبل و بعد الإستخلاص تم فحصها بالمجهر الإلكتروني الماسح:

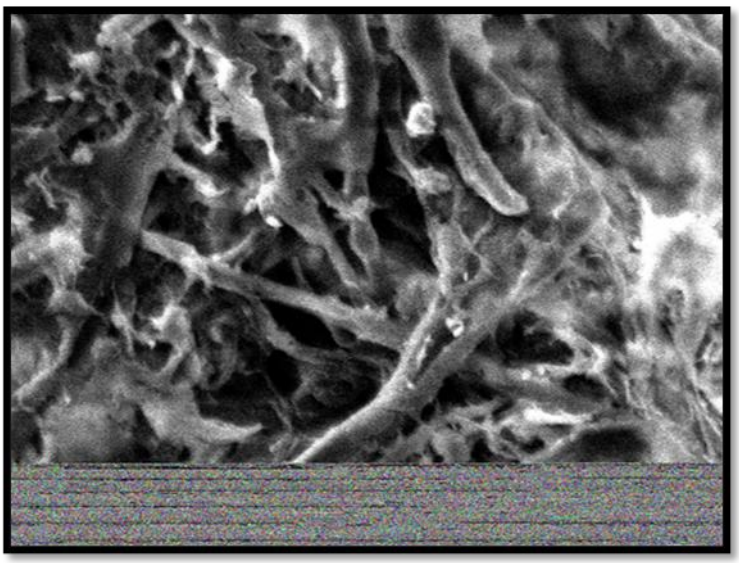
3.5.IVتائج المجهر الالكتروني الماسح للعينة الأولى بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل



الشك(8.IV): نتائج المجهر الالكتروني الماسح للعينة الأولى بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل



الشكل(9.IV):نتائج المجهر الإلكتروني الماسح للعينة الأولى بعد الإستخلاص لنبات حنة الإبل



الشكل(10.IV): نتائج المجهر الالكتروني الماسح للعينة الأولى بعد الاستخلاص لنبات حنة الإبل

4.5.IV.نتائج التحليل المجهر الالكتروني الماسح:

أظهرت صور المجهر الإلكتروني الماسح للعينة الأولى بعد الاستخلاص من نبات حنة الإبل بنية ليفية متشابكة مع وجود مسامات وفراغات واضحة على السطح. كما لوحظ انخفاض الشوائب والمواد غير السليلوزية، مما يدل على فعالية عملية الاستخلاص ونجاحها في الحصول على ألياف سليلوزية أكثر نقاءً وبمساحة سطحية أكبر.

استنتاج:

تشير صور إلى نجاح عملية استخلاص السليلوز من نبات حنة الإبل، ويتضح ذلك من ظهور الألياف السليلوزية بشكل واضح، وزيادة المسامية، وانخفاض تراكم الشوائب والمواد غير السليلوزية على سطح العين

خلاصة عامة:

تهدف هذه الدراسة إلى إستخلاص السليلوز من نبات صحراوي حنة الإبل بإستخدام معالجة كيميائية منهجية, شملت خطوات إزالة اللجنين والهيميسليلوز تليها مراحل التنقية و التجفيف. وتم تقييم كفاءة عملية الاستخلاص من خلال حساب مردود الاستخلاص, الذي بلغ حوالي وهي نسبة مقبولة تدل على على فعالية البروتوكول المعتمد. 5,813 %. كما تم تحليل النقاوة الكيميائية للعينة المستخلصة بقياس الرماد بعد عملية التكليس عند°C 500 لمدة 4 ساعات, حيث بلغت النسبة 7,64% هذه القيمة تشير إلى انخفاض نسبة الشوائب المعدنية, مما يعكس نجاح خطوات المعالجة في إزالة المكونات غير العضوية فيما يخص التوصيف البنيوي للمادة, تم استخدام تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء والتي كشفت وجود مجموعات وظيفية مميزة للسليلوز مثل: مجموعة الكربوكسيل (-OH)والمجموعات الألكيلية ,(C-H) ومجموعة الكربونيل,(C=O)بالإضافة إلى روابط الإيثر , (C-O-C)مما يؤكد وجود البنية السليلوزية النموذجية.أجري كذلك توصيف مجهري للعينة بإستخدام المجهر الإلكتروني الماسح لدراسة الشكل الخارجي للألياف, وقد أظهر هذا الأخير أليافا ذات بنية ليفية واضحة ومنتظمة تعكس هذه النتائج نقاوة المادة المستخلصة ونجاح خطوات الإستخلاص.

بناءا على المعطيات, يمكن اعتبار السليلوز المستخلص من نبات حنة الإبل مادة واعدة في التطبيقات البيئية والصناعية التي تتطلب مواد طبيعية ومتجددة عالية النقاوة.

قائمة الملاحق

الشكل(1.III): صورة لجهاز الرج والتسخين

الشركة: VELP scientifica

الوظيفة: يستخدم لتسخين المحاليل وتحريكها في الوقت نفسه ويستعمل في إذابة المواد الكيميائية و تحضير المحاليل المتجانسة

الشكل(2.III): صورة لجهاز الطرد المركزي

الشركة :.Nüve A.Ş

الوظيفة: يستخدم لفصل مكونات الخليط اعتمادا على إختلاف الكثافة بواسطة الدوران السريع مثل فصل الرواسب عن المحاليل

الشكل(3.III):صورة لفرن التجفيف

الشركة:j.p.selecta

الوظيفة: يستخدم لتجفيف العينات والمواد الزجاجية عند درجات حرارة مضبوطة, ومن تطبيقاته إزالة الرطوبة من العينات النباتية وتجفيف ألياف السليلوز بعد استخلاص والغسل

الشكل(4.III):صورة لميزان التحليل المخبري الحساس

الشركة: Adem Equipment

الوظيفة: يستخدم لقياس كتل العينات المواد الكيميائية بدقة عالية جدا ويستعمل للوزن العينات النباتية

الشكل(5.III): مطحنة كروية عالية الطاقة

مزودة بمبرد تدويري

الشركة: Retsh Emax High Energy Ball Mill(Retsch GmbH)

الوظيفة:هي طحن وخلط وتجانس العينات الصلبة إلى احجام دقيقة جدا حتى تصل إلى المستوى الميكروني أو النانوي

الشكل(6.III): فرن الحرق

الشركة:

الوظيفة: يستخدم لتسخين العينات عند درجات حرارة المرتفعة من أجل حرق وإزالة المواد العضوية وإجراء المعالجات الحرارية للعينات

الشكل(7.III): صورة للمجهر الالكتروني الماسح

الشركة المصنعة: ZEISS(شركة كارل زايس الألمانية).

الوظيفة: تصوير سطح العينات بتكبير عال جدا يصل إلى آلاف أو مئات الالآف من المرات دراسة السطح المورفولوجي والبنية السطحية للمواد

الشكل(8.III): جهاز سوكسليت الاستخلاص

الشركة: Cole-parmer

الوظيفة: استخلاص المركبات القابلة للذوبان من المواد الصلبة باستخدام مذيب مناسب واجراء عمليات استخلاص مستمرة ومتكررة دون الحاجة إلى تغيير المذيب باستمرار ويستخدم كذلك في استخراج الزيوت, المركبات النباتية الفعالة, والدهون من العينات النباتية.