



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

البلاستيك وتدويره

بحث تقدم به الطالب

أكرم خلف فهد

الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل
كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

تحت اشراف

أ . د . سمير حسن هادي

2023 م

1444 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{وَإِنْ تَعُدُّوا نِعْمَةَ اللَّهِ لَا تُحْصُوهَا ۗ إِنَّ اللَّهَ لَغَفُورٌ رَحِيمٌ }

صدق الله العلي العظيم

النحل: ١٨



الشكر والتقدير

لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد ...

وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة ...

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة ...

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل وبالأخص أستاذي العزيز الذي ساعدني في انجاز بحث تخرجي وتزويدي بالمعلومات والمصادر ، الدكتور سمير حسن هادي

الاهداء

اللهم لك الحمد والشكر من قبل ولك الحمد والشكر من بعد ولك الحمد والشكر في الدنيا ولك الحمد والشكر في الآخرة ولك الحمد والشكر اناء الليل واطراف النهار ولك الحمد والشكر دائما وابدأ وفي كل حين .

بعد ان انعم الله علينا بإتمام بحثنا نود ان نهديه كعربون محبة واخلص الى :

سيد الكائنات محمد (صلى الله عليه واله) حبيبنا وشفيعنا السراج المنير ، الرحمة المهداة من ربنا الذي قال في حقه : { وما ارسلناك الا رحمة للعالمين } (صدق الله العلي العظيم) الذي كان مثلي وقدوتي وسندي في هذه الحياة ، صاحب القلب الطيب الاولى بالبر ، ادعو الله ان يمد في عمرك ويحفظك من كل سوء ويرزقك الصحة والعافية ، اهدي اليك بحثي ونتيجة جهدي امي الحبيبة ... وصية الله ورسوله التي تمكث تحت اقدامها الجنة ، صاحبة القلب الحنون والدعوات الطيبة ، يا من اعجز عن ايفاء حقه اهديك ثمرة مجهود سنيني التي انقضت سائلا المولى ان يمد في عمرك ويحفظك ، الى اخوتي واخواتي فلذات كبدي

سندي وعضيدي ومشاركي افراحي واحزاني الناصحين الداعمين المحبين للخير اهدي اليكم هذا العمل المتواضع واسأل ربي ان يحفظكم ويديمكم وينعم عليكم بالصحة والعافية والسعادة .

الى اصدقائي الاعزاء ... رفقاء الروح قبل الطريق اهدي اليكم عملي هذا الجهد كعربون محبة واخلص و اسال الله ان يحفظكم ويرزقكم الصحة والعافية .

الى اساتذتي الكرام المبجلين ... اصحاب الفضل الكبير بعد الله سبحانه وتعالى ، ينبوع العطاء الزاخر اخص فيهم مشرف بحثي الدكتور (**سمير حسن هادي**) وجميع الكادر التدريسي لقسم الفيزياء خيرة الاساتذة ...

لكم منا كل معاني الحب والتقدير والذي يساوي حجم عطاؤكم اللامحدود ، نهدي اليكم بحثنا (البلاستيك وتدويره) .

مع فائق الاحترام والتقدير ...



الخلاصة

البوليمرات هي مواد عضوية او غير عضوية نستخدمها في حياتنا اليومية بشكل اساسي وذلك لان لها صفات جيدة وفريدة من نوعها واهم ما تشمل البوليمرات الماس والرمل والجرافيت ويكون لكل بوليمر اسم شائع وأسم معتمد حده الاتحاد الدولي. وقد ذكرنا انواع البوليمر منها اللدائن الحرارية واللدائن الحرارية الصلبة ويتم تصنيعها اعتماداً على مصادر البوليمر والطبقة الكيميائية للبوليمر وعلى الشكل البنائي .

البلاستيك بالأصل هي مواد مصنعه او قد تكون شبه مصنعه وتستخدم في التغليف والبناء مثل الانابيب والمواسير . وقد ذكرنا اهم انواع البلاستيك منها البولي اثيلين وكلوريد البولي فينيل وغيرها . وتقوم مصانع البترو كيمواويه بتحويل بترول الخام الى مونيمرات عن طريق كسر الروابط . وقد ذكرنا في الفصل الرابع اهم تطبيقات البلاستيك منها الخرطوم والزراعة البلاستكية .

الفهرست

الصفحة	الموضوع	ت
أ	الآية الكريمة	1
ب	الشكر والتقدير	2
ت	الاهداء	3
ث	الخلاصة	4
الفصل الاول		
1	المقدمة	4
3 – 2	البوليمرات	5
5 – 3	تسمية البوليمرات	6
6 – 5	انواع البوليمرات	7
8 – 6	تصنيف البوليمر	8
الفصل الثاني		
11 – 10	البلاستيك او اللدائن	9
15 – 11	اعادة تدوير البلاستيك	10
16 – 15	انواع البلاستيك	11
الفصل الثالث		
19	صناعة البلاستيك	12
21 – 20	القولبة	13
الفصل الرابع		
27 – 23	تطبيقات البلاستيك	14
29 – 28	الاستخدامات	15
30	الخاتمة	16
35 – 31	المصادر	17

