



البلاستيك الحيوي كبديل للبلاستيك التقليدي

فاطمة محمد الديب

مدرسة الشعلة الخاصة - الشارقة / دولة الإمارات العربية المتحدة

المقدمة

دعونا لا ننسى في بحر الحملات المضادة للبلاستيك، أن للبلاستيك مزايا وأن البلاستيك أصبح مهمًا في حياتنا. الشيء الأساسي الذي يجب أن نضعه في الاعتبار عند وجود رد فعل عنيف على المواد البلاستيكية واستخدامها؛ هو أنها تحل الكثير من المشاكل وتجعل حياتنا أسهل.

- تساعد العبوات البلاستيكية (الستايروفوم الماص للصدمات) على حماية البضائع والحفاظ عليها مع تقليل الوزن أثناء النقل، مما يوفر السعر للمستهلك، حيث يقل استهلاك الوقود، مما يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.
- ويستخدم الستايروفوم أيضًا في صنع معدات السلامة الرياضية من خوذة ووسائل لحماية الجسم.
- ساعدت المواد البلاستيكية المتينة وخفيفة الوزن وذات الأسعار المعقولة في إحداث ثورة في الإلكترونيات، فستجد بلاستيك أينما تخطو من المطبخ لمحطة الفضاء الدولية.

ومن المتعارف عليه وجود إمكانية لإعادة استخدامه أو لإعادة تدويره، ولكن هل تجدي إعادة التدوير نفعًا وهل يعاد تدوير كل البلاستيك الذي نستهلكه؟ وهل توجد مواد منافسة للبلاستيك التقليدي كبديل؟

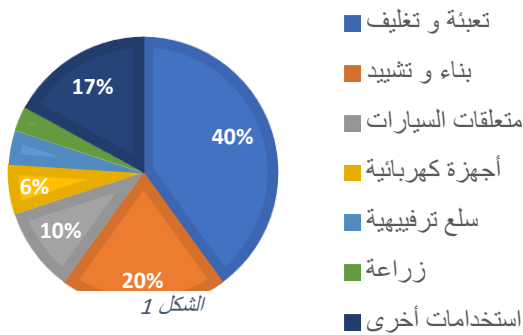
لحسن الحظ يعمل العلماء منذ عقدان على إيجاد بدائل للبلاستيك، فبين البامبو والأوراق المقواه قد طور العلماء ما يسمى بالبلاستيك الحيوي؛ وهو عبارة عن بلاستيك شبيه بالبلاستيك التقليدي ويتكون كليًا أو 20 في المائة على الأقل من مصادر حيوية متجددة، مثل النشا أو السليلوز أو السكر. بسبب أصله العضوي، فإمكانية تحلله الحيوي دارجة.

ولكن هل خصائص البلاستيك الحيوي منافسة لخصائص البلاستيك التقليدي؟ وهل هذا النظر للبلاستيك يفوقه بالسعر؟ هل يمكن استبدال المواد البلاستيكية القائمة على الوقود الأحفوري (التقليدية) بالكامل بالبلاستيك الحيوي؟ وهل لدينا ما يكفي من موارد طبيعية ومحاصيل لسد الاحتياجات الغذائية ولصنع البلاستيك الحيوي معاً على المدى الطويل؟

يهدف البحث إلى النظر في البلاستيك بشكل عام وفي البلاستيك الحيوي بشكل خاص حيث سنعرض خصائص وآثار البلاستيك الحيوي من حيث العديد من النواحي، ونرى إن كانت خصائصه تخلق مشكلات أم تنهيها، فهل البلاستيك القابل للتحلل مثلاً يعد حلاً لمشكلة مكبات النفايات؟ وكيف تتصرف المواد البلاستيكية الحيوية في مدافن النفايات؟ هل تطلق غازات دفيئة؟ وهل البلاستيك الحيوي أكثر استدامة من البلاستيك التقليدي؟

البلاستيك التقليدي

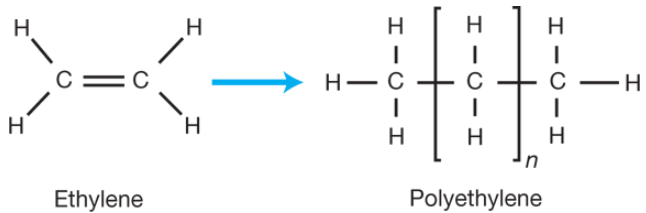
استخدامات البلاستيك التقليدي



البلاستيك التقليدي هو أكثر أنواع البلاستيك شيوعاً حيث يشكل 99.3% من إجمالي البلاستيك المنتج كل عام. يمتاز هذا البلاستيك التقليدي بسهولة تحديد القوام فعلى حسب كيفية تصنيعه يمكننا انتاج مواد بلاستيكية مختلفة ومتعددة الخواص، ولهذا تعدد استخدامات البلاستيك التقليدي، فأشكاله المتعددة تسهل تصنيع منتجات مختلفة.

ينتمي البلاستيك لمجموعة من الجزيئات الكبيرة تسمى البوليمرات، التي تتكون بدورها من وحدات أصغر متكررة مرتبطة كيميائياً في سلسلة تسمى المونوميرات. أغلب جزيئات البلاستيك تحتوي على ما بين 500 و 20,000 مونومير. وتسمى عملية تكوين رابطة بين المونوميرات بالبلورة.

على سبيل المثال يتم تكوين بوليمر بلاستيك البولي إيثيلين، والذي يشيع استخدامه في أكياس البقالة البلاستيكية وعبوات الطعام



الشكل 2

والتغليف، عن طريق بلمرة جزيئات (مونوميرات) الإيثيلين .

يمكن تشكيل البلاستيك تحت حرارة أو ضغط لأي شكل تقريبا. خصائص البلاستيك من مرونة وصلابة وعزل للكهرباء ومقاومة للصدمات تعتمد على نوع الروابط الكيميائية بين المونوميرات وعددها وتشابك هيكل البوليمير. يزيد تشابك المونوميرات من صلابة البوليمر والاستقرار الحراري وإمكانية الذوبان وإعادة التشكيل. وعادة ما يتم مزجها مع الإضافات من الكيمياويات التي تعطي المنتجات خصائص مرغوبة.

يصنع اغلب البلاستيك التقليدي من النفط الخام. تخضع الجزيئات الموجودة في النفط الخام لتفاعلات كيميائية تنتج المونوميرات؛ التي يتم تجميعها معًا في مصانع ذات استهلاك مكثف للطاقة لصنع بوليمرات يمكن معالجتها وتحويلها إلى بلاستيك. مما يطلق كميات مهولة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، الذي يساهم في الاحتباس الحراري. بالإضافة للطلب المتضخم للنفط في جميع قطاعات الصناعة ومجالات الحياة، يقدر العلماء أنه وفقًا لمعدل الاستهلاك الحالي، قد تنفذ إمدادات النفط العالمية خلال 30 عام من الآن، مما يؤول الى زوال إمكانية انتاج البلاستيك التقليدي في المستقبل.

