الجمــهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة و الحياة

مذكرة مقدمة لنيل شهادة :

ماستر أكاديمي

ميدان : علوم الطبيعة و الحياة

فرع : علوم بيولوجية

تخصص : علم السموم

بعنوان :

دراسة نظرية لأهم الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للبلاستيك الحيوي وأهمية إستخدامه للحد من ظاهرة التلوث

من إعداد :

الأحمادي نوال قديري أمال

بحري أميرة ولابي مروة

تمت مناقشة المذكرة أمام اللجنة المكونة من :

د. علية زيد	أستاذ محاضر أ	جامعة الوادي	رئيسا
د. خشخوش الأمين	أستاذ محاضر أ	جامعة الوادي	مناقشا
د. قحطار عبد الوهاب	أستاذ محاضر أ	جامعة الوادي	مؤطر

السنة الجامعية 2021_2022

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

نحمد الله عز وجل الذي وفقنا في إتمام هذا البحث العلمي، والذي أهلنا الصحة والعافية و العزيمة، فالحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه.

أما بعد :

♥إلي من وضع المولى - سبحانه وتعالى - الجنة تحت أقدامهن، ووقرهن في كتابه العزيز (أمهاتنا الغاليات).

♥إلي من نفضلهم على أنفسنا، ولما لا: فلقد ضحوا من أجلنا، فلقد كان لهم الفضل الأول في بلوغنا التعليم العالي (أبائنا الغاليين)، أطال الله في عمرهم.

♥إلي من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب، إلي الذين نعيش معهم تحت سقف واحد وكانوا هم الروح والسند في كل خطوة لنا (إخواننا، أخواتنا).

♥إلي رفيقات الدرب صديقاتنا المخلصات أدامهم الله.

♥إلي كل من علمنا حرفا في هذي الدنيا الفانية.

*أهدي لكم بحثنا المتواضع و أدعوا المولى - عز وجل - أن يطيل في أعماركم، ويرزقكم الخيرات.

♥أشكركم جميعا على جهودكم معنا♥

الأحمادي نوال

بحري أميرة

قديري أمال

ولابى مروة

الشكر و العرفان

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم

"لا يشكر الله من لا يشكر الناس "

صدق رسول الله صلى الله عليه و سلم

في البداية، الشكر و الحمد لله، جل في علاه، فإليه ينسب الفضل كله في إكمال - والكمال يبقى لله وحده - هذا العمل. و بعد الحمد لله، فإننا نتوجه إلي أستاذنا **الدكتور عبد الوهاب قحطار** بالشكر والتقدير الذي لن تفيه أي كلمات حقه، فلولا مثابرته و دعمه لنا طوال هذا العام ما تم هذا العمل.

كما نتقدم بالشكر إلي أعضاء اللجنة المناقشة لقبولهم هذه المذكرة.

كما لا يفوتنا التوجه بخالص الشكر إلي كل من ساهم في تقديم يد العون لنا من قريب أو بعيد لإتمام هذا البحث.

في الأخير لا يسعنا إلا أن ندعوا الله عز وجل أن يرزقنا السداد وأن يجعلنا هداة مهتدين.

والله ولي التوفيق

الإهداء

الشكر والعرفان

الفهرس

قائمة الأشكال

الملخص

مقدمة عامة.....1

قائمة المراجع.....2

الفصل الأول : عموميات حول البلاستيك والبلاستيك الحيوي

I- البلاستيك.....4

I-1- نبذة تاريخية عن البلاستيك.....4

I-2- مقدمة تعريفية عن اللدائن و البلاستيك.....5

I-2-1- تعريف اللدائن.....5

I-2-2- تعريف البلاستيك.....5

I-2-2-1- البلاستيك علميا.....5

I-2-2-2- البلاستيك في معجم اللغة العربية المعاصرة.....5

I-3- الخواص المميزة لخامة البلاستيك.....6

I-4- مزايا وعيوب البلاستيك.....6

I-4-1- المزايا.....6

I-4-2- العيوب.....7

I-5- تصنيفات البلاستيك.....7

I-6- رموز وعلامات العلب البلاستيكية وأهميتها.....8

I-7- إستخدمات البلاستيك.....9

I-7-1- التغليف.....9

I-7-2- عالم الفضاء.....10

I-7-3- البناء و الإنشاءات.....10
I-7-4- النقل.....10
I-7-5- الإلكترونيات.....10
I-8- أهم الدول المصنعة والمستوردة لمنتجات البلاستيك.....10
I-8-1- أهم الدول المصنعة للبلاستيك.....10
I-8-2- أهم 10 دول مستوردة لمنتجات البلاستيك.....10
I-9- الأضرار الصحية والبيئة للبلاستيك.....11
I-9-1- أثر المواد البلاستيكية على الإنسان والبيئة.....11
I-9-1-1- أثر إستخدام البلاستيك على الإنسان.....11
I-9-1-2- أثر البلاستيك على البيئة.....12
II- عموميات حول البلاستيك الحيوي.....14
II-1- تاريخ البلاستيك الحيوي.....14
II-2- تعريف البلاستيك الحيوي.....14
II-2-1- الحيوي القائم (biosource).....15
II-2-2- التحلل البيولوجي (Biodégradable).....15
II-3- تصنيف البلاستيك الحيوي.....17
II-4- الأنواع الرئيسية.....18
II-7- خصائص البلاستيك الحيوي.....19
II-6- مصادر البلاستيك الحيوي.....19
II-7- تطبيقات وإستخدامات البلاستيك الحيوي.....19
II-8- مزايا ومساوئ البلاستيك الحيوي.....20
II-8-1- المزايا.....20
II-8-2- العيوب (المساوئ).....21
II-9- الفرق بين البلاستيك القائم على البترول و البلاستيك الحيوي.....21
II-10- السوق الحالي للبلاستيك الحيوي.....22
قائمة المراجع.....23

الفصل الثاني : طرق تصنيع البلاستيك الحيوي و الأجهزة المستعملة في توصيفه

III- طرق تصنيع البلاستيك الحيوي.....26

III-1- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من السيليلوز المستخلص من نخيل التمر.....26

III-1-1- المواد الكيميائية و الأجهزة المستعملة.....26

III-1-1-1- المواد الكيميائية المستعملة.....26

III-1-1-2- الأجهزة المستخدمة.....26

III-1-2- تحضير المادة الأولية.....27

III-1-3- طريقة إستخلاص ألياف السيليلوز.....27

III-1-3-1- إزالة الشمع.....27

III-1-3-2- إزالة لجين و الهيميسليلوز.....28

III-1-3-3- التبييض.....28

III-1-4- إنتاج البلاستيك الحيوي.....29

III-1-4-1- المواد الكيميائية المستعملة.....29

III-1-4-2- تحضير البلاستيك الحيوي.....29

III-2- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من زيت النخيل عناقيد الثمار الفارغة OPEFB.....29

III-2-1- جمع OPEFB.....29

III-2-2- عزل وتنقية السليلوز.....30

III-2-3- أكسدة السليلوز.....30

III-2-4- تحضير البلاستيك الحيوي (السليلوز النشا).....30

III-3- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من مخلفات البطاطس.....30

III-3-1- إستخلاص النشا من البطاطس.....30

III-3-1-1- الأجهزة والطريقة.....30
III-3-1-1-1- الأجهزة.....30
III-3-1-1-2- الطريقة.....31
III-3-2- تصنيع البلاستيك الحيوي.....31
III-3-2-1- المواد والطريقة.....31
III-3-2-1-1- المواد المستعملة.....31
III-3-2-1-2- طريقة التصنيع.....32
III-4- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من قشور الموز.....32
III-4-1- المواد والطريقة المستعملة.....32
III-4-1-1- المواد الكيميائية المستعملة.....32
III-4-1-2- الطريقة المستعملة.....32
III-5- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من قشر الكاكاو(نفايات صناعة الشوكولاته) وتفل قصب السكر (نفايات صناعة السكر).....33
III-5-1- الأدوات و المواد الكيميائية و الطريقة المستعملة.....33
III-5-1-1- الأدوات و المواد الكيميائية المستعملة.....33
III-5-1-2- الطريقة المستعملة.....34
III-5-1-2-1- جمع العينات و المعالجة المسبقة.....34
III-5-1-2-2- إستخراج السليلوز من قشر الكاكاو.....34
III-5-1-2-3- إستخراج الألياف من قصب السكر.....34
III-5-1-2-4- تحضير أغشية البلاستيك الحيوي.....34
III-6- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي بإستخدام نشا الكسافا.....35
III-6-1- الأدوات و المواد و الطريقة المستعملة.....35
III-6-1-1- الأدوات و المواد الكيميائية المستعملة.....35
III-6-1-2- الطريقة المستعملة.....35

III-7- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي بإستخدام الجيلاتين أو الأجار.....36
III-7-1- الأدوات و المواد الكيميائية و الطريقة المستعملة.....36
III-7-1-1- الأدوات و المواد الكيميائية المستعملة.....36
III-7-1-2- الطريقة المستعملة.....36
IV- الأجهزة المستعملة في توصيف البلاستيك الحيوي.....37
IV-1- مطيافية إنعراج الأشعة السينية DRX.....37
IV-1-1- تعريف الأشعة السينية.....37
IV-1-2- آلية توليد الأشعة السينية.....37
IV-1-2-1- المهبط.....37
IV-1-2-2- المصعد.....37
IV-1-2-3-أنابيب التبريد.....37
IV-1-3- خصائص الأشعة السينية.....38
IV-1-4- مبدأ جهاز حيود الأشعة السينية.....38
IV-1-5- مسار الأشعة داخل جهاز حيود الأشعة السينية.....39
IV-1-6- تحضير العينة لإجراء القياس بواسطة حيود الأشعة السينية.....40
IV-1-7- الجهاز المستعمل في حيود الأشعة السينية.....40
IV-2- مطيافية إمتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR.....40
IV-2-1- تعريف مطيافية الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء.....40
IV-2-2- مبدأ مطيافية الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء.....41
IV-2-3- أنواع الاهتزازات الجزيئية.....41
IV-2-3-1- الإهتزاز بالتمدد.....41
IV-2-3-2- إهتزاز الإنحناء.....42
IV-2-4- إمتصاص الأشعة تحت الحمراء.....43
IV-2-5- مسار الأشعة داخل جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء.....43

IV-2-6- الجهاز المستعمل في مطياف الأشعة تحت الحمراء.....43
IV-3- المجهر الإلكتروني الماسح MEB.....44
IV-3-1- تعريف المجهر الإلكتروني الماسح.....44
IV-3-2- مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح.....44
IV-3-3- الجهاز و مبدأ القياس.....45
IV-3-4- الجهاز المستعمل.....45
قائمة المراجع.....47

الفصل الثالث : ملخص على أهم المقالات للبلاستيك الحيوي

V- ملخص على أهم المقالات للبلاستيك الحيوي.....50
V-1- المنشور الأول.....50
V-2- المنشور الثاني.....53
V-3- المنشور الثالث.....55
V-4- المنشور الرابع.....57
V-5- المنشور الخامس.....60
V-6- المنشور السادس.....62
V-7- المنشور السابع.....64
V-8-المنشور الثامن.....66
قائمة المراجع.....68
الخاتمة.....70

قائمة الأشكال

الشكل (I-1):	صورة توضح بعض المنتوجات البلاستيكية.....	6
الشكل (I-2):	رموز و علامات العلب البلاستيكي.....	8
الشكل (I-3):	مظهر بيئي سيئ ناتج عن تراكم النفايات البلاستيكية.....	12
الشكل (II-1):	بلاستيك حيوي مصنوع من مواد بلاستيكية قابلة للتحلل بيولوجيا.....	14
الشكل (II-2):	التفاعل الحاصل لإنتاج حمض PLA.....	16
الشكل (II-3):	الصيغة الكيميائية PLA (polytrimethleneterephthaiate).....	16
الشكل (II-4):	الصيغة الكيميائية PBAT(polybutyleneadipate-co-terephthalate)	17
الشكل (II-5):	الصيغة الكيميائية PHA (Polyhydroxyalkanoate).....	17
الشكل (II-6):	مخطط يبين تصنيف البوليمرات القابلة للتحلل.....	18
الشكل (II-7):	صورة تبين التدهور الحيوي للبلاستيك الحيوي.....	21
الشكل (II-8):	أثر إستخدام البلاستيك الحيوي.....	21
الشكل (III-1):	صورة توضح المادة الأولية بعد الطحن.....	27
الشكل (III-2):	صورة العينات بعد المعالجة و الترشيح.....	28
الشكل (III-3):	صور للعينات بعد المعالجة بالقلويات.....	28
الشكل (III-4):	صور السليلوز المستخلص بعد التخفيف.....	28
الشكل (III-5):	صورة البلاستيك الحيوي المحضر.....	29
الشكل (III-6):	معدات إستخراج النشا.....	31
الشكل (III-7):	إستخلاص النشا.....	31
الشكل (III-8):	معدات تصنيع البلاستيك الحيوي	32
الشكل (III-9):	الخطوات المتبعة في تحضير معجون الموز.....	33
الشكل (III-10):	خطوات توضح تحضير البلاستيك الحيوي من قشر الموز.....	33
الشكل (IV-1):	موقع الأشعة السينية ضمن مخطط طيف الأشعة الكهرومغناطيسية.....	37
الشكل (IV-2):	يبين الأجزاء الأساسية في مولد الأشعة السينية	38
الشكل (IV-3):	مخطط حيود الأشعة السينية	39
الشكل (IV-4):	مسار الأشعة داخل جهاز حيود الأشعة السينية.....	39
الشكل (IV-5):	جهاز انعراج الأشعة السينية المستعمل.....	40
الشكل (IV-6):	إهتزازات التمدد المتماثلة و الغير المتماثلة.....	42
الشكل (IV-7):	إهتزازات التشوه المختلفة.....	42
الشكل (IV-8):	مسار الأشعة في مطياف FTIR.....	43
الشكل (IV-9):	جهاز FTIR المستعمل في الدراسة.....	44
الشكل (IV-10):	جهاز المجهر الإلكتروني الماسح المستعمل.....	46
الشكل (V-1):	إستخراج السليلوز.....	54
الشكل (V-2):	البلاستيك الحيوي.....	54
الشكل (V-3):	الطحالب البحرية الحمراءGalaxaura.....	57
الشكل(V-4):	غشاء بلاستيك حيوي محضر من الطحالب البحرية المدروسة.....	58

مقدمة عامة

مقدمة عامة :

منذ أن عرف العالم الثورة الصناعية، لا تزال المجتمعات تشهد التطور فمن عصر الفحم الحجري إلى عصر إكتشاف البترول، الذي ساهم في ظهور صناعات جديدة وكثيرة تطورت بمرور الأيام. ظهرت الصناعة البلاستيكية وأزدهرت وأصبحت اليوم تحتل الصدارة بالنسبة للصناعات الحالية.

أصبح العالم المعاصر يواجه غزوا بلاستيكيا إذ تجتاح مادة البلاستيك كل ما يحيط بنا وكل ما نستعمله في حياتنا اليومية ويتضاعف الإنتاج عالمي لهذه المادة لتصبح لائحة المواد المصنوعة من البلاستيك طويلة جدا فهي تشمل عبوات المياه ,الأكواب, العلب, أغلفة الطعام... وتمتاز مادة البلاستيك بعدة خصائص جعلتها تحتل هذه المكانة المهمة بالحضارة البشرية الحديثة، فهي رخيصة الكلفة وقوية، تتحمل وتدوم فعترة طويلة، ولا تصدأ وتعزل الحرارة والكهرباء بشكل ممتاز, كما أنها مكون رئيسي بأدواتنا المنزلية والصناعية و المجال الطبي بالإضافة للمنسوجات والألبسة, ولكن بالرغم من هذا الاقتحام الواسع الذي إقتحمته المواد البلاستيكية لحياتنا، فقد برزت مخاوف وتحذيرات من مخاطر صحية محتملة يحمله لأجسامنا وللبيئة خاصتا أكياس البلاستيك وبالرغم من أن الأكياس البلاستيكية غير قابلة للتحلل الحيوي ،ولتسبب في إحداث تلوث كيميائي أو بيولوجي إل أن لها آثارا صحيةّ وبيئيّة ضارة ناتجة عن مخلفاتها الصلبة والتي تحتوي في تركيبها النهائي على مواد الكربون والهيدروجين والكلور والنيتروجين وغيره. أن الدراسات والأبحاث بدأت تكشف عدة مخاطر ناجمة عن تحلل البلاستيك وتسربه لي أجسامنا عبر الطعام والشراب وذلك نتيجة للتعامل الخاطئ مع المواد البلاستيكية والإنتشار غير المقنن للأكياس [1].

أدى الإهتمام المتزايد تجاه المشكلات البيئية الناجمة عن المنتجات القائمة على النفط إلى إلهام تطوير مواد "خضراء" والمبادئ توجيهية الانتاج هذه المواد هي الاستدامة، والإيكولوجيا الصناعية، والكيمياء الخضراء واحدة من المواد "الخضراء" الناشئة في السوق في الوقت الحاضر هو البلاستيك القابل للتحلل الحيوي أو البلاستيك الحيوي[2] [3] وهو عبارة عن بلاستيك شبيه بالبلاستيك التقليدي ويتكون كليًا أو 20 في المائة على الأقل من مصادر حيوية متجددة، مثل النشا أو السليلوز أو السكر. بسبب أصله العضوي، فإمكانية تحلله الحيوي ممكنة. يهدف البحث إلى النظر في البلاستيك بشكل عام وفي البلاستيك الحيوي بشكل خاص حيث سنعرض خصائص وآثار البلاستيك الحيوي من حيث العديد من النواحي و طرق صناعته، ونرى إن كانت خصائصه تخلق مشكلات أم تنهيها، فهل البلاستيك القابل للتحلل مثلا يعد حلاً لمشكلة مكبات النفايات؟ [4] .

تم تقسيم العمل في هذه الدراسة إلي ثلاثة فصول نظرية :

- ✓ **الفصل الاول :** عموميات حول البلاستيك التقليدي و البلاستيك الحيوي : حيث تناولنا فيه دراسة عامة حول البلاستيك التقليدي (العادي) من حيث خصائصه ومزاياه وعيوبه. ومن جهة خاصة البلاستيك الحيوي وأنواعه الرئيسية وخصائصه الفيزيائية و الكيميائية و إستخداماته في حياة البشر و أثاره من الجانب البيئي و الإقتصادي.
- ✓ **الفصل الثاني :** طرق صناعة البلاستيك الحيوي و آليات التوصيف :حيث تناولنا فيه شرح التقنيات و الطرق الأكثر إستعمالا في تصنيعه و شرح مبدأ عمل الأجهزة المتاحة في إيجاد المقادير المميزة للبلاستيك الناتج.

- ✓ **الفصل الثالث :** تمت فيه تلخيص بعض الحديثة التي تتحدث عن أخر مستجدات و أبحاث العلماء حول طرق صناعة البلاستيك الحيوي.

في الأخير تطرقنا إلي نتيجة عامة تحدثنا فيها عن أهمية البلاستيك الحيوي و مدى أهمية إستعماله في الحياة اليومية لإنسان و أثاره على البيئة.

قائمة المراجع :

[1]- سعيد, الاء عباس احمد, مشرف-عبد القادر النور, & علي، جميلة مأمون مدثر محمد. (2015). دور الوسائط المتعددة في التوعية الصحية والبيئية بأضرار إستخدام اكياس البلاستيك (Doctoral dissertation, جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا).

[2]-Tehrani MA, Davoudpour Y, et al. Khalil HPSA, Natural fiber reinforced poly (vinyl chloride) composites: A review. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2013. 32(5): p. 330-356.

[3]-La Mantia, F. and M. Morreale, Green composites: A brief review. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2011. 42(6): p. 579-588.

[4]- فاطمة محمد الديب .البلاستيك الحيوي كبديل للبلاستيك التقليدي مدرسة الشعلة الخاصة -الشارقة /دولة الامارات العربية المتحدة . . https://arsco.org/article-detail-32015-4-0

الفصل الأول :

عموميات حول البلاستيك والبلاستيك الحيوي

I- البلاستيك:

I-1- نبذة تاريخية عن البلاستيك:

أصل كلمة البلاستيك : وهي الترجمة الحرفية للكلمة الإنجليزية (Plastic)، هي كلمة يونانية الأصل حيث تم اشتقاقها من كلمة يونانية تعني : الشيء القابل للتشكيل و الصب و السبب في إشتقاق تسمية البلاستيك من تلك الكلمة اليونانية : هو أن من أهم خواصه إمكانية و سهولة تشكيله و صبه في القوالب المخصصة لتصنيعه.

ظهرت مادة السيلولويد عام 1868م و هي أول مادة بلاستيكية يتم إنتاجها تجاريا و التي حصل عليها جون ويسلي هيوت من تفاعل عشبة الكافور مع نترات السليلوز في تجربة كان يقصد بها إستبدال العاج في كرات البلياردو بمادة أخرى إلا أن هذه المادة لم يكن بالإمكان صبها لتشكيلها بالشكل المطلوب و إقتصر الحصول عليها بشكل رقائق أستخدمت في صناعة الهيكل الداخلي لنوافذ السيارات و أفلام الرسوم المتحركة.

ولما كانت نترات السليلوز من المواد سريعة الإشتعال و شديدة الإنفجار فقد أستبدلت فيما بعد بمواد بلاستيكية أخرى صعبة الاشتعال، وفي عام 1909م ظهرت ثاني مادة بلاستيكية عندما أعلن (د. ليوبكلاند) عن راتنج جديد (الفينول فورمالدهيد) و أطلق عليها اسم (باكلايت) الذي أصبح من اللدائن الرئيسية في هذه الصناعة نظرا لإمكانية تشكيله عدة أشكال مختلفة تحت تأثير الحرارة و الضغط لصنع منتجات ذات مقاومة عالية الحرارة كمقابض المقالي و البرادات و فيش الكهرباء.

وتعاقبت سنوات قليلة مر بها تطور سريع لعلم المواد المصنعة و تولدت تقنيات جديدة مصاحبة لإكتشافات علمية مكنت الكيميائيين من تقديم مواد بلاستيكية ذات خواص محسنة و متنوعة و متزايدة، ففي عام 1927م ظهرت الأسيتات تستخدم كطبقة رقيقة (فيلم) في صناعة التصوير الفوتوغرافي و كمكون في بعض المواد اللاصقة، كما أستعمل كألياف صناعية.

الأسيتات مرنة و تشبه الحرير في شكلها وملمسها. تستخدم الأسيتات في النسيج وأعمال التنجيد و الستائر, و تبطين الملابس و الأزياء الرسمية. أعقبها ظهور ارتنجاتالفينيل ثم البوليسترين و البولي ايثيلين في أشكال مختلفة مما أدى إلى إغراق السوق بأنواع جديدة و متباينة في طرق التصنيع و من المواد البلاستيكية التي ساهمت يوما بعد يوم في سد جزء كبير من إحتياجاتنا اليومية. عرف البلاستيك منذ العصور القديمة في شكل المطاط الطبيعي، و لكن صنع المطاط الصلب كأول بلمر قابل للتشكيل بالحرارة في عام 1851 م تليه بعد ذلك الفورملدهيد في 1897 م ثم أستات السليلوز في 1927 م ما بين عام 1930-1940 م شهد العالم ميلاد البلمرات المستخدمة حاليا كبلاستيك قابل للتشكيل بالحرارة (Thermoplastics) مثل : Idpe /Pvc ... ps.