الفصل الاول

البوليمرات

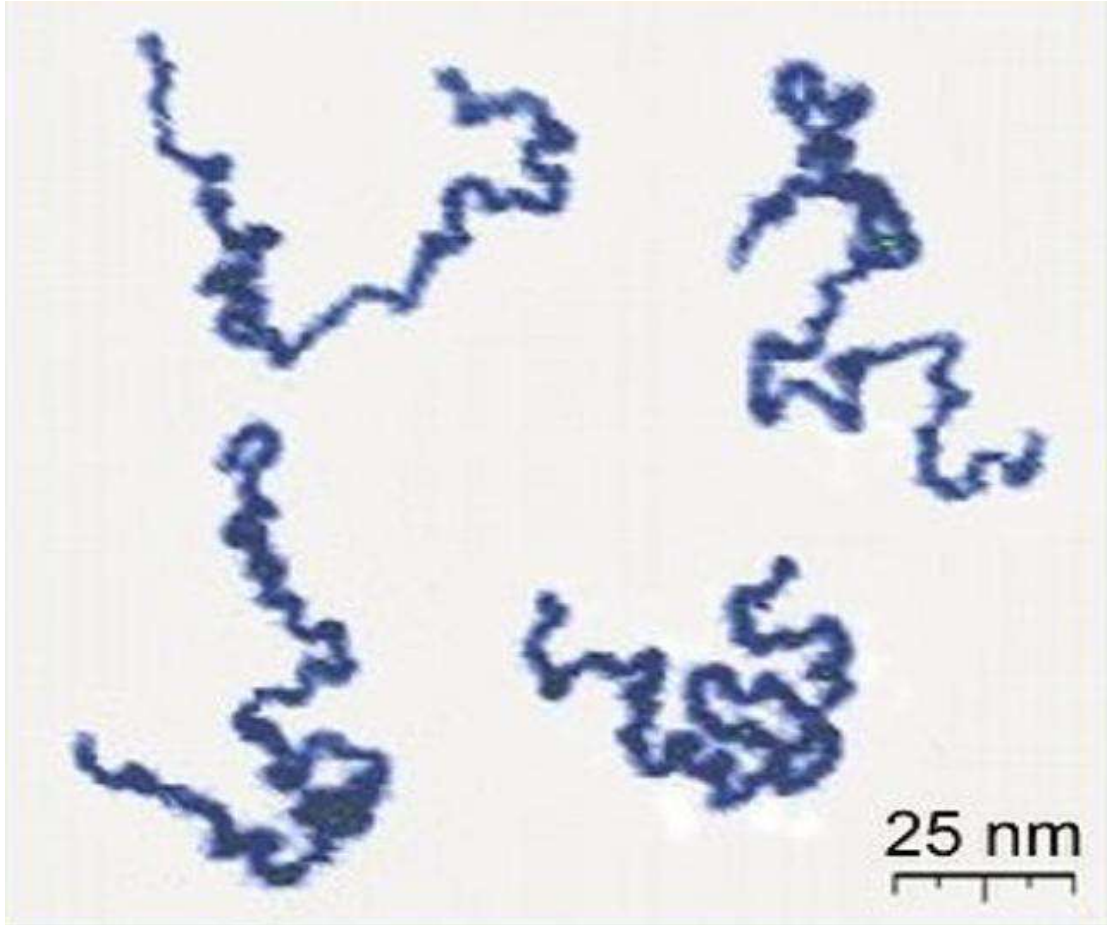
المقدمة

بدأت عملية إعادة التدوير في سبعينيات القرن الماضي، إذ تمّ افتتاح أول مصنع متخصص بإعادة تدوير البلاستيك عام 1972م في ولاية بنسلفانيا، وهو الأول من نوعه في تلك الفترة، وذلك بعد مجموعة من المحاولات لبدء وتقبّل هذه العملية، وبهذا توسعت عملية التغليف على نطاق أوسع من ذي قبل سواء مواد التغليف أو غيرها. يؤخذ بعين الاعتبار اختلاف نوع البلاستيك المراد إعادة تدويره، والشكل المراد قولبة البلاستيك وتشكيله إليه، إذ تلعب هذه العوامل دوراً هاماً بعملية إعادة التدوير البلاستيك، وما تجدر الإشارة إليه أنّ عمليات إعادة التدوير تختلف من غيرها من المواد كالزجاج والمعادن، وذلك بسبب شمولها على عدد أكبر من خطوات إعادة التدوير، وعند إعادة تدوير البلاستيك يتم إضافة العديد من الأصباغ والمواد الكيميائية والصبغية .

وتتأثر كفاءة عملية إعادة التدوير بالعديد من العوامل كعامل كل نوع من المواد البلاستيكية بشكلٍ منفصل بجانب تطبيق مجموعة من الإرشادات إعادة التدوير خلال جميع المراحل العملية، بالإضافة لأهميّة وعي الناس بعملية إعادة تدوير البلاستيك، وبالتالي المساهمة بالتخلص من النفايات بشكلٍ يُسهل إتمام عملية إعادة التدوير بنجاح .

الفصل الاول

المبلمر (أو البوليمر) (ملاحظة 1) هو مركب ذو وزن جزيئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة. قد تكون هذه المواد عضوية أو غير عضوية أو عضوية معدنية، وقد تكون طبيعية أو اصطناعية في أصلها. [1]



الشكل رقم (1 - 1)

مظهر بوليمر خطي حقيقي كما صور باستخدام مجهر القوة الذرية على سطح بوجود وسط سائل. وطول سلسلة البوليمر حوالي 204 نانومتر وسمك 0.4 نانومتر. [2]

بولي بروبلين متقابل الترتيب

أصبحت البوليمرات تلعب دوراً أساسياً وكلياً في استخدامات الحياة اليومية [3] وذلك بسبب خواصها الفريدة [4]. فهي مواد أساسية في القطاعات الصناعية اليومية، مثل المواد اللاصقة،

ومواد البناء، والورق، والملابس، والألياف، واللدائن، والسيراميك، والخرسانة، والبلورات السائلة والمقاوم الضوئي، ومواد التغطية.

كما أن البوليمرات متواجدة في معظم مكونات التربة، والنباتات، والكائنات الحية. وهي مهمة في التغذية، والهندسة الميكانيكية، وبنية الكائنات الحية، والطب، والحواسيب، واستكشاف الفضاء، والصحة، والبيئة. [5]

تستخدم كلمة بلاستيك أو لدائن استخدامًا خاطئًا للدلالة على البوليمرات، في حين أن البوليمرات تضم أصنافًا ضخمة من المواد التركيبية والطبيعية المتباينة في الخواص.

تشمل البوليمرات الطبيعية غير العضوية الألماس، والجرافيت، والرمل، والأسبستوس، والعقيق، والصوان، والفلسبار (سيليكات الألومنيوم)، والميكا، والمرو، والتالك.

تشمل البوليمرات الطبيعية العضوية عديد السكاريد مثل النشا، والسليلوز، والحموض الأمينية، والبروتينات. وتشمل البوليمرات التركيبية غير العضوية نتريد البورون، والخرسانة، والعديد من الموصلات الفائقة لدرجات الحرارة العالية، والعديد من الزجاجيات. وتمثل مركبات السيلوكسين أو عديد السيلوكسين البوليمرات التركيبية العضوية المعدنية. [6]

وتوفر البوليمرات التركيبية في استخدام الطاقة عند مقارنتها مع المعادن. فخفة وزنها تقلل من استهلاك الوقود في العربات والطائرات. وهي تفوق معظم المعادن بالنسبة إلى نسبة قوتها إلى وزنها. وقد طورت البوليمرات فامتلكت خواص جيدة وأصبحت اقتصادية التصنيع. كما أمكن استخدامها للأغراض الهندسية، فأصبحنا نستخدم المسننات، والمدحرجات، والهياكل المصنعة من البوليمرات. [7]

التسمية :

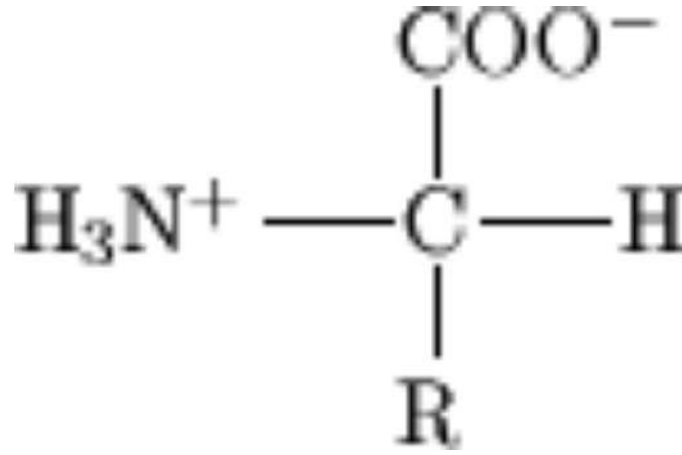
نشأ وتطور علم البوليمرات في بيئة صناعية لذا من الطبيعي أن يكون لكل بوليمر اسم شائع، واسم معتمد على بنيته حدده الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية. وتعرف أغلب البوليمرات بالحروف الأولى من اسمها. مثلاً، عديد الستيرين يرمز له PS من اسمه (polystyrene). وتستخدم العديد من الشركات أسماءً تجارية للتعريف بمنتجاتها من البوليمرات.

مثلاً، فورترل-بولي إستر هي ألياف بولي إيثيلين تيرفتالات أو ألياف PET. وقد يكون للبوليمر اسم عام مثل الرايون، البولي إستر، والنايلون.

يقابل كلمة polymer في اللغة العربية كل من المصطلحات التالية: البوليمر [8]

تتكون البوليمرات من بنى تتمثل في وحدات بنائية متطابقة متكررة. وهذه الوحدات بدورها تتكون من جزيئات أصغر تسمى المونومرات أو الموحيد (جمع موحود). تتفاعل الموحيد مع بعضها لتشكل البوليمر. يوضح الشكل الجانبي موحود البروبيلين والوحدة المتكررة التي تشكل عديد البروبيلين.

وباستثناء المجموعة الطرفية في سلسلة عديد البروبيلين، فإنها تتكون كاملا من هذه الوحدة المتكررة. ويسمى عدد هذه الوحدات (n) في سلسلة البوليمر بدرجة البلمرة أو DP. والبوليمرات الأخرى، مثل البروتينات، يمكن وصفها بكتابة الوحدة المتكررة التقريبية كما في الشكل التالي.

