رقم الترتيب:.....
رقم التسلسل:.....

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي-

كليــة التكنولوجيــا

قسم هندسة الطرائق والبتروكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص : هندسة كيميائية

من إعداد:

بن عمر يوسف

تحت عنوان:

استخلاص وتشخيص السليلوز من بعض المخلفات النباتية : قشور البازلاء والفول السوداني

نوقشت يوم : /2020/09

أمام لجنة المناقشة:

د. ربيعي عبد الكريم	جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي	مؤطر

السنة الجامعية 2020/2019

بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر والعرفان

قال تعالى: أعوذ بالله من الشيطان الرجيم

"الحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ"

سورة الأعراف الآية 43

الهي لا يطيب الليل إلا بشكرك, ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ، ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ، ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ، ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك لك الشكر أولا وأخيرا على نعمة العلم التي منحتنا إياها وعلى عونك وتسديد خطانا في إتمام هذا البحث.

أوجه اسمى معاني الشكر و الامتنان إلى والدتي العزيزة و روح ابي الغالي رحمه الله، لما قدموه لني من مساندة ومجهود في تثبيت خطانا في مشوارنا التعليمي نسأل الله لهم الجنة .

و اذا كان الاعتراف بالجميل من شيم النفوس الكريمة ، فإننا نتقدم بأخص تعابير الشكر وأسمى معاني التقدير إلى الدكتور المشرف " **ربيعي عبد الكريم** " و طالب الدكتوراه " **فطحيزة شعيب التجاني**" لما قدماه لنا من جهد ونصائح ومعرفة طيلة انجازنا هذا البحث.

كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى جميع أعضاء لجنة المناقشة.

كما نشكر كل من ساندنا خلال مشوارنا التعليمي من أساتذة و طلبه وكل عمال كلية التكنولوجيا ومختبر كلية العلوم الدقيقة لما قدموا لنا من مساعدات و تسهيلات و معلومات فلهم منا كل الشكر.

وقبل وبعد فالشكر لله والله الحمد في الأول و الآخر

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى تثمين المخلفات لقشور (البازلاء والفول السوداني)، ولإيجاد بدائل محلية للمواد الاولية وذلك بإعادة تدوير واستعمال مكوناتها كثروة متجددة، في هذا العمل استخدمنا هذه المخلفات كمصدر لا نتاج السليلوز، فتم استخلاصه عن طريق المعالجة الكيميائية ذلك بنزع كل المواد الغير سليلوزية (non-cellulosique) فكان مردود قشور البازلاء (12.81%) أما قشور الفول السوداني (15.30%)، بعد ذلك تم تشخيصه بطيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) خلال أهم مراحل العلاج من اجل تتبع نقاوته بتتبع الوظائف الكيميائية المختلفة التي وضحت غياب وظائف المواد الغير سليلوزية، المجهر الالكتروني الماسح (MEB) من اجل مراقبة الخصائص البنيوية (المورفولوجية) للعينات، تقنية التحليل الكيميائي الطيفي (EDS) لتحديد العناصر الكيميائية، ولقد اشارت كل هذي الفحوصات إلى أن المعالجة الكيميائية المستخدمة كانت فعالة في إزالة المركبات الغير سلولوزية لكل منهما.

الكلمات المفتاحية : السليلوز، المخلفات النباتية، قشور البازلاء، قشور الفول السوداني، المواد اللجنوسليلوزية.

Résumé

Le but de cette étude est d'évaluer les résidus des coques (pois et arachides), et de trouver des alternatives locales aux matières premières en recyclant et en utilisant leurs composants comme une richesse renouvelable. Non cellulosique), le rendement en pelures de pois était de (12,81%) comme pour les coques d'arachide (15,30%), après quoi il a été diagnostiqué avec un spectre infrarouge (FT-IR) lors des étapes les plus importantes du traitement afin de suivre sa pureté en suivant les différentes fonctions chimiques révélant son absence. Matériaux non cellulosiques, microscopie électronique à balayage (MEB) pour surveiller les propriétés structurelles (morphologiques) des échantillons, technique de spectroscopie chimique (EDS) pour identifier les éléments chimiques, et tous ces tests ont indiqué que le traitement chimique utilisé était efficace pour éliminer les composés non cellulosiques pour chacun d'entre eux. .

Mots clés: Cellulose, déchets végétaux, coquilles de pois, coquilles d'arachide, matières lignocellulosiques.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the residues of the husks (peas peel and peanuts peel), and to find local substitutes for the raw materials by recycling and using their components as a renewable wealth. Non-cellulosic), the yield of pea peels was (12.81%) as for the peanut shells (15.30%), after that it was diagnosed with an infrared spectrum (FT-IR) during the most important stages of treatment in order to track its purity by tracking the various chemical functions that revealed its absence. Non-cellulosic materials, a scanning electron microscope (MEB) to monitor the structural (morphological) properties of the samples, a technique for chemical spectroscopy (EDS) to determine the chemical elements, and all of these tests indicated that the chemical treatment used was effective in removing the non-cellulosic compounds for each of them.

Key words: Cellulose, Vegetable Waste, Pea Peel, Peanut Shells, Glynoscellulose Materials

الفهرس

الفهرس

المحتويات

الشكر والعرفان..... I

الملخص II

Résumé..... III

Abstract IV

الفهرس VI

قائمة الاشكال XI

قائمة الجداول XIII

-1I- تمهيد..... 5

I- 2 – المخلفات النباتية:..... 5

I-2-1- لمخلفات النباتية الحقلية:..... 6

I-2-2- مخلفات النبات النيجيلية :..... 6

I-2-3- مخلفات القطن:..... 6

I-2-4- مخلفات محاصيل الحبوب الزيتية:..... 6

I-2-5- مخلفات المحاصيل البقولية..... 7

I-2-6- مخلفات المحاصيل السكرية..... 7

I-2-6- مخلفات التمور:..... 7

I-2-7- مخلفات الخضر والفـاكهة (ملحق رقم 1 – الجدول رقم 1)..... 8

I-2-7-1- المخلفات الجافة..... 8

I-2-7-2- المخلفات الرطبة..... 8

I-2-7-3- المخلفات السائلة:..... 9

I-3- خصائص المخلفات النباتية:..... 9

I-3-1- الخصائص الفيزيائية:..... 9

I-2-3- الخصائص الكيميائية:..... 10
I-4- إعادة تقييم المخلفات الزراعية كتعزيز في البوليمرات الحيوية:..... 11
I-5-1- صناعة الكمبوست:..... 12
I-5-2- انتاج الطاقة..... 13
I-5-3- اعلاف الحيوانات:..... 15
I-5-4- الصناعات السليلوزية و الالواح المضغوطة :..... 15
I-5-5- الزراعة على المخلفات الزراعية:..... 16
I-5-7- استخدامها للأغراض البنائية : 16
I-6- أهمية المخلفات النباتية كمصدر للسليلوز :..... 17
I-7- حرق النفايات مشكلة ام حل..... 18
ملخص..... 19
II-1- البازلاء (الجلبانة)- تاريخها:..... 21
II-2- توصيف علم النبات لنبات البازلاء..... 21
II-3- التصنيف 23
II-4- أهمية نبات البازلاء..... 23
II-5- القيمة الغذائية للبازلاء..... 23
II-6- الوصف المورفولوجي لنبات البازلاء:..... 24
II-1-6- النظام الخضري:..... 24
II-1-1-6- نظام الجذر:..... 24
II-2-1-6- السيقان:..... 25
II-2-1-6- الجهاز التناسلي:..... 26
الزهور:..... 26
II-7- البازلاء في العالم: 26
II-8- البازلاء في الجزائر:..... 27
II-9- مخلفات البازلاء:..... 28

II-10- الفول السوداني: تاريخه وموطنه: 29
II-11- تعريف نبات الفول السوداني: 30
II-12- التصنيف العلمي لنبات الفول السوداني: 31
II-12-1 - الوصف المورفولوجي : 31
II-12-1-1- الساق: 31
II-12-1- 2 - الأوراق:- 31
II-12-1- 3 - الجذور: 32
II-12-1- 4 - الزهور: 32
II-12-1- 4 -1- الزهور الجوية: 32
II-12-1- 4 - 2- الزهور تحت الأرض: 32
II-12-1- 5 - الفاكهة: 33
II-12-1- 6 - البذور: 33
II-13- الأهمية الغذائية للفول السوداني: 34
II-14- القيمة الغذائية للفول السوداني: 34
II-15- الأهمية الاقتصادية للفول السوداني: 35
II-16- توزيع الفول السوداني في العالم: 36
II-17- واقع زراعة الفول السوداني في وادي سوف: 36
II-18- مخلفات الفول السوداني: 37
ملخص 39
III -1- الألياف الغذائية: 41
III -1-1- الألياف غير القابلة للانحلال بالماء: 41
III -1-2- الألياف القابلة للانحلال بالماء: 41
III -2- الخلية: 42
III -3- تنظيم جدار الخلية: 42
III -3-1- ساترة الأوسط: 43

III -2-3- الجدار الأساسي: 44
III -3-3- الجدار الثانوي: 44
III -4- المواد اللجنوسيليلوزية : 44
III -4-1- السليلوز: 45
III-4-1-1- البنية البلورية للسليلوز: 47
III-4-1-2- حركة مركب التخليق الخلوي في غشاء البلازما (انتاج السليلوز): 49
III-4-1-3- توليف السليلوز بالبكتيريا الحية: 54
III-4-1-4- مقارنة السليلوز البكتيري مع السليلوز النباتي: 55
III-4-2- الهيميسليلوز: 55
III-4-3- اللجنين: 57
الملخص 59
IV-1 - المواد الخام 62
IV-2 - مراحل المعالجة : 64
IV-3 - لمعالجة الفيزيائية: 64
IV-3 - المعالجة الكيميائية: 65
المرحلة الأولى (نزع المواد الدهنية والذوابة في الماء الساخن): 65
IV-4 - المرحلة الثانية المعالجة بحمض كلور الماء (HCl): 66
IV-4 -1- خطوات المعالجة : 66
IV-5 - المرحلة الثالثة (المعالجة القاعدية بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH): 67
IV-6 - المرحلة الرابعة (مرحلة التبييض): 68
IV-7 - التشخيص 70
IV-7 -1- طيف الأشعة تحت الحمراء (IR) : 70
IV-7 -2- المجهر الإلكتروني الماسح(MEB) : 70
IV-1 - مردود الاستخلاص: 73
IV-2 - نتائج طيف الأشعة تحت الحمراء (IR): 74

IV-2 -1- قشور الجلبانة العينة (A) 74
IV-2 -2- قشور الفول السوداني العينة (B):..... 74
IV-3 -المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) :..... 76
IV-3 -1- بنية مسحوق قشور الجلبانة قبل المعالجة:..... 76
IV-3 -2- الخصائص البنيوية لمسحوق قشور الجلبانة قبل المعالجة:..... 77
IV-3 3- التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الجلبانة قبل المعالجة:..... 77
IV-3 -4- بنية الياف السليلوز المستخلص من قشور الجلبانة:..... 78
IV-3 -5- الخصائص البنيوية لألياف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة:..... 79
IV-3 -6- التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الجلبانة:..... 79
IV-4 - بنية مسحوق قشور الفول السوداني قبل المعالجة:..... 80
IV-4 -1- التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الفول السوداني قبل المعالجة:..... 81
IV-4 -2- بنية الياف السليلوز المستخلص من قشور الفول السوداني:..... 82
IV-4 -3- الخصائص البنيوية لألياف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني: 83
IV-4 -4- التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الفول السوداني:..... 83
الملخص 108

قائمة الاشكال

الشكل I -01 **:** مخلفات نباتية مختلفةالمصدر[3]..... 5

الشكل I -03: صناعة الكومبوست المنزلي[12]..... 13

الشكل I -04: يوضح إنتاج الغاز الحيوي والطاقة من الغاز الحيوي[15]..... 14

الشكل I -06 : التمثيل الهرمي لمصادر مختلفة من السليلوز [22]..... 18

الشكل II-2- **:** صورة توضيحية للبسلة ومكوناتها.[31]..... 25

الشكل II-6- : نبات الفول السوداني[46]..... 30

الشكل II-10- **:** توزيع الفول السوداني في العالم [56]..... 36

الشكل II-11- **:** تطبيقات قشور الفول السوداني في إنتاج المنتجات الحيوية المختلفة..... 38

الشكل III -1- **:** البنية الخلوية لخلية نباتية [61]..... 41

الشكل III -3- **:** نموذج مبسط لجدار الخلية النباتية [67]..... 43

الشكل III -4- **:** تمثيل توزيع مكونات الجدار للخلية النباتية [65]..... 43

الشكل III -5- **:** المستويات المختلفة لتنظيم السليلوز[10]..... 45

الشكل III -6- **: a)** هيكل ثلاثي الأبعاد من السليلوز.**b)** صيغة هيكل السليلوز.[22]..... 46

الشكل III -9- **:** يوضح المناطق المتبلورة والغير متبلورة للسيليلوز[72]..... 48

الشكل III -10- **:** بنية غشاء البلازما [61]..... 49

الشكل III -14- **:** الية تصنيع السليلوز على مستوى غشاء البلازما [76]..... 52

الشكل III -16- : ميكروسكوبية للألياف **a)** السليلوز النباتي - **b)** السليلوز البكتيري 5

الشكل III -17- : جزيئات الهيميسليلوز(Xyloglucan)[10]..... 56

الشكل III -18-: التركيب الكيميائي للجنين [92]..... 58

الشكل IV-1 -**:** العينتين A و B بعد التقطيع..... 62

الشكل IV-2 - **:** مخطط العمل لاستخراج السليلوز من العينات..... 63

الشكل IV-3- : مرحلة نزع المواد الذوابة في الماء..... 65

الشكل IV-4 - : خطوات المعالجة الحمضية لقشور البازلاء..... 66

الشكل IV-5 - : خطوات المعالجة القاعدية لقشور البازلاء..... 68

الشكل IV-6 - : عملية التبييض لقشور البازلاء..... 69

الشكل V-2 - : منحنيات طيف الاشعة تحت الحمراء لعينة قشور الجلبانة عبر مراحل المعالجة 74

الشكل V-3 - : منحنيات طيف الاشعة تحت الحمراء لعينة الفول السوداني..... 74

الشكل V-4 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية مسحوق قشور الجلبانة الخام 76

الشكل V-5 - : توزيع الالياف الخام لمسحوق قشور الجلبانة حسب أقطارها..... 77

الشكل V-6 - : منحنى التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الجلبانة بواسطة (EDS)..... 77

الشكل V-7 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية أليف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة..... 78

الشكل V-8 - : توزيع ألياف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة حسب أقطارها..... 79

الشكل V-9 - : منحنى التركيبة الكيميائية لالياف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة بواسطة (EDS)..... 79

الشكل V-10 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية مسحوق قشور الفول السوداني الخام..... 80

الشكل V-14 - : توزيع ألياف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني حسب أقطارها. 83

الشكل V-15 - : منحنى التركيبة الكيميائية لالياف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني بواسطة (EDS)..... 83

قائمة الجداول

الجدول I -01 - **:** الخصائص الفيزيائية لأنواع مختلفة من النفايات النباتية بالوزن الجاف..... 9

الجدول I -02 **:** الخصائص الكيميائية لأنواع مختلفة من النفايات النباتية [2] [4]..... 10

الجدول I -03 : التركيب الكيماوي للغاز الحيوي % [14]..... 13

الجدول II - 2 - **:** التصنيف العلمي لنبات البازلاء[32]..... 23

الجدول II-3- : القيمة الغذائية للبازلاء [33]..... 24

الجدول II-5- **:** التصنيف العلمي لـ (Arachis Hypogea L) [44]..... 31

الجدول II-6- **:** القيمة الغذائية للفول السوداني [55 ,54]..... 34

الجدول II-7- **:** التركيب الكيميائي لقشور الفول السوداني[58]..... 37

الجدول II-8- **:** تحليل عنصري لقشرة الفول السوداني [58]..... 37

الجدول : درجة بلمرة السليلوز من مصادر مختلفة [73]..... 47

الجدول IV-1 - : المواد والأدوات المستخدمة..... 64

الجدول V-1 -: يوضح نسبة السيليلوز الناتج ونسب مكونات المادة الخام المستعملة..... 73

الجدول V-2 - : التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الجلبانة بواسطة (EDS)..... 77

الجدول V-3 - : التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الجلبانة..... 79

الجدول V- 4 - : التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الفول السوداني بواسطة (EDS)..... 81

مقدمة عامة

لطالما اعتُبِرت النفايات النباتية مواد عديمة الفائدة ومصدرا لتلوث البيئة وشرا يصعب التخلص منه. لكن هذه النظرة القاتمة تجاهها بدأت تتغير نحو الاتجاه الإيجابي خلال السنوات الأخيرة، بعد نجاح تحويلها إلى مصدر نظيف للطاقة وإنتاج السماد لتخصيب التربة، مع توقعات بأن تشكل في المستقبل مصدرا بديلا للمواد الأولية الطبيعية في العديد من القطاعات الاقتصادية، حيث اتجهت الأنظار منذ سنوات إلى تثمين المخلفات النباتية بصفة عامة، واعتبارها منجما سيكون من الإسراف عدم استغلاله في المستقبل.

وتتضح الصورة حول مدى الخطر الذي تمثله هذه المخلفات من خلال الكميات المهولة التي ينتجها البشر سنويا، وعادة ما يكون مصير المخلفات هو الإهمال أو الحرق، وهو ما يشكل عبئا إضافيا على البيئة بسبب الغازات التي تصدر منها خلال عملية الحرق أو التحلل.

للاستفادة من المخلفات النباتية يجب التفكير في غلق حلقات الانتاج بجعل المخلفات الناتَجة في نهاية مسار إنتاجي معين هي نفسها المواد الأولية لمسار أو مسارات إنتاجية أخرى، وفي هذا الإطار يعمل باحثون على استخلاص مواد ومركبات كيميائية من المخلفات الناتجة من الزراعة. حيث قام الباحثون بإنتاج مادة الغليسرين لعمليات إنتاج الديزل الحيوي وتحويل الزيوت النباتية. كذلك قشور الفول السوداني تم تصنيع مواد تتميز بقدرة عالية على مقاومة للرطوبة ومكن استعمال الفطريات من صنع لبنات عضوية للبناء، وقشور البطاطا بعد معالجتها وتجفيفها تمكن المهندسون من تصنيع مواد عازلة للصوت ومقاومة للحرارة. وتبدو الفكرة من الوهلة الأولى مجرد فكرة طريفة وغير واقعية، لكن دراسة خصائص هذه المواد تثبت عكس ذلك.

المخلفات النباتية سواء الخشب الصلب منها او اللين قشور ام أنوية تحتوي على خلايا نباتية محاطة بجدار يتكون من مواد لجنوسيليلوزية أغلبها "السليلوز" وهو عبارة عن بوليمير مكونة من الغلوكوز كوحدة أساسية، وهو مركب كيميائي مستقر يمتلك ثلاث مجاميع هيدروكسية (-OH) انطلاقا منه يمكن تصنيع عدد كبير من المشتقات لتستخدم في العديد من المجالات.

وبصدد ذلك وضع هذا البحث لاستخدام مخلفات نبات البازلاء والفول السوداني والمتمثلة في (قشور الثمار) كمصدر لإنتاج السليلوز، حيث يعتبران الأكثر نموا وتواجدا في المنطقة الصحراوية بالجزائر بالضبط "وادي سوف" الامر الذي جعل مخلفاتهما بكميات هائلة.

ولهذا فإن السعي لاستخلاص السليلوز من هاته المخلفات النباتية سيكون استثمارا حقيقيا وذو قيمة كبيرة، ومن أجل ذلك جهزنا كل المواد والمحاليل والاحماض والأجهزة والعينات اللازمة ليتم

الاستخلاص عن طريق المعالجة الكيمائية. ثم يتم تشخيص العينات باستعمال عدة تحاليل كيميائية، والذي دفعنا لهته الدراسة هي التساؤلات التالية : ماهي الطريقة الأفضل للاستخلاص السليلوز من هاذين المصدرين ؟ وما مدى نقاوته؟ وماهي نسبته في كل من قشور الثمار لــ (البازلاء والفول السوداني)؟ وماهي الخصائص الكيميائية للسليلوز المستخلص من المصدرين؟ وهل يمكن انطلاقا من السليلوز المستخلص تصنيع مشتقات له أم لا؟ وما هي المحاليل او الاحماض التي يمكن ان يذوب فيها اذا كان لا يذوب في الماء؟.

كان من المبرمج في هذا البحث وكتطبيق للسليلوز المستخلص تحضير النانو سليلوز انطلاقا منه وذلك للأهمية الكبيرة لتلك المواد، ونتيجة لعدم وفرة الإمكانيات اللازمة مع ظروف جائحة كورونا لم نستطع ذلك، فاقتصر البحث على الاستخلاص و تشخيص السليلوز الناتج.

فكان من الاجدر تلخيص كل هذا وتثمينه في هذه المذكرة المتواضعة التي تم تقسيمها الى ما يلي:

- وضعنا الفصل الأول كعموميات حولها, وذلك لتبيان أهمية المخلفات في التدوير وإعادة الرسكلة , والتفكير في الحلول البديلة الإيجابية بدلا من سلبية الرمي كمزبلة او الحرق, والاستفادة منها كناتج ثانوي عبارة عن السليلوز.
- في الفصل الثاني اردنا ان نختار التفصيل والتعريف ودراسة نظرية شاملة على نوعين من المخلفات الأكثر رميا وانتشارا وزراعة , في ولايتنا والقطر الجزائري , فاخترنا قشور البازلاء وقشور الفول السوداني. وهما من أهم المحاصيل الزراعية و الغذائية في آن واحد حيث نجدها تحتل مراتب بعد القمح و الذرة و الأرز في العالم .
- جزء نظري ثالث يتضمن دراسة السليلوز والمتواجد ضمن مواد لجنوسليلوزية المكونة للجدار المسؤول عن المبادلات الخلوية للخلية النباتية, يتبعه عمل تطبيقي على ظاهرة استخراج السليلوز. سمح لنا بإظهار جميع المعلمات التي تميز هذا الاستخراج ضمن كميات ومقادير ومعالجات بمحاليل وحرارة معينة, والترشيح. في الجزأين الرابع والخامس.

الجانب النظري

الفصل الأول:

عموميات حول المخلفات النباتية

المخلفات الزراعية هي نواتج حيوية لعمليات صنع الغذاء في النباتات المختلفة والمتبقية في الحقول بعد الحصول على المنتج او المحصول الرئيسي . يميل البعض الى تسميتها بالمتبقيات الزراعية وهي ذات قيمة اقتصادية هامة واحيانا تشكل ثروات كبيرة غالبا ما تكون ضائعة بسبب عدم الاستغلال.

هناك قائمة طويلة من هذه المواد والتي يختلف وجودها ووفرتها باختلاف البلدان، ولعل من اهمها مخلفات محاصيل الخضر، وغيرها. هذه المخلفات اذا ما اضيف لها النباتات الحولية وبعض الادغال ونواتج التقليم في البساتين والغابات والمشاجر كلها مجتمعة ستأخذ عنوانا أعم وهو ما يطلق عليه " المواد اللجنوسليلوزية" ، وهو تعبير عن المواد التي تحتوي في تركيبها السليلوز واللجنين من غير خشب الأشجار.

تتنوع نظم ووسائل تدوير المخلفات الزراعية تبعا لنوع هذه المخلفات وللأساليب والتقنيات المتوفرة والهدف من التدوير. فمن اهم اوجه الاستغلال هو تحويلها الى اسمدة عضوية او اعلاف للحيوانات والصناعات السليلوزية والالواح المضغوطة. ا و استخدامها في انتاج الطاقة النظيفة مما يسهم في تحقيق الزراعة النظيفة وحماية البيئة من التلوث وتحسين المنتجات الزراعية وتوفير فرص عمالة بالريف وبالتالي تحسين الوضع الاقتصادي والبيئي ورفع المستوى الصحي والاجتماعي.

تقدر كميات المخلفات الزراعية في الوطن العربي بحدود 500 مليون طن منها 41 % حيوانية وما تبقى نباتية يتخلف بعد حصاد التصنيع الزراعي ب 17 مليون طن ، وهي ارقام تقريبية وقد تكون الفعلية اعلى من ذلك. الا ان الاعم الاغلب ليس فقط يترك بدون استغلال فيشكل بذلك هدار للثروات ، وانما يحرق في المزا رع فيكون بذلك عاملا من عوامل التلوث البيئي فيترك اثره السلبي على التربة وعلى الهواء والأحياء[1].

I-1- تمهيد

يتخلف بعد حصاد ودراسة المحاصيل النجيلية والبقولية وكذلك بعد جني القطن وكسر القصب وجمع الخضر ومخلفات كثيرة تشمل السيقان والأوراق والأغلفة النباتية كما في الشكل (I- 1)، كما تتخلف من تصنيع بعض المحاصيل مخلفات أخرى، وتتميز جميع هذه المخلفات بأنها مواد خشنة أو غليظة وذات حجم كبير، وهي عموما تحتوى على نسبة مرتفعة من المواد الكربوهيدراتية كالسليلوز والبنتوزانات التي تنتمي الى فئة الهميسليلوز، وهي من أقارب السليلوز(كما تحتوى على اللجنين وهو غير كربوهيدراتي)، بينما تحتوى على نسب منخفضة من البروتين الخام والدهن وبعض هذه المخلفات يستخدم كوقود والبعض الآخر يدخل فى بعض الصناعات ومنه ما يستخدم فى تغذية الحيوانات المجتره [2]

.

الشكل I -01 **:** مخلفات نباتية مختلفة المصدر [3].

I- 2 – المخلفات النباتية:

المخلفات النباتية هي مادة قابلة للتحلل الحيوي ولدت في كميات كبيرة ، يتم إلقاء الكثير منها على الأرض لتتعفن في العراء ، و التي لا تنبعث منها رائحة كريهة فحسب، بل تخلق أيضًا مصدر إزعاج كبير من خلال جذب الطيور والفئران والخنازير – ناقلات من أمراض مختلفة. وبصرف النظر عن الخسائر ما بعد الحصاد بسبب نقص في سعة التخزين والتجهيز وتغليف الخضار وفقا لمواصفات التسويق. أيضا تلعب دورا رئيسيا في توليد النفايات [4]. هذا وتختلف النواتج النباتية الثانوية كما ونوعا،

تبعا لنوع المحصول المنتج وموسمه وكيفية جمعه وتسويقه، إضافة للمخلفات الناتجة عن التصنيع الوسيط للمنتجات الزراعية، كنواتج تقشير البذور وضربها ودرس الحبوب وطحنها، وكذلك نواتج عصر الثمار لصنع المشروبات او الماكولات او استخراج الزيوت النباتية والسكر.

تم تصنيف المخلفات النباتية تبعا لاهم مصادرها اما كمياتها المتوفرة فقد تم بكثير من التصرف وذالك باستخدام البيانات المتوفرة في التقارير والكتب السنوية، ونشرات منظمة الفاو، والمعايير الدولية المطبقة في هذا الصدد. وقد قدرت اجمالي المخلفات النباتية في الوطن العربي عام 2004 بحوالي 94.5 مليون طن، حيث يتركز معظمها في مصر والسودان (47%) ثم بلدان المغرب العربي (27.7%) فالمشرق العربي (17%) والجزيرة العربية (8.3%). هذا ويمكن تصنيف المخلفات النباتية تبعا لخصائصها النوعية على النحو التالي [5] :

I-2-1- لمخلفات النباتية الحقلية:

تختلف هذه المخلفات حسب نوع المحصول ودرجة نضج النبات عند الحصاد ، ومنها :

I-2-2- مخلفات النبات النيجيلية :

تشمل السيقان والأوراق الجافة المتخلفة عن حصاد الحبوب عامة ، ومن أهمها النواتج الثانوية لنباتات القمح والشعير والأرز والذرى بانواعها . وتتميز هذه المجموعة من المخلفات ، باحتوائها على نسب عالية من الالياف وتدني محتواها من البروتين الخام (5% - 2%)، كما يحتوي بعضها على نسبة من مادة السيلكا مثل قش الأرز، حيث قدر اجمالي الكميات المنتجة من المحاصيل المذكورة أعلاه عام 2004 حـــوالي 58 مليون طن.

I-2-3- مخلفات القطن:

وتشمل الأوراق والفروع الغضة، هذا الى جانب بعض اللوز المتساقط من النبات. وترعى هذه المخلفات مباشرة بعد الحصاد ، كما في السودان، وتتخلف بعد عملية الرعي السيقان الصلبة، التي يتم التخلص منها بالقلع ثم الحرق وذلك لدرء مخاطر كمون مرض الساق الأسود والاطوار المعدية لدودة لوزة القطن، والتي تنتقل مع المخلفات لمحصول الموسم التالي.

أما من حيث الإنتاج، فان مجمل انتاج الوطن العربي من السيقان، وهي المكون الأهم يترك بالحقل، فان تقديراتها تصل الى نحو 3.6 مليون طن مادة جافة عام 2004 ، تحتل السودان المرتبة الأولى بنسبة تصل الى نحو 41% ، تليها سوريا بنسبة 34.8%.

I-2-4- مخلفات محاصيل الحبوب الزيتية:

تشمل مخلفات الحبوب الزيتية، عيدان السمسم، قش الفول السوداني وعيدان محصول عباد الشمس مقش فول الصويا، ويبلغ اجمالي النتاج العربي في عام 2004 من مخلفات هذه المجموعة

المحصولية نحو 1.9 مليون طن مادة جافـة. وعلى المستوى القطري ينتج السودان نحو 65% منها، يليه مصر بحوالي 25% .

وعلى المستوى الإقليمي يتصدر الإقليم الأوسط قائمة منتجي مخلفات محاصيل البذور الزيتية، اذ يبلغ انتاجه 1.7 مليون طن مادة جافة وهذا يمثل 90% من اجمالي مخلفات هذه المحاصيل تليها العراق بحوالي 64 الف طن.

I-2-5- مخلفات المحاصيل البقولية

كما يتضح من بيانات (الملحق رقم 1 – الجدول رقم 1) ان اجمالي ما ينتجه الوطن العربي من مخلفات المحاصيل البقولية لا يتعدى 2.22 مليون طن على أساس المادة الجافة، ينتج المغرب نحو 50% من اجمالي الإنتاج يليه الإقليم الأوسط بنحو 33.7% ثم المشرق العربي نحو 12.8% ، اما انتاج دول الجزيرة العربية من هذه المخلفات فهي محدودة.

I-2-6- مخلفات المحاصيل السكرية

هي عبارة على القمم الخضراء لنبات قصب السكر والعروش الخضراء لنبات الشمندر السكري. وقد أوضحت الدراسات ان تلك المخلفات تصلح لأغراض تغذية الحيوان، حيث تحتوي القمم الخضراء لقصب السكر على 9% الياف، 2.0% بروتين و5.0 % دهن خام. اما بالنسبة لمخلفات الشمندر الطري فانها تحتوي على 5% بروتين مهضوم.

ويبين (الملحق 1 – الجدول رقم 1) ان اجمالي انتاج الوطن العربي من مخلفات قصب السكر يقدر في عام 2004 بنحو 6.9 مليون طن على أساس المادة الجافة، ينتج الإقليم الأوسط نحو 37% منها، يليها اليمن والسعودية بنحو 20.4% فالمغرب العربي بنحو 16% .

وعلى المستوى القطري تحتل مصر المرتبة الأولى في انتاج تلك المخلفات (2.3 مليون طن) ، يليها السودان (0.8 مليون طن) فـالجزائر (0.78 مليون طن).

اما بالنسبة للشمندر السكري، فان مجمل انتاجه في المنطقة العربية بلغ عام 2004 حوالي 2.4 مليون طن مادة جافة ينتج المغرب العربي وحده 36% ويتراوح انتاج كل من مصر وسوريا والسعودية والجزائر ما بين 11.5 الى 14.8% .

I-2-6- مخلفات التمور:

تشمل المخلفات الناتجة من تقليم الأشجار، والتي تتنوع بين جريد سعف النخيل واغلفة الطلع والحوامل الزهرية والالياف، والتمر المتساقط. وقد بينت التحاليل الكيميائية ، ان هذه المخلفات فقيرة بالبروتين.

ان جملة انتاج الوطن العربي من تلك المخلفات يبلغ حوالي 2.7 مليون طن معظمها لمخلفات الاشجار(90% من الاجمالي). حيث تشكل في كل من مصر والسودان معا نسبة 32.3% والجزيرة العربية 25% من اجمالي هذه المخلفات ، وبلدان المغرب العربي 21.6% .

اما انتاج نوى التمور تبلغ حوالي 216 الف طن ينتج معظمها في كل من العـراق ومـصر والسعودية بنسب 32.4% ، 27.8% ، 23.1% علـى التوالي .

I-2-7- مخلفات الخضر والفـاكهة (ملحق رقم 1 – الجدول رقم 1)

يقدر حجم هذه المخلفات بنحو 14.50 مليون طن، وهي تنتج من صناعات الحبوب الغذائية، الزيوت النباتية ، السكر، الخضروات والفواكه وتصنيع التمور. وتشكل صناعة انتاج السكر 33.8 % من اجمالي المخلفات ، تليها صناعة طحن وتصنيع الحبوب بنسبة 26 % ، فصناعة انتاج الزيوت النباتية بنسبة 15% ، ثم تصنيع الخضر والفواكه 6.4 % وأخيرا صناعة منتجات النخيل والتمور.

وعلى المستوى الإقليمي ينتج الإقليم الأوسط لوحده نحو 35.7 % من مخلفات الصناعات الغذائية، يليه إقليم المغرب العربي بنسبة 16.5 % ، ثم إقليم المشرق العربي بنسبة 13.5 % .

هذا وتصنف مخلفات التصنيع الغذائي من الناحية العملية حسب حالتها وخواصها المادية الى مخلفات جافة ورطبة وسائلة، بيانها كمايلي :

I-2-7-1- المخلفات الجافة

هي التي يقل فيها محتوى الرطوبة عن 15 % ، واهمها نخالة الحبوب، قشر الفول السوداني، كسب الحبوب الزيتية، إضافة الى نوى الزيتون ونوى التمور وغيرها.

وتتصف هذه المخلفات بخفة الوزن وكبر الحجم (أي تدني الكثافة النوعيـة) ، مما يجعلها تتكدس بكميات كبيرة خلال موسم الانتاج، كما هو الحال بالنسبة لفائض البقاس [5] وهوالحُتالة او بقايا طحن القصب [6] الذي يتسبب في نشوب الحرائق [5] وليس من السهولة إخماد ناره في الوقت والحين [6] ما لم تتم الاستفادة منه في تغذية المجترات او صناعة الخشب الحبيبي او انتاج الفحم النباتي.

I-2-7-2- المخلفات الرطبة

يتراوح محتوى الرطوبة فيها بين 25% - 50 % مثل لب الحمضيات والزيوت وتفل البنجر السكري، والطماطم وتفل العنب إضافة الى احتوائها على نسبة كبيرة من العناصر العضوية كالسكريات الذائبة او الزيوت او الاحماض العضوية.

وهي بحكم محتواها الرطوبي تصبح قابلة للتخمر والتلف السريع بفعل البكتيريا والفطريات، مما يؤكد ضرورة خفض نسبة الرطوبة فيها بالتبخير او التجفيف او برفع درجة تركيز المادة العضوية فيها، وذلك بخلطها بمادة المولاس لكي تسهل الاستفادة منها.

I-2-7-3- المخلفات السائلة:

وتشمل المولاس بانواعه وماء الثمار، الذي يمثل الناتج الثانوي لعملية عصر الزيتون. هذا ويحتوي المولاس على نسبة عالية من المواد الكربوهيدراتية ، حيث تتراوح نسبة السكر فيه بين 48% - 56% ، وهو يعمل كعنصر تماسك للاعلاف الجافة المخلوطة عند تحبيبها، كما انه يقلل من الفاقد الغذائي للعلف. واجمالا يمكن القول ان المخلفات الحقلية تشكل الجزء الأكبر من مجموع المخلفات الزراعية النباتية على مستوى المجموعات المحصولية المختلفة ، حيث تختلف الأهمية النسبية لما تنتجه كل من الأقاليم العربية من هذه المخلفات [5].

I-3- خصائص المخلفات النباتية:

نفايات الخضروات والفواكه هي مجموعة خاصة من الكتلة الحيوية التي تحتاج إلى وصفها لفهم طبيعتها للتطبيق كمواد خام واقتراح أفضل منهجية لاستخدامها بشكل صحيح. يؤثر تكوين النفايات أيضًا على المحصول الكلي والحركية للتفاعل البيولوجي أثناء الهضم. يمكن أن يتم توصيف النفايات فيزيائيا أو كيميائيا أو بيولوجيا. لذا ، فإن دراسة تفصيلية لخصائص النفايات ضرورية لتحديد تطبيق وتحديد الجدوى الاقتصادية للعملية. تم إعطاء بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات النباتية في الجدولين 1 و 2 على التوالي :

I-3-1- الخصائص الفيزيائية:

تشمل الخصائص الفيزيائية للنفايات الصلبة تقدير الوزن والحجم والرطوبة والرماد والمواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة المتطايرة واللون والرائحة ودرجة الحرارة وما إلى ذلك ، بينما يتم تقدير المواد الصلبة الذائبة والمعلقة للنفايات السائلة. العكارة هي معلمة مهمة أخرى للنفايات السائلة ، والتي يجب أخذها في الاعتبار.

الجدول I -01- **:** الخصائص الفيزيائية لأنواع مختلفة من النفايات النباتية على أساس الوزن الجاف.

نوع المخلف	الرطوبة %	الرماد %	إجمالي الصلبة %
بطاطا (مخلفات / مخلفات صلبة).	87 - 85	12 - 6	19 - 1.7
طماطم (نفايات صلبة).	90 - 85	5.3 – 3.1	22.4 – 7
البصل (تقشير البصل، وبصيلات كاملة).	92.6 – 82	0.1 ± 4.7	0.25 ± 91
البازلاء (قشور ، ومخلفات صلبة).	88.5 – 84	15.5 – 4.8	39 - 11.11
بنجر السكر (اللب ، السيلاج ، والأوراق).	0.1 ± 85	8.85 – 3.81	11 - 7

I-2-3- الخصائص الكيميائية:

تشمل الدراسات الكيميائية قياس السليلوز ، الهيمسيلليلوز ، النشا ، السكريات المختزلة ، البروتين ، إجمالي الكربون العضوي ، الفوسفور ، النيتروجين ، (BOD)، (COD) [4]، وهما على التوالي (الطلب البيولوجي على الأكسجين في الماء)، (والطلب على الأكسجين الكيميائي في الماء) [7]، الأس الهيدروجيني ، الهالوجينات ، المعادن السامة. يمكن أيضًا اختبار الكالسيوم والمغنيسيوم وما إلى ذلك. توفر جميع هذه المعايير الكيميائية والكيميائية الحيوية نظرة ثاقبة على تطبيق النفايات للتوظيف في إنتاج طاقة محددة. يشير التوصيف البيولوجي إلى وجود مسببات الأمراض والكائنات التي تعتبر مؤشرات على التلوث. من السمات الشائعة لأشكال مختلفة من مخلفات الطعام ثرائها بالبروتينات والكربوهيدرات والجزيئات الحيوية الدهنية مع اختلاف درجة الحموضة . كما أن نفايات صناعات الخضروات بما في ذلك الجزر والبازلاء والطماطم لها نسبة BOD عالية وهي مصدر غني بالعديد من العناصر الغذائية مثل الفيتامينات والمعادن والألياف وما إلى ذلك[4].

الجدول I -02 : الخصائص الكيميائية لأنواع مختلفة من النفايات النباتية [4] [2].

