

Preparation bio-plastics from Cellulose extracted from Syrian Wheat straw

Dr. Hassan wasuf *
Abdullah Al-Nonah **

(Received 18 / 8 / 2021. Accepted 3 / 3 / 2022)

□ ABSTRACT □

This research aims to prepare bioplastics from Cellulose extracted from one of the Plant Wastes (Syrian Wheat straw), in an easy and less expensive method, and to track its degradability in the Local soil to replace industrial plastics in order to reduce its damage and effects on the environment. In this method, (sustainable) renewable resources are relied upon in the manufacture of bioplastics to reduce dependence on (unsustainable) oil sources, and thus plant waste will be converted into a wealth that we can use effectively and is not harmful to the environment. This study used Cellulose extracted from Syrian wheat straw as an ingredient in making biodegradable plastic, and additives used in the production of bioplastics: different combinations were made. Citric acid as a binder, Glycerol as a plasticizer, and black seed oil as anti-bacterial growth, Through the biodegradation test, It was found that all the prepared films were biodegradable, But with varying periods of time. Cellulose was also extracted from Syrian wheat straw in two methods: The first method was extraction using water as a solvent, and the second method used Acetone and Ethanol as a solvent, and alkaline chemical treatment was carried out to remove Lignin and Hemicellulose, and bleaching was done in an acidic medium in the presence of hydrogen peroxide H_2O_2 . The results were as follows, The first method, when using sodium hydroxide as a treatment material, yielded 30.46%. and while potassium hydroxide was used in the same method, the productivity improved and gave a yield of 32.82%, while the second method gave a return of 40.73%. The color of cellulose was distinguished by its bright whiteness, very similar to cotton fluff. Therefore, extraction with organic solvents is better than extraction with water due to the ability of these solvents to remove the organic compounds present in these plant waste.

Key words: Cellulose, plant waste, Cellulose extraction , bio plastic, Wheat straw.

* Assistant Professor - Specialization in Organic Chemistry - Department of Chemistry - Faculty of Science - Tishreen University. hasanwasouf@yahoo.com

** Postgraduate Student (Master) - Specialization in Applied Chemistry - Department of Chemistry - Faculty of Science - Tishreen University. abdalnona@gmail.com

تحضير البلاستيك الحيوي من السليلوز المستخلص من قش القمح السوري

د. حسن وسوف *

عبدالله النونه **

(تاريخ الإيداع 18 / 8 / 2021. قَبْلَ للنشر في 3 / 3 / 2022)

□ ملخص □

يهدف هذا البحث إلى تحضير البلاستيك الحيوي انطلاقاً من السليلوز المستخلص من أحد المخلفات النباتية (قش القمح السوري) بطريقة سهلة قليلة التكلفة، ثم تتبع قابليته للتحلل في التربة المحلية للاستعاضة عن البلاستيك الصناعي بغية تقليل أضراره وتخفيض آثاره على البيئة، بالاعتماد على الموارد المتجددة (المستدامة) في تصنيع البلاستيك الحيوي لتقليل الاعتماد على المصادر النفطية (غير المستدامة) وبذلك يتم تحويل المخلفات النباتية إلى ثروة يمكن الانتفاع منها بشكل فعال وغير ضار للبيئة. استخدمت هذه الدراسة السليلوز المستخلص من قش القمح السوري كعنصر في صنع بلاستيك قابل للتحلل الحيوي. استخدم في هذا البحث لإنتاج البلاستيك الحيوي كل من: حامض الستريك كمادة رابطة، والجلسرين كملدن، وزيت الحبة السوداء مضاد لنمو البكتيريا، تم إجراء تركيبات مختلفة. تبين من خلال اختبار التحلل الحيوي لجميع أفلام البلاستيك المحضرة قابليتها للتحلل الحيوي خلال فترات زمنية متفاوتة. استخلص السليلوز من قش القمح السوري بطريقتين، الطريقة الأولى باستخدام الماء كذيب، والطريقة الثانية استخدم فيها الأسيتون والإيثانول كمذيب. ثم عولجت النواتج وفق المعالجة الكيميائية القلوية لإزالة اللجنين والهيميسليلوز يليها التبييض بوسط حمضي بوجود بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، فكانت النتائج على النحو الآتي أعطت الطريقة الأولى وذلك عند استخدام هيدروكسيد الصوديوم كمادة معالجة مردوداً 30.46% أما باستخدام هيدروكسيد البوتاسيوم في نفس الطريقة تحسنت الإنتاجية وأعطت مردوداً قدره 32.82% وأعطت الطريقة الثانية مردوداً قدره 40.73% امتاز لون السليلوز بالبياض الناصع يشبه إلى حد كبير زغب القطن. يعد الاستخلاص بالمذيبات العضوية أفضل من الاستخلاص بالماء وذلك لقدرة هذه المذيبات على إزالة المركبات العضوية المتواجدة في المخلفات النباتية.

الكلمات المفتاحية: السليلوز، مخلفات نباتية، استخلاص السليلوز، البلاستيك الحيوي، قش القمح.

* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. hasanwasouf@yahoo.com

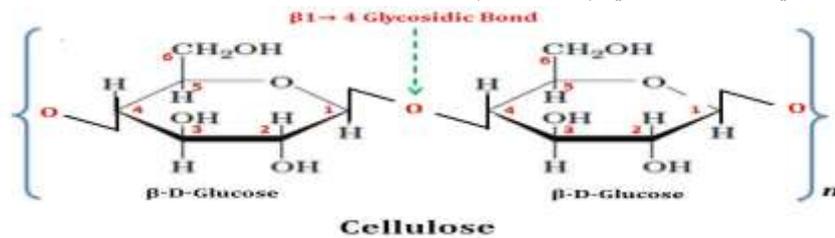
** طالب ماجستير - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. abdalnona@gmail.com

مقدمة:

البلاستيك عبارة عن جزيئات بوليمرية ضخمة اصطناعية مشتقة من البتروكيماويات مثل البولي إيثيلين (PE)، البولي بروبيلين (PP)، البوليسترين (PS) بولي فينيل كلوريد (PVC)، البولي يوريثين (PUR)، بولي إيثيل تيريفثاللات (PET)، بولي بيوتيلين تريفثاليت والنايلون، هي البوليمرات الأكثر استخداماً في الحياة اليومية بسبب خمولها الكيميائي ومقاومتها للتفكك، بالإضافة إلى انخفاض تكلفة انتاجها وخفة وزنها، وإمكانية تشكيلها بسهولة في منتجات متنوعة [1-2]. على مر السنين وحتى الوقت الراهن كان للإفراط في استخدام البلاستيك تأثيراً كبيراً على البيئة حيث يستخدم البلاستيك لصنع مجموعة واسعة من المنتجات في مختلف مجالات التطبيق لما لها من خصائص متعددة الاستخدامات، زاد إنتاج البلاستيك بشكل كبير على مدى الـ70 سنة الماضية من حوالي 0.5 مليون طن في عام 1950 إلى أكثر من 365 مليون طن في عام 2016 في جميع أنحاء العالم [3-4]. تنتم المواد البوليميرية الاصطناعية أنها غير قابلة للتحلل مما يؤدي إلى تراكم كميات ضخمة من النفايات البلاستيكية الصناعية وهي إحدى القضايا التي تواجهها على مستوى العالم مما ينعكس بشكل سلبي على البيئة ولا سيما صحة الإنسان. ينتج البلاستيك من الموارد غير المتجددة مثل مصادر البترول والفحم والغاز الطبيعي لذلك يتزايد القلق الذي تشكله النفايات البلاستيكية على الحياة البرية والبحرية، وبحسب الدراسات الأخيرة ما لا يقل عن 8 ملايين طن من النفايات البلاستيكية ترمى في البحار والمحيطات واليابسة سنوياً، مما يسبب تدهور الغطاء النباتي والحيواني. بينت الدراسات المرجعية أن التعامل العشوائي مع مخلفات البلاستيك يلحق ضرراً جسيماً حيث وجد بعض أجزاء البلاستيك داخل أمعاء الأسماك الذي ينعكس سلباً على صحة الإنسان [5]. لذا لابد من تطوير مواد بلاستيكية جديدة قابلة للتحلل الحيوي و صديقة للبيئة واستخدامها كبديل عن البلاستيك التقليدي [6]. نظراً للاستخدام الواسع والكبير لمادة البلاستيك التقليدي وانتقالها السريع للأوساط البيئية محدثة أضراراً خطيرة، لذا اهتم الباحثون في مجال البيئة بإنتاج بلاستيك قابل للتحلل الحيوي ليحل محل البلاستيك الصناعي القائم على البترول [7]، بغية تقليل المنتجات البوليميرية غير القابلة للتحلل على المستوى العالمي، نحتاج إلى تشجيع استخدام المواد الخضراء كبديل للبوليمر، تنتج بقايا المحاصيل الزراعية مثل قش الحبوب بمليارات الأطنان سنوياً حول العالم حيث يتمثل بمورد مستدام للكثلة الحيوية (Lignocellulosic) وفيرة وغير مكلفة [8]. على الرغم من إمكانية الاستفادة من النفايات الزراعية كبديل عن البوليميرات، إلا أنه يقوم العديد من المزارعين بحرق النفايات الزراعية بشكل عشوائي مثل القش والأوراق والخشب والأعشاب، التي بدورها تطلق الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات، وثنائي أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكربون، والجسيمات الدقيقة (Particulate Matter) في البيئة، بالتالي عمليات الحرق العشوائية غير مقبولة بيئياً لإدارة النفايات الزراعية. تتكون النفايات الزراعية من الليجنوسليلوز (السليلوز، الهميسليلوز) واللجنين، والمكونات الأخرى (البروتينات والدهون والمواد غير العضوية) مضمنة معاً في بنية معقدة لها خصائص قابلة للتحلل وقابلة للتجديد وبالتالي يمكن استخدامها لتعزيز مصفوفة البوليمر [9-10]. أدى الاهتمام المتزايد تجاه المشكلات البيئية الناجمة عن المنتجات القائمة على النفط إلى إلهام تطوير مواد "خضراء". والمبادئ التوجيهية لإنتاج هذه المواد هي الاستدامة (إمكانية الحصول عليها دائماً)، والإيكولوجيا الصناعية، والكفاءة الإيكولوجية، [11-12]. إحدى المواد "الخضراء" الناشئة في السوق في الوقت الحاضر هو البلاستيك القابل للتحلل الحيوي أو البلاستيك الحيوي. يُستمد البلاستيك الحيوي من الموارد الزراعية والمادة الأولية للكثلة الحيوية المتجددة، وبالتالي الامتثال للمواد التي هي فعالة بيئياً ومستدامة وبذلك تم تحويل

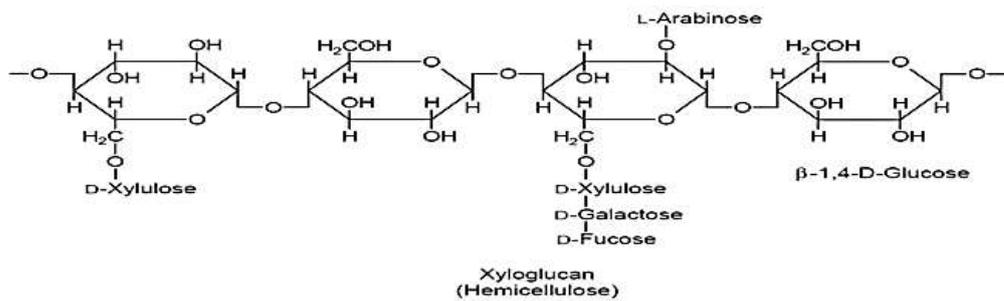
المخلفات النباتية الى ثروة حقيقة يمكننا الانتفاع بها بشكل فعال وغير ضار للبيئة. وفي هذه الدراسة تم اختيار قش القمح كمنتج طبيعي للسليولوز.

تركيب المخلفات النباتية: يعتبر كل من السليولوز (Cellulose) والهيميسليولوز (Hemicellulose) واللجنين (Lignin) مكونات أساسية في المخلفات النباتية عموماً او ما يسمى المخلفات اللجنوسيليلوزية [13].
السليولوز: يعد السليولوز سكرًا متعددًا وهو من أكثر البوليمرات الحيوية انتشاراً في الطبيعة ويكوّن حوالي 15-60% من مكونات الجدار الخلوي للنباتات فيكسبها الشكل والقساوة، يعتبر السليولوز بمثابة بوليمر شبه مرن، إن الاتحاد والصلابة النسبية لجزيء السليولوز يرجع أساساً إلى الترابط الهيدروجيني داخل الجزيء كما أنه مبلمر من جزيئات الجلوكوز من نوع β ، تتكون الرابطة بين جزيئات الجلوكوز المتجاورة بين ذرة الكربون رقم (1) من الجلوكوز الأول وذرة الكربون رقم (4) من الجلوكوز الثاني هذه الرابطة هي (β - 4.1) وتدعى بالرابطة الجليكوزيدية [14].