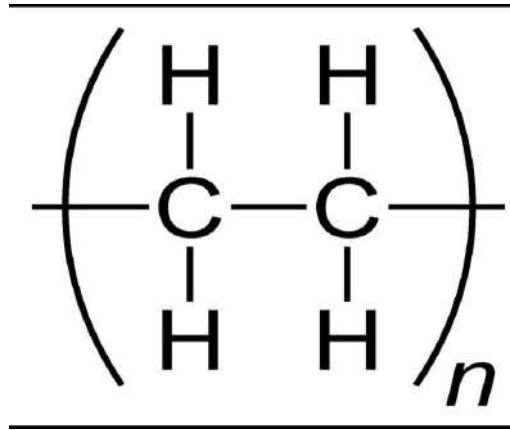


حيث تكون طبيعة R متغيرة (يستعاض عنها بذرة أو مجموعة من الذرات).

وتؤثر التغييرات التي تحدث في الموحيد في خواص البوليمر مثل مرونة، وقابلية الذوبان، أو قوة شد البوليمر. ويمكن لهذه التغييرات في البروتينات أن تجعل للبوليمر القدرة على أن يكون له التركيب المناسب، بدلا من حدوث لف عشوائي "Random Coil" له. ومع أن معظم البوليمرات عضوية (أي أنها مكونة من سلسلة كربونية)، فإنه يوجد أيضا بوليمرات غير عضوية، وغالبا ما تكون سلاسلها مبنية على أصل من السيليكون. ويغطي مصطلح بوليمر

مدى واسع من الجزيئات، متضمنا أيضا بعض المواد مثل البروتينات والخيوط التي لها قوة شد عالية مثل خيوط كيفلر. والأساس في التفريق بين البوليمرات والجزيئات الأخرى الكبيرة هو وجود الوحدات المتكررة (المواحد) في سلاسل البوليمر. ويحدث هذا في عملية البلمرة، والتي ترتبط فيها المواحد معا لتكوين سلسلة طويلة من البوليمر. فمثلا، عملية تكون البولي إيثيلين "Polyethylene or Polyethene" تتضمن تشابك آلاف الوحدات من جزيئات الإيثين معا لتكوين سلسلة لها الوحدة المتكررة -CH₂- :

غالبا ما تسمى البوليمرات على اسم المواحد المكونة للبوليمر، فمثلا، يمثل البولي إيثيلين كالتالي:



ولأن التفريق بين البوليمرات يكون غالبا بالمواحد المكونة لها، فإن سلاسل البوليمرات في أي مادة لا يكون لها نفس الطول. وهذا بعكس الجزيئات الأخرى التي تتكون من عدد معين من الذرات، ويكون لكل جزيء ووزن جزيئي محدد. وتختلف أطوال سلاسل البوليمرات لأن السلاسل تنتهي بطريقة عشوائية أثناء تطور عملية البلمرة.

انواع البوليمرات :

هناك 3 فئات رئيسية من البوليمرات - اللدائن الحرارية ، اللدائن الحرارية الصلبة ، واللدائن. أفضل تمايز بين هذه الفئات هو تعريفها من خلال سلوكها تحت الحرارة المطبقة. البوليمرات الحرارية يمكن أن تكون إما غير متبلورة أو بلورية. يتصرفون بطريقة مطورة نسبيا ولكن غالبا ما تكون منخفضة القوة. تكون البوليمرات ذات الصلدة بالحرارة دائما غير متبلورة وقوية بشكل عام وقاسية ولكنها غالبا ما تكون هشه. تكون اللدائن دائما غير متبلورة وتستخدم في الخدمة أعلى من Tg لديهم قدرة فريدة على تشويه بشكل كبير عن طريق كميات كبيرة للغاية دون ضرر دائم في شكلها. [9]ومن هذه البوليمرات :-

(1) اللدائن الحرارية

قد تأخذ اللدائن الحرارية التركيبات غير البلورية أو البلورية. في مجال اللدائن الحرارية ، توجد جزيئات السلسلة الطويلة في شكل روابط خطية ، ولكنها ترتبط ببعضها البعض بواسطة قوى فان دير فالس الثانوية للتغلب على هذه القوة الملزمة ، (روابط ثانوية) في حرارة عالية كافية ، يكون استثارة السلاسل الجزيئية كافياً ولديهم الحرية في التحرك فوق بعضهم البعض وبالتالي خلق سائل لزج. يمكن تصور السندات الثانوية لذوبان.

يمكن تصور درجة حرارة التحول الزجاجي (Tg) على أنها درجة الحرارة التي تذوب فيها الروابط الثانوية . عندما يتم تبريد البوليمر تهيمن القوى الثانوية مرة أخرى وتعود السلاسل الجزيئية إلى حالة مقيدة وهذا يعني أن اللدائن الحرارية يمكن صهرها وإعادة صهرها مما يسمح بإعادة تدويرها بسهولة .

(2) اللدائن الحرارية الصلبة

في البلاستيك بالحرارة توجد جزيئات السلسلة الطويلة في شبكة غير متبلورة ذات ترابط مرتبط. وهذا يعني أن السلاسل الجزيئية الطويلة مرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط تساهمية. ويعرف تشكيل هذه الروابط المتقاطعة بالعلاج يحدد الربط المتقاطع السلاسل الجزيئية في مكانها وبالتالي يعني أنه لا يمكن إعادة صهر البلاستيك بالحرارة ولكنه سيتحلل عند تسخينه إلى درجة حرارة أعلى من Tg. يمنع الارتباط المتقاطع الترتيب الجزيئي في بنية بلورية مرغوبة مما يعني أن البوليمرات الحرارية لا توجد إلا في الحالة غير المتبلورة.

(3) اللدائن

في السلاسل المطاطية توجد السلاسل الجزيئية الطويلة في شكل روابط خطية غير متبلورة مع ربط متقاطع عرضي. في درجة حرارة الغرفة ، تجاوز مستوى إثارة السلاسل بالفعل سندات Waals Der Van الثانوية ، ومع ذلك ، فإن الروابط المتقاطعة الموجودة في الهيكل تعمل على إرجاع الاستمرار إلى شكله الأصلي بعد التشوه .

تصنيف البوليمر : [10]

(1) التصنيف المعتمد على مصادر البوليمر :-

- البوليمرات الطبيعية
- البوليمرات المحضرة
- البوليمرات الصناعية
- البوليمرات الطبيعية المحورة .

(2) التصنيف المعتمد على الطبيعة الكيميائية للبوليمر :-

- البوليمرات العضوية
- البوليمرات الغير عضوية

(3) التصنيف المعتمد على الشكل البنائي لجزيئات البوليمر :

- البوليمرات الخطية
- البوليمرات المتفرعة
- البوليمرات المتشابكة

(4) التصنيف المعتمد على تجانس البوليمرات .:

- البوليمرات المتجانسة
- البوليمرات المشتركة
- البوليمرات المركبة
- المخاليط البوليمرية

(5) التصنيف الكيميائي للبوليمرات المعتمد على ميكانيكية التفاعل.:

- البوليمرات ذات النمو المتسلسل
- البوليمرات ذات النمو الخطوي (التكثيف) .