أخطار البلاستيك التقليدي

- أخطار من حيث الاستدامة

البلاستيك مادة لا تتآكل ولا تتحلل في مكبات النفايات. و 33 في المائة من المواد البلاستيكية يستخدم لمرة واحدة فقط. يمكن أن تظل المواد البلاستيكية في البيئة لـ 2000 سنة وأكثر قبل ان تبدأ آثار التحلل بالظهور عليها.

إمكانية إعادة تدوير بعض أنواع البلاستيك في مصانع معدة للفرز وإعادة التشكيل واردة ولكن وجودها

يعتمد على سياسات الدولة فيما يخص حماية البيئة ووعي المواطنين.

الشكل 3

البلاستيك بشرط ان يكون نظيفا ونقيها



تتم إعادة تدوير

(عبارة عن البوليميرات فقط لا يحتوي مواد دخيلة)، على سبيل المثال لا يمكن إعادة تدوير كوب قهوة بلاستيكي بسبب آثار القهوة التي عليه وبالتالي نسبة ضئيلة تمثل 7% من المواد البلاستيكية هي التي يعاد تدويرها في الولايات المتحدة التي تنتج أكثر من 30 مليون طن من النفايات البلاستيكية سنوياً. ينتهي الأمر بالباقي في مكبات النفايات أو يتم حرقه.

مع إعادة تدوير البلاستيك لأكثر من مرة تضعف الروابط بين البوليميرات ولا يكون قوام البلاستيك المعاد تدويره كقوام جديد الصنع منه، فبالتالي سنضطر إلى معالجة المزيد من النفط لإنتاج بلاستيك ذو جودة عالية.

- أخطار صحية

بالإضافة إلى آثار صحية مثيرة للجدل بسبب إمكانية حدوث تسرب للمواد الكيميائية التي تمنح البلاستيك الصلابة والمرونة، مثل مثبتات اللهب، بيسفينول، فثالات، وهي سموم زيتية سامة. يرتبط التعرض لها بالسرطان والعيوب الخلقية وضعف المناعة واضطراب الغدد الصماء وأمراض أخرى وتوجد هذه الكيمائويات بالفعل في دم وأنسجة كل منا تقريباً سواء من الغذاء (نباتات نمت في تربة قد تسربت إليها المواد الكيميائية من البلاستيك أو حيوانات وأسماك تعرضت للبلاستيك) أو من التعامل المباشر مع البلاستيك.

- أخطار بيئية



الشكل 4: PHOTOGRAPH BY DENNIS FINLEY

عند تراكم النفايات البلاستيكية في المكبات، تتسرب المواد الكيميائية السامة من البلاستيك إلى المياه الجوفية، وتتدفق في اتجاه البحيرات والأنهار. هناك مخاطر طويلة المدى من تلوث التربة والمياه الجوفية ببعض المواد المضافة للبلاستيك، حيث تصبح ملوثات ثابتة في البيئة.

حتى العوالق، أصغر الكائنات في محيطاتنا، تأكل المواد البلاستيكية الدقيقة وتمتص المواد الكيميائية الخطرة؛ فتدخل هذه الملوثات في الهرم الغذائي البحري، مما يسبب خطرًا على النظم الإيكولوجية.



الشكل 5: NAT GEO COLLECTION PHOTOGRAPH BY STEVE DE NEEF

- في محيطاتنا وحدها، يفوق الحطام البلاستيكي العوالق بنسبة 36 إلى 1.
- أكثر من 5 تريليون قطعة بلاستيكية تزن أكثر من 250 ألف طن نفايات تطفو في البحار.
- الأسماك التي تتعرض لمزيج من البولي إيثيلين تعاني من الأمراض.
- ابتلاع أو تشابك اللافقاريات، والسلاحف، والأسماك، والطيور البحرية، والثدييات في حطام البلاستيك، يسبب ضعف الحركة، والتمزقات، والقروح للكائن الحي وقد يؤول أحيانا إلى موته.

بسبب التلوث الناتج عن تصنيع واستخدام البلاستيك، تعاني جميع مجالات الحياة؛ السياحة والاقتصاد والصحة والبيئة والحياة البحرية والبرية. الضرر البيئي الناتج عن البلاستيك قد تم بالفعل ولا يمكن التراجع ولكن بإمكاننا اتخاذ خطوات في الطريق السليم للحفاظ على كوكبنا. لمعالجة هذه المشاكل والعواقب الناتجة، بحث العلماء خلال العقدين الماضيين عن طرق جديدة أقل ضررا لصنع مادة تحل محل البلاستيك. تتضمن إحدى الطرق استخدام النباتات كمادة خام بدلاً من النفط الخام لصنع البلاستيك. هذا النوع من البلاستيك يسمى بالبلاستيك الحيوي.

البلاستيك الحيوي

يستخدم مصطلح "البلاستيك الحيوي" لتعريف البلاستيك المصنوع من مواد عضوية جزئياً أو كلياً، والذي يمكن تحت ظروف معينة تكسيده بالكامل في إطار زمني معقول سواء كان في بيئة طبيعية أو مصنعة، بشرط أن المواد تكون الناتجة عن تفككه غير ضارة بالبيئة.

هل البلاستيك الحيوي مفيد للبيئة؟ هل البلاستيك النباتي هو حلم كل دعاة حماية البيئة؟ قد تجعل بعض الإعلانات عن البلاستيك الحيوي الأمر يبدو كذلك، خاصةً عندما تدعي هذه الإعلانات أن البلاستيك الحيوي لا ينتج أي نفايات ولا ينتج عنه أي ملوثات. دعونا نفحص الحقائق.

منذ أن بدأ الإنتاج الضخم في النصف الثاني من القرن العشرين، كانت المادة الأساسية للبلاستيك هي النفط والغاز بشكل أساسي. ولكن الآن يتم تصنيع البلاستيك الحيوي عن طريق تحويل السكر الموجود في النباتات إلى بوليميرات بلاستيكية. مما يجعل البلاستيك الحيوي متجددًا وأفضل للبيئة من البلاستيك التقليدي.