شكل (1) بنية السليولوز

الهيميسليولوز: هو عبارة عن بوليسكاريد يشكل حوالي 20-40% من الكتلة الحيوية (biomasse)، وهو عبارة عن بوليمر متفرع هيكله مشكل من مونومير سداسي الحلقة (Hexosanes: C₆) مثل (mannan ، galactan...) وآخر متفرع عنه خماسي الحلقة (Pentosans: C₅) مثل (Xylan ، Araban...)، عند تحليله كيميائياً نجده مقارب للسليولوز لكن وحدة بناءه السداسية تعد اقل استقراراً مقارنة بمثيلتها الغليكوز، ويتسم الهيميسليولوز ببنية لا بلورية عموماً ونسبياً ذو استقرار ترموديناميكي ضعيف فهو يتحلل بسهولة ويذوب بشكل جيد في القلويات، وتكون بنيته الكيميائية كما في الشكل (2) [15].



شكل (2) البنية الكيميائية للهيميسليولوز

اللجنين: هي بوليمرات بولي فينولية عطرية ، لها وزن جزيئي مرتفع، وذات تركيبة معقدة للغاية، مع بنية متشابكة، حيث هي مادة رابطة مهمتها ربط الأجزاء السكرية مع الخشب بروابط كيميائية. يمنح اللجنين النبات صلابة، مما يسمح للنبات كله أن ينمو في الارتفاع، كما يخلق اللجنين حاجزاً مادياً لاخترق وتطور مسببات الأمراض، ويسهم في الحماية الطبيعية للنباتات ضد بعض الهجمات الطفيلية ويشكل حوالي 15-40% من الكتلة الحيوية للنبات [16].

أهمية البحث وأهدافه

تكمن أهمية البحث في الاستفادة من المخلفات النباتية والاعتماد عليها كمصدر مستدام في إنتاج بلاستيك حيوي قابل للتحلل ليكون بديلاً عن البلاستيك الصناعي وبالتالي يكون آمناً للأنظمة البيئية، وتحقيق مبدأ الاستدامة من خلال تصنيع هذا المنتج حيث يعتمد على مصدر مستدام متاح بشكل شبه مجاني. كما يهدف البحث إلى استخلاص السليلوز من المخلفات النباتية بطريقة سهلة وأقل تكلفة وإنتاج البلاستيك الحيوي باستخدام السليلوز المستخلص من هذه المخلفات كبديل عن المواد البلاستيكية غير القابلة للتحلل حيث يعتبر الحل المناسب للعديد من المشاكل البيئية.

طرائق البحث ومواده

1- الأجهزة والأدوات المستخدمة:

1. ميزان الكتروني حساس Sartorius (طرز-ED224S)، 2. مطياف الامتصاص الضوئي تحت الأحمر-FT IR (IR spectrum) نموذج Impact 415 smart) من إنتاج شركة Nicolet الأمريكية، 3. سخان كهربائي مزود بمحرك مغناطيسي من نوع (Nuova Stripate) ، 4. ميزان حرارة زئبقي.
5. فرن تجفيف كهربائي طراز ED115 من إنتاج شركة (BINDER)، 6. جهاز قياس درجة الحموضة (PH-miter) - اسم الشركة المصنعة Sartorius - الطراز pb-11، 7. أدوات زجاجية مختلفة (إسطوانة مدرجة وبياسر زجاجية متعددة القياسات ودوارق متعددة القياسات ومكثف حلزوني ... الخ).

2- المواد الكيميائية المستخدمة

1-2- المواد الكيميائية المستخدمة في استخلاص السليلوز:

الجدول رقم (1) المواد الكيميائية المستخدمة في استخلاص السليلوز

المواد	الشكل الكيميائي
اسيتون	CH ₃ COCH ₃
الايثانول	CH ₃ CH ₂ OH
حمض الخل	CH ₃ COOH
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH
الماء الاكسجيني	H ₂ O ₂
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH
الماء المقطر	H ₂ O

2-2- المواد الكيميائية المستخدمة في تحضير البلاستيك الحيوي:

الجدول رقم (2) المواد الكيميائية المستخدمة في تحضير البلاستيك الحيوي

المواد الكيميائية
نشاء الذرة $(C_6H_{10}O_5)_n$
السليولوز $(C_6H_{10}O_5)_n$
زيت الحبة السوداء
Glycerol $(C_3H_8O_3)$
ماء مقطر (H_2O)
حامض الستريك (الليمون) Citric acid $(C_6H_8O_7)$

3 طرائق البحث:

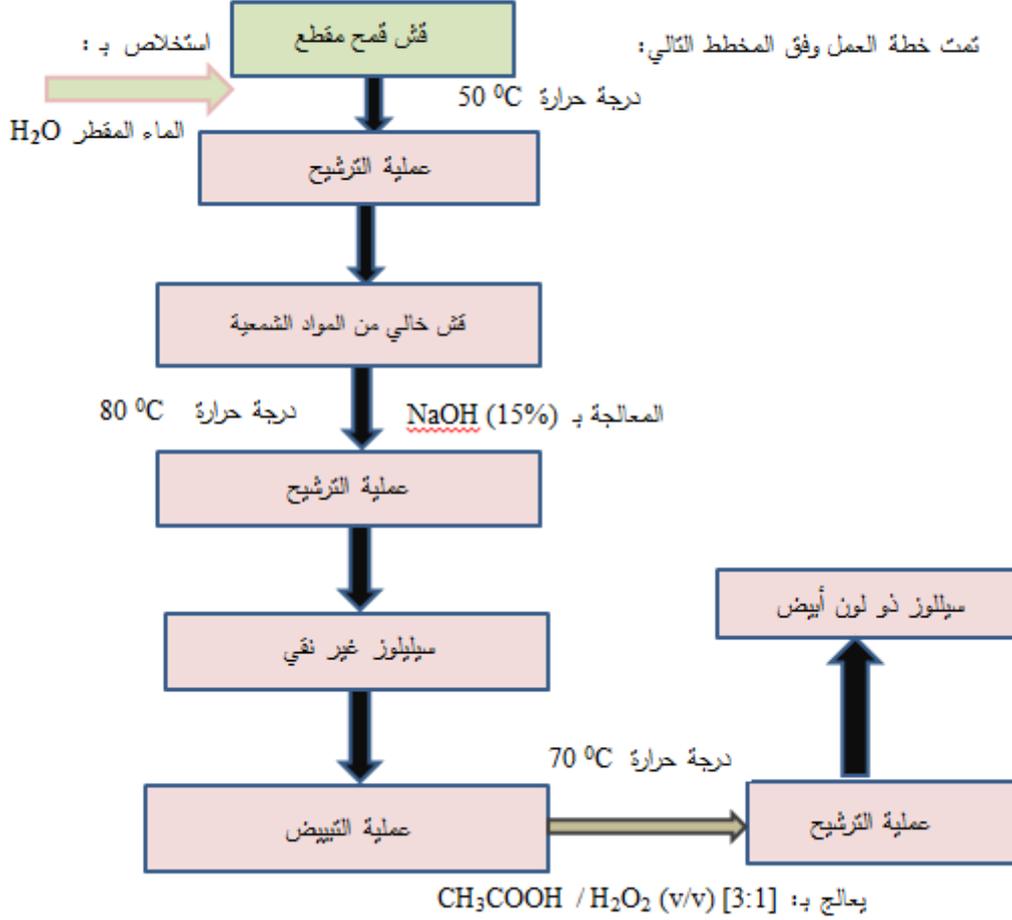
❖ **تحضير المواد الخام:** أخذت المادة الأولية (قش القمح) بهيئتها الطبيعية الجافة وبعد تنظيفها بالغسل بالماء المقطر جيداً تم تجفيفها في درجة حرارة الغرفة لمدة (10) أيام وبعد ذلك تم تقطيعها إلى أجزاء صغيرة وحفظت في مكان مناسب ريثما يحين استخدامها في الخطوات اللاحقة كما هو مبين في الشكل رقم(4).