التصنيف التكنولوجي للبوليمرات :-

1 -البلاستيكيات المطاوعة للحرارة: (thermoplastic) يتضمن هذا الصنف البوليمرات التي تتغير

صفاتها بتأثير الحرارة فبتأثير الحرارة تتحول إلى منصهرات و عند خفض درجة الحرارة يسترجع المنصهر حالته الصلبة القوية . تستغل هذه الخاصية في تصنيع هذا الصنف المهم من البوليمرات و يعتبر هذا الصنف من أكثر البوليمرات أهميه صناعياً مثل pe , pp , ps , pvc و غيرها . [11]

2-البوليمرات المتصلبة حرارياً (غير المطاوعة للحرارة thermoset) :تعاني هذه البوليمرات تغيرات كيميائية عند تسخينها فتتشابك فيها السلاسل البوليميرية و تصبح هذه البوليمرات بعد معاملتها الحرارية رديئة التوصيل للكهرباء و الحرارة . و تستخدم كمواد عازلة للكهرباء و الحرارة مثل راتنجات الفينول وبعض البولي أسترات المتشابكة . [12]

3-البوليمرات المرنة مطاطياً (elastomers): للبوليمرات المرنة المتمثلة بالمطاط صفات متميزة كالاستطالة (elongation) و قابليتها على التمدد و التقلص (resillience)

4-الألياف (fibers): يتميز هذا الصنف من البوليمرات خاصة كالقوة و المتانة و قابليتها على التبلور مثال لها النايلون (البولي اميدات) و البولي أسترات وغيرها. [13]

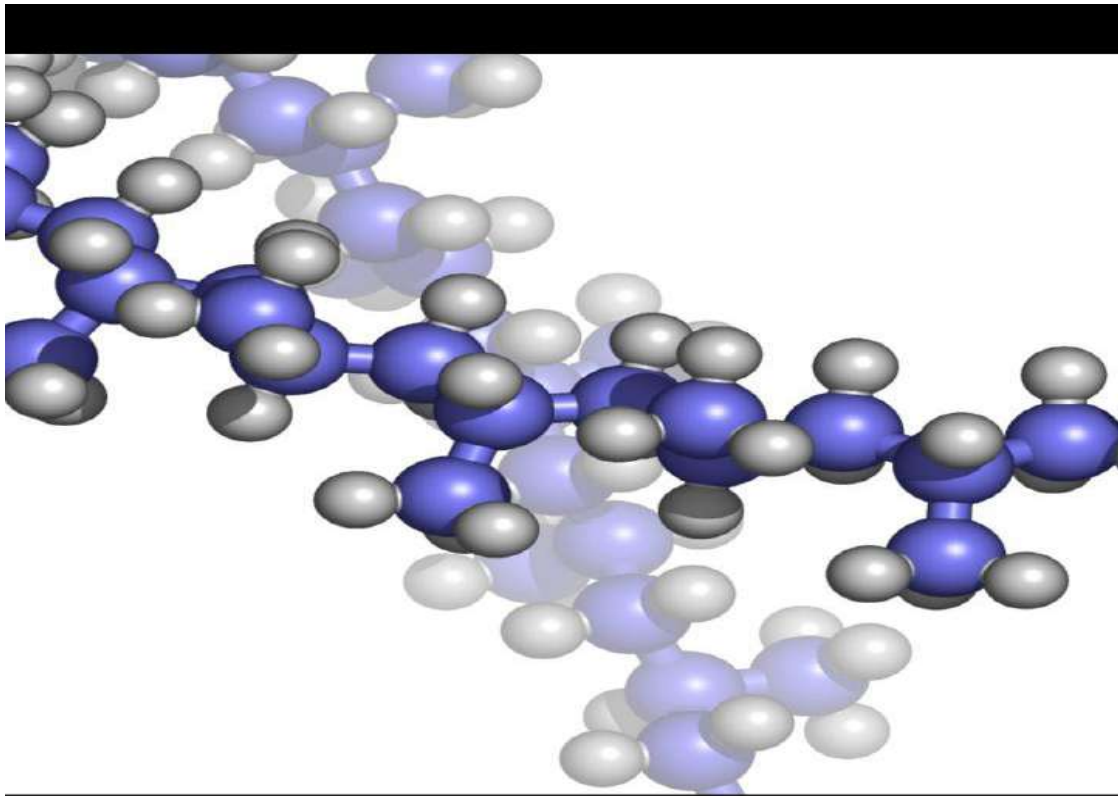
5- اللواصق و المواد الطلائية : تستخدم نسبة كبيرة من البوليمرات كمواد لاصقة و كمواد طلائية و من الأمثلة على البوليمرات المستخدمة كلواصق هي: البوليمرات الطبيعية مثل الصمغ العربي و الصمغ الحيواني والمطاط الطبيعي وغيرها .

الفصل الثاني

البلاستيك وتدويره

الفصل الثاني

اللدائن: المفرد: لدين ، لدين أو بلاستيك (Plastic) هي مجموعة واسعة من المواد الاصطناعية (العضوية أو شبه العضوية) أو شبه الاصطناعية التي تستخدم الملمرات مكونا باللدونة التي تجعل من الممكن رئيسياً، وتتميز تشكيلها بالحقن أو البثق أو القولية بالضغط الحراري في أجسام صلبة بأشكال مختلفة. تستخدم اللدائن على نطاق واسع بفضل قدرتها على التكيف، بالإضافة إلى مجموعة واسعة من الخصائص الأخرى مثل كونها خفيفة الوزن ومتينة ومرنة وغير مكلفة في الإنتاج. تنتج معظم اللدائن الحديثة صناعياً، وتشتق من البتروكيماويات مثل الغاز الطبيعي أو البترول، كما تستخدم الأساليب الصناعية الحديثة كيماويات منشأها مواد متجددة مثل الذرة أو مشتقات القطن. [14]



الشكل رقم (2 - 1)

أنموذج لجزيء البوليبيروبيلين_ الكرات الزرقاء تمثل ذرات الكربون والرمادية الهروجين

أوسع استخدام للدائن هو مواد التعبئة والتغليف، وتستخدم أيضاً في مجموعة واسعة من القطاعات الأخرى، بما في ذلك البناء (الأنابيب، المزاريب، الأبواب والنوافذ)، المنسوجات (الأقمشة، الأثاث، الصوف الصناعي)، والسلع الاستهلاكية (الألعاب، أدوات المائدة، فرش الأسنان)، والنقل (المصابيح الأمامية والمصدات وألواح الهيكل والمرايا الجانبية)، والإلكترونيات (الهواتف وأجهزة الكمبيوتر والتلفزيون)، وأيضاً في أجزاء من الآلات. [15] في الاقتصاديات المتقدمة يستخدم حوالي الثلث في التغليف، وثلث في البناء مثل الأنابيب أو المواسير والتغطية، وتشمل الاستخدامات الأخرى السيارات (التي باتت 20 ٪ منها يتكون من البلاستيك) والأثاث ولعب الأطفال. وتختلف النسبة في الدول النامية، ففي الهند مثال يستخدم 42 ٪ في التعبئة والتغليف. [16] في المجال الطبي، تستخدم اللدائن في الأعضاء الاصطناعية والغرسات والأجهزة الطبية. يبلغ حجم كغ للفرد، ويتضاعف تقريباً إنتاج العالم السنوي من البلاستيك حوالي 50 كل عشر سنوات. وقد تسبب نجاح اللدائن في أوائل القرن العشرين وهيمنتها في نصفه الثاني في حدوث مشكلات بيئية واسعة النطاق، بسبب معدل تحللها البطيء في النظم البيئية الطبيعية.

أصل الكلمة من اليونانية "بلاستيكوس" (باليونانية: πλαστικός، بمعنى "قابل

للتشكيل"، وهي بدورها مشتقة من "بلاستوس" باليونانية: (πλαστός،

"مصبوبات" [17] وهي التسمية الأكثر شيوعاً في الإشارة إلى المنتجات المصنعة

الصلبة المشتقة من البتروكيمياويات [18]

إعادة تدوير البلاستيك

الجمع :

تتم عملية جمع مخلفات البلاستيك بالعديد من الطرق أهمها: تجميعها بالمنزل والمحلات التجارية والفنادق وبيعها لأقرب محل خردة، أو لمشتري الخردة المتجولين بالشوارع، أو جمعها من قبل النباشين في مقابل القمامة. [30]

الفرز:

وهو أهم مرحلة في إعادة تدوير البلاستيك، وهو جوهر التدوير فالحصول على نوعية جيدة من البلاستيك يتطلب فرزاً جيداً للمخلفات البلاستيكية، حيث أن البلاستيك يفقد خواصه في حال وجود عناصر أخرى معه، ويتطلب الفرز عمالة

كبيرة، بما يخلق فرص عمل كثيرة. و يتم ذلك بفصل مخلفات البلاستيك عن باقي الشوائب مثل إزالة الورق الملصق على قارورات المياه البلاستيكية، كما يتم فصل كل نوع بلاستيكي عن الآخر.