نوع المخلف	السليلوز %	الهيميسليلوز%	اللجنين %	البروتين الخام %	معامل الهضم %
قش الأرز	34.2	27.9	10.2	2	23.6
قش القمح	39	36	9.6	2.6	38.2
قش الشعير	40.4	28.1	9.1	2.7	37.8
تبن الفول	42.1	21.3	13.2	4.85	41.9
تبن برسيم	39.2	17.9	14.8	4.3	48.6
حطب ذرة شامية	38.1	32.8	7.9	3.7	40.9
قوالح الذرة	37.4	37.9	5.8	2.1	61.6
حطب القطن	49.4	12.9	22	3.6	24.8
سرسة الأرز	39.1	13.7	11	3.7	23.7
بطاطس (قشر، مش)	25 - 17	15 - 10	40 - 30	05 - 03	-
طماطم	32 - 30	18 - 5	18 - 10	22 - 17	-
جزر	52 - 13	19 - 12	02 - 01	08 - 05	-

I-4- إعادة تقييم المخلفات الزراعية كتعزيز في البوليمرات الحيوية:

جذب تصنيع المركبات الخضراء المكونة من البوليمرات الحيوية والألياف الطبيعية اهتمامًا كبيرًا بأبحاث البوليمرات والمواد المركبة. كان القلق العام بشأن البيئة وتغير المناخ والاحترار العالمي مع توفر موارد الوقود الأحفوري المحدودة ، محركًا مهمًا للحكومات والشركات والعلماء لإيجاد بدائل للنفط الخام في إنتاج البلاستيك. قد تقدم المركبات الحيوية التي تم الحصول عليها من البوليمرات الحيوية والمقواة بالألياف الطبيعية مساهمات مهمة عن طريق تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والتأثيرات البيئية ذات الصلة. على وجه الخصوص ، يعد استخدام النفايات الزراعية وتقييمها موضوعًا شائعًا في البحث ، ويتم الإبلاغ عن عدد متزايد من النتائج في هذا المجال.

الألياف الطبيعية هي مواد مستخرجة من المواد الموجودة في الطبيعة والتي يمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات رئيسية: الخضار (الألياف النباتية) والألياف الحيوانية والمعدنية (الملحق-1، الشكل-2). تصنف الألياف النباتية إلى ثلاثة أقسام فرعية رئيسية: ألياف الأوراق (على سبيل المثال ، زيت النخيل والموز والسيزال والأناناس وأوراق الأباكا...) ؛ ألياف الحويصلة (مثل الكنافة والجوت والكتان) ؛ ألياف البذور (على سبيل المثال ، القطن ، قشر الأرز، جوز الهند). يمكن اعتبار الألياف كمركبات موجودة بشكل طبيعي تتكون بشكل رئيسي من (السليلوز، هميسليلوز) و اللجنين، مع محتويات طفيفة من السكريات والنشا والبروتينات والمستخلصات والرماد. تشكل الألياف الدقيقة السليلوزية أحادية الاتجاه عناصر التقوية في مزيج المصفوفة من هميسليلوز واللجنين. من المثير للاهتمام ملاحظة العديد من مزايا دمج الألياف الطبيعية في البوليمرات الحيوية ، نظرًا لأنها منخفضة الكثافة والتكلفة ، والتوافر ، وقابلية إعادة التدوير ، والصداقة البيئية ، والتدهور التام في التربة دون انبعاث المركبات السامة في حالة التسميد ، والخصائص الميكانيكية الجيدة ، سمحت للعلماء في جميع أنحاء العالم لإظهار الاهتمام في استغلال الإمكانات الكاملة للألياف النباتية.

في السنوات الأخيرة ، شارك الباحثون في تثمين المخلفات الزراعية والألياف اللجنوسليلوزية كتعزيزات البوليمر بدلاً من تلك التي تم الحصول عليها من الزجاج والكربون. على سبيل المثال ، الغلاف الخارجي لبدن بذور فول الصويا هو منتج ثانوي تم إنشاؤه أثناء معالجة زيت فول الصويا وقد تم إثبات هذه البقايا كتعزيز جيد للحصول على المركبات الخضراء الهندسية في مزيج بولي (3-هيدروكسي بوتيراتيكات-فاليريت) ومزيج بولي لاكتيد (60 : 40٪ بالوزن). أظهرت هذه الدراسة أن إضافة 30٪ من بدن فول الصويا قد أدت إلى زيادة مهمة في معامل الشد لهذه المركبات التي قد تعزى إلى الصلابة العالية للألياف. وأخيرًا ، زادت وحدات هذه المركبات الخضراء بشكل كبير مع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أنواع الألياف[8].

I-5- أهم أوجه الاستفادة من المخلفات الزراعية:

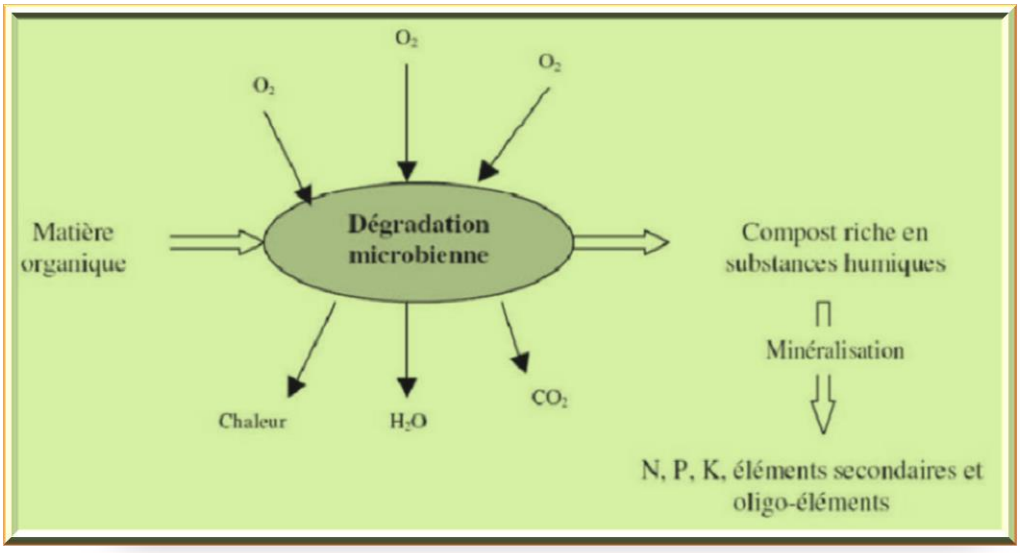
لغرض تعظيم الاستفادة من المخلفات الزراعية فانها تعالج بطرق ميكانيكية وبيولوجية وكيميائية ليتم تحويلها الى منتجات هامة يحتاجها الانسان في شتى المجالات فيتحقق من خلاله جانب مهم من الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية ومن اهم اوجه الاستغلال المعروفة للمخلفات الزراعية ما يأتي :[1]

اولا : النشاط الزراعي والحيواني (اعلاف ، اسمدة ،. . .)

ثانيا : تصميمَ الفراغ الداخلي (مواد بناء مستدامة ، الواح خشبية ، الواح ورقية ، مصادر طاقة[9]. .)

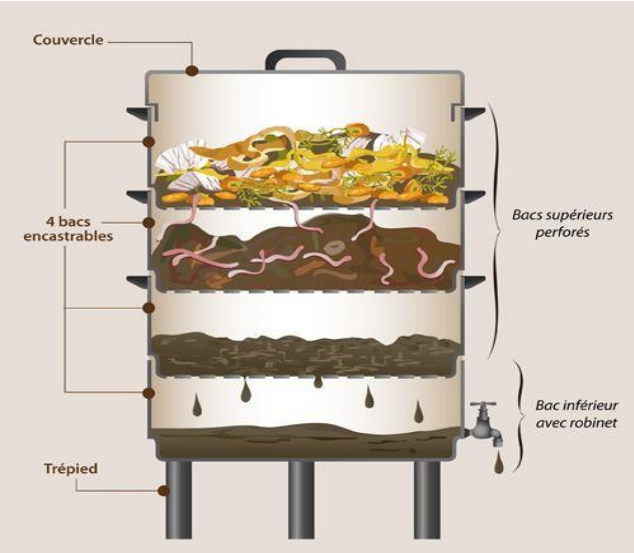
I-5-1- صناعة الكمبوست:

يعرف العديد من المؤلفين الكمبوست بأنه " التحلل والتثبيت البيولوجي للركائز العضوية تحت ظروف تسمح بتطور درجات حرارة عالية تنتج عن النشاط البيولوجي والتي تؤدي إلى منتج نهائي مستقر بما فيه الكفاية لاستخدامه في الأرضيات دون مخاطر على البيئة ". كما في الشكل(**I -02**) فان هذه العملية تؤدي إلى إنتاج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والمعادن والمواد العضوية المستقرة والصحية تسمى الدبال. فقط المواد العضوية مثل النفايات الخضراء، والقمامة المنزلية، وحمأة محطات معالجة مياه الصرف الصحي، ومواد الصرف الصحي والنفايات الصناعية (المواد الغذائية والورق) يمكن أن تنتج الدبال. لا تتحلل المواد العضوية ذات الأصل الكيميائي مثل البلاستيك أو تتحلل بشكل سيء، باستثناء المواد التي يشبه هيكلها المركبات الطبيعية القابلة للتحلل. يستخدم الكمبوست منذ قرون في الزراعة والبستنة لإعادة تدوير المغذيات وزيادة خصوبة التربة [10].



الشكل I -02: يوضح الرسم البياني المبسط لعملية التسميد [11].

ولمعرفة كيفية معالجة المخلفات النباتية في المنزل الشكل (**I -03**) من قشور الخضار وبقايا تقليم الحديقة، بهدف انتاج السماد، فان الرابط الموجود بالمرجع [12] به فيديو يوضح الطريقة العملية لإنتاجه.



الشكل I -03: صناعة الكومبوست المنزلي [12].

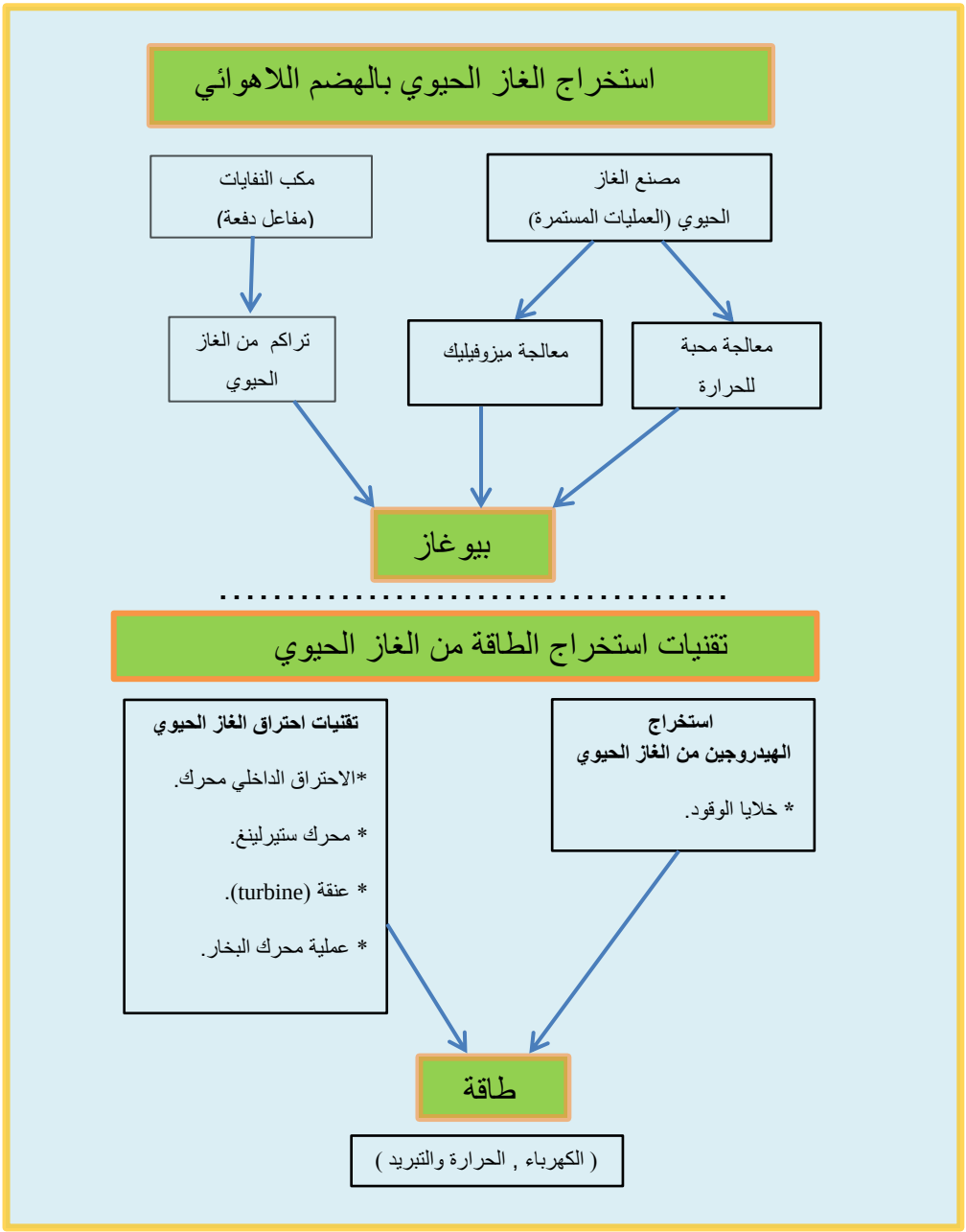
I-5-2- انتاج الطاقة

حيث يتم انتاج غاز الميثان كمصدر متجدد للطاقة وذلك من خلال التخمر اللاهوائي [1] وهي عملية تحلل المواد العضوية التي تحكمها الكائنات الحية الدقيقة في غياب الأكسجين، ثم يتم إرسالها إلى وحدة إنتاج الغاز الحيوي. بعد التحلل ، يتم استخدام النفايات العضوية [13] ومنها المخلفات الزراعية بطريقة اقتصادية وامنة ومساندة لحماية البيئة من التلوث. ان هذا النوع من الاستغلال من شانه ان يسهم في ترشيد استهلاك الطاقة من مصادرها التقليدية، ويوفر حماية الكتلة الحيوية (biomasse) من الحرق المباشر. يدخل الميثان في انتاج الغاز الحيوي وهو خليط من غازي الميثان(50 – 60 %) وثاني أكسيد الكربون (20 – 25 %) مع غازات أخرى نسبتها 5 – 10 % ، وهو غاز غير سام وليس هناك مخاطر من استخدامه [1]. ومنه فان الجدول رقم (I -03) يوضح التركيب الكيماوي للغاز الحيوي [14]. وفي عام 2017 ، كان لقطاع الهضم اللاهوائي 514 منشأة تشغيلية و 1700 وظيفة تم تحديدها في فرنسا [13].

الجدول I -03 : التركيب الكيماوي للغاز الحيوي % [14].

المركب	نسبته	رمزه
الميثان	50–75	CH_4
ثنائي أكسيد الكربون	25–50	CO_2
النيتروجين	0–10	N_2
الهيدروجين	0–1	H_2
كبريتيد الهيدروجين	0–3	H_2S
الأكسجين	0–0	O_2

من تقنيات الغاز الحيوي هي تقنيات لإنتاج الطاقة من الغاز الحيوي ، التي تشبه تلك المستخدمة لاستغلال مصادر الطاقة التقليدية، والتكنولوجيا الأكثر انتشارًا هي محرك الاحتراق الداخلي. يمكن أيضًا لمصانع الغاز الحيوي الأصغر استخدام محركات السيارات المعدلة (مثل مصنع الغاز الحيوي Semriach في النمسا). التقنيات الأخرى هي تكنولوجيا محرك ستيرلنغ ، والتوربينات ، وتكنولوجيا المحركات البخارية الحديثة ، التي لديها كفاءات تزيد عن 80٪. علاوة على ذلك ، يمكن تشغيل خلايا الوقود باستخراج الهيدروجين من الغاز الحيوي. والشكل رقم (**I -04**) يوضح تقنيات استخراج الغاز الحيوي وتقنيات إنتاج الطاقة من الغاز الحيوي [15].



الشكل I -04: يوضح إنتاج الغاز الحيوي والطاقة من الغاز الحيوي [15].

I-5-3- اعلاف الحيوانات:

يتم تحويل المخلفات الزراعية الى أعلاف للحيوانات بعد تقطيعها وتحسين صلاحيتها بالطرق البيولوجية ، حيث تتم معاملة المخلفات بعد تنعيمها بالتبخير تحت ضغط ودرجة حرارة معينين. كما قد تستخدم المخلفات كقش الرز ونشارة القصب كأرضية لنثر بذور الشعير حيث عند نمو البادرات تكون مجتمعة خليطا علفيا لتغذية الحيوانات. وقد يتم طمر المخلفات الزراعية الخضراء مضغوطة تحت سطح الارض لعمل السيلاج حيث يعد علفا اخضرا يمكن توفيره طول العام وله ميزاته الخاصة في هذا المجال [1]. ويجب أن نوضح بعدم إعتبار إستخدام أغلب أنواع " الحبوب والبذور " في صناعة الأعلاف التقليدية أمرا أكثر أهمية و فائدة من إستخدام النبات ككل أو مخلفات تلك الحبوب والبذور بما تشمله من المجموع الخضري والجذري الطازج أو الجاف , فكثير من الأحيان و" من خلال تجارب مخبرية دقيقة وحديثة " كما في (الشكل **I -05**) [16] (والملحق 1 الشكل 03) [17] تفوقت أوراق وسيقان العديد من محاصيل الحبوب والبقوليات بمجموع وتنوع محتواها الغذائي عن البذور نفسها؟. وأن الحيوانات التي تتغذى على كامل النبات كانت صحتها وإنتاجيتها أفضل بكثير من الحيوانات التي تتغذى على البذور أو الحبوب لوحدها.[16]

الشكل I -05: تصنيع الاعلاف العضوية الغير تقليدية [16].

I-5-4- الصناعات السليلوزية و الالواح المضغوطة :

يمكن اعتماد هذه المواد كمادة خام لانتاج العجينة السليلوزية وصناعة الورق وانتاج الالواح التركيبية [1]. كما تم استخدام اللوح الحبيبي على نطاق واسع في صناعة الأثاث والخزائن والجدار ولوحة السقف لعدة عقود. وفي عام 2014 ، بلغ إنتاج الألواح الحبيبية 111 مليون متر مكعب حول العالم [18]، كما ان احتوائها على الالياف بمعدلات تقارب ما يحويه خشب الاشجار يجعلها مادة بديلة عنه في الحصول على هذه الالياف التي تشكل مادة أساس، لعدد هائل من الصناعات المعتمدة على السليلوز

واللجنين وغيرهما من المكونات الكيميائية. وفي مجال صناعة الالواح فان الالياف تشكل وزنا يزيد عن 99 % من وزن اللوح الليفي، كما وان مفروم المخلفات تزيد نسبته عن 90 % من وزن اللوح الحبيبي. هذه المواد قد تستخدم لوحدها او مخلوطة مع خشب الاشجار لتحسين صفات معينة لاستخدامات بعينها بنسب خلط تحددها خواص كل مادة من المواد الداخلة في الإنتاج [1].

يتم إنتاج معظم الألواح الحبيبية التجارية باستخدام عملية التشكيل الجاف ، والمرتبطة بمواد لاصقة ، مثل راتنج اليوريا فورمالدهايد (UF) ، وراتنج الفينول فورمالدهايد. ومع ذلك ، كان انبعاث الفورمالديهايد مشكلة صحية متزايدة باستمرار، حيث تم إجراء بحث لتطوير مواد لاصقة صديقة للبيئة ، مثل المواد اللاصقة التي تحتوي على البروتين أو فول الصويا المضافة. حيث أظهرت ألياف السليلوز النانوية (CNF) إمكانات كمضاف لتحسين الأداء للعديد من التطبيقات في مجموعة متنوعة من الصناعات. وأظهرت العديد من المركبات مع إضافة CNF خصائص أداء محسنة [18].

I-5-5- الزراعة على المخلفات الزراعية:

تستخدم هذه الطريقة في الاراضي التي تعاني من مشاكل في التربة كالملوحة الشديدة او الإصابة بأمراض التربة سواء في البيوت الزجاجية او في الحقل المكشوف. ترص المخلفات على التربة كما يحصل مع قشور الرز حيث تزرع عليها الخضروات . كما وقد تستخدم قشور الرز أو حطب القطن او نشارة الخشب لتنمية وانتاج الفطر(عيش الغراب) [1].

I-5-6- استخدا م المخلفات الزراعية في مكافحة الامراض النباتية:

ويطبق ذلك بالاستخدام المباشر عن طريق خلطها بالتربة او بعد تحويلها الى أسمدة عضوية او (كمبوست). يتم تحميل بعض الكائنات الحية الدقيقة النافعة على هذه المخلفات وتضاف الى الترب لمقاومة المسببات المرضية الكامنة في التربة، كما يحصل في تثبيط نمو الفطرPythium Phytophthosa بواسطة الكمبوست، واستخدام الأسمدة الخضراء لتثبيط فطر**Rhizoctonia solani** المسبب لعفن الجذور . ان تحويل المخلفات الزراعية الى أسمدة عضوية من شأنه أن يحسن من خواص التربة ويزيد معدلات النمو ولكونه يجعل الوسط المحيط بالتربة يميل الى القاعدية فانه يصبح غير مناسب لنمو النيماتودا، اضافة الى دور الكائنات الدقيقة التي تنمى عليها في مقاومة هذه الاحياء الضارة [1].

I-5-7- استخدامها للأغراض البنائية :

ان الاستخدامات التقليدية للمخلفات الزراعية مع انها لا زالت موجودة في بعض البلدان النامية الا أنها لا تشكل أهمية كبيرة موازنة بالاستخدامات الحديثة والتي يتبع فيها تقنيات متنوعة ومتطورة لاستغلالها في المجالات البنائية [1]. حيث يحتوي العديد منها مثل القش والأوراق من المحاصيل والألياف من الفاكهة والقشور والسيقان وكذلك الأصداف على محتوى ليفي يمكن استخدامه كمكون في مواد البناء المركبة لذلك [19]. لهذا نرى اليوم وفي دول متقدمة أن أبنية بالكامل تنتج بهذه التقنيات وباستخدام المواد

الزراعية [1]. كما تتطلب مواد البناء والتشييد التقليدية مثل الصلب والأسمنت والخرسانة [19] (التي من مميزاتها العظيمة أنه من الممكن اختيار مكوناتها [20])، والكتل الرملية والطوب والبلاط المحروق استخراج كميات كبيرة من المواد الخام، مما يتسبب في استنزاف الموارد الطبيعية والأضرار البيئية. ولدت هذه المخاوف البيئية والاقتصادية الاهتمام في البحث في مواد البناء البديلة ، مثل كتل بناء التربة، وتقنيات البناء الأكثر استدامة [19].

مع الزيادة في عدد سكان العالم، والتنمية المستدامة يجب أن تكون ذات أهمية خاصة، وصناعة الخرسانة يجب أن تساهم في هذا الغرض [21]. كما أظهرت دراسات إمكانية الاستخدام والأداء المقبول لبعض النفايات الصلبة الزراعية (الملحق **1** – الشكل 2 والجدول 2) مثل الركام في صنع الخرسانة. لذلك، تطوير المعرفة الموجودة وتحديد النفايات الصلبة المفيدة الأخرى التي يجب أن ستستخدم في صنع الخرسانة أيضا مساهمة قيمة في الاستدامة البيئية للصناعة [20].

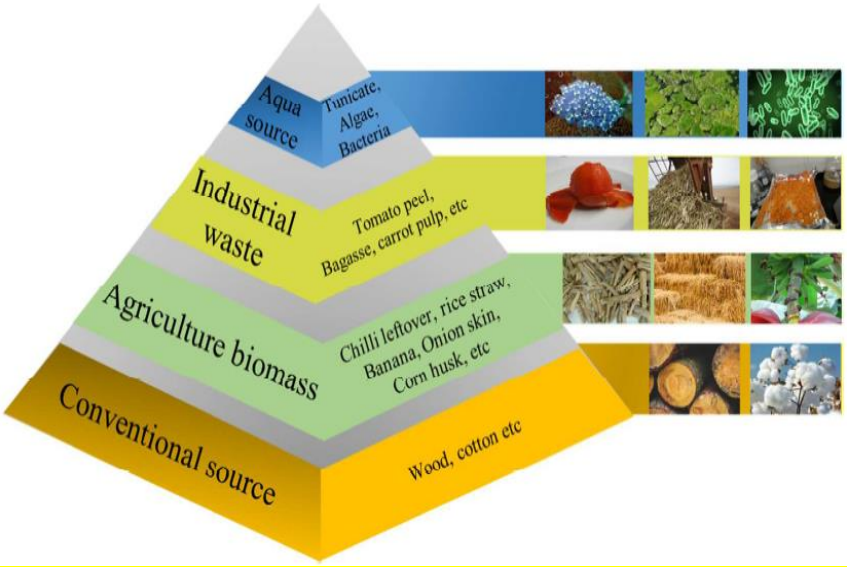
ان الاعتراف المتبادل بهذه المواد ، واستخدامها في الخرسانة من قبل المهندسين المدنيين والزراعيين المهندسين ، سيمهد الطريق لاستخدامات أخرى محتملة للنفايات الزراعية في صناعة البناء ، فضلا عن بعض الصناعات الأخرى. كما سيؤدي إلى المزيد من الاستدامة البيئية [20].

I-6- أهمية المخلفات النباتية كمصدر للسليلوز :

إنتاج المواد السليلوزية يزداد بشكل كبير لتلبية الحاجة إلى الطاقة المتجددة ومواد مستدامة صديقة للبيئة. غالبًا ما يعتبر السليلوز واحدًا من أهمها مصدر طبيعي. مع ظهور علم النانو ، يركز الباحثون والمصنعون في إنتاج NC بكميات ضخمة ويتضح من زيادة عدد المنشورات وبراءات الاختراع في هذا المجال. يعتمد تكوين السليلوز بشكل كبير على المصدر. حيث يمكن العثور على السليلوز في مصادر مختلفة مثل الخشب والألياف الطبيعية (الكتلة الحيوية للزراعة) والحيوان البحري (تونيك) ،الطحالب والفطريات. هذا الاستعراض يتعامل مع نفايات المحاصيل كمصدر أساسي لاستخراج NC. كما في الشكل(**I -06**) تمثيل هرمي للمصادر الرئيسية التي يمكن استخراج السليلوز منها [22].

ينتج قطاع الزراعة كميات ضخمة من النفايات التي تهدد البيئة إما أنها تحترق في الحقول مسببة تلوث الهواء أو تتراكم في التربة. كما ان نفايات الزراعة هي أغنى شكل من الألياف الطبيعية وهي مادة واعدة وأكثر استدامة. وبالتالي ، فإن المواد المستدامة المنتجة باستخدام نفايات المحاصيل تتزايد بين الباحثين. مقارنة بالخشب في هذه الحالة يكون السليلوز موجودًا في جدار خلوي ثانوي ، يكون من الأسهل عزل السليلوز من الألياف الزراعية حيث يوجد السليلوز في جدار الخلية الأساسي ويتم الرجفان في الحالة الأخيرة مع انخفاض استهلاك الطاقة. حسب منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ، كل عام يحصد المزارعون مليون طن من الألياف الطبيعية من النباتات. النظر في كمية الإنتاج والنفايات النتيجة هي

أيضًا الكثير من الألياف التي يمكن الحصول عليها في المقابل ، ملايين قليلة من أطنان مترية من الألياف متوفرة كل عام ويزيد المبلغ سنويًا.



الشكل I -06 : التمثيل الهرمي لمصادر مختلفة من السليلوز [22].

تحويل هذه نفايات المواد إلى ثروة هي مصلحة مستمرة للباحثين. خدمة الألياف الطبيعية تمكن من الحصول على المواد الخام المستندة إلى الزراعة [22].

I-7- حرق النفايات مشكلة ام حل

إحراق النفايات لا يعني اختفاء اثر تلك المواد المستغنى عنها وانتهاء دورتها الطبيعية، غير أن للنفايات دور مؤثر سلبا على جمالية البيئة ورونقها، فهي في الوقت نفسه تحمل في طياتها عبر مكوناتها، العديد من الأمراض والملوثات العاملة على تنشيط أنواع خاصة من البكتيريا وإنشاء الأمراض الاعتيادية والمستعصية، وينطوي أسلوب الحرق على مخاطر عديدة، من أهمها تلويث الهواء[23].

سيؤدي حرق النفايات الخضراء إلى زيادة تلوث الهواء. الملوثات التي تطلق في الهواء يمكن أن تضر بالصحة. في الواقع ، هذا الاحتراق غير فعال ، خاصة عندما تكون النباتات المحروقة رطبة ، وتطلق ملوثات سامة للإنسان والبيئة ، مثل الجسيمات (PM) ، وأكاسيد النيتروجين (NOx) من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHs) ، أول أكسيد الكربون (CO) ، المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) ، أو حتى الديوكسينات. ومع ذلك ، فإن ممارسة الحرق هذه تثبت أنها مصدر رجعي في مستويات التلوث المقاسة في الهواء ، ويمكن أن تزيد من سمية المواد المنبعثة في الهواء في حالة مزج النفايات الخضراء مع نفايات أخرى من حديقة (بلاستيك ، خشب معالج) [24]. وتشمل هذه الأخيرة نفايات من أصل نباتي من صيانة الحديقة وبالمناسبة من المطبخ : العشب الناجم من القص ؛ الاوراق الميتة ؛ بقايا التقليم والقطع بالفرشاة ؛ النباتات غير المريضة وغير الغازية من تنظيف الأسرة (تجنب الأعشاب

الضارة في البذور أو الأشواك أو النعناع أو جذور ذيل الحصان ...) ؛ إسقاط ثمار غير مستهلكة من الأشجار ؛ تقشير الخضروات ...[25].

أبرزت الدراسات الوبائية تشابه الآثار الصحية بين أبخرة احتراق الكتلة الحيوية (الأخشاب والنباتات) والمنتجات البترولية (الديزل) ، سواء في الطبيعة أو في تواتر الاضطرابات التي تسببها (أمراض الجهاز التنفسي وسرطان الرئة). ...) وفقًا لبرنامج الكاربوسول الأوروبي [26]. ولعل ابرز مثال وبائي عالمي، ما نعيشه هته الأيام ، الفيروس المستجد (COVID-19) المسمى كورونا، الذي هو بنفس الاثار الصحية.

ملخص

تمثل البقايا النباتية ثروة عظيمة وكبيرة لو استغلها الانسان الاستغلال الأمثل ، ولكن نظرا لنقص الوعي لدى معظم الافراد او عدم معرفة بالوسائل التي يمكن من خلالها تحويل هذه المخلفات او البقايا النباتية الى أشياء نافعة وإقامة صناعات صغيرة عليها. ولعل من تلك الاستخدامات كمادة خام في الصناعات الخشبية وفي انتاج مواد بناء مستدامة بديلة للتقليدية وفي مصدر ذو وجه اخر للطاقة.

فمنذ عصور قديمة وفي كثير من الحضارات استخدمت تلك المتبقيات في أغراض كثيرة ومصدرا ذو قيمة عالية في الغرض المستخدمة فيه بل انه أحيانا ما كان ليرتفع سعرها لما للمنتجات الناتجة منها من أهمية كبيرة.

تعد الأنشطة الزراعية هي المسؤولة عن ثلث ما تتعرض له الكرة الأرضية من تغيرات مناخية، حيث ان 25 % من الغازات المنبعثة نتيجة النشاط الزراعي تتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري، من الاستخدام الخاطئ للمخلفات الزراعية بالحرق على سبيل المثال يزيد المشكلة تعقيدا. لذلك تحاول كثير من الدول طبقا لاتفاقية كيوتو إيجاد حلول لتقليل الضغط على النظام البيئي العالمي ، اذ انه اصبح كوعاء واحد، فما يحدث في أي دولة يؤثر سلبا او إيجابا على دول أخرى بالتالي وجب على كل الدول المتقدمة صناعيا والتي تحدث تلوثا بيئيا كبيرا ان تدعم الدول الفقيرة لزراعة الغابات وتنفيذ مشاريع تساهم في التعامل الأمثل مع المخلفات الزراعية والتي من شانها تقليل التلوث والحفاظ على البيئة المحيطة.

أدت بداية القرن الحادي والعشرين إلى تطوير الوسائل التقنية المتقدمة لإعادة تدوير النفايات الصلبة في البيئة. لتفعيل ذلك ، لزم البحث بفحص أنواع نفايات الزراعة ، وخصائصها البيئية والكيميائية والعلاقة بينهما وتقنيات التي تسعى لإيجاد حلول غير تقليدية.

إعادة تدوير هذه النفايات وكيفية استخدامها ، حيث استنتج أن استخدام تكنولوجيا إعادة التدوير النفايات الزراعية هي واحدة من أهم طرق الحفاظ على الطاقة و ترشيد الاستهلاك ، بالإضافة إلى أنه يوفر حلا لإعادة الإعمار بعد الآثار السلبية لهذه النفايات لأنها ضرورية وملحة للغاية لابتكار عقلانية جديدة وحلول غير نمطية للمشكلات والاحتياجات القائمة في محاولة للحفاظ على البيئة.

الفصل الثاني:

عموميات حول نبات البازلاء والفول السوداني

II-1- البازلاء (الجلبانة)- تاريخها:

تعد البازلاء الخضراء من المحاصيل الخضر الأكثر انتشار في العالم حيث زرعت لاكثر من 9000 سنة بالتزامن مع محاصيل الحبوب . وهي اكثر النباتات مدروسة وراثيا، وتبعا لدراسات (1926) Vavilov فان هناك ثلاث مواطن اصلية للبازلاء هي : المناطق الجبلية لجنوب غرب اسيا، منطقة الشرق الأدنى، ومنطقة الحبشة، في حين يعتقد كل من Zoharry and Hopf (1983) و (1985) Smartt and Hymowitz ان مناطق نشوء البازلاء هي الشرق الأدنى وحوض البحر الأبيض المتوسط ، حيث ظهرت هناك منذ أوائل العصر الحجري الحديث , وانتقلت بفضل النشاطات التجارية والرحلات الاستكشافية الى المناطق المعتدلة من اوربا وأجزاء اخري من العالم [27] .

II-2- توصيف علم النبات لنبات البازلاء

يعد نبات البازلاء *Pisum sativum* من النباتات الحولية التابعة لجنس Pisum، الذي يتبع الفصيلة البقولية Leguminosae، وهو جنس ساد في العالم القديم مناخيا.

الشكل II-1- **:** نبات البازلاء [28].

تتمتع نباتات البازلاء بجذر وتدي، يتراوح طول الساق من (60 – 120) سم وهو نبات متسلق، أوراقه مركبة ريشية مزدوجة، الوريقة الطرفية متحورة الى محلاق وللورقة اذينتان ورقيتان كبيرتان، وتتواجد الازهار في نورات عنقودية في اباط الاوراق، والثمرة قرن تختلف طولا حسب الأصناف وتحوي على 4 – 9 بذور ملساء او مجعدة، حيث تحتوي البذور المجعدة قبل نضجها على ماء اكثر، كما تحتوي على كربوهيدرات اكثر نسبيا عند جفافها مقارنة بالبذور الملساء، كما ان تكوين العقد الازوتية على جذورها وزيادة نشاطها مرتبط بالرطوبة والتهوية وتوفر العناصر الغذائية في تحضير التربة المقلبة، والسماد العضوي، عموما لونها اخضر فاتح ذات مذاق حلو كروية الشكل وتعد من النباتات البقولية الهامة للإنسان

والحيوان [29]. يحتوى هذا الجنس على أكثر من 10 أنواع مختلفة ولكن المنتشر فى العالم كخضر للزراعة هو pisum sativum كما في الشكل (II-1-) ويقع تحت نوعان هامين:

- البسلة العاديةsativum var.humile poir:
- البسلة السكرية Mangetout وهى : sativum var. Macrocarpon ser pisum [30].

في الجزائر ، كانت البازلاء موجودة منذ فترة طويلة. تبرز الكتابات القديمة وجودها في بلادنا. وقد وصفه ديسفونتينيس في عام 1798. وذكر باتانديه وطرابوت (1888) وجود أنواع فرعية مختلفة من البازلاء التي تزرع في الجزائر. كما حدد كيزل وسانتا (1962) في عملهما "النباتات الجديدة في الجزائر ومناطق الصحراء الجنوبية" وجود أصناف مزروعة، و التي تتضمن اربع أنواع وهي البازلاء العلفية، البازلاء الخضراء، البازلاء البروتينية و البازلاء الطرية، وتتميز البقوليات بما يلي:

- زهور الفراشة (على شكل فراشة) لمعظم الأنواع المزروعة ؛
- جراب يحتوي على بذور (الجراب هو الفاكهة من مبيض الزهرة) ؛
- وبالنسبة لغالبية أفراد هذه العائلة ، القدرة على استخدام النيتروجين الجوي (N2) لإنتاج مكونات البروتين الخاصة بها.

بهذه الخاصية الثالثة ، وخلافا للأنواع المزروعة الأخرى ، لا تحتاج زراعة البقوليات بشكل عام إلى إضافة الأسمدة النيتروجينية للتعبير عن النمو الأمثل ، وتمثل بوابة للنيتروجين التكافلي في الأنظمة للإنتاج الزراعي . وكما يوضح الجدول (I - 04-) تكوين بذرة البازلاء وبعض البقوليات [31].

الجدول II-1- : تكوين بذرة بعض الباقوليات [31].

	النشا % كتلة صلبة	الياف% كتلة صلبة	الدهون% كتلة صلبة	بروتين% كتلة صلبة
البازلاء	50	15	02	25-22
الفاصوليا	43	18	02	32-28
ترمس أبيض	01	22	10	39-35
فول الصويا (سوجا)	02	20	20	40-36
قمح	70	10-08	1.5-01	15-10

II-3- التصنيف

يمكن تصنيف البازلاء على النحو التالي:

الجدول II- 2 - **:** التصنيف العلمي لنبات البازلاء[32].

عهد	نباتات	Plantae (plantes)	Règne
عهد ثانوي	نباتات الأوعية الدموية	(plantes vasculaires)	Sous-règne
الفرع	نباتات البذور	(plantes à graines)	Embranchement
تحت الفرع	كاسيات البذور ، أو النباتات بالورود	(Angiospermes, Phanérogames ou plantesà fleurs)	Sous embranchement
فئة	ذو فلقتين	(Dicotylédones)	Classe
فئة فرعية	الوردية	Rosidae	Sous-classe
الرتبة	فابااليس	Fabales	Ordre
العائلة	الفصيلة البقولية أو البقوليات	fabacées, papilionacées ou légumineuses	Famille
جنس	البازلاء L	*Pisum* L.	Genre
النوع	البازلاء ساتيفوم L	*Pisum sativum* L.	Espèce

II-4- أهمية نبات البازلاء

يُزرع نبات البازيلاء على نطاق واسع للاستفادة منه في المجالات الآتية:

الأكل: تُعد البازيلاء من الأطعمة ذات القيمة الغذائيّة العالية، والجزء القابل للأكل هو البذور، رغم أن هناك نوع من البازيلاء يُسمى البازيلاء السّكريّة ينتج قروناً قابلة للأكل.

الأعلاف: تُزرع بعض أنواع البازيلاء للاستفادة من النُبات كله كنوع من العلف لتغذية الحيوانات. السّماد: يُستفاد من بقايا نبات البازيلاء كنوع من السّماد الأخضر للتربة.

البحث العلمي: يشتهر نبات البازيلاء بأنّه النّبات الذي أجرى عليه العالم جريجور مندل (Gregor Mendel) تجاربه التي كانت الأساس الذي بُني عليه علم الوراثة.