شهد المطاط الطبيعي بعد الحرب العالمية الثانية نقصا حادا في الدول الصناعية مما شجع على التحول للبلمرات الصناعية وزيادة إنتاجها حيث إزداد الطلب على بقية البلمرات الحالية مثل : pet /hdpe في الأسواق العالمية بديلا للمطاط الطبيعي. و الخشب و الزجاج و المعادن الأخرى (باهظة الثمن) و ذلك بسبب مميزات البلاستيك المتنوعة و النادرة مثل : خفة الوزن ، مقاومة التآكل ، العمر الطويل ، الجودة المتنوعة ، الصلابة التي توفر الحماية ، المرونة التي

تسهل الإستخدام، قابلية التشكيل لمختلف الأحجام و الأشكال ، الشفافة و العتمة معا ، الأمن من مخاطر التشغيل، الثمن الزهيد، قابلية إعادة الإستخدام .

هذه المميزات و غيرها جعلت إستهلاك البلاستيك في العالم يزداد يوما بعد يوم حتى وصل إستهلاكه في 2000 م إلى 11733100 طن موزعة جغرافيا ، أول اختراع من صنع الإنسان من قبل الكسندر باركس عام 1855 م ، ودعا هذا باركيسين البلاستيك (ودعا في وقت لاحق السيلولويد). و قد جاء تطوير اللدائن من إستخدام المواد البلاستيكية الطبيعية إلى إستخدام المواد الطبيعية المعدلة كيميائيا (مثل المطاط و النتروسليلوز و الكولاجين و الجلاليت) و أخيرا إلى جزيئات تركيبية تماما (على سبيل المثال : الباكليت ، الايبوكسي ، كلوريد البولي فينيل ، البولي إيثيلين) [1].

I-2- مقدمة تعريفية عن اللدائن والبلاستيك:

I-2-1- تعريف اللدائن :

اللدائن: مفردها لَدِيْنَة، لَدِنَة, هي صنف من المواد التخليقية المصنوعة من المبلمرات والتي تمتاز بقابليتها للتشكيل, و (البوليميرات) أو (المبلمرات) هي عبارة عن مركبات ذات كتلة جزيئية كبيرة تنتج من إتحاد جزيئات صغيرة يطلق عليها مونوميرت (أحادية الوحدة) ومن الأمثلة عليها (السيلوسولوز) مبلمر طبيعي,(البوليستيرين) مبلمر صناعي و السيلوسولوز مبلمر من عدد كبير من وحدات الجلوكوز[2].

I-2-2- تعريف البلاستيك :

البلاستيك هو عبارة عن بوليميرات (Polymers) وتشتق كلمة بلاستيك في اليونانية (بلاستيكوس) ومعناها قابلة للتشكيل، حيث يمكن صهر و تليين مادة البلاستيك بالحرارة ويتم تشكيل وإنتاج مختلف المنتجات البلاستيكية حسب الطلب بكل سهولة.

وكلمة بوليمرات أشتقت من اليونانية ومعناها الأجزاء الكثيرة، حيث تتكون هذه البوليمرات نتيجة لتفاعل (يدعى بلمرة) لعدد من الجزيئات الصغيرة (من ألف إلى مليون جزء أو مونومر) عند درجة حرارة وضغط معينين، وتختلف البوليمرات كليا في خواصها من الجزيئات الأحادية التي تكونت منها[3].

I-2-2-1- البلاستيك علميا :

يتكون البلاستيك من (الإيثلين) و هو غاز عضوي يتركب الجزء الواحد من ذرتين من الكربون و أربع ذرات من الهيدروجين، و يرمز له بالصيغة (C_2H_4) ، يتشكل البلاستيك من سلاسل طويلة من الجزئيات تسمى البوليمرات تتكون هذه الأخيرة من إرتباط جزئيات صغيرة يطلق عليها اسم المونمرات و عادة ما تحتوي الكربون و عناصر أخرى كما يضاف إلى هذه البوليمرات مركبات أخرى لتغيير خصائص المنتج النهائي و جعله أكثر ملائمة للغرض الذي صنع من أجله كأن يكون أكثر قوة أو ذا لون معين [2].

I-2-2-2- البلاستيك في معجم اللغة العربية المعاصرة :

(مفرد): (كم) مادة لدائنية مرنة أصلها عضوي أو مركب، يمكن سبكها تحت تأثير الحرارة أو الضغط ، قابلة للتشكيل، و تصنع منها أدوات مختلفة[4].

الشكل(I-1): صور توضح بعض المنتجات البلاستيكية [5].

I-3- الخواص المميزة لخامة البلاستيك :

1- إمكانية و سهولة تشكيله و صبه في القوالب المخصصة لتصنيعه.
2- صلب و غير قابل للكسر بسهولة.
3- متعدد الألوان و السمك ، يكون شفاف في حالته النقية و يسهل صبغه بألوان مختلفة .
4- يمكن لصقه أو لحام أجزائه بواسطة المذيبات البلاستيكية الخاصة (الكلوروفورم) و بعض مواد اللاصقة الحديثة.
5- يمكن صقله و إزالة ما عليه من خشونة بإستخدام قرص التلميع البسيط.
6- يشمل في تشكيله جميع طرق التشكيل من نشر و لصق و لحام و صب و ثقب و غيرها [2].

I-4- مزايا و عيوب البلاستيك :

للمواد البلاستيكية مزايا و عيوب كأي مادة أخرى يستعملها الإنسان إلا أن أهم ما يميز البلاستيك عن غيره من المواد الطبيعية الأخرى هو إجتماع الخواص المتعددة في المادة البلاستيكية الواحدة، بينما المواد الأخرى تمتاز كل منها بخاصية منفردة مميزة.

وهذا هو السبب الرئيسي في الإنتشار المذهل لإستخدام المنتجات البلاستيكية في حياتنا اليومية فمثلا من الممكن أن تجتمع صفات القوة و المرونة و الصلابة و خفة الوزن و الشفافية في آن واحد في مادة بلاستيكية واحدة مما يجعلها صالحة لعدة إستخدامات متباينة، بينما المواد الأخرى بخاصيتها المنفردة لا يمكن أن تصلح لذلك.

I-4-1- المزايا :

1- عازل للسخونة و البرودة.
2- عازل للكهرباء .
3- مقاومة للتآكل.
4- خفيف الوزن و رخيص التكلفة.
5- سهولة الإستعمال.

I-4-2- العيوب :

1- صعوبة إصلاحها.
2- قد تعطي رائحة غير مرغوب فيها.
3- عدم إحتمالها لدرجة الحرارة العالية .
4- عدم ثبات الأبعاد.
5- إحتمالية تعرضها للكسر و التلف.
6- إلى جانب التأثيرات البيئية الضارة في حالة إحراقها أو إستخدامها كأواني و أكواب للطعام و الشراب [6].

I-5- تصنيفات البلاستيك :

يصنف البلاستيك بعدة طرق و وفقا لعدة معايير وهي :

أولا: التصنيف المبني على التركيبة الكيمائية.

ثانيا: التصنيف الحراري.

يتم تصنيف البلاستيك من حيث تعامل خامته مع الحرارة وإستجابتها كما يلي :

- **البلاستيك القابل للتشكيل بالحرارة :**

تتمثل في المركبات طويلة السلاسل التي تحتوي على مجموعات جانبية ليست مرتبطة بمجموعات في سلاسل أخرى مما يجعلها تنصهر بالحرارة و تتجمد بالبرودة بأي عدد من التكرار دون تغيرات كيميائية أثناء المعالجة ، عموما يعتمد مدى الحرارة المستخدم للإنصهار على النوع والخواص الفيزيائية المميزة له .

- **البلاستيك القابل للضبط بالحرارة :**

فهي أيضا مركبات طويلة السلاسل تحتوي على مجموعات جانبية ترتبط بمجموعات أخرى أثناء التشكيل فتصبح معقدة (Cross-Iinked) مما يجعلها لا تنصهر بالحرارة مجددا وبالتالي إعادة إستخدامها صعبا.

ثالثا:

البلاستيك القابل للإعادة (شفرة إعادة استخدام البلاستيك القابل للإعادة (recycling code) تم تصنيفه إلى سبع مجموعات تعطي أرقام واضحة توضع في منتج البلاستيك) مثلا : أسفل قارورة المشروبات الغازية، وهذه الأصناف فقط هي التي يمكنك التفكير في إعادة تصنيعها و إستخدامها و إلا ستكون عملية الإعادة غير مضمونة النتائج [2].

I-6- رموز وعلامات العلب البلاستيكية و أهميتها :

المثلث يعني قابل للتدوير، وإعادة التصنيع وكل رقم داخل المثلث يمثل مادة بلاستيكية معينة، والحروف هي إختصار لإسم البلاستيك المرادف للرقم في المثلث.

الشكل(I-2) : علامات و رموز العلب البلاستيكية [7].

الجدول(I-1) : جدول يوضح رموز وعلامات العلب البلاستيكية وأهميتها [8].

الرمز التعريفي للبلاستيك pIc	نوع البوليمير البلاستيكي	الخواص	التطبيقات	النموذج
	Polyethylene Terephthalate (PET, PETE	الوضوح ، القوة ، قدرة التحمل ، حاجز للغاز والرطوبة	عبوات الماء و المشروبات. وصلصة السلطة وعبوات زبدة الفول السوداني والمربى.	
	High Density Polyethylene (HDPE)	الصلابة و القوة وقدرة التحمل ومقاوم لنفاذ الرطوبة والغاز	علب العصائر و الحليب واللبن والسمن والأكياس	
	Polyvinyl Chloride (V)	الوضوح وسهولة الخلط والقوة وقدرة التحمل VersatilitY	علب العصائر واللاصقات	

	Low Density Polyethylene (LDPE)	سهلة التصنيع وقوية ولها قدرة تحمل وذات مرونة وسهلة الغلق وحاجز للرطوبة.	أكياس الأغنية المجمدة وعبوات squeezable مثل أغطية عبوات العسل والخردل واللاصقات وأغطية العبوات اللدنة	
	Polypropylene (PP)	قوية وذات قدرة تحمل ومقاومة للحرارة والمواد الكيميائية والدهون والزيوت وهو متعدد الإستعمالات .	قابل لإعادة الاستعمال وأدوات المطبخ ويستعمل في المايكروويف وعبوات اللبن والسمن يمكن أن ترمى بعد الإستعمال	
	Polystyrene (PS)	شفاف و سهل التشكيل	حاويات البيض .صنع الأغذية التي تستخدم لمرة واحدة .الصحون الصواني .السكاكين .حاويات لحفظ السمن واللبن الرائب	
	Othe	تابعة للبوليميرات أو تراكيب معينة	عبوات الشربات و قارورة حليب الأطفال	

I-7- إستخدامات البلاستيك :

تستخدم مركبات البلاستيك حسب خواصها لأغراض كثيرة و متنوعة وفق مواصفات الإحتياجات المختلفة و لكن يمكن حصرها في خمسة حقول رئيسية هي :

I-7-1- التغليف :

يدخل البلاستيك تقريبا في كل أنواع التغليف في أسواق المستهلكين و المدارس و المستشفيات و لكل الأشياء منها الصلبة و السائلة و الساخنة و الباردة ....الخ. و الخواص المميزة لهذا الإستخدام هي : خفة الوزن ، سهل الإستعمال ، قليل التكلفة.

I-7-2- عالم الفضاء :

دخل البلاستيك عالم الفضاء بقوة حيث أصبحت الطائرات و السفن الفضائية و المركبات الفضائية تنشأ أجزائها من البلاستيك سواء في الهيكل الخارجي أو المكونات الداخلية و ذلك للإستفادة من الخواص التالية : خفيفة الوزن ، صلب يتحمل الضغط الجوي ، إقتصادي في تكلفة البناء و الوقود.

I-7-3- البناء و الإنشاءات :

يدخل البلاستيك الآن في تشييد كل البنايات المختلفة و متطلبات تجهيزها للأغراض المختلفة حيث يستفاد من خواصه التالية : عمر مديد ، المرونة العالية للتركيب ، الأداء الرفيع ، المتانة و قوة التحمل , نسبة المتانة عالية للوزن.

I-7-4- النقل :

أصبح البلاستيك الآن أحد دعامات النقل في السيارات و الشاحنات و السفن و القوارب والمناطيد الهوائية تحتوي جميعها على البلاستيك في تركيبها و ذلك للإستفادة من خواصها التالية : عمر مديد، وزن خفيف، مقاوم للتآكل و الاستهلاك ، توفير الوقود .

I-7-5- الإلكترونيات :

شارك البلاستيك في الثورة الإلكترونية والعولمة حيث لا يخلو جهاز أو آلة إلكترونية من البلاستيك لإستغلال الخواص التالية : وزن خفيف، عزل الحرارة و الكهرباء التأمين ضد الماء و الأتربة و الصدأ و التآكل ...الخ [9].

I-8- أهم الدول المصنعة و المستوردة لمنتجات البلاستيك :

I-8-1- أهم الدول المصنعة للبلاستيك :

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية واليابان من البلدان الرائجة في صناعة البلاستيك في العالم ويعتمد صناعة هذا الأخير على الكم الوافر من النفط.

وتنقسم الشركات المصنعة إلى :

* الشركات المجهزة والمعدة للأجهزة البلاستيك.

*الشركات المصنعة للراتنج يستحب تواجدها في المناطق قريبة من مركز النفط .

*الشركات المنفذة: وتقوم بتحويل الراتنج إلى منتجات[10].

I-8-2- أهم 10 دول مستوردة لمنتجات البلاستيك:

كشف تقرير الهيئة العامة على الرقابة على الصادرات و الواردات على أهم 10 دول مستوردة لمنتجات البلاستيك ، ليبلغ إجمالي صادرات البلاستيك ل 10 دول ، بنحو 677.8 مليون دولار خلال الفترة من يناير إلى سبتمبر، من إجمالي صادرات قطاع الكيماويات.

كما كشف التقرير على أن تركيا إحتلت المرتبة الأولى بنسبة 39% خلال الفترة من يناير إلى سبتمبر 2017 م ليصل إجمالي الصادرات ب 255.9 مليون دولار، يليها في المركز الثاني بلجيكا بنسبة 15% ليبلغ إجمالي الصادرات 100.2 مليون دولار.

إستحوذت إيطاليا على المرتبة الثالثة بنحو 9% ليحقق 59.8 مليون دولار، وفقا لتقرير الهيئة العامة للرقابة على الصادرات و الواردات، حيث سجلت إسبانيا المركز الرابع بنسبة 8% خلال ال9 شهور للعام الجاري ليصل إلى 56.6

مليون دولار يليها السودان، احتلت المرتبة الخامسة بنسبة 6% ليحقق إجمالي الصادرات 43.2 دولار خلال الفترة من يناير –سبتمبر 2017.

بين التقرير أن بريطانيا جاءت في المرتبة السادسة بنسبة 6% لتسجل 42.9 مليون دولار خلال ال9 شهور الأولى لعام 2017 م، بينما العراق جاءت في المرتبة السابعة بنحو 5% يبلغ إجمالي صادراتها 34 مليون دولار، خلال تلك الفترة مشيرا إلى أن السعودية احتلت المركز الثامن بنسبة 4% ليصل إجمالي الصادرات 28.5 مليون دولار، و ذكر التقرير أن الصين إستحوذ على المركز التاسع بنسبة 4% ليصل إجمالي صادراتها إلى 28 مليون دولار ، بينما جاءت ألمانيا في المركز العاشر بنسبة 4 % ليبلغ إجمالي صادراتها 28 مليون دولار خلال الفترة يناير–سبتمبر 2017 م[2].

I-9- الأضرار الصحية و البيئية للبلاستيك :

I-9-1- أثر المواد البلاستيكية على الإنسان والبيئة :

شهد منتصف القرن الماضي ثورة حقيقة في صناعة بعض المركبات و المواد التي لم يعرفها الإنسان من قبل و كان أهمها إنتاج مادة البلاستيك و قد تضاعف الإنتاج العالمي من هذه المواد بشكل كبير مما حدا بالباحثين إطلاق إسم عصر البلاستيك على النصف الأخير من القرن الماضي. وكان من النتائج السلبية لهذه الثورة العالمية في صناعة البلاستيك تراكم ملايين الأطنان من مخلفات هذه المادة ، و لم يكن بإستطاع الباحثين إتلاف هذه المادة العالية الثابتة و قليلة التفكك بطريقة آمنة فتراكمت هذه المخلفات الصناعية و أخذت تهدد صحة الإنسان و كافة عناصر البيئة.

I-9-1-1- أثر استخدام البلاستيك على الإنسان :

تتسبب بحدوث عدد كبير من المشاكل الصحية على الإنسان، و يعزي هذا الخطر على مكوناتها الأساسية وإلى المواد المضافة إليها أثناء عملية التشكيل و التصنيع. من أهم تلك المواد المضافة المحسنات الكيميائية التي تكسبها الصلابة المطلوبة أو المرونة أو اللون أو يجعلها مقاومة لتأثيرات الضوء و الحرارة مثل مادة : الفثاليت التي تتسلل من منتجات البلاستيك إلى الهواء و الطعام و حتى البشرة، و يشمل ذلك الجنين في رحم الأم. و يمكن تلخيص أبرز الآثار السلبية للفثاليتات على الصحة في النقاط التالية :

- زيادة تخزين الدهون.
- زيادة مقاومة الأنسولين، و هو أمر يرتبط بالسكري.
- إنخفاض مستوى الهرمونات الجنسية.
- التأثير على الجهاز التناسلي لدى الذكور والإناث.

زيادة إلى ذلك التخلص من المواد البلاستيكية بالطرق التقليدية كالحرق و الطمر ينتج عنه إنبعاث عدد كبير من الغازات و المواد السامة، في مقدمتها الديوكسينات، مما يؤدي إلى الإصابة بمختلف الأمراض كالحساسية و أمراض الجهاز التنفسي و الجهاز العصبي و الجهاز الهضمي و أمراض القلب و الكبد و الكلى و غيرها من الأمراض [11].

- أثر البلاستيك على سرطان الثدي هنالك أنواع من البلاستيك تستطيع أن تنقل الإستروجين الكيميائي Bisphenol A (BP.A) والذي يتواجد في العلب المعاد إستخدامها مثل رقم 7 وكذلك يستخدم في التبطين

بالايبوكسي لعلب المعلبات) الموجود في العبوات البلاستيكية للمشروبات أو الأغذية ومستوياته قليلة ولكنها عندما تلتقي مع الاستروجين الموجود في الجسم تسبب خطر سرطان الثدي[8].

وهذا على صعيد الإنسان.

I-9-1-2- أثر البلاستيك على البيئة :

أما على صعيد البيئة فتوجد للمواد البلاستيكية آثار خطيرة تتمثل في :

❖ **المظهر البيئي السيئ :**

وذلك عندما تترك الأكياس في العراء فتتجمع بحركة الرياح في الطرقات العامة و الحدائق و الأساور و المدارس ، هذا ما يخلق قدرا كبيرا من التشويه و تغيير مظهر المدينة و الحدائق العامة و غيرها و هذا التجمع فضلا عن تأثيره على المظهر و التشويه يؤدي إلى تجمع مواد أخرى قذرة كريهة الرائحة فبالتالي تؤثر على صحة المواطنين و سلامتهم الصحية و النفسية كما أنها يمكن أن تكون مركزا لتجمع و توالد الحشرات الضارة التي يمكن أن تسبب في نقل الأمراض للإنسان والحيوان و يمكن أن تفتك بالمزروعات و المواد الغذائية المخزونة و غيرها. كما تعمل هذه العبوات عند إفراغها في البيئة على إنسداد شبكات المجاري فبالتالي يؤثر بصورة سلبية على شبكات الصرف الصحي و هذا ما يؤدي إلى زيادة التكاليف على نظافة هذه الشبكات و قلق المواطنين و التأثير على صحتهم و سلامتهم [11].

الشكل(I-3): مظهر بيئي سيئ ناتج عن تراكم النفايات البلاستيكية[12].

❖ **إلحاق الضرر بالهواء :**

تؤدي عملية حرق أكياس البلاستيك إلى تلويث الهواء بالغازات والأبخرة السامة والضارة بصحة الإنسان، كالدايوكسينات والتي تتسبب في حدوث إضطرابات وأمراض مختلفة كالحساسية وأمراض الجهاز التنفسي والجهاز العصبي والجهاز الهضمي وأمراض القلب والكبد والكلي وغيرها من الأمراض .

❖ **تأثير البلاستيك على التربة :**

تجمع أكياس البلاستيك فوق سطح التربة تؤدي إلى أضرار تكمن في منع هذه الأخيرة من امتصاص الرطوبة. أي بمعنى أدق تمنع مياه الأمطار من التغلغل في داخل التربة و تشبعها بالرطوبة و هذا ما يمنع نمو الحشائش و أحيانا منع نموها ليس بسبب عدم وجود الرطوبة و إنما بعدم قدرة هذه الحشائش من الخروج عبر هذه الأكياس و ذلك لأنها تغطي التربة و تصبح الأكياس طبقة على التربة و هذا ما يؤثر على الغطاء النباتي بصورة عامة مؤثرا على الحيوانات و المراعي و غيرها. هذه الأضرار الواضحة التي يمكن أن تحدثها أغلفة و أكياس البلاستيك و العبوات المصنعة منها.

❖ **أثار البلاستيك على الثورة الحيوانية :**

ويعتبر من أكثر القطاعات تأثرا بالتلوث بأكياس البلاستيك، حيث تتناول الحيوانات هذه الأكياس و كأنها مادة غذائية و لسوء الحظ فإن هذه الأكياس لا تهضم بفعل العصارات الهاضمة، فبالتالي لا تجد أي طريقة للتخلص من هذه الأكياس مما تعمل على إنسداد القنوات الهضمية لهذه الحيوانات، و هذا يؤدي إلى الضعف و الهزل الشديد في النهاية، و ينتج عن هذا نتائج إقتصادية سلبية على مربي هذه الحيوانات، و الضعف و الهزل إذا لم يصل إلى نفوق الحيوان فهو يعمل على تقليل الإنتاج من لبن و لحوم و غيرها.

❖ **أثر مواد البلاستيك على الحيوانات البحرية :**

لا يتوقف الضرر عند الحيوانات البرية وإنما يمتد إلى الحيوانات البحرية بما في ذلك الأسماك، بمجرد أن يصل جزء من الأكياس البلاستيكية وغيرها من المخلفات البلاستيكية إلى البحار والمحيطات سواء من مواقع التخلص من النفايات القريبة منها ، أو من خلال طرح النفايات أو القمامة في البحر من السفن العابرة أو من سفن الصيد وغيرها، فإنه يتسبب في سد خياشيم الأسماك و هذا يشكل خطرا على صعوبة التنفس وفي بعض الأحيان يؤدي إلى وفاتها أو تتعرقل حركتها فتموت، حيث قدر عدد الحيوانات البحرية التي تنفق سنويا بسبب هذه النفايات بحوالي مليون طائر بحري وحوالي مائة ألف من الحيتان والفقمة.