الشكل (3) صورة توضح المادة الأولية القش قبل و بعد التقطيع

في هذا البحث تم استخلاص السليولوز من قش القمح المحضر مسبقاً بواسطة طريقتين، الطريقة الأولى باستخدام الماء كمنزج [17]، والطريقة الثانية باستخدام الاسيتون والايثانول كمنزج حيث تم شرح كل طريقة على حدة وفق الآتي:

3-1 الطريقة الأولى : استخلاص السليلوز باستخدام الماء كمذيب.



3-1-1 إزالة المواد الشمعية: تمت إزالة المواد الشمعية من قش القمح المحضر باتتبع الخطوات الآتية:

- يقطع القش بأبعاد تتراوح وسطياً من 2-4 cm.
- يؤخذ 5g من القش المقطع ويوضع في دورق ويضاف اليه 400ml من الماء المقطر.
- ويوضع على سخانة عند درجة حرارة ثابتة $50^{\circ}C$ مع التحريك المستمر لمدة 2h.
- ثم يتم فصل القش بالترشيح و إجراء عملية الغسل بالماء المقطر لمرات عديدة.



بعد الترشيح



قبل الترشيح

الشكل (4) صورة توضح عملية إزالة المواد الشمعية قبل وبعد الترشيح

3-1-2- إزالة اللجنين و الهيميسليلوز (المعالجة الكيميائية القلوية): لإزالة اللجنين والهيميسليلوز تم اتباع

الخطوات الآتية.

✓ يوضع 5g من القش المعالج بعد إزالة المواد الشمعية منه ونضيف إليها 400ml من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (15%).

✓ يليها تسخين المزيج عند درجة حرارة 80°C مع التحريك المستمر لمدة 5h.

✓ يتم الترشيح والغسل بالماء المقطر للحصول على $\text{pH}=7$.

✓ يليها تجفيف لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة نحصل خلالها على سليلوز غير نقي.



بعد الترشيح

عند المعالجة

الشكل (5) صورة للعينة المعالجة بـ NaOH عند المعالجة وبعد الترشيح

3-1-3- التبييض: بعد مرحلتي إزالة المواد الشمعية واللجنين والهيميسليلوز تم تبييض الناتج باتباع عدة خطوات

يمكن تلخيصها على النحو الآتي:

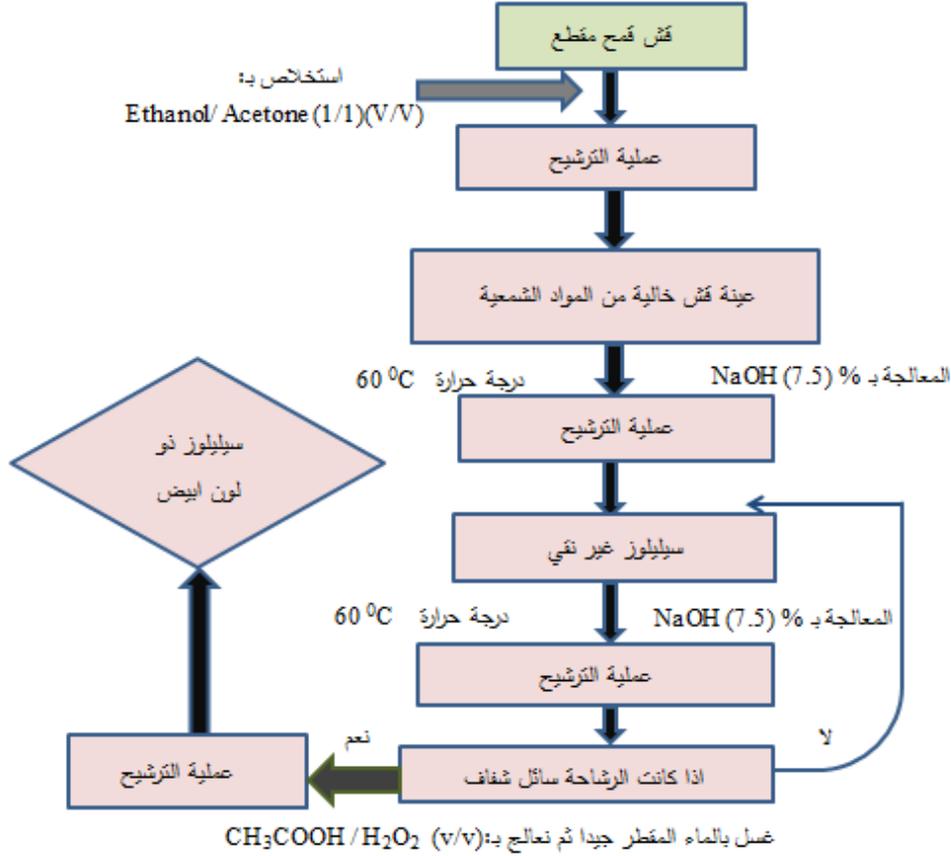
- يوضع السليلوز غير النقي الناتج عن المرحلة السابقة في دورق سعة 500ml.
- يشتمل الناتج في 350ml من الماء المقطر الممزوج بـ 30ml من H_2O_2 و 10ml من حمض الخل.
- تقليب الخليط عند درجة حرارة 70°C لمدة 4h.
- ثم الترشيح والغسل بالماء المقطر يستمر الغسل حتى الحصول على $\text{pH}=7$.
- يجفف السليلوز النقي عند 75°C وتكرر عملية التجفيف حتى ثبات الوزن، كان وزن السليلوز الناتج 1.523g عند استخدام هيدروكسيد الصوديوم NaOH أما في حال استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم KOH كان وزن السليلوز 1.641g.