II-5- القيمة الغذائية للبازلاء

تتميز البازيلاء بقيمتها الغذائيّة العالية، ويوضّح الجدول الآتي العناصر الغذائيّة التي توجد في نصف كوب (170 غراماً) من البازيلاء:

الجدول II-3- : القيمة الغذائية للبازلاء [33].

العنصر الغذائي	السعرات الحرارية	الكربوهيدرات	الألياف	البروتين	فيتامين ا	فيتامين ك	فيتامين ج	البيامين (فيتامين ب1)	حمض الفوليك (فيتامين ب9)	المنغنيز	الحديد	الفسفور
القيمة	62 سعرة حرارية	11 غم	4غم	34 % ك م ب ي	24 % ك م ب ي	13 % ك م ب ي	15 % ك م ب ي	12 % ك م ب ي	12% ك م ب ي	11 % ك م ب ي	7 %ك م ب ي	%6 ك م ب ي

ك م ب ي : الكمية المنصوح بها يوميا.

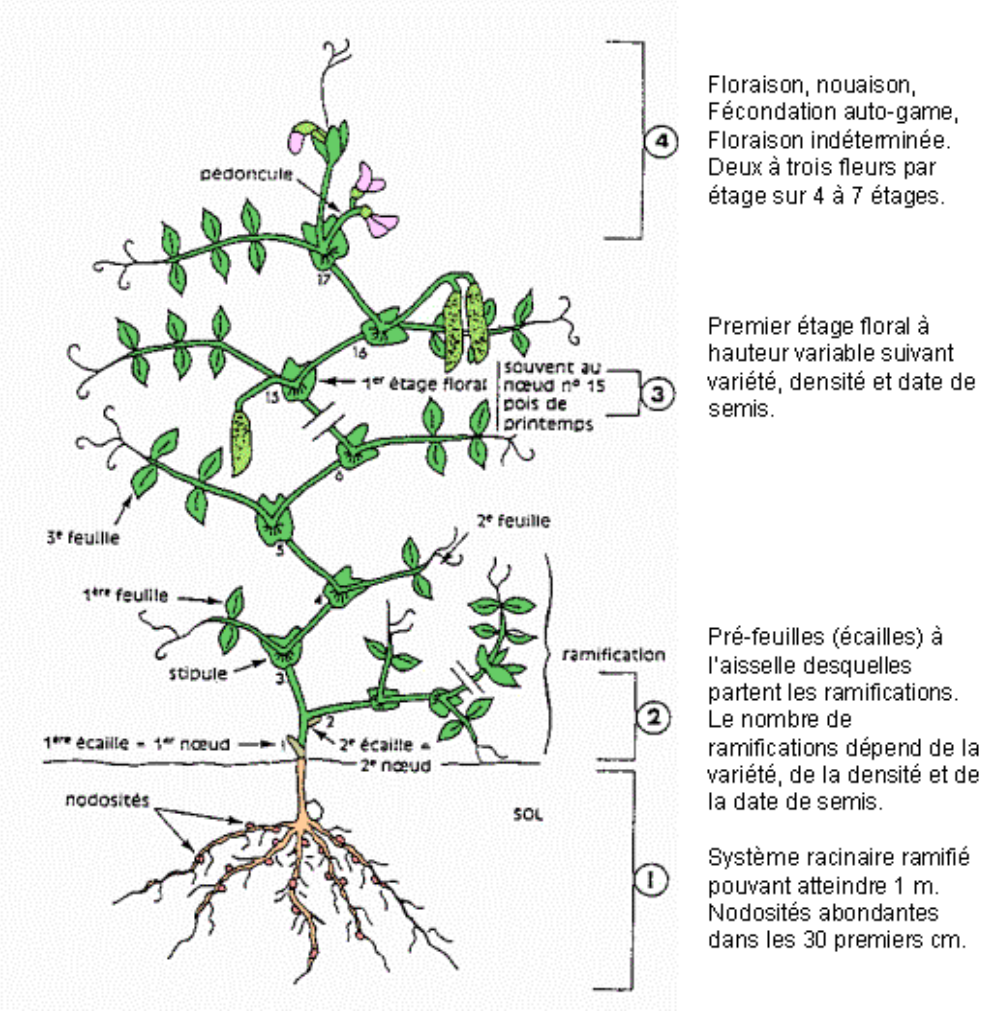
II-6- الوصف المورفولوجي لنبات البازلاء:

II-6-1- النظام الخضري:

يتكون الجهاز الجوي من جذع رئيسي وتشعبات من البراعم الجانبية (الشكل 02). العقد الأولى هي نباتية حصرية ، ثم تصبح التالية تكاثرية ، كل مرحلة تحمل في وضع الإبط عددًا متغيرًا من الزهور ، ولكن الحد الأقصى منها هو خاصية متنوعة. القرون من الزهور بعد إخصاب البويضات تحمل عددًا متغيرًا من البذور ، الحد الأقصى لعددها أيضًا هو سمة متنوعة. الجذع مجوف ورقيق ذو طول متغير للغاية (أصناف قزم ، نصف مجاديف ، مجاديف). الأوراق هي شمعية ، تتكون من 2 إلى 8 منشورات ، تنتهي في محلاق بسيط أو أكثر أو أقل متفرعة.[31]

II-6-1-1- نظام الجذر:

يتكون جهاز البازلاء تحت الأرض من نظام جذر محوري غير متطورة نسبيًا مع جذور ثانوية أو حتى ثلاثية الجذور. تم تطوير البازلاء تمامًا لأن الجذور يمكن أن تصل إلى عمق 60 سم حتى 80 سم في نهاية الإزهار. يمكننا أن نلاحظ وجود العقيدات التي تذهب بالسماح للنبات بإصلاح النيتروجين في الغلاف الجوي.



الشكل II-2- **:** صورة توضيحية للبسلة ومكوناتها.[31]

II-2-1-6- السيقان:

السيقان عشبية، رفيعة ، مجوفة، مستديرة أو زاوية قليلاً ، من ارتفاع متغير (0.25 إلى 2 م) ، يتكون الجهاز الجوي من قضيب رئيسي والفروع من البراعم الجانبية.

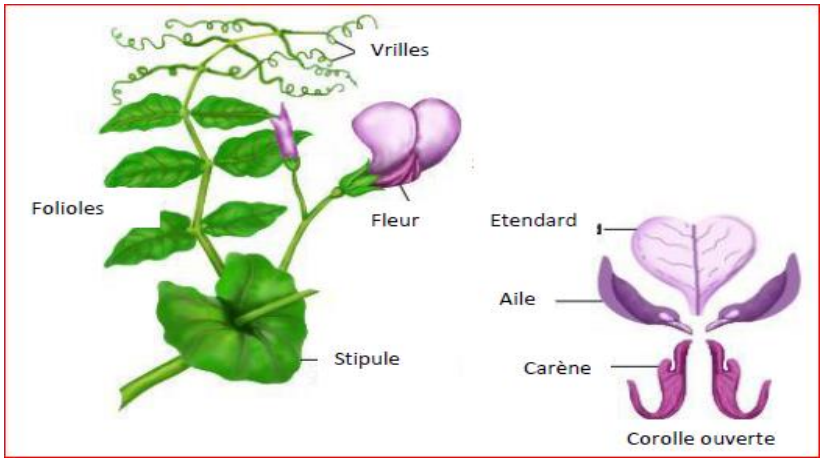
الاوراق:

تختلف الأوراق المكونة من 4 إلى 6 منشورات بترتيب بديل ظلال من الأصفر الأخضر إلى الأزرق الداكن والأخضر. المنشورات كاملة أو أكثر أو أقل مسننة ، أو بيضاوية الشكل ، نهاياتها مدورة وقشرية ، مدببة أو يتم اقتطاع الورقة حسب الأصناف ، ويتم تمديدها بواسطة محاليل من عدة سنتيمترات طويل.

II-6-1-2- الجهاز التناسلي:

الزهور:

زهرة البازلاء نموذجية من Papilionaceae. تحتوي الكورولا (الشكل II-3-) على خمس بتلات: المعيار ، وجناحيان ، والبدن المكون من جزأين ملحومين يحيطان بالأسدية والأسلوب. وبدون تدخل المربين ، يظل الخلط الجيني ضعيفًا [31]. وهم أبيض أو مع معيار أبيض مزرق وأجنحة أرجوانية سود. يبلغ طول الأزهار 3 إلى 4 سم ، وهي تولد في محاور الأوراق ، السيقان ذات الطول المتغير تدعم من زهرة إلى ثلاث زهور. الأوراق متناوبة ومركبة pinnate وتتكون من اثنين من شروط الأوراق كبير، من واحد إلى عدة أزواج من المنشورات البيضاوية ، والأغطية الطرفية.



الشكل II-3- **:** الجهاز التناسلي للبسلة [31].

الفواكه:

الفاكهة هي جراب ثنائي التكافؤ ، يسمى أيضًا جراب ، من 4 إلى 15 سم طويلة ، تحتوي على 2 إلى 10 بذور نادرًا ما تكون أكثر. إنها مستديرة أو ناعمة ، قطرها من 5 إلى 8 مم. هذه القرون لها اختلافات مورفولوجية وفقا للأصناف ؛ شكلها العام مستقيم أو أكثر أو أقل مقوس ، طرفها أكثر أو أقل أو مبتورة. عموما لديهم غشاء متصلب ، ارق ، غائب في أصناف من نوع 'mangetout'. لونهم عادة ما تكون خضراء ، وأحيانًا أرجوانية [34].

II-7- البازلاء في العالم:

البازلاء هي من البقول التي يتم زراعتها على نطاق واسع واستهلاكها في جميع أنحاء العالم حيث بلغ إنتاج البازلاء العالمي 11،332،772 طنًا في عام 2014 ، بمساحة 6،668،131 هكتار.

المنتج الرئيسي للبازلاء هو كندا، في أوروبا، كما شهدت البازلاء البروتينية تطورًا كبيرًا بين 1970-1980 ، بعد الحظر الذي فرضته الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1973 على صادراتها من فول الصويا. لذا تم تطوير محاصيل البروتين لتحل محل ، على الأقل جزئيًا. في فرنسا ، زادت المساحة

من أقل من 1000 هكتار في عام 1977 إلى ما يقرب من 700000 هكتار في عام 1990. وتحتل فرنسا المرتبة الأولى في أوروبا من حيث الإنتاج ، متقدمة بكثير على شركائها والثانية في العالم بعد الاتحاد السوفييتي السابق. ومع ذلك ، منذ أواخر التسعينيات ، مال إنتاج البازلاء إلى الانخفاض بسبب الانخفاض النسبي في المساعدات المجتمعية وانخفاض المحاصيل التي ترجع بشكل رئيسي إلى الضغوط الحرارية والمائية والضغوط الناجمة عن الأمراض الفطرية (وترتبط بعض هذه الضغوط بتأثير تغير المناخ). وفي عام 2011 ، أنتج الاتحاد الأوروبي 1609000 طن من البازلاء ، بقيادة فرنسا ، التي بلغ إنتاجها 676000 طن ، وتأتي إسبانيا في المرتبة الثانية (242000 طن). يوضح الجدول التالي مساحة وإنتاج بعض الدول الأوروبية.

الجدول II-4- : بعض الدول الأوروبية المنتجة للبازلاء [31].

	الدنمارك	المانيا	اسبانيا	فرنسا	ايطاليا	النمسا	جم التشيك
المساحة (هكتار)	6 514	46 379	153 022	169 422	25 791	8 593	15 552
الإنتاج(طن)	31 232	184 217	240 462	724 279	103 021	28 696	48 393

لا يزال المزارعون المغاربة يزرعون أصناف محلية من البازلاء، والتي لها قيمة عالية من حيث الموارد الجينية. في تونس، تم اختيار نوعين من البازلاء البروتينية، الأول يسمى رحمة الذي تم الحصول عليه في عام 2007 والثاني بسمة المسجل في عام 2015 يتميز بالإنتاج العالي ومقاومة البياض الدقيقي. وفقًا لـFAOSTAT 2014 ، أنتجت شمال أفريقيا 536,884 طنًا من البازلاء في عام 2014 على مساحة 147,439 هكتار. كما أنتجت الجزائر 132,801 طنًا من البازلاء في عام 2016 (جاف وجديد)، على مساحة 40,069 هكتار[31].

II-8- البازلاء في الجزائر:

في الجزائر، أكثر أنواع البقوليات الغذائية المزروعة هي العدس (عدسة *culinaris* L.) الحمص (Cicer arietinum)، البازلاء (*Pisum Sativum*) والفول العريض (*Vicia faba*) والفاصوليا (*Phaseolus vulgaris*). وقد تلقت ثقافة البقوليات الكثير من اهتمام الخدمات الزراعية لزيادة مستوياتها وتحسين عوائد المناطق ، ولكن النتائج لم تكن تستحق الجهود المبذولة.

تنوع المحاصيل العلفية محدود للغاية بين الأنواع الزراعية ، ويستخدم البازلاء لتغذية الحيوانات سواء علف أخضر ، او على شكل بذور. هذه الأنواع التي شهدت تطور كبير في 1980 وانخفاض حاد في الاستخدام. وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن البازلاء تستخدم في تجميع الأعلاف جافة (الشوفان ، البازلاء ، البازلاء والشعير). على الرغم من جنس Pisum ممثلة بشكل جيد إلى حد ما في النباتات الجزائرية،

يبدو أن من كل الاصناف مزروعة تم إدخال البازلاء البروتين في الآونة الأخيرة، وظلت ثقافتها محدودة للغاية على الرغم من أهميتها استراتيجية. تشمل منطقة زراعة البازلاء مناطق:

- تلمسان (سهل حنايا ورمشي) ومعسكر (سهل غريس) حيث غالبًا ما يسوق الإنتاج باللون الأخضر.
- متيجة لتوريد وحدات الصناعات الزراعية - سكيكدة وعنابة [35].

II-9- مخلفات البازلاء:

تنطوي الكميات الكبيرة من المنتجات الثانوية الناتجة أثناء معالجة الأغذية النباتية على مشكلة اقتصادية وبيئية بسبب ارتفاع أحجامها (الشكل II-4-) وتكاليف التخلص منها. بعد عزل المكون الرئيسي ، هناك بقايا وفيرة تمثل مادة غير مكلفة تم التقليل من قيمتها حتى الآن [36].

الشكل II-4- **:** مجمع لنفايات قشور البازلاء [37].

يشكل التقشير جزءًا كبيرًا من الفاكهة الكاملة. التقشير في الوقت الحاضر هو منتج من النفايات ، وأصبح التخلص منه مشكلة كبيرة. من أجل استغلال قشر البازلاء كمصدر للمكونات القيمة . مخلفات قشور البازلاء عبارة عن غطاء خارجي لخضروات البازلاء (*Pisum sativum* L) ، وليس قشر البذور. جراب البقوليات يوفر غلافًا وقائيًا للبذور النامية ، يعمل كمستجمع ، ووصلة نقل ، وخزان مؤقت للذوبان المعبأ من الأجزاء النباتية إلى البذور. وهي واحدة من مصادر الطاقة غير المستغلة وغير المستخدمة. تم إجراء تجارب مجمعة باستخدام نفايات قشور البازلاء كمصدر للكربون لإنتاج السيليلوز. وقد لوحظ أن درجة الحرارة 30 درجة مئوية ودرجة الحموضة 5.0 هي أفضل الظروف لإنتاج السليلوز. تصف هذه الدراسة فائدة نفايات قشور البازلاء. يمكن أن يكون استخدام نفايات قشور البازلاء الرخيصة اقتصاديًا لإنتاج السليلوز نهجًا جديدًا وفعالًا من حيث التكلفة وقيمًا في إنتاج السليلوز وكذلك في

إدارة النفايات الصلبة [36]. كما ان لديها القدرة على إنتاج الطاقة الحيوية عن طريق التحلل الحراري [38]، لأن حصة مخزون الأعلاف أكبر من 58٪ من تكلفة الإنتاج لإنتاج الإيثانول الحيوي [39].

نظرًا للطبيعة الموسمية والقابلة للتلف من البازلاء ، فإن توافرها يقتصر فقط على جزء من العام ،تشمل صناعات معالجة البازلاء الحفاظ على البازلاء عن طريق تجميدها وتسويقها من أجل التقييد الموسمي وإنتاج كمية كبيرة من قشور البازلاء كمخلفات صلبة ثانوية [40].

بعد الصين، أصبحت الهند ثاني أكبر منتج للبازلاء (4 مليون طن / سنوي) في العالم، حيث تساهم بنسبة 22.9٪ في الإنتاج العالمي. أي أن استعادة البازلاء الخضراء للاستهلاك البشري هو 45-50 ٪ فقط. والتي يتم التخلص منها إلى حد كبير كنفايات.

II-10- الفول السوداني: تاريخه وموطنه:

ربما نشأ مصنع الفول السوداني في بيرو أو البرازيل في أمريكا الجنوبية. غير انه لا توجد سجلات أحفورية تثبت ذلك، لكن الناس في أمريكا الجنوبية صنعوا الفخار على شكل فول سوداني منذ 3500 عام.

وفي وقت مبكر من 1500 قبل الميلاد، استخدم إنكانو بيرو الفول السوداني كذبيحة و دفنهم بمومياواتهم للمساعدة في حياة الروح. أيضا صنع مشروب الفول السوداني مع الذرة للقبائل في وسط البرازيل اين اكتشفه الأوروبيون لأول مرة. كان الأفارقة أول من أدخل الفول السوداني إلى أمريكا الشمالية ابتداءً من القرن الثامن عشرتم زراعته لأول مرة في ولاية فرجينيا واستخدم بشكل أساسي للنفط والغذاء. نما إنتاج الفول السوداني بشكل مطرد في النصف الأول من القرن التاسع عشر، وبارزًا بعد الحرب الأهلية. وازدادت شعبيته في أواخر القرن التاسع عشر عندما سافرت عربات سيرك PT Barnum في جميع أنحاء البلاد. كما لا يزال الفول السوداني يُحصد باليد (الشكل II-5-) ، تاركًا سيقان وفضلات. وبالتالي حوالي عام 1900 تم اختراع معدات موفرة للعمالة لزراعة وحصاد وقطف الفول السوداني من النباتات ، مع هذه المساعدات الميكانيكية الهامة ، نما الطلب على الفول السوداني بسرعة ، خاصة بالنسبة للزيوت والمكسرات المحمصة والمملحة وزبدة الفول السوداني والحلوى.

الشكل II-5- : بذور الفول السوداني [41].

وفي أوائل القرن العشرين، أصبح الفول السوداني محصولًا زراعيًا هامًا. وبعد اقتراحات العالم الشهير د. جورج واشنطن كارفر، عمل الفول السوداني كمحصول تجاري فعال، ولفترة ما، تنافس مع موقع القطن في الجنوب [42]. ومن أهمّ البلدان التي تتفوق في إنتاجه هي: دولة الأرجنتين، والبرازيل، وجنوب أفريقيا، والصين، والهند، والولايات المتحدة الأمريكية، والسودان، ميانمار، اندونيسيا، والفيتنام [43].

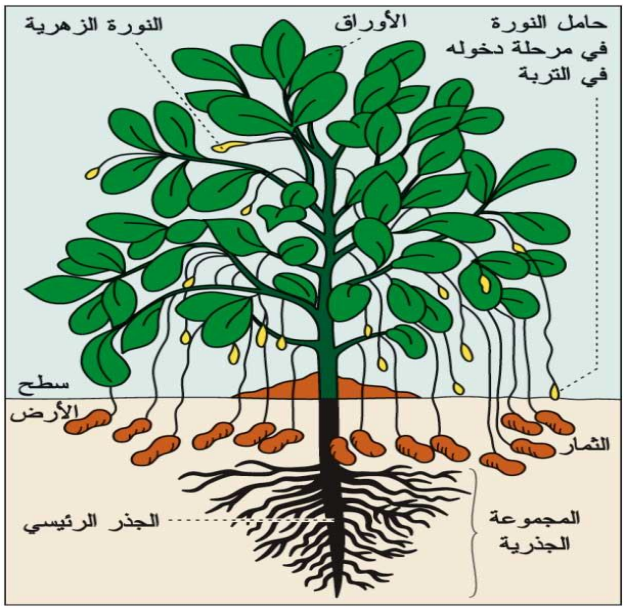
II-11- تعريف نبات الفول السوداني:

الفول السوداني (*Arachis hypogea* L.) هو بقول ينتمي إلى عائلة (Papilionaceae Fabaceae)، التي تنتشر ثقافتها على نطاق واسع في المناخ الاستوائي أو شبه الاستوائي والذي يوفر الدهون المستخدمة في مصانع الزيت، وهو نبات سنوي بالرغم من ذلك يعد من الأشكال معمرة [44]. تماما مثل البازلاء والعدس والفاصوليا أو الترمس، إنتاجها العالمي بلغت 35.4 مليون طن لعام 2009/ 2010. ان تسمية البذرة بـ "الفول السوداني" من ناهواتل تالكلاكاتواتل بلغة الأزتك ، يعني الكاكاو المطحون. وتعني كلمة "فول سوداني" كلا من النبات و البذرة مع أو بدون جراب [45].

الفول السوداني نباتات ذاتية التلقيح ، بارتفاع 30 إلى 70 سم ، منتصبة أو زاحفة [44]، ثم تفقد بتلاتها عندما يبدأ المبيض المخصب يزداد وزنه. يتطور الجينوفور ويحمل المبيض إلى الأرض. تنضج الفاكهة حتى 3-5 سم في الأرض (الشكل II-6-) [45] . كما ان دورتهم الخضرية من 90 إلى 150 يومًا لأحدث الأصناف، وتنقسم أصناف الفول السوداني إلى فئتين رئيسيتين:

*- أصناف ذات سيقان زاحفة ، والمنشورات اللامعة والفاكهة المنعزلة ، تزرع خاصة في أفريقيا.

*- الأصناف ذات الساق المستقيمة، والمنشورات المشعرة والفواكه المجمعة التي تأتي في معظم آسيا، والذين هم أكثر مهارة في ماكنة المحاصيل [44].



الشكل II-6- : نبات الفول السوداني[46].

II-12- التصنيف العلمي لنبات الفول السوداني:

وفقًا لـ HUBERT في عام 2000 ، فإن الموقف المنهجي لـ (Arachis Hypogea L) ، هو كالتالي :

الجدول II-5- : التصنيف العلمي لـ (Arachis Hypogea L) [44].

Regne. Vegetal.	المملكة: النباتية
Embranchement Phanérogames.	الشعبة: مغلفات البذور
Sous Embranchement	تحت الفرع: كاسيات البذور
Classe Dicotylédones.	صنف: ثنائيات الفلقة
Sous-classe	تحت الصنف: شجيرات الورد
Ordre. Fabale.	ترتيب: فابالي
Famille. Légumineuses .	عائلة :البقوليات
Sous-famille. Papilionacées ou Fabacées	الفصيلة: فاباسيا أو بابيوناسيا
Genre .Arachis.	جنس :الفول السوداني
Espece .*Arachis Hypogea L* .	الصنف : اراشيس هيبوجيا L

II-12-1 - الوصف المورفولوجي :

الفول السوداني هو البقوليات ، وهو نبات سنوي مع زهور صفراء من 20 إلى 90 سم ارتفاع. يمكن للنبات أن يتحمل الجفاف والحرارة ولكنه يحتاج إلى تربة جيدة. ينضج في حوالي 100 يوم في مناخ دافئ ، مما يجعله مناسبة خاصة لموسم الأمطار. من المعتاد زرع الفول السوداني في نفس الوقت مع محاصيل أخرى مثل الذرة الرفيعة والدخن والبازلاء البرية والقطن خضروات[47].

II-12-1-1- الساق:

الفول السوداني المزروع ، لبعض الأصناف ، عادة منتصبة أو عادة الزحف للآخرين. قد يكون الجذع الرئيسي والفروع الأولية من 0.20 إلى 0.70 م ، حسب التنوع والظروف البيئية. النتائج هي عشبيًا دائمًا باللون الأخضر الفاتح أو الأخضر الداكن أو اللون الأرجواني أكثر أو أقل.

الجذع عبارة عن أسطوانة خضراء تحمل شعرًا ناعمًا ، وتتكون من عقدة وبين عقد متناسب صغير[44].

II-12-1- 2 - الأوراق:-

هم ريشي الشكل ولديهم 4 منشورات. هذه المنشورات بيضاوية ، عكس ذلك في أزواج وألوان خضراء داكنة أكثر أو أقل. يتم حملها بواسطة سويقات من 4 إلى 9 سم. يوجد في قاعدة هذا 2 شرطين

طويلين من 2 إلى 3 سم ملحومة جزئيا إلى سويقات وإغماد الجذع. الأوراق لها موقع نهاري و موقف ليلي. خلال النهار ، تكون الأوراق منتصبة بشكل جيد وتفتح المنشورات على نطاق واسع. في الليل ، تنحني الأعناق نحو الأرض وتقترب المنشورات من اثنين إلى اثنين. في بعض الأحيان ، تعطي الاختلافات في تنظيم الأوراق خمس أو ثلاث أو اثنتين أو نشرة[44].

الشكل II-7- **:** تمثيل أوراق الفول السوداني [48].

II-12-1- 3 - الجذور:

يتكون نظام الجذر من محور مركزي يمكن أن يغرق أكثر من 1.30 م في التربة والجذور الجانبية التي تنشأ في هذا المحور. تفرز الأفرع الهوائية ، عند ملامستها للأرض ، جذورًا عرضية. تظهر العقيدات بعد 15 يومًا من ظهورها مما يسمح بتثبيت النيتروجين. النظام لا يحتوي الجذر على شعر ماص. يتم امتصاص الماء والأملاح المعدنية مصنوعة بشكل رئيسي من الطبقة القشرية من الجذور[44].

II-12-1- 4 - الزهور:

يكون إزهار الفول السوداني على شكل مسامير من ثلاث إلى خمس زهور. الزهور صفراء بابيلية وطيئة. يحتوي الفول السوداني على نوعين من الزهور: الزهور الجوية و الزهور تحت الأرض.

II-12-1- 4 -1- الزهور الجوية:

الكأس: تتكون من 5 سيبال خضراء فاتحة 4 منها ملحومة وواحدة مجانية. سيبالس تمتد عند قاعدتها إلى سويقة نباتية.

الكورولا: ويتكون من معيار أصفر ليموني وجناحين فيه قذائف الليمون الأصفر.

الأندروجيا: تتكون من 8 أسدية ، 4 منها لها كروية و 4 ممدود أكثر مع التفكك الطولي.

التثدي: يتضمن مبيعا من نوع خباء المبيض ، وأسلوب رفيع وطويل جدا وصمات الريش[44].

II-12-1- 4 - 2- الزهور تحت الأرض:

توجد هذه الزهور في جميع أنواع الفول السوداني لكنها استثنائية في الفول السوداني المتأخر (3 إلى 4 ٪ قدم فقط) ؛ وهي شائعة في الأصناف وجدت على 90٪ من النباتات.

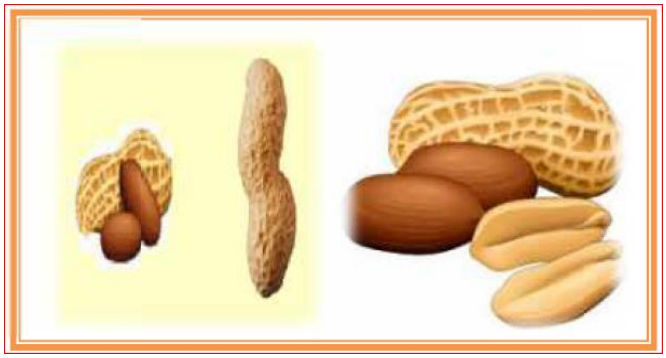
الشكل II-8- : زهور الفول السوداني [49].

II-12-1- 5 - الفاكهة:

بعد الإخصاب، تتلاشى الزهرة وقاعدة المبيض تطول لتشكل سويقة طويلة تسمى gynophore التي تغرق في الأرض حيث يتم تشكيل فاكهة تسمى قذيفة تتكون من جراب يحتوي من واحد إلى خمس بذور ؛ يمكن أن تختلف أوزانهم بين 0.2 و2 مع، يمكن أن يكون الشكل كرويًا أو بيضاويًا أو أكثر أو أقل ممدودًا بجزء غالبًا ما يكون مسطحًا في منطقة التلامس مع البذرة المجاورة، لون طبقة البذرة أبيض أو وردي أو أحمر أو أرجواني. بيضوي أو أسطواني بطول 1 إلى 8 سم وعرض 0.5 إلى 2 سم. يتم تجميع القرون في قاعدة القدم للأصناف المستقيمة ، أو موزعة على طول الأغصان للأصناف الزاحفة [44].

II-12-1- 6 - البذور:

هناك 1 إلى 5 لكل جراب، يتم تشكيلها. حيث يختلف وزنهم من 0.2 إلى 2 جم. ونسبة البذور بالنسبة لوزن الحبة يختلف جراب كامل من 68 إلى 80٪.كما أن قدرة إنبات الفول السوداني في القرون الصلبة أقل من عام [50].



الشكل II-9- : بذور الفول السوداني[44].

II-13- الأهمية الغذائية للفول السوداني:

الفول السوداني (*Arachis hypogaea* L.) هو سادس أهم محصول للبذور الزيتية في العالم. يحتوي على 48-50٪ زيت ، 26-28٪ بروتين و 11-27٪ كربوهيدرات، معادن وفيتامين. يُزرع الفول السوداني على مساحة 26.4 مليون هكتار في جميع أنحاء العالم بإجمالي إنتاج يبلغ 37.1 مليون طن متري ومتوسط إنتاجية 1.4 طن متري / هكتار. تشكل البلدان النامية 97٪ من المساحة العالمية و 94٪ من الإنتاج العالمي لهذا المحصول [51].

الفول السوداني مصدر ممتاز للفيتامينات والمعادن المختلفة. وهي بكميات عالية بشكل خاص فيه: البروتين, النحاس, النياسين، حمض الفوليك، المنغنيز، فيتامين هـ ، الثيامين، الفوسفور، المغنيزيوم [52].

II-14- القيمة الغذائية للفول السوداني:

ترجع الأهمية الغذائية للفول السوداني إلى مكونات الطاقة والنمو المكملة الموجودة فيها. وتشمل هذه الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والفيتامينات والمعادن ، وبعض الأحماض العضوية والبيورينات. تشير التقديرات إلى أن ما يصل إلى 30٪ من السكان من العديد من دول العالم يعانون من سوء التغذية. الفول السوداني ، الذي يعد مصدرًا غنيًا بالبروتينات والأحماض الأمينية الأساسية ، يمكن أن يساعد في منع سوء التغذية. علاوة على ذلك ، يحتوي الفول السوداني على دهون وكربوهيدرات وهي مركبات غنية بالطاقة ، قادرة على استكمال متطلبات الطاقة الأساسية لجسم الإنسان. في هذه المقالة تتم مراجعة التركيب الكيميائي للفول السوداني ، بجميع أنواعه ، المحمص الجاف ، بدون ملح ، وأهميتها كمصدر مفيد للتغذية[53].

يوضح الجدول الآتي العناصر الغذائيّة الموجودة في 100 غرامٍ من الفولِ السوداني غير المُحمّص، والفول السودانيّ المُحمّص وغير المُملّح [54].

الجدول II-6- : القيمة الغذائية للفول السوداني [54, 55].

العنصر الغذائي	الفول السوداني الغير محمص	الفول السوداني المحمص
الماء (مليلتر)	6.5	1.45
السعرات الحرارية (سعرة حرارية)	557	599
البروتين(غرام)	25.8	28.03
الدهون(غرام)	49.24	52.5
الدهون المشبعة(غرام)	6.279	8.686
الدهون الأحادية الغير المشبعة(غرام)	24.426	25.976
الدهون المتعددة الغير المشبعة(غرام)	15.558	15.292
الالياف (غرام)	8.5	9.4

السكريات(غرام)	4.72	4.18
الحديد(مليغرام)	4.52	1.52
الكالسيوم(مليغرام)	92	61
المغنيزيوم(مليغرام)	168	176
الفسفور(مليغرام)	376	397
البوتاسيوم(مليغرام)	705	726
الصوديوم(مليغرام)	18	6
الزنك(مليغرام)	3.27	3.28
فيتامين هـ(مليغرام)	8.33	6.91
النحاس(مليغرام)	1.144	0.533
السيلينيوم(ميكروغرام)	7.2	3.3
فيتامين ب1(مليغرام)	0.64	0.085
فيتامين ب2(مليغرام)	0.135	0.089
فيتامين ب3(مليغرام)	12.066	13.825
فيتامين ج (مليغرام)	0	0.8
فيتامين ب6(مليغرام)	0.348	0.461
الفولات(مليغرام)	240	120
الكوليسترول(مليغرام)	0	0

II-15- الأهمية الاقتصادية للفول السوداني:

تتميز بذور الفول السوداني بغناها بالزيت 40-60%، والبروتين 16-28%، إذ تستعمل البذور لاستخراج الزيت الذي يؤكل نيئاً مع السلطة وفي كثير من المعجنات، ويستخدم أيضاً في صناعة زبدة الفول السوداني. كذلك تستخدم البذور طازجة أو بعد تحميصها في صناعة كثير من المعجنات والحلويات، وصناعة الزبدة النباتية (المرغرين) والحلاوة الطحينية.

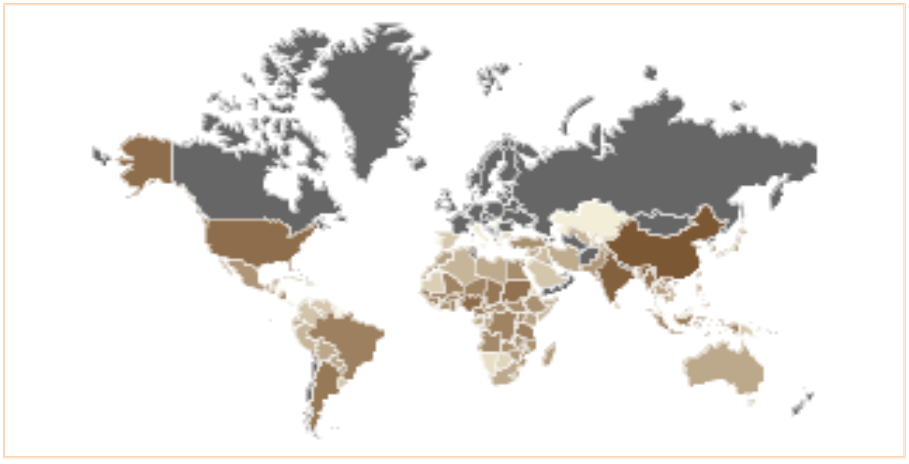
أما الكسبة الناتجة من عصير البذور فتستخدم في تغذية الحيوان لغناها بالبروتين. ويأتي الفول السوداني في المركز الخامس بين مصادر الكسب البروتينية في العالم بعد الصويا وعباد الشمس واللفت الزيتي وبذرة القطن. إضافة إلى غنى البذور بڤيتامين C وB والريبوفلافين، وبعض المعادن كالمغنيزيوم والحديد والنحاس والكلسيوم والتوتياء.

كما يساعد الفول السوداني على تحسين التربة وإعادة خصوبتها المفقودة إذ يزودها بالآزوت والمواد العضوية[46].

II-16- توزيع الفول السوداني في العالم:

الفول السوداني ، ثاني أكبر محصول في العالم ، هو محصول رئيسي في معظم المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. يزرع في جميع القارات ، في حوالي 120 دولة ، على مساحة إجمالية قدرها 24.6 مليون هكتار لإنتاج 38.2 مليون طن .(FONCEKA 2010) ، أكبر منتجي الفول السوداني في العالم تم العثور عليها في القارات الآسيوية والأفريقية والأمريكية.

تغطي القارة الآسيوية التي تبلغ مساحتها 13.3 مليون هكتار نصف المساحة محاصيل العالم المزروعة في الفول السوداني. الصين (13 مليون طن) والهند (9 ملايين طن) هي المنتجين الرائدين في العالم مع الإنتاج الذي ساهم أكثر من نصف الإنتاج العالمي في عام 2007. الولايات المتحدة (2.3 مليون طن) الدولة المنتجة الرائدة في القارة الأمريكية. القارة الإفريقية بمساحتها 10 مليون هكتار التي يشغلها تحتل ثقافة الفول السوداني و 10 مليون طن المرتبة الثانية قبل القارة أمريكي. نما إنتاج الفول السوداني الأفريقي بشكل ملحوظ منذ أوائل التسعينات ، ويرتبط هذا النمو بشكل رئيسي بالزيادة في الإنتاج في دول غرب إفريقيا [44].



الشكل II-10- : توزيع الفول السوداني في العالم [56].

التدرج في اللون البني من الغامق الى الأقل فالأقل يدل على الدول الأكثر انتاجا الى الأقل على التوالي.

II-17- واقع زراعة الفول السوداني في وادي سوف:

سجل إنتاج ما يزيد عن 50.000 قنطار من محصول الفول السوداني بولاية الوادي في 2019 وعرف إنتاج الفول السوداني في هذه السنة إرتفاعا "ملحوظا" يقدر بـ 29 بالمائة مقارنة بالسنة المنقضية الذي سجل به إنتاج 14.800 قنطار. وتتربع المساحة المخصصة لزراعة هذا النوع من المحاصيل البقولية على مساحة قوامها 1.670 هكتار والتي عرفت هذا الموسم 2019 زيادة تقدر ب32 بالمائة مقارنة بالمساحة المزروعة خلال الموسم المنقض والمقدرة ب 590 هكتار[57]. وتنتشر زراعة الفول

السوداني (الكاوكاو) بالبلديات التي تتميز بخصوصية التربة الرملية الصفراء (حاسي خليفة وقمار و الدبيلة و المقرن و الطريفاوي و الرقيبة و ورماس) وهي مناطق ذات قدرات عالية في إنتاج هذا الصنف من المحاصيل الزيتية. كما تتصدر ولاية الوادي المرتبة الأولى وطنيا في إنتاج مادة الفول السوداني بمساهمة تقدر بـ 47 بالمائة من المنتوج الوطني، كما هو جدير بالذكر أن المساحة الإجمالية للأراضي الفلاحية المستغلة بالولاية تقدر بـ 80 ألف هكتار والتي تعرف زيادة سنويا بين 1 و5 بالمائة[57].

II-18- مخلفات الفول السوداني:

تعتبر قذيفة الفول السوداني بشكل عام من النفايات الصناعية الزراعية وكل عام يتم ترك مليون طن من كميته في البيئة، تمثل حوالي 20 ٪ من حبات الفول السوداني المجفف بالوزن، هي المنتج المتبقي الذي تم الحصول عليه بعد إزالة بذور من جرابها ، وتتكون من السليلوز والهيميسليلوز واللجنين.

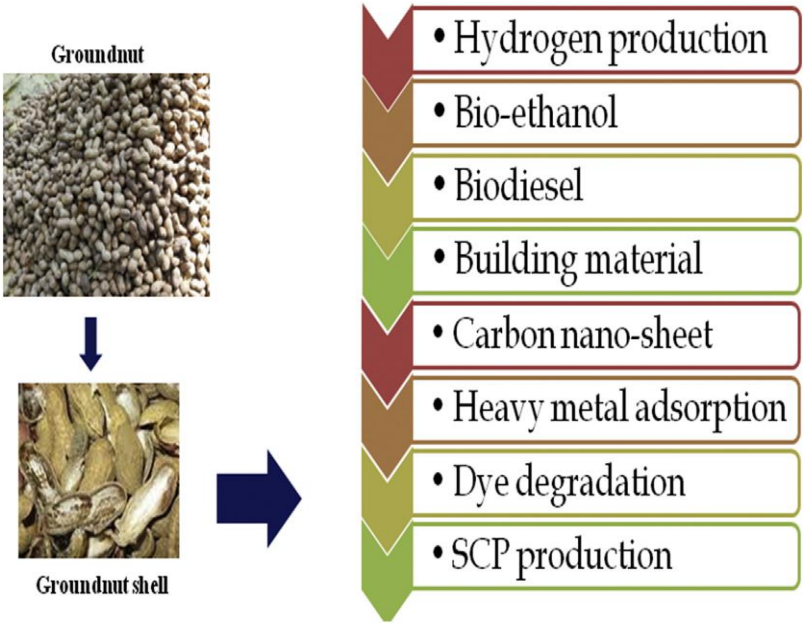
الجدول II-7- **:** التركيب الكيميائي لقشور الفول السوداني[58].