الغسل:

وتتم عملية غسل مخلفات البلاستيك بإدخالها في أحواض كبيرة تحتوي على الماء الساخن ويضاف إليه مادة الصودا الكاوية، أو الصابون السائل المركز، فإعادة تدوير البلاستيك تتطلب أن تكون المادة البلاستيكية خالية من الدهون والزيوت والأجسام الغريبة.

التجفيف :



البلاستيك بعد التجفيف الشكل (2_2)

بعد غسل مخلفات البلاستيك تأتي عملية التجفيف حيث يتم نقل المخلفات من أحواض الغسيل إلى أحواض التجفيف وتركها المدة اللازمة لتجف تماما من الماء.

التكسير:

يتم تكسير مخلفات البلاستيك في ماكينة تكسير، وذلك بمرور المخلفات البلاستيكية بين الأسلحة الدوارة الثابتة ليتم طحنها، ويتحكم في حجم التكسير سلك ذو فتحات محددة لتحديد حجم القطع (الحبيبات) المنتجة، ثم يعاد غسل هذه الحبيبات. بعد ذلك

تنقل هذه الحبيبات لتوضع في ماكينة التخريز التي تحولها قطع البلاستيك لتصبح «مادة خام» يمكن الاستفادة منها لصنع منتجات بلاستيكية جديدة.[30]



مخلفات البلاستيك بعد التقطيع الشكل (2_3)

يتم تكسير مخلفات البلاستيك في ماكينة تكسير، وذلك بمرور المخلفات البلاستيكية بين الأسلحة الدوارة الثابتة ليتم طحنها، ويتحكم في حجم التكسير سلك ذو فتحات محددة لتحديد حجم القطع (الحبيبات) المنتجة، ثم يعاد غسل هذه الحبيبات. بعد ذلك تنقل هذه الحبيبات لتوضع في ماكينة التخريز التي تحولها قطع البلاستيك لتصبح «مادة خام» يمكن الاستفادة منها لصنع منتجات بلاستيكية جديدة.

التشكيل:

و في هذه المرحلة يتم تشكيل البلاستيك إلى منتجات قابلة للاستعمال ويتم ذلك بعدة طرق وذلك حسب المنتج المراد الحصول عليه.

طريقة الحقن:

و يتم ذلك باستخدام الحاقن الحلزوني وهو جهاز يحتوي على فرن صهر لتدوير مخلفات البلاستيك كمرحلة أولى، حيث يقوم الفرن بصهر قطع البلاستيك ثم يقوم الحاقن بوضع مصهور البلاستيك في قوالب ثابتة الشكل للحصول على المنتج المطلوب مثل: شموع، أطباق....

طريقة النفخ:

وتستعمل هذه الطريقة لتشكيل المنتجات البلاستيكية المفرغة مثل: كرة القدم.

طريقة البثق:

وهي عملية تتم لإنتاج المنتجات البلاستيكية مثل: الخراطيم، وكابلات الكهرباء، حيث يتم ضغط المادة البلاستيكية خلال فوهة البثق التي يكون لها نفس الشكل المطلوب. [30]

التبريد:

بعد تشكيل المنتجات يتم غمرها في أحواض كبيرة تحتوي على الماء البارد.

حوض غسيل:

و هو عبارة عن حوض كبير يستعمل لغسل مخلفات البلاستيك المراد إعادة تدويرها.

مفرمة:

و هي عبارة عن آلة تستعمل في تقطيع البلاستيك.

حوض التجفيف: وهو عبارة عن حوض كبير يتم نقل البلاستيك إليه بعد غسله من أجل تجفيفه.

ماكينة حقن بلاستيك (الحاقن):

و هو عبارة عن جهاز يستعمل في تشكيل البلاستيك، وهو مكون من فرن لصهر البلاستيك وبعد ذلك يتم حقن مصهور البلاستيك داخل القوالب للحصول على الشكل المطلوب. وتتغير درجة حرارة الفرن أو السخانات اعتمادا على نوعية البلاستيك المراد صهره وتشكيله ومقدار طاقته الداخلية. وتعتبر ماكينة الحقن أكثر الآليات المستخدمة لإنتاج البلاستيك في العالم

حوض تبريد مياه :

و هو عبارة عن حوض كبير به ماء بارد يستعمل من أجل تبريد المنتج البلاستيكي بعد تشكيله.

أهمية إعادة تدوير البلاستيك :

إنّ لإعادة تدوير البلاستيك أهمية بالغة ودور مهم في الحد من نفاذ المصادر وتحقيق التنمية المستدامة وذلك بتأمين المواد الأولية من استغلال المخلفات بدلا من المواد الخام كما أن له دور مهم من الناحية البيئية وذلك بحماية الهواء والماء من الملوثات حيث تجميعها وإعادة استعمالها بدلا من الحرق الذي يؤدي إلى تلويث الهواء أو الطمر الذي يؤدي إلى تلويث المياه الجوفية، دون أن ننسى الدور الذي يلعبه في الاقتصاد بإقلال المساحات اللازمة للتخلص من النفايات واستغلال هذه المساحات لأغراض زراعية وتأمين فرص عمل. و إضافة إلى كل ذلك فإنه يساهم في توفير الطاقة حيث أن الطاقة اللازمة لإنتاج منتج ما من المواد الخام تزيد بكثير عن الطاقة اللازمة لإنتاج نفس المنتج من إعادة تدوير المخلفات. وقد وجد رجال الصناعة أنه إذا تم أخذ برامج إعادة التدوير بمأخذ الجد من الممكن أن تساعد في تخفيض تكلفة المواد الخام وتكلفة التشغيل، كما تحسن صورتهم كمتهمين دائمين بتلويث البيئة.

المعوقات التي تواجه إعادة تدوير البلاستيك

مع أنّ عملية إعادة تدوير البلاستيك تعتبر عملية لحماية البيئة بالدرجة الأولى وبالرغم من الفوائد الكثيرة التي تقدمها إلا أنّها لا زالت تعاني من الكثير من المعوقات التي تحد من تطورها هذا ما يفسر قلة انتشارها ومن أهم هذه المعوقات التي تواجهها هذه الصناعة قلة الدعم المالي المخصص لها من طرف الدولة خاصة مع ارتفاع المخلفات والنفايات التي يتم جمعها محليا لأسباب متعددة وايضا انخفاض المستوردة بالمقارنة بها مما قلل انتشار هذه الصناعة.

انواع البلاستيك :

1.البولي إيثيلين تيريفثاليت يُعدّ البولي إيثيلين تيريفثاليت بالإنجليزية:

(terephthalate Polyethylene المعروف باسم البوليستر أكثر أنواع البلاستيك إنتاجا والتغليف؛ مثل علب في العالم، حيث يتم استخدامه بشكل واسع في التعبئة

الماء البلاستيكية، ويتميز بقابلية إعادة تدويره.[19]

2. يُصنّف البولي إيثيلين إلى نوعين رئيسيين يختلفان حسب استخدامها ومكوناتها، ومنها [20]

- البولي إيثيلين منخفض الكثافة: (بالإنجليزية: LDPE) يمتاز بليونته عالية، وقوة شد منخفضة، ويُستخدم في صناعة الأكياس البلاستيكية.
- البولي إيثيلين عالي الكثافة: (بالإنجليزية: HDPE) يمتاز بصلابته أكبر، ويُستخدم في صناعة صناديق القمامة، ولتطبيقات البناء المختلفة.