❖ **إلحاق الضرر بالشعاب المرجانية:**

تلتف الأكياس البلاستيكية حول الشعاب المرجانية مما يحرمها من ضوء الشمس و من التيارات المائية المتجددة الداخلة و الخارجة منها و إليها و التي تحمل لها الطعام و الأوكسيجين، مما يؤدي إلى تدهورها[11].

II- عموميات حول البلاستيك الحيوي:

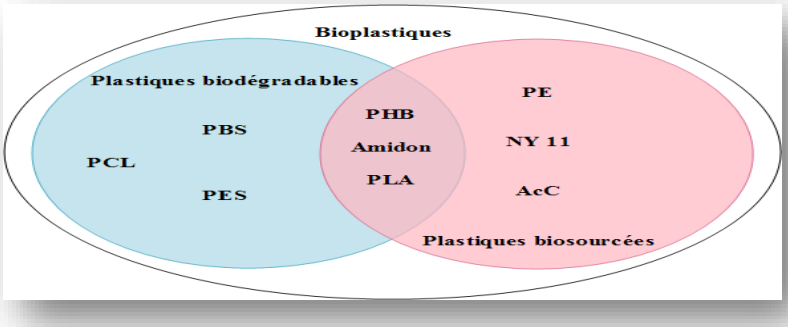
II-1- تاريخ البلاستيك الحيوي:

تم وصف تاريخ البلاستيك الحيوي على النحو التالي :

- **في عام 1941:** صنع هنري فورد البلاستيك من فول الصويا خلال الحرب العالمية الثانية والذي لعب دورًا مهمًا في تطوير البلاستيك الحيوي.
- **في عام 1992:** قدمت شركة Metabolix، للعلوم الحيوية حلولاً لإحتياجات العالم من البلاستيك والكيماويات والطاقة.
- **في عام 2000:** أطلقت شركة Metabolix برامج بحثية لتطوير المحاصيل الهندسية الصناعية لإنتاج البلاستيك الحيوي.
- **في عام 2005:** بدأت شركة Toyota في إنشاء مصنع تجريبي في مدينة Toyota Hirose (اليابان) لاختبار سهولة إنتاج البلاستيك الحيوي.
- **في عام2006:** طورت شركة LONDON-NEC مادة بلاستيكية حيوية قائمة من الألياف لتقليل التأثير البيئي للهواتف المحمولة.
- **في عام2010:** طورت شركة Cardia لصناعة البلاستيك الحيوي CBMM (ماليزيا) تصنيع منتجات البلاستيك الحيوي [13].

II-2- تعريف البلاستيك الحيوي:

البلاستيك الحيوي هو بلاستيك مصنوع جزئياً أو كلياً من بوليمرات مشتقة من مصادر بيولوجية مثل قصب السكر، نشاء البطاطا أو السليلوز من أشجار القش والقطن. لا تعتد المواد البلاستيكية الحيوية مادة واحدة فقط، فهي تتشكل من عائلة كاملة من المواد ذات خصائص وتطبيقات مختلفة. طبقًا للتقنية الحيوية الأوروبية، تُعرَّف المادة البلاستيكية بأنها مادة بيولوجية حيويًا إذا كانت إما الحيوي القائم أو قابلة للتحلل البيولوجي، أو تتميز بكلتا الخاصتين [14].



الشكل (II-1): بلاستيك حيوي مصنوع من مواد بلاستيكية قابلة للتحلل بيولوجيًا [13].

إن مصطلح البلاستيك الحيوي لا يزال عرضة لسوء الفهم على الرغم من الجهود المبذولة من قبل الجمعيات. تنشأ المشكلة أساسا بسبب بلاستيك البتروكيماويات التقليدية، مثل البولي إيثلين (PE) البولي إيثلين تيريفثاليك (PET)، كما أنها تنتج أيضا من المواد الخام المتجددة. يمكن للقارئ أن يفهم بسهولة أنه لتحديد عنصر مصنوع من اللدائن التقليدية مثل (PE) يكمن في عملية الإنتاج وليس في المنتج لذلك ، فإن مصطلح المواد البلاستيكية الحيوية يبدو أكثر ملاءمة لوصف اللدائن التقليدية المصنوعة من الموارد النباتية. من ناحية أخرى، يبدو ايضا مصطلح "البلاستيك الحيوي" أكثر ملاءمة لوصف تلك المواد المبتكرة التي هي الحيوي القائم والتحلل البيولوجي [15].

II-2-1- الحيوي القائم (biosource) :

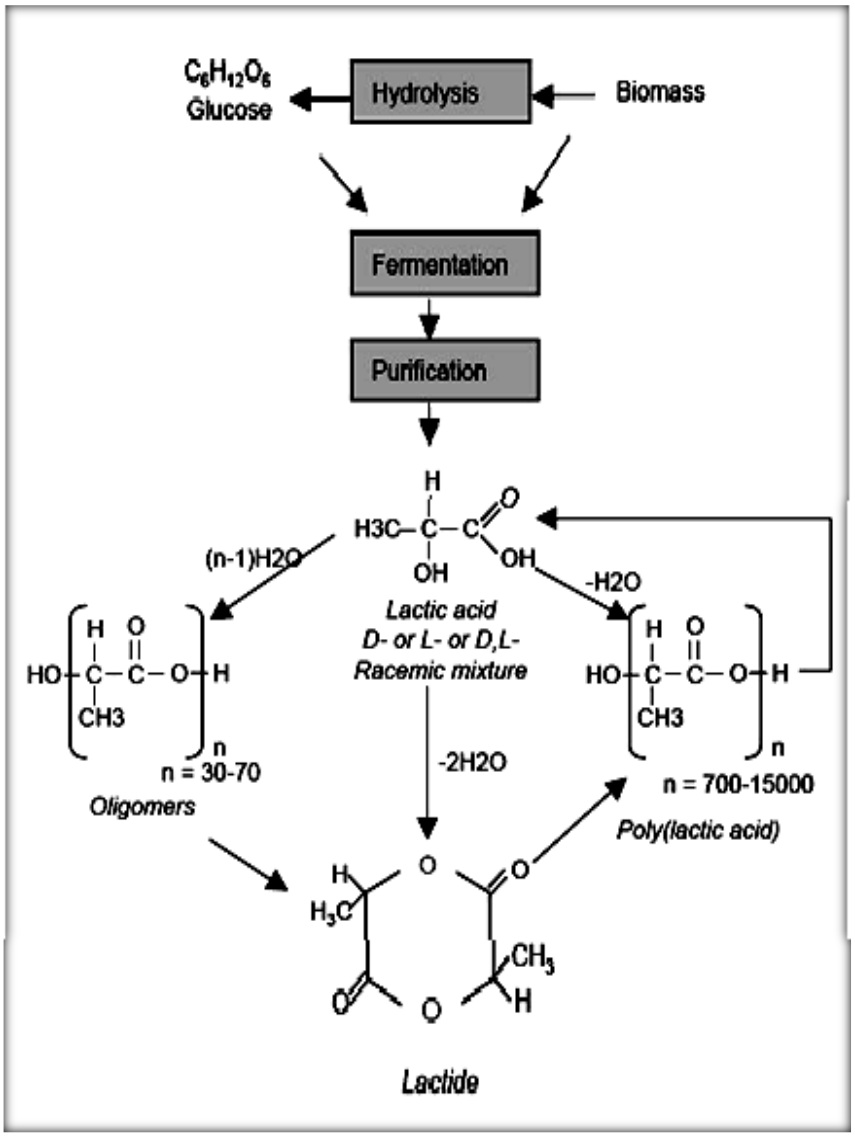
مصطلح يعنى أن المادة أو المنتج مشتق جزئياً من الكتلة الحيوية (النباتات)، تتبع هذه الكتلة الحيوية المستخدمة للبلاستيك الحيوي على سبيل المثال من الذرة أو قصب السكر أو السليلوز.

II-2-2- التحلل البيولوجي (Biodégradable) :

التحلل الحيوي هو عملية كيمائية تتحول من خلالها الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في البيئة إلي مواد طبيعية مثل الماء و ثاني أكسيد الكربون، تعتمد هذه العملية على محيط الظروف البيئية (مثل الموقع و درجة الحرارة)، على المادة و التطبيقات.حيث لا تعتمد خاصية التحلل البيولوجي على أساس الموارد لمادة، ولكنها ترتبط إلى حد ما بهيكلها الكيميائي. وبعبارة أخرى، قد تكون **%** 100 بلاستيك حيوي قائم غير قابلة للتحلل البيولوجي ويمكن أن تتحلل المواد البلاستيكية القائمة على الأحافير ب **%**100[16],[17].

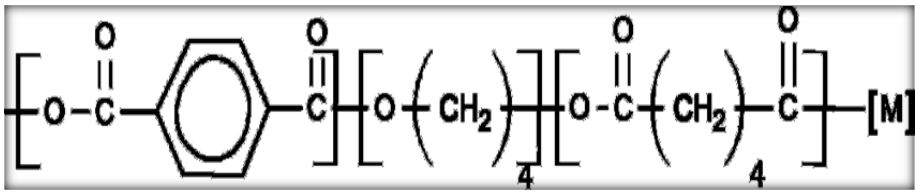
بإختصار فإن البلاستيك الحيوي يكون "جزئيا" الحيوي القائم، أو قابل للتحلل البيولوجي، أو كليهما. بشكل عام، تنقسم عائلة البلاستيك الحيوي تقريبًا إلى ثلاث مجموعات رئيسية.

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

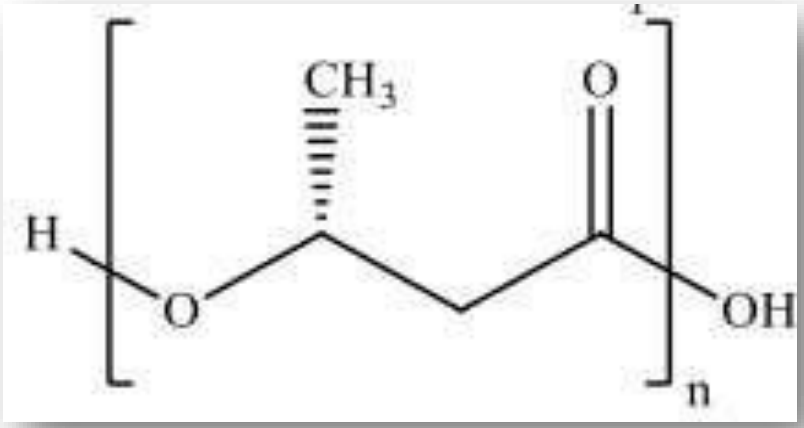


الشكل (II-2) : التفاعل الحاصل لإنتاج حمض PLA [18].

الشكل (II-3) : الصيغة الكيميائية (polytrimethleneterephthaiate) PLA [18].



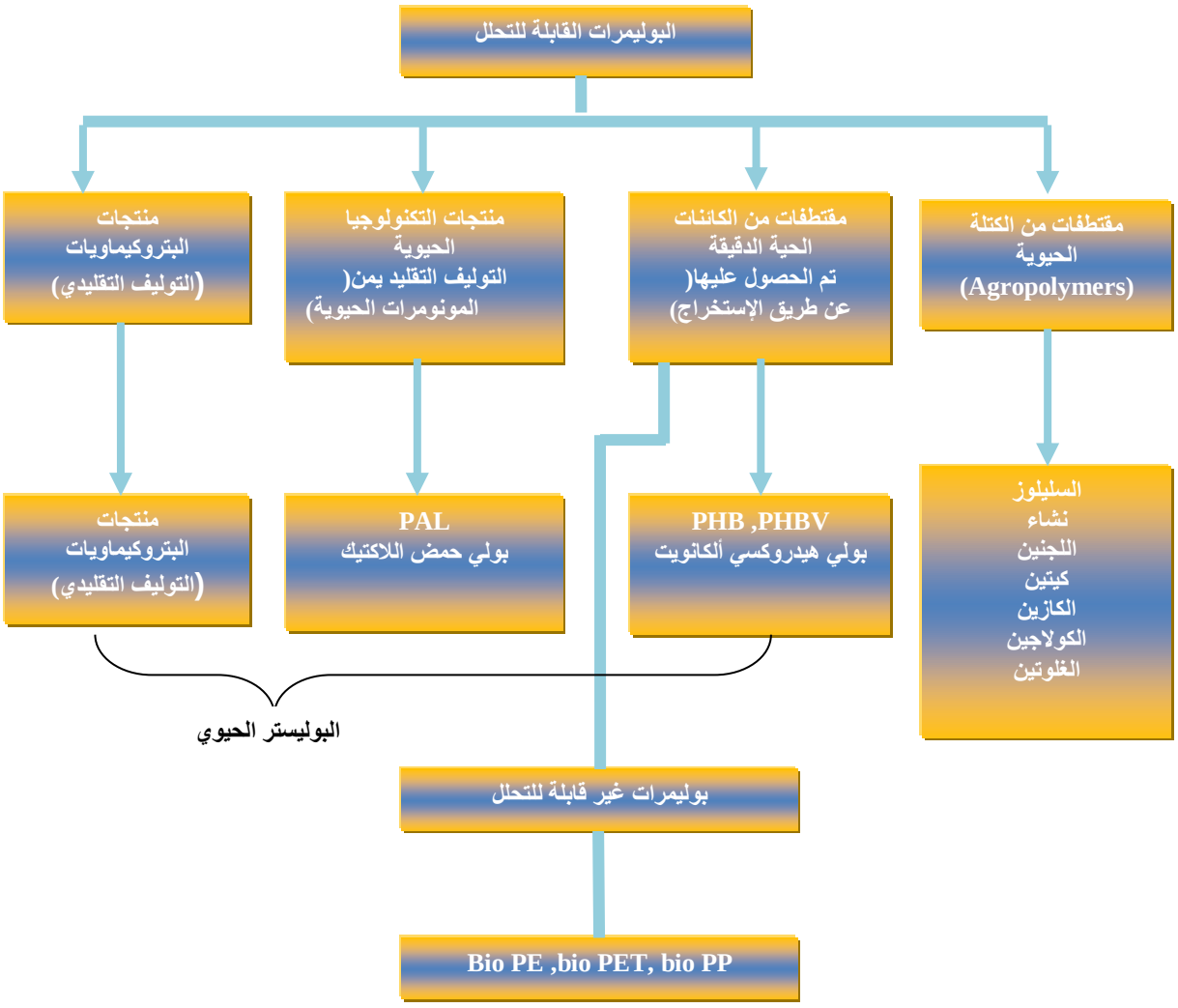
الشكل (II-4) : الصيغة الكيميائية PBAT (polybutyleneadipate-co-terephthalate) [18].



الشكل (II-5) : الصيغة الكيميائية (Polyhydroxyalkanoate) PHA [18].

II-3- تصنيف البلاستيك الحيوي:

يمكن تصنيف البلاستيك الحيوي وفقاً للعديد من الطرق، يمكن تصنيفها وفقاً لتركيباتها الكيميائية، أساليب التوليف الخاصة بها، عمليات تصنيعها، و أهميتها الاقتصادية أو تطبيقاتها، كما هناك أيضا تصنيف وفقاً لمصدر الموارد (المتجددة أو غير المتجددة) و نهاية إدارة الحياة (قابلة للتحلل أو غير قابلة للتحلل) [19]، لقد تم في هذا البحث تفضيل التصنيف حسب عملية التصنيع لتوضيح و شرح الأنواع المختلفة من البلاستيك الحيوي. الشكل (II-6) يبين ذلك :



الشكل (II-6): مخطط يبين تصنيف البوليمرات القابلة للتحلل[19].

II-4- الأنواع الرئيسية:

ويقسم البلاستيك الحيوي إلى ثلاثة أنواع رئيسية من حيث التحلل وهي :

- **بلاستيك متحلل ضوئيا :** وهو نوع من البلاستيك الحساس للضوء وخصوصا للأشعة فوق البنفسجية ، حيث تتفكك الروابط الكيميائية الموجودة فيه خلال بضعة أشهر.
- **بلاستيك كامل التحلل :** وتتعدد أنواع هذا البلاستيك منها البولي لاكتات والبولي أسترات و متعدد السكريات وهذا النوع من البلاستيك يتم إنتاجه من مواد طبيعية نباتية وبكتيريا وفطريات.
- **بلاستيك نصف متحلل :** وينتج من خلال عملية الجمع بين البلاستيك التقليدي والنشاء، إذ يستعمل البولي بروبلين والبولي ايثيلين النشا وتستطيع الكائنات الحية الدقيقة تحليل الشق الطبيعي المحتوي على النشا، والهدف من تصنيع هذا النوع من البلاستيك العضوي تقليل كمية النفايات البلاستيكية.

ويعتمد إستخدام الأنواع السابقة من البلاستيك الحيوي على نوع المنتج المراد تصنيعه والغاية من إستخدام البلاستيك، حيث تعد البرازيل حاليا من الدول الرائدة في مجال إنتاج هذا النوع من البلاستيك، حيث تستثمر الكميات الضخمة من قصب السكر التي يتم إنتاجها في البلاد [20].

II-5- خصائص البلاستيك الحيوي :

هناك بعض الخصائص التي يتميز بها البلاستيك الحيوي والمختلفة بشكل كبير عن البلاستيك التقليدي ، مثل :

- يتم إنتاج البلاستيك الحيوي بالإعتماد على أصل بيولوجي، مثل بعض أنواع الطحالب والبكتيريا، في حين أن البلاستيك العادي يتم إنتاجه بالإعتماد على بعض المواد والمنتجات النفطية.
- البلاستيك الحيوي قابل للتحلل؛ وهذا ما يجعله آمن على البيئة ولا يسبب ظهور أي نفايات خطيرة ، بل إن تحلله بشكل تلقائي بدون الحاجة إلى إعادة التدوير لا يُساعد في الحد من التلوث البيئي فقط ؛ وإنما يعمل أيضًا على زيادة درجة خصوبة و جودة التربة ويُعد وسيلة جيدة للتسميد.
- البلاستيك الحيوي مقاوم لدرجات الحرارة المرتفعة ؛ وهي ميزة لا تتوفر في البلاستيك التقليدي ؛ مما يعني أن إستخدام البلاستيك ذو الأصل الحيوي في الأماكن التي تتعرض بشكل دائم إلى أشعة الشمس الشديدة أو أي من مصادر الحرارة العالية سوف يكون هو الخيار الأفضل مستقبلًا.
- البلاستيك الحيوي لا يتأثر بالمياه أو أي من عوامل ومواد البيئة الأخرى مثل الغازات ، وهذا بالطبع يُعطيه فترة عمر افتراضي أطول كثيرًا من البلاستيك النفطي ، ويجعله قادرًا على الإحتفاظ بمظهره أطول فترة ممكنة دون تلف أو تغير[21].

II-6- مصادر البلاستيك الحيوي :

يتم تصنيع البلاستيك الحيوي من عديد السكاريد، أساسًا النشا والبروتينات ومصادر الكربون البديلة الأخرى ، مثل الطحالب و بعض المواد النباتية الخامة و المتجددة سنويا كقصب السكر و القمح و الذرة و بعض النشويات كالبطاطا أو حتى المنتجات الثانوية لمعالجة مياه الصرف الصحي .أكثر أنواع البلاستيك الحيوي شهرة اليوم هو نشا اللدائن الحرارية، وذلك بشكل أساسي نتيجة التفاعلات الحيوية الأنزيمية. حيث أنه يتحلل بيولوجيا بشكل تلقائي خلال فترة زمنية قصيرة نسبيا [22].

II-7- تطبيقات وإستخدامات البلاستيك الحيوي :

- **التعبئة والتغليف :** يستخدم لتغليف المواد الغذائية ، كبسولات القهوة والأكياس.
- **المنسوجات الزراعية و البستنة :** يستخدم في وصلات أو مقاطع البستنة والخيوط الملتوية، حيث أنها تحد من التكاليف.
- **منتجات فريدة الإستعمال :** كما تستخدم في قطاع المطاعم كأدوات المائدة والكؤوس والصناديق.
- **الصناعة الطبية ومستحضرات التجميل :** يمكن دمجه في العديد من المنتجات كمساحات القطن وخيوط العمليات الجراحية، الحفاضات و منتجات النظافة.
- **قطاع السيارات :** حيث يستخدم كمكون لإطارات السيارات أو تصنيع قطع غيار السيارات.

- **البناء والهندسة المدنية :** تستخدم اللدائن الحيوية كمواد بناء وبلاستيك حيوي مقوى بالألياف في التركيبات الكهربائية بالإضافة إلى ذلك، فقد تم إستخدامها في وضع أخشاب البلاستيك الحيوي للأثاث الذي لا تهاجمه الحشرات الآكلة للخشب ولا يتعفن مع الرطوبة.

كما يمكن إستخدام البلاستيك الحيوي في تطبيقات أخرى كروابط المظلات ، مقابض السكاكين السويسرية وقذائف الهاتف ....الخ [23].

II-8- مزايا و مساوئ البلاستيك الحيوي :

II-8-1- المزايا :

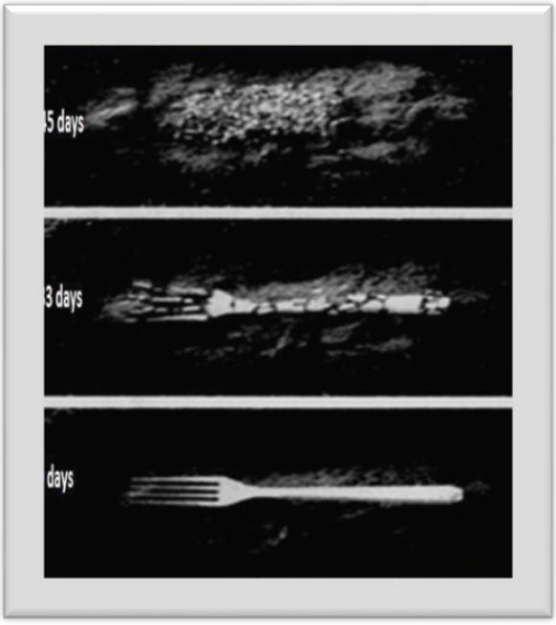
نحدد بعض المزايا الرئيسية للبلاستيك الحيوي كما يلي :

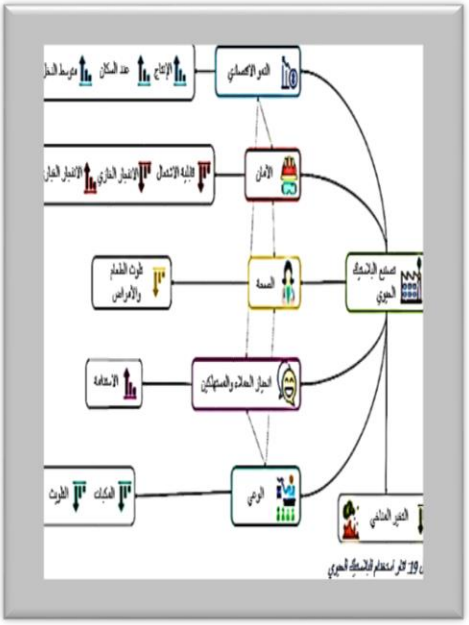
- ✓ **خفض إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون :** ينتج طن متري واحد من البلاستيك الحيوي بين 8.0 و 2.3 طن متري أقل من ثاني أكسيد الكربون من طن متري واحد من النفط القائم على البلاستيك.
- ✓ **بديل أرخص:** البلاستيك الحيوي أصبح أكثر قابلية للتطبيق مع التقلبات في أسعار النفط.
- ✓ **النفايات:** البلاستيك الحيوي يقلل من كمية الجريان السطحي السامة الناتجة عن البدائل التي تعتمد على النفط.
- ✓ **المنفعة إلى الإقتصاد الريفي :** أسعار المحاصيل، مثل الذرة إرتفعت بشكل حاد في أعقاب الإهتمام العالمي بإنتاج الوقود الحيوي واللدائن الحيوية، مثل البلدان في جميع أنحاء العالم يبحثون عن بدائل للنفط لحماية البيئة وتحقيق أمن الطاقة.
- ✓ **تقليل إنبعاثات الكربون :** تتطلب المواد البلاستيكية القائمة على زيوت الوقود الأحفوري كمادة خام رئيسية بالإضافة إلى ذلك، تعتمد البلاستيك على النفط مثل PP و PS تتطلب المزيد من الطاقة خلال عملية تطوير البلاستيك بالمقارنة مع البلاستيك الحيوي.
- ✓ **خيارات متعددة منتهية الصالحية :** مواد خام قيمة يمكن إستعادتها وإعادة تدويرها في منتجات جديدة ، مما يقلل الحاجة إلى مواد جديدة وسلبية الأثر البيئي للمنتجات البلاستيكية "المستخدمة" يمكن أن تكون إنخفضت إلى حد كبير، إن لم يكمن القضاء عليها [24].