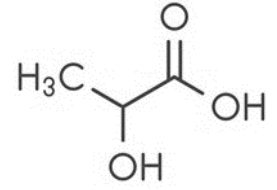
يدعي بعض مصنعي البلاستيك الحيوي أن تصنيعه لا يستهلك وقودًا أحفوريًا (نفط وغاز طبيعي وفحم) وهذا ليس بصحيح بالضرورة. فعلى الرغم من أن الوقود الأحفوري لا يستخدم كمادة أولية في صنع منتجات البلاستيك الحيوي، إلا أنه يستخدم عادة لتزويد محطات التصنيع بالطاقة. وغالبًا ما يتطلب إنتاج البلاستيك الحيوي قدرًا مساويًا من الطاقة اللازمة لإنتاج البلاستيك التقليدي. يشير بعض علماء البيئة إلى التكاليف البيئية المخفية، مثل رش المبيدات السامة على المحاصيل وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من مركبات الحصاد. ومن الجدير بالذكر، أنه مع الاهتمام المتزايد باستخدام الطاقات المتجددة والنظيفة وانتشارهما فإن إنتاج البلاستيك الحيوي بطرق غير مؤذية للبيئة ليس ببعيد المنال.

و يعد عديد حمض اللاكتيك (PLA) و بولي هيدروكسيل كانوتيه polyhydroxyalkanoate (PHA) نوعا البلاستيك الحيوي الأكثر شيوعا.

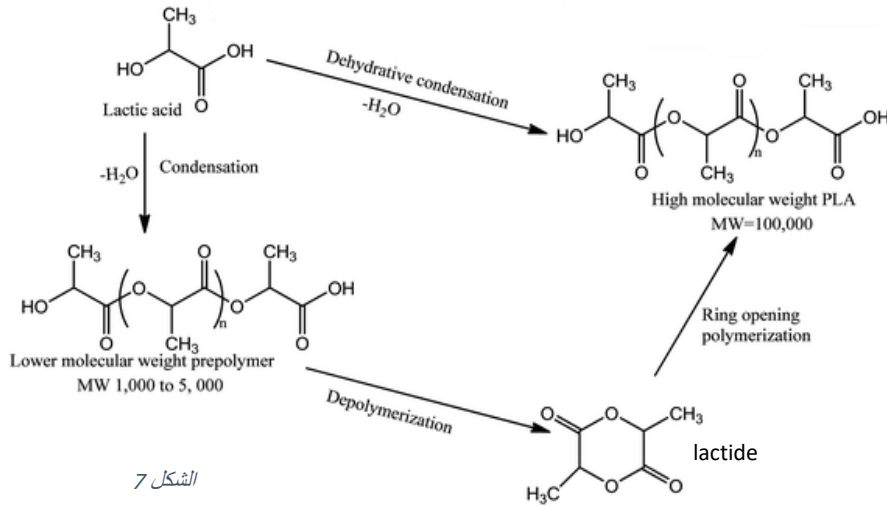
- عديد حمض اللاكتيك (PLA)

ال PLA هو من البوليمرات الحيوية الواعدة المستخدمة اليوم، ولديه عدد كبير من التطبيقات من الرعاية الصحية والصناعات الطبية إلى التعبئة والتغليف وهو شائع الاستخدام في الطباعة ثلاثية الأبعاد. ومن مميزاته الجذابة هو إنه غير سام (لا يحوي كيميائيات ضارة) ولديه قابلية أفضل للمعالجة الحرارية (عملية تسخين لتحسين الخصائص الفيزيائية ماله وينتج عن ذلك التحكم في مدى صلابة وليونة المنتج) وبفضل قابليته للتحلل البيولوجي، تم اعتماد PLA للتطبيقات والأجهزة الطبية مثل أغطية الجروح والمسامير والخيوط. وبما أنه غير سام فهو بوليمر معتمد من إدارة الغذاء والدواء (FDA) لملازمة الأغذية. فيمكن استخدامه لتغليف المنتجات الغذائية.

أكبر منتج للـ PLA هو NatureWorks، وهي شركة تقع في بلير، نيبراسكا. هناك، يتم استخراج الدكستروز (سكر بسيط له تركيب كيميائي مشابه للجلوكوز) الموجود في الذرة والقمح والبطاطس، ويتم تخميره بواسطة كائنات العصبية البنية، والنتيجة هي حمض اللاكتيك، الذي يعمل كوحدة مكررة لصنع PLA.



الشكل 6:
حمض اللاكتيك



الشكل 7

لا يمكن بلمرة حمض اللاكتيك مباشرة إلى PLA لأن التفاعل الكيميائي الذي يربط مونوميران من حمض اللاكتيك ينتج عنه الماء أيضا بسبب انه رابطة كيميائية بين جزيئات النشا (سكر أو كربوهيدرات).

تمنع جزيئات الماء السلسلة المتنامية لجزيئات حمض اللاكتيك من البقاء معًا. لذلك، بدلاً من سلسلة طويلة من جزيئات حمض اللاكتيك، يتم تشكيل العديد من السلاسل الصغيرة. يطلق عليها أوليغومرات. العديد من حمض اللاكتيك تتم معالجة هذه السلاسل الصغيرة في ملف تفاعل كيميائي يؤدي إلى جزيئات لاكتيد. تعمل جزيئات اللاكتيد كمونوميرات، ويتم بلمرتها لتصبح PLA في عملية مشابهة لبلمرة الإيثيلين إلى بولي إيثيلين.

- وبولي هيدروكسيل كانوتيه (PHA)

البلاستيك الحيوي شائع الاستخدام الآخر وبولي هيدروكسيل كانوتيه (polyhydroxyalkanoates) PHA، هو بوليمر تنتجه البكتيريا بشكل طبيعي وبأنواع مختلفة. يبدأ تصنيع PHA بزراعة البكتيريا لإنتاج حبيبات مادة شبيهة بالبلاستيك. يمكن دمج المادة الوراثية من هذه الحبيبات مع المادة الوراثية للذرة. يمكن أن تتكون هذه الجزيئات من أكثر من 150 نوعًا مختلفًا من المونوميرات، مما يؤدي إلى إنتاج مواد متنوعة الخصائص الكيميائية والفيزيائية. والنتيجة هي مجموعة من المحاصيل التي يمكن تحويلها بسهولة إلى مواد بلاستيكية حيوية. وتطبيقاته تتمثل في أغلفة للأطعمة والمشروبات ومنتجات استهلاكية وتطبيقات طبية مثل الخيوط الجراحية ودعامات للعظام.

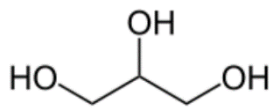
تجربة صنع البلاستيك الحيوي

الهدف من التجربة هو تحضير بلاستيك حيوي منزلي الصنع قابل للتحلل ودراسة خصائصه من أجل إيجاد بديل مناسب للبلاستيك القائم على البترول، ومن الخصائص التي نحاول الحصول عليها هي المرونة وقابلية التحلل وإمكانية استخدامه في الحياة اليومية. قررنا صنع البلاستيك الخاص بنا باستخدام مواد متوفرة في المنزل. من أجل تصنيع البلاستيك الحيوي من نشا البطاطس. يتطلب إنتاج البلاستيك؛ مذيب (ماء) وملدن (جلسرين) وبوليمر (نشا) وحمض (خل).