الخصائص	قشرة (صدفية)
سليلوز	65.5-79.3%
هيميسليلوز	10.1%
كربوهيدرات	10.6%-21.2%
بروتين	4.8-7.5%
كالسيوم	0.24%-0.27%
فوسفور	0.08%-0.09%
رماد خام	1.9%-4.6%
معادن	4.3%
أحماض أمينية	-
فيتامينات	-

الجدول II-8- **:** تحليل عنصري لقشرة الفول السوداني [58].

العنصر	النسبة %
C	45.5%
H	68.7%
N	0.9%
O	33.9%
Ca	0.28%
Fe	0.001%
Mg	0.009%
Mn	0.002%
Na	0.004%
K	0.024%

هذه الأصداف تخضع لتدهور بطيء في ظل الظروف البيئية الطبيعية، لاحتوائها العالي من اللجنين المسؤول بشكل رئيسي عن مقاومته للتحلل البيولوجي. ومع ذلك ، فإن الكتلة الحيوية لقشرة الفول السوداني لديها مجموعة واسعة من التطبيقات. هذه يمكن تحويل النفايات إلى منتج حيوي قيم من أجل تحقيقها إنتاج صفر نفايات. يسلط هذا الاستعراض الضوء على نتائج عدة دراسات علمية توضح التطبيقات الصناعية المحتملة لقذائف الفول السوداني. من خلال العلاجات الكيميائية الحيوية البسيطة ، يمكن أن يكون ذلك تحولت إلى عدد كبير من المنتجات الحيوية تجارية التي لها تطبيقات (الشكل 11) مثل الوقود الحيوي ، ومواد البناء ، وإنتاج الورق ، امتزاز المعادن الثقيلة ، تدهور الصبغة وما إلى ذلك. هناك حاجة إلى نهج ودية وجهود متضافرة لتنفيذ ذلك عادة تحويل هذه النفايات إلى منتج مفيد [59].



الشكل II-11- : تطبيقات قشور الفول السوداني في إنتاج المنتجات الحيوية المختلفة [59].

قشرة الفول السوداني (PS) ، متوفرة بكميات وفيرة في العالم. بقايا الحصاد ذات قيمة اقتصادية منخفضة[58] وبشكل عام عندما يتم حرقها في الهواء الطلق تحدث آثار كبيرة. من ناحية ، كبيرة يتم إنتاج كميات من ثاني أكسيد الكربون والجسيمات الدقيقة في التعليق (الأبخرة) ، ولكن من ناحية أخرى ، تصبح التربة غير صالحة للاستعمال ويتسبب في تدهور منطقة الحرق[60]. تحتوي البقايا على 65.5 ٪ من محتوى السليلوز (الوزن الجاف) في جدارها الخلوي مما يجعلها ركيزة مناسبة للتحول الأحيائي إلى الإيثانول على نطاق تجاري حيث أنها رخيصة ومتجددة بشكل أكثر أهمية.

أوضح الباحثون أن قشرة الفول السوداني تستخدم لصنع منتجات مختلفة لأنها غير سامة بطبيعتها ولها مكونات مختلفة. يتم تصنيع منتجات مثل Biosorbant والفحم والبلاستيك والإيثانول (الملحق 02) والزجاج والمركب بواسطة قشرة الفول السوداني [58].

ملخص

رغم زيادة إنتاج البقول في العالم بأكثر من 20 في المائة في السنوات العشر الماضية، فقد شهد الاستهلاك انخفاضا بطيئا لكنه ثابتاً في كل من البلدان المتقدمة والنامية في نفس الفترة. وربما يرجع ذلك جزئيا إلى العجز عن إنتاج البقول لمواكبة تزايد عدد السكان، فضلا عن تحول النّظم الغذائية في كثير من البلدان.

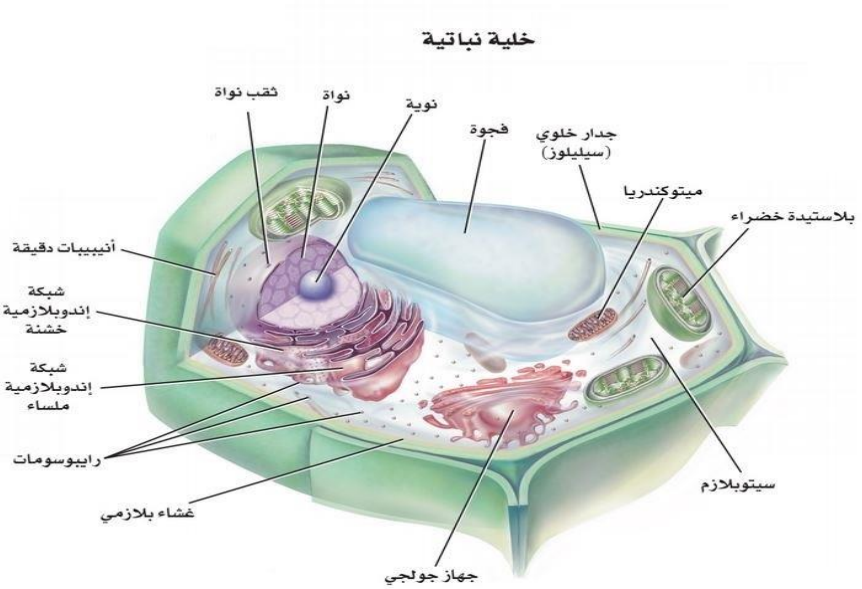
من أهم الأهداف الرئيسية، رفع مستوى الوعي حول فوائد الناتج الثانوي للبقول، وتشجيع البحوث ومعالجة التحديات في تجارة البقول والدعوة إلى تحسين الاستفادة من مخلفاتها وخاصة قشور البذور(الجراب). للمزيد من المعلومات: إن البقول غذاء جيّد بالنسبة للإنسان، وتعود بالنفع على سبل عيش المزارعين، ولها تأثير إيجابي على البيئة. ومن الواضح أنه رغم وجود الفاصوليا المجففة والعدس والبازلاء والفول السوداني منذ قرون، فهي ستكتسي دورا أساسيا في مستقبلنا المستدام.

الفصل الثالث:

المواد اللجنوسيليلوزية

III -1- الألياف الغذائية:

يأتي أصل هذا المصطلح من ترجمة لمصطلح باللغة الإنكليزية هو"Dietary Food". هو بعيد عن حقيقة هذه المنتجات كونها لا تشكل في مجموعها طبيعة ليفية. وبإمكاننا أن نعرف الألياف الغذائية بأنها مجموعة مكونات غذائية غير قابلة للهضم مما يسهل مرورها عبر الأمعاء وبالتالي طرح المخلفات. وتعود هذه الميزة لكثير من هذه المركبات لقدرتها على امتصاص كميات كبيرة من الماء. كما هو موضح في الشكل (III - 1 -) وتقسم هذه المركبات حسب هذه الخاصية إلى:



الشكل III -1- **:** البنية الخلوية لخلية نباتية [61].

III -1-1- الألياف غير القابلة للانحلال بالماء:

هي الألياف التي تتميز بطبيعة ليفية حقيقية، ومن أهمها السيللوزCellulose والهيميسليلوزHemicellulose وهما عبارة عن بوليميرات سكرية متعددة متجانسة ويدخلان في تشكيل الجدر النباتية. فالسيليلوز هو عبارة عن بوليمير لمركب β-D-glucopyranose اما الهيمسيليلوز فهو بوليمير لمركبات Pentoses . ينتمي لهذه المجموعة أيضًا مركب Lignine الذي هو ذو طبيعة غير سكرية وهو أيضًا بوليمير غير متجانس لمشتقات حمض السيناميك (Cinnamic acid) المحلمهة.

III -1-2- الألياف القابلة للانحلال بالماء:

وهي تتميز بطبيعة غير ليفية ومن أشهرها مجموعة مركبات سكرية شرهة جدًا للماء وتمتلك القدرة على تشكيل هلام، ونذكر منها البكتينات والسكريات المتعددة غير المتجانسة في الجدر الخلوية. وهناك العديد من السكريات المتعددة غير المتجانسة ذات أصول نباتية أو حتى من البكتيريا، أصبحت موجودة الآن في أغذيتنا مثل الألجينات Alginates، والآغارAgar والكاراغينات Carraghenane ، وطحين الخرنوب Farine de caroube وصمغ الكزانتان Gomme Xanthane . تعد بعض

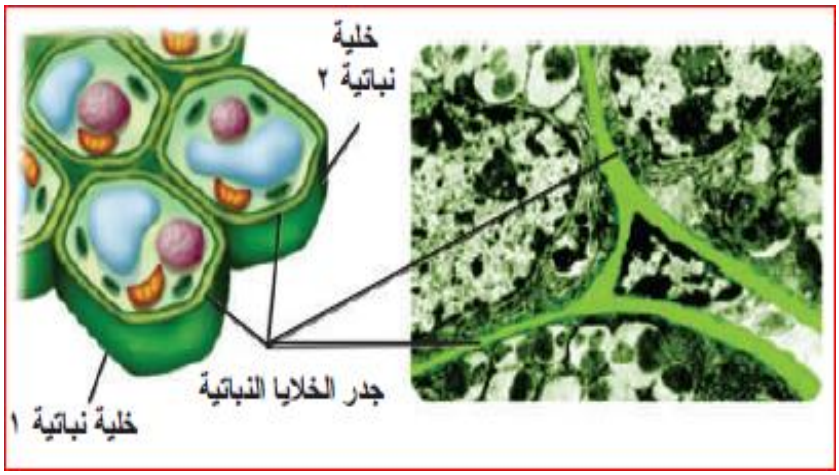
الأغذية مصدرًا هامًا من مصادر الألياف الغذائية كالحبوب . حيث تحتوي نخالة القمح على نسبة (40-45 %) من هذه الألياف، أما الخضار والفواكه الطازجة فتحتوي على نسبة (2- 3%) [62].

III -2- الخلية:

الخليّة هي وحدة البناء والتركيب والوظيفة في أجسام الكائنات الحيّة. وتنتُجُ الخلايا الجديدة من خلايا سابقةٍ لها. ويمكن تقسيمها الى نوعين : الخلايا بدائية النوى تتواجد في البكتيريا والبكتيريا القديمة. والخلايا حقيقية النوى في جميع الكائنات الحية الأخرى [61]. يتميز بوجود جدار خلوي يحيط بمساحة داخلية تحتوي على البروتوبلازم والذي يتكون من سيتوبلازم ونواة، ويطلق على تلك المكونات البروتوبلازمية داخل الغشاء البلازمى اسم البروتوبلاست. وعادة ما يقوم العلماء بفصل البروتوبلاست عن الجدر الخلوية واستعماله في الدراسات الفسيولوجية والبيوكيماوية [63].

III -3- تنظيم جدار الخلية:

جدارٌ صُلْبٌ غير حيّ، لكنه مرِنٌ إلى حدٍّ ما، يتكون في بعض النباتات من خيوط رفيعة من السليلوز. ويقوم بحماية الخلية، ويحافظ على شكلها، ويمنعها من امتصاص الماء الزائد، لحمايتها من الانفجار، كما انه يعطي للخلية الدعامة والصلابة [61]. جدار الخلية النباتية يتبع التكوين بعد انقسام الخلية، اعتمادًا على وقت التكوين لجدار الخلية يمكن تقسيمها إلى الجدار الأساسي والجدار الثانوي [64].

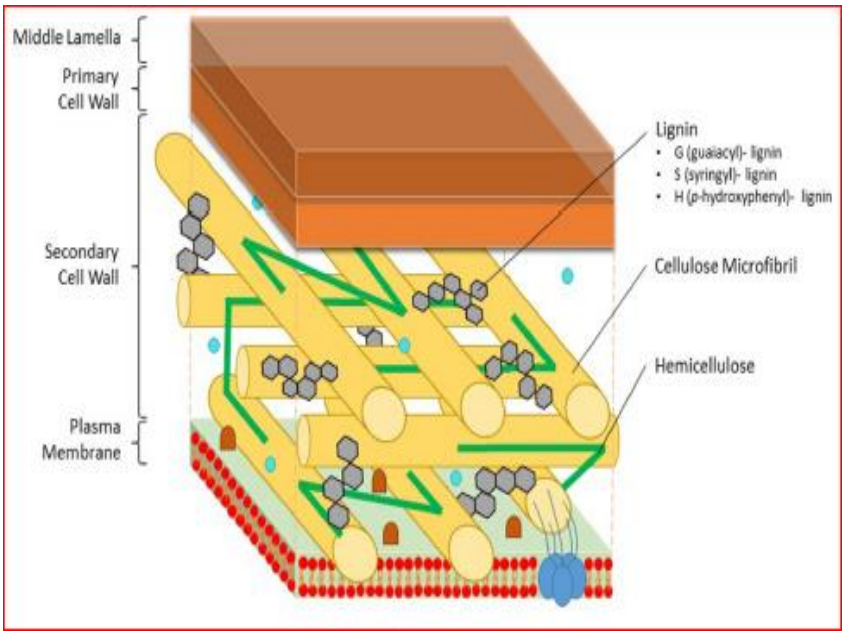


الشكل III -2- **:** الجدار الخلوي [61].

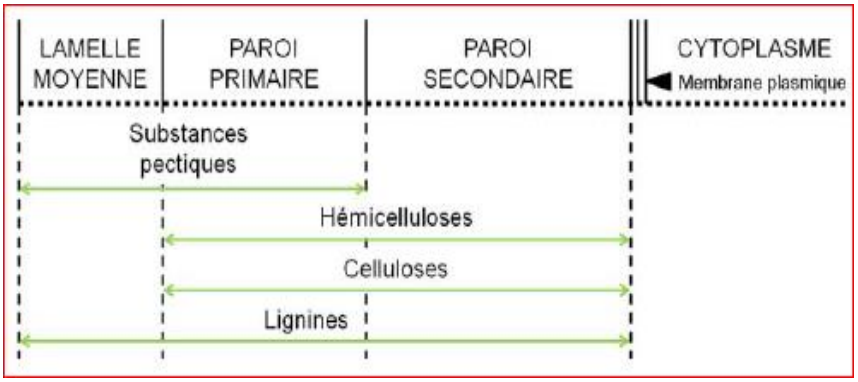
يتكون الجدار الذي يفصل السيتوبلازم عن البيئة الخارجية من هيكل متعدد الطبقات تتكون بشكل رئيسي من السكريات و اللجنين ، التي تحتوي على كل طبقة هيكل مختلف [65]. تقوم جزيئات السليلوز بالترتيب بانتظام ، وتتجمع في حزم ، وتحدد إطار جدار الخلية. وهو المادة الكربوهيدراتية الرئيسية المكونة له. حيث تقترن جزيئات السليلوز والهيموسيليلوز أو اللجنين أساسًا برابطة هيدروجينية. بالإضافة إلى ذلك هناك ارتباط كيميائي بين hemicellulose و lignin. [64] تتلصق الخلايا مع بعضها بواسطة الصفيحة الوسطي، وتتكون من حمض البكتيك واملاح غير ذائبة لحمض البكتيك. وترجع صلابتها لوجود

أملاح الكالسيوم والمغنسيوم لحمض البكتيك وكذلك عديدات التسكر المتضخمة مثل السيليلوز وفي بعض الاحيان اللجنين[63]. يتواجد البكتين بكثرة في(قشور الحمضيات وثمار التفاح) .كما يعد كعامل مهلم في انتاج المربيات وعصائر الفاكهة والحلويات. وكعامل مثبت لإعطاء القوام والتماسك للألبان السائلة [66].

البكتين هو بوليمر طويل السلسلة يقع بين السليلوز الخيوط الدقيقة لجدار الخلية والذي يمكن أن يجمع بين الخلايا المجاورة وفقا لشروط الجمع والخصائص الفيزيائية الكيميائية [64]. والجدول 01 الموجود بالملحق رقم 03 يوضح تصنيف الـــ polysaccharides للجدار الخلوي النباتي وكذلك الخصائص والانواع لكل صنف [65].



الشكل III -3- **:** نموذج مبسط لجدار الخلية النباتية [67]



الشكل III -4- **:** تمثيل توزيع مكونات الجدار للخلية النباتية [65].

III -3-1- ساترة الأوسط:

إنه الجزء الخارجي من الجدار. يفصل بين خليتين متجاورتين مما يسمح بتماسك الأنسجة. يتم هذا الفصل بين خليتين عن طريق ترسيب اللجنين الذي يحمي كل خلية. وهو الأول الذي يتم إنشاؤه أثناء

انقسام الخلايا بتراكم جزيئات البكتين، وبالتالي تشكيل لوحة الخلية المكونة من مادة بكتية [10]. وتدعى أيضا المادة البينية وتتحلل هذه المواد بفعل أنزيم البكتينيز وتوصف بأنها غير متبلورة أو متجانسة، لذلك ليس لها تأثير على الضوء المستقطب [68].

III -3-2- الجدار الأساسي:

وهو أول جزء من الجدار الذي يضاف من قبل بروتوبلاست الخلية فوق الصفيحة الوسطى وعند إضافته لا تزال الخلية في حالة نمو سطحي وحجمي [68] ، ويتبعها التشرب بثلاث أنواع من المركبات هي: ١. السيليلوز ٢. الهيميسيليلوز ٣. الجليكوبروتين (تجمع كربوهيدرات + بروتين) وينتج عن هذا الترسيب طبقة رقيقة سمكها ١- ٣ ميكرون، تقع علي السطح الداخلي للصفيحة الوسطي والسطح الخارجي للغشاء البلازمي [63]. يتكون جدار الخلية الأساسي من طور غير متبلور من الهيميسليلوز حيث تتشكل شبكة من ألياف السليلوز سيئة التنظيم وبالتالي بنية فضفاضة إلى حد ما، والبلاستيك وماء [65] بنسبة (60-70٪) و السليلوز ولكن بكميات أقل (10٪). يتم ترتيب الألياف الدقيقة السليلوزية والتي تشكل شبكة من الشبكات وبالتالي إطار الجدار [10]. يتواجد السليلوز بنوعين متبلور crystalline وفيه تكون الليفات متوازية وغير متبلورamorphous حيث تكون الليفات فيه غير متوازية، وتكون نسبة السليلوز غير المتبلور كبيرة ولذلك يبقى مرن ويمر بتغيرات عكسية Reversible [68]. يتم ضمها معًا بواسطة مصفوفة من البكتين و الهيميسليلوز. قد يحتوي هذا الجدار أيضًا على اللجنين أو السوبرين أو الكوتين. بشكل عام ، خلايا الأحداث (الخلايا في الانقسام النشط) لها جدران أولية فقط ؛ وينطبق الشيء نفسه على الخلايا البالغة المشاركة في عمليات التمثيل الغذائي مثل التمثيل الضوئي والتنفس والإفراز [10].

III -3-3- الجدار الثانوي:

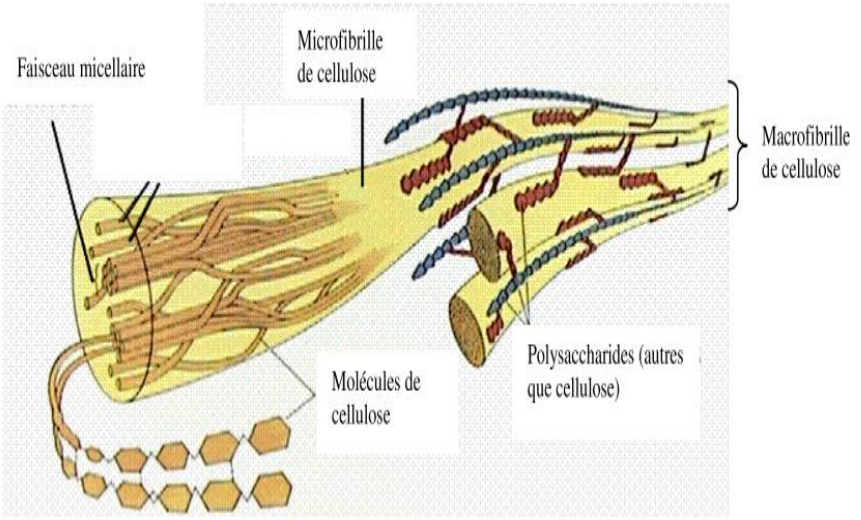
يمثل الجدار الثانوي معظم الكتلة الحيوية للنبات. يتكون من عناصر الجدار الأساسي التي تم إدخال اللجنين فيها. يتميز بمحتوى أعلى من السليلوز واللجنين الشكل 4. يتكون بشكل رئيسي من السليلوز في شكل ألياف [10]، وهو أكثر تنظيما ويتكون من طبقات من السليلوز منظمة في شبكة بلورية [65]،ولا يحتوي على أي بروتين ولا يوجد البكتين دائمًا. يمكن ملء الفراغات بين الليفرة بواسطة غلاف اللجنين (التصفيح) Lignification [10] . ويتراوح سمك الجدار الثانوي بين 5 -10 ميكرون ، وبنهاية ترسيب الجدار الثانوي يفقد الجدار الكثير من مرونته ويصبح في النهاية غير مطاط تماما . وقد يؤدي تغليظ الجدار الثانوي الي امتلاء معظم حجم الخلية ويسبب هذا موت وتحلل البروتوبلازم [63].

III -4- المواد اللجنوسيليلوزية :

المادة النباتية Lignocellulosic هي المادة الطبيعية الأكثر وفرة الموجودة على الأرض وتتكون من أربع كتل بناء بوليمرية رئيسية: البوليفينول اللجنين وثلاث سكريات ،السليلوز والهيميلولوز والبكتين. بالاشتراك مع الإنزيمات المرتبطة بجدار الخلية النباتية ، الإنشائية البروتينات والبروتيوغليكان ، تشكل هذه المكونات شبكة مرتبطة بشكل معقد توفر القوة والمتانة لجدار الخلية النباتية [69]، وهي

المركبات الأساسية للنبات ونجد المواد اللجنوسيليلوزية في العديد من النباتات ويد خل في العديد من المجالات مثل الوقود الحيوي وللكيمياء الخضراء.

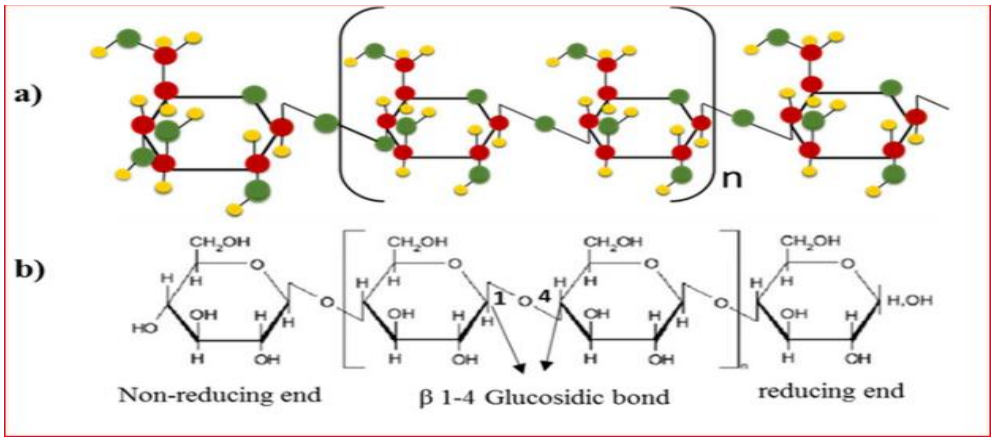
اللجنوسيليلوز هو الركيزة المعقدة لتركيب جدران الخلية للنبات كما في الشكل (III -5-)، والتي بدورها تدخل في العديد من الصناعات المهمة منها: صناعة الورق، .صناعة النسيج، صناعة البوليمر ... تتكون هذه المواد الحيوية من السليلوز (40-43%) والهيميسليلوز (28-35%) واللجينين (22-29%)[70]. ذات التراكيب الكيميائية الموضحة في (الملحق 03 الجدول رقم 02) .



الشكل III -5- **:** المستويات المختلفة لتنظيم السليلوز[10].

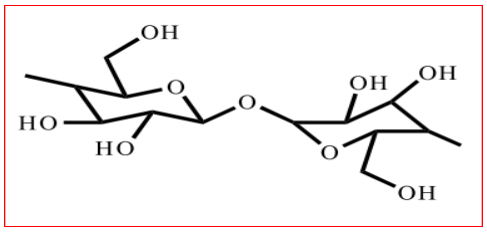
III -1-4- السليلوز:

السيليلوز هو العنصر الرئيسي في جميع الألياف النباتية تقريبا وهو المادة الاكثر وفرة على سطح الارض،(أكثر من 50 % من الكتلة الحيوية) [71]. يحول البناء الضوئي حوالي 100 مليار طن متري من ثاني أكسيد الكربون و H_2O إلى السليلوز كل عام.[69] وفي عام 1838 م ذكرت (انسليم بيان) أن جدران الخلايا للعديد من النباتات تتكون من نفس المادة (السليلوز) وهو عبارة عن كربوهيدرات من الصيغة الجزئية $(C_6H_{10}O_5)_n$ حيث n هو درجة البلمرة، ويختلف اعتمادا على أصل السيليلوز وقد تختلف بضع مئات الى بضع عشرات الألاف [71]. يعتبر السليلوز من المواد الصعبة التلين بسبب الصلابة التي يمتلكها والناتجة من الشبكة الكبيرة من الاواصر الهيدروجينية التي توجد بين وحدات الكلوكوز المكونة لمادة السليلوز مكونة ما يعرف بالتبلور (Crystallinity) والسبب الاخر في درجة البلمرة العالية (Degree of polymerization) [72].



الشكل III -6- **: a)** هيكل ثلاثي الأبعاد من السليلوز.**b)** صيغة هيكل السليلوز.[22]

السليلوز هو بوليمر خطي مصنوع من وحدات مونومر -D الجلوكوز التي يتم ربطها على التوالي من خلال ارتباط glycosidic في التكوين بين الكربون 1 والكربون 4 للوحدة المجاورة لتشكيل سلسلة بوليمرية كما في الشكل 6. بسبب تكوين روابط intermonomer ، وتتناوب وحدات الجلوكوز بشكل فعال صعودًا وهبوطًا في السلسلة، (الملحق 03 : الروابط الهيدروجينية، الشكل 04 –05-06) نتيجة لهذا السليلوز الشكل(III -7-) يعتبر وحدة متكررة من السليلوز ، حيث يتم تكوين متلازمي للجزيء الكبير[73].



الشكل III -7- **:** الوحدة المتكررة للسليلوز[73]

يُشار إلى حجم جزيء السليلوز الطبيعي في درجة البلمرة (DP)، ويعتمد بشكل كبير على مصدره[73] ، ويمكن التعبير عن درجة البلمرة بالقانون التالي:

حيث ان Mn معدل الوزن الجزئي للبوليمر، وMo الوزن الجزيئي للمونومر[72].

$$DP = \frac{\text{Total MW of the polymer}}{\text{MW of the repeating unit}} \equiv X_n = \frac{M_n}{M_0}$$

الجدول : درجة بلمرة السليلوز من مصادر مختلفة [73].

المصدر	درجة البلمرة
أسيتوبكتورزيلينوم	3,700-2,000
أسيتوبكتيرسيلولوز	600
السليلوز الجرثومي	2700
الباجاس	900-700
ألياف الباست	5,000-1,000
ألياف القطن	14,000-8,000
خيوط القطن	6,500-1,000
ألياف الكتان	8,000-7,000
ألياف رامي	11,000-9,000
سليلوز اللب (ابيض)	2,100-5,00
ألياف الخشب	9,000,-8,000
فالونيا	27,000-25,000

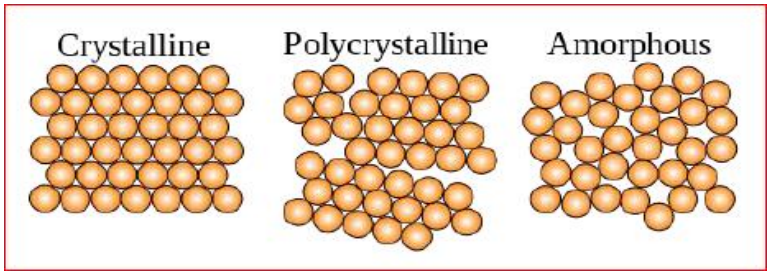
يفقد السليلوز النقي حتمًا بعض وزنه الجزيئي أثناء العزلة والتنقية، وتتكون سلاسل السليلوز بالكامل من وحدات الجلوكوز D اللامائية. يختلف السليلوز عن النشا، ويعتمد الجزيء على تشديد ممتد شبيه بالقضيب (الشكل III -5-). تشكل مجموعات الهيدروكسيل المتعددة الموجودة على بقايا الجلوكوز من سلسلة واحدة روابط هيدروجينية مع جزيئات الأكسجين على السلسلة المجاورة، مما يجعل السلاسل متماسكة جنبًا إلى جنب وتشكيل ألياف دقيقة ذات قوة شد عالية. بالمقارنة مع النشا، يتكون السليلوز من منطقتين (متبلور وغير متبلور) بينما النشا غير متبلو، يتطلب السليلوز درجة حرارة 320 درجة مئوية وضغط 25 ميغا باسكال ليصبح غير متبلور في الماء.

تُعرف الجزيئات ذات طول السلسلة الصغير جدًا الناتج عن تحلل السليلوز باسم السيلوديكسترينات، عادة ما تكون قابلة للذوبان في الماء والمذيبات العضوية على النقيض من السليلوز طويل السلسلة [73].

III-1-1-4- البنية البلورية للسليلوز:

التبلور او البلورة هي عملية تشكيل طبيعية او صناعية للجزئيات بشكل منظم وبأسلوب معين للمادة الصلبة وللتبلور تأثير كبير على الصلابة والكثافة والانتشار والشفافية، كثير من المواد السيراميكية والبوليمراتية تتركب جزئيا بحيث يحتوي هذا التركيب على خليط[72] ، وتتراوح النسبة المئوية للتبلور بين 50 و 90٪ اعتمادًا على المصدر وأيضًا على طريقة قياس التبلور[71].الجزء الاكبر منه يكون متبلور

(Crystalline) ، والجزء الاخر يكون منطقة غير متبلورة (Amorphous) ، بمعنى انها غير مرتبة بالشكل الذي تترتب به جزيئات المنطقة المتبلورة كما هو موضح في الشكل (III -8-) [72].

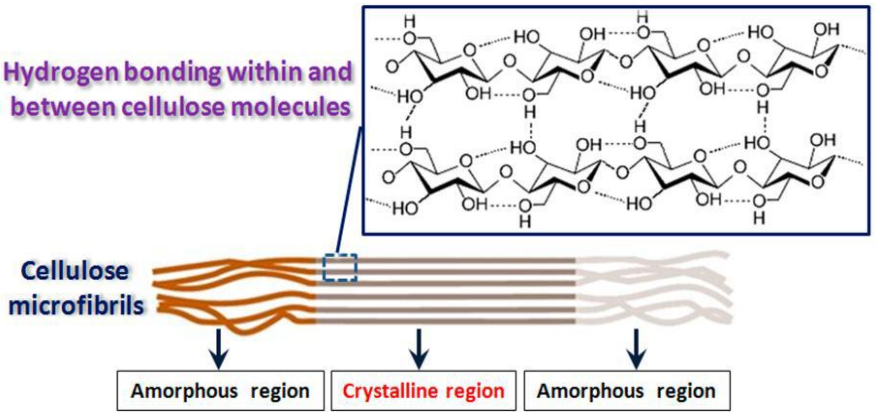


الشكل III -8- **:** البناء البلوري للمواد [72].

ان سبب التبلور في السليلوز يعزى الى البناء الجزيئي لمادة السليلوز والتي تكون نتيجة للأواصر الهيدروجينية الموجودة بين جزئيات الكلوكوز المؤلفة للسليلوز، وهناك نوعين، أواصر هيدروجينية موجودة بين الجزيئات المتجاورة في نفس السلسلة وأواصر هيدروجينية تكون بين السلاسل المتجاورة، عن طريقهما يتكون ما يعرف بالبناء البلوري للسليلوز، كما موضح في الشكل(III -9-) [72].

هيكل السليلوز هو عامل ذو أهمية كبيرة لخصائص قوة الألياف. وبالتالي، فإن تحديد الاختلافات الصغيرة في الهياكل البلورية للسليلوز من ألياف من أصول مختلفة أمر مهم للغاية. في هذا المجال، تم استكشاف التحليل الطيفي الديناميكي FT-IR كطريقة حساسة لتغيرات بنية السليلوز[74].

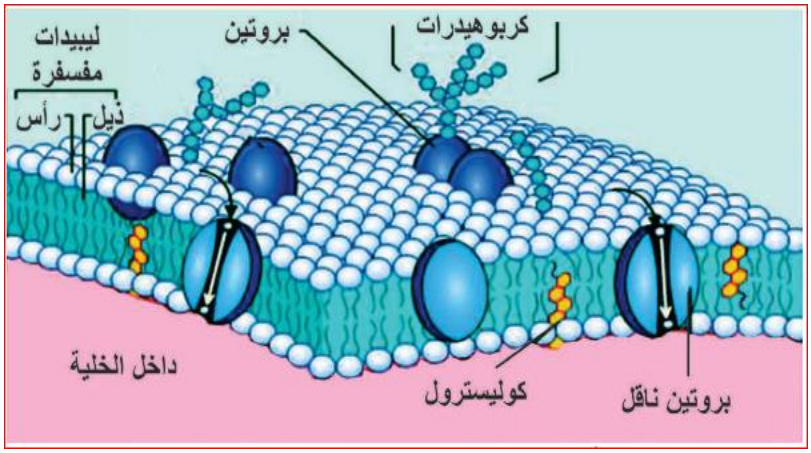
الهيكل المنتظم للسليلوز يؤدي إلى أنماط حيود الأشعة السينية التي تكشف عن درجة التبلور. كان هناك عدد من التناقضات في البلورة وصف الهيكل لتعديلات السليلوز المختلفة بعد علاجات معينة . أكدت تجارب الأشعة السينية والرنين المغناطيسي النووي الشكلية حيود الأشعة السينية [75].



الشكل III -9- **:** يوضح المناطق المتبلورة والغير متبلورة للسيليلوز [72].

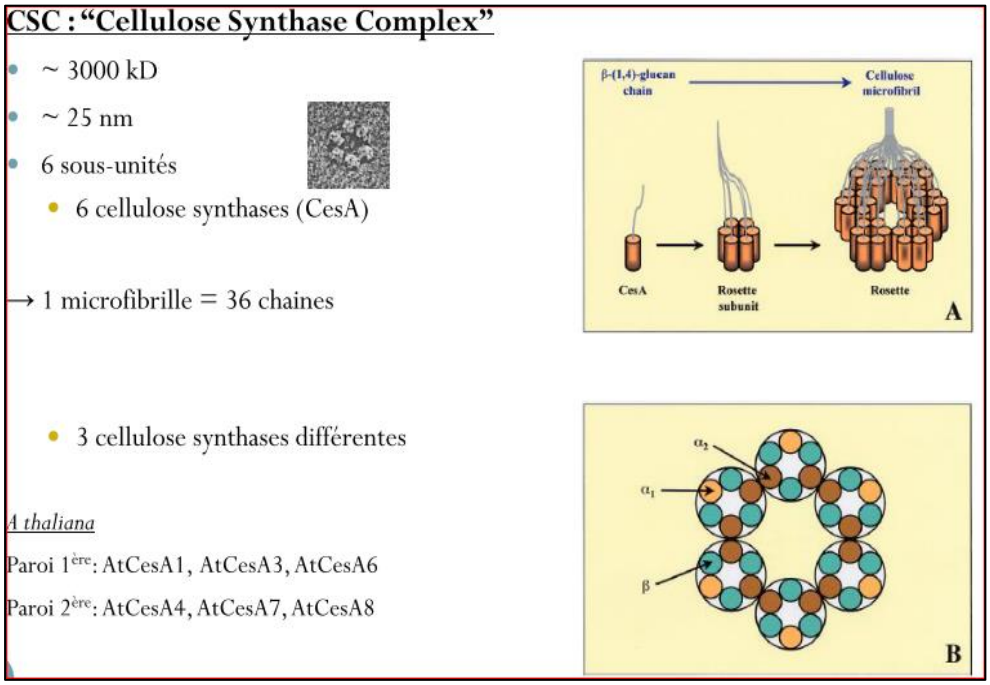
III-4-1-2- حركة مركب التخليق الخلوي في غشاء البلازما (انتاج السليلوز):

النباتات هي المنتج الأساسي على كوكبنا وهي توفر، بشكل مباشر أو غير مباشر، الطعام ،الملابس والمأوى والطاقة [76]. كما تنتج النباتات سنويًا حوالي 180 مليار طن من السليلوز مما يجعلها أكبر خزان للكربون العضوي على الأرض [77]. يتم إنشاء العديد من هذه المنتجات من مكونات جدار الخلية النباتية، مصفوفة خارج الخلية تعتمد على عديد السكاريد وتتميز بتعقيدها [76]، إنتاج جدار الخلية النباتية هو عملية مرتبطة بالغشاء. تتكون جدران الخلايا من ألياف دقيقة من السليلوز، مدمجة داخل مصفوفة من السكريات والبروتينات السكرية الأخرى. هؤلاء المجمعات، والآلات النانوية التي تنتج الألياف الدقيقة للسليلوز، تتحرك داخل غشاء البلازما مغادرة وألياف السليلوز الدقيقة في أعقابها [78]. يتم ترتيب بوليمر السليلوز في ألياف دقيقة بسماكة 3 نانومتر، ويقدر كل منها بما يقرب من 36 سلاسل بلورية. هذه البوليمرات يعتقد أنها تتكون من 8000 (جدار الخلية الأساسي) إلى 15000 جزيء جلوكوز (جدار خلوي ثانوي) ، مما يجعل الألياف الدقيقة السليلوز(CMFs) واحدة من أطول الجزيئات الحيوية المعروفة في الطبيعة. حيث يتم تصنيع السليلوز في غشاء البلازما الشكل (III -10-) بمجمعات الوردة CSC_S [79].

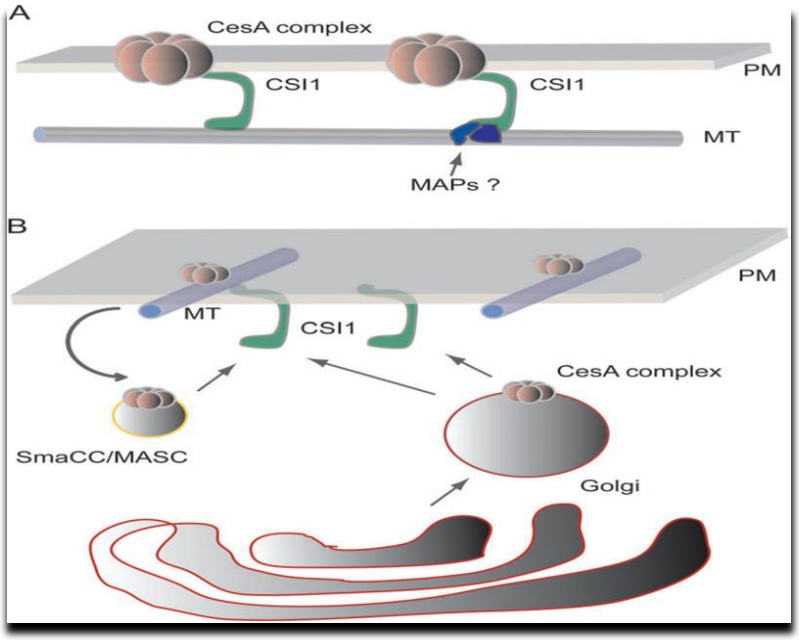


الشكل III -10- **:** بنية غشاء البلازما [61].