هناك أيضا بعض المزايا التقنية الهامة للبلاستيك الحيوي، و هذه تعتمد على البلاستيك الدقيق المستخدم [17],[18]

- ✓ يحسن إمكانية الطباعة، القدرة على طباعة نص أو صورة واضحة للغاية على البلاستيك.
- ✓ يمكن تصميم البلاستيك الحيوي من البلاستيك التقليدي ليقدم شعورا سطحيا أكثر قبولا من البلاستيك التقليدي.
- ✓ قد يكون للبلاستيك الحيوي نفاذية بخار ما أكبر بكثير من البلاستيك التقليدي.
- ✓ يمكن للبلاستيك الحيوي أن يشعر بالنعومة بالنسبة لتطبيقات مثل تغليف مستحضرات التجميل.
- ✓ يمكن أن يصبح البلاستيك الحيوي أكثر وضوحاً و شفافية.
- ✓ لا تزال هناك حاجة إلى إحتواء المواد البلاستيكية المصنوعة من مصادر بيولوجية على مواد مضافة مثل الملدنات التي تعطي المنتج الخصائص المطلوبة.

من الجدير بالذكر أن البلاستيك الحيوي يتم تصنيعه بإستخدام البوليمرات الحيوية التي توفر الطاقة المتجددة والمستدامة بدلا من البلاستيك القائم على النفط.





الشكل(II-7) : صورة تبين التدهور الحيوي للبلاستيك الحيوي [24]**. الشكل (II-8)** : أثر استخدام البلاستيك الحيوي [12].

II-8-2- العيوب (المساوئ) :

- ✓ العيب الرئيسي هو تكلفتها ، أنها أكثر تكلفة 10 مرات على الأقل من البلاستيك التقليدي الذي من أصل بترولي.
- ✓ علاوة على ذلك ، يمكن أن تكون ذات صلة فقط إذا تم تطوير قطاع تحويل النفايات إلى سماد. لكنها تعاني حاليًا من المزايا الممنوحة لقطاع الحرق.
- ✓ إذا أردنا إستبدال البلاستيك البتروكيماوي بالبلاستيك الحيوي، فهذا يعني وجود كمية هائلة من محاصيل الحبوب مثل الذرة و القمح ، لذلك سيؤدي ذلك إلى جفاف التربة وإفقارها، مما ينتج عنه تلوث المياه الجوفية [25].

II-9- الفرق بين البلاستيك القائم على البترول و البلاستيك الحيوي:

تمتاز المنتجات البترولية التي تعتمد على البترول بفوائد التالية :

- ✓ الإنتاج ذو التكلفة الفعالة والسرعة العالية بما في ذلك البنية التحتية ذات البنية الجيدة.
- ✓ مميزات ميكانيكية كبيرة.
- ✓ خصائص الحاجز كبيرة.

ومع ذلك، هناك عدة عيوب يتمتع بها بما في ذلك:

- ✓ إستنزاف الموارد البترولية.
- ✓ إرتفاع سعر البترول.
- ✓ مخاطر السمية للمستهلك .
- ✓ الإهتمام البيئي [26].

يمكن مقارنة البلاستيك الحيوي القابل للتحلل و البلاستيك القائم على البترول في الجدول الآتي [27]:

الجدول (II-1) : الفرق بين البلاستيك الحيوي والبلاستيك القائم على البترول [27] .

معايير المقارنة	البلاستيك الحيوي	القائم على البترول
القابلية لتجديد	كليا أو جزئيا	غير قابل
الاستدامة	نعم	لا
التفكك في البيئة	قابلة للتحلل البيولوجي و/أو التحول إلى سماد	قليلة التحلل بواسطة الأكسدة
مجموعة البوليمير	محدودة السلسلة ولكنها تنمو	البوليمير واسع
إنبعثات الغاز الاحتباس الحراري	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الوقود الأحفوري في تصنيعه	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الأراضي الصالحة للزراعة	هي مصدر	لا علاقة

II-10- السوق الحالي للبلاستيك الحيوي:

على المستوى العالمي، تم إنتاج أكثر من 2 مليون طن من البلاستيك الحيوي في عام 2019. وتعتبر هذه الصناعة من أسرع القطاعات نموًا، مع توقع 20-30% نمو سنوي، مما سيوفر العديد من فرص العمل. بعض المواد العضوية التي تستخدم لإنتاج البلاستيك الحيوي أغلى بضعفين إلى 10 أضعاف في الإنتاج من المواد المماثلة غير القابلة للتحلل الحيوي. كما أن إنتاج البلاستيك الحيوي باهظ الثمن نسبيًا، بسبب العملية المعقدة لتحويل الذرة أو قصب السكر إلى حمض اللاكتيك. ومع ذلك، فإن المواد غير القابلة للتحلل لها تكاليفها المخفية. فقد تكون الأكياس البلاستيكية التقليدية أرخص من الأكياس القابلة للتحلل، ولكن عندما تضع في الحسبان التكلفة النهائية لمعالجة المواد الكيميائية السامة التي تطلقها في مقالب القمامة، فإن الأكياس القابلة للتحلل هي الخيار الأكثر جاذبية.

ومع زيادة الطلب على المواد البلاستيكية الحيوية، ستنخفض الأسعار حتى تصبح قابلة للمقارنة مع منافسيها غير الصديقين للبيئة. كما أن ثمن البلاستيك الحيوي في إنخفاض مع قيام الباحثين والشركات بتطوير إستراتيجيات أكثر كفاءة وصديقة للبيئة لتصنيع البلاستيك الحيوي. هذه العوامل بالإضافة إلى زيادة أسعار النفط وقرب نفاذه والوعي البيئي المتزايد عند الشباب، قد تطور سوق البلاستيك الحيوي في المستقبل القريب [12].

قائمة المراجع :

[1]- http://plastics20.blogspot.com/2015/10/blog-post_32.html

[2]- احمد, عثمان عبد الله حاج علي, عبد الرحمن عبد الله حسن. إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية في أعمـــال النحت بأساليب تشكيلية جماليـــة. جامعـــــــة السودان للعلوم والتكنولوجيا, 2021.

[3]- https://paix.ahlamontada.com/t231-topic

[4]- https://www.arabdict.com/ar/deutsch-arabisch

[5]-Bioplastic: Sustainable Green Plastic .Article · December 2015
https://www.researchgate.net/publication/313315235_Bioplastic_Sustainable_Green_Plastic

[6]- البلاستيك وآلاته- د. شاهر محمد سعيد الشاهر منشورات جامعة حلب كلية الهندسة الميكانيكية-ص 12-13.

[7]- كتاب رموز و علامات العلب البلاستيكية و أهميتها -12أغسطس 2017 .ص1-7. https://www.noor-book.com/

[8]- أ. و. د. أسعد رحمان سعيد الحنفي .أنواعه و تأثيره على صحة الإنسان . قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة .

[9]- سعيد, الاء عباس احمد, مشرف-عبد القادر النور, & علي، جميلة مأمون مدثر محمد. (2015). دور الوسائط المتعددة في التوعية الصحية والبيئية بأضرار إستخدام اكياس البلاستيك (Doctoral dissertation, جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا).

[10]- https://sana11blog.wordpress.com/2013/11/26/ .

[11]- آدم إسماعيل أحمد محمد –الدايوكسين –أكياس البلاستيك و تلوث البيئة - دار عزة للنشر والتوزيع- ص109-111.

[12]-فاطمة محمد الديب .البلاستيك الحيوي كبديل للبلاستيك التقليدي مدرسة الشعلة الخاصة -الشارقة /دولة الإمارات العربية المتحدة . https://arsco.org/article-detail-32015-4-0 .

[13]-BOUDJELLA Souad -LAHRECH Nour El Houda.Valorisation du déchet de pomme de terre pour la préparation de films plastiques biodégradables à base d'amidon-Mémoire de MASTER-UNIVERSITÉ de BLIDA 1- 2016/2017

[14]-European Bioplastics . http://en.european-bioplastics.org

[15]-Y.J chen.Bioplastics and their role in achieving global sustainability. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research2014 1 6 . P .231-226

[16]-European Bioplastics. MarienstuaBe .january ,P 2016 19

[17]-J & ,.Butler, P Kerry .Smart packaging technologies for fast moving consumer goods .UK : John Wiley & Sons 2008.

[18]-SrikanthPilla, Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications. Massachusetts : Wiley-Scrivener PublishingLLC 2011.

[19]-N., Chapleau, N. et Li, H Legros .La plasturgie et les matériauxbiosourcés. Colloque québécois sur les bioplastiques compostables Sherbrooke ,2011.

[20]- https://www.almazeyd.com/.

[21]-https://www.almrsal.com/post/914416.

[22]-TJAHJONO, Benny, et al. Advancing bioplastic packaging products through co-innovation: A conceptual framework for supplier-customer collaboration. Journal of Cleaner Production, 2020, 252: 119861.

[23]-TJAHJONO, Benny, et al. Advancing bioplastic packaging products through cinnovation: A conceptual framework for supplier-customer collaboration. Journal of Cleaner Production, 2020, 252: 119861.

[24]-R. L., Reddy, V. S & ,.Gupta, G. A Reddy .Study of bio-plastics as greenand sustainable alternative to plastics . .International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering2013.

[25]-GUILLET Fabien, VIANEZ Chloé BREMONT Chloé .Les Plastiques et Bioplastiques P20.

[26]-Majid, et al Jamshidian .Poly-Lactic Acid: production, applications nanocomposites, and release studies .Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety

P571-552.95.2010.

[27]-K. G., T. Gounden**,** and S. Pretorius Harding .Biodegradable-Plastics : A Myth of Marketing .?Procedia Manufacturing . 2017 P 106-110.

الفصل الثاني :

طرق تصنيع البلاستيك الحيوي و الأجهزة المستعملة في توصيفه

III- طرق تصنيع البلاستيك الحيوي :

III-1- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من السيليلوز المستخلص من نخيل التمر :

III-1-1- المواد الكيميائية و الأجهزة المستعملة :

III- 1-1-1- المواد الكيميائية المستعملة :

الجدول التالي يبين المواد الكيميائية المستخدمة في التجربة الأولى :

الجدول (III-1) : المواد المستعملة في التجربة الاولى [1].

المواد	الشكل الكيميائي	الوزن الجزيئي	درجة الانصهار	درجة الغليان	الكثافة	الشركة المنتجة
الإيثانول	C_2H_2O	46.07	-114.3	78.4	0.789	VWR CHEMICALS
أسيتون	C_3H_5O	58.08	178	329	0.791	CARLO ERBA
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	39.9971	318	1388	2.13	SCHARLAU
الماء الأكسجيني	H_2O_2	34.0147	-11	150.2	1.4	CARLO ERBA
حمض الخل المركز	$C_2H_4O_2$	60.05	289	391	1.049	ROMIL

III- 1-1-2- الأجهزة المستخدمة :

الجدول (III-2) : الأجهزة المستعملة[1].

الرقم	اسم الجهاز	نوعه
01	ميزان حساس	(GA110)METTLER TOLEDO
02	مسخن كهربائي مغناطيسي هزاز	(M16.5) Marienfel
03	مجفف كهربائي	Memmert
04	مضخة ترشيح	Knf NEUBERGERLABOPORT

*بالإضافة إلى الكيماويات و الأجهزة المستخدمة تم إستخدام زجاجيات مختلفة (كؤوس ، دوارق مخروطية ، دوارق قياسية ، أقماع ، مخابير مدرجة ، ساق زجاجية ، مكثف ، ترمومتر) ، ورق ترشيح من نوع (Whatman3) ،ماء مقطر، مغناطيس.

III- 1-2- تحضير المادة الأولية :

تأخذ المادة الأولية(الليف ، السعف ، النواة) بهيئتها الطبيعية الجافة و بعد تنظيفها جيدا يتم تجفيفها في درجة حرارة الغرفة لمدة أسبوع و بعد ذلك يتم طحنها حتى تتعرض المادة بأجمعها إلي العملية القادمة(المعالجة الكيميائية القلوية).

السعف الليف النواة

الشكل (III –1) : صورة توضح المادة الاولية بعد الطحن[1].

III- 1-3- طريقة إستخلاص ألياف السيليلوز :

قبل القيام بعملية الإستخلاص لا بد من تجهيز النبتة المراد إجراء العملية عليها و ذلك ب :

- تجفيفها في الظل و بعيد عن الرطوبة.
- تنقيتها و طحنها.

وتتم عملية الإستخلاص بنقع المادة الأولية(الليف و السعف و النواة) المراد إستخلاص السليلوز منها في مذيب مناسب و أكثر المذيبات إستعمالاً خليط من الكحول والأسيتون و أغلب الكحولات المستعملة هي الإيثانول و الميثانول و تتم عملية الإستخلاص عبر المراحل التالية :

III-1-3-1- إزالة الشمع :

نزن كمية من المادة الأولية ونضعها في دورق قياسي ونضيف إليها المزيج من (أسيتون إيثانول) بنسبة معينة، نسخن المزيج عند درجة حرارة منخفضة بإستخدام التكثيف لمدة 3.5 ساعات مع التحريك المستمر ،بعدها يتم فصل المادة بالترشيح وإجراء عملية غسل الراسب بالماء المقطر عدة مرات.

الليف النواة السعف

الشكل (III -2) : صورة العينات بعد المعالجة و الترشيح[1].

III- 1-3-1-2- إزالة لجين و الهيميسليلوز :

- **تحضير NaOH :** نسكب في دورق قياسي كمية من الماء المقطر و نضيف إليه بعض الغرامات من NaOH مع وضع رجاج مغناطيسي للخلط.
- **المعالجة الكيميائية :** نضيف إليه بقايا المادة الأولية المعالجة و نضيف إليها محلول NaOH بتركيز(7.5 mol) .ثم نسخن المزيج عند درجة حرارة متوسطة بإستخدام التكثيف لمدة ساعتان مع التحريك المستمر، بعدها يتم فصل المادة بالترشيح و إجراء عملية غسل الراسب بالماء المقطر عدة مرات حتى يصبح الراشح سائل شفاف.

النواة الليف السعف

الشكل (III -3) : صور للعينات بعد المعالجة بالقلويات[1].

III- 1-3-1-3- التبييض :

نضع نسبة من المادة الأولية المعالجة في دورق قياسي، نضيف إلي العينة مزيج (حمض الخل ، بيروكسيد الهيدروجين) ثم نسخن عند درجة حرارة مرتفعة بإستخدام التكثيف لمدة ساعتان مع التحريك المستمر، بعدها يتم فصل المادة بالترشيح و إجراء عملية غسل الراسب بالماء المقطر عدة مرات لإزالة الماء الأكسجيني و حمض الخل تماما من العينة و الحصول على سليلوز ذو لون أبيض، يجفف السليلوز المستخلص في المجفف عند درجة حرارة متوسطة لمدة ساعتان.

الشكل (III -4) : صور السليلوز المستخلص بعد التجفيف[1].

III-1-4-إنتاج البلاستيك الحيوي :

III-1-4-1- المواد الكيميائية المستعملة :

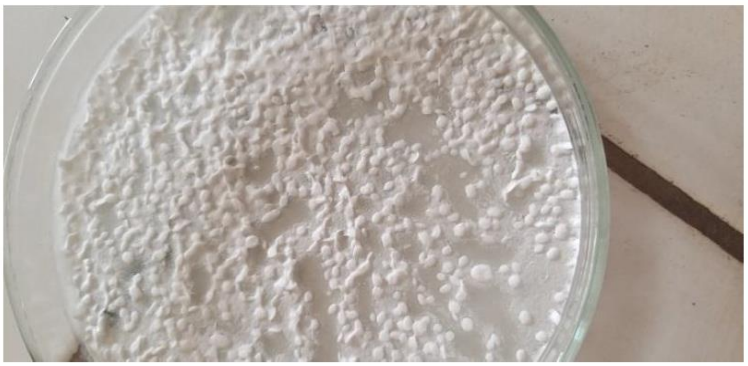
الجدول التالي يبين المواد المستعملة في التجربة الثانية.

الجدول (III-3) : المواد المستعملة في التجربة الثانية[1].

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية	درجة الإنصهار	درجة الغليان	الكثافة
نشاء الذرة	(C6H8O5)n	متغيرة	يتحلل	/	1.5
الجليسرين	(C3H8O3)	92.09	17.8	290	1.261
CNC	(C6H10O5)	/	/	/	/
الماء المقطر	(H2O)	18.01	0	100	997

III-1-4-2- تحضير البلاستيك الحيوي :

يتم تذويب عينة من النشا في ماء مقطر مع التسخين في درجة حرارة متوسطة لمدة 15 دقيقة مع التحريك المستمر، ثم بعد ذلك يضاف السليلوز على شكل مسحوق، ثم يتم إضافة الجليسرين مع التسخين لمدة ساعتين عند درجة حرارة متوسطة مع التحريك المستمر، ثم صب الخليط وتبريده على ألواح زجاجية و تجفيفه عند درجة حرارة الغرفة[1].



الشكل (III -5) : صورة البلاستيك الحيوي المحضر [1].

III- 2- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من زيت النخيل عناقيد الثمار الفارغة OPEFB :

III-2-1- جمع OPEFB :

يتم جمع OPEFB من مطحنة زيت النخيل في جزيرة بانجكا بإندونيسيا. يقطع EFB الطازج ويجفف في الشمس حتى يصبح المحتوى الرطوبي أقل من 10٪. EFB المجففة والمقطعة إلى قطع صغيرة تخزن في وعاء في درجة حرارة الغرفة.

III-2-2- عزل وتنقية السليلوز:

يتم تجفيف EFB المجفف بواسطة جرعة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH. يسخن الهاضم لمدة 5 ساعات. يتم غسل اللب بالماء لإزالة بقايا هيدروكسيد الصوديوم والسائل الأسود. يتم خفق اللب في الخافق المختبري للحصول على لب بمستوى خالي. ثم يستخدم هيبوكلوريت الصوديوم لتنقية السليلوز. بعدها يعالج اللب (من القاعدة) في دورق يحتوي على الماء منزوع الأيونات مع عينة من هيبوكلوريت الصوديوم عند درجة حرارية متوسطة. تستمر إضافة هيبوكلوريت الصوديوم على فترة ساعتين حتى يصبح السليلوز أبيض. يتم ترك السليلوز في حالة حامضية لمدة 12 ساعة قبل الغسيل. ثم يغسل السليلوز ثلاث مرات بإستخدام ماء منزوع الأيونات.

III- 2-3- أكسدة السليلوز :

تضاف كمية من السليلوز EFB (من القاعدة) إلى زجاج Erlenmeyer. يتم تشريب السليلوز بمقدار من بيروكسيد الهيدروجين بتركيزات مختلفة. يتم الحفاظ على الرقم الهيدروجيني للمحلول بإستخدام محلول M NaOH(0.1) أو HCl M (0.1) ، حسب الحالة. يتم إهتزاز معلق السليلوز بشكل مستمر بشاحن كهربائي لمدة 24 ساعة. في التفاعل ، يرشح اللب ويغسل لمدة أربع مرات على الأقل ثم يجفف قبل المعالجة.

III- 2-4- تحضير البلاستيك الحيوي (السليلوز النشا) :

يحضر مركب البلاستيك الحيوي لمركب (السليلوز - النشا) بواسطة صب المحلول وعملية التبخر. بإستخدام نشا الكسافا كمصفوفة البوليمرات والجلسرين كمواد ملدنة. يتم تعليق كمية من نشا الكسافا في الماء المقطر وتسخينه عند درجة حرارة متوسطة لمدة 15 دقيقة من أجل الجلتنة. يضاف محلول السليلوز ببطء إلى النشا الجيلاتيني ويقلب حتى يختلط كل السليلوز جيدًا في النشا الجيلاتيني. وإضافة الجلسرين بتدرج. يبرد الخليط ويصب على ألواح أكريليك acrylic ويجفف بالهواء. في النهاية تقشر الاغشية المنتجة وتحفظ في كيس بسحاب وتخزن في مجفف [2].

III- 3- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من مخلفات البطاطس :

III- 3-1- إستخلاص النشا من البطاطس :

III- 3-1-1- الأجهزة و الطريقة :

III- 3-1-1-1- الأجهزة:

حاويتين - مبشرة - مصفاة - سكين - مقشرة - ملعقة - البطاطس.

الشكل (III -6) : معدات إستخراج النشا[3].

III- 3-1-1-2- الطريقة:

لإستخلاص نشا البطاطس نقوم بتنظيف الدرنات ثم نقشر البطاطس بإستخدام مقشرة ثم نبشروها ونستعيد اللب في وعاء ونضيف الماء إلى لب البطاطس يُمزج جيدًا بالملعقة ثم يُصفّى المزيج بإستخدام مصفاة ويُترك المحلول يستقر, يستقر النشا في قاع الوعاء بعد بضع دقائق ، ويرفع الماء بإستخدام ماصة ويترك ليجف في الهواء الطلق لبضعة أيام، ثم يجمع المسحوق في زجاجة.

الشكل (III -7) : إستخلاص النشا[3].

III- 3-2- تصنيع البلاستيك الحيوي :

III- 3-2-1- المواد و الطريقة :

III- 3-2-1-1-المواد المستعملة :

***النشا :** يتكون النشا من بوليمرين لهما تراكيب أولية مختلفة : أميلوز، جزيء خطي، وأميلوبكتين، جزيء متفرع. إنه جزيء خطي بشكل أساسي يتكون من وحدات D-glucose مرتبطة بروابط من النوع (1) α،4.