الشكل (6) صورة للسليلوز المستخلص

3-3-2- الطريقة الثانية : استخلاص السليلوز باستخدام الأسيتون والإيثانول كمذيب.

تمت مراحل العمل وفق المخطط التالي:



3-2-1- إزالة المواد الشمعية: تزال المواد الشمعية من القش (مخلفات نباتية) بواسطة التقطير المرتد باستعمال

"إيثانول -أسيتون" بنسبة (1 / 1) (V/V) لمدة 4h. حيث يمزج في بيشر 100ml من الأسيتون و 100ml من الإيثانول، يوضع 10g من المادة الأولية المهينة (القش) على شكل قطع صغيرة في دورق دائري ويضاف إليها المزيج (أسيتون-إيثانول) المحضر، يسخن المزيج عند درجة حرارة 60 °C باستخدام التقطير المرتد لمدة 4h مع التحريك المستمر، ثم يتم الترشيح وفصل المادة الصلبة وإجراء عملية الغسل بالماء المقطر لمرات عديدة.



بعد الترشيح

عند المعالجة

الشكل (7) صورة للعينة عند المعالجة و بعد الترشيح

3-2-2-إزالة لجنين و الهيميسليلوز: يوضع القش المعالج ونضيف اليه 300ml من NaOH بتركيز (7.5%) يسخن المزيج عند درجة حرارة 60°C باستعمال التقطير المرتد لمدة ساعتين (2h) مع التحريك المستمر، يليها الترشيح والغسل بالماء المقطر وتكرار عملية الغسل عدة مرات حتى تصبح الرشاحة سائل شفاف (تم التكرار مرتين).



ترشيح ثم غسل وفصل الناتج



الشكل (8) صورة للعينة عند المعالجة بـNaOH و بعد الترشيح

3-2-3-عملية التبييض: يمكن تلخيص عملية التبييض على النحو الآتي توضع العينة المعالجة السليلوز غير النقي في دورق سعة 250ml. يضاف إلى العينة 100ml من الماء الأكسجيني H_2O_2 و 100ml من حمض الخل CH_3COOH ، بعدها يسخن المزيج عند درجة الحرارة 90°C باستخدام التقطير المرتد لمدة 2h مع التحريك المستمر. تليها عملية الغسل بالماء المقطر عدة مرات لإزالة الماء الأكسجيني وحمض الخل تماما من العينة والحصول على $\text{pH}=7$ وبالتالي الحصول على سليلوز ذو لون أبيض تم تجفيفه في فرن على حرارة 75°C حتى ثبات الوزن، كان وزن السليلوز الناتج 4.073g.



بعد التجفيف

بعد الترشيح والغسل

عند التبييض

الشكل (9) صورة السليلوز عند التبييض وبعد الترشيح والغسل والتجفيف

3-3- تحضير البلاستيك الحيوي (نشاء + سليلوز + حامض الستريك): يحضر البلاستيك القابل للتحلل الحيوي بالاعتماد على عدة مواد وينسب مختلفة من السليلوز هي (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5)g هذه الطريقة طريقة جديدة وقليلة التكلفة يمكن تلخيصها على النحو الآتي:

- (1) يذاب 3g من نشاء الذرة في 60 ml ماء مقطر مع التسخين في 60°C لمدة نصف ساعة مع التحريك المستمر.
- (2) يضاف 0.1 g ببطء من السليلوز المستخلص من قش القمح (مسبقاً) مع التحريك المستمر.
- (3) تليها إضافة 0.5g حامض الستريك المذاب بـ 10ml ماء مقطر.
- (4) ثم يضاف 0.5ml زيت الحبة السوداء و 4 ml غليسيرين.
- (5) بعدها يتم تقليب الخليط باستمرار على حرارة $130-110^{\circ}\text{C}$ حتى الحصول على قوام لزج ويصب في قوالب خشبية مبطنة بقصدير ويترك ليحفظ. ويتم إعداد 5 أفلام من البلاستيك.



الشكل (10) صورة توضح أفلام البلاستيك المحضرة من (السليلوز + النشاء + حامض الستريك)

النتائج والمناقشة:

1- حساب مردود السليلوز المستخلص: مردود السليلوز المستخلص هو النسبة بين كتلة السليلوز

المستخلصة و كتلة القش قبل الاستخلاص، بحسب مردود السليلوز المستخلص حسب العلاقة (1) [18].

$$W\% = \frac{W(C_6H_{10}O_5)_n}{W_{straw}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

حيث:

W%: مردود السليلوز المستخلص 100%.

W(C₆H₁₀O₅)_n: كتلة السليلوز المستخلص بالغم.W_{straw}: كتلة القش الخام مقدراً بالغم.

وجد من خلال العمل المخبري أن الطريقة الأفضل من حيث المردود وسهولة التطبيق هي الطريقة الثانية التي استخدم فيها الأسيتون و الإيثانول كمذيب حيث كان مردود السليلوز 40.73% وهو ذو لون أبيض يشبه زغب القطن كما يشاهد في الصور المرفقة في هذه الدراسة. الطريقة الأولى التي استخدم فيها الماء كمذيب أعطت مردود من السليلوز قدره 30.46% عند استخدام هيدروكسيد الصوديوم كما أعطت نفس الطريقة لكن باستخدام هيدروكسيد البوتاسيوم مردود من السليلوز أكبر 32.82% من المحتمل أن تعود الزيادة في النسبة المثوية لاستخلاص السليلوز باستخدام التقطير المرتد بوجود الأسيتون-الإيثانول لطبيعة هذا المذيب بإزالة المواد الشمعية.

2- التحليل الفيزيائي: يمكن ملاحظة تغير لون القش في الشكل (11)، حيث أصبحت ألوانه التي تم علاجها بالقلويات أكثر وضوحاً مما يعطي مؤشراً واضحاً لإزالة اللجنين والهيميسليلوز الموجودة في القش.



(ت) السليلوز المستخلص.