- ماء - 60ml

للماء دور مهم في إنتاج البلاستيك الحيوي. فهو يعمل أولاً، كمذيب لإذابة النشا. وثانياً، يساعد جزيئات النشا على البقاء مرتبطة بعد التسخين.

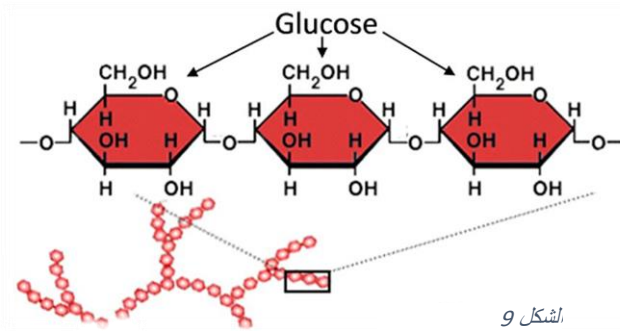
- جلسرين - 5ml



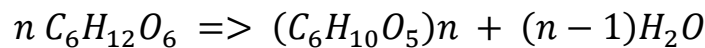
الشكل 8: جزيء الجلسرين

الجلسرين (المعروف أيضاً باسم الجليسيرول) هو سائل مرطب ذو لزوجة عالية ويستخدم عادة لترطيب البشرة. يتكون من 3 مجموعات هيدروكسيل، مما يعطيه قابلية الذوبان في الماء. يعمل كملين عن طريق نشر نفسه بين بوليمرات النشا، وبالتالي زيادة مرونة البوليمير النهائي.

- نشا البطاطس (عديد السكاري) - 10g



تخزن النباتات النشا في عضيات خاصة تسمى الأميلوبلاست الموجودة في الخلايا على شكل حبيبات لتوفير الطاقة الناتجة عن عملية البناء الضوئي. يشكل الجلوكوز الناتج عن عملية البناء الضوئي روابط لتتنمو إلى جزيء ضخمة باتباع المعادلة:

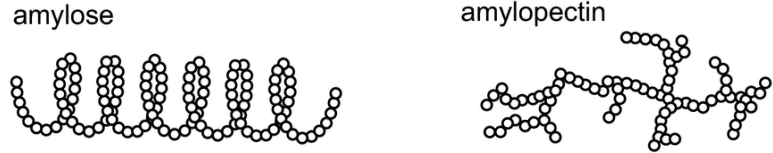


جلوكوز

نشا

ماء

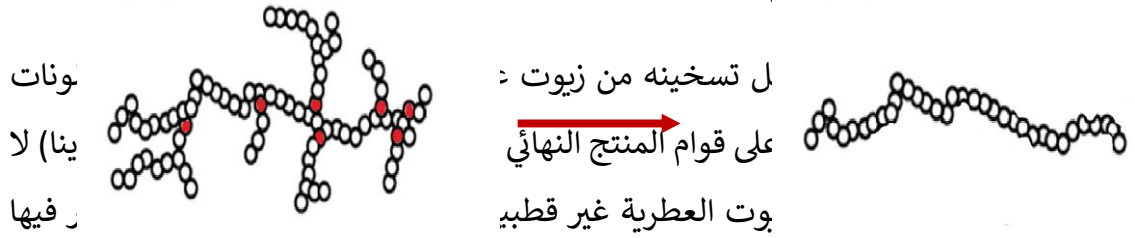
- النشا عبارة عن بوليمر من جزيئات الجلوكوز.
- للنشا شكلان أميلوز (غير متفرّع وحلزوني) وأميلوبكتين (متفرّع).
- نشا البطاطس الذي استخدمناه يحتوي على 70% أميلوبكتين و30% أميلوز.



الشكل 10

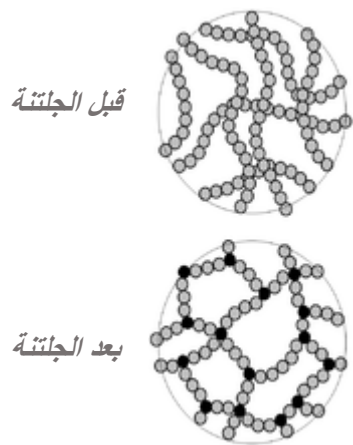
- خل 5ml-

الخل، (ذو تركيز 6%) يحرر أيونات الأسيتات وأيونات الهيدروجين في المحلول. وهذا مطلوب لإنتاج بوليمير البلاستيك الحيوي، لأن الأيونات تتفاعل مع بوليمرات النشا وتجعلها أكثر اضطراباً في المحلول. هذا الاضطراب الناتج يجعل المزيج أكثر تجانسا. عن طريق قطع أفرع جزيئات الأميلوبكتين لتتحول إلى حبيبات أصغر، لتحسين قوام البلاستيك.



الشكل 11

قبل التسخين، تتحد جزيئات النشا والماء فيزيائياً في خليط سائل غير متجانس، لكن لا تلتصق بشكل دائم نظراً لارتفاع كتلة الجزيئات. يتسبب التسخين في تكسير الروابط الهيدروجينية بين جزيئات النشا، وتكشف المواقع التي يرتبط فيها الهيدروجين بالماء، مما يذيب حبيبات النشا ويجعل الخليط أكثر تجانسا عبر تكوين معلق غرواني. وهكذا تبدأ سلاسل البوليمرات بتشكيل روابط بين السلاسل، مما يؤدي إلى تكون جزيء بوليمير واحد كبير. فيتخذ النشا شكلاً أكثر مرونة (جيلاتين). وتسمى عملية تكون قوام هلامي لزج من البوليمرات بعملية الجلتنة وفي تجربتنا بدأت عملية الجلتنة عند 60°.

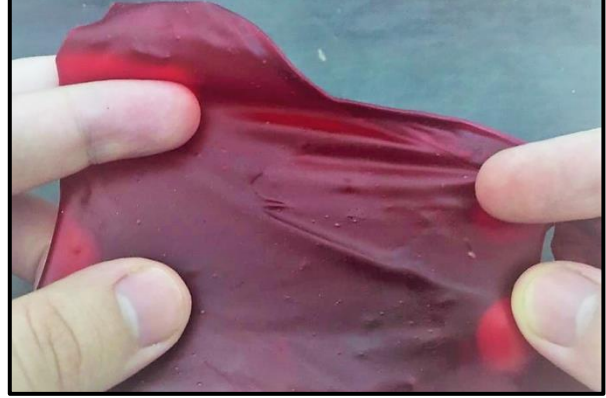


الشكل 12

وبعد الوصول للقوام الجيلاتيني المطلوب يمكننا سكب المزيج أو وضعه في قوالب (بعد دهنها بالزيت لمنع التصاقه بالخليط) وتركه ليحفظ ليجهز عندنا المنتج النهائي من البلاستيك الحيوي. بشكل عام، يمكننا القول إن البلاستيك الناتج لدينا يلبي توقعاتنا، فقوامه قوي ومتماسك ومرن وبإمكاننا تشكيله



وثنية.