***الجليسرين** ($C_3H_8O_3$) **:**عبارة عن بوليول. الاسم الرسمي لها هو1,2,3-propanetriol . إنه ثلاثي ، له 3 وظائف كحول.

يعمل الجلسرين كملدنات ، فهو يزيد من الحجم الحر بين سلسلتين من البوليمرات لتقليل تفاعلاتها وبالتالي تعزيز حركة أحدهما بالنسبة للآخر.

يجعل وجود هذا الملدن من الممكن تقليل التسخين لأن الملدن أدخل بالفعل حجمًا حرًا بين السلاسل. إستخدام الجلسرين يجعل البلاستيك أكثر مقاومة للتوتر والإنحناء ويأخذ لونًا شفافًا.

*** NaOH:** هيدروكسيد الصوديوم مادة صلبة أيونية لها الصيغةNaOH . يسمى المحلول الناتج عن إنحلال هذه البلورة بالصودا ،هيدروكسيد الصوديوم شديد الذوبان في الماء وقابل للذوبان في الإيثانول. و الصودا هي محلول كيميائي شفاف ومسبب للتآكل. أيون الهيدروكسيد هو قاعدة قوية. حيث يعمل إستخدام هيدروكسيد الصوديوم على تقليل اللزوجة ويسمح أيضًا بالحصول على محلول محايد.

***Hcl :** حمض الهيدروكلوريك هو محلول مائي يحتوي على أيونات الأكسونيوم كمواد مذابة. حيث يعمل Hcl على تعزيز تدمير حبوب النشا.

الشكل (III -8) : معدات تصنيع البلاستيك الحيوي[3].

III- 3-2-1-2- طريقة التصنيع :

لعمل البلاستيك الحيوي نقوم بخلط كمية من نشا البطاطس الذي تم تحضيره مع الماء المقطر ونضيف الجلسرين وحمض الهيدروكلوريك ونقوم بتقليب الخليط بإستخدام قضيب زجاجي ، ثم نقوم بتسخين المحلول فوق صفيحة التسخين عند درجة حرارة مرتفعة لمدة 15 إلى 20 دقيقة ، أثناء تكوين خليط متجانس لزج للغاية والذي سيخفف تدريجياً بواسطة إضاف حمض الهيدروكلوريك لتحييد المزيج وإضافة بضع قطرات من الصبغة حسب إختيارك ، بمجرد أن يتم إعادة تسخين الخليط تمامًا ، يُسكب المزيج على ورق ويُترك ليجف في الفرن عند درجة حرارة مرتفعة لمدة ساعة واحدة ، ثم يُترك في الهواء ليجف لمدة 3 إلى 4 أيام [3].

III- 4- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من قشور الموز :

III- 4-1- المواد و الطريقة المستعملة :

III- 4-1-1- المواد الكيميائية المستعملة :

قشور الموز الأخضر، حمض الهيدروكلوريك ، هيدروكسيد الصوديوم ، ميتا كبريتات الصوديوم ، الجلوكوز، الجلسرين واليوريا.

III- 4-1-2- الطريقة المستعملة :

أولا : تحضير معجون الموز :

يتم جمع قشور الموز وغسلها وتقطيعها إلى قطع صغيرة ونقعها بمادة ميتا كبريتات الصوديوم لمدة 45 دقيقة لمنع تحول المعجون إلى اللون البني. تطحن القشور في شكل معجون بإستخدام المطحنة لمدة دقيقتين ثم نخلها بإستخدام منخل شبكي. وهكذا ، تم غسل المعجون الناتج بإستخدام الإيثانول لإزالة الصوديوم Na2S2O5[4].

الشكل (III -9) : الخطوات المتبعة في تحضير معجون الموز [4].

ثانيا : تحضير البلاستيك الحيوي :

يتم أخذ مواد ملدنة مختلفة ، مثل الجلسرين واليوريا والجلوكوز والماء المقطر، لتحضير أربعة أنواع مختلفة من البلاستيك الحيوي. تضاف كمية من حمض الهيدروكلوريك وكمية من الملدنات المعنية وهيدروكسيد الصوديوم في حجم معين من معجون الموز. للمساعدة في عملية تكوين الأغشية عن طريق كسر الرابطة H بين سلسلة الجلوكوز في النشا يستخدم HCL في التحلل المائي لـ اميلوبكتين. يضاف هيدروكسيد الصوديوم لتحييد حموضة الخليط و الملدنات المعنية للمساعدة في المعالجة ولتحسين مرونة الفيلم. يتم تقليب الخليط ونقله إلى أقراص بتري لفرن التسخين عند درجة حرارة مرتفعة لمدة 30 دقيقة. بعد التسخين، يتم وضع العينات للتجفيف لمدة يومين في درجة حرارة الغرفة الشكل (III -10)[4].

الشكل (III -10) : خطوات توضح تحضير البلاستيك الحيوي من قشر الموز[4].

III- 5- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي من قشر الكاكاو (نفايات صناعة الشوكولاتة) وتفل قصب السكر (نفايات صناعة السكر) :

III- 5-1- الأدوات و المواد الكيميائية و الطريقة المستعملة :

III- 5-1-1- الأدوات والمواد الكيميائية المستعملة :

قشر الكاكاو - تفل قصب السكر- ماء مقطر- السوربيتول - الجلسرين – سكين – فرن – صينية – مطحنة.

III- 5-1-2- الطريقة المستعملة :

III- 5-1-2-1- جمع العينات والمعالجة المسبقة :

تجمع عينة من قشر الكاكاو ,و تجمع عينة من تفل قصب السكر. يحتفظ بالعينات التي تم جمعها للمعالجة المسبقة التي إشتملت على خطوتين ، التجفيف والتحجيم . يتم وضع عينة قشر الكاكاو في فرن لعملية التجفيف عند درجة حرارة متوسطة لمدة أربعة أيام بعد تقطيع العينات إلى قطع صغيرة تقريباً. في هذه الأثناء. تقطع عينة تفل قصب السكر إلى قطع صغيرة وضعها في صينية تخضع لعملية التجفيف الشمسي لمدة خمسة أيام. أخيراً ، تطحن كلتا العينات المجففة ونخلها للحصول على المساحيق الدقيقة للإستخلاص.

III- 5-1-2-2- إستخراج السليلوز من قشر الكاكاو :

في البداية يخضع مسحوق CPH الناعم لمعالجة قلوية لمدة ثلاث ساعات عند درجة حرارة مرتفعة عن طريق نقع العينة في محلول هيدروكسيد الصوديوم. بعد الإجراء، تنظف العينة بالترشيح بالماء المقطر لإزالة بقايا هيدروكسيد الصوديوم الزائدة حتى يتم الوصول إلى الرقم الهيدروجيني المحايد. بعد ذلك، يتم تجفيف العينة في فرن لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة متوسطة قبل الإستمرار في عملية التبييض لمدة45 دقيقة عند درجة حرارة ساخنة على صفيحة التسخين بإستخدام بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) كمبيض بعد ذلك، تغسل العينة المبيضة بشكل مناسب بإستخدام الماء المقطر لإزالة بقايا التبييض حتى يتم الوصول إلى الرقم الهيدروجيني المحايد. بعد التبييض ، تم تجفيف العينة مرة أخرى في فرن عند درجة حرارة متوسطة لمدة 24 ساعة. تطحن العينة المجففة والمبيضة ونخلها للحصول على مسحوق السليلوز.

III- 5-1-2-3- إستخراج الألياف من قصب السكر :

أولا ، معالجة مسحوق تفل قصب السكر الناعم باستخدام محلولNaOH لمدة ساعة مع التقليب المستمر عند درجة حرارة الغرفة. بعد ذلك ، يغسل محلول تفل قصب السكر المعالج ويرشح بإستخدام الماء المقطر حتى يتم الحصول على الرقم الهيدروجيني المحايد. يتم تجفيف الألياف المستخرجة في فرن عند درجة حرارة متوسطة لمدة 24 ساعة. بعد ذلك ، تبيض الألياف المجففة عن طريق التقليب بمحلول يحتوي الخل و كلوريد الصوديوم على اللوح الساخن لمدة ساعتين عند درجة حرارة متوسطة. يستمر الإجراء بترشيح وغسل الناتج بإستخدام الماء المقطر لتحييد الرقم الهيدروجيني. تجفف الألياف المبيضة بالفرن عند درجة حرارة متوسطة

لمدة 24 ساعة. الهدف من إجراء معالجة التبييض هو إزالة اللجنين من المركب. تحفظ الألياف المجففة والمبيضة لمزيد من الإستخدام بعد إجراءات الطحن والغربلة.

III-5-1-2-4- تحضير أغشية البلاستيك الحيوي :

تم تحضير كمية من مسحوق السليلوز قشر الكاكاو والجلسرين و الماء المقطر و السوربيتول. تخلط جميع المكونات في دورق وتقليبها على اللوح الساخن لمدة 15 دقيقة حتى يتبخر الماء ، إلى أن يصبح المحلول لزجا. بعد ذلك ، يسُكب الخليط وينشر في طبق بتري زجاجي لإنتاج بلاستيك قائم على السليلوز. يتم تجفيف هذا الفيلم البلاستيكي الحيوي في الفرن لمدة ساعتين عند درجة حرارة متوسطة ثم يترك في درجة حرارة الغرفة لمدة ثلاثة أيام تقريباً للوصول إلى الوزن الثابت. تمت تسمية فيلم البلاستيك الحيوي هذا كعينة تحكم للسليلوز حيث لم تتم إضافته بالألياف.

من ناحية أخرى، تم إجراء نفس الإجراء لإنتاج غشاء بلاستيكي حيوي من قصب السكر. تحضير جميع المكونات التي تتكون من كمية ألياف تفل قصب السكر، والجلسرين، والماء المقطر، و السوربيتول وخلطها في دورق. بعد ذلك ، يقلب المحلول على اللوح الساخن لمدة 30 دقيقة حتى يحدث التبخر في النهاية ، ويصبح المحلول لزجاً. ثم يسُكب الخليط وينشر في طبق بتري زجاجي لإنتاج بلاستيك قائم على الألياف. يجفف فيلم البلاستيك الحيوي لمدة ساعة عند درجة حرارة متوسطة في الفرن ثم تجفيفه في درجة حرارة الغرفة لمدة يومين تقريبا[5].

III- 6- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي بإستخدام نشا الكسافا :

III- 6-1- الأدوات و المواد و الطريقة المستعملة :

III- 6-1-1- الأدوات والمواد الكيميائية المستعملة :

درنات الكسافا - كحول عديد الفاينيل- الماء- أستر (مثل أسيتات البولي فينيل)- بودرة التلك (زيوت التشحيم)- الجلسرين (ملدن) -اليوريا – سكين - آلة صريف (خلاط) - غربال -قماش الترشيح - صَحن - فرن لتجفيف النشا - ملعقة خشبية (لخلط المواد) –حاوية (لجمع العينات المراد وزنها).

III-6-1-2- الطريقة المستعملة :

أولا : تحضير نشا الكسافا :

يتم تقشير درنات الكسافا يدويًا وغسلها بماء، ثم نبشرها. ثم يتم خلط الكسافا المبشور بالماء (3 أضعاف حجم الكسافا المبشور). يتم نخل الخليط وترشيحه بإستخدام منخل خشن وتصفية القماش على التوالي. بعد ذلك ، يُسمح للرشح بالإستقرار لمدة ست ساعات. يتم خلط النشا الناتج (البقايا) بالماء مرة أخرى ويترك ليترسب لمدة إثني عشر ساعة. وهذا ما يسمى بغسل النشا، وبعد ذلك يتم صبها. يتم تجفيف النشا (الرطب) يدويًا ثم تجفيفه في الفرن، عند درجة حرارة مرتفعة لمدة 4 ساعات ، للتأكد من أن النشا في أدنى محتوى مستوى الرطوبة.

ثانيا : تحضير أغشية البلاستيك الحيوي :

ويتم تحضير مزيج من نشا الكسافا المسحوق ، و سائل كحول البولي فينيل ، وبودرة التلك ، واليوريا. يضاف الخليط الناتج إلى الجلسرين. ثم يقلب الخليط بالكامل للحصول على مسحوق شبه جاف. بعد ذلك ، يتم بثق الخليط باستخدام آلة بثق Blownfilm لإنتاج فيلم قابل للتحلل الحيوي، والذي يمكن إستخدامه إما مباشرة أو تعديله[6].

III- 7- طريقة تصنيع البلاستيك الحيوي بإستخدام الجيلاتين أو الآجار :

III- 7-1- الأدوات والمواد الكيميائية والطريقة المستعملة :

III- 7-1-1- الأدوات والمواد الكيميائية المستعملة :

ستحتاج إلى المكونات الآتية لعمل البلاستيك الحيوي بهذه الطريقة: جيلاتين أو مسحوق الآجار (اجار الطحالب كبديل للجيلاتين) وجليسرول وماء ساخن وملعقة تقليب ووعاء وموقد ومقياس حرارة مُخصص للطهي.

III- 7-1-2- الطريقة المستعملة :

أولا : أخلط المكونات السابقة في الوعاء مع التقليب إلى أن تتخلص من أيّة تكتلات، قد تضطر لإستعمال مخفقة لهذه الخطوة. ضع الخليط عقب ذلك في وعاء على الموقد و إبدأ في التسخين على درجة حرارة متوسطة. أضف بضع قطرات من ملون الطعام في هذه المرحلة إذا أردت تلوين البلاستيك.

ثانيا : سخّن الخليط إلى درجة حرارة مرتفعة أو إلى أن يصبح رغوًا. إستخدم مقياس الحرارة في مراقبة حرارة الخليط إلى أن يصبح الخليط رغوًا، عندئذ إرفع الخليط عن الموقد سواء وصل لتلك الحرارة أو أصبح رغوًا. إستمر في التقليب أثناء التسخين.

ثالثا : صُب الخليط على سطح ناعم مُغطى بورق الفويل أو البارشمان. ستحتاج قبل صب الخليط من الوعاء إلى التخلص من أيّة تكتلات أو رغاوي عن طريق التقليب بملعقة إلى أن يصبح الخليط في قوام مناسب، حينها يُمكنك صبه على الورق.

رابعا : أترك البلاستيك ليجف ويصبح صلبًا لمدة يومين على الأقل. يختلف الوقت الذي يحتاجه البلاستيك ليجف على حسب سُمكه، ولكن في أغلب الحالات يستغرق الأمر حوالي يومين. يُمكنك تعجيل هذه الخطوة بإستخدام مجفف الهواء على البلاستيك، إلا أنه يُفضل تركه ليجف من تلقاء نفسه خلال يومين.

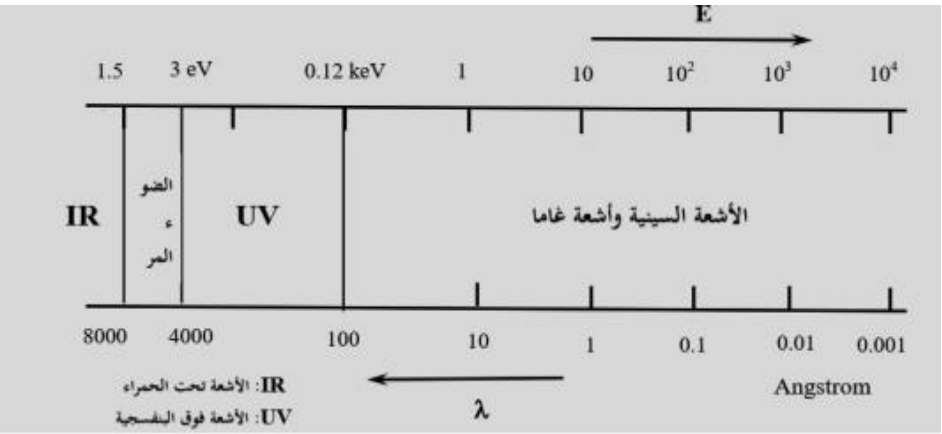
تذكر أنك لن تتمكن من تشكيل البلاستيك فور صلابته؛ لأن عملية التشكيل يجب أن تتم في المرحلة التي تسبق ذلك بينما لا يزال البلاستيك ساخنًا وقابل للتشكيل[7].

IV- الأجهزة المستعملة في توصيف البلاستيك الحيوي :

IV-1- مطيافية إنعراج الأشعة السينية DRX :

IV-1-1- تعريف الأشعة السينية :

كان لإكتشاف الأشعة السينية من قبل العالم رونتجن سنة 1895م أثر كبير على حياة الإنسان في مختلف النواحي الطبية والصناعية والعلمية. الهدف من إستخدام تقنية إنعراج الأشعة السينية هو دراسة البنية الدقيقة للمادة و معرفة التركيب البلوري لها. وهي نوع من أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية غير المرئية، حيث أن لها نفس طبيعة الضوء المرئي ولكن مع طول موجي اقصر بكثير حيث يتراوح الطول الموجي لها بين 01.0 و100إنغشتروم، مما يجعلها قادرة على إختراق الأجسام [8].



الشكل (IV-1) : موقع الأشعة السينية ضمن مخطط طيف الأشعة الكهرومغناطيسية.

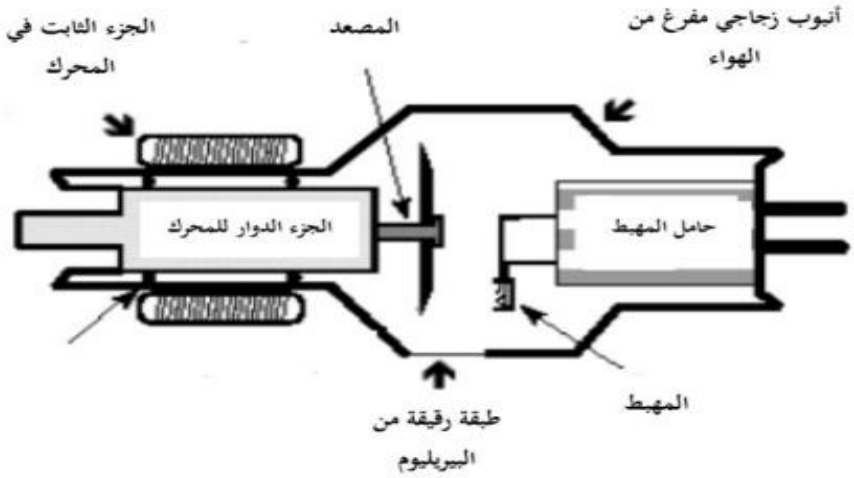
IV-1-2- آلية توليد الأشعة السينية :

يتكون جهاز توليد الأشعة السينية بشكل أساسي من أنبوب توليد الأشعة، لوحة التحكم الأساسية، مولد الجهد العالي ونظام التبريد. أنابيب الأشعة السينية هي عبارة عن أنبوب زجاجي محكم الإغلاق ومفرغ من الهواء ويوجد فيه فتحة مغلقة بطبقة رقيقة من البيريليوم تسمح بإنبثاق الأشعة السينية. يتكون أنبوب الأشعة السينية من :

IV-1-2-1-المهبط : يتم إختياره من مادة ذات درجة إنصهار عالية حيث يطبق عليه تيار من مرتبة 3 حتى 8 أمبير وتوتر في حدود 20 فولط بحيث تصل درجة حرارة المهبط إلى مرحلة تمكن من جعل الإلكترونات السطحية للمعدن أقل إرتباطا بذرتها.

IV-1-2-2-المصعد : ويدعى مادة الهدف حيث ينبغي أن يكون ذو عدد ذري عالي، وعادة ما يستعمل التغستن (Tungstène) في التطبيقات الصناعية وفي مجال الراديو لوجي ويستخدم الموليدينو مأو الراوديوم في أجهزة التشخيص الماموغرافي.

IV-1-2-3-أنابيب التبريد : والتي تعمل على تبريد مادة المصعد بواسطة الماء النقي (الشكل VI-2).



الشكل (IV-2) : يبين الأجزاء الأساسية في مولد الأشعة السينية[8].

يؤدي فرق الجهد العالي بين المهبط والمصعد إلى تولد الأشعة السينية بحيث يتم توجيه وتسريع الإلكترونات الصادرة عن المهبط بعد تسخينه بحيث ترتطم بشدة بالمعدن الهدف وتدعى المساحة من مادة الهدف والتي ترتطم بها الإلكترونات المسرعة بالبقعة المحرقية.

IV-1-3- خصائص الأشعة السينية :

- الأشعة السينية تنساب بخط مستقيم وبسرعة مساوية لسرعة الضوء.
- لا تتأثر الأشعة السينية بوجود الحقل المغناطيسي أو الحقل الكهربائي وهذا ما يدل على أنها لا تحمل أي شحنة كهربائية.
- يتغير طول موجة الأشعة السينية، بحسب طبيعة معدن المهبط.
- تستطيع جرح أو قتل الخلايا الحية و أحيانا إحداث تغيرات عضوية فيها.
- تتمتع بإزدواجية الطبيعة بحيث إنها تبدو في بعض الأحيان كالموجة (الحيود مثلا)وفي بعضها الأخر كمجموعة حبيبات طاقة قادرة على تحرير الكهرباء أو أكثر في بعض الأجسام الصلبة محدثة بذلك تيار كهربائيا تسبب فلورة أو فسفرة بعض الأجسام [9].

إن الهدف من إستخدام تقنية حيود الأشعة السينية هو دراسة البنية الدقيقة للمادة ومعرفة التركيب البلوري لها.

IV -1-4- مبدأ جهاز حيود الأشعة السينية :

يستند مبدأ جهاز الأشعة السينية على العلاقة التالية :

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

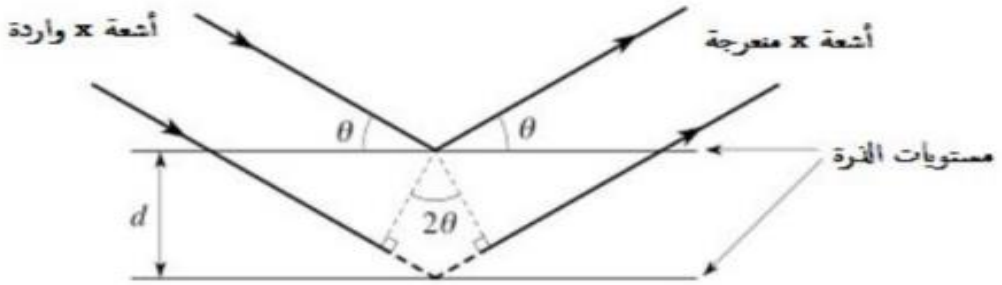
وتعرف هذه المعادلة باسم قانون براغ حيث :

n : و هي مرتبة الحيود.

λ :تمثل الطول الموجي.

d :تمثل المسافة البينية .

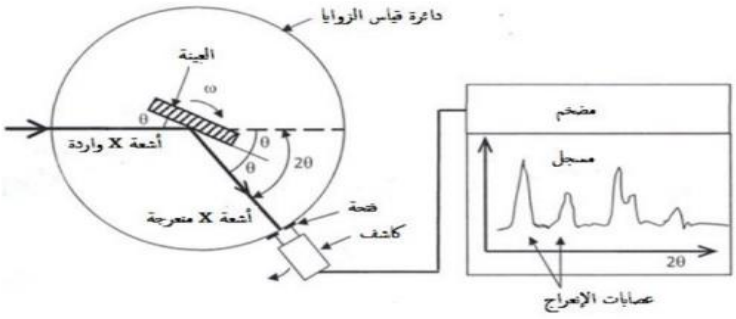
يحدث حيود الأشعة السينية ذات الطول الموجيλ فقط عند زاوية خاصة Θ تعين من خلالها المسافة البينية d بين المستويات البلورية [10] كما هو موضح في الشكل(IV-3) .