3. كلوريد البولي فينيل يُستخدم كلوريد البولي فينيل (بالإنجليزية: Polyvinyl Chloride) في صناعة الأنابيب، وعزل الأسلاك الكهربائية، وعلى الرغم من هشاشته إلا أنه يمتاز بقوته . [21]

4. البولي بروبيلين يمتاز البولي بروبيلين (بالإنجليزية: Polypropylene) بأنه ال يتفاعل مع السوائل، ويُمكن إصلاحه بسهولة، ولديه مقاومة كهربائية جيدة، وهو شبه شفاف، ذو سطح منخفض الاحتكاك، ويُستخدم في تغليف المنتجات، وكقطع لصناعة السيارات وغيرها من المنتجات. [22]

5. البوليستيرين يستخدم البوليستيرين (بالإنجليزية: Polystyrene) في صناعة أغطية المشروبات الغازية، أو الأجهزة الطبية مثل أنابيب الاختبار أو أطباق بيري (petri dishes). [23]

8. الأسيتال (بالإنجليزية: Acetal) وهو معروف بمقاومته العالية لكّل من: الحرارة،

والخدش، والماء، والمركبات الكيميائية، ويحتوي معامل احتكاك منخفض مما يجعله مفيداً للتطبيقات التي تستخدم التروس . [24]

9. التفلون (بالإنجليزية: Teflon) بأنه ثابت، ومقاوم للحرارة، ومقاوم للعديد من المواد الكيميائية، وقوي ويستخدم في تجهيزات المطابخ، والأغلفة المقاومة للماء والأنابيب . [25]

الفصل الثالث

طرق تدويره والقولبة

الفصل الثالث

البلاستيك أو ما يعرف باللدائن هي مادة سهلة التشكيل بصور مختلفة تتكون أساساً من سلاسل تدعى البوليميرات. منذ أن عرف العالم الثورة الصناعية، لا تزال المجتمعات تشهد التطور فمن عصر الفحم الحجري إلى عصر الذهب الأسود (النفط)، والذي ساهم في ظهور صناعات جديدة وكثيرة تطورت بمرور الأيام. ظهرت الصناعة البلاستيكية وازدهرت وأصبحت اليوم تحتل الصدارة بالنسبة للصناعات الحالية نظراً لاستخداماتها العديدة في الحياة اليومية وذلك لأنها تدخل في تركيب الأشياء والأدوات المحيطة بنا.

يتم استخراجها من المواد التالية:

البتترول.

الغاز الطبيعي .

الفحم.

التركيبية

يتركب البلاستيك من الإيثيلين (هو غاز عضوي يتكون جُزيء الواحد من ذرتين من الكربون وأربع ذرات من الهيدروجين، ويرمز له بالصيغة: C_2H_4)، أحد مشتقات النفط، الذي يستخدم في صناعة البولي إيثيلين، من أشهر أنواع البلاستيك.

لاحتوائه على الكربون الذي يشكل العنصر الفعّال في صناعة البوليما، و يضاف إليه مواد تكسبه خواص معينة كالليونة والمرونة والشفافية.

صناعة البلاستيك

تشمل صناعة البلاستيك مرحلة تصنيع البوليميرات فمرحلة تشكيل المنتج النهائي.

تحضير البوليمار

تقوم مصانع البتروكيماوية بتحويل البترول الخام إلى مونوميرات عن طريق تكسير الروابط. ثم يتم ربط المونوميرات في سلاسل طويلة تدعى البوليمارات ويتم إنجازها في وحدات قياسية.

تشكيل المنتج النهائي

يتم خلالها تشكيل المنتج النهائي بعد إضافة المواد كالمقويات والمائات والملدنات والإخضاب لتحسين خواصه ويتضمن تشكيل المنتج عبر 7 عمليات هي:

1. القوالب ← صناعة قالب بالشكل المطلوب للصب أو السبك فيه.
2. السبك أو الصب ← صب المزيج في القالب.
3. البثق ← فك القالب .
4. تلميس أو تشكيل رقائق المصقولة ← ازالة الشوائب.
5. تشكيل الرقائق أو التصفيح ← ألواح تغطية المناضد.
6. الرغوي ← الإسفنج المستعمل في المساند.
6. تشكيل الحراري ← اوعية التعبئة.

القولبة

هذه العملية بدورها تنقسم إلى مجموعة من العمليات الأخرى:

- **النفخ** : تستعمل هذه العملية في صنع قوارير مجوّفة. تتم العملية بإدخال أنبوب من الراتينج المنصهر (باريسون) في قالب ويدفع بهواء مضغوط أو بخار إلى الباريسون الذي يتمدد دافعا الراتينج إلى كل جوانب القالب ويتم إبقاؤه حتى يتصلب.
- **الحقن** : هي أكثر عمليات قولبة البلاستيك الحرارية شيوعا من أهم منتجاتها الهواتف وعجلات السيارات ...إلخ. وتتم العملية بإسقاط أقراص الراتينج من وعاء قمعي إلى القالب المراد صنعه، وبعد مدة 10 إلى 30 ثانية فقط يتصلب البلاستيك. ويتم فتح القالب بعد ذلك وإخراج المنتج المتشكل بواسطة مسمار طرد.
- **الضغط** : هي أكثر عمليات القولبة وتسمى المتصلدات الحرارية شيوعا. من أهم منتجاتها دعامات السيارات ومقابض الأواني ...إلخ. تتم العملية بضغط على البلاستيك وبعد التكوين يضغط على القالب المستعمل في تشكيل المنتج النهائي.
- **القوة الدورانية**: من منتجاتها كل شيء مجوّف مثل كرة القدم الأطفال واللعب (الدمى) ...إلخ. تتم العملية كالتالي:
 - ملئ القالب جزئيا بمسحوق الراتينج.
 - تسخين القالب وكذلك يدار المحرك بسرعة قصوى مشكل قوة الطرد المركزية.
 - تقوم هذه القوة المسماة قوة الراتينج بدفع المنصهر إلى جدران القالب وتبقيها في وضعها حتى تتصلب.

أنواع البلاستيك



الشكل رقم (3- 1)

القوارير

البلاستيك الحراري

وهو الذي يلين بالحرارة فيغيّر من شكلها وبالتالي يمكن صهره وإعادة تشكيله وهذا النوع هو الأكثر استعمالاً من ذلك: الأكياس البلاستيكية، القارورات البلاستيكية... إلخ.

البلاستيك اللاحراري

يتحوّل هذا النوع من اللدائن بعد تشكيله إلى مواد غير منصهرة، لا يمكن إعادة تليينها وتشكيلها عند إعادة التسخين، ومن أمثلة عن هذه البوليميرات: راتنجات الفينول وراتنجات اليوريا فورمايدو يستعمل هذا النوع من البلاستيك في تغليف الأسلاك الكهربائية ومقابض القدور... إلخ.

الفصل الرابع

الاستخدامات و التطبيقات

الفصل الرابع

تطبيقاته :

(1)

الخرطوم [26] (الجمع: خَرَاطِيم) هو أنبوب مجوف مرن، صمم لنقل موائع والغازات من مكان لآخر، وذلك بفعل الضغط الناتج من فوهة بداية الخرطوم باتجاه فوهة النهاية. وتأخذ غالبًا شكل أسطوانة طويلة مرنة.



الشكل رقم (4 - 1)



الشكل رقم (4 - 2) خرطوم ري للبيستنه .



الشكل رقم (4 - 3)

تراعى في تصميمها عوامل عدة تجمع بين إمكانية التطبيق والفعالية. منها الحجم وأقصى الضغط والوزن والطول وما إذا كانت ستُلف في وشيعة والتوافقية الكيميائية [الإنجليزية] مع المحيط أو المنقول [27].