الشكل 13: المنتج النهائي من البلاستيك الحيوي

تحلل البلاستيك الحيوي

قابلية التحلل البيولوجي/الحيوي:

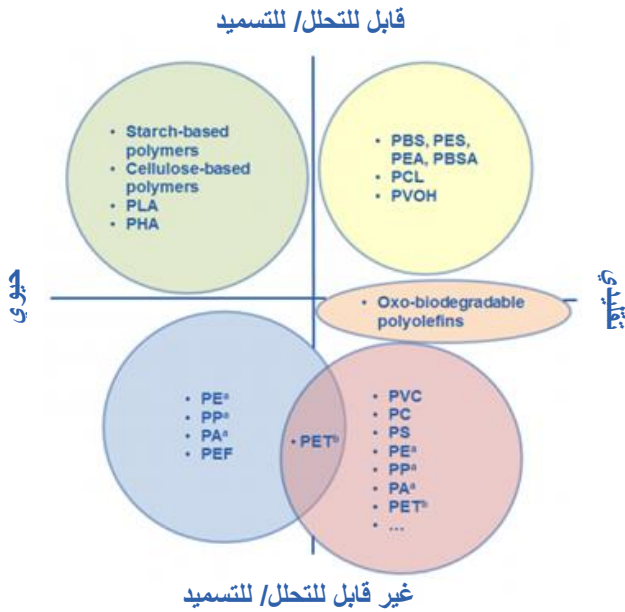
وفقًا للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد (ASTM)، فإن المواد القابلة للتحلل هي أي شيء يخضع للتحلل والتفكك الناتج عن عمل الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات والطحالب. أي قابلية للمادة العضوية للتحلل إلى مواد أبسط. وعادة ما يكون أي منتج نباتي أو حيواني قابل للتحلل البيولوجي.

قابلية التسميد:

التسميد هو انقسام المنتج إلى عناصر طبيعية في بيئة السماد، بطريقة لا تسبب أي ضرر بيئي. تُعرف ASTM قابلية التسميد بأنه قابلية التحلل من خلال عمليات حيوية لإنتاج مركبات عضوية.

المنتجات القابلة للتسميد قابلة للتحلل، ولكن مع فائدة إضافية، فعندما تتحلل المواد القابلة للتسميد، فإنها تطلق مغذيات قيمة في التربة أو ما يسمى بالدبال، وهو مليء بالعناصر الغذائية والمعادن ومفيد للزراعة ويزيد من خصوبة التربة. أما التحلل الحيوي هو طريقة طبيعية لإعادة تدوير النفايات، أو تحطيم المواد العضوية إلى مواد غذائية يمكن استخدامها من قبل الكائنات الحية الأخرى. فكلما "تحلل" تعني تكسير وتحطيم، و"الحيوي" يقصد بها أن هذا التكسير يحدث من خلال تجمعات من البكتيريا

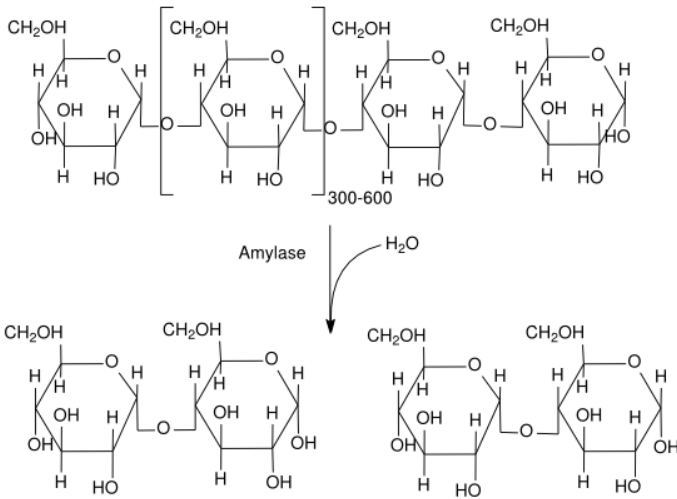
والفطريات والحشرات والديدان أي الكائنات التي تتغذى على المواد الميتة وإعادة تدويرها إلى أشكال جديدة، وفي العادة يستغرق التسميد وقتاً أقصر من التحلل الحيوي.



الشكل 14

ليست كل المواد البلاستيكية الحيوية قابلة للتحلل بنفسها فتظل في هذه الحالة عبئاً على البيئة المحيطة، وليست كل المواد البلاستيكية القابلة للتحلل تسمى بالبلاستيك حيوي لتكونها من مواد غير عضوية وفي نفس الوقت تكون قابلة للتحلل بفعل الحرارة وعوامل أخرى. كل من هيكل وتكوين البوليمر الحيوي هما عامل في عملية التحلل الحيوي، وبالتالي قد يؤدي تطوير التركيب والهيكل إلى زيادة قابلية التحلل الحيوي. وحتى المواد البلاستيكية القابلة للتحلل الحيوي قد لا تتحلل بيولوجيًا في أي بيئة، فعملية التحلل تعتمد على توفر عدة عوامل.

تحليل البلاستيك الحيوي منزلي الصنع:



الشكل 15

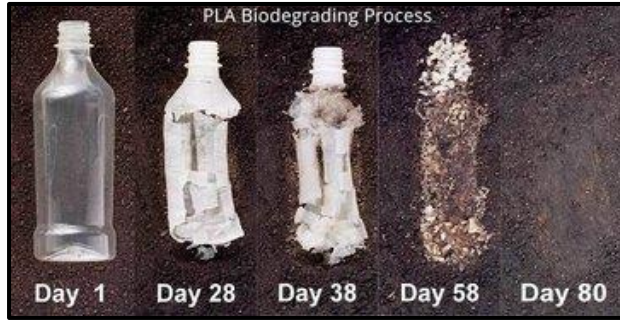
لتحليل البلاستيك الحيوي الذي قمنا بصنعه يمكننا وضعه في الماء، وسنجد أن البوليمير قد بدأ بالذوبان والتحلل، نظرًا أن البوليمرات أضعف من بوليميرات البلاستيك الحيوي التجاري، فإنها تتحلل بسهولة في الماء (في غضون بضعة أيام).