الشكل (IV-3) : مخطط حيود الأشعة السينية [10].

IV-1-5- مسار الأشعة داخل جهاز حيود الأشعة السينية :

تثبت العينة على قاعدة الحامل، يمكن لها أن تدور حول محور عمودي، كما بالشكل. عند ورود الأشعة السينية من المنبع على بلورة فإن مستويات الذرات تعمل كمرايا صغيرة تحيد الأشعة وفق أنماط منتظمة، وكل نوع من هذه البلورات له مخطط مختلف من الحيود، حيث تتعلق زاوية الحيود بشكل رئيسي بتغير البنية البلورية وطول موجة الأشعة السينية الواردة على البلورة. ثم تركز الأشعة السينية الصادرة عند فتحة الكاشف حيث تدخل إلى العداد.



الشكل (IV-4) : مسار الأشعة داخل جهاز حيود الأشعة السينية [11].

تتغير زاوية الورود أثناء القياس خطوة بخطوة، وفي كل خطوة تسجل الشدة الفعلية للشعاع المنعكس بواسطة عداد. عندما يتحقق شرط براغ تظهر قيمة لشدة الشعاع المنعكس[11].

IV-1-6- تحضير العينة لإجراء القياس بواسطة حيود الأشعة السينية :

قبل إجرء عملية إنعراج الأشعة السينية تم سحق يدوي للمادة المحضرة للحصول على جسيمات صغيرة وذلك لضمان نتائج جيدة. تموضع المسحوق على حامل العينة و ضغطه بواسطة صفيحة للحصول على قرص ذو سطح مستوى. هذه العملية ضرورية لتسجيل مخطط حيود الأشعة السينية.

IV -1-7- الجهاز المستعمل في حيود الأشعة السينية :

الجهاز الذي إستعملناه لتنقية حيود الأشعة السينية (DRX) هو diffraction Powder benchtop Proto كما هو موضح في الشكل (IV-5) . حيث يعمل هذا الجهاز بطول موجي λ=54.1 Å و تحت توترمقداره 30 Kev وشدة تيار 20mA.

الشكل (IV-5) : جهاز إنعراج الأشعة السينية المستعمل.

IV-2- مطيافية إمتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR :

IV-2-1- تعريف مطيافية الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء :

هي أحد فروع علم الأطياف الذي يتعامل مع المنطقة التحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي. أين يقع طيف الأشعة تحت الحمراء بين الطيف المرئي وطيف أشعة المايكروويف. تسمح هذه التقنية بتحديد الروابط الكيميائية الداخلة في التراكيب الجزيئية للمواد العضوية واللاعضوية وكذلك البلورية وغير بلورية دون التأثير على خصائصها. كما تغطى الأشعة تحت الحمراء منطقة كبيرة من الطيف الكهرومغناطيسي ككل وتنقسم إلى ثلاث مناطق [12] :

***الأشعة تحت الحمراء القريبة:** وهي الأقرب إلى الأشعة المرئية وبالتحديد إلى اللون الأحمر.

* **الأشعة تحت الحمراء البعيدة:** تكون الأقرب لأشعة المايكروويف.

* **الأشعة تحت الحمراء الوسطى:** وهي التي تقع بين المنطقتين السابقتين [6].

يستعمل أيضا في تحليل المواد الأشعة التحت الحمراء المتوسطة (1- cm 400-4000) لتحليل المواد.

IV-2-2- مبدأ مطيافية الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء :

يعتمد مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء على التداخل بين طيف هذه الأشعة والروابط الكيميائية للمواد. يؤدي إمتصاص الأشعة تحت الحمراء إلى حركة إهتزازية للذرات المكونة للجزيء[14]. حيث ينشا عن الحركة الإهتزازية للذرات بالنسبة لبعضها البعض تغير دوري في :

1- طول الرابطة الكيميائية.

2- الزوايا بين هذه الروابط.

و تتوقف طاقة الأشعة الممتصة لأي من الحركات الإهتزازية في الجزئي على :

- نوع الذرات.
- طبيعة الزوايا الكيميائية المتضمنة في الحركة الإهتزازية.

وعلى ذلك فإنه بتحليل طيف الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء فإنه يمكن معرفة طاقة الإمتصاص ومنها يمكن معرفة نوع الذرات والروابط الموجودة في الجزيء، وعليه يعتبر طيف الأشعة تحت الحمراء أحد الوسائل المهمة لتشخيص المجاميع .

IV-2-3- أنواع الإهتزازات الجزيئية :

يسبب إمتصاص الأشعة تحت الحمراء حركة إهتزازية للذرات المكونة للجزيء، وينشأ عن الحركة الإهتزازية للذرات بالنسبة لبعضها البعض تغير دوري في طول الروابط الكيميائية والزوايا بين هذه الروابط [15]. يمكن تقسيم حركة إهتزازات الذرات إلى :

IV-2-3-1-الإهتزاز بالتمدد :

ينشأ إهتزاز التمدد عن تغير المسافة بين الذرات في إتجاه محور الرابطة دون تغيير الزوايا بين الروابط ، الشكل (IV-6) يوضح أنماط إهتزازات التمدد، و تقسم إلى نوعان :

أ - تمدد بسيط : يشمل تمدد رابطة واحدة فقط.

ب - تمدد مزدوج : يشمل تمدد رابطتين أو أكثر في أن واحد، وهنا يحدث نوعان من التمدد الإهتزازي المزدوج.

ج - تمدد مزدوج متماثل : وفيه يحدث تمدد للرابطتين معا أو تقلصهما معا.

د- تمدد مزدوج غير متماثل : ويحدث فيه تمدد إحدى الروابط، بينما تنكمش الأخرى بالتزامن مع الأولى [15].

الشكل (IV-6) : إهتزازات التمدد المتماثلة والغير المتماثلة [15].

IV-2-3-2- إهتزاز الإنحناء :

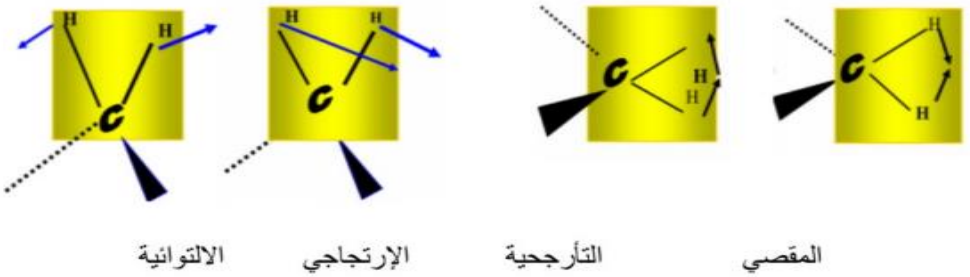
ينشأ إهتزاز الإنحناء عن تغير الزاوية بين الرابطتين، مما يؤدي إلى تغير إتجاه محور الرابطة، وقد تكون حركة الذرات في مستوى الرابطتين أو خارجه كما يوضح الشكل (IV-7) . ويمكن تقسيمه إلى أربعة أصناف :

أ- إنحناء التأرجح (rocking) : تتأرجح الوحدة التركيبية يمينا وشمالا في مستوي إتزانها.

ب-إنحناء مقصي (scissoring) : تتقارب الرابطتان ويتباعدان بالنسبة لبعضهما البعض بحركة تشبه حركة المقص في مستوى الإتزان نفسه.

ج- إنحناء إرتجاجي (wagging) : تتأرجح الوحدة التركيبية إلى الأمام و الخلف خارج مستوي إتزانه.

د- إنحناء التوائي (twisting) : تلف الذرات حول الرابطة بينها وبين باقي الجزيء خارج مستوي إتزانه[9].



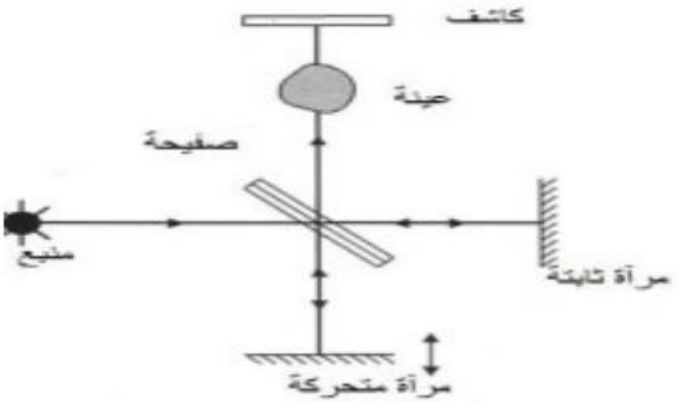
الشكل (IV-7) : إهتزازات التشوه المختلفة [16].

IV-2-4- إمتصاص الأشعة تحت الحمراء :

عندما تمتص جزيئات المادة الأشعة تحت الحمراء، فيحدث إثارة لذرات المادة نتيجة لهذه الطاقة الممتصة، وهذه الإثارة تكون في صورة إهتزاز لذرات هذه المادة أي يحدث إنتقال إهتزازي للذرات بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء، مما يؤدي إلى تغير دوري في طول الرابطة الكيميائية، أو تغير في الزوايا بين الروابط الكيميائية في الجزيء، وقد تنتج كل حركة إهتزازية من حركة ذرتين أو قد تشمل مجموعة من الذرات [17].

IV- 2-5- مسار الأشعة داخل جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء :

ينقسم الشعاع الوارد من المصدر إلى حزمتين متساويتين بواسطة موشور كما هو موضح في الشكل (IV-8) , الحزمة الأولى توجه إلى المرآة الثابتة، أما الحزمة الثانية توجه إلى المرآة المتحركة. يتم تجميع هذان الشعاعان بعد ذلك في نفس المسار لتعبر العينة ومن ثم الكاشف الذي يستقبل الشدة الضوئية الكلية [18-19].



الشكل (IV-8) : مسار الأشعة في مطياف FTIR [19].

IV-2-6- الجهاز المستعمل في مطياف الأشعة تحت الحمراء :

في إطار دراستنا هذه إستخدمنا مطياف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه و المصنع من طرف الشركة اليابانية SHIMADZY الموجود بمخبر "الموارد الطاقوية و تثمينها وتكنولوجيتها" بجامعة الوادي وهو يغطي المجال الطيفي للأشعة الحمراء المتوسطة 400-4000cm-1 .كما هو موضح بالشكل (VI-9).

الشكل (IV-9) : جهاز FTIR المستعمل في الدراسة.

IV-3- المجهر الإلكتروني الماسح MEB :

IV-3-1- تعريف المجهر الإلكتروني الماسح :

المجهر الإلكتروني الماسح هو تقنية مجهرية إلكترونية قادرة على إنتاج صور عالية الدقة لسطح عينة بواسطة مبدأ تفاعلات المادة مع الإلكترونات. و كذلك يمكنه توفير معلومات عن التركيب الكيميائي للجسم الصلب. فهو يعتبر أداة مهمة جدا و يستعمل في العديد من المجالات كعلم الأحياء والكيمياء والمعادن والطب والجيولوجيا ... تم تطوير الأجهزة الأولى في الأربعينيات من القرن الماضي، لكن الأجهزة التجارية الأولى كانت متوفرة في منتصف الستينيات[20].

IV-3-2- مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح :

عند ورود حزمة من الإلكترونات بطاقة ابتدائية E0 على عينة صلبة يحدث لها عدد من التفاعلات المرنة والغير مرنة، حيث التفاعلات المرنة تكون أساسا مع النواة التي تؤدي إلى تغير في إتجاه الإلكترونات الواردة (تشتت)، وبالتالي يصبح لكل إلكترون طريق مختلف عن الأخر وطول موجي محدد وبشكل عشوائي. إما في ما يخص التفاعلات الغير المرنة فإنها تسبب خسارة تدريجية لطاقة الإلكترونات الأولية في شكلين الشكل الأول يتمثل في تحويل الجزء الأكبر من طاقة الإلكترونات الأولية إلى الإكترونات المدرات الذرية مما يؤدي إلى إثارة أو تأيين هاته الأخيرة والشكل الثاني يضيع على هيئة إشعاع عند التفاعل مع النواة (إشعاع الكبح) [21]. أهم الإنبعاثات الإلكترونية والكهرومغناطيسية الناتجة عن تفاعل الحزمة الإكترونية الواردة مع العينة تتمثل في ما يلي :

1- الإلكترونات الثانوية الناتجة عن التفاعلات الغير مرنة للإلكترونات الأولية الواردة مع الإلكترونات الذرية (الإكترونات المتكافئ).
2- الإلكترونات المتشتتة تأتي من الإلكترونات الأولية والتي لديها طاقة ما بين 0 و E0والتي كان معظمها قد حدث له عدد محدود من التصادمات المرنة أو القريبة من المرنة.
3- الإكترونات أوجر،إمتصاص إنبعاث.

4- فوتونات.

5- زوج إلكترون – ثقب.

يتوقف عدد الجسيمات المنبعثة على التضاريس والتركيب وملمس سطح العينة، يتم تحليل هذه الجسيمات بواسطة كواشف مختلفة تسمح بإعطاء صورة دقيقة لسطح العينة [21].

IV-3-3- الجهاز ومبدأ القياس :

يتركب المجهر الالكتروني الماسح من :

- أنبوبة مفرغة.
- منبع الإلكترونات يسمى بالمدفع وجهاز الجهد العالي، مسرع الإلكترونات.
- مجموعه من العدسات الكهرومغناطيسية تسمى المكثفات معدة لتشكيل حزمة رقيقة ومركزة.
- عدسة كهرومغناطيسية نهائية تسمح بتركيز الحزمة على سطح العينة.
- جهاز إنحراف مرتبط بواسطة مولد المسح.
- القرص الدوار أو ما يعرف بحامل العينة المتحرك.
- كواشف.
- نظام عرض الصور مرتبط بصفة متزامنة بمولد المسح[22].

تنتج حزمة الإلكترونات من طرف مدفع الإلكترونات الذي يلعب دور المنبع، ثم تعدل هذه الحزمة من طرف عدسات كهربائية والتي لها دور مماثل للعدسات التقليدية الضوئية في المجهر الضوئي، لتمر بعدها الحزمة عبر مجموعة من الوشائع موضوعه وفقا للمحورين العموديين على محور الحزمة ملفوفة حولها تيارات متزامنة، العدسات الكهربائية والتي هي عموما عبارة عن عدسات مغناطيسية والوشائع يشكلان معا ما يعرف بالأنبوبة الإلكترونية [23]. فعندما تسقط حزمة دقيقة من الإلكترونات على العينة ينتج عدة تفاعلات تؤدي إلى توليد الإكترونات ثانوية بطاقة منخفضة، تسرع هذه الأخيرة باتجاه كاشف الالكترونات الثانوية الذي يقوم بتضخيم الإشارة حيث تتوقف شدة الإشارة الكهربائية على طبيعة العينة .وهذا ما يحدث تماما عند كل نقطة من العينة. صورة العينة تظهر في الشاشة الفسفورية في أنبوبة الكاثود وتخزن في فيلم فوتوغرافي.

IV-3-4-الجهاز المستعمل :

الهدف هو الحصول على صورة دقيقة للعينة إستعملنا الجهاز المجهر الإلكتروني من نوع PHENOM المنتج من طرف شركة PROX الموجود حاليا بمخبر الكيمياء التابع لكلية العلوم الدقيقة بجامعة الوادي.

الشكل (IV-10) : جهاز المجهر الإلكتروني الماسح المستعمل.

قائمة المراجع :

[1] ساسي, مبروكة and ,عبد اللطيف, تحضير البلاستيك الحيوي من السليلوز المستخلص من اجزاء نخيل التمر. 2021.

[2]- Cifriadi, A., et al. Bioplastic production from cellulose of oil palm empty fruit bunch. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. IOP Publishing.

[3] -OUCIF ALOUANE, A., Valorisation des déchets de la pomme de terre par la fabrication de bioplastique dans la région de Souf. 2016.

[4]- Chapain, K., et al., Effect of Plasticizers on the Physicochemical properties of Bioplastic Extracted from Banana Peels. Journal of Institute of Science and Technology, 2021. 26(2): p. 61-66.

[5] -Azmin, S.N.H.M. and M.S.M. Nor, Development and characterization of food packaging bioplastic film from cocoa pod husk cellulose incorporated with sugarcane bagasse fibre. Journal of Bioresources and Bioproducts, 2020. 5(4): p. 248-255.

[6] -Liew, K.C. and L.K. Khor, Effect of different ratios of bioplastic to newspaper pulp fibres on the weight loss of bioplastic pot. Journal of King Saud University-Engineering Sciences, 2015. 27(2): p. 137-141.

[7] -https://ar.wikihow.com.

[8] د.م.برو ، ف.م.الزحيلي، ف.م.الأحمد ، توصيف نوعيات الأشعة المستخدمة في الأشعة السينية التشخيصية، و ا ت د ع 1042 .سوريا كانون الأول 2013.

[9] محمود نصر الدين، الأشعة السينية بعض تطبيقاتها ، الهيئة العربية للطاقة الذرية تونس، ص(1614). (2008).

[10] -Chekour. L (2008) Elément de diffraction de rayons X, Unix Mentouri de Contantine p 8-11.

[11]-Powder diffraction Files Search Manual Minerals (2003) joint connittee on powder dirractionstandares, USA.

[12] - ريزان منلا.م (2019)،كتاب الطيف المغناطيسي، قسم الالكترونيات و الكهرباء.

[13] - www.chromacademy.com

[14]- حميدي نور الدين، الدراسة الفيتو كيميائية، و التقييم البيولوجي للفافونيا لونجيسينيا نبات من الجنوب العربي الجزائري، دكتورا جامعة تلمسان، الجزائر 2015.

[15] - كتاب طرق التحليل الطيفي تقنية مختبرات كيميائية, المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني المملكة العربية السعودية,226.

[16] - بريغي إ ،عطيلي (2020) ،تحضير هلام السيلسيوم انطلاقا من رمال السيلكا لمنطقة تندلة الوادي، مذكرة تحرج لنيل شهادة الماستر جامعة الوادي.

[17]- R.N.Jones and C.Sandorfy in technique of Organic chemistry ,vol .IX,Chemicalapplicqtion of spectroscopy Ed.

[18]-Stuart.B(2004) Infrared spectroscopy: Fundamentals and Applications, university of Technology Sydney Australia.

[19]-Gahtar, Abd Elouahab. Elaboration et caractérisation de couches minces ZnOdopées en aluminium déposées par spray ultrasonique. Diss. University of Eloued -.2010 ,جامعة الوادي.

[20] حازم فلاح سكيك. الميكروسكوبيات الالكترونية، اصدارات شبكة الفيزياء التعليمية، جامعة الأزهر.

[21] https://books-library.net/free -1001432057-download.

[22]- Gahtar, Abd Elouahab. Mécanismes de croissance de nanostructures à base du sulfure de nickel pour les supercondensateurs. Diss. Université de mohamed kheider biskra, 2021.

[23]- Salaken, S. M., E. Farzana, and J. Podder. "Effect of Fe-doping on the structural and optical properties of ZnO thin films prepared by spray pyrolysis." *Journal of Semiconductors* 34.7 (2013): 073003.

الفصل الثالث :

ملخص على أهم المقالات حول إنتاج البلاستيك الحيوي

V- ملخص على أهم المقالات التي تتناول أخر مستجدات صناعة البلاستيك الحيوي :

V-1- المنشور الأول :

Preparation and Characterization of Bioplastics from Grass Pea Flour Cast in the Presence of Microbial Transglutaminase.

C. Valeria L. Giosafatto , Asmaa Al-Asmar, Antonio D'Angelo , Valentina Roviello , Marilena Esposito and Loredana Mariniello.

في 28 نوفمبر 2018. من الصفحة 1-12.

المقدمة :

الحياة بدون مواد بلاستيكية لا يمكن تخيلها و سببها هو دورها المهم في مجتمعنا و تطبيقاتها في مجالات الحياة اليومية تقريبا. حيث أن غالبيتها تعتمد على موارد أحفوريه غير مستدامة .مما تسبب في تلوث يؤثر على البيئة بأكملها, منها ما يتم حرقها و منها ما يتم إعادة تدويرها .ومن أجل الحد من التلوث بواسطة النفايات البلاستيكية, طور الباحثون تقنيات مختلفة لإنتاج نوع جديد .أفضل من الأنواع التقليدية وهو البلاستيك الحيوي وهو عبارة عن مجموعة كبيرة من المواد المختلفة التي تكون إما ذات أساس حيوي او قابل لتحلل. إن الهدف الرئسي من هذا العمل هو تحضير و توصيف نوع جديد من اللدائن الحيوية آلا وهو البلاستيك الحيوي ,من جزيئات متجددة و قابلة للتحلل, لإستخدامها كأغشية صالحة للأكل وهو عبارة عن طبقة رقيقة مشكلة مسبقا. يمكن وضعها إما فوق مكونات الطعام أو بينها. تلعب دورا مهما في حفظ و حماية المواد الغذائية من التلف الميكانيكي و الأنشطة الفيزيائية و الكيميائية والمكروبيولوجية. حيث تم إستخدام دقيق البازلاء (Lathyrus sativus L.) كمصدر بوليمير حيوي. وهو من البقوليات و يعتبر من عائلة الفطريات و مربح للغاية لان البقوليات مقاومة لكل من التربة الجافة والفقيرة جدا. وله قدرة عالية على تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي. في الأخير تطرق الباحثون في هذه التجربة الي فحص البلاستيك الحيوي الناتج وفقا لشفافيتها و بنيتها المجهرية و خواصها الكيميائية .علاوة على ذلك, أجريت دراسات قابلية الهضم في ظل الظروف الفيسيولوجية من أجل تطبيق مثل هذه المواد البلاستيكية الحيوية في قطاع الأغذية و الأدوية. كما تم تمييز محاليل تشكيل الغشاء المحضر بإستخدام دقيق البازلاء المعدلة و الغير معدلة بواسطة الترانسجلوتاميناز الميكروبي.

1- طريقة عمل التجربة :

مرت التجربة بثلاث مراحل :

أولا :توصيف دقيق البازلاء : تم تحضير معلق طحين البازلاء و ذلك بإذابته في الماء المقطر بتركيز 1 ml من أجل ترسيب النشاء , ثم حفظت العينة طوال الليل عند 4 C ° .بعد ذلك تم طرد العينة عند 10000 دورة لمدة 5 دقائق عند درجة حرارة

° C 10.و تم إزالة الحبيبات. بعدها تم تحليل معلق الطحين بإستخدام امكانات زيتا بهدف تحديد الأس الهيدروجيني الأكثر استقرار لإنتاج محاليل تشكل الاغذية. تمت باستخدام برنامج zetasizer.