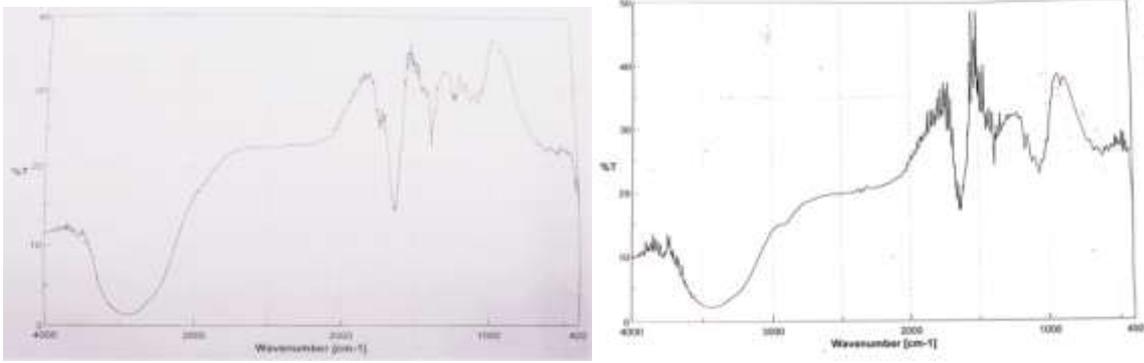
(ب) بعد المعالجة بالقلويات

(أ) القش قبل المعالجة

الشكل (11) صورة توضح تغير لون القش قبل المعالجة وبعدها

3-توصيف ألياف السليولوز المستخلص:

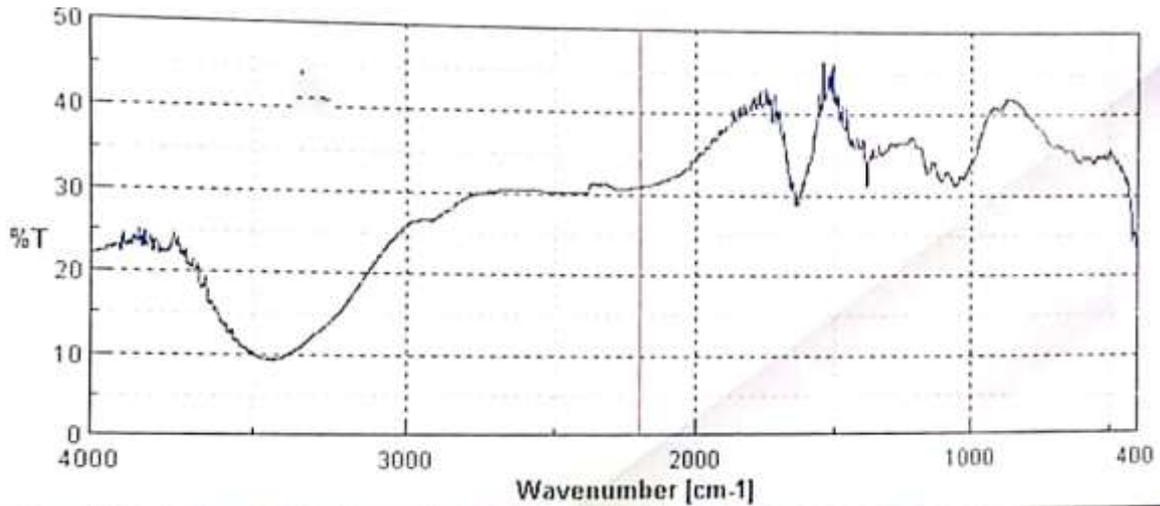
تم تعريض العينة المستخلصة إلى مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR ل تأكيد هيكل السليولوز.



ب

ا

الشكل (12) طيف الأشعة تحت الحمراء للسليولوز المستخلص بالطريقة الأولى حيث (أ) باستخدام KOH و(ب) باستخدام NaOH



الشكل (13) طيف الأشعة تحت الحمراء للسليولوز المستخلص بالطريقة الثانية

يعتبر التحليل الطيفي FT-IR طريقة ل دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد الجenosليلوزية. أطياف FT-IR لقش القمح المعالج كيميائياً يظهر في الشكل (12) و(13). يمكن رؤية تشابه التركيب الكيميائي من نتيجة FT-IR على العينتين المستحصل عليهما من الطريقتين. السائد هو حدوث منطقتي امتصاص رئيسيتين هما المنطقة بين ($2900 - 3600 \text{ cm}^{-1}$) لاهتزازات تمدد CH و OH والمنطقة الأقل امتصاص ($800-1700 \text{ cm}^{-1}$). الامتصاص القوي الواسع النطاق الذي لوحظ بين ($3400 - 3500 \text{ cm}^{-1}$) يعزى إلى اهتزاز مجموعة OH للسليولوز في حين يعزى الامتصاص عند حوالي 2900 cm^{-1} إلى اهتزاز C-H لمجموعات الميثيلين في السليولوز [19-21].

كما أن الامتصاص عند حوالي 900 cm^{-1} يعود أيضا إلى تمدد إهتزازات C-H رابطة غليكوزيد في السليلوز [22]. السليلوز يميل إلى أن يكون محب للماء وبالتالي فإن الامتصاص عند حوالي 1630 cm^{-1} نتج عن الاهتزاز الانحنائي لمجموعة (OH) في الماء حسب المرجع [23,24]. القمم في المنطقة ($1030-1250 \text{ cm}^{-1}$) بسبب اهتزاز C-H , C-O-C على السليلوز [25,26]. حيث أظهرت التغيرات في الخصائص الطيفية لهذا السليلوز أنه تم القضاء على الهميسليلوز واللجنين حيث يشير الطيف إلى هيكل السليلوز.

4- اختبار التحلل البيولوجي.

تم ترقيم المنتجات (أفلام البلاستيك الحيوي) من الرقم 1 إلى 5. تم تقطيع عينات الأفلام المحضرة المختلفة إلى وزن (1g) ويسمكة حوالي 2mm ودُفنت في التربة على عمق 10cm، و مدة الدفن الأولى 20 يوم، تليها عملية تتبع التحلل كل أسبوع ثم يتم الكشف عن العينات وأخذها وتنظيفها ووزنها ويتم تدوين الملاحظات وتسجيلها وفقاً لفقدان الكتلة. يمكن حساب هذه القيمة باستخدام العلاقة الآتية (2) [27].

$$M\% = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

حيث: W_i = كتلة العينة قبل الدفن و W_f = كتلة العينة بعد الدفن.