وبناء على تلك الحسابات والموازنات المادية، تُصنع الخرطوم من مواد مختلفة. أكثرها استعمالاً من اللدائن ومشتقاتها: (النايلون ومتعدد اليوريثان كلوريد متعدد الفاينيل) والمطاط الطبيعي والمطاط الصناعي، حسب المحيط والضغط. كما يُمكن الآن صناعة الخرطوم من بعض أنواع متعدد الإثيلين (منخفض الكثافة) .



الشكل رقم (4-4)

لتحقيق مقاومة ضغط أفضل تقوى الخراطيم بالألياف أو بأسلاك المعدنية، وغالبًا ما تكون مصنوعة من الحديد الصلب، حيث يتم إدخال الأسلاك المعدنية في صناعة الخراطيم ويتم إدخالها في المادة المستخدمة في صناعة الخراطيم، حيث تعزز الخراطيم بأشكال شبيهة بالحلقات المحيطية أو الحلزونية، للحفاظ على هذه الهياكل المموجة لتقاوم الضغط الداخلي.

(2) زراعة بلاستيكية

يشير مصطلح الزراعة البلاستيكية إلى ممارسات تُستخدم فيها المواد بلاستيكية في التطبيقات الزراعية.



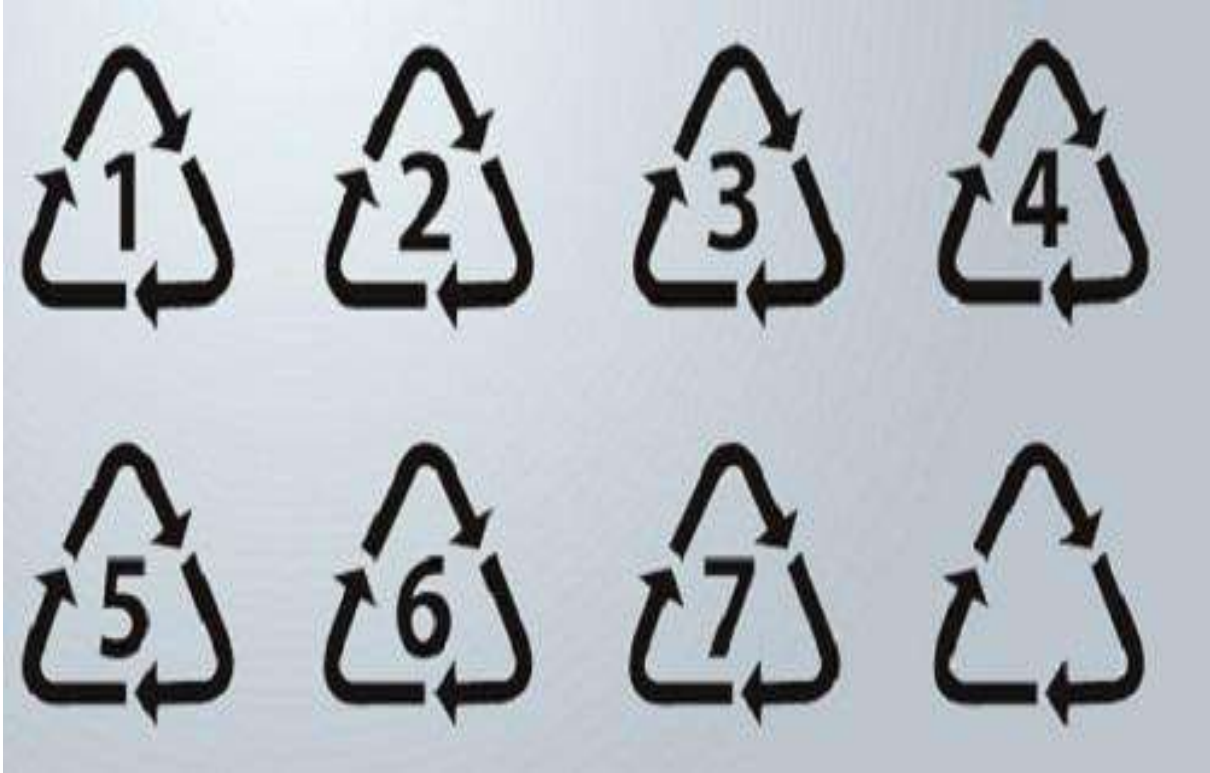
الشكل رقم (4 - 5)

وغالبًا ما يشار إلى المواد البلاستيكية بحد ذاتها على نطاق واسع باسم «إيه جي بلاستيك». تشتمل اللدائن الزراعية البلاستيكية على أفلام تبخير التربة وأنابيب الري بالتنقيط وأصص الشتل وأكياس السيلاج، ولكن غالبًا ما يستخدم المصطلح لوصف جميع أنواع أغطية النباتات/ التربة المصنوعة من البلاستيك. وتتراوح هذه الأغطية من فيلم الغطاء العضوي البلاستيكي وأغطية الخطوط والأنفاق ذات السقف العالي والمنخفض (بولي تونلز) إلى الدفيئات الزراعية البلاستيكية.

يُعد متعدد الإيثيلين (PE / بّي إي) هو الفيلم البلاستيكي الذي يستخدمه غالبية المزارعين بسبب كلفته اليسيرة ولدونته وسهولة تصنيعه. ويوجد بأشكال مختلفة من حيث الثخانة، مثل الشكل قليل الثخانة (إل دي بّي إي) وكذلك الشكل قليل الثخانة الخطي (إل إل دي بّي إي). وهي خاصية يمكن تعديلها عن طريق إضافة عناصر معينة إلى البلاستيك ما يعطيه خواص مفيدة لنمو النبات مثل تقليل فقدان الماء وتثبيت الأشعة فوق البنفسجية لتبريد التربة ومنع الحشرات والتخلص من الإشعاع النشط في التمثيل الضوئي بهدف منع نمو الأعشاب الضارة، وعتامة الأشعة تحت الحمراء، وجعله مضادًا للرشح/ مضادًا للضباب، والفلورية. [28]

الاستخدامات

يمثل هذا الرقم نوع البلاستيك المستخدم في تصنيع هذا النوع أو ذلك من القوارير. مثلا تكون القارورة التي تحمل الرقم خمسة مصنوعة من البولي بروبيلين PP ، بينما يشير الرقم واحد إلى بولي إيثيلين تيريفتالات.(29)



أحيانا يشار إلى الأنواع المختلفة من البلاستيك ب «الراتنجات»، وتعرف الأرقام المذكورة ب «رموز هوية الراتنجات» أو «أرقام تعريف البلاستيك» ويرمز لها اختصارا RIC وهي تمثل كما يلي:

1 : يدلنا أن نوع البلاستيك المستخدم هو بولي إيثيلين تيريفتالات PET ، يتميز بالشفافية والقوة كما أنه يشكل حاجزا يمنع عبور الغازات والرطوبة، مستخدم عادة في تخزين الماء والمشروبات العذبة ومطربانات المربيات.

2 : نوع البلاستيك هنا هو بولي إيثيلين عالي الكثافة PE-HD : شفاف، صلب، مقاوم للرطوبة ولكنه نفوذ للغازات. يستخدم في صناعة القوارير المستعملة لتعبئة الحليب، العصير والماء، والأكياس المخصصة لنقل القمامة وأكياس البيع بالتجزئة .

3 : يشير إلى بولي فينيل الكلور PVC : شفاف، صلب، متعدد الاستخدامات وسهل المزج مع مكونات أخرى، يستخدم في قوارير العصير، الشرائط اللاصقة وغيرها. تستخدم في صناعة زجاجات الزيت، كما تدخل في صناعة المواسير البلاستيكية.

4 : أي أن نوع البلاستيك هو بولي إيثيلين منخفض الكثافة PE-LD : صلب، شفاف، حاجز ضد الرطوبة، سهل المعالجة والمزج. يستخدم في الأكياس المخصصة لحفظ الأغذية المجمدة، قوارير العسل والشرائط اللاصقة.