ولتسريع عملية التحلل يمكننا إضافة إنزيم الأميلوز وهو إنزيم يوجد في اللعاب البشري وهو مسؤول عن هضم النشويات عن طريق كسر الروابط بين جزيئات الجلوكوز.

تتطلب عملية كسر الرابطة الواحدة بين مونوميرين امتصاص لجزيء ماء وتسمى هذه العملية بالحلمأة أو بالتحلل المائي.

تحلل البلاستيك الحيوي التجاري:

يحتاج البلاستيك الحيوي التجاري إلى حرارة وميكروبات ووقت أطول من البلاستيك الحيوي المعد منزلياً للتحلل البيولوجي. فبعد كل شيء، من سيشتري زجاجة تذوب في الماء؟



الشكل 16

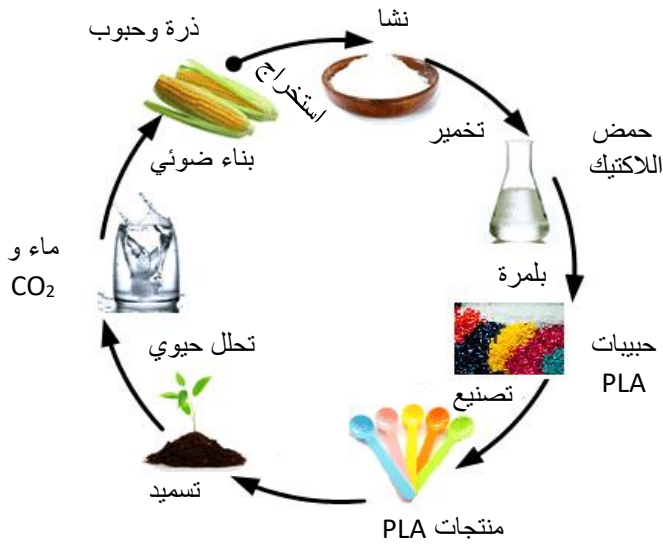
عدد من البلاستيك الحيوي، بما في ذلك PLA، "قابل للتحلل"؛ أعطها ما يكفي من الحرارة والرطوبة والميكروبات والبكتيريا الجائعة وضعها في ظل ظروف بيئية مناسبة، وستجد أن البلاستيك قد تتحلل إلى ثاني أكسيد الكربون والماء ومواد عضوية أخرى في غضون أسابيع.

تتحلل منتجات PHA بسهولة أيضاً في مقابل القمامة أو في المصانع المنتجة للسماد. توجد قابلية للتحلل للبلاستيك الحيوي في ظل ظروف بيئية مختلفة بما في ذلك في التربة والبيئات المائية والأسمدة، مما يجعل البلاستيك الحيوي أكثر قبولا من البلاستيك التقليدي. التربة والسماد العضوي كظروف بيئية يعدان أكثر كفاءة للتحلل البيولوجي بسبب تنوعهما الميكروبي الكبير. لا يؤدي التسميد إلى التحلل الحيوي للبلاستيك الحيوي بكفاءة فحسب، بل إنه يقلل أيضاً بشكل كبير من انبعاث غازات الاحتباس الحراري.

قابلية PLA للتحلل الحيوي وللتسميد لا تعني أن أي بيئة محيطة يمكنها التعامل معه بسهولة. ففي حالة عدم توفر بيئة محفزة للتحلل. فللتحلل الحيوي، قد يحتاج PLA إلى ظروف تحلل صناعية، والتي تتوفر في مرافق إعادة التدوير، تتضمن هذه الظروف درجات حرارة أعلى من 58 درجة مئوية وتوفر بيئة رطبة. فيصبح تسميد البلاستيك الحيوي معتمداً على وجود مرافق التسميد الصناعي اللازمة لتحطيم البلاستيك الحيوي، بالتالي فمعضلة مكبات النفايات لا مفر منها، في وقت مدن قليلة فقط هي التي لديها مرافق تسميد صناعي.

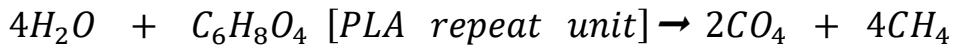
تقدم إعادة التدوير بديلاً، لكنها ليست سهلة للغاية. يوضح روبرت ريد، مدير العلاقات العامة لشركة Sunset Scavenger Company وهي شركة تعيد تدوير نفايات مدينة سان فرانسيسكو وتحولها إلى

سماد، أن موظفي شركته يزيلون أي شيء لا يبدو عليه أنه ينتمي إلى بقايا الطعام القابلة للتسميد. قائلا: "ما لم يتم وضع علامة واضحة عليه، سيكون من المستحيل على عمال الفرز أن يعرفوا أنه كوب قابل للتسميد". فلن تتماصك المنتجات المصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره إلا إذا كانت مصنوعة من نفس النوع من بلاستيك. نظرًا لأن أنواع البلاستيك المختلفة لها نقاط انصهار مختلفة، فإن إعادة تدوير خليط من البلاستيك غير ممكن.



ينتهي الحال بمعظم المواد البلاستيكية القابلة للتسميد في مكبات النفايات، مثل أنواع البلاستيك الأخرى، بدلاً من تحويلها إلى سماد. تظل بعض المواد البلاستيكية الحيوية سليمة، مدفونة في بيئة خالية من الأكسجين في مقالب القمامة. وتحلل البلاستيك الحيوي بهذه الطريقة على مدار العديد من السنوات هو ما يقلق العلماء. بسبب إنتاج غاز الميثان (CH₄)، وهو غاز دفيئ بتأثير أشد 20 مرة من تأثير ثاني أكسيد الكربون.

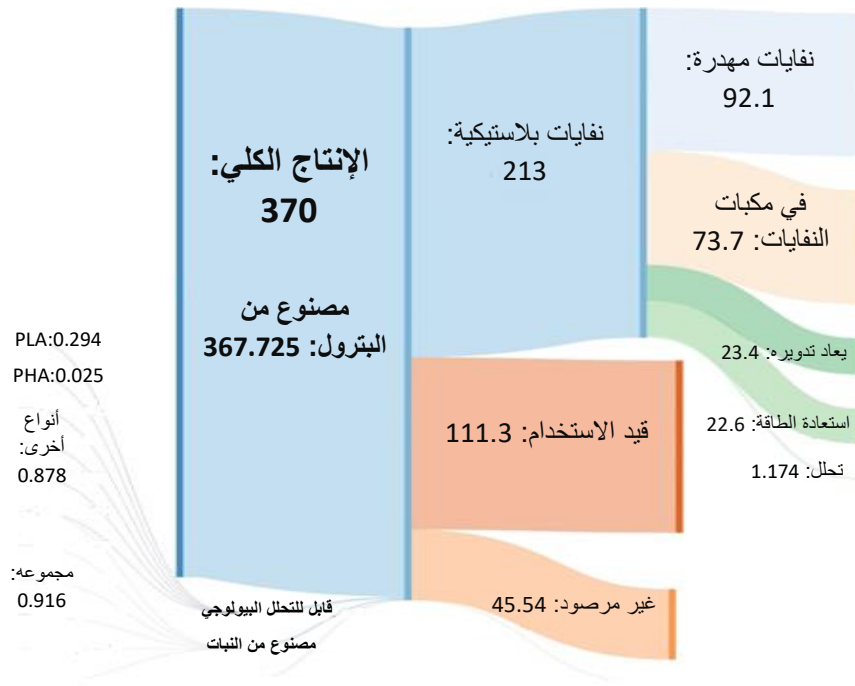
في مكبات النفايات، يتحلل PLA وفقًا للتفاعل التالي:



يقول ريتشارد وول، مهندس كيميائي في جامعة ديلاوير في نيوارك: "يعود غازان ثاني أكسيد الكربون والميثان إلى الغلاف الجوي. لذا، يبدو أن تحليل البلاستيك الحيوي هو حل مضلل."

السوق الحالي والمستقبلي للبلاستيك الحيوي

يغطي البلاستيك الحيوي ما يقارب 1% من الطلب العالمي على البلاستيك وفقًا لاتحاد البلاستيك الحيوي الأوروبي، فلماذا لا يزال سوق البلاستيك الحيوي ضئيلاً؟ هل يعد سعر البلاستيك الحيوي عائقاً عند التنافس مع البلاستيك التقليدي في السوق؟ وما هي نُهج التي يمكن تبنيها لخفض تكلفة البلاستيك الحيوي؟



الشكل 18: إنتاج البلاستيك العالمي لعام 2019. جميع القيم بملايين الأطنان.

على الصعيد 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 في البينة 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، ستخفض الأسعار حتى تصبح قابلة للمقارنة مع منافسيها غير الصديقين للبيئة. كما أن أسعار البلاستيك الحيوي في انخفاض مع قيام الباحثين والشركات بتطوير استراتيجيات أكثر كفاءة وصديقة للبيئة لإنتاج البلاستيك الحيوي.

هذه العوامل بالإضافة إلى زيادة أسعار النفط وقرب نفاده والوعي البيئي المتزايد عند الشباب، قد تنمي سوق البلاستيك الحيوي في المستقبل القريب.

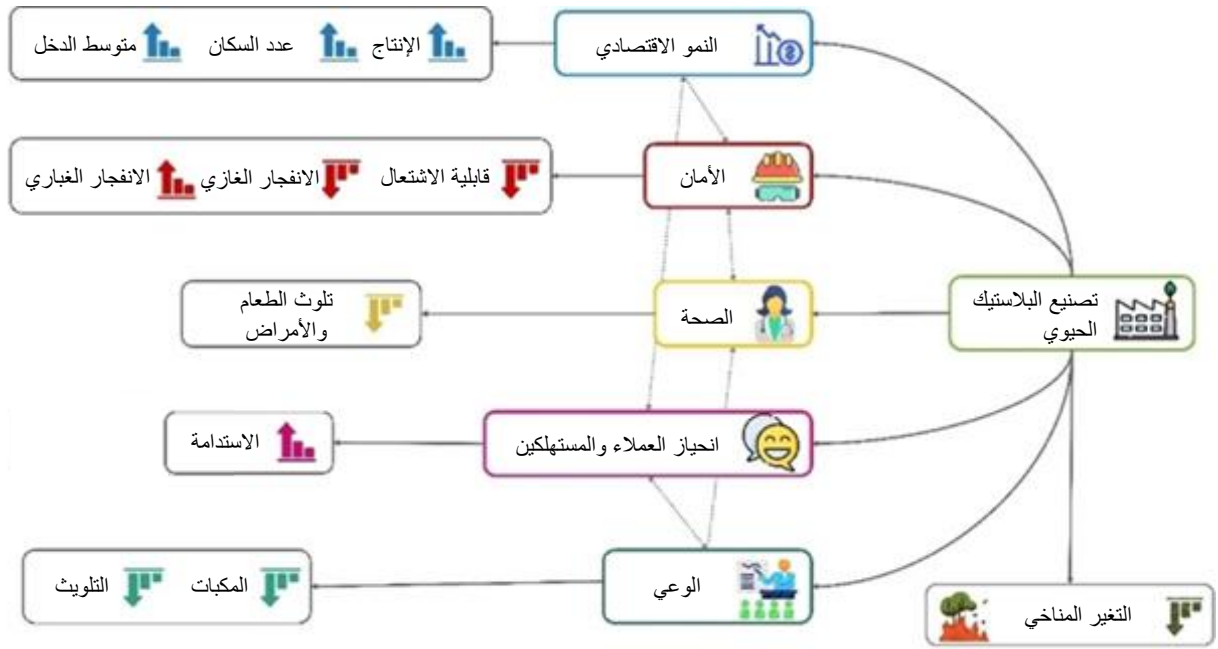
البلاستيك الحيوي في المستقبل

يوجد حيز كبير لتطور صناعة البلاستيكات الحيوية. فبالنسبة لـ PLA توجد بعض الخصائص التي يعمل على تطويرها العلماء. فمونومير اللاكتيد هو مادة ملدنة ممتازة لـ PLA ولكنه يميل إلى الانتقال إلى سطح PLA. مما يؤثر سلبيا على معامل الشد والثني. توجد كيمياويات حيوية لها القدرة على حل هذه المشكلة عن طريق صنع روابط كيميائية أقوى لتزيد معدل تماسك البوليمير ولكن إضافتها ستضعف قابلية PLA للتسميد. أظهر أيضا خلط PLA مع PHA تحسناً كبيراً في متانة البلاستيك مع انخفاض طفيف في قوة وتماسك البوليمير وهذه الطريقة لا تمس بالمحتوى الحيوي وقابلية التسميد لـ PLA، وقد يتم تطبيق هذا الابتكار في المستقبل. بالإضافة إلى طرق حديثة الاكتشاف، مثل البلمرة باستخدام إشعاع الميكروويف وكيمياء الموجات فوق الصوتية، يمكن أن تؤدي إلى إنتاج أسرع وأرخص لـ PLA.