ثانيا : تحضير محاليل تشكل الأغشية :

1- تحضير mTGase هو إنزيم الترانسجلوتاميناز الميكروبي و قادر على تحفيز روابط الايزوبيبتيد بين الجلوتامين و الليسين و هو نشط على نطاق واسع من درجات حرارة و درجات الحموضة مع نشاط مثالي عند حوالي° C 40 و الحموضة بين7و7.5.

2- تحضير محاليل تشكيل الأغشية(FFS) : بداية تم إذابة الدقيق في 500 ml من الماء المقطر بعد مدة ساعة تم تعديل الأس الهيدروجيني وتم الطرد المركزي للمحلول لمدة 10 دقائق وإزالة الحبيبات .بعد ذالك تم تحضيرFFSs بدون mTGase بخلط 30 ml من المحلول السابق مع 200 ميكرو ليتر من الجليسرين ما يقارب 8% و19.8 ml من الماء المقطر. ثم تم تحضيرFFSs مع mTGase كما هو موضح سابقا وإضافة 1 ml من mTGase. كل من المزرعتين تم حضنها لمدة ساعتين عند ° C 37.بعد الحضانة تم تعديل بروتيناتها و الرقم الهيدروجيني إلي9.

ثالثا : إنتاج البلاستيك الحيوي و توصيفه :

*تم تحضيرFFSs . كما هو موضح سابقا, و صبه في أطباق بيتري pétri ,وضعت في غرفة مناخية عند ° C 25 و٪45 من الرطوبة لمدة 48-72 ساعة.

***توصيفه :**

- تم الحصول على نتائج قياس السماكة.
- تم التحقق في عتامة كل عينة.
- تم إجراء تحليل (SEM) لكل من السطح و المقطع العرضي للأغشية القائمة على دقيق البازلاء بإستخدام المجهر الإلكتروني الماسح. حيث أخذت 4 صور مجهرية من كل عينة.
- تحديد الخصائص الميكانيكية :قوة الشدة و الإستطالة عند الكسر. تم قياس خصائص الشدة ل4 عينات من كل نوع ذكر مسبقا. والحصول على البيانات بإستخدام برنامج Blue hll.
- إختبار الهضم في المختبر : تم إخضاع الأغشية المحضرة بغياب و وجود mTGase لثلاث مراحل في الهضم المختبري, تحت ظروف فيزيولوجية الفم و المعدة و الإثني عشر و تحليل العينات بإستخدام SDS-PAGE.

2- النتائج المتحصل عليها :

- ✓ تم إثبات أن معلق طحين البازلاء المعدل بإستخدام mTGase في وجود كمية قليلة جدا8% من الجليسرين المستخدم كملدنات, قادر على إنتاج أغشية صالحة للأكل .حيث تم ملاحظة مؤشر إمكانيات زيتا Zeta-potential والتشتت المتعددpolydispersity index لمواد FFS الناتجة لا يتأثران عند المعالجة ب mTGase .أما متوسط حجم تكتل البروتين فيبدوا أنه يتأثر قليلا بمعالجة الإنزيم. و هذا يؤدي إلى تقليل حجم الجسيمات.
- ✓ أظهر التحليل البصري ل FFSفي وجود الإنزيم أكثر شفافية مقارنة مع الغير معالجة بالإنزيم. علاوة على ذلك أظهر التصوير عن طريق المجهر الإلكتروني الماسح أن الأغشية المعدلة بالإنزيم تمتلك بنية أكثر إحكاما و تجانسا حيث بينت الدراسات أن الإنزيم mTGase سمح بالحصول على أغشية أكثر مقاومة ميكانيكيا.
- ✓ أظهر تحليل قابيلة الهضم الذي أجري في ظل الظروف الفيزيولوجية أن بروتينات طحين البازلاء تم تفكيكها بسهولة أكثر بواسطة كل من الإنزيمات المحللة للبروتين في المعدة و الإثني عشر عند تحضير البلاستيك الحيوي في غياب mTGase . في حين أن الإنزيم قادر على إنتاج بوليميرات ذات وزن جزئي مرتفع نتج عنها مقاومة للتحلل المائي.

.

- ✓ بينت التحليلات الميكانيكية أن اللدائن الحيوية المحضرة في وجود الإنزيم كانت شديدة المقاومة TS و أكثر تمددا. حيث تظهر بيانات معامل يونغ YMأن اللدائن الحيوية المصبوبة في حالة عدم وجود الإنزيم أكثر صلابة من تلك المصبوبة في وجود الإنزيم. كما سيتم تخصيص مزيد من الدراسات مستقبلا لتقييم خصائص اللدائن إتجاه نفاذية O_2 و CO_2 و بخار الماء.

الخاتمة :

تم في نهاية هذا العمل التوصل الي طريقة جديدة لتحضير البلاستيك الحيوي بإستخدام طحين البازلاء. و التعرف على أهم خصائصه .أملا في تطويره في المستقبل[1].

V-2- المنشور الثاني :

Synthetic Bioplastic Film from Rice Husk Cellulose.

A Hayatun , M Jannah , A Ahmad , P Taba.

بتاريخ 2022/03/25 الساعة 19:26. من الصفحة 1-6.

المقدمة :

أنتجت أندونيسيا 187,2 مليون طن من النفايات في عام 2010 ومن المتوقع أن تزداد كل عام، تم تنفيذ العديد من الأنشطة للحد من هذه النفايات البلاستيكية لكن دون الحصول على نتيجة. بقيت محاولات البحث عن الحل المتواصلة إلى أن تم إستخدام البلاستيك الحيوي كبديل للبلاستيك التقليدي. وهو عباره عن بلاستيك مصنوع من مواد طبيعية مثل :النشا والبروتين والسيليلوز، حيث يتم تفكيكه بسهولة بواسطة كائنات حية. دقيقة تهدف هذه الدراسة الى تصنيع بلاستيك حيوي قائم على السليلوز من قشور الأرز. هذا الأخير يحتوي على نسبة عالية من السليلوز. تم إختبار أغشية البلاستيك الحيوي الناتج للحصول على قوة ميكانيكية عالية.

1- طريقة عمل التجربة :

1-إستخلاص السليلوز من قشور الأرز :

- ✓ تم تقشير قشر الأرز من الشوائب وتجفيفها في الشمس.
- ✓ تم هرس قشر الأرز المجففة.
- ✓ ثم نقع مسحوق قشور الأرز بمذيب الميثانول لمدة 7 أيام.
- ✓ إضافة 300ml من محلول Na_2CO_3+Naoh بنسبة 5%.
- ✓ إضافة 10% من محلول H_2so_4 حتى يصل ph 3-4.
- ✓ تم تجفيفه في فرن عند° C 50.
- ✓ بإستخدام تقنية FTIR تم الكشف عن خصائص السليلوز المستخلص من قشور الأرز، مثل الرائحة و تغير اللون و تحليل مجموعته الوظيفة.

2-إنتاج البلاستيك الحيوي مع إختلاف كتلة السليلوز :

- ✓ تم إضافة 0.2, 0.4, ,0.6, 0.8 السيليلوز بتغيير المقدار في كل دورق.
- ✓ إضافة 1gمن محلول الشيتوزانchitosan و 0,8 gمن CH_3COOH10% في كل دورق. تم تقليبه حتى يصبح متجانس.
- ✓ إضافة السوربيتول sorbitol ويخلط مرة اخرى.

- ✓ يطبع الخليط على طبق زجاجيا ويجفف في الفرن عند ° C 60.

3-إنتاج بلاستيك حيوي مع تغيير كتلة الشيتوزان chitosan :

- ✓ تم وضع كتلة السليلوز الأمثل في محلول الشيتوزانchitosan مع تغيير كتلته في كل مرة 2 ,1.6 ,1.2 ,0.8 .
- ✓ إضافة 2.6 g من CH_3COOH_2% في كل دورق. تم خلطها حتى تتجانس.
- ✓ إضافة السوربيتول sorbitol و يخلط مرة أخرى.
- ✓ يطبع الخليط على طبق زجاجيا ويجفف في الفرن عند° C 60.

4- تم إختبار بلاستيك الحيوي الناتج من تباين كتلة السليلوز وتغير كتلة الشيتوزان chitosan عن طريق قوه الشد و الإستطالة بإستخدام جهاز(UTM).

2- النتائج المتحصل عليها :

- ✓ تم الحصول على السيليلوز من قشور الأرز على شكل مسحوق بني غامق وهذا يدل على أن اللجين لا يزال محاصرا مع السليلوز. تم تبييضه لإزالة بقايا اللجين والحصول على السيليلوز ذو مسحوق أبيض عديم الرائحة بنسبة 59,2%.
- ✓ تم الحصول على أفضل بلاستيك حيوي عند 0.8 g من السليلوز مع قوة شدة ناتجة تقدر بN/mm^2 1,1058. و 1 ml من السوربيتول. و كتلة الشيتوزانchitosan 1,2 g مع قوة شد قدرها N/mm^2 5,4147.

الشكل (V- 1) : استخراج السليلوز.

الشكل (V-2) : بلاستيك حيوي.

الخاتمة :

في النهاية ,تمت التجربة بنجاح والحصول على أفضل بلاستيك حيوي قائم على السليلوز من قشور الأرز ذو خصائص فيزيائية مميزة[2].

V-3- المنشور الثالث :

Bioplastics production from agricultural crop residues.

Mohamed Samer, Zeinab Khalefa ,Taha Abdelall ,Waleed Moawya , Amr Farouk , Sara Abdelaziz , Nourhan Soliman , Alaa Salah , Mohamed Gomaa , Menna Mohamed.

بتاريخ الحصول عليه :06-07-2018 التاريخ القبول : 07-10-2018 من الصفحة 190-194.

المقدمة :

المواد البلاستيكية مثل أكياس الحليب وأكواب القهوة... الخ. نظرا للمخاطر البيئية التي تسببها هذه المواد سواء على جميع الكائنات الحية أو الهواء أو الماء ومحدودية كمية الموارد الأحفورية في كوكبنا. لا يمكن أن يعتمد المستقبل على المواد البلاستيكية البترولية التي تعرف بأنها ليست صديقه للبيئة. تم إستكشاف البلاستيك الحيوي كبديل لها وهو عبارة عن بوليميرات يتم تصنيعها من مصادر طبيعية. الهدف من هذه الدراسة هو إستخدام مخلفات المحاصيل الزراعية مثل قشور البطاطس لإنتاج بلاستيك حيوي عن طريق إستخلاص النشا من القشور وإضافة بعض المكونات كالماء والخل والجليسرين والألوان الصناعية بنسب مختلفة. تم إخضاع البلاستيك الحيوي الناتج لبعض الإختبارات من حيث الملمس والصلابة والتماسك.

1- طريقة عمل التجربة :

1- إستخلاص النشا من قشور البطاطس : تم غلي قشور البطاطس وتكوين ماء حليبي أبيض، ثم تم إستخلاص النشا من تلك المياه عن طريق الترشيح.

2- معالجة النشا المستخلص من قشور البطاطس لإنتاج البلاستيك الحيوي عبر مراحل :

- يوزن النشا ويصب في دورق ,ثم يتم تحديد الكمية المطلوبة من المياه وصبها على النشا .
- يخلط الماء والنشا بواسطة أداة التحريك المغناطيسية عند 105 C ° ثم تسجيل الوقت بالساعة.
- بعدها تم إضافة الخل ثم الجلسرين الى الخليط. تم تحريكه حتى يتماسك. تم قياس درجة حرارته.
- رفع القارورة من لوحه التحريك الساخنة وإيقاف الساعة. ثم صب الخليط على طبق بتري مدهون بالزيت، حيث سيسهل الزيت إزالة البلاستيك بسهولة.
- تم حفظ طبق بتري في فرن على حرارة° 65 C لمدة ساعة الى ساعتين.
- وأخيرا إزالة المنتج من طبق بتيري للحصول على البلاستيك الحيوي.

تم إعادة التجربة ثماني مرات بنسب مختلفة للمواد.

3- من ناحيه أخرى تم إختبار اللدائن الحيوية المنتجة في المختبر من أجل التحلل البيولوجي. تم إضافة إنزيم الأميلاز إلى الماء. ثم إضافة البلاستيك الحيوي, تركت العينة طوال الليل.

2- النتائج المتحصل عليها :

- ✓ كشف إختبار اللدائن الحيوية من أجل التحلل الحيوي على أن البلاستيك الحيوي يتكسر في الاميلاز فبالتالي هو قابل للتحلل.
- ✓ أظهرت النتائج أنه من الممكن بنجاح إنتاج بلاستيك حيوي من نشا قشور البطاطس. ويمكن إستخدامه في العديد من التطبيقات إلى جانب تأثيره الإيجابي على البيئة.
- ✓ يجعل الجلسرين سلاسل النشا تنزلق على طول بعضها البعض مما يجعل مادة البلاستيك الحيوي أكثر مرونة لذلك كلما تم إستخدام المزيد من الجليسرين يتم إنتاج بلاستيك حيوي أكثر مرونة و الذي يتحمل الضغط الي 0.5 ميجا بيكسل. والعكس صحيح كلما قل إستخدام الجليسرين يتم إنتاج بلاستيك حيوي أصعب.
- ✓ إضافة الماء للخليط تساعد على تفكيك وتكسير سلاسل البوليميرات الطويلة.
- ✓ الخل يساعد على كسر سلاسل النشا إلى أحجام اصغر مما يجعلها شديدة الصلابة لذلك تمت إضافة الجليسرين لجعل البلاستيك الحيوي أكثر مرونة.
- ✓ تزداد مدة التسخين، وبالتالي، الطاقة المستهلكة عند إستخدام كميات أقل من النشا في معالجة البلاستيك الحيوي، بسبب حقيقة أن النشا مسؤول عن تماسك البلاستيك الحيوي أثناء التسخين, وعند إستخدام كميات قليلة من النشا تميل العملية إلى تبخر المزيد من الماء مع إستهلاك المزيد من الطاقة حتى الوصول إلى التماسك والإستقرار.

الخاتمة :

أنتجت هذه التجربة بلاستيك حيوي ناجح بخصائص مختلفة الملمس والصلابة والتماسك بواسطة كائنات حية كالنباتات بالتحديد قشور البطاطس (بإستخدام النشا المستخلص من قشور البطاطس). بالإضافة إلي تأثيره الإيجابي على البيئة[3].

V-4- المنشور الرابع :

Study of the biodegradation process of bioplastic films prepared from red marine algae "Galaxaura" in soil.

Ahmad Kara-Ali , Hussam Eddin Laika , Reabal Mona.

تاريخ الايداع 8 /2021/6 والنشر في 8/23 / 2021. من الصفحة 165-175.

المقدمة :

تتميز المواد البلاستيكية الصناعية بأنها مقاومة للتحلل وهذا بسبب الوزن الجزيئي العالي لبوليميراتها والروابط الكيميائية القوية ونقص الإنزيمات الطبيعية والعمليات البيولوجية التي تؤدي إلى تفككها، مما يؤدي إلى تلوث التربة و الماء والهواء، يعرف البلاستيك الحيوي بأنه شكل من أشكال البلاستيك المشتق من مصادر الكتلة الحية المتجددة. حيث تتحلل هذه المواد سريعا إلي مركبات أبسط في البيئات النشطة بيولوجيا من خلال التفاعلات الإنزيمية للكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا . كما يوفر حلا لمشكلة إدارة النفايات البلاستيكية الصناعية ويحافظ على المواد النفطية الأحفورية و يقلل إنبعاثات CO_2 مما يجعل البلاستيك الحيوي إبتكار مهما للتنمية المستدامة. يهدف هذا البحث الي إنتاج بلاستيك قابل للتحلل الحيوي من الطحلب البحري Galaxaura نظرا لإنتشاره الواسع في البيئة الطبيعية و قدرته على النمو في بيئات مختلفة و تحمله لمختلف العوامل البيئية. كما تمت دراسة خصائص التحلل في التربة لأغشية البلاستيكية المحضرة.

1- طريقة عمل التجربة :

1- جمع العينات : تم جمع عينات من الطحالب البحرية الحمراء " Galaxaura " من منطقة الشاطئ الأزرق "الشكل(V-3)" ، حيث تم غسلها جيداً بماء البحر لإزالة الشوائب والأتربة العالقة عليها، ومن ثم تم نقلها إلى مختبر الكيمياء البحرية. تركت العينات عدة أيام لتجف بدرجة حرارة الغرفة ، ثم طحنت وخزنت بمعزل عن الرطوبة لحين الاستخدام.

الشكل(V-3) : الطحالب البحرية الحمراء " Galaxaura ".

2- إستخلاص الأغار من الطحالب البحرية : تم إستخلاص الأغار من الطحلب البحري " Galaxaura " بطريقة الإستخلاص المباشر بالماء الساخن . في حين تم إجراء المعالجة القلوية قبل الإستخلاص لبعض العينات. تهدف هذه الخطوة إلى زيادة قوة جلتنة الأغار الناتج والحصول على بنية أكثر تراص.

*المعالجة القلوية : تمت معالجة عينات الطحالب الجافة في محلول هيدروكسيد الصوديوم (5% NaOH) في حمام مائي عند الدرجة °C 85 لمدة 90 min. غسلت العينات بماء الصنبور حتى زوال القلوية تقريبا وعدل pH الوسط إلى القيمة بين 6.4 و 7 وذلك بإستخدام محلول حمض كلور الماء (1 %). ثم جففت العينات المعالجة مرة أخرى، وتم مزج (50 g) من العينات الجافة في (1000 ml) ماء مقطر عند الدرجة °C 120 مدة2 h .تركت رشاحة العينة لتبرد عند درجة حرارة الغرفة حتى يتشكل الجل ، وضعت الرشاحة في المجمد عند الدرجة °C 21- خلال الليل، ومن ثم تمت إزالة الماء من المستخلص المجمد بإستخدام طريقة التجميد-الإذابة.

*تم إستخلاص الأغار بشكل مباشر من الطحالب البحرية من خلال وضع العينات الجافة في ماء مقطر بنسبة (1 : 20) عند الدرجة ° C 100 مدة 4 h حتى إتمام عملية الإستخلاص . تترك رشاحة العينة لتبرد عند درجة حرارة الغرفة، ويتشكل الجل ، وتمت باقي الخطوات كما هو موضح في طريقة الإستخلاص بالمعالجة القلوية، ما يميز هذه الطريقة هي الحصول على مردود أعلى مقارنة بالمعالجة القوية التي تعطي قوة جلتنة أكبر.

3- تحضير أغشية البلاستيك الحيوي : يتم وضع 3.4 g من نشا الذرة مع 0.6 g من مسحوق الأغار الذي تم إستخلاصه من الطحالب البحرية و 18 من الغليسرول في 80ml ماء مقطر، يسخن المزيج في حمام مائي عند الدرجة ° C 90 مدة ربع ساعة مع التحريك المستمر. يصب المحلول الناتج في أطباق بترية ويترك ليجف عند الدرجة ° C 50 لمدة يوم كامل للحصول على أغشية البلاستيك الحيوي "الشكل (V-4)".

الشكل (V-4) : غشاء بلاستيك حيوي محضر من الطحالب البحرية المدروسة.

*في الأخير تم فحص التحلل الحيوي لأغشية البلاستيك الحيوي بإختبار طمر بالتربة. حيث طمرت عدة عينات في التربة بعمق 10cm. تم إستعادة العينات بعد فترة من الزمن وتنظيفها من الأتربة والأوساخ العالقة عليها وتجفيفها في الفرن عند الدرجةC° 30 مدة نصف ساعة. تم تسجيل الوزن الأولي (M0) والوزن النهائي (M1). تم حساب النسبة المئوية لفقدان الوزن.

*تمت دراسة البنية المجهرية لعينة التحلل في التربة : تم أخذ صور مجهرية لعينة الغشاء الحيوي المستخدمة في هذه الدراسة قبل إجراء عملية التحلل وبعد التحلل، وذلك باستخدام المجهر من نوع (Motic) و(بقوة تكبير 20).

2- النتائج المتحصل عليها :

- يعد البلاستيك المستخلص من الطحالب البحرية ذو تكلفة منخفضة نتيجة إنخفاض تكاليف المواد اللازمة لإستخلاصه وصديق للبيئة نتيجة سرعة تحلله.
- تم إستخلاص الأغار من الطحلب البحري الأحمر Galaxaura بمردود 36.8% بطريقة الإستخلاص بالماء الساخن وبمردود 16% عن طريق الإستخلاص بالماء الساخن بعد المعالجة القلوية. حيث أظهرت الأغشية المحضرة من الطحالب قابلية للتحلل الحيوي في التربة.
- بلغ معدل فقدان الوزن للغشاء المطمور في التربة شتاء (42.1%) خلال 30 يوماً. في حين إحتاج الغشاء المطمور في التربة صيفاً إلى 120 يوماً ليفقد (40.58%) من وزنه.
- دل وجود البقع البيضاء على سطح الغشاء على نمو للكائنات الدقيقة على سطحه مما يشير إلى التحلل الحيوي.
- التحلل المائي (رطوبة التربة) له دوراً مهماً في تسريع عمليات التحلل من خلال تفكيك السلاسل البوليميرية للأغشية.

الخاتمة :

تم في الأخير إنتاج بلاستيك حيوي مستخلص من الطحالب الحمراء Galaxaura.و إمكانية إستفادة مؤسسات الدولة المختلفة من هذه الأغشية و ذلك بإستخدامها في صنع مواد جديدة غير مضرة للبيئة[4].

V-5- المنشور الخامس :

High-Efficiency Production of Bioplastics from Biodegradable Organic Solids.

Guochen Du, Lilian X. L. Chen and Jian Yu.

في 2 أفريل 2004, الصفحات من 1-6.

المقدمة :

تستخدم المنتجات البلاستيكية حاليا في جميع مجالات الحياة , مما يؤدي لزيادة نسبة التلوث البلاستيكي, هذه الأخيرة دفعت الباحثون لتطوير و إنتاج نوع جديد و هو البلاستيك الحيوي القابل للتحلل , من بين مصادره بقايا المواد العضوية الصلبة عن طريق إستخدامها كمواد خام كربونية لإنتاج (polyhydroxyalkanoates (PHAS.

1- طريقة عمل التجربة :

مرت التجربة بثلاث مراحل :

أولا : الهضم اللاهوائي للمواد الصلبة العضوية :

- تم غمر 18% من المواد الصلبة الجافة بالماء , ثم تم تحلل المادة العضوية بواسطة الميكروبات الطبيعية تحت ظروف لاهوائية عند ° C 35 في هاضمة سعتها L 5, و تمت إضافة 6 مولار من هيدروكسيد الصوديوم بغرض تعديل الأس الهيدروجيني . وفي وسط غني بالمغذيات لكل لتر مستخلص الخميرة g 5, مستخلص لحم البقر g 5 و g 2.5 من الببتون و g 5 من$(NH_4)2SO_4$.
- و تم تهوئة الوسط لمدة 24 ساعة عند 200 دورة في الدقيقة.
- تم حصاد الخلايا التي تحوي على نسبة PHA أقل من 5% من كتلة الخلايا الجافة بواسطة الطرد المركزي عند 10000 , 10دقائق و إعادة تعليقها في محلول معدني لإنتاج PHA.