هذا ويتم تنظيم المجمعات عبر الغشاء على شكل سداسي، يفترض أن تتكون من 36 سينثول سليلوز فردي (CESA) البروتينات (الشكل III -11-). ثم (الشكل III -12-) يبين أن مجمعات CESA يتم تجميعها في جولجي وتصديرها إلى غشاء البلازما عن طريق الخلوي (CSI1) [79].



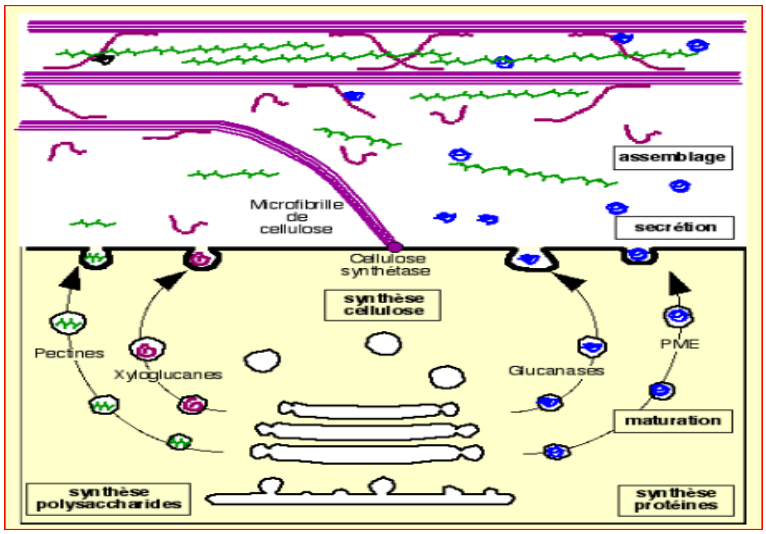
الشكل III -11- **:** تركيبة (CESA) وابعادها [80].



الشكل III -12- **:** تصنيع جولجي لمجمعات CESA وتصديرها بواسطة CSI1 الى غشاء البلازما [81].

من السهل على الأقل ثلاث مراحل من تطور الخلايا النباتية محدد بـالحركية الخلوية والاستطالة والنضج. في كل مرحلة كيمياء وبنية التغيرات في جدار الخلية [82]. يتم إنتاج هذا الهيكل ثنائي الطور من قبل آليتين اثنين منفصلة الترسيب، لكنها متصلة المصفوفة. يتم بثق المواد عن طريق إخراج الخلايا إلى

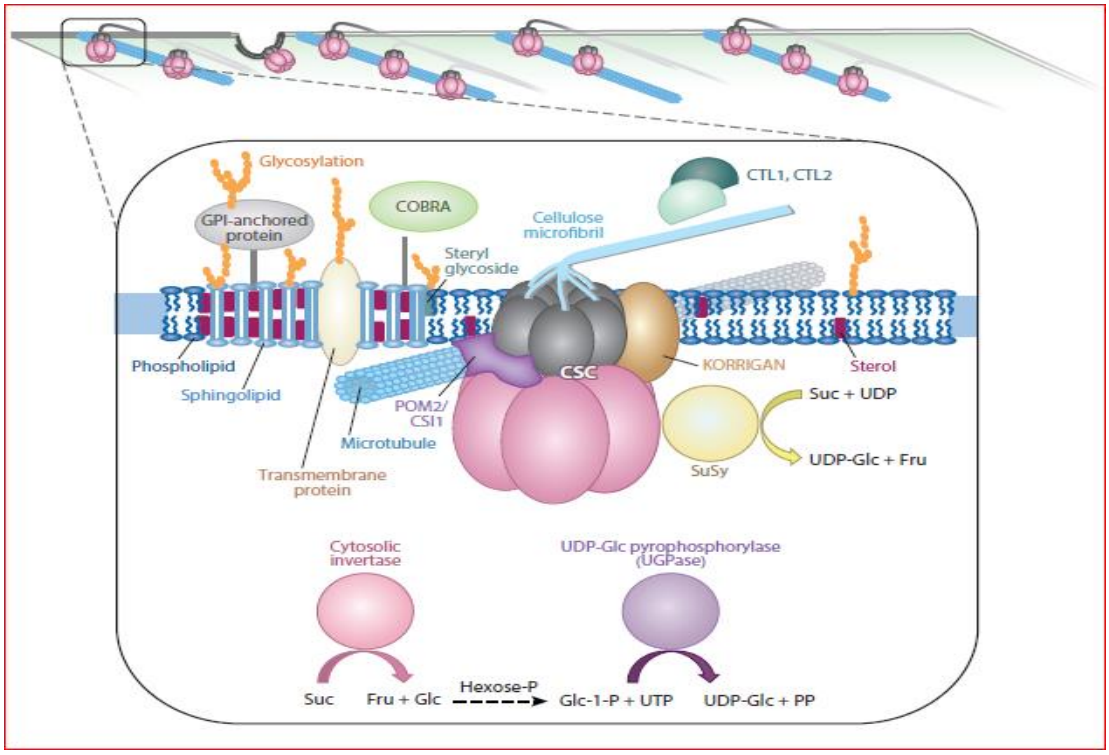
جدار الخلية. هذه وتدرج نفس العملية أيضًا مجمعات بناء السليلوز Cellulose structing complexes (CSCs) في غشاء البلازما. هذه المجمعات هي الآلات النانوية التي تنتج CMFs من الجلوكوز UDP تم تجنيدهم من السيتوبلازم، وإيداعهم في الجدار بعملية مرتبطة بالغشاء [78]. السليلوز والكالوز هما السكريات الوحيدة المعروف أنها مصنوعة في غشاء البلازما، في حين يتم تصنيع الجليكان والبكتين المتشابكة في جهاز جولجي كما هو موضح بالشكل (III -13-) [82].



الشكل III -13- : طريق التوليف وإفراز المكونات المختلفة للجدار [83].

- يتم تصنيع ألياف السليلوز على مستوى غشاء البلازما عن طريق تخليق السليلوز. يتجمعون في الأنسجة المحيطة بالألياف الموجودة مسبقًا وفقًا لبنية معينة.
- يتم تصنيع السكريات الأخرى (هنا البكتين و xyloglucans) في الحويصلات golgian ومن ثم يتم تصديرها إلى الفضاء حول perasmasmic عن طريق الخلع. لاحظ أنه يجب أن يتم تجميعها في الجدار حيث تساعد على ضمان تماسك وبنية ألياف السليلوز. لاحظ أيضًا أن الحويصلات الغولية يجب أن تحتوي على إنزيمات لتوليف أو تحويل هذه السكريات.
- يتم تصدير الإنزيمات المحددة للجدار (هنا الغلوكاناز والبكتين ميثيل استريزيس PME) عن طريق مسار مماثل للخلايا ولكن بالتأكيد ليس من نفس الحويصلات.

نقدم هنا رؤية متكاملة للأحداث تجري في منطقة لا تزيد عن 100 نانومتر في وحول غشاء البلازما(الشكل III -14-)، وربط النتائج الأخيرة المقدمة من المجال المتميز لبيولوجيا الخلية النباتية. نناقش الأنشطة المنسقة للخارج، والخلويات، و حركة مجمعات المصنعة للسليلوز(CSCs) أثناء انتاج الألياف الدقيقة للسليلوز وربط هذه العمليات إلى الأنابيب الدقيقة القشرية [78].

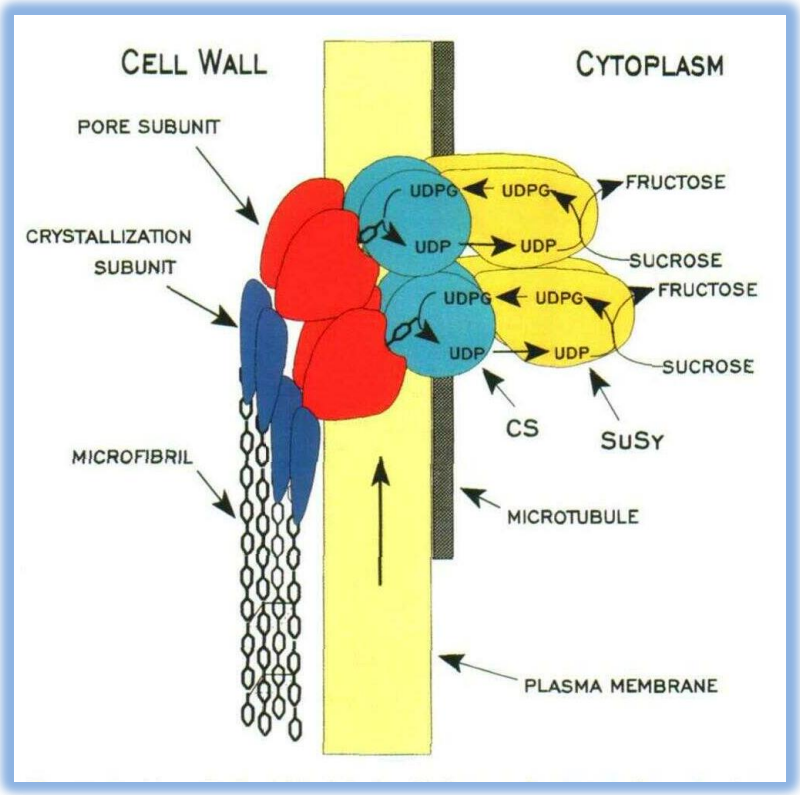


الشكل III -14- **:** الية تصنيع السليلوز على مستوى غشاء البلازما [76].

يبدأ التخليق الحيوي لجدار الخلية أثناء انقسام الخلية في طور التحلل الخلوي خلال المرحلة تشكيل صفيحة الخلية في منتصف الخلية. في النهاية، يكون جدار الخلية الأساسي; يتم تجميعها عن طريق ترسب بوليمرات السليلوز والهيموسيليلوز والبكتين. يبدأ التخليق الحيوي لبوليمرات الجدار في النواة بنسخ جينات الترميز البروتينات والإنزيمات المرتبطة بالجدار. يتم توجيه العناصر الفردية إلى نظام الغشاء الداخلي للشبكة الإندوبلازمية وجولجي حيث هم مبلمر ومعدل. ثم يتم نقل البوليمرات السابقة من خلال الحويصلات وتفرز غشاء بلازما خارجي للتجميع اللاحق والربط بالجدار كما في الشكل (III -13-). هذه آلية عالية التنظيم على طول العملية وتعتمد على الحالة الفسيولوجية للخلية وتفاعل الإشارات الداخلة والخارجة من الخلية.

جدار الخلية الثانوي أبعد من ذلك ينقسم إلى ثلاث طبقات فرعية تسمى S1 و S2 و S3. الكل تتكون الطبقات الموجودة في جدار الخلية من مرحلتين: مرحلة تكوين الألياف الدقيقة ، وهي مرحلة بلورية، من الألياف الدقيقة من السليلو، ومرحلة المصفوفة وهي غير بلورية، تتكون من مجموعة متنوعة من السكريات (البكتين و الهيميسليلوز) والبروتينات ، والمركبات الفينولية (اللجنين، حمض الفيروليك، حمض الكوماريك، وغيرها). وقد أفيد بأنKORRIGAN، وهو نوع من السليلوز، متورط في التخليق الحيوي للسليلوز مما يسمح بالتشكيل الصحيح الألياف الدقيقة للسليلوز الأول [77].

على وجه التحديد، يتم تصنيع الألياف الدقيقة الطويلة والصلبة من السليلوز لجدران النباتات من الوجه الداخلي لغشاء البلازما عن طريق مجمعات سينثوز السليولوز (CESA) تتكون من وحدات فرعية متعددة تشكل بنية وردية من ستة كرويات تحويها CESA. يتم دفع الألياف الدقيقة المركبة حديثًا من خلال الإجراء من CESA، التي تبلمر سلاسل الغلوكان في المواضع المحددة مدفوعة الأنابيب الدقيقة القشرية [84]. قد تحول SUSY السكروز إلىUDP - الجلوكوز والفركتوز. ويتم إعادة تدوير UDP الذي تم إصداره، حيث تصبح متاحة مرة أخرى لـــ SUSY لتشكيل UDPglucose (الشكل III -15-). ثم يتم ربط جزيئات الجلوكوز UDP (1-4) بواسطة CESAs سلاسل البلمرة الجلوكوز وتجميع ومعالجة وتشكيل يبدو أن الألياف الدقيقة من السليلوز عملية متزامنة عالية التحفيز بواسطة CSC أثناء التحويل لسلاسل الجلوكوز.



الشكل III -15- : الية تدوير الجلوكوز من Susy [85].

يوضح السهم في غشاء البلازما اتجاه الطحالب أو النبات، مقابل 36 وحدة من هذا القبيل في مركب نعرض فقط أربع وحدات من هذا القبيل، وقد ثبت أن ترسب السليلوز ينطوي على حركة داخل الخلايا منظمة KOR1 [77].

في النباتات العالية، تلعب كل من الأكتين والأنابيب الدقيقة القشرية على تنظيم بناء جدار الخلية عن طريق تحديد المواقع توصيل معقدات السليولوز سينثاز (CesA) وتوجيه مساراتها لتوجيه الألياف الدقيقة المصنعة حديثًا وترسب السليلوز وتنظيم التكون البيولوجي لجدار الخلية [86].

بعد ذلك، يرتبط ميكروفيفريل مع زيلوجلوكان (XyG) وعديد السكاريد البكتيرية لتشكيل شبكة جدار الخلية المعقدة [84].

III-4-1-3- توليف السليلوز بالبكتيريا الحية:

مادة لاقت الكثير من الاهتمام البحثي خلال نصف قرن مضى، تدعى "السيليلوز البكتيري"، وهي تشبه السيليلوز النباتي ولكن مصدرها أنواع محددة من البكتيريا. السيليلوز البكتيري يكتسب عددا من المميزات الإضافية على السيليلوز النباتي، فهو أكثر نقاء من الناحية الكيميائية، وله قدرة أكبر على الاحتفاظ بالماء ومقاومته، وهو أكثر مسامية [87] وليفاته ارق بـ 100مرة من السليلوز النباتي [88] مع مساحة أقل بكثير جدا في الفراغات بين أليافه مما يجعله مصفاة استثنائية [87]. السليلوز الميكروبي هو عديد السكاريد المنتج بواسطة أنواع مختلفة من البكتيريا ، مثل تلك الموجودة في جنس Gluconacetobacter (المعروف سابقًا باسم Acetobacter، Agrobacterium ، Aerobacter، Achromobacter، Azotobacter، Rhizobium). تم الإبلاغ عن إنتاج السليلوز من Acetobacter xylinum لأول مرة في عام 1886 بواسطة Brown .A.J [88]. ومع ذلك ، يتم إنتاج معظم السليلوز بواسطة العوالق أحادية الخلية أو الطحالب باستخدام نفس النوع من تثبيت ثاني أكسيد الكربون الموجود في التركيب الضوئي للنباتات البرية. في الواقع ، يعتقد أن هذه الكائنات الحية الأولى في السلسلة الغذائية الشاسعة، حيث تمثل أكبر مورد للطبيعة في إنتاج السليلوز.

بدون ميكروبات ضوئية، يمكن للعديد من الحيوانات والفطريات والبكتيريا تجميع السليلوز. ومع ذلك ، فإن هذه الكائنات الحية خالية من قدرة التمثيل الضوئي .وعادة ما تتطلب الجلوكوز أو بعض العضوية الركيزة لتوليفها من قبل كائن التمثيل الضوئي لتجميعها السليلوز.

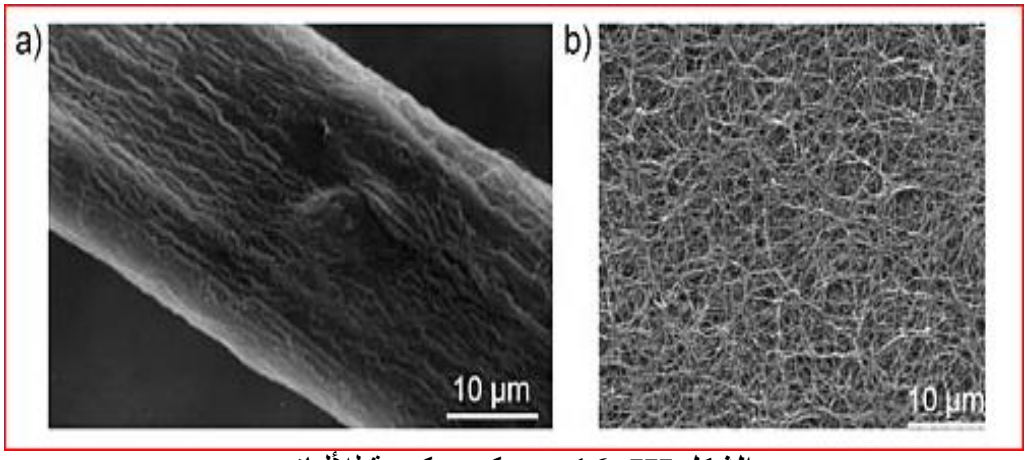
العديد من التطورات الأخيرة لطبيعة هيكلها الليفي تستعرض، تعزيز إنتاج البكتيريا للسليلوز وتأثير عدة المضافات العضوية على التركيب البلوري للسليلوز البكتيري وكذلك تطبيقاته في العديد من الصناعات [89]. ولعل من أهمها ما يلي: علاج الجلد، الأوعية الدموية الاصطناعية، سقالة محتملة لهندسة الأنسجة، منتجات العناية بالجروح، تعديل الكمبيوتر اللوحي، صناعة السليلوز والورق البكتيرية، البكتريا السليلوز والصناعات الغذائية [89]، تطبيقات الغذاء، التطبيقات الصيدلانية والطبية [88]، صناعات التصفية (الفلترة)، مثلا الغشاء الجديد مصنّع بالأساس في صورة نانونية الحجم وتمكنوا من دمج مادة أخرى بهذا الغشاء الجديد، وهي أكسيد الغرافين الذي تزداد سخونته مع التعرض لضوء الشمس.

ويتخذ النشاط البحثي في مجال السليلوز البكتيري اتجاهات واعدة في الفترة المعاصرة. فعلى سبيل المثال، تمكن باحثون من جامعة ألتو في فنلندا قبل أقل من عام من تطوير آلية معقدة لطباعة السيليلوز البكتيري بشكل ثلاثي الأبعاد. وتمكن الباحثون من طباعة ما يشبه الأذن البشرية عبر تلك الطريقة الجديدة، ويأمل الباحثون في أن يساهم ذلك في زرع الأعضاء بكفاءة أكبر، من خلال استخدام السيليلوز البكتيري كفاصل بين الجسم والعضو الجديد.

وخلال العقود القليلة السابقة ومع التطورات الأخيرة في مجالات التصنيع الحيوي، انتقلت أبحاث السليلوز البكتيري لتتخذ مكانة مركزية في هذا النشاط، وهو ما يفتح بدوره أفقا واسعا لمستقبل بشري أقل تلوثا وأكثر صحة [87].

III-4-1-4- مقارنة السليلوز البكتيري مع السليلوز النباتي:

لا يحتوي السليلوز الميكروبي الاصطناعي على اللجنين أو البكتين ولا الهيمسيليلوز. لذلك يعتبر أنقى من السليلوز النباتي الذي يجب معالجته حتى يعتبره كذلك. من بين الكائنات الحية الدقيقة التي تصنع السليلوز (البكتيريا الزراعية ، السارسين ، الريزوبيوم)، فإن أكثر أنواع البكتيريا التي تمت دراستها هي Acetobacter xylinum والتي تنتج ما يكفي من السليلوز من وجهة نظر تجارية.كما بينا الفرق الفيزيائي سابقا، ندعم بالصور أدناه من المجهر الإلكتروني للشكل (III -16-) الفرق في الشكل بين ألياف السليلوز النباتية (a) وألياف السليلوز البكتيرية (b) [90]. كما يوضح (الملحق 03 الجدول 03) الفرق الكيميائي بينهما [91].



الشكل III -16- : ميكروسكوبية للألياف
a) السليلوز النباتي - **b)** السليلوز البكتيري [90].

III-4-2- الهيميسليلوز:

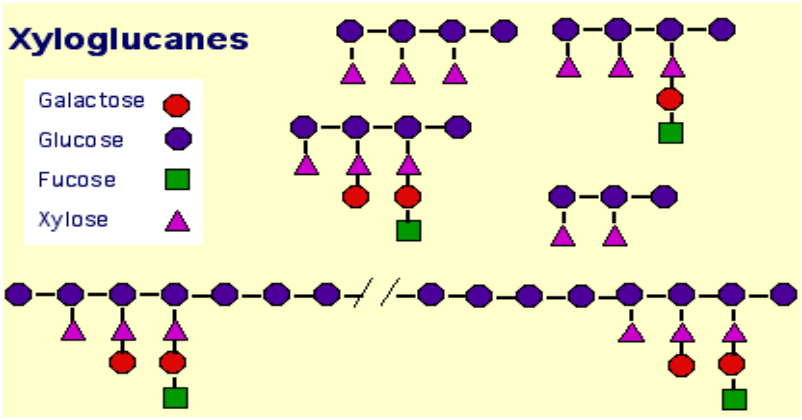
بوليمر ينتمي إلى مجموعة من السكريات غير المتجانسة التي تتكون من مونومر الكربوهيدرات . تتكون الوحدة الهيكلية لهذا البوليمر الممزوج من سكريات هيكسوز وخامس البنتوز مثل مانوز، زيلوز، جلوكوز، جالاكتوز وأرابينوز، كما يلعب الهيميسليلوز دورًا مهمًا في ربط ألياف السليلوز باللجنين [92] . والهيميسلسلوز هي السكريات منخفضة الوزن الجزيئي [64]، كما وجد أنه سهل التحلل المائي إلى السكريات الأحادية في حامض معدني ساخن أو مخفف أو محلول NaOH بارد 5٪ [64]، وتقدر الكميات السنوية من الهيميسلسلوز بـ 60 مليار طن يتم توليفها بواسطة النباتات الأرضية. على الرغم من أن هذا السكاريد جزء واحد فقط (حبوب صغيرة)، لكنها تشكل جزءًا كبيرًا (حوالي 20 إلى 30 ٪) مادة جافة من جدران الخلايا في النباتات. ويسود تعريف أوسع، يستند إلى حد ما التصنيف الهيكلي للهيميسليلوز حيث

يتم تعريفها على أنها "مجموعة السكريات غير السليلوز والمواد البكتيرية الموجودة في جدران خلايا النباتات الأرضية، قابلة للذوبان في الماء وقابلة للاستخراج من جدار الخلية مع المحلول القلوي " الخصائص الوظيفية لهذه المركبات داخل النبات متعددة، من بينها، ما يمكن الاستشهاد بها:

- المساهمة في سلامة الأنسجة من النباتات من خلال قدرتها على امتصاص كميات كبيرة من المياه المسؤولة عن السلوك المرن للأنسجة الخلوية للنباتات والتي تمنحهم مقاومة أفضل.
- تكوين مادة هلامية بمصفوفة جدران الخلية بواسطة محاذاة بين البوليمرات المختلفة التي تشكل الخلايا (عن طريق الرابطة بين الجزيئات، مع السليلوز على سبيل المثال)، مما يساعد على حماية النبات من التجمد عن طريق منعه تشكيل الجليد بين الخلايا.
- تكوين شبكة مسامية حول ألياف السيليلوز تساهم في : تحسين نقل المستقلبات والمغذيات داخل النبات.

يمكن وصف الهيميسليلوز بأنه بوليمرات من الأحماض البولية و المحايدة. يمكن تجميعها في أربعة فئات واسعة حسب طبيعة سلسلتها الرئيسية: D-Xyloglycanes ، D-Mannoglycanes ، D-xylo-D-glucanes ، β-D-glucanes. كما يمكن التفصيل في هته الفئات في (الجدول 04 بالملحق 03) [65].

سلاسل هذه الجزيئات الضخمة قصيرة نسبيًا، وهي تشكل مصفوفة عديد السكاريد غالبا ما ترتبط بالمكونات الفينولية التي تحيط بألياف السليلوز. الفئة الأكثر شيوعًا تتوافق مع xyloglucans. تتكون من سلسلة غلوكوز (1-4) وسلاسل جانبية قصيرة من الزيلوز والجالاكتوز والفوكوز الشكل(III -17-) [10].



الشكل III -17- : جزيئات الهيميسليلوز(Xyloglucan) [10].

يوضح (الشكل 07 والجدول 04 من الملحق 03) الصيغة الكيميائية لـ Xyloglucan وجزيئات السكاريد الداخلة في تركيبته. Xyloglucans يمكن أن يعاقد الروابط الهيدروجينية مع السليلوز بسبب وجود سلاسل جانبية ، من غير المحتمل أن تشكل نفسها أليافًا. وبالتالي يمكن أن يلعبوا دورًا أساسيًا في الحفاظ على بنية جدار منظمة عن طريق ربط ألياف السليلوز معًا [10].

يحتوي الهيميسليلوز على العديد من السكريات مع 5 ذرات كربون مثل الزيلوز والأرابينوز (بشكل رئيسي في تكوين الفورانوز)، وسكريات بـــ C6 ذرات كربون مثل الجلوكوز، مانوز، حيث يوجد الهيميسليلوز في جميع النباتات الخضراء تحت أشكال مختلفة اعتمادا على الأنواع النباتية مثل الأعشاب والنخيل وقصب بساتين الفاكهة [93].

III-4-3- اللجنين:

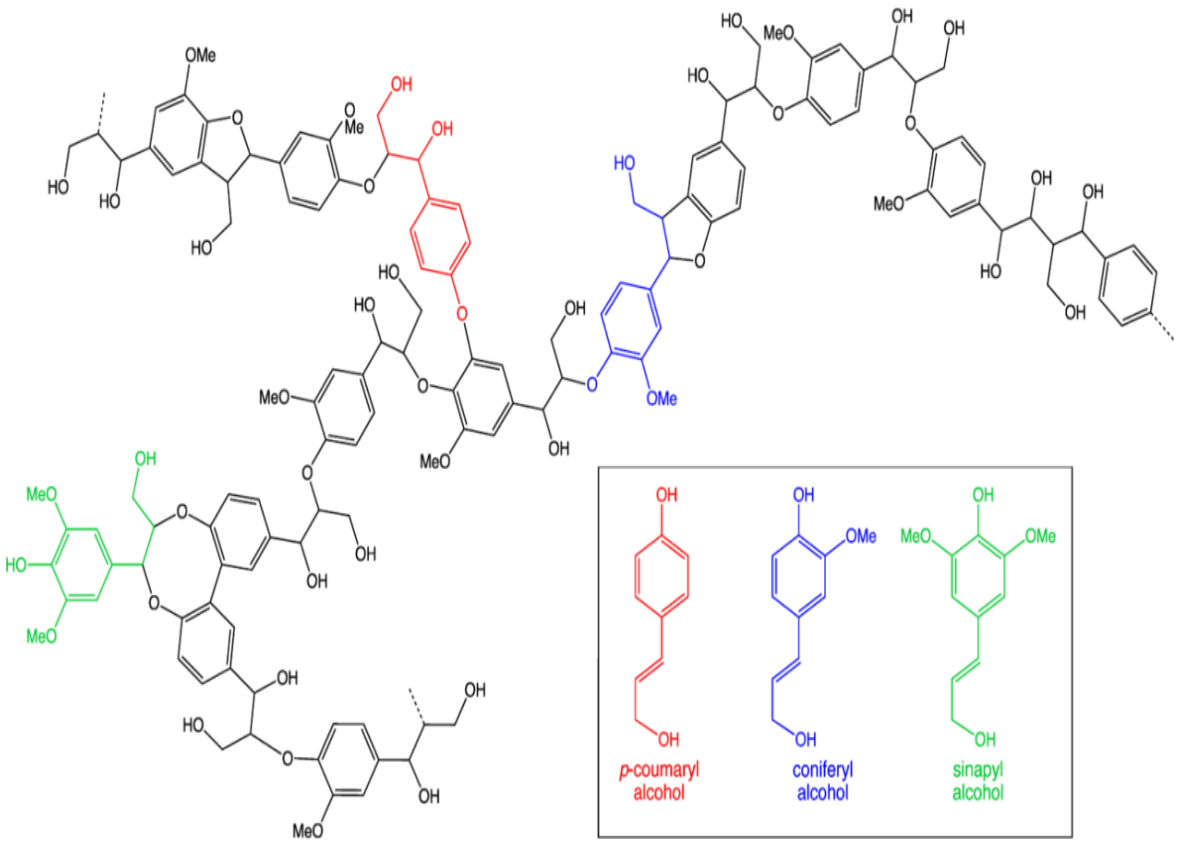
اللجنين مشتق من المصطلح اللاتيني lignum يعني الخشب [70]، تودع في خلايا نباتية معينة في نهاية تكوين الجدران الأولية والثانوية [94]. يتم تصنيف اللجنين إلى ثلاث مجموعات رئيسية اعتمادًا على أصله وهي الخشب اللين والخشب الصلب والعشب [70]. اللجنين هو اسم مجموعة من المواد؛ يتجلى عدم تجانسهم في أنواع مختلفة من النباتات، وطول موسم النمو، وأجزاء مختلفة من النباتات [64]. بعد السليلوز، يكون البوليمر الطبيعي الأكثر شيوعًا من أصل نباتي على الأرض هو اللجنين. حيث أمكن تقدير إنتاجها السنوي من قبل الطبيعة أعلى من 1 مليار طن [95]. و 50 مليون طن سنويا من صناعة اللب والورق في جميع أنحاء العالم [70].

اللجنين جزيء ضخم ثلاثي الأبعاد غير كربوهيدراتي [92]، إذن فإن جزء اللجنين هو جزيء غير سكري[70]. وهو ثاني أكثر البوليمرات الطبيعية وفرة في العالم، وله دور مهم في تصلب جدار الخلية [92].

يحتوي اللجنين الغير متبلور ثلاثي الأبعاد [94] المصحوب بماء طبيعي على جزيء ضخم فينولي مصنوع حتى ثلاث وحدات [70] بروبان فينيل ثنائية وثلاثية مختلفة الاستبدال [95]: كحول p-coumaryl ،Coniferyl و sinapylic، تتحول هذه الكحوليات إلى بلمرة لتشكيل الهيكل المعقد للوزن الجزيئي العالي بوليمر اللجنين. يتم التشبيك باستخدام روابط مختلفة، مصنفة في اثنين الفئات: روابط الأثير وروابط الكربون و يختلف تكوين البوليمر وفقًا للنباتات ووفقًا لحالة نضجها. علاوة على ذلك ، فإن عدم التجانس هذا يبرز من خلال وجود روابط بين جزيئات بوليمر مشترك مع مركبات جدران أخرى [94]، لذلك هياكل اللجنين ليست هي نفسها [64]. وهو عشوائي وغير منظم كما في (الشكل III -18-) هو مثال لبنية اللجنين والمونومرات [92].

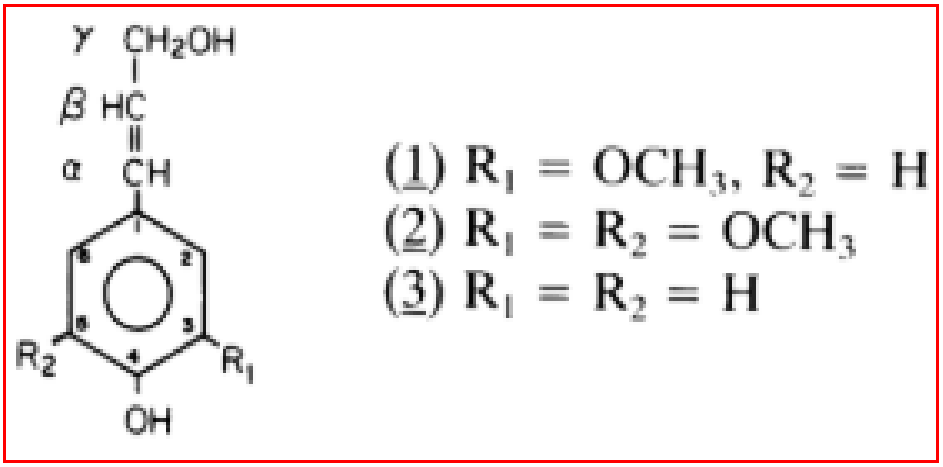
تكتسب المشتقات من اللجنين أهمية نحو الاستخدام الفعال والفعال للكتلة الحيوية. وهو خام غير سام ومتجدد تساهم المادة بنسبة 30٪ من الوزن و 40٪ تقريبًا من محتوى الطاقة للكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية. كما يمكن تحويل اللجنين البوليمرية إلى جزيئي منخفض الوزن والأشكال العطرية المونومرية ، التي تعمل بمثابة لبنة للتوليف الكيميائي للمنتجات عالية القيمة [70].

عزل اللجنين الطبيعي عديم اللون أو أصفر شاحب ولكن عند العلاج بالحمض أو قلوي، يتغير لونه إلى البني أو البني الداكن. وتختلف الخصائص الكيميائية لمشتقات اللجنين حسب طريقة الاستخراج مثل اللجنوسيلفونات [70].



الشكل III -18-: التركيب الكيميائي للجنين [92].

بشكل أكثر دقة ودقة و نتيجة للتطبيق المستدام، تم تحسين مفهوم اللجنين. حيث ان اللجنين هو مادة غير متبلورة، بوليفينولية ناشئة عن بلمرة نزع الهيدروجين المكلسة بالأنزيمات لثلاث مونومرات فينيل بروبانويد، تم توضيح الاتفاقية المتبعة لتعيين ذرات الكربون في وحدات phenylpropanoid بواسطة الشكل المصاحب (III -19-).



الشكل III -19- : الصيغة العامة للوحدة البنائية للجنين [96].

الملخص

الكتلة الحيوية، مع إنتاج كميات سنوية تقترب من 300 مليار طن، هي أكبر مصدر للكربون المتجدد على وجه الأرض. إلى جانب تقييمات الطعام والطاقة التي يمكن صنعها منها. في الواقع، يحتوي على بوليمرات، من بينها السليلوز. وهو يحتوي عديد السكاريد هذا على العديد من المنافذ الصناعية مثل القرطاسية والمنسوجات والتغليف ومستحضرات التجميل والصيدلة والمواد المضافة والطعام.

السليلوز هو أهم مورد متجدد وبوليمر فريد من ناحية هيكلها وخصائصها. يمكن أن يخدم السليلوز كمادة البداية لمختلف المنتجات والعمليات من أجل عالم مستدام وتطوير الاقتصاد الحيوي للبلد. التعديل الفيزيائي والكيميائي والتفاعلات التي تنتج الألياف والأغشية والإسفنج وإيثرات وإسترات السليلوز ذات أهمية تجارية عالية اليوم. بناء على ذلك، السليلوز مادة واعدة وقابلة للتطبيق على نطاق واسع ليس فقط (كما هو شائع معروف) في صناعات الورق والغزل والنسيج ولكن أيضا للأدوية والأجهزة الصيدلانية. أخيرًا وليس آخرًا، اعتمادًا على البنى النانوية والهيكلية الدقيقة، يمكن معالجة السليلوز لوظيفة معينة. كما لا تزال هناك حاجة للاستثمار والتطوير البحثي في العلوم والهندسة لإنتاج مقياس نانو سليلوز متقدم المنتجات وميسور التكلفة. ومن الضروري الحصول على فهم أفضل للالتصاق التفاعلات خارج رابطة الهيدروجين. من وجهة نظري، السليلوز والسكريات وغيرها مشتقات تم الحصول عليها عن طريق العمليات والتركيبات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية لها مستقبل مشرق.

الجانب العملي

الفصل الرابع:

الأجهزة والطرق

تمهيد

في مجال العلمي كثيرا ما يناقش او يشرح بالحديث عن الأهمية الكبيرة للسليلوز وهذا ما فصلنا فيه في الجزء النظري. اخترنا قشور كل من البازلاء (الجلبانة) والفول السوداني المجففة والغير محمصة (الغلاف الذي يحوي البذور لكل منهما)، ليتم بذلك تثمين استخلاص السليلوز وتشخيصه و تحديد نقاوته ومعلومات حول البنية المورفولوجية ومقارنة المصدرين.

IV-1 - المواد الخام

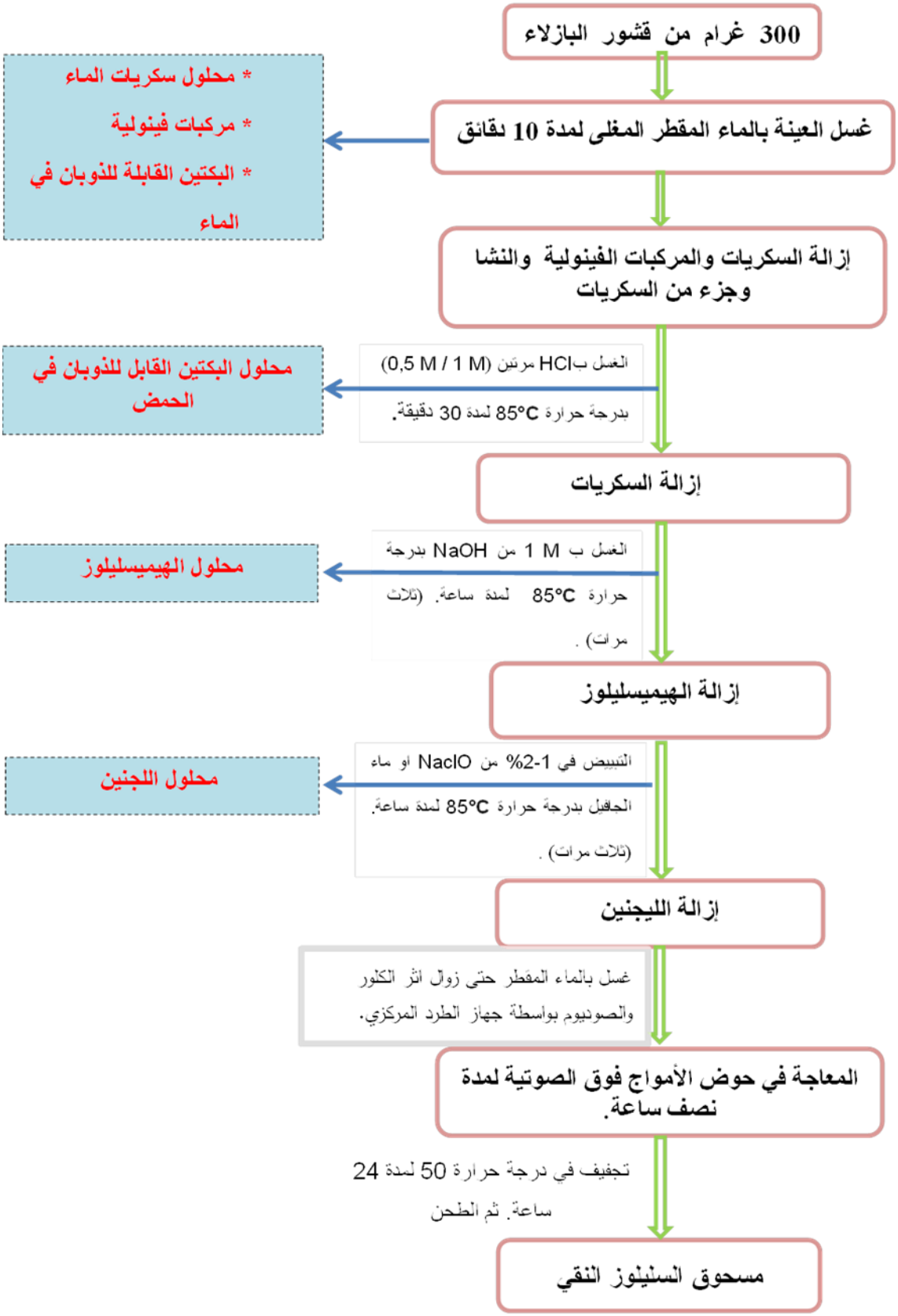
مصادر السليلوز المستخدمة في هذا العمل وهما:

- ❖ العينة الاولى هي القشور الحاوية لبذور الجلبانة (العينة A)
- ❖ العينة الثانية هي القشور الحاوية لبذور الفول السوداني (العينة B)

تم أخذ العينتين بعد الاستعمال في هذا العام 2020 حيث كانت عينة قشور الجلبانة خضراء اما الفول السوداني (القشور) يابسه.