في حين أن 0.01 % فقط من الأراضي الصالحة للزراعة تستخدم حالياً لزراعة المواد الخام المستخدمة في صناعة البلاستيك الحيوي، فإن استبدال جميع البلاستيك التقليدي بالبلاستيك الحيوي سيتطلب استخدام 7 % من الأراضي الصالحة للزراعة على مستوى العالم. جادل المعارضون بأن زراعة محاصيل البلاستيك الحيوي، التي تتطلب زراعة مكثفة للغاية بما في ذلك استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية واستخدام المياه بكثافة وتعديل بعض النباتات جينياً لتتوافق مع بنية البلاستيك الحيوي، يضر أكثر مما ينفع وقد يكون هذا صحيحاً على المدى القصير فكل ما سنراه من آثار للأعوام الأولى القليلة هو نفقات الأبحاث و للمرافق ولكن على المدى الطويل بعد ظهور التغيرات البيئية الإيجابية و التغيرات الملحوظة في الصحة و الأمراض و استقرار الحياه سواء في المحيطات أو في البراري سيكون من اليقين أن آثار البلاستيك الحيوي الإيجابية تفوق خسائره المالية بأشواط.

الخاتمة

في جميع مجالات الحياة فاقت مميزات البلاستيك الحيوي وتبعات انتاجه تلك الخاصة بالبلاستيك التقليدي؛ البلاستيك الحيوي يعتبر بديلاً مثالياً للبلاستيك التقليدي. وهو حل قد يكون مكلفاً فكرياً ومادياً في بداية انتشاره ولكن مع التوسع في تكنولوجيا البوليمرات الحيوية وتطويرها وانتشار مرافق إعادة التدوير والتشكيل وتجنب عواقب استخدام البلاستيك التقليدي سنكون قد دفعنا ثمننا قليلاً في مقابل الحفاظ على الحياة على الأرض لكل وعدم زيادة الأضرار البيئية التي نعاني منها بسبب الإهمال البيئي في العقود الماضية.



الشكل 19: اثار استخدام البلاستيك الحيوي

المصادر والمراجع

- 7 Things You Didn't Know About Plastic (and Recycling. "7 Things You Didn't Know about Plastic (and Recycling)." National Geographic Society Newsroom, April 4, 2018. <https://blog.nationalgeographic.org/2018/04/04/7-things-you-didnt-know-about-plastic-and-recycling/>.
- "Alternative Plastics." Plastic Pollution Coalition, April 17, 2018. <https://plasticpollutioncoalition.zendesk.com/hc/en-us/articles/115002101348-Alternative-Plastics>.
- American chemistry council. "The Basics: Polymer Definition and Properties." Americanchemistry.com, 2020. <https://plastics.americanchemistry.com/plastics/The-Basics/>.
- Are bioplastics better for the environment than conventional plastics. "Are Bioplastics Better for the Environment than Conventional Plastics?" Ensia, 2019. <https://ensia.com/features/bioplastics-bio-based-biodegradable-environment/>.

- “Bioplastics | Food Packaging Forum.” Food Packaging Forum. Food Packaging Forum, June 11, 2014. <https://www.foodpackagingforum.org/food-packaging-health/bioplastics>.
- Cho, Renee. “State of the Planet.” State of the Planet, December 13, 2017. <https://blogs.ei.columbia.edu/2017/12/13/the-truth-about-bioplastics/>.
- Client Admin. “Bioplastics.” Plastics Industry Association, November 2016. <https://www.plasticsindustry.org/supply-chain/recycling-sustainability/bioplastics>.
- Fridovich-Keil, Judith. “Bioplastic | Definition & Facts | Britannica.” In *Encyclopædia Britannica*, 2021. <https://www.britannica.com/technology/bioplastic>.
- Gibbens, Sarah. “What You Need to Know about Plant-Based Plastics.” Environment. National Geographic, November 15, 2018. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/are-bioplastics-made-from-plants-better-for-environment-ocean-plastic>.
- Ladapo, Brianna. “Are Biodegradable Materials More Expensive?” Home Guides | SF Gate, 2012.
- “Polylactic Acid or Polylactide, PLA Plastic, Lactic Acid Polymer Guide.” Specialchem.com, 2021. <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polylactide-pla-bioplastic>.
- The Dangers of Plastic Pollution. “The Dangers of Plastic Pollution.” NRDC, December 16, 2020. <https://www.nrdc.org/experts/dillon-hanson-ahumada/dangers-plastic-pollution>.
- Filiciotto, Layla, and Gadi Rothenberg. “Biodegradable Plastics: Standards, Policies, and Impacts.” *ChemSusChem* 14, no. 1 (October 28, 2020): 56–72. <https://doi.org/10.1002/cssc.202002044>.
- “Review of Bioplastics Highlights Costs | Food Packaging Forum.” Food Packaging Forum. Food Packaging Forum, February 7, 2019. <https://www.foodpackagingforum.org/news/review-of-bioplastics-highlights-costs>.



- Lord, Rick, and American Chemistry Council. "Plastics and Sustainability: A Valuation of Environmental Benefits, Costs and Opportunities for Continuous Improvement 1 Plastics and Sustainability." , n.d. <https://plastics.americanchemistry.com/Plastics-and-Sustainability.pdf>.
- "Plastic - the Processing and Fabrication of Plastics | Britannica." In *Encyclopædia Britannica*, 2021. <https://www.britannica.com/science/plastic/The-processing-and-fabrication-of-plastics>.
- "Plastics: Innovative Materials. Innovative Design." Americanchemistry.com, 2020. https://plastics.americanchemistry.com/Plastics_Pages/Market_Teams_Pages/Plastics__Innovative_Materials__Innovative_Design/.
- Rogers, Tony. "Everything You Need to Know about Polylactic Acid (PLA)." Creativemechanisms.com, 2015. <https://www.creativemechanisms.com/blog/learn-about-poly-lactic-acid-pla-prototypes>.
- Susan. "The Importance of Plastic ... Why Plastic Is Important Aylesbury Granulation Services." Aylesbury Granulation Services, August 16, 2018. <https://agsplasticgranulation.co.uk/opinions/the-importance-of-plastic-why-plastic-is-important/>.
- Van Den Oever, Martien, Karin Molenveld, Maarten Van Der Zee, and Harriëtte Bos. "Bio-Based and Biodegradable Plastics -Facts and Figures Focus on Food Packaging in the Netherlands." , April 2017. https://www.wur.nl/upload_mm/1/e/7/01452551-06c5-4dc3-b278-173da53356bb_170421%20Report%20Bio-based%20Plastic%20Facts.pdf.
- Clare Goldsberry, "Oil Prices and the Fate of Bioplastics in the Marketplace," plasticstoday.com, July 22, 2020, <https://www.plasticstoday.com/biopolymers/oil-prices-and-fate-bioplastics-marketplace>.

فاطمة محمد الديب

مدرسة الشعلة الخاصة - الشارقة / دولة الإمارات العربية المتحدة

البريد الإلكتروني: fatemaeldeeb1@gmail.com