الشكل (14) صورة لعملية دفن البلاستيك الحيوي المحضر

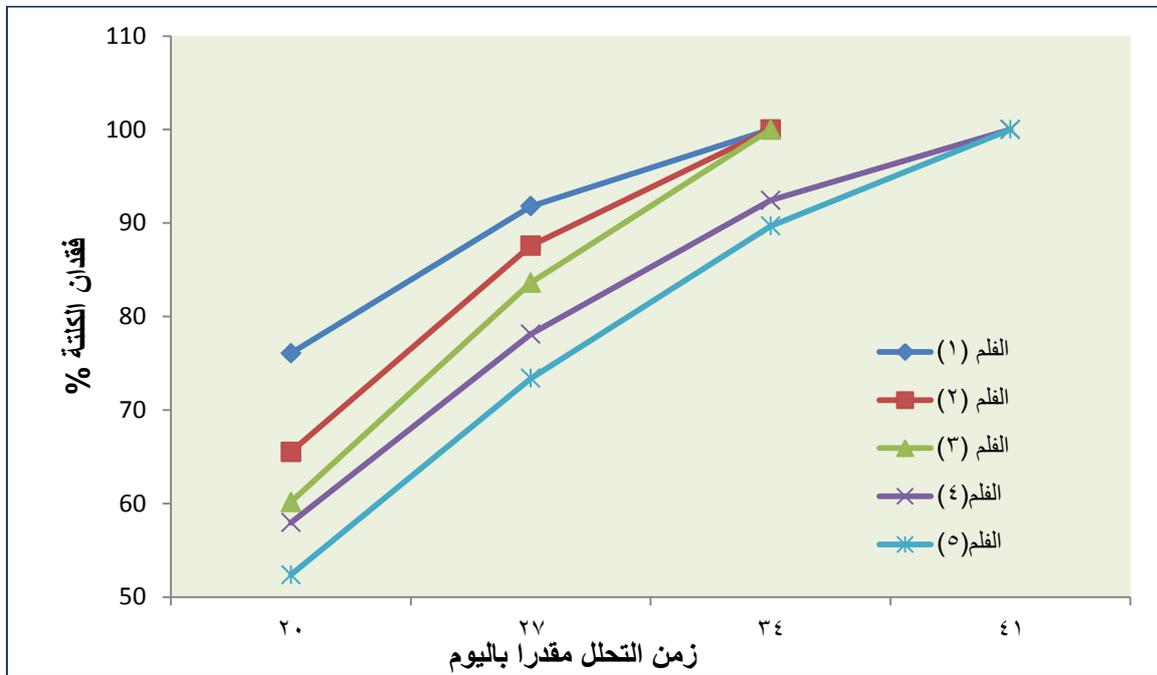
الجدول (3) تركيبات البلاستيك الحيوي (نشاء + سليلوز + حامض الستريك).

الماء المقطر (ml)	الجليسرين (ml)	زيت الحبة السوداء (ml)	حامض الستريك (g)	كمية النشاء (g)	كمية السليلوز (g)	أفلام البلاستيك الحيوي
60ml	4ml	0.5ml	0.5g	3g	0.1g	1
60ml	4ml	0.5ml	0.5g	3g	0.2g	2
60ml	4ml	0.5ml	0.5g	3g	0.3g	3
60ml	4ml	0.5ml	0.5g	3g	0.4g	4
60ml	4ml	0.5ml	0.5g	3g	0.5g	5

يتم عرض نتائج فقد الكتلة لاختبار التحلل البيولوجي بناءً على تركيبات البلاستيك الحيوي المختلفة وفق الجدول الآتي:

الجدول (4) يبين نتائج اختبار التحلل البيولوجي للصبغ المختلفة لفلم (السليلوز + النشاء + حامض الستريك) بعد (41-34-27-20) يوم

بعد 41 يوم.		بعد 34 يوم.		بعد 27 يوم.		لمدة الدفن 20 يوم.		أفلام البلاستيك الحيوي
فقدان الكتلة M%	نتيجة التحلل البيولوجي (فقدان الكتلة) g	فقدان الكتلة M%	نتيجة التحلل البيولوجي (فقدان الكتلة) g	فقدان الكتلة M%	نتيجة التحلل البيولوجي (فقدان الكتلة) g	فقدان الكتلة M%	نتيجة التحلل البيولوجي (فقدان الكتلة) g	
-	-	~100	0~	91.79	0.0821	76.07	0.2393	1
-	-	~100	0~	87.58	0.1242	65.52	0.3448	2
-	-	~100	0~	83.62	0.1638	60.15	0.3985	3
~100	0~	92.42	0.0758	78.11	0.2189	57.96	0.4204	4
~100	0~	89.68	0.1032	73.39	0.2661	52.37	0.4763	5



مخطط (1) العلاقة بين زمن التحلل وفقدان الكتلة لأفلام البلاستيك الحيوي (1-2-3-4-5)

نلاحظ من المخطط والجدول (4) أن نسبة فقدان الكتلة (فناء المادة) لأفلام البلاستيك الحيوي من الرقم (1-5) تتناقص يعود سبب ذلك لزيادة نسبة السليلوز في العينات المدفونة بالتربة. تبين بعد دفن العينات لمدة 34 يوم تحلل الأفلام (1-2-3) بشكل شبه كامل في حين الأفلام 4 و5 بقي منها نسبة لم تتحلل يوضحه الجدول (4) يعود بقاء هذه النسبة من وزن الأفلام بعد الدفن لمدة 34 يوم إلى الارتباط بين البوليميرات كذلك نسبة السليلوز في العينتين. أفلام البلاستيك الحيوي 4 و5 تحللت في مدة قدرها 41 يوم بشكل شبه تام، نستنتج من المخطط السابق أن فقدان الكتلة يزداد بزيادة مدة الدفن.



الشكل (15) صور توضح تحلل البلاستيك الحيوي

الاستنتاجات والتوصيات:

بقايا المخلفات النباتية عبارة عن بدائل مثيرة للاهتمام بسبب استدامتها حيث السليلوز من مكوناتها الأساسية وهو مصدر للعديد من التطبيقات. فهي مادة لها استخدامات لا حصر لها و آفاق استعمالها يتخطى الاطار المرسوم في هذا البحث. في هذا العمل قمنا باستخلاص السليلوز من قش القمح السوري باستخدام طريقتين كيميائيتين. استخدمنا مطيافية الأشعة تحت الحمراء من أجل إثبات وجود الروابط المميزة للمادة الناتجة. السليلوز الناتج بمردود %40.73 من استخدام الطريقة الثانية كأفضل طريقة استخلاص مختبرة في بحثنا، لا يختلف السليلوز المستخلص من قش القمح عن غيره المستخلص من القطن أو الخشب بل له خصائص بصرية عالية من حيث نضاعة البياض. يتبين من خلال النتائج انه بالإمكان استخلاص السليلوز من قش القمح كمادة أولية حيث ان هذه المادة متوفرة بكميات كبيرة في بلدنا مما يشجع على استخدامها للحصول على السليلوز الذي يدخل في كثير من الصناعات كالبلستيك الحيوي أو الورق أو استخدامات طبية أو كأغشية لتنقية المياه نظرا لمساماته الصغيرة جدا على سلم النانو. استنتج بعد ذلك أنه من حيث قابلية التحلل البيولوجي للبلستيك المحضر، لا تختلف الأفلام من 1 إلى 5 من البلاستيك الحيوي بشكل كبير عن بعضها البعض لأنها تتحلل بشكل طبيعي ويمكن تلخيص أبرز التوصيات وآفاق التطوير المستقبلية في هذه الدراسة على ما يلي: دراسة امكانية استخراج اللجنين و Hemicelluloses. إمكانية تحويل اللجنين الى مادة الفانيليا وغيرها، واستثمار تصنيع مادة كاربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) من المخلفات النباتية، واجراء اختبارات أخرى على الأفلام المحضرة واستخدام ملدنات أخرى ودراسة تأثيرها على البلاستيك الحيوي.