الشكل IV-1 -: العينتين A و B بعد التقطيع.

الشكل IV-2 - **:** مخطط العمل لاستخراج السليلوز من العينات.



IV-2 - مراحل المعالجة :

بعد دراسات عديدة لأعمال سابقة وفي هذا البحث وضعت طريقة العمل المتبعة وتحديد عيوب ومحاسن كل طريقة حتى تم وضع هذه المراحل التي تهدف إلى الحصول على مسحوق السليلوز نقي بعد نزع كل المواد الغير سلولوزية (البكتين، الجنين، الهيمسيليلوز...)، والجدول التالي يوضح المواد والأدوات المستخدمة:

الجدول IV-1 - : المواد والأدوات المستخدمة.

المواد المستعملة	الأدوات و الأجهزة المستعملة
• NaOH (01 مولاري) • NaClO (0.53 مولاري) ، ماء جافيل 12^0. • CH_3COOH (%10) • حمض HCL (0.5/ 1 مولاري)	• pH متر . • حجر تحريك • لوح مسخن مرفق بجهاز قياس درجة الحرارة • جهاز الترشيح تحت الفراغ • ميزان الكتروني حساس ، فرن كهربائي (Etuve) • بيشر(900، 500، 50) مل • حوجلة 02 لتر. • جهاز DRX . • جهاز الاشعة تحت الحمراء IR. • الماسح الضوئي الإكتروني M.E.B.

IV-3 - لمعالجة الفيزيائية:

استوجب تحديد نسبة السليلوز في مخلفات كل من قشور البازلاء و الفول السوداني جمع العينات وتجفيفها بتعرضها للهواء، ومن ثم تقطيعها إلى أجزاء صغيرة (الشكل) ثم الطحن، ولفصل المسحوق الناتج تمت غربلته بغربال مسامي للحصول على عينة بشكل الياف تقريبا متساوية في السمك حتى تعالج وتتعرض كل العينة الى نفس المعالجة .

IV-3 - المعالجة الكيميائية:

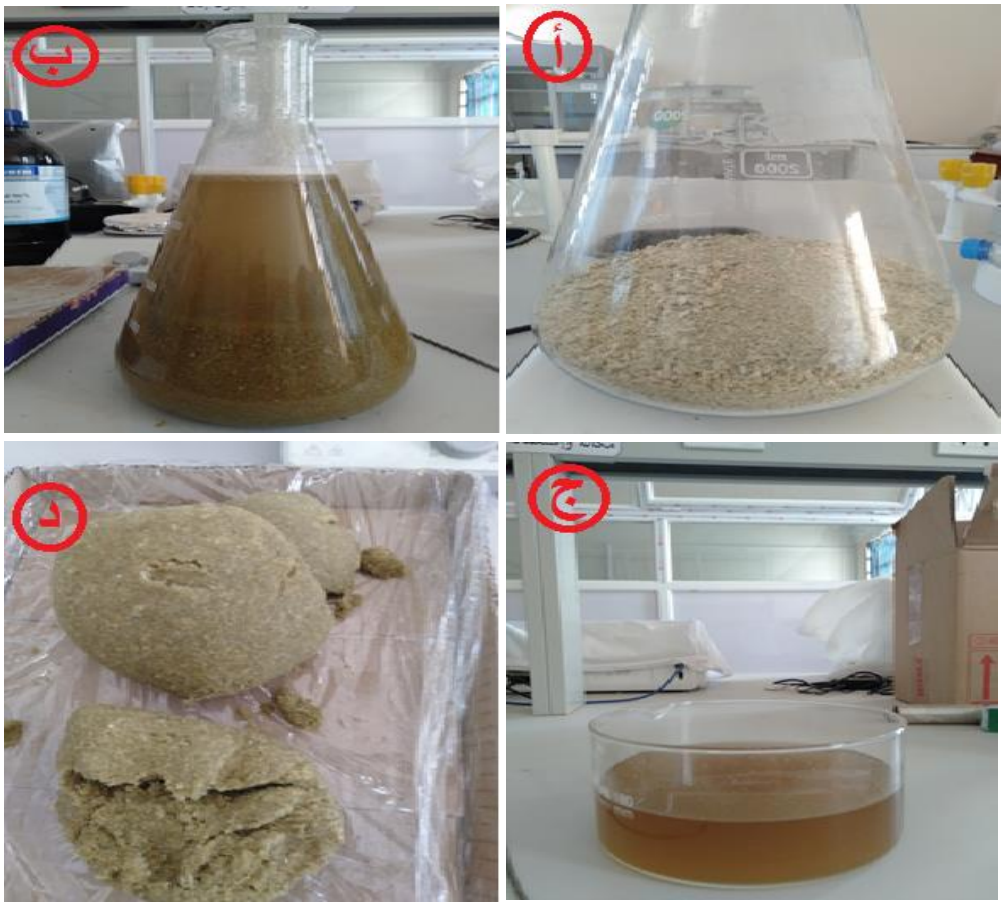
المرحلة الأولى (نزع المواد الدهنية والذوابة في الماء الساخن):

قمنا بنقع وزن قدره (300g) من كل عينة في الماء المقطر بنسبة (10%) من المادة الجافة مع التحريك لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة ($100\ ^0C$) في خلاط كهربائي، بعدها يتم الترشيح و تجفيف في مجفف كهربائي ($65\ ^0C$) كما هو موضح في (الشكل **IV-3-**):

الشكل IV-3- : مرحلة نزع المواد الذوابة في الماء، (**أ**) العينة الخام بعد القطع والطحن، (**ب**) الغسل بالماء الساخن، (**ج**) الترشيح، (**د**) الناتج.

4-IV - المرحلة الثانية المعالجة بحمض كلور الماء (HCl):

تمت في هذه المرحلة معالجة العينتين بالـ (HCl) بتركيز (01 مولاري) ونسبة الصلب الى السائل (g/ml) (1:2) لمدة ساعة عن درجة حرارة ($85\ ^0C$)، وذلك لنزع البكتين كما هو موضح في (الشكل 4-IV-).



الشكل 4-IV - : المعالجة الحمضية،**(أ)** الناتج من الغسل بالماء الساخن بعد التجفيف، **(ب)** عملية النقع في حمض كلور الماء، **(ج)** المحلول الناتج من الترشيح بعد النقع في الحمض، **(د)** الرشاحة الناتجة بعد المعالجة الحمضية.

4-IV -1- خطوات المعالجة :

- ❖ نقوم بوضع المادة الجافة الناتجة من عملية الغسل بالماء الساخن في حوجلة سعتها 02 لتر.
- ❖ نضيف محلول بحمض كلور الماء للحوجلة.
- ❖ عملية الرج بالقضيب المغناطيسي مع التسخين.
- ❖ بعد انتهاء الوقت اللازم يتم ترشيح العينة.
- ❖ تكرر العملية مرتين.
- ❖ تجفيف الرشاحة بمجفف كهربائي عند درجة حرارة ($60\ ^0C$).

IV-5 - المرحلة الثالثة (المعالجة القاعدية بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH):

تمت في هذه المرحلة معالجة العينتين بالـ (NaOH) بتركيز (01 مولاري) ونسبة الصلب الى السائل (g/ml) (1:2) لمدة ساعة (1h) عن درجة حرارة ($85\ ^0C$) وذلك لنزع الهميسليلوز كما هو موضح في (الشكل IV -5 -).

❖ **خطوات المعالجة :**

❖ نقوم بوضع المادة الجافة الناتجة من عملية المعالجة الحمضية في حوجلة سعتها 02 لتر.

❖ نضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم للحوجلة.

❖ عملية الرج بالقضيب المغناطيسي مع التسخين.

❖ بعد انتهاء الوقت اللازم يتم ترشيح العينة.

❖ تكرر العملية مع محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى الحصول على المستخلص ناتج عديم اللون.

❖ نغسل الرشاحة الناتجة بالماء المقطر حتى يعتدل الـ pH.

❖ تجفيف الرشاحة بمجفف كهربائي عند درجة حرارة ($60\ ^0C$).

الشكل IV-5 - : المعالجة القاعدية لقشور البازلاء،**(أ)** المعالجة الاولى، **(ب)** السائل الناتج من المعالجة الاولى، **(ج)** المعالجة الثانية، **(د)** المعالجة الثالثة، **(هـ)** الناتج من المعالجة الثانية، **(و)**الناتج من المعالجة الثالثة.

IV-6 - المرحلة الرابعة (مرحلة التبييض):

تمت في هذه المرحلة معالجة العينتين بالـ (NaClO) بتركيز (0.53مولاري) عند درجة حموضة ($pH = 5$) ونسبة الصلب الى السائل (g/ml) (1:2) لمدة ساعة (1h) عن درجة حرارة (85 ^{0}C) وذلك لنزع بقايا اللجنين والحصول على السليلوز النقي كما هو موضح في (الشكل **IV-6-**).

❖ **خطوات المعالجة :**

❖ نقوم بوضع المادة الجافة الناتجة من عملية المعالجة القاعدية في حوجلة سعتها 02 لتر.

❖ نضيف محلول ماء الجافيل NaClO للحوجلة.

❖ نضيف حمض الخل حتى تصل درجة الحموضة الى 05 .

❖ عملية الرج بالقضيب المغناطيسي مع التسخين.

❖ بعد انتهاء الوقت اللازم يتم ترشيح العينة.

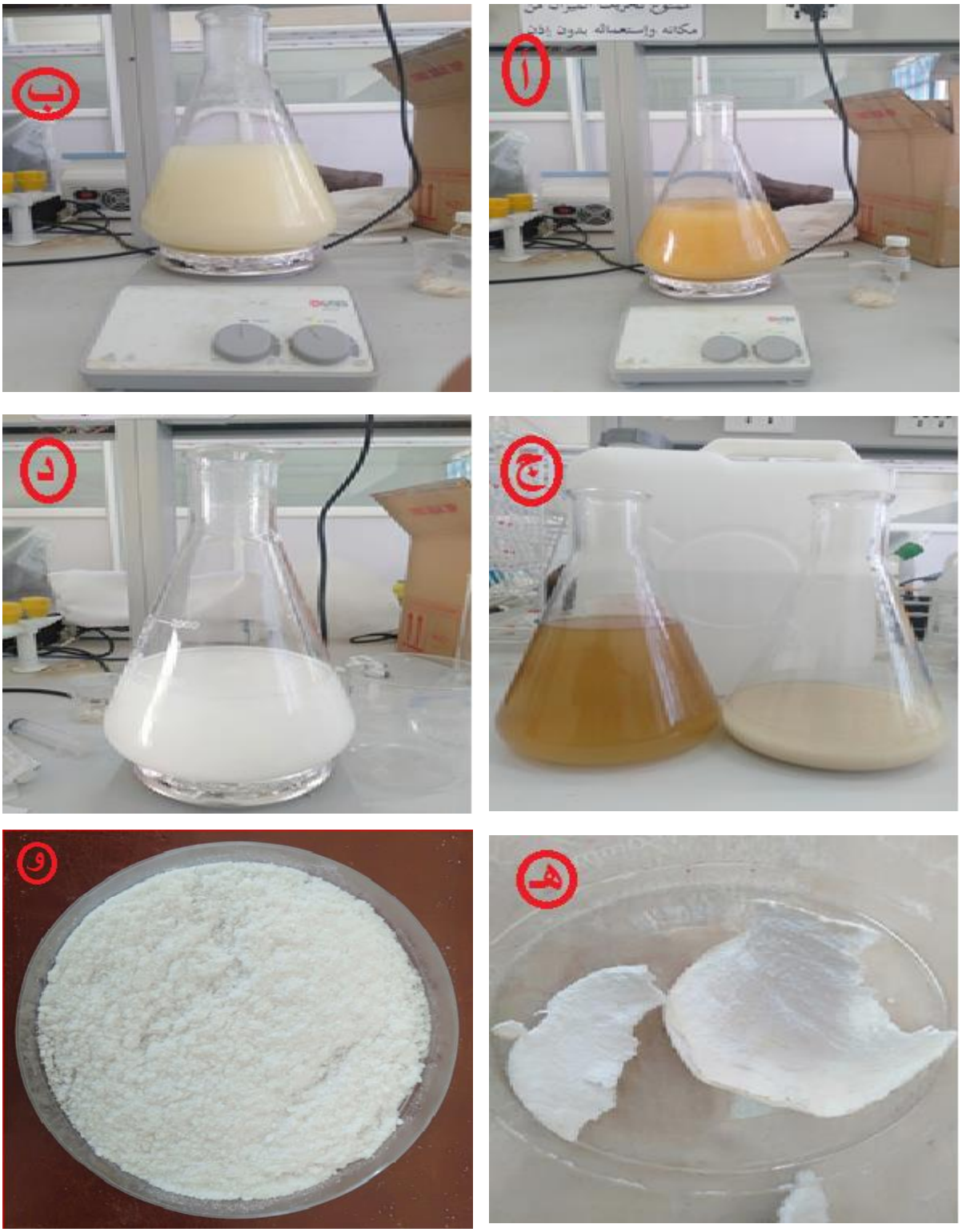
❖ تكرر العملية مع محلول ماء الجافيل حتى الحصول على المستخلص ناتج عديم اللون.

❖ نغسل الرشاحة الناتجة بالماء المقطر وبجهاز الطرد المركزي حتى اختفاء اثر الكلور(باستعمال ماء اليود ومطبوخ النشاء ككاشف عن الكلور).

❖ تأخذ العينة الى حوض الأمواج فوق الصوتية لإزالة التكتلات لمدة نصف ساعة .

❖ تجفف العينة بمجفف كهربائي عند درجة حرارة (50 ^{0}C).

❖ تطحن العينة للحصول على الناتج النهائي و هو مسحوق السليلوز الموضح في الشكل.



الشكل IV-6 - : عملية التبييض لقشور البازلاء، **(أ)**المعالجة الاولى، **(ب)**خليط بعد نصف ساعة، **(ج)** السائل الناتج من المعالجة الاولى، **(د)**المعالجة الثانية، **(هـ)** السليلوز الناتج من المعالجة الثانية بعد الغسل و التجفيف، **(و)** مسحوق السليلوز الناتج بعد الطحن.

IV-7 - التشخيص

IV-7 -1- طيف الأشعة تحت الحمراء (IR) :

بعد استخلاص السليلوز من قشور البازلاء والفول السوداني تم استعمال الأشعة تحت الحمراء من أجل تحديد الوظائف الكيميائية للعينات وتحديد مدى نقاوة العينات عند ثلاثة مراحل رئيسية من المعالجة:

- العينة الخام.
- بعد المعالجة بالـ(NaOH).
- السليلوز الناتج

تمت عملية التحليل بجهاز Agilent Cary 630 FTIR وفق الشروط التالية:

Range:4000 - 400 * Resolution:16 * Background Scans:8 * Sample Scans:8 *

الشكل IV-7 - **:**جهاز تحليل طيف الاشعة تحت الحمراء.

IV-7 -2- المجهر الإلكتروني الماسح(MEB) :

من أجل ملاحظة الاختلاف في البنية المجهرية للعينة قبل وبعد الاستخلاص تم فحصها بالمجهر الإلكتروني الماسح قبل وبعد الاستخلاص.

تمت العملية بجهاز فينوكس برو-اكس (Phenom Pro X) مرفق بنظام تحديد العناصر الكيميائية (EDS) يتم تشغيله بتطبيق Pro Suit.

الشكل IV-8 - : جهاز المجهر الالكتروني الماسح.

الفصل الخامس

النتائج والمناقشة

تمهيد

نعرض كل نتائج العمل التجريبي الموضح في الفصل السابق في هذا الفصل حيث سنقوم بمقارنة بين السيليلوز المستخرج من قشور الجلبانة والمستخرج من الفول السوداني.

النتائج والمناقشة :

V-1 - مردود الاستخلاص:

نلخص النتائج المتحصل عليها من مراحل الاستخلاص والتي تبين لنا نسب كل من السليلوز، والمواد الشمعية بالنسبة لقشور البازلاء و الفول السوداني، في (الجدولIV- 8) التالي:

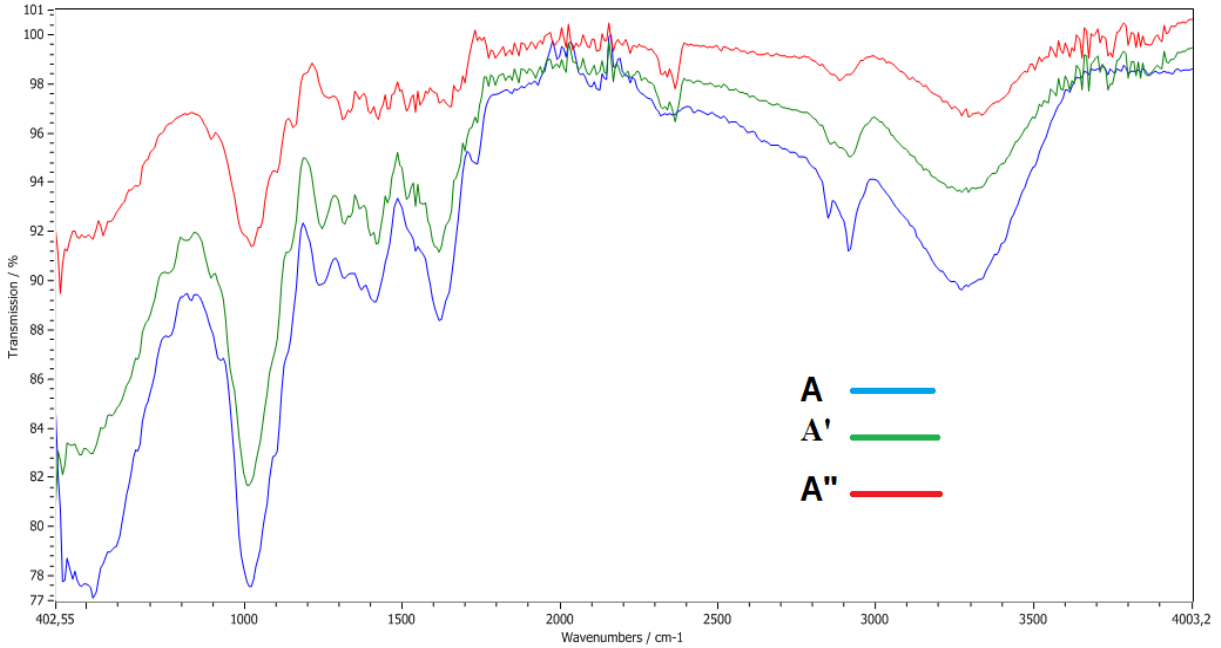
الجدول V-1 -: يوضح نسبة السيليلوزالناتج ونسب مكونات المادة الخام المستعملة.

	المواد الشمعية والذوابة في الماء %	البكتين الذواب في الحمض %	الهيميسليلوز%	اللجنين %	السليلوز %
العينة (A)	42.94	7.64	28.52	8.07	12.81
العينة (B)	14.21	14.50	33.75	22.22	15.30

نجد ان هناك تباين لنسب المواد الغير سليلوزية فمثلا في المرحلة الأولى وهي مرحلة نزع المواد الذوابة في الماء نسبة هذه المواد في الجلبانة اعلى بكثير مقارنة بالفول السوداني كذلك نجده في كل من المعالجات كنزع البكتين الذواب في الحمض واللجنين أيضا. بينما المواد الهميسليلوزية والسليلوز الناتج نسبهم متقاربة.

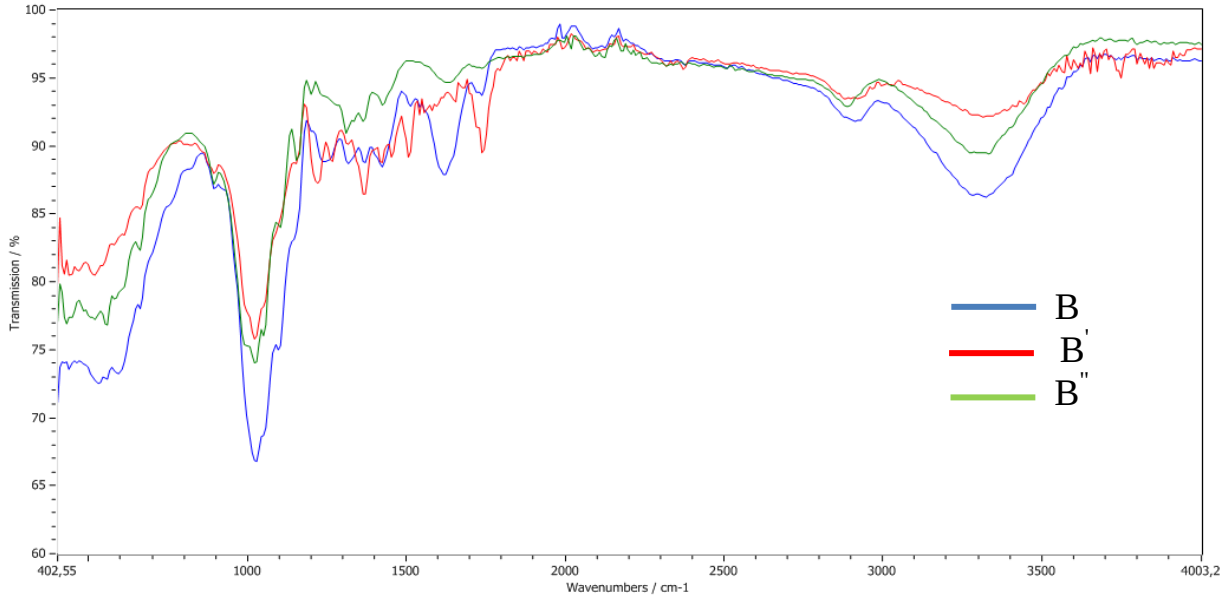
2-IV - نتائج طيف الأشعة تحت الحمراء (IR):

2-IV -1- قشور الجلبانة العينة (A)



الشكل V-2 - : منحنيات طيف الاشعة تحت الحمراء لعينة قشور الجلبانة عبر المراحل **A** العينة الخام، **A'** بعد المعالجة القاعدية، **A"** المرحلة النهائية.

2-IV -2- قشور الفول السوداني العينة (B):



الشكل V-3 - : منحنيات طيف الاشعة تحت الحمراء لعينة الفول السوداني عبر المراحل;B العينة الخام، B' بعد المعالجة القاعدية، B" المرحلة النهائية.

من خلال (الشكل) ، والترتيب والمقارنة في القراءة نلاحظ ظهور بعض القمم أو تحسن حدتها واختفاء أخرى من حيث الزيادة في عرضها حتى تؤول الى الاضمحلال ، مما يعني ان المادة الخام تعرضت للمعالجة الكيميائية التي تحدث تغييرات على الوظائف الكيميائية لها حيث:

لوحظ النطاق الواسع من اهتزازات التمدد لمجموعات CH و OH ضمن منطقة(cm^{-1} 3650- 3000) والتي تعبر عن وجود مجموعة هيدروكسي (**-OH**)[97] ، كما كانت الذروة عند 2918 سم -1 ناتجة عن اهتزاز تمدد C-H المشبع بالأليفاتية في السليلوز والهيميسليلوز[98].

انطلاقا من العينة الخام الى العينة النهائية نلاحظ تحسن القمتين، كما يمكن اعتبار ذلك نتيجة تحرر المجاميع وذلك بالتخلص من الدهون والمواد الغير سليلوزية بعد المعالجة الكيميائية المختلفة[98].

توجد قمة بالقرب من (1627 cm-1) في جميع الأطياف، تمثل امتصاصية الماء حسب المرجع[99] .

نلاحظ ظهور قمتين عند (1328-1365 cm-1) مع تقدم خطوات المعالجة، ربما يعبران عن(deformation) (**-OH**) و(**C-O**) على التوالي حسب المرجع[100].

نلاحظ وجود قمة عند ($1029\ cm^{-1}$) في كل الاطياف تزداد شدة امتصاصيتها من الطيف (A) الى الطيف ($A^{"}$) والتي تعود للرابطة ($\beta(1 \rightarrow 4)D-glucopyranose$) بين جزيئات الغلوكوز.حسب المراجع [102 ,101].

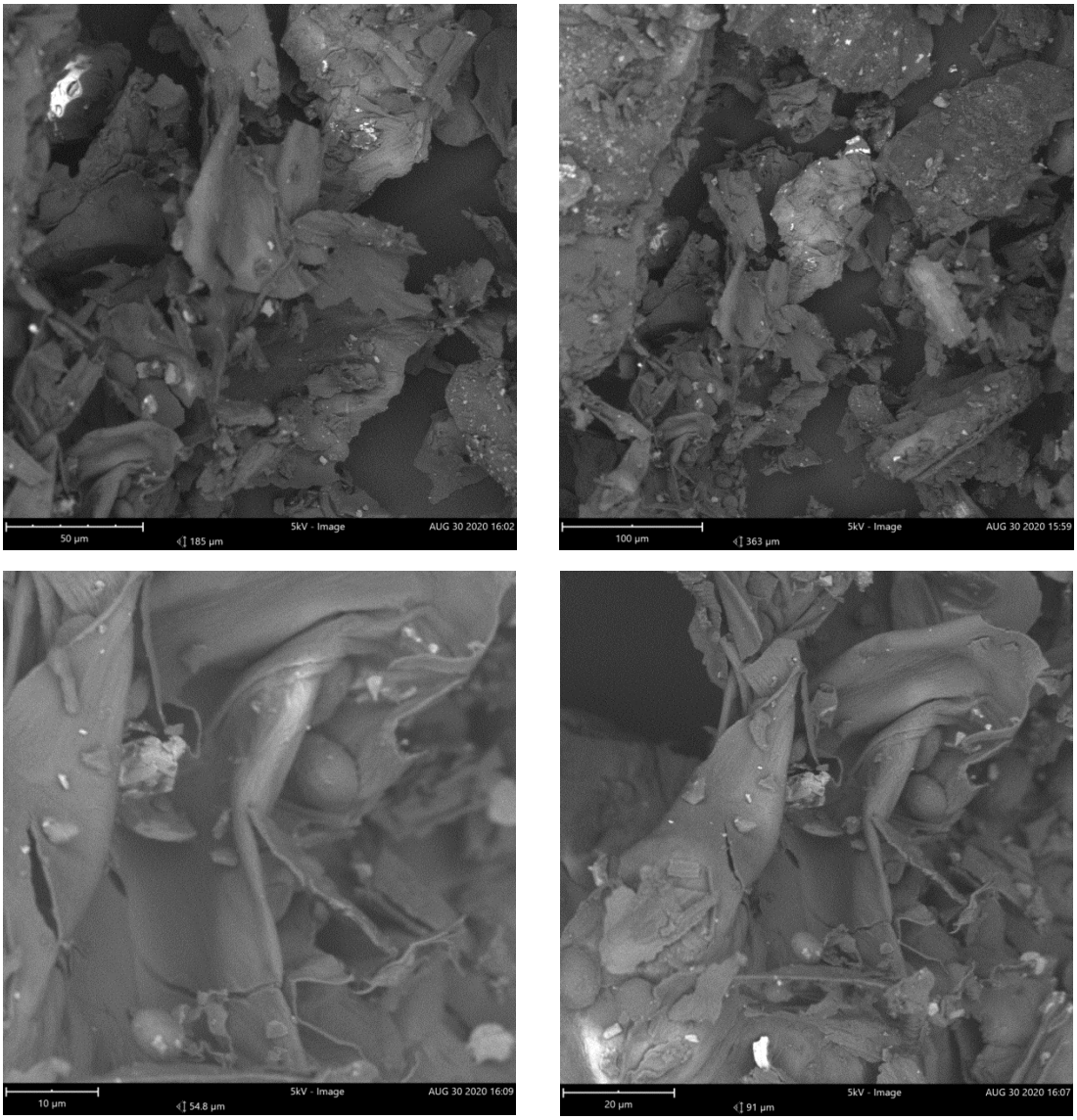
الخلاصة :

مع التقدم في مراحل المعالجة ومن (الشكل) نلاحظ انخفاض شدة كل القمم المعبر عن المواد الغير سليلوزية التي ظهرت في طيف المادة الخام ($A^{'}$) الى أن تختفي كليا في طيف السليلوز المستخلص ($A^{"}$)، بينما نلاحظ ظهور أو تتحسن القمم الرئيسية المعبرة عن السيليلوز من طيف المادة الخام ($A^{'}$) الى طيف السليلوز المستخلص ($A^{"}$) وهذا راجع إلى نزع المواد الغير سلولوزية وزيادة نسبته في العينة المستخلصة ومن هنا يمكن الاستدلال على أن طريقة الاستخلاص المتبعة ناجعة.

3-IV -المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) :

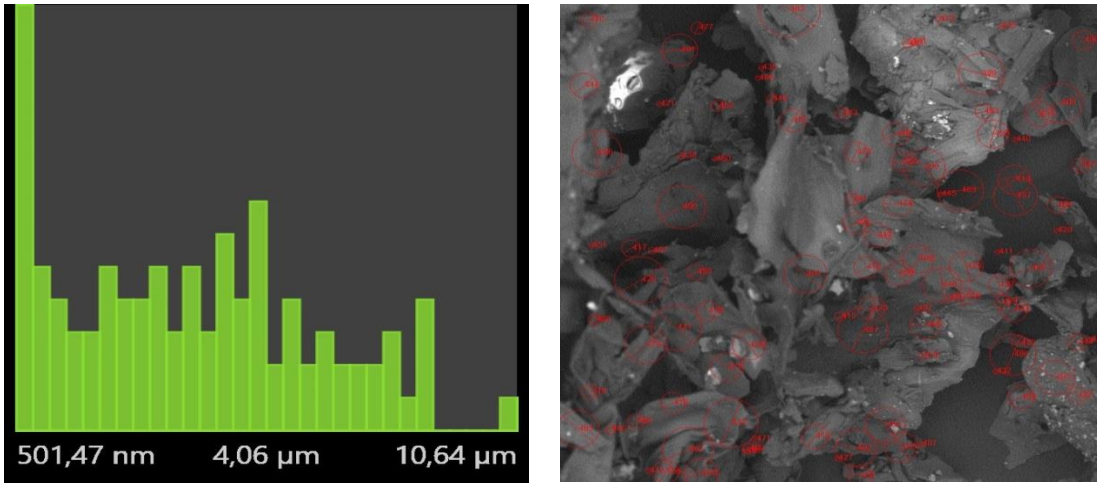
من اجل ملاحظة الاختلاف في البنية المجهرية للعينة قبل وبعد الاستخلاص تم فحصها بالمجهر الإلكتروني الماسح.

3-IV -1- بنية مسحوق قشور الجلبانة قبل المعالجة:



الشكل V-4 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية مسحوق قشور الجلبانة الخام

IV-3 -2- الخصائص البنيوية لمسحوق قشور الجلبانة قبل المعالجة:

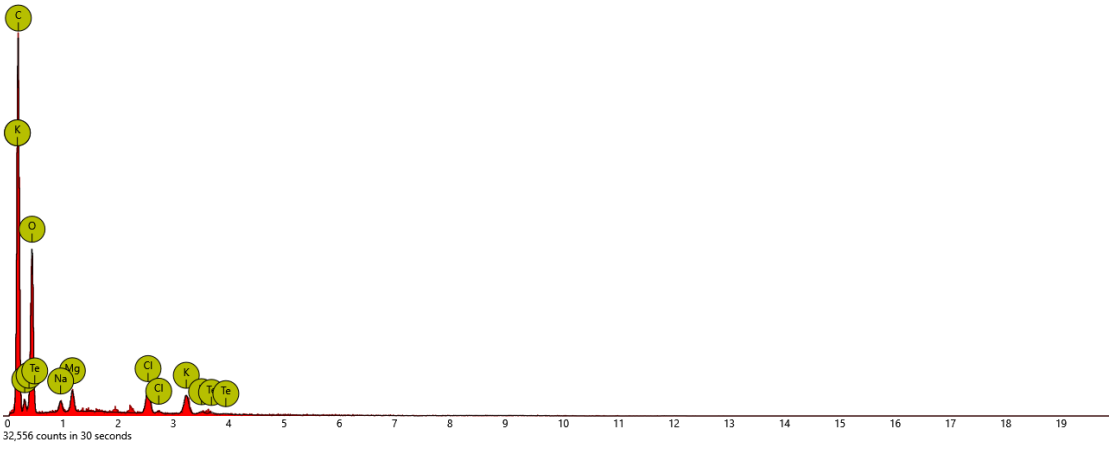


الشكل V-5 - : توزيع الالياف الخام لمسحوق قشور الجلبانة حسب أقطارها

IV-3 3- التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الجلبانة قبل المعالجة:

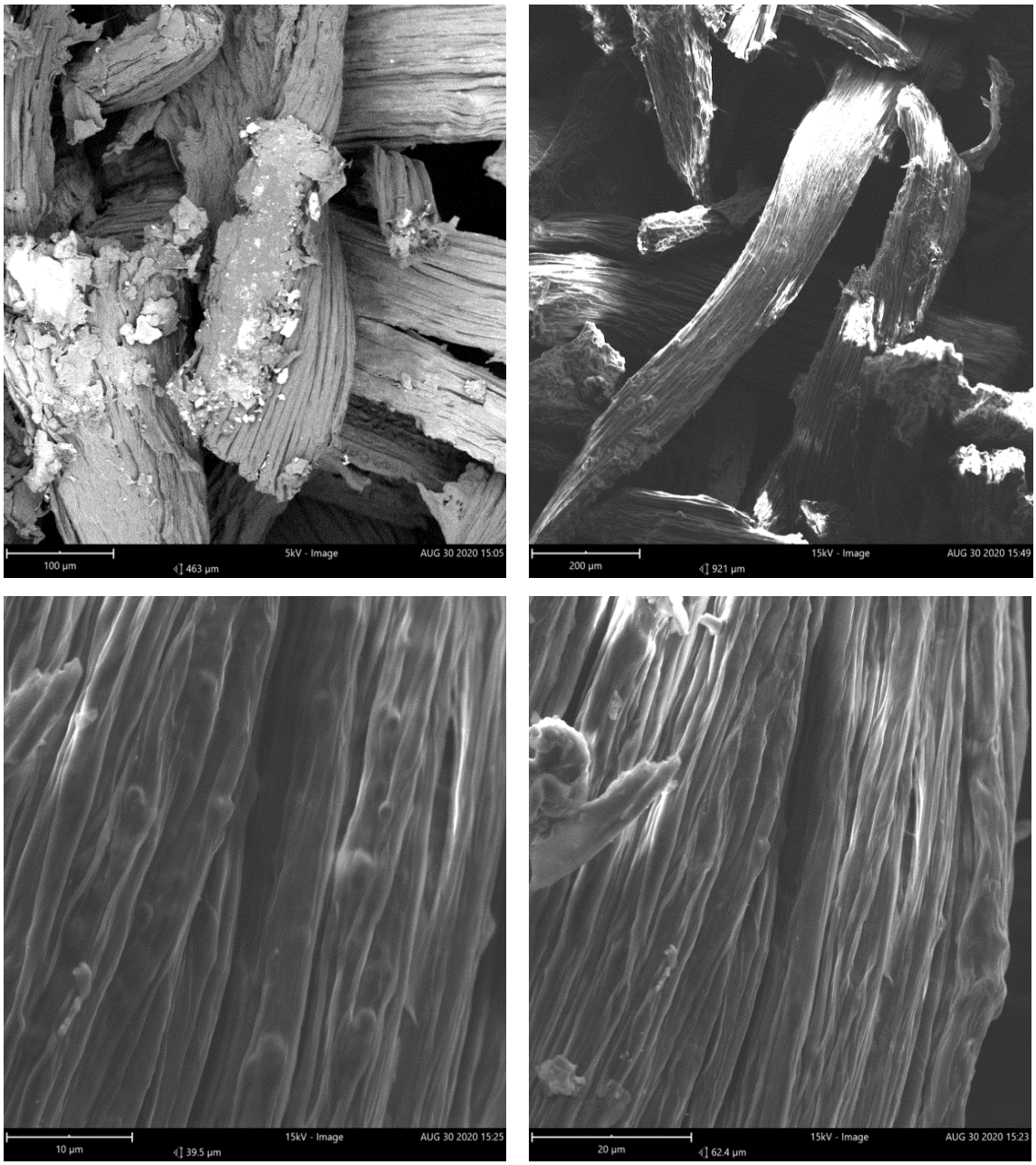
الجدول V-2 - : التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الجلبانة بواسطة (EDS)

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.
O	62.60	60.96
C	23.58	17.24
Cl	2.22	4.78
K	1.94	4.62
Mg	2.72	4.03
N	4.55	3.88
Na	2.21	3.09



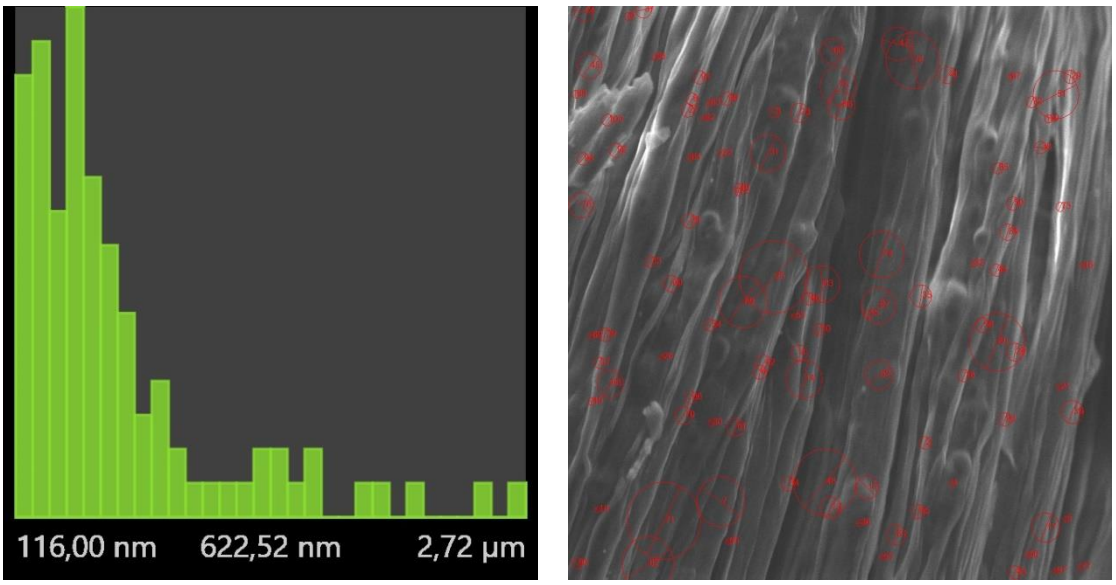
الشكل V-6 - : منحنى التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الجلبانة بواسطة (EDS)

IV-3 -4- بنية الياف السليلوز المستخلص من قشور الجلبانة :