تستخدم في صناعة الأكياس البلاستيكية والأكياس البلاستيكية المطاطة التي تغلف بها المخبوزات. هي آمنة ولا تسبب انتقال مواد كيميائية للأطعمة " في درجة الحرارة العادية".

5 : نوع البلاستيك هو بولي بروبيلين PP : مقاوم للحرارة والمواد الكيميائية، متعدد الاستعمالات ويشكل حاجزا ضد الرطوبة. يستعمل بصناعة الأواني القابلة للاستخدام في فرن الميكروويف، أوعية اللبن، علب السمن، وفي الصحون والأكواب التي تستخدم لمرة واحدة. يدخل في صناعة أكواب الزبادي. هي آمنة ولا تسبب انتقال مواد كيميائية للأطعمة في درجة الحرارة العادية.

6 : البلاستيك هو بولي ستيرين PS : متعدد الاستعمالات، شفاف وسهل الصناعة. يستخدم في صناعة الكرتون الأبيض، الصواني وأدوات المطبخ البلاستيكية، وفي تعبئة الفول السوداني.

7 : يتألف البلاستيك هنا من مواد أخرى غالبا ما تكون بولي كاربونات، وبالتالي تعتمد الخصائص على نوع البوليمير أو مزيج البوليميرات المستعملة. يستخدم في التغليف الإلكتروني، صناديق الحواسيب، النظارات الشمسية، وبصناعة قوارير حليب الأطفال .

من أنواع البلاستيك ورموزه رقم 7 وهو الأخطر؛ لأنه يرمز لعدة مواد منها "بولي كاربونات" التي تحتوي على سم البيسفينول (BPA) bisphenol-A التي تؤدي إلى خلل بعض الهرمونات في الجسم وتسبب العديد من المشكلات منها: لذلك فهي لها صلة بأمراض سرطان الثدي والرحم بالسيدات وأيضا نقص هرمون " التسترون " عند الرجال وأخطار مدمرة على الأطفال خاصة أنه كان يُصنع منه بعض ألعاب وأدوات الأطفال، وأيضا العديد من المنتجات كالنظارات وحافظات الهواتف.

الخاتمة

وفي خاتمة هذا البحث أذكركم ونفسي بتقوى هلا، وبالعامل الصالح لوجه هلا تعالى، ونحمد الباري ونشكره على فضله ونعمه ورحمته، ها نحن نخط بأقلامنا الخطوط الأخيرة لهذا البحث بعد رحلة كبيرة من الجهد والتعب والسهر، وقد عرضنا بهذا البحث بعد بحث وجهد عمي موضوع (البلاستيك وتدويره) هذا وقد كانت رحلة ممتعة تستحق التعب والعناء، وهي كانت رحلة ارتقت بالفكر والعقل وقد عرجت بالأفكار الهامة لهذا الموضوع، وما هذا الجهد النقطة في بحر العلم وجهد العلماء الذين سبقونا في العلم والبحث، وهذا الجهد هو قليل على البحث العلمي ولكن يكفينا شر المحاولة، فإن أخطئنا فمن أنفسنا والشيطان، وإن وفقنا فمن هلا عز وجل، وقد قال عماد الدين الاصفهاني: "رأيت انه ال يكتب انسان كتابا في يومه قال في غده لو غير هذا لكان احسن ولو زيد كذا لكان يستحسن ولو قدم هذا لكان افضل ولو ترك هذا لكان اجمل وهذا من اعظم العبر وهو دليل على استياء النقص على جملة البشر.." واخيراً لقد تقدمنا باليسير في العلم ، ونرجو ان نكون قد وفقنا وينال رضاكم ، وصل اللهم وسلم على سيدنا محمد النبي الأمي وخير معلم والهادي والمبعوث رحمة للعالمين سيدنا محمد وعلى أهله وصحبة أجمعين .

المصادر

.1

Y. Rieter and S. Minco, AFM Single Molecule Experiments at the Solid-Liquid Interface: In Situ Conformation of Adsorbed Flexible Polyelectrolyte Chains, Journal of the American Chemical Society, vol. 127, iss. 45, pp. 15688-15689 (2005) نسخة محفوظة 9 مايو 2020 على موقع واي باك مشين.

McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, .2
10th Edition, Volume 14 (PLAS-QUI),page.162

.3

McCrum N. G., Buckley C. P., Bucknall C. B., Principles of Polymer Engineering, Oxford University Press, 1997, p1

.4

Painter P. C., Coleman M. M., Fundamentals of Polymer Science: an Introductory Text, CRC Press, 1997, p1

.5. كيمياء البوليمرات، جامعة أم القرى نسخة محفوظة 21 أكتوبر 2014 على موقع واي باك مشين.

.6 C. A. May, In: Epoxy Resins, Chemistry and

.7

D.FeldmanandA.Barbalata,SyntheticPolymers;Technology,Prop

Er

D.Feldman and A.Barbalata, Synthetic P .8
C0lymers; Technology, Prop

– .9

R.Hirtz and K.Uhlig, in: Polyurethane Handbook, G.Ortel (Ed.),
.pp

.K. Ashida, In: Polymeric Foams, D. Klempner and K .10
(Frish (Eds), pp. 95–131. Hanser, Munich (1991.

(Anonymous, Polym. News 30, 97 (2005. .11

.12

"Life Cycle of a Plastic Product". Americanchemistry.com
(بالإنجليزية). Archived from the original on 2010-03-17
Retrieved 2011-07-01.

.13

،Geyer؛ Jenna R ،Jambeck.؛ Kara Lavender ،Law (بوليو
Roland
Production, use, and fate of all plastics ever made". "
)2017

.14

.Science Advances. 3 (7): e1700782

Bibcode:2017SciA....3E0782G.
.doi:10.1126/sciadv.1700782

.15

Applications and societal benefits of plastics".
" Philosophical

.16

Transactions of the Royal Society of London. Series B,
Biological
:Sciences. 364 (1526): 1977–84 يوليو. 2009.

.17

" Plastikos" [el:πλαστικ-ός]. Henry George Liddell, Robert
Scott, A Greek-English في الأصل من مؤرشف. 2008-02-23.
Lexicon

.18

Plastic". Online Etymology في الأصل من مؤرشف. 2021-
"Dictionary

.19

The), "2016-7-21 (Staff Mechanisms أ ب ت ث ج ح خ د
Creative

.20

،"Eleven Most Important Types of Plastic
www.creativemechanisms.com, Retrieved 7-1-2019.
Edited

.21

"CRAIG FREUDENRICH, PH.D, "How Plastics Work
بأ ت

www.science.howstuffworks.com, Retrieved 7-1-2019. .
Edited

.23

↑ "Ferdinand Rodriguez (26-12-2018), "Plastic

www.britannica.com, Retrieved 7-1-2019. Edited

.24

**Plastic cultivation – Plastic trees – 02 September 2013 on the
.website**

.25

Meaning of hose, the rich dictionary

.26

The Dictionary of Contemporary Arabic A monolithic dictionary of
the Arabic language, authored by Ahmed Mokhtar Omar, issued In
2008, and consists of four volumes, three volumes for the
dictionary and the fourth for indexes

.27

Allingham Yael (1992). [Plastic Sheets for use in Agriculture].
.United States Patent

Plastic Films for Agricultural Applications Journal of Plastic

.28

Filming and Sheeting, 22(85):e85-102 . نسخة محفوظة 14 أبريل 2020 على
موقع واي باك مشين.

H. Bruemmer (2017). "Recycling Requirements and Design ، .29
for Environmental Compliance". Fundamentals of Electronic
Systems Design. Springer .ص. 218–193.

.30

"معلومات عن تدوير نفايات اللدائن على موقع brockhaus.de . مؤرشف من الأصل في
.23-05-2020