جمهورية العراق

وزارة التعليم العلي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

البوليـمرات المطاوعــة للــحرارة وتطبيـقاتــها

بحث مقدم الى مجلس قسم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في الفيزياء

تقدمت به الطالبة

مريم حيدر عباس الخفاجي

أشراف الدكتور

أحمد هـــاشم

٢٠٢٣ م ١٤٤٤ هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

(وعلمك ما لم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيما)

صدق الله العلي العظيم

من سورة النساء اية (١١٣)

الاهـــــــــــداء

إلى أطهر قلبين في حياتي... والديَّ العزيزين.

إلى من أتشوَّق لأن أرى مستقبله المشرق بإذن الله...ابني الغالي.

إلى جميع الأقارب والأصدقاء .

أهديكم بحثي، وأدعو الله أن يحوز إعجابكم.

كما اهدي بحث الى استاذي الدكتور محمد هاشم

شـكر وتقديــر

في الختام أحمد الله ســـبحانـه وتعالى الذي منَّ علينا بنعمة العقل والدين، وهو القائل في محكم التنزيل: "فَٱذْكُرُونِىٓ أَذْكُرْكُمْ وَٱشْكُرُواْ لِى وَلَا تَكْفُرُونِ"، وقد قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "مَنْ صَنَعَ إِلَيْكُمْ مَعْرُوفًا فَكَافِئُوهُ، فَإِنْ لَمْ تَجِدُوا مَا تُكَافِئُونَهُ فَادْعُوا لَهُ حَتَّى تَرَوْا أَنَّكُمْ قَدْ كَافَأْتُمُوهُ"، وأيضًا وفاءً وتقديرًا واعترافًا مني بالجميل والفضل الجزيل أتقدم بجزيل الشكر للأساتذة الأفاضل المخلصين الذين لم يبخلوا علينا بأي جهد في مســـاعدتنا في مجال البحث العلمي وفي دعمنا للوصـــول إلى نجاحنا، ولهم منِّي خالص آيات الشكر وأسمى باقات التقدير على هذه الدراسة، وهم أصحاب الفضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع المادة البحثية، فجزاهم الله كل خير عني وعن جميع الطلاب، ولا أنسى أن أتقدم بجزيل الشكر للأستاذ (الدكتور أحمد هاشم) الذي قام بتوجيهي طوال فترة الدراسة هذه، وأخيرًا أتقدم بجزيل الشكر إلى كل من مدَّ لي يد العون والمساعدة في إعداد هذه الدراسة على أكمل وجه، والحمد لله رب العالمين.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية القرآنية	أ
الاهداء	ب
شكر وتقدير	ت
فهرست المحتويات	ث
المقدمة	١
الفصل الاول	
المفهوم الاساسي لعلم البوليمر	٢
تسمية البوليمرات	٣
تصنيف البوليمرات	٤
خواص البوليمرات	٨
الخواص الفيزيائية للبوليمرات	٩
الخواص الكيميائية للبوليمرات	١٠
الفصل الثاني	
تطبيقات البوليمرات المطاوعة للحرارة	١١
البولي ايثيلين	١١
البولي بروبلين	١٤
البولس ستاريين	١٨
الخاتمة	٢٤
المصادر والمراجع	٢٥-٢٧

المقدمة

تعتمد الاستخدامات العامة والهندسية للبوليمرات إلى حد كبير على صفاتها الميكانيكية الجيدة وخاصة قابليتها للتشوه بتأثير القوى المختلفة وتنشأ هذه الازدواجية في صفات البوليمر من طبيعة تركيبه حيث أن وجود نوعين من القوى وهي الأواصر الكيميائية القوية مثل الآصرة التساهمية والروابط الثانوية بين الجزيئات (قوى عزم ثنائي القطب) والتي تؤثر بصورة أو بأخرى على صفاتها الميكانيكية

ان الاهمية المتزايدة لاستعمال التراكيب البوليمرية جاءت نتيجة التطور الصناعي التكنولوجي الكبير الذي يشهده العالم ، بوصفة بديلا عن المواد الهندسية التقليدية التي ساد استعمالها في تراكيب بوليمرية

أهمية البحث : تكمن أهمية البحث بالتعرف على استخدامات البوليمرات المطاوعة للحرارة وتطبيقاتها والتي نجدها في كافة المجالات الحيوية و الصناعية تقريبا لما لها من تركيب معقد قد يكون تارة مفيد وتارة أخرى معقد ويصعب التعامل معه

مشكلة البحث : ان التركيب الكيميائي المعقد للبوليمرات بسبب حساسيتها العالية للسلوك الميكانيكي تجاه مجموعة من العوامل الخارجية و الداخلية و تتمثل العوامل الخارجية بدرجات الحرارة و الزمن و الضغط عند الاختبار و التعرض للاشعاع ، اما العوامل الداخلية فتتمثل بالبنية البلورية و درجة البلمرة ووجود الملونات و درجة التشابك

حدود البحث: البوليمرات المطاوعة للحرارة

الفصل الاول

١.١: المفهوم الاساسي لعلم البوليمر

منذ اكثر من نصف قرن صاغ العالم فلهلم أو ستفالد ١٩١٤ العبارة الاتية (العالم المهمل الابعاد) وذلك لتفسير مدى حجوم الجزيئات والدقائق التي ترى بالعين المجردة ، والتي تقع ضمن معظم دقائق المادة الغروية . فمن الممكن ان تطبق عبارة (الابعاد المهملة) على عالم الجزيئات البوليمرية والمركبات الكبيرة الوزن الجزئي والتي هي مهمة جداً للانسان في عصره التقني الحديث

لقد بزغ علم البوليمر بعد الثلاثينيات من هذا القرن وان معظم التطور