الشكل V-7 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية أليف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة

IV-3 -5- الخصائص البنيوية لألياف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة :

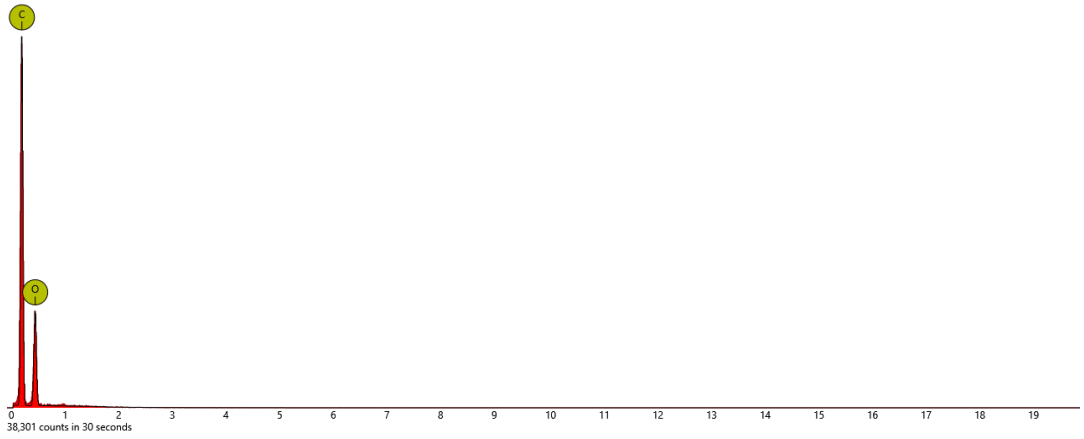


الشكل V-8 - : توزيع ألياف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة حسب أقطارها

IV-3 -6- التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الجلبانة:

الجدول V-3 - : التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الجلبانة

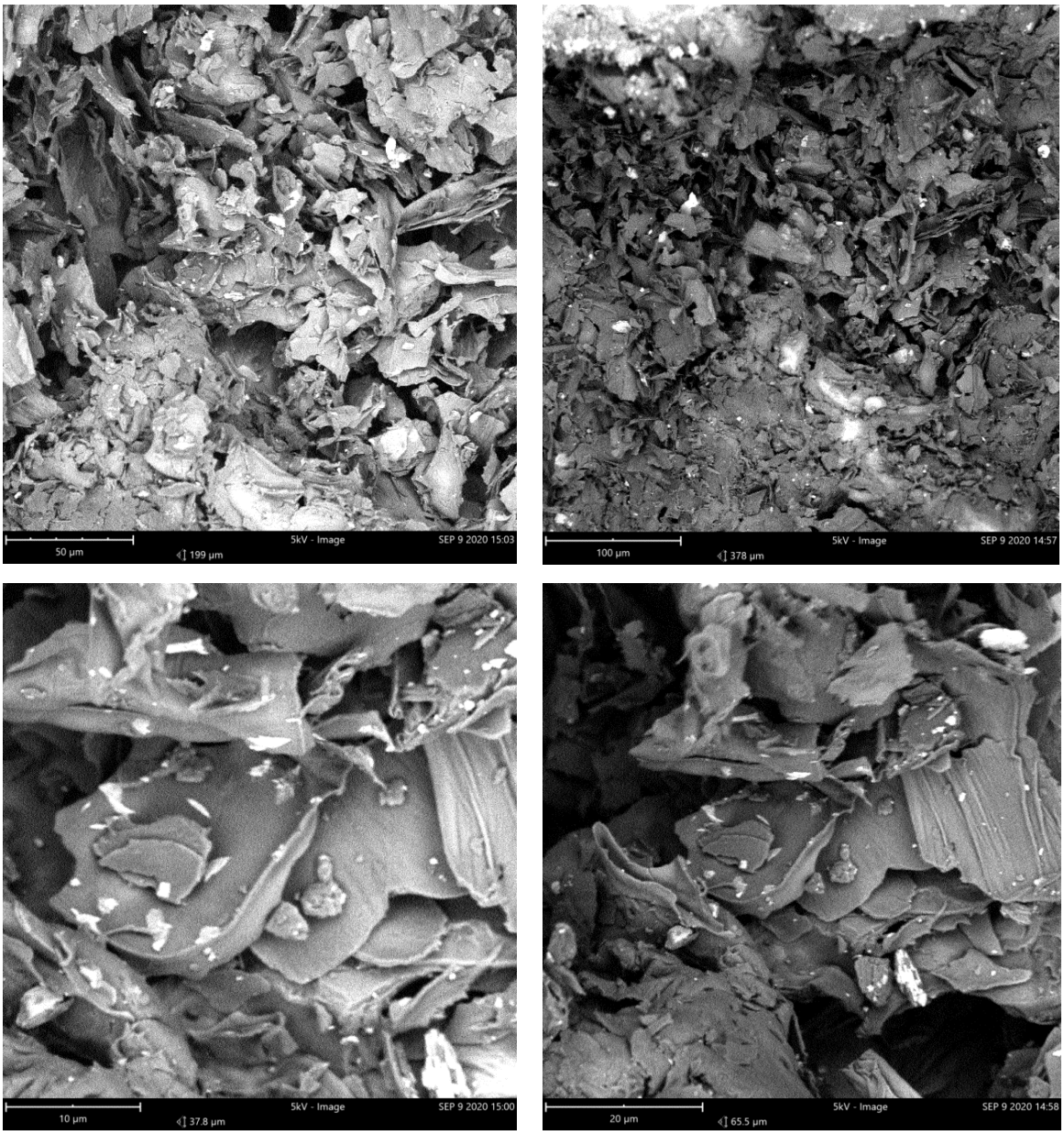
Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.
O	66.50	72.56
C	33.50	27.44



الشكل V-9 - : منحنى التركيبة الكيميائية لالياف السليلوز المستخلصة من قشور الجلبانة

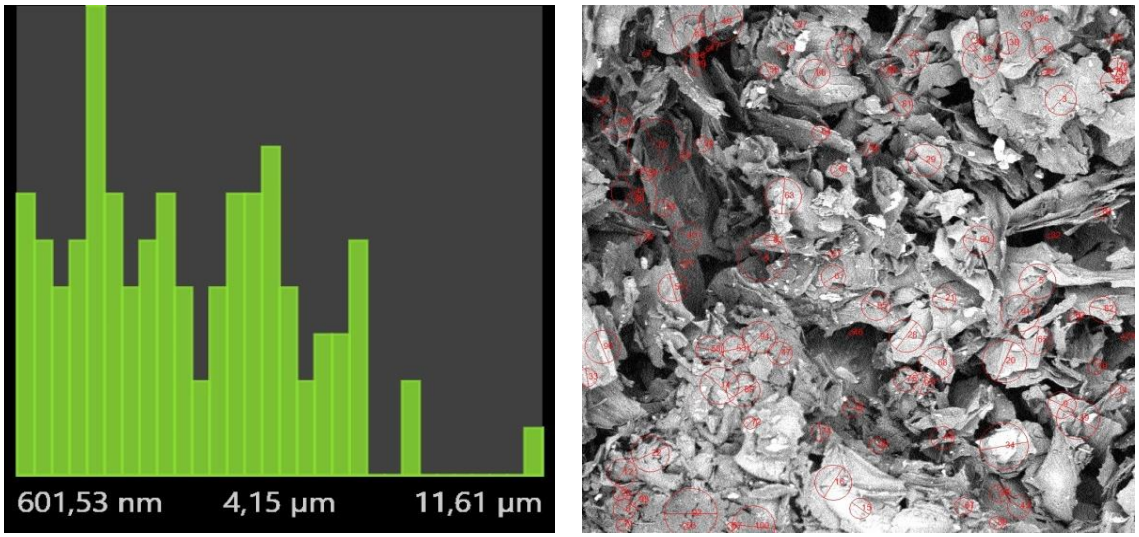
بواسطة (EDS)

4-IV - بنية مسحوق قشور الفول السوداني قبل المعالجة :



الشكل V-10 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية مسحوق قشور الفول السوداني الخام.

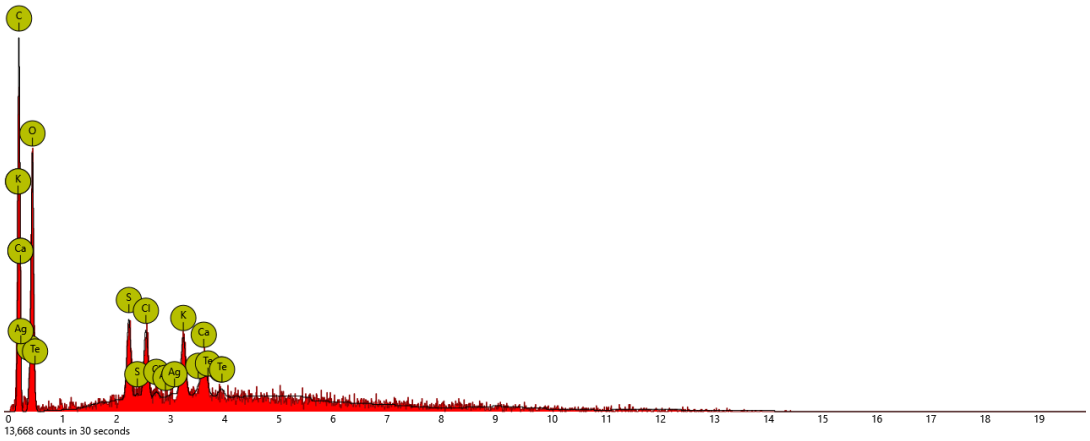
IV-4 -1- التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الفول السوداني قبل المعالجة:



الشكل V-11 - : توزيع الالياف الخام لمسحوق قشور الفول السوداني حسب أقطارها.

الجدول V- 4 - : التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الفول السوداني بواسطة (EDS)

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.
O	69.35	59.55
C	16.44	10.60
K	3.60	7.56
Cl	3.65	6.94
S	3.72	6.41
Ca	2.82	6.07

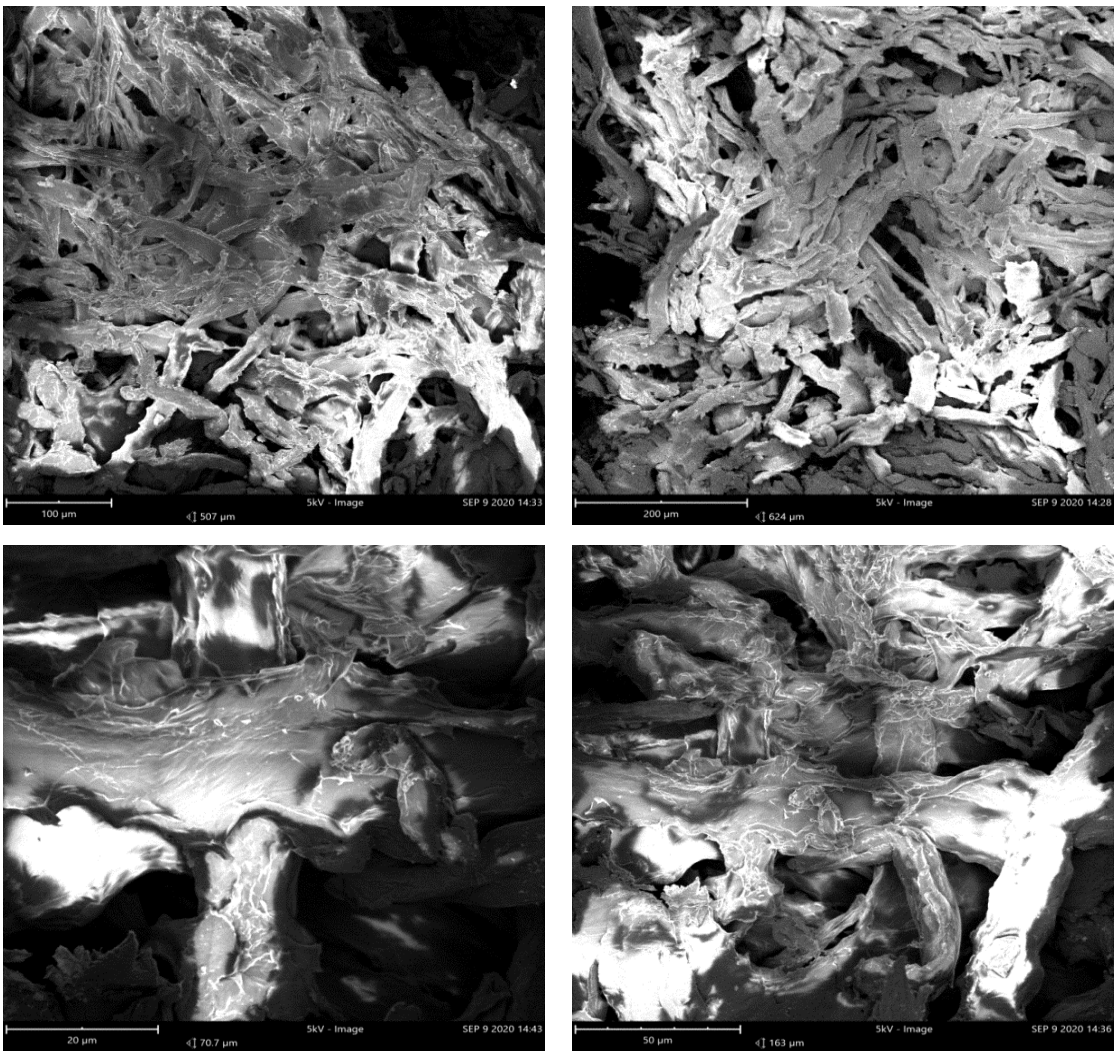


الشكل V-12 - : منحنى التركيبة الكيميائية لمسحوق قشور الفول السوداني بواسطة (EDS)

نلاحظ وبوضوح اختلاف كبير بين بنية العينة الخام وبين بنية السليلوز المستخلص بعد المرور بكل مراحل المعالجة، نلاحظ نزع او انخفاض كبير في تواجد الأجزاء الغير متبلور (amorphe) وهذا يدل على نزع المواد الغير سيليلوزية (الجنين، الهيمسيليلوز، البكتين..).

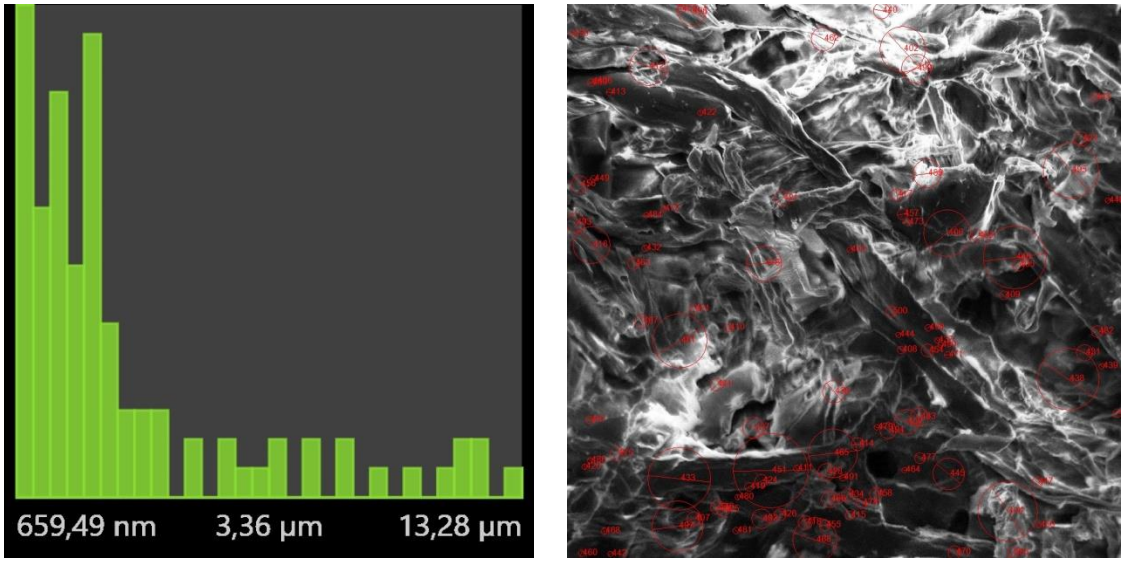
كما نلاحظ في (الشكلIV- 36) بأن قوام الألياف ممتاز فهو على شكل الياف بدون وجود مناطق مخربة او غير منتظمة وهذا دليل على أن نسبة السليلوز المتبلور، من خلال توزيع الأحجام في الأشكال () انخفاض في أبعاد السيليلوز المستخلص مقارنة بالعينة الخام

IV-4 -2- بنية الياف السليلوز المستخلص من قشور الفول السوداني:



الشكل V-13 - : صور بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) لبنية أليف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني.

IV-4 -3- الخصائص البنيوية لألياف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني:

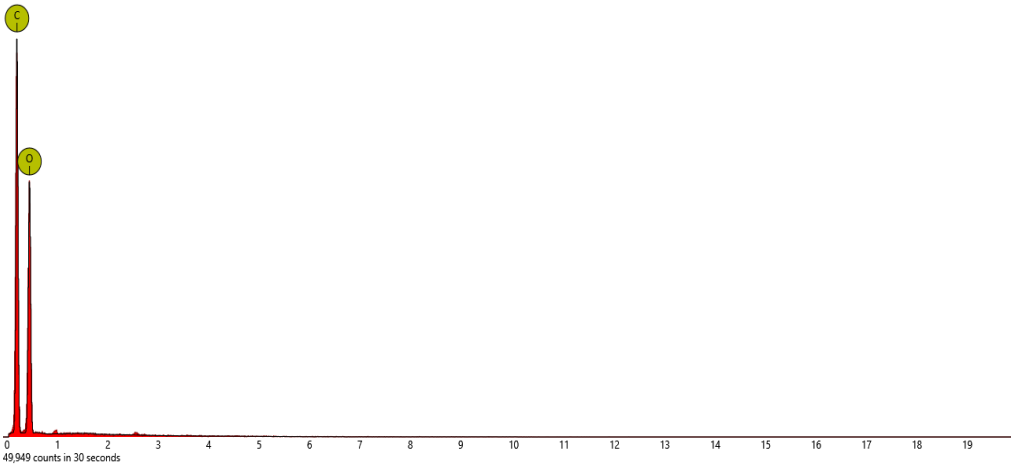


الشكل V-14 - : توزيع ألياف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني حسب أقطارها.

IV-4 -4- التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الفول السوداني:

Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.
O	78.13	82.64
C	21.87	17.36

الجدول : التركيبة الكيميائية للسليلوز المستخلص من قشور الفول السوداني.



الشكل V-15 - : منحنى التركيبة الكيميائية لالياف السليلوز المستخلصة من قشور الفول السوداني بواسطة (EDS).

الخاتمة

الخاتمة

ان استخلاص السيليلوز من المخلفات النباتية عبارة عن دراسة تطبيقية بحتة، و التي طبقناها على المخلفات (من القشور الحاملة لبذور الجلبانة أو البازلاء) و (من القشور الحاملة لبذور الفول السوداني), والنتائج الذي توصلنا إليه كان الاختلاف بين العينتين متقارب من ناحية نسبة تواجد السيليلوز , حيث أن قشور الجلبانة أعطت نسبة 12.81 % كمردود للسيليلوز الناتج , أما مخلفات قشور الفول السوداني تبين لنا أن السيليلوز الناتج كان 15.30 % أكبر بقليل من عينة الجلبانة , , وذلك بنفس الخطوات المتبعة في المعالجة التي طبقت على العينتين.

حين تحويل السليلوز المستخرج من العينتين الى مسحوق وجب طحنه بآلية ما، كل على حدى، لاحظنا انه هناك اختلاف في الصلابة و الكثافة بينهما الى حد كبير، حيث ان السليلوز المستخرج من الفول السوداني كان اصلب و أكثف مقارنة بالسليلوز المستخرج من قشور الحاوية للبازلاء.

من جهة اخرى و نظرا للظروف الراهنة لم يسعنا الوقت للقيام ببعض التطبيقات الجديدة المخالفة للدراسات السابقة على السليلوز المستخرج من العينتين.

أما بالنسبة للمادة الذوابة في الماء نجد أن عينة قشور الجلبانة أعطت كمية أكبر من عينة قشور الفول السوداني .

يمكننا في الاخير أن نستنتج من هذه الدراسة ما يلي :

- ✓ يمكننا استخدام مخلفات النباتية كمصدر لاستخلاص السيليلوز.
- ✓ القشور الحاوية لكل من للجلبانة والفول السوداني لا يحتويان على كمية معتبرة من السيليلوز.
- ✓ أختلاف المصدر النباتي للسليلوز المستخلص يعني اختلاف في الخصائص الفيزيائية لهم.
- ✓ الأولوية لقشور الفول السوداني من قشور الجلبانة في صنع المواد المتعلقة بالصلابة نظرا لصلابته.
- ✓ يمكن استغلال كمية المواد الذائبة في الماء المتواجدة في مخلفات قشور البازلاء.
- ✓ يمكن أيضا استغلال اللجينين الناتج من عملية الاستخلاص في تطبيقات أخرى، و خاصة من قشور الفول السوداني الذي كان بكميات كبيرة.

لمواصلة مثل هذه البحوث لتثمين المخلفات النباتية نقترح وضع خطة واضحة لدراسة أنواع أخرى من المخلفات بأقل تكلفة الاستخلاص والاستغلال.

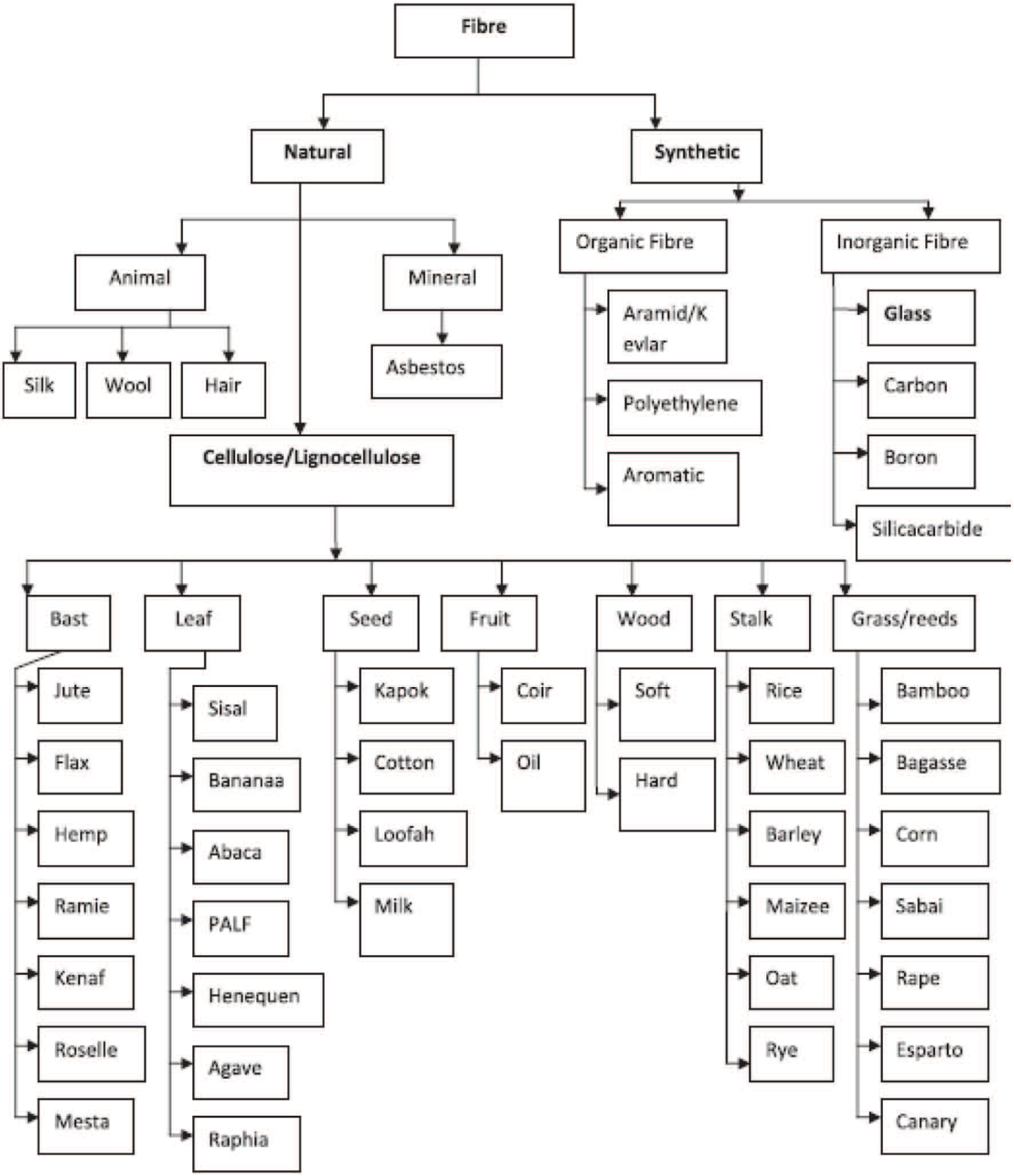
الملاحق

جدول رقم 1 : اجمالي المخلفات النباتية في اقطار الوطن العربي تبعا لنوع المحصول عام 2004 بـ (الالف طن)

المحصول	نوع المخلف	مصر	العراق	سوريا	لبنان	الأردن	السودان	فلسطين	المغرب	الصومال	موريتانيا	الجزائر	السعودية	اليمن	تونس	ليبيا	المجموع
القمح	تبان	7000	1258	4820	20	13	350	10	4300	45		4400	1400	1400	1300	875	27191
الشعير	تبان	513	915	2352	31	21		10	4000	50		150	26	17	200	1026	9311
الذرة الشامية	حطب ذرة	3713					50										3763
الذرة الرفيعة	حطب ذرة	888	9			7											904
الأرز	قش ارز	3266	277	240			11					34	750	280			4858
الذرة الصفراء	حطب ذرة	204	289	459	6	28	12000	4	300			25	100	85		88	13588
الفول السوداني	عروش سوداني	186		7			336			4							533
السمسم	حطب سمسم	76	13				425	2		30							546
فول الصويا	تبن صويا	10															10
عباد الشمس	حطب عباد	21	51												5		77
البصل	عروش بصل	25						1							4		30
البطاطس	عروش بطاطس	156		40	34	16	2	5	110		1	160	30	18	24	17	613
الطماطم	عروش طماطم	651		55	90	90	60	20	90		50	90	75	35	46	37	1389
الخضروات الاخرى	عروش خضر	1892	218	28	26	94		83	80	7		1200	210	45	2600	24	6507
بقوليات غذائية	عروش	43	27	59	9	35	325	10	550	30					5		1093
المحاصيل الاخرى	بقايا نباتية	234								50							284
القصب	زعانف واوراق	2967		700	20	240	1000		200	12		980	860	740		90	7809
القطن	حطب قطن	1037	25	1614			1900			8							4548
البرسيم الحجازي	تبن برسيم	18		11		7		5									41
النخيل	سعف النخل	615	483	16	4	7	200	4	35			305	522	30	250	55	2526
شجر السكر	أوراق وسيقان	430		400	180	80			1100			350	400	34		60	3034
حمضيات	نواتج التقليم	3000		49				25									3074
الزيتون	نواتج التقليم	600		240	30	50		85	90			100	50		800	23	2068
الموز	بقايا الأوراق والساق	600						46		40							686
المجموع		28145	3565	11090	450	688	16659	310	10855	276	51	7794	4423	2684	5234	2295	94519

- تم تقدير الكميات المنتجة من خلال التقارير القطرية المتوفرة إضافة الى احصائيات المنظمة العربية للتنمية الزراعية ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) .
- قدرة هذه الكميات على أساس المادة الخام المنتجة وليس على أساس المادة الجافة.
- كما وقع الاعتماد على المعادلات القياسية لتقدير المخلفات على أساس نسبة الغذاء الصالح للإنسان 1.5 : 1 للدرنيات ، 2 : 1 للحبوب ، 6 : 1 للحبوب الزيتية ، 10: 1 للمحاصيل السكرية.

الشكل رقم 01 : يوضح تصنيف الالياف



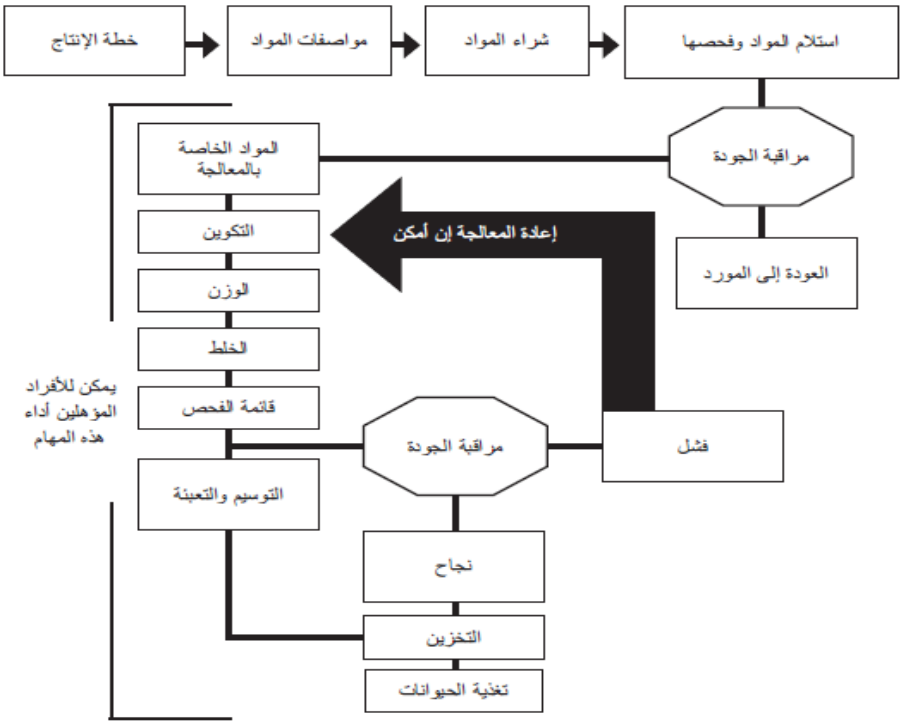
الشكل 2 : مواد النفايات الزراعية المستخدمة في إنتاج بلوك الأسمنت.

الجدول 2 : المواد المستخدمة في إنتاج كتلة الأسمنت.

عتاد	الكثافة الظاهرية كجم / م 3	الثقل النوعي	معامل صفاء	الاحتواء بالوزن	قدرة امتصاص الماء %	تعليق
ذكر الارز Rice husk	134	0.71	3.82	35 % سليلوز ، 25 % هيموسليلوز ، 20%لجنين، 17 % رماد	-160 180	تم استخدام المواد غير المجهزة
نشارة Sawdust	397	1.31	1.98	61- 65 % هيموسليلوز ، -28 % 25لجنين، 4- 9 % مستخرج ، 4 % رماد	-435 445	تم استخدام المواد غير المجهزة
قذيفة الفول السوداني Peanut shell	127	1.15	4.29	37 % سليلوز ، 25 % هيموسليلوز ، 28.8 %لجنين، 2.5 % الكربوهيدرات، 8.2 **%** بروتين	161	تم استخدام المواد غير المجهزة
قش Straw	85	0.36	4.82	39 % سليلوز ، 23 % هيموسليلوز ، 36 %لجنين، 12 % رماد	-300 517	تم قطعها إلى قطع صغيرة يقل طولها عن 25 مم
قشرة جوز الهند Coconut shell	539	1.41	6.51	14 % سليلوز ، 32 % هيموسليلوز ، 46 %لجنين،رماد	25 -8	تم سحق قشور جوز الهند إلى قطع صغيرة تقريبًا 15 مم × 15 مم

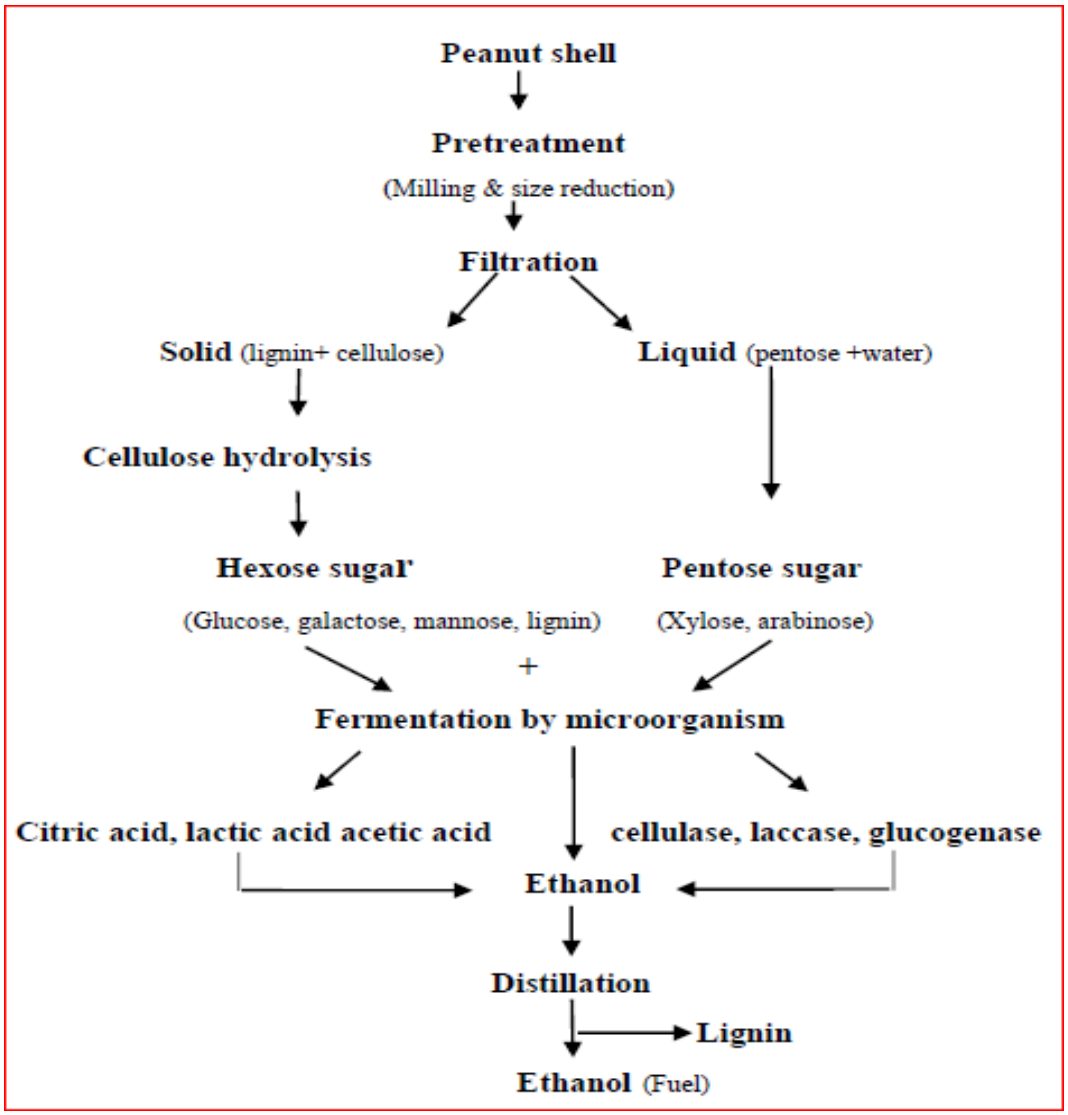
الشكل 3 : يوضح تصنيع الاعلاف في المزارع.

الشكل (١): رسم بياني لتصنيع الأعلاف في المزارع



المصدر: شركة Avitech Animal Health Pvt. Ltd، معدل

الشكل 01 : آلية إنتاج الإيثانول الحيوي بقشور الفول السوداني [58].



الجدول 01 : تصنيف الـ polysaccharides النباتات [65] .

Classification générale	Solubilité	Classification Structurelle
Cellulose	Insoluble	(1→4)-β-D-glucanes
Substances pectiques	Soluble en solutions aqueuses d'agents chélatants	Galacturonanes et rhamnogalacturonanes
		Arabinanes
		Galactanes et arabinogalactanes
Hémicelluloses	Soluble en solutions alcalines diluées	Xylanes (arabinoxylanes)
		Glucomannanes, galactoglucomannanes
		Xyloglucanes
		β-D-glucanes
Autres polysaccharides	_	(1→3)-β-D-glucanes (calloses)
		Glucuronomannanes
		Arabinogalactanes

الجدول 02 : التركيب والتركيب الكيميائي للسليلوز والهيميلولوز واللجنين في جدران الخلايا للنباتات [64]

	Lignin	Hemicellulose	Cellulose
Subunits	Guaiacylpropane (G), syringylpropane (S), p-hydroxyphenylpropane (H)	D-Xylose, mannose, L-arabinose, galactose, glucuronic acid	D-Pyran glucose units
Bonds between the subunits	Various ether bonds and carbon-carbon bond, mainly β-O-4 ether bond	β-1,4-Glycosidic bonds in main chains; β-1.2-, β-1.3-, β-1.6-glycosidic bonds in side chains	β-1,4-Glycosidic bonds
Polymerization	4,000	Less than 200	Several hundred to tens of thousands
Polymer	G lignin, GS lignin, GSH lignin	Polyxylose, galactoglucomannan (Gal-Glu-Man), glucomannan (Glu-Man)	β-Glucan
Composition	Amorphous, inhomogeneous, nonlinear three-dimensional polymer	Three-dimensional inhomogeneous molecular with a small crystalline region	Three-dimensional linear molecular composed of the crystalline region and the amorphous region
Bonds between three components	Contain chemical bond with hemicellulose	Contains chemical bond with lignin	Without chemical bond

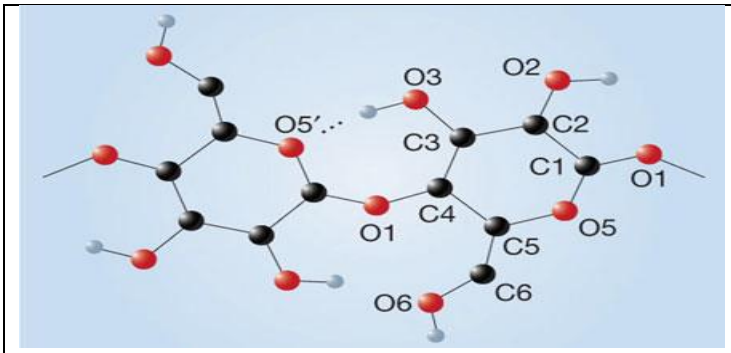
الرابطة الهيدروجينية:

كما نذكر، السليلوز هو سلسلة غير متفرعة من وحدات الجلوكوز. تتشابه كل سلسلة السليلوز مع الشريط المسطح، مع وجود وحدات جلوكوز بديلة في الداخل اتجاهين متعاكسين. يتم تأمينهم في هذا الوضع بواسطة رابطة هيدروجينية بين مجموعة هيدروكسيل (O3– H) لوحدة غلوكوز واحدة وأكسجين الحلقة (O5 ′) للوحدة التالية كما هو موضح في الشكل (01 و 02). الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات O3–H–O5 الموضحة هي موجودة في جميع الأشكال البلورية من السليلوز ، ولكن نمط الترابط

الهيدروجيني من O2 إلى O6 يختلف. تسبب هذه الروابط الهيدروجينية داخل وبين الجزيئات سلاسل لتجميع معا في بنية مرتبة للغاية ، مما يؤدي إلى هيكل بلوري ومستقر. لأن السلاسل عادة ما تكون أطول من البلورية المناطق، يعتقد أنها تمر عبر العديد من المناطق البلورية المختلفة، مع مناطق الاضطراب بينهما (نموذج 'fringed-micelle').

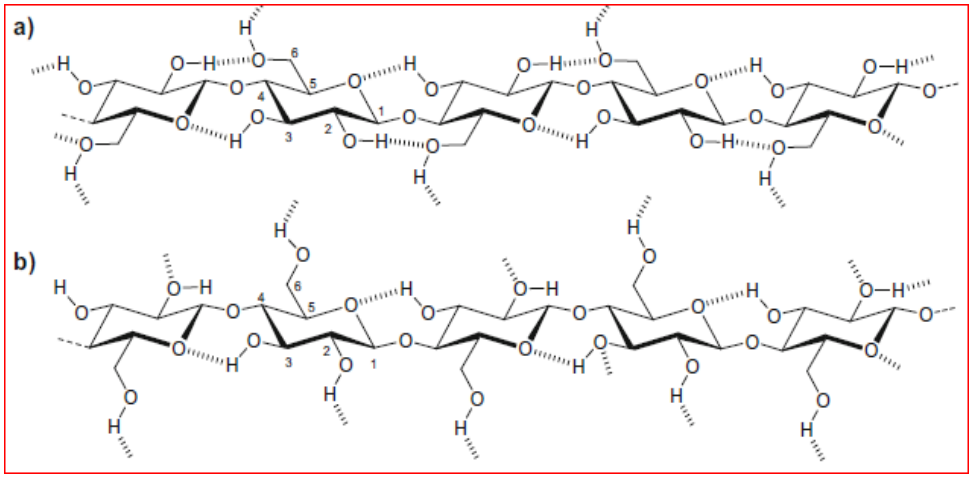
بالنسبة للسليلوز الأصلي، تتكون البلورة من السليلوز المنقول **I** مع كل خيوط السليلوز موازية. يحتوي هذا السليلوز **I** على مرحلتين متعايشتين السليلوز**Ia** والسليلوز **Ib**. يوضح الشكل 03 التماثل واتجاهات الهيدروجين الترابط في كل من السليلوز **Ia** و **Ib** ، والذي تم تحديده باستخدام الدقة الذرية بيانات حيود السنكروترون والنيوترون. في السليلوز **Ia**، جميع السلاسل وحدات جلوكوز متطابقة بلوريًا ولكن متناوبة في كل سلسلة، مظللة باللون الرمادي والأصفر يختلفان قليلاً في التشكل. في السليلوز **Ib**، ومع ذلك، سلاسل اثنين يتم ترتيب أنواع متميزة في أوراق متناوبة. سلاسل تمر من خلال الأصل ومركز الخلية الوحدة مظللة على التوالي الأصفر والرمادي. يؤدي الترابط الهيدروجيني داخل الجزيء لجزيء السليلوز إلى نسبته الصلابة والصلابة. وبالتالي يعتبر السليلوز بوليمر شبه مرن ، وهو وينعكس ذلك في لزوجته العالية في المحلول، ويميل إلى التبلور بدرجة عالية القدرة على تكوين خيوط ليفية. كمية كبيرة من الجزيئات داخل وبين الروابط الهيدروجينية في المناطق البلورية قوية ، كما أنها تجعل مواد السليلوز قوة جيدة وعدم قابلية الذوبان في معظم المذيبات، بما في ذلك الماء والمشتقات عوامل عضوية. كما تمنع السليلوز من الذوبان (غير اللدائن الحرارية). في المناطق الأقل ترتيبًا (المناطق غير المتبلورة)، السلاسل متباعدة أكثر وأكثر متاح لربط الهيدروجين مع جزيئات أخرى ، مثل الماء، وهكذا السليلوز.

يمكن أن تنتفخ عن طريق امتصاص كميات كبيرة من الماء ، ولكن لا تذوب في الماء. يظهر السليلوز مع بنية بلورية مختلفة ترابط هيدروجيني مختلف النظام. مقارنة بشبكة السليلوز الأول ، شبكات ربط الهيدروجين في أخرى بلورات السليلوز أكثر تعقيدًا. علاوة على ذلك ، تشكيل رابطة الهيدروجين يشمل أيضًا في حالة أخرى من السليلوز ، مثل الخلطات ، الهلام ، غير متبلور ، والبلورات السائلة. ومع ذلك ، فإن الهيكل التفصيلي لهم وتأثيرهم على الخصائص لا تزال مواضيع للنقاش [103].

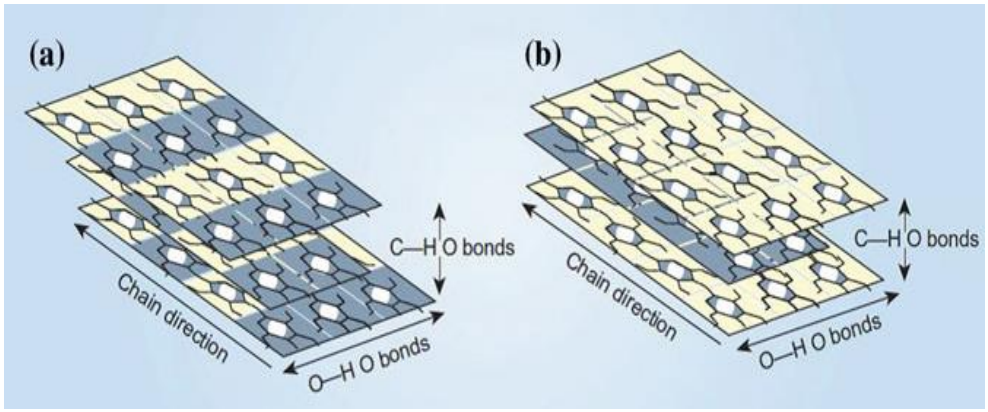


الشكل 01 : كيفية ترابط ذرات الكربون بذرات الهيدروجين.

الشكل 02 : هيكل ثلاثي الابعاد لنظام الترقيم لذرات الكربون والأكسجين في جلوكوزيل متتالي وحدات السليلوز: هيدروجين تظهر الذرات باللون الرمادي [103] .



الشكل 03 : توضيح لصيغة هيكل نظام الترابط الهيدروجيني لـ (a) السليلوز الأول و (b) السليلوز الثاني [75] .



الشكل 06 : التماثل واتجاهات الروابط الهيدروجينية في السليلوز: السليلوز I_a ؛ السليلوز I_b [103] .

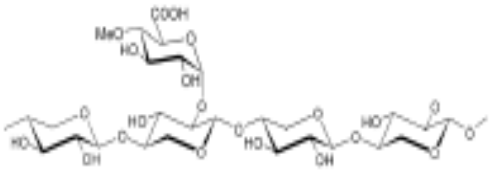
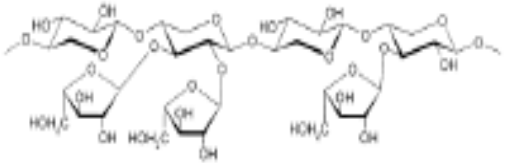
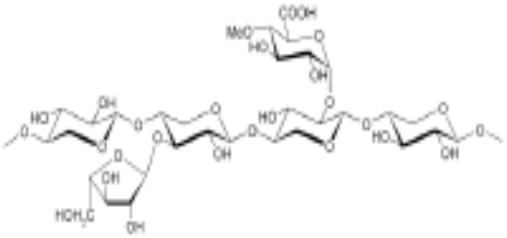
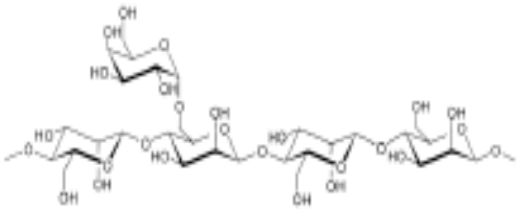
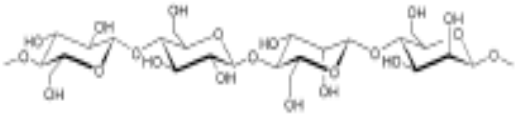
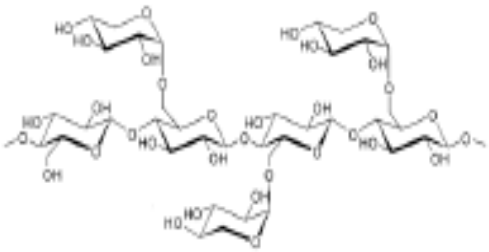
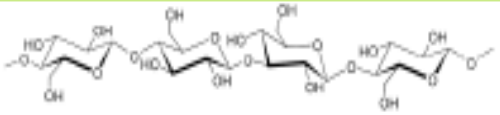
الجدول 03 : الفرق بين سليلوز النبات وسليلوز البكتيريا[91]

Cellulose : plantes vs bactéries

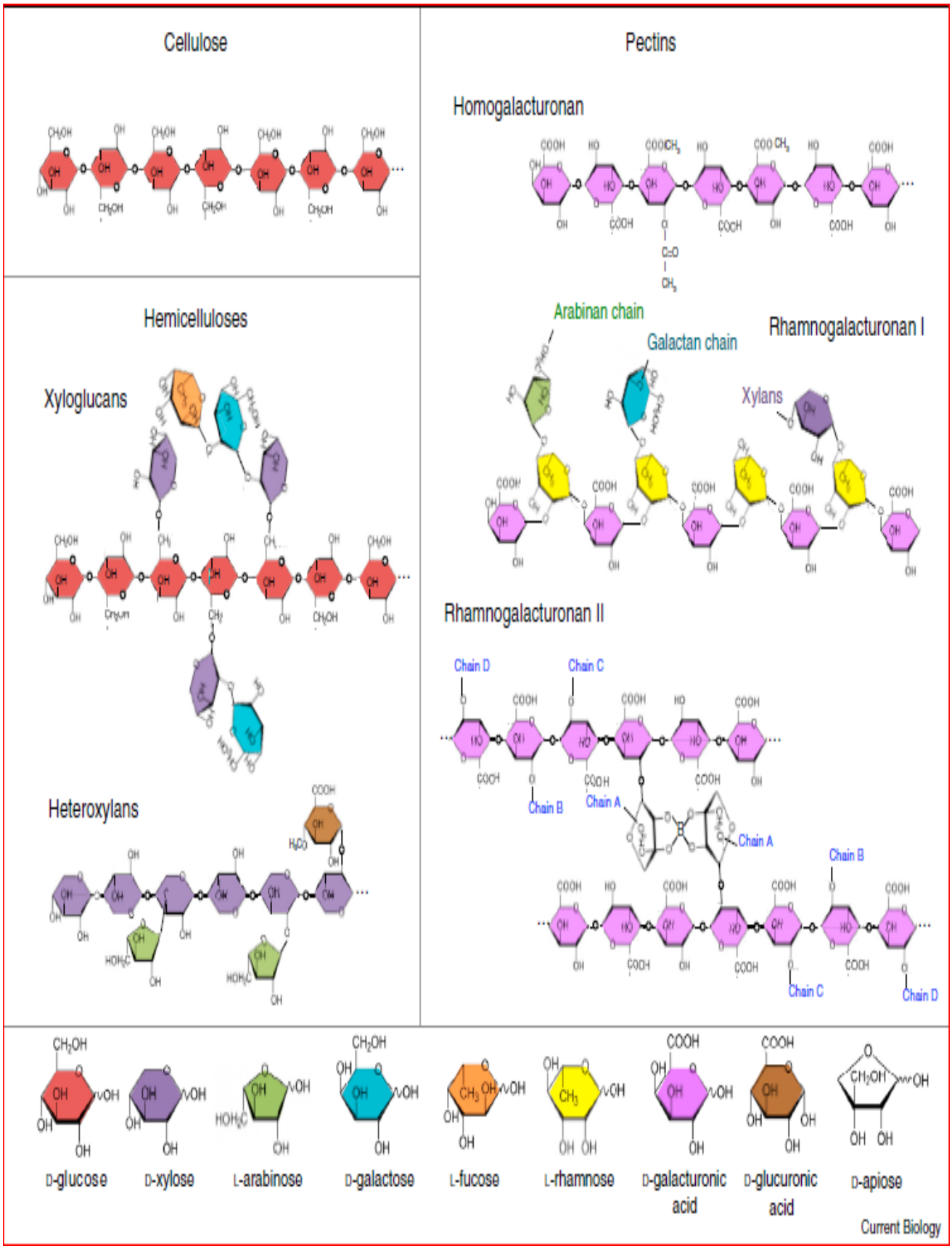
	Plantes	Bactéries (Gram -)
Cellulose	Paroi cellulaire Lignocellulose	Extracellulaire Pure
CSC	Complexes en rosettes Complexes dynamiques Membrane plasmique Cellulose synthase	Complexes alignés en 1 rang Complexes statiques Membranes interne - externe Opéron BCS (BcsB/C(/D))
Cellulose synthase	β-glycosyltransférase processive / D,D,D,QXXRW / UDP- glucose	
	36 CesA → 36 chaines	1 BcsA → 1 chaine
UDP-glucose	SuSy (sucrose)	Métabolisme du carbone (fructose-6-P)
Régulation	Transcriptionnelle (NAC / MYB) Post-transcriptionnelle	Post-transcriptionnelle c-di-GMP (PilZ)
Autres composants	Korrigan Cytosquelette / Cobra / Kobito	BcsZ (Opéron *bcsEFG*)

33

الجدول 04 : منبع وصيغة أصناف الهيميسليلوز[65].

Hémicelluloses		Structures		Sources
D-Xyloglycanes	Glucuronoxylanes	**Squelette :** β-(1→4)-D-xylopyranose **Résidu :** Acide 4-*O*-methyl-α-D-glucopyranosyl uronique		Bois durs Fruits Graines Betteraves Peaux de raisins
	Arabinoxylanes	**Squelette :** β-(1→4)-D-xylopyranose **Résidu :** α-L-arabinofuranose		**Céréales**
	Arabino-glucuronoxylanes et Glucurono-arabinoxylanes	**Squelette :** β-(1→4)-D-xylopyranose **Résidus :** Acide 4-*O*-methyl-α-D-glucopyranosyl uronique et α-L-arabinofuranose		Conifères Tissus lignifiés des herbes et céréales
D-Mannoglycanes	Galactomannanes	**Squelette :** β-(1→4)-D-mannopyranose **Résidu :** β-D-galactopyranose		Palmiers Dattes Graines de Guar Graines de café vert Graines de caroube
	Glucomannanes	**Squelette :** β-(1→4)-D-mannopyranose **Résidu :** β-D-glucopyranose		Bois durs
D-xylo-D-glucanes		**Squelette :** β-(1→4)-D-glucopyranose **Résidu :** α-D-xylopyranose		Herbes Bulbes d'oignons
β-D-glucanes		**Squelette :** β-(1→3, 1→4)-D-glucopyranose **Résidu :** α-D-xylopyranose		**Céréales**

عديد السكريات الرئيسي في جدار الخلية الأساسي الذي تمت مناقشته في التمهيدي رقم 03 الخاص بالمواد اللجنوسليلوزية. الألواح العلوية ، السكريات. اللوحة السفلية ، السكريات الأحادية.



الشكل 07 : الجزيئات الضخمة للجدار الخلوي[104] .

الشكل 1 : بنية و لون العينة أثناء مراحل المعالجة من المادة الخام الى مسحوق السليلوز النهائي

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع

❖ المراجع العربية :

[1] أ. د. ب. ع. ع. علي and أ. م. د. ح. ح. علي, "إمكانية استغلال المخلفات الزراعية والنباتات الحولية في العراق," الاستاذ, no. 203, pp. 1235-1247, 2012.

[2] د. ا. م. ص. د. م. ح. مصطفى, د. م. ع. ب. د. ش. ا. ا. حسين, and د. م. ح. ف. م. ح. م. محمود, "دليل تدوير المخلفات الز ا رعية," و ا زرة الدولة لشئون البيئة, p. 80, 2010.

[4] ا. ا. ل. الزراعية, "دراسة تدوير المخلفات الزراعية للاستعمالات الصناعية والمنزلية فى الوطن العربى," الخرطوم-المنظمة العربية للتنميةت الزراعية - 2006 - السودان, PDF p. 108, 2007. [Online]. Available: http://aoad.org/aoad-2006 library/Simple_Result.asp.

[5] ا. ا. ل. الزراعية, "دراسة تدوير المخلفات الزراعية للاستعمالات الصناعية والمنزلية فى الوطن العربى," الخرطوم-المنظمة العربية للتنميةت الزراعية - 2006 - السودان, PDF p. 108, 2007. [Online]. Available: http://aoad.org/aoad-library/Simple_Result.asp.

[6] ع. الحلاوي, "https://www.sudaress.com/alintibaha/42998 " نشر في الانتباهة يوم 07 - 12 - 2013

[13] د. م. ا. و. ا. ق. ا. وصحةحيوان, "الممارسات الجيدة لصناعة العلف," منظمة الاغذية والصناعة2010 9.

[16] ا. م. جرعتلي, "http://green-studies.com/2017/05/," دراسات خضراء, may 2017.

[17] د. م. ا. و. ا. ق. ا. وصحةحيوان, "الممارسات الجيدة لصناعة العلف," منظمة الاغذية والصناعة2010 9.

[19] ر. ا. و. م. القرينيس, "التلوث بحرق النفايات," جامعة الملك سعود.

[24] م. ز. نقولا, "دراسط المؤشرات الإنتاجية لمحصول البازلاء البذريظ بتطبيق التسميد الطضوي وبطض الأنماط الأساسيظ

[29] م. ز. نقولا, "دراسط المؤشرات الإنتاجية لمحصول البازلاء البذر بتطبيق التسميد الطضوي وبطض الأنماط الأساسيظ للحراثات الثنائيظالدوريظ," مجلة جامعة البعث المجلد 83 العدد 44, p. 05, 2016.

[33] س. ص. سمارة, "https://mawdoo3.com/خصائص_نبات_البازيلاء."

[46] ب. أ. ترابي, "http://arab-ency.com.sy/detail/7781," الموسوعة العربية.

[52] ب. حسن, "القيمة الغذائية للفول السوداني https://www.almrsal.com/post/760641," تحديث: 13 يناير 2019 , 20:44

[55] ص. دراهم, " فسيولوجيا النباتات," محتوى الكتاب مصدره موسوعة النباتات - مركز سوزان مبارك للاستكشاف العلمي -www.smsec.com ، vol. اعداد.. د. محمد جامد ادريس ، pp. ص 03 -04- 05

[58] ر. م. ع. العلي, أ. ا. ح. ج. الموسوي, and ش. ف. ع. الفريح, "استخلاص البكتين من مخلفات وثمار بعض الفواكه والخضروات ودراسة خواصه الفيزيائية," مجلة جامعة كربلاء, no. المؤتمر العلمي الثاني لكلية الزراعة, 2012, pp. 1086-1095.

[53] د. ا. ع. ا. ا. ا. حجلة, "العلوم الحياتية 10," مركز المناهج, 2017-2018, pp. 10-17.

[64] ع. ح. م. حسن, "دراسة تحسين ذوبانية الالياف السليلوزية," مجلة الهندسة, vol. 22, no. 7, pp. 21-37, 2016.

[63] ص. دراهم, " فسيولوجيا النباتات," محتوى الكتاب مصدره موسوعة النباتات - مركز سوزان مبارك للاستكشاف العلمي -www.smsec.com ، vol. اعداد.. د. محمد جامد ادريس ، pp. ص 03 -04- 05

[66] ر. م. ع. العلي, أ. ا. ح. ج. الموسوي, and ش. ف. ع. الفريح, "استخلاص البكتين من مخلفات وثمار بعض الفواكه والخضروات ودراسة خواصه الفيزيائية," مجلة جامعة كربلاء, no. المؤتمر العلمي الثاني لكلية الزراعة, 2012, pp. 1086-1095.

[72] ع. ح. م. حسن, "دراسة تحسين ذوبانية الالياف السليلوزية," مجلة الهندسة, vol. 22, no. 7, pp. 21-37, 2016.

[79] ش. ع. الحفيظ, "https://www.aljazeera.net/news/science/2019/1/27/السيليلوز-البكتيري-أمل-البشر-القادم-من-أجل-عالم-نظيف," الجزيرة, 27/1/2019, p.

[87] ش. ع. الحفيظ, "https://www.aljazeera.net/news/science/2019/1/27/السيليلوز-البكتيري-أمل-البشر-القادم-من-أجل-عالم-نظيف," الجزيرة, 27/1/2019, p.

❖ **المراجع الأجنبية :**

[3] https://www.agglo-seine-eure.fr/wp-content/uploads/2020/03/AggloSeineEure_Collecte_Dechetsverts_2020.jpg.

[4] A. Singh, A. Kuila, S. Adak, M. Bishai, and R. Banerjee, "Utilization of Vegetable Wastes for Bioenergy Generation," *Agricultural Research*, vol. 1, no. 3, pp. 213-222, 2012/09/01 2012, doi: 10.1007/s40003-012-0030-x.

[7] https://ar.bccrwp.org/compare/difference-between-bod-and-cod/.

[8] A. Valdés, A. C. Mellinas, M. Ramos, M. C. Garrigós, and A. Jiménez, "Natural additives and agricultural wastes in biopolymer formulations for food packaging," (in English), *Frontiers in Chemistry*, Review vol. 2, no. 6, p. 80, 2014-February-26 2014, doi: 10.3389/fchem.2014.00006.

[9] " ,نصير ا. ع. رA Future Vision for the recycling of agricultural waste, and the impact of their applications on Design of furniture and internal space", مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية, vol. 3, no ,1) 12 العدد .pp. 215-231, 2018.

[10] G. Christophe, " Etude de Fibrobacter succinogenes en bioréacteur anaérobie en vue de la dégradation de déchets végétaux.," *HAL Id:tel-00718166 https://tel.archives-ouvertes.fr/tel*00718166- ,vol. Microbiologie et Parasitologie.Université BlaisePascal-Clermont-FerrandII;Universitéd'Auvergne-Clermont-FerrandI,2007.Français p. 316, 16] .2012 يوليو Online]. Available: .Https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00718166.

[11] S. DEROUICHE and M. BEN AMOR, "Valorisation des déchets ménagers et assimilés dans la région d'Oued Souf," 2019.

[12] https://compost.ooreka.fr/fiche/voir/289903/fabriquer-un-lombricomposteur.

[13] https://www.ecodrop.net/les-dechets-verts-et-leur-valorisation/.

[14] N .B. Pruthviraj, "Introduction To Biogas & Applications," *International Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering & Technology (IJARMET)*, (Oct. - Dec. 2016.(

[15] M. Obrecht and M. Denac, "BIOGAS—SUSTAINABLE ENERGY SOURCE: NEW POSSIBILITIES AND MEASURES FOR SLOVENIA BIOPLIN—TRAJNOSTNI VIR ENERGIJE: NOVE MOŽNOSTI IN UKREPI ZA SLOVENIJO".

[18] W. Leng, J. F. Hunt, and M. Tajvidi, "Effects of density, cellulose nanofibrils addition ratio, pressing method, and particle size on the bending properties of wet-formed particleboard," *BioResources*, vol. 12, no. 3, pp. 4986-5000.2017 ,0

[19] H. Danso, "Use of agricultural waste fibres as enhancement of soil blocks for low-cost housing in Ghana," University of Portsmouth, 2015 .

[20] N. Sathiparan and H. De Zoysa, "The effects of using agricultural waste as partial substitute for sand in cement blocks," *Journal of Building Engineering*, vol. 19, pp. 216-227, 2018.

[21] P. Shafigh, H. B. Mahmud, M. Z. Jumaat, and M. Zargar, "Agricultural wastes as aggregate in concrete mixtures–A review," *Construction and Building Materials*, vol. 5 ,3pp. 110-117, 2014.

[22] R. Malladi, M. Nagalakshmaiah, M. Robert, and S. Elkoun, "Importance of agriculture and industrial waste in the field of nano cellulose and its recent industrial developments: a review," *ACS Sustain. Chem. Eng*, vol. 5 , no . 2 , 2 0.18

[24] A. K. (retranscription), "Interdiction de brûler ses déchets verts à l'air libre http://environnement-lanconnais.asso.fr/spip.php?auteur1," vendredi 2 6 a v r i l 2 0 1 3

[25] A. Bihak" ,Qu'est-ce qu'on entend par « déchets verts » ? https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/comment-se-debarrasser-des-dechets-verts,2098.html," *gerbeaud*, 15 octobre 2019.

[26] D. Rodriguez, "L'interdiction du brûlage à l'air libre des déchets verts," *2 2 6 8 - 3*.2012 ,798

[27] " ,العايش م. فSTUDY OF YIELD COMPONENTS AND QUALITY TRAITS OF SOME PEA VARIETIES BY USING HALF-DIALLEL CROSS قسم البساتين , كلية الزراعة ,جامعة تشرين" ,pp. 11-12, 2 0 0 5 - 2 0 0 6.

[28] https://ar.onlinedoctors24.com/4123040-peas-chemical-composition-nutritional-value-vitamins-benefit-and-harm.

[30] S. Derhab "البسلة," ,*kenanaonline.com*, p. 02, 2003 /669.نشرة رقم

[31] L. OUAFI, "Etude de la variabilité agro-morphologique de quelques génotypes de pois (Pisum sativum L.)," 2018.

[32] M. B. Mohammed, "Comparaison germinative de deux espèces de la famille des Fabacées (In vitro)," p. 11, 2016/2017.

[34] M. B. Mohammed, "Comparaison germinative de deux espèces de la famille des Fabacées (In vitro)," *Mémoire master UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEN*, p. 11 / 13, 2016/2017.

[35] R. BEN MIRA ZITOUNI and N. HERIDA, "Etude de comportement d'une collection du pois (Pisum spp.) vis-à-vis de la fusariose vasculaire," 2 0 1 6 .

[36] N. Verma, M. C. Bansal, and V. Kumar, "Pea peel waste: a lignocellulosic waste and its utility in cellulase production by Trichoderma reesei under solid state cultivation," *Bioresources*, vol. 6, no. 2, pp. 1505-1519, 2011.

[37] M. Wadhwa, M. Bakshi, and H. Makkar, "Utilization of empty pea (Pisum sativum) pods as livestock feed ",*Broadening Horizones,* vol. 46, pp. 1-4, 2017.

[38] E. Müsellim, M. H. Tahir, M. S. Ahmad, and S. Ceylan, "Thermokinetic and TG/DSC-FTIR study of pea waste biomass pyrolysis," *Applied Thermal Engineering,* vol. 137, pp. 54-61, 2018.

[39] A. Rehman, M. Gulfraz, G. K. Raja, M. Haq, and Z. Anwar, "A comprehensive approach to utilize an agricultural pea peel (Pisum sativum) waste as a potential source for bio-ethanol production," *Rom Biotechnol Lett,* vol. 20, no. 3, pp. 10422-10430, 2015.

[40] D. Vinay, "Nutritional evaluation of pea peel and pea peel extracted byproducts," 2018.

[41] https://www.suna-sd.net/ar/single?id=537784.

[42] "https://www.nationalpeanutboard.org/peanut-info/history-peanuts-peanut-butter.htm," *national peanut board.*

[43] S. Calhoun, "Improving the quality and safety of peanuts," in *Improving the safety and quality of nuts*: Elsevier, 2013, pp. 330-349.

[44] Z. AGUIEB and M. MESSAI BELGACEM, "Valorisation des arachides (Arachis hypogea L.) cultivées à la Wilaya D'El-Oued," 2018.

[45] E. Brunet, "Mise au point d'un procédé industriel de réduction de l'allergénicité de l'arachide," Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2013.

[47] P. Rousset" ,Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales," 2008.

[48] w. Ethnoplants.com, "Arachis hypogaea CACAHUÈTE / ARACHIDE (plante(

Référence 1153 État : Nouveau produit".

[49] D. Foncéka, "Elargissement de la base génétique de l'arachide cultivée (Arachis hypogaea): Applications pour la construction de populations, l'identification de QTL et l'amélioration de l'espèce cultivée," Montpellier SupAgro, 2010.

[50] R. N. Yacer and S. Bilal, "Impact des changements climatiques sur la production céréaliére au niveau des hauts plateaux BBA," 2015.

[51] A. I. Yousif, I. S. Mohamed, A. M. El Naim, H. A. Elobeid, and A. E. Ahmed, "Estimating Technical Efficiency of Groundnut (Araches hypogaea L.) Production in New Halfa Agricultural Production Corporation, Sudan," *International Journal of World Policy and Development Studies,* vol. 1, no. 1, pp. 16-20, 2015.

[53] V. Settaluri, C. Kandala, N. Puppala, and J. Sundaram, "Peanuts and their nutritional aspects—a review," 2012.

[54] " ,م. نصرالله ك.Peanuts, unroasted" www.fdc.nal.usda.gov, 4-1-2020 ،Retrieved 5-5-2020. Edited.

Peanuts, roasted, unsalted" www.fdc.nal.usda.gov, 4-1-2020 ،Retrieved 5-5-2020. Edited.٢٠٢٠ مايو ٢١ ، ٠٧:٤٤ :آخر تحديث ",

[55] https://mawdoo3.com/%D9%85%D8%A7_%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%81%D9%88%D9%84_%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%88%D8%AF%D8%A7%D9%86%D9%8A.

[56] https://www.atlasbig.com/ar-sa/%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%84%D8%AF%D8%A7%D9%86-%D8%B9%D9%86-%D8%B7%D8%B1%D9%8A%D9%82-%D8%A5%D9%86%D8%AA%D8%A7%D8%AC-%D8%A7%D9%84%D9%81%D9%88%D9%84-%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%88%D8%AF%D8%A7%D9%86%D9%8A.

[57] "https://sudhorizons.dz/ar/2016-04-28-21-35-25/10104-50-000," *Journal Electronique*.27 2016 كانون1/ديسمبر ,

[58] P. Bharthare, P. Shrivastava, P. Singh, and A. Ttiwari, "Peanut shell as renewable energy source and their utility in production of ethanol," *Int J Adv Res*, vol. 2, no. 4, pp. 1-14, 2014.

[59] P. A. Duc, P. Dharanipriya, B. K. Velmurugan, and M. Shanmugavadivu, "Groundnut shell-a beneficial bio-waste," *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, p. 101206, 2019.

[60] N. Quaranta, M. Caligaris, G. PELOZO, A. Cesari, and A. A. Cristobal, "Use of wastes from the peanut industry in the manufacture of building materials," *Sustainability and the City*, p. 179, 2018.

[61] مركز المناهج, "العلوم الحياتية 10," حجلة, ا. ا. ا. ع. د. pp. 10-17, 2017-2018.

[62] A. E. Elkhalifa, A. Tinay, and S. Elkareem, *Fruits and Vegetables Technology*.2009-2008 تقانة الخضر و الفاكهة.

[64] H. Chen, "Chemical composition and structure of natural lignocellulose," in *Biotechnology of lignocellulose*: Springer, 2014, pp. 25-71.

[65] L. Jacquemin, "Production d'hémicelluloses de pailles et de sons de blé à une échelle pilote. Etude des performances techniques et évaluation environnementale d'un agro-procédé," INPT, 2012.

[67] C. Loix, M. Huybrechts, J. Vangronsveld, M. Gielen, E. Keunen, and A. Cuypers, "Reciprocal interactions between cadmium-induced cell wall

responses and oxidative stress in plants," *Frontiers in plant science*, vol. 8 , p.2017 ,4 .

[68] علم الخلية" ,جاسم م. ع. نC Y T O L O G Y . http://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/lecture_file.aspx?fid=5&lcid=78661 , " p . 18/10/2018 14:18:19

[69] N. L. Glass, M. Schmoll, J. H. Cate, and S. Coradetti, "Plant cell wall deconstruction by ascomycete fungi," *Annual review of microbiology*, vol. 67 , pp. 477-498 , 2013.

[70] A. Agrawal, N. Kaushik, and S. Biswas, "Derivatives and applications of lignin–an insight," *The SciTech Journal*, vol. 1, no. 7, pp. 30-36, 2014.

[71] A. Maghchiche, "Use of polymers and biopolymers blend for water retention and soil stabilization at algerian arid and semi-arid soils".

[73] Y. F. A. H. Salameh, "Methods Of Extracting Cellulosic Material From Olive Pulp, " 2009.

[74] M. Åkerholm, B. Hinterstoisser, and L. Salmén, "Characterization of the crystalline structure of cellulose using static and dynamic FT-IR spectroscopy," *Carbohydrate research*, vol. 339, no. 3, pp.2004 ,2-1 .

[75] O. J. Rojas, *Cellulose chemistry and properties: fibers, nanocelluloses and advanced materials*. Springer, 2016.

[76] H. E. McFarlane, A. Döring, and S. Persson, "The cell biology of cellulose synthesis," *Annual review of plant biology*, vol. 65, pp. 69-94, 2014.

[77] R. A. Festucci-Buselli, W. C. Otoni, and C. P. Joshi, "Structure, organization, and functions of cellulose synthase complexes in higher plants," *Brazilian Journal of Plant Physiology*, vol. 19, no. 1, pp. 1-13, 2007.

[78] J. Lindeboom, B. Mulder, J. Vos, T. Ketelaar, and A. Emons, "Cellulose microfibril deposition: coordinated activity at the plant plasma membrane," *Journal of microscopy*, vol. 231, no. 2, pp. 192-200, 2008.

[79] M. Mutwil, S. Debolt, and S. Persson, "Cellulose synthesis: a complex complex," *Current opinion in plant biology*, vol. 11, no. 3, pp. 252-257, 2008.

[80] M. Delsaute, "La production de cellulose chez les plantes et les bactéries," 2013.

[81] A. Endler and S. Persson, "Cellulose synthases and synthesis in Arabidopsis," *Molecular plant*, vol. 4, no. 2, pp. 199-211, 2011.

[82] D. Gibeaut and N. Carpita, "Biosynthesis of plant cell wall polysaccharides," *The FASEB Journal*, vol. 8, no. 12, pp. 904-915, 1994.

[83] M. M. Roger PRAT, Jean-Claude ROLAND, "La paroi primaire de la cellule végétale http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/paroi/synthese.htm," *Bmedia*.

[84] M. Ochoa-Villarreal, E. Aispuro-Hernández, I. Vargas-Arispuro, and M. Á. Martínez-Téllez, "Plant cell wall polymers: function, structure and biological activity of their derivatives," *Polymerization*, vol. 4, pp. 63-86, 2012.

[85] D. P. Delmer and Y. Amor, "Cellulose biosynthesis," *The plant cell*, vol. 7, no. 7, p. 987, 1995.

[86] A. Sampathkumar *et al.*, "Patterning and lifetime of plasma membrane-localized cellulose synthase is dependent on actin organization in Arabidopsis interphase cells," *Plant physiology*, vol. 162, no. 2, pp. 675-688, 2013.

[88] P. R. Chawla, I. B. Bajaj, S. A. Survase, and R. S. Singhal, "Microbial cellulose: fermentative production and applications," *Food Technology and Biotechnology*, vol. 47, no. 2, pp. 107-124, 2009.

[89] S. M. Keshk" ,Bacterial cellulose production and its industrial applications," *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, vol. 4, no. 2, p. 1, 2014.

[90] B. V. e. D. PERERA, "Production de cellulose bactérienne pure http://cerig.pagora.grenoble-inp.fr/memoire/2013/cellulose-bacterienne-pure.htm " *Cerig*, 10 octobre 2013.

[91] M. Delsaute, "La production de cellulose chez les plantes et les bactéries," p. 33, 2013.

[92] R. N. A. Hattab, "Extraction of Cellulose Poweder from Argania Spinosa (Stems and Seeds) Trees," 2016.

[93] J.-L. Wertz, "Les hémicelluloses," *Rapport de synthèse, Document ValBiom-Gembloux AgroBioTech (Novembre 2011)*, 2011.

[94] L. Jacquemin, "Production d'hémicelluloses de pailles et de sons de blé à une échelle pilote. Etude des performances techniques et évaluation environnementale d'un agro-procédé," INPT, 2012.

[95] M. Abdelhak, "Use of polymers and biopolymers for water retention and soil stabilization at algerian arid and semi-arid soils," Ph. D Dissertation). Mentouri University of Constantine.2009 ,

[96] S. Y. Lin and C. W. Dence, *Methods in lignin chemistry*. Springer Science & Business Media, 2012.

[97] J. Han, C. Zhou, Y. Wu, F. Liu, and Q. Wu, "Self-assembling behavior of cellulose nanoparticles during freeze-drying: effect of suspension concentration, particle size, crystal structure, and surface charge," *Biomacromolecules*, vol. 14, no. 5, pp. 1529-1540, 2013.

[98] F. M. Pelissari, P. J. d. A. Sobral, and F. C. Menegalli, "Isolation and characterization of cellulose nanofibers from banana peels," *Cellulose*, vol. 21, no. 1, pp. 417-432, 2014/02/01 2014, doi: 10.1007/s10570-013-0138-6.

[99] F. Xu *et al.*, "Comparative study of water-soluble and alkali-soluble hemicelluloses from perennial ryegrass leaves (Lolium peree)," *Carbohydrate Polymers*, vol. 67, no. 1, pp. 56-65, 2007.

[100] J. Sun, F. Xu, X. Sun, B. Xiao, and R. Sun, "Physico-chemical and thermal characterization of cellulose from barley straw," *Polymer Degradation and stability*, vol. 88, no. 3, pp. 521-531, 2005.

[101] K. Nakamoto" ,Infrared spectra of inorganic and coordination compounds," 1970.

[102] A. Alemdar and M. Sain, "Biocomposites from wheat straw nanofibers: Morphology, thermal and mechanical properties," *Composites Science and Technology*, vol. 68, no. 2, pp. 557-565, 2008.

[103] H. Qi, *Novel functional materials based on cellulose*. Springer, 2017.

[104] H. Höfte and A. Voxeur, "Plant cell walls," *Current Biology*, vol. 27, no. 17, pp. R865-R870, 2017.

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى تثمين المخلفات لقشور (البازلاء والفول السوداني)، ولإيجاد بدائل محلية للمواد الاولية وذلك بإعادة تدوير واستعمال مكوناتها كثروة متجددة، في هذا العمل استخدمنا هذه المخلفات كمصدر لا نتاج السليلوز، فتم استخلاصه عن طريق المعالجة الكيميائية ذلك بنزع كل المواد الغير سليلوزية (non-cellulosique) فكان مردود قشور البازلاء (12.81%) أما قشور الفول السوداني (15.30%)، بعد ذلك تم تشخيصه بطيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) خلال أهم مراحل العلاج من اجل تتبع نقاوته بتتبع الوظائف الكيميائية المختلفة التي وضحت غياب وظائف المواد الغير سليلوزية، المجهر الالكتروني الماسح (MEB) من اجل مراقبة الخصائص البنيوية (المورفولوجية) للعينات، تقنية التحليل الكيميائي الطيفي (EDS) لتحديد العناصر الكيميائية، ولقد اشارت كل هذي الفحوصات إلى أن المعالجة الكيميائية المستخدمة كانت فعالة في إزالة المركبات الغير سلولوزية لكل منهما.

الكلمات المفتاحية : السليلوز، المخلفات النباتية، قشور البازلاء، قشور الفول السوداني، المواد اللجنوسليلوزية.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the residues of the husks (peas and peanuts), and to find local substitutes for the raw materials by recycling and using their components as a renewable wealth. Non-cellulosique), the yield of pea peels was (12.81%) as for the peanut shells (15.30%), after that it was diagnosed with an infrared spectrum (FT-IR) during the most important stages of treatment in order to track its purity by tracking the various chemical functions that revealed its absence. Non-cellulosic materials, a scanning electron microscope (MEB) to monitor the structural (morphological) properties of the samples, a technique for chemical spectroscopy (EDS) to determine the chemical elements, and all of these tests indicated that the chemical treament used was effective in removing the non-cellulosic compounds for each of them.

Key words: Cellulose, Vegetable Waste, Pea Peel, Peanut Shells, Glynoscellulose Materials