ثانيا : إنتاج PHA من الأحماض المخمرة :

- تم نقل كتلة خلايا البذور إلى مفاعل حيوي بفقاعات الهواء سعته L 2.
- تم إعادة تدوير الملاط الحمضي في الهاضم الحمضي عبر مضخة تمعجيه. ووحدة غشاء أنبوبي لدمج المفاعلات الحيوية الحمضية و البوليمرية.

ثالثا : القياس و التحليل :

- تمت مراقبة نمو الخلايا بواسطة قياس الكثافة الضوئية عند 620 نانومتر.
- تم تحديد كتلة الخلايا الجافة و تركيزPHA.
- تم إستخراج PHA من الخلايا المجففة بالتجميد في الكلوروفورم مقابل 0.2 جم من الكتلة الحيوية للخلية عند ° C 60 لمدة 24 ساعة.
- تمت إزالة كتلة الخلايا المتبقية بإستخدام مرشح ألياف زجاجية .
- تمت إستعادة بوليمرات PHA المذابة في الكلوروفورم الساخن كغشاء بلاستيكي بعد تبخير المذيب تماما عند درجة حرارة الغرفة.
- تم تحديد الأحماض الدهنية المتطايرة بإستخدام كروماتوغرافيا الغاز.
- تم تحديد تركيبة PHA بعد أسترة الميثانول بإستخدام GC-MSD.

2- النتائج المتحصل عليها :

- ✓ تعتمد أنشطة الإنزيم على الرقم الهيدروجيني حيث تأرجح هذه الأخيرة بين المستويات المحايدة والحمضية قد يعزز هضم المواد الصلبة العضوية المعقدة مقارنة بالأس الهيدروجيني الثابت. الأميلاز و الليباز نشاط عالي عند الأس الهيدروجيني المحايد ,و البروتياز نشاط عالي عند الأس الهيدروجيني المنخفض.
- ✓ تم إكتشاف أحماض الخليك و الزبدية في الوسط المنتج ل PHA في وقت أبكر من حمض اللاكتيك و حمض البروبيونيك.
- ✓ تراكم PHA بسرعة في الخلايا المنتجة للبوليمر يصل محتواه و تركيزه إلى قيمهما القصوى البالغة 72.6 بالمئة و 16.5 جم/لتر في 73 ساعة.
- ✓ زيادة محتوى PHA من أقل من 10 بالمئة إلى حوالي 70 بالمئة من كتلة الخلايا الجافة تكشف أن R.eutropha يمكن أن تمتص بكفاءة الأحماض المخمرة جدا خارج الخلية.
- ✓ PHA عبارة عن بوليمر مشترك من hydroxybyrate (HB) و hydroxyvalerate (HV) تم تصنيع هذه الأخيرة من أحماض البروبيونيك و الأسيتيك.
- ✓ يتم إنتاج الأحماض المخمرة من التكوين اللاهوائي للمادة العضوية و إستهلاكها عن طريق تخليق PHA الهوائي و هي الوسيط الرئيسي.

الخاتمة:

توضح هذه الدراسة أنه يمكن إستخدام النفايات الصلبة العضوية و إعادة تدويرها للحصول على منتجات ذات قيمة[5].

V-6- المنشور السادس :

Analysis of polyhydroxybutrate and bioplastic production from microalgae.

Sayeda M Abdo and Gamila H. Ali .

في 18 جوان 2019. من الصفحة 1-4.

المقدمة :

تشترك المواد البلاستيكية التقليدية المشتق من البترول و المصنوعة من البوليمرات الإصطناعية في العديد من النقاط , من بينها مقاومتها للتآكل. تضر هذه اللدائن بالبيئة لأنها مصنوعة من النفط الخام و هو مصدر طبيعي متناقص لا تخضع للتحلل البكتيري , لذلك تم تصنيع و إنتاج البلاستيك الحيوي القابل للتحلل كبديل جيد للبلاستيك المعتاد . من بين هذه المواد الخام الأساسية لتحويل البلاستيك الحيوي البطاطا و السيليلوز و الطحالب , حيث هذه الأخيرة تقوم بتصنيع مجموعة من المواد الأساسية التي يمكن إستخدامها لتصنيع البلاستيك الحيوي, أهم هذه المركبات الكربوهيدرات الهيدروكربونات و PHB polyhdroxybutrate , و هو بوليمر ينتمي إلى فئة البوليستر التي تعتبر ذات أهمية كبلاستيك مشتق بيولوجيا و قابل للتحلل.

1- طريقة عمل التجربة :

أولا :

- تمت إذابة 0.01 جم من PHB التجاري في أنبوب زجاجي مع 10 من الكلوروفورم بالتسخين في حمام مائي من 65 C° على 70 C ° مع تغطيته بسدادة زجاجية, ليصبح محلول صافي , يعطي 1 مجم/مل من محلول PHB.
- في أنبوب جديد تمت إضافة 1 مليلتر من المخزون و 9 ml من الكلوروفورم لتكوين 100 بيكوغرام من مخزون PHB و التسخين على 65 C ° -70 C °.
- إضافة SO على الأنابيب و تسخينها في حمام مائي مغلي (94 C ° -96 C °) لمدة 20 دقيقة لتحويلPHB إلى حمض كروتوني.
- نقل 1 ml من هذه العينة من أجل التصوير الطيفي , و يتم مسح العينات بين 190 و 800 نانومتر والتي تقابل حمض كروتونيك.

ثانيا :

- في أنبوب تم تعليق واحد غرام من الكتلة الحيوي للطحالب في ماء معقم مع الخلط , تمت إضافة 2mlمن المعلق مع 2mlمن N HCL , و يسخن في حمام مائي لمدة ساعتين , تم طرد الأنبوب عند 6000 دورة في الدقيقة لمدة 20 د ثم إضافة 5 مل من الكلوروفورم و يترك طول الليل في درجة حرارة 28C ° على شاكر عند 150 دورة في الدقيقة لمدة 20 د, و إستخلاصها مع 1mlمن الكلوروفورم و تجفيفها عند 40C °.

- تم فحص 5 ml من حامض الكبريتيك المركز عند 235 نانومتر في مقياس الطيف الضوئي فوق البنفسجي مقابل إضافة الكبريت للأنبوب مع تسخين الخليط عند 100 C ° في حمام مائي لمدة 20 د. بعد أن تم تحويل بلورات PHB إلى حمض كروتونيك.
- تحليل SEM , تم إستخدام المجهر الإلكتروني الماسح لتقدير أشكال الجسيمات , و إظهار توزيع عينة البلاستيك الحيوي.
- تم تحليل قدرة اللدائن و قابليتها للتشكيل لتحديد الخصائص الميكانيكية بإستخدام آلة إختبار الشد Z Wick Roel.

2- النتائج المتحصل عليها :

- ✓ نمت سلالات الطحالب الدقيقة المختارة لمدة 15 يوم و تجفيفها عند 60 C ° لإستخلاص PHB.
- ✓ أظهرت النتائج أن Microcystis aeruginosa يحتوي على أعلى تركيز PHB يليه Haematococcus pluvualis.
- ✓ أظهرت SEM أن الكتلة الحيوية للطحالب الدقيقة أحجام خلاياها صغيرة جدا , أقل من 50 mm, حيث يساهم حجمها الصغير هذا في توزيع أفضل في الوسط عند مزجه مع مكونات أخرى, حيث يجعل الكتلة الحيوية الطحلبية أكثر ملائمة لتطبيقات البلاستيك الحيوي.
- ✓ أظهرت النتائج أن إجهاد الشد المكتشف في الكتلة الحيوية للطحالب كان 1.35 و 1.62 ميجا باسكال للكتلة الحيوية الفارغة و الطحالب على التوالي.

الخاتمة :

كفاءة إنتاج PHB باستخدام الكتلة الحيوية للطحالب الدقيقة يجعل من إنتاج البلاستيك الحيوي فرصة مثيرة للإهتمام, و لا يزال هذا الأخير قيد البحث و بعيدا عن التسويق[6].

V-7- المنشور السابع :

Bioplastic production using wood mill effluents as feedstock.

M. Ben, T. Mato, A. Lopez, M. Vila, C. Kennes and M. C. Veiga.

بتاريخ 2011.من الصفحة 1-8.

المقدمة :

يعد إنتاج الألواح الليفية أحد أهم الأنشطة الصناعية في غاليسيا (إسبانيا) ,حيث يتم توليد كميات كبيرة من مياه الصرف مما يؤدي إلى إحداث تأثير بيئي سلبي .تتميز هذه النفايات السائلة على محتوى عالي من الأكسجين الكيميائي و إنخفاض قيم الأس الهيدروجيني وندرة العناصر الغذائية. مما يجعل إمكانية الحصول على مادة بولي هيدروكسي الألكانات PHAمن هذا النوع من المياه. يتم تصنيع هذه الأخيرة بواسطة البكتيريا كمواد لتخزين والكربون , وبالتالي فهي قابلة لتحلل البيولوجي بسبب هذه الخصائص يمكن أن تكون PHA بدائل جيدة للبلاستيك المشتق من البترول.

1- طريقة عمل التجربة : مرت التجربة بثلاث مراحل :

أولا : جمع العينات. تم جمع العينات أسبوعيا.

ثانيا : تخمير النفايات السائلة.

- تم تلقيح مفاعل CSTR بالكتلة الحيوية من المفاعل اللاهوائي لمحطة معالجة مياه الصرف بتركيز 4جم/ل من مواد صلبة متطايرة معلقة , و تم الإحتفاظ به عند ° C 30 في زمنين مختلفين للاحتفاظ الهيدروليكي HRT من يوم و يوم ونصف , مما أدى إلى متوسط معدلات تحميل العضوي 5.6 g COD/L و 2.9 g على التوالي.
- تمت إضافة محلول Na OH2M للحفاظ على الرقم الهيدروجيني عند 5.5.

ثالثا : إنتاج PHA لتخصيب الكتلة الحيوية.

- تم إستخدام ثقافتين مختلفتين من هذه الدراسة : حيث تم تخصيب الأول في 1L-SBR مفاعل دفعي متسلسل عند ORB عند 34 Cm mol/L دورة و الثاني تم الحصول عليه في 1.5L-SBR تم تغذيته بوسائط إصطناعية تحتوي على أحماض الخليك , البروبيونيك و الزبدية ... كركيزة عند ORL من 27Cm mol/L دورة.
- اللقاح الأولي المستخدم لبذر كلا المفاعلين هو نفسه.
- تم تشغيل SBR , في ظل ظروف التغذية الديناميكية الهوائية , حيث كانت هذه الظروف نفسها في المفاعلين , مدة دورة SBR هي 12 ساعة و الاحتفاظ الهيدروليكي و توفير الهواء بمعدل تدفق 1vvm, تم رصد الأس الهيدروجيني و درجة الحرارة وإضافة 1.4 مول/ل من النيتروجين.

2- النتائج المحصل عليها :

- ✓ تم الهضم الحمضي للعينة مع الكرومات عند ° C 150من أجل تقييم COD و CODS , الأكسيجين الكيميائي و القابل للذوبان.
- ✓ تم إستخدام طرق القياس اللوني لتحديد تركيزات الأمونيوم والفوسفات.
- ✓ تم إستخدام كروماتوغراف سائل عالي الأداء لتحديد الأحماض المتطايرة و تركيزات الإيثانول.
- ✓ تم حساب VFA بإستخدام منحنى المعايرة يتراوح من 25 إلى 3000 مجم/لتر.
- ✓ بواسطة كروماتوغرافيا الغاز تم تحديد PHA.
- ✓ تم إستخدام منحنى معايرة لتحديد تركيزات HB و HV.

الخاتمة :

إنطلاقا من الدراسة التالية نستنتج أنه يمكننا إنتاج PHA من النفايات السائلة الناتجة عن إنتاج الألواح الليفية[7].

V-8- المنشور الثامن :

Waste to resource: Converting paper mill wastewater to bioplastic.

Yang Jiang Leonie Marang , Jelmer Tamis , Henk Dijkman, Mark C.M, van Loosdrecht Robbert Kleerebezem.

بتاريخ 2012. من الصفحة 1-14.

المقدمة :

يصل إنتاج البلاستيك العالمي إلى إرتفاعات جديدة كل عام. أدى تزايد إنتاج المواد البلاستيكية المشتقة من البترول إلى حدوث مشكلات في التخلص مما أثار مخاوف بشأن التلوث البلاستيكي و تأثيره على البيئة. شجعت هذه القضايا الإبتكار و الأنشطة البحثية في مجال البلاستيك الحيوي, و تقديم بدائل للبلاستيك التقليدي . في السنوات الأخيرة, شهد إنتاج البلاستيك الحيوي العالمي نموا و توسعا هائلين.

1- طريقة عمل التجربة :

مرت التجربة بثلاث مراحل :

أولا : الحصول على مياه الصرف الصحي لمصنع الورق :

- تم ترشيح مياه الصرف بواسطة مرشح حجمه 0.45 ميكرون لإزالة جميع المواد الصلبة , تم إستخدام نظام قيس الطيف الضوئي لتحديد تركيزات COD و TNK و الأمونيوم و النتريت و النترات و الفوسفات.
- تم إستخدام عينة (10 ml) من مياه الصرف الصحي الغير مفلترة لقياس تركيز المواد الصلبة الذائبة , و تم طرد العينة عند 4500 دورة في الدقيقة لمدة 10دقائق. ثم غسل الحبيبات بالماء المقطر.
- تم تجميد و تجفيف العينة طوال الليل. تمت إضافة النيتروجين لإزالة كل الأكسجين المذاب في السائل.

مفاعلات الحمض : تم نقل مياه الصرف إلى مفاعلات حيوية بسيطة تم تقليب المفاعل عند 100 دورة في الدقيقة و إضافة 2 مولار من هيدروكسيد الصوديوم للتحكم في الأس الهيدروجيني عند 6 و تشغيل المفاعلات الحيوية عند درجة الغرفة بدون تحكم و تم تشغيل المفاعلات حتى عدم وجود إستهلاك أساسي آخر يشير إلى إنهاء تفاعل التحميض.

- عند نهاية التفاعل تم جمع سائل التخمير و فصل الكتلة الحيوية اللاهوائية عن السائل.
- تم توزيع السائل في زجاجات معقمة سعتها 250مل لتجنب نمو الكتلة الحيوية و إستخدام هذه المياه المخمرة كركيزة لتجارب محدد PHA.

ثانيا : تخصيب الكتلة الحيوية.

- تم إستخدام المعلمات التشغيلية الرئيسية التالية :
- تهوئة المفاعل بالكامل و التحكم في درجة الحرارة عند ° C 30 و الرقم الهيدروجيني عند 7.
- زمن الحمأة STR و الإحتفاظ الهيدروليكي يومين.
- تم التحكم في تركيز الكتلة الحيوية من خلال التحميل العضوي و الذي تم تحديده تقريبا على أنه 4.5 جم COD يوميا.

ثالثا : تراكم PHA

- تم نقل 1لترمن الكتلة الحيوية من المحدد إلى مفاعل آخر بحجم 2 لتر, تم فحص قدرة الكتلة الحيوية على تراكم PHA من المحدد عن طريق تغذية إما مياه الصرف الصحي لمصنع الورق المخمر في ظروف تحد من النيتروجين (التخمير) أو وسط خال من الأمنيوم الاصطناعية, يحتوي على خليط من الأحماض الدهنية مماثلة لمياه الصرف الصحي المخمرة. أجريت تجارب تراكم PHA عند الأس الهيدروجيني 7 و درجة الحرارة ° C 30.

2- النتائج المتحصل عليها :

- ✓ قبل تجربة التخمير تميزت المياه بما يلي 0.18 جم/ل TSS , درجة الحموضة 5. تركيز COD 26.3غ/ل تركيز TNK 2.9 ml. تركيز الأمونيوم 0.5 ml.
- ✓ مركبات الكربون العضوية الرئيسية التي يمكن تحديدها في مياه الصرف الصحي الخام هي اللاكتاك و الأسيتات و الغلوكوز.
- ✓ عملية التخمير في وجود مغذيات النمو أسرع لذلك تم إيقاف التخمير 1 بعد 12 يوما من التشغيل بينما تم إيقاف التخمير 2 بعد 21 يوم.
- ✓ تم تحديد الزبدات و الأسيتات و الإيثانول و البروبيونات على أنها منتجات رئيسية في كل من مخمر 1 و 2 تختلف نسبتها بشكل طفيف.
- ✓ تم إنتاج PHA بعائد قدره 0.8 g-COD مع نفس الكتلة الحيوية و لكن عن طريق تغذية الوسط الصناعي كان محتواه 85 بالمئة من Vss بعد 5 ساعات.
- ✓ تم إستهلاك الزبدات بأقصى معدل من مياه الصرف الصحي بينما إستهلاك البروبيونات و الأسيتات ضئيلا, مما يشير إلى أن الزبدات قد تكون مادة أولية ملائمة من الأسيتات و البروبيونات لإنتاج PHA.

الخاتمة :

يمكن دمج إنتاج PHA في أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي لمصانع الورق [8].

قائمة المراجع:

[1] Giosafatto, C.V.L., et al., *Preparation and characterization of bioplastics from grass pea flour cast in the presence of microbial transglutaminase.* Coatings, 2018. **8**(12): p. 435.

[2] Hayatun, A., et al. *Synthetic Bioplastic Film from Rice Husk Cellulose*. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. IOP Publishing.

[3] Samer, M., *Bioplastics production from agricultural crop residues.* Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 2019. **21**(3): p. 190-194.

[4] Kara-Ali, A., H.E. Laika, and R. Mona, دراسة عملية التحلل لأغشية البلاستيك الحيوي المحضرة من الطحلب البحري الأحمر "*Galaxaura*" في التربة. Tishreen University Journal-Biological Sciences Series, 2021. **43**(4).

[5] Du, G., L.X. Chen, and J. Yu, *High-efficiency production of bioplastics from biodegradable organic solids.* Journal of Polymers and the Environment, 2004. **12**(2): p. 89-94.

[6] Abdo, S.M. and G.H. Ali, *Analysis of polyhydroxybutrate and bioplastic production from microalgae.* Bulletin of the National Research Centre, 2019. **43**(1): p. 1-4.

[7] Ben, M., et al., *Bioplastic production using wood mill effluents as feedstock.* Water science and technology, 2011. **63**(6): p. 1196-1202.

[8] Jiang, Y., et al., *Waste to resource: converting paper mill wastewater to bioplastic.* Water research, 2012. **46**(17): p. 5517-5530.

الخاتمة

الخاتمة:

لطالما أعتبر البلاستيك من الإكتشافات الصناعية التي سهلت حياة الانسان. ويسرت له بعض طرائق عيشه , لكن في المقابل جلب معه الكثير من الأضرار الصحية والبيئية، و ذلك لإحتوائه على مادة الديوكسين السامة التي تعتبر من أكثر المواد الكيميائية العضوية الضارة بجميع الكائنات الحية .إضافة إلى أنها لا تتفاعل مع الأكسجين أو الماء او البكتيريا. مما يصعب تحللها و هي أيضا غير قابلة للتحلل الإحيائي والغير إحيائي في البيئة.

منذ ثمانينات القرن الماضي سعى الباحثون إلى الحصول على بديل مناسب للبلاستيك التقليدي المصنوع من النفط. ولتغلب على تلك المشكلات يسعى العلماء لإنتاج بما يعرف بالبلاستيك الحيوي القابل للتحلل ولا يضر البيئة عند تحلله. حيث يستخدم حاليا في المجالات الطبية كصناعة الخيوط الطبية المستعملة في العمليات الجراحية لتخييط الجروح ثم تتحلل تلقائيا بعد فترة من الزمن كما يستخدم وأيضا لإنتاج الاكياس وأكواب الشرب ومواد التغليف و تصنيع قطاع غيار السيارات وغيرها. حيث تنوعت طرق صناعته وذلك بإستخدام مخلفات بعض المنتوجات الزراعية كقشور البطاطس عن طريق إستخلاص النشا من القشور وإضافة بعض المكونات كالماء والجلسرين. كما أستعملت مخلفات الأرز وقصب السكر وفول الصويا والذرة وأنواع الطحالب و البكتيريا وغيرها في صناعة البلاستيك الحيوي. حيث يتحلل هذا النوع من البلاستيك إلى ماء وثاني اكسيد الكربون وبعض المواد العضوية والغير عضوية.

إن إنتاج البلاستيك الحيوي يواجه حاليا تحديات إقتصادية تتمثل في إرتفاع كلفة إنتاجه، لكن الخبراء يتوقعون أن يتم تذليل كافة تلك التحديات خلال السنوات القليلة القادمة مما يساهم في تحسين صفاته و تقليل كلفة إنتاجه.

بعد الحصول على البلاستيك الحيوي يقوم العلماء بإخضاعه للعديد من الإختبارات من حيث الملمس والصلابة والسمك. وذلك بإستخدام أجهزة الكشف من بينها جهاز المجهر الالكتروني الماسح (MEB) وذلك من أجل ملاحظة البنية المجهرية, وبإستعمال تقنية الأشعة السينية(DRX) يم تحديد نسبة السليلوز المتبلور, وكذلك مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) لتحديد المجاميع الوظيفية للمواد المستخلصة و المصنعة.

في الأخير نشر العلماء عددا من الأبحاث في مجال إنتاج البلاستيك الحيوي من مواد مختلفة إما ذات أساس حيوي أو قابل للتحلل، وذلك من خلال إجراء التجارب على بعض النباتات كالذرة والقمح والبطاطس التي تم الحصول منها على النشا والسكريات و السيليلوز بواسطة بعض المعالجات الحيوية. وبناء على نجاح هذه الأبحاث يأملون في المستقبل تطوير هذا النوع من البلاستيك في حياتنا اليومية نظرا لتمتعه بخصائص مميزة تعود بأثار إيجابية على البيئة.

الملخص :

يعد البلاستيك من أكثر المواد إستعمالا في حياتنا اليومية. إلا أنه تعرض إلى عدة إنتقادات بسبب أثاره السلبية على الصحة و البيئة مما دفع العلماء عن البحث على البديل، ألا و هو البلاستيك الحيوي الذي يعد صديق البيئة و هو ذو أصل بيولوجي يتم تصنيعه من قصب السكر أو نشاء البطاطا أو السليلوز و غيرها و هو قابل للتحلل مما يجعله آمن على البيئة، يُستخدم هذا الأخير في العديد من التطبيقات كالتغليف و مستحضرات التجميل و قطاع السيارات ...إلخ، يتم توصيفه بواسطة مجموعة من الأجهزة مثل : FTIR و DRX و المجهر الإلكتروني الماسح MEB. حيث تمكن العلماء من إجراء مجموعة من التجارب لإنتاج البلاستيك الحيوي بعدة طرق ناجحة آملين في المستقبل تطوره في العالم.

Abstract :

The plastic material is one of the most widely used material in our daily lives. but it was subjected to several criticisms because of its negative effects on health and the environment, which led scientists to look for an alternative solution, which is bioplastic, which is a eco-friendly, and has a biological origin and it is manufactured from sugar cane or potato starch or cellulose and other matters and is biodegradable, making it safe for the environment, it is used in many applications such as packaging and manufacture of cosmetics and in the automobile sector ... etc. It is characterized by a set of devices such as : FTIR, DRX and MEB scanning electron microscope. Where scientists were able to conduct a set of experiments to produce bioplastics in several successful ways, hoping for its future development in the world.

بحمد الله