Reference

- [1]Kumar, Y., Shukla, P., Singh, P., Prabhakaran, P. P., & Tanwar, V. K. (2014). Bio-plastics. A perfect tool for eco-friendly food packaging: A Review. *Journal of Food Product Development and Packaging*, 1, 1-6.
- [2]Gadhav, R. V., Das, A., Mahanwar, P. A., & Gadekar, P. T. (2018). Starch based bio-plastics: The future of sustainable packaging.
- [3]Díaz, S., Ortega, Z., McCourt, M., Kearns, M. P., & Benítez, A. N. (2018). Recycling of polymeric fraction of cable waste by rotational moulding. *Waste Management*, 76, 199-206.
- [4] Thompson, R. C., Moore, C. J., Vom Saal, F. S., & Swan, S. H. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166.
- [5]Ali, S. (2010). *Production of Plastic from Sea Algae* (Doctoral dissertation, UMP).

- [6] Kržan, A. (2012). Biodegradable polymers and plastics. *Innovative Value Chain Development for Sustainable Plastics in Central Europe (PLASTiCE)*.
- [7] Science for Environment Policy | In-depth Reports | Plastic Waste: Ecological and Human Health Impacts. November 2011
- [8] Sain, M., & Panthapulakkal, S. (2006). Bioprocess preparation of wheat straw fibers and their characterization. *Industrial Crops and Products*, 23(1), 1-8.
- [9] Castro, D. O., Ruvolo-Filho, A., & Frollini, E. (2012). Materials prepared from biopolyethylene and curaua fibers: Composites from biomass. *Polymer Testing*, 31(7), 880-888.
- [10] MacMilan JD (1994) Pretreatment of lignocellulosic biomass, ACS symposium series, America, pp324-292.
- [11] Khalil, H. A., Tehrani, M. A., Davoudpour, Y., Bhat, A. H., Jawaid, M., & Hassan, A. (2013). Natural fiber reinforced poly (vinyl chloride) composites: A review. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 32(5), 330-356.
- [12] La Mantia, F. P., & Morreale, M. (2011). Green composites: A brief review. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 42(6), 579-588.
- [13] Zahedifar, M. (1996). *Novel uses of lignin and hemicellulosic sugars from acid-hydrolysed lignocellulosic materials* (Doctoral dissertation, University of Aberdeen).
- [14] Khalid, M., Yang, W. J., Kishwar, N., Rajput, Z. I., & Arijo, A. G. (2006). Study of cellulolytic soil fungi and two nova species and new medium. *Journal of Zhejiang University Science B*, 7(6), 459-466.
- [15] CHRISTIANE LAINE, structures of hemicellulose and pectins in wood and pulp, , PhD thesis at Helsinki University of Technology (Espoo, Finland), pp 15-22, 2005.
- [16] del Río, J. C., Rencoret, J., Gutiérrez, A., Elder, T., Kim, H., & Ralph, J. (2020). Lignin monomers from beyond the canonical monolignol biosynthetic pathway: another brick in the wall. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 15(1), 4997-5012.
- [17] Song, Y. K., Chew, I. M. L., Choong, T. S. Y., Tan, J., & Tan, K. W. (2016). Isolation of Nanocrystalline Cellulose from oil palm empty fruit bunch—A response surface methodology study. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 60, p. 04009). EDP Sciences.
- [18] Yeasmin, M. S., & Mondal, M. I. H. (2015). Synthesis of highly substituted carboxymethyl cellulose depending on cellulose particle size. *International journal of biological macromolecules*, 80(3), 725-731.
- [19] Nabili, A., Fattoum, A., Passas, R. A. P. H. A. E. L., & Elaloui, E. L. I. M. A. M. E. (2016). Extraction and characterization of cellulose from date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.). *Cellul. Chem. Technol*, 50(9), 1015-1023.
- [20] Yadav, C., Saini, A., & Maji, P. K. (2017). Energy efficient facile extraction process of cellulose nanofibres and their dimensional characterization using light scattering techniques. *Carbohydrate Polymers*, 165, 276-284.
- [21] Rhim, J., Reddy, J. P., & Luo, X. (2015). Isolation of cellulose nanocrystals from onion skin and their utilization for the preparation of agar-based bio-nanocomposites films. *Cellulose*, 22(1), 407-420.
- [22] Ahmadzadeh, S., Desobry, S., Keramat, J., & Nasirpour, A. (2016). Crystalline structure and morphological properties of porous cellulose/clay composites: The effect of water and ethanol as coagulants. *Carbohydrate Polymers*, 141, 211-219.
- [23]. F. Xu, J. X. Sun, Z. C. Gen, C. F. Liu, J. L. Ren, R. C. Sun, et al.. Comparative study of water-soluble and alkali-soluble hemicelluloses from perennial ryegrass leaves (*Lolium perenne*). *Carbohydrate Polymer*, 67(1), 2007, 56–65.

- [24]Chen, W., Yu, H., & Liu, Y. (2011). Preparation of millimeter-long cellulose I nanofibers with diameters of 30-80 nm from bamboo fibers. *Carbohydrate Polymers*, 86(2),453-461
- [25]Sain, M., Panthapulakkal, S., 2006. Bioprocess preparation of wheat straw fibers and their characterization. *Ind. Crops Prod.* 23, 1–8.
- [26]Chandra, J. C. S., George, N., & Narayanankutty, S. K. (2016). Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre. *Carbohydrate Polymers*, 142, 158-166.
- [27]Harmaen, A. S., Khalina, A., Azowa, I., Hassan, M. A., Tarmian, A., & Jawaid, M. (2015). Thermal and biodegradation properties of poly (lactic acid)/fertilizer/oil palm fibers blends biocomposites. *Polymer Composites*, 36(3), 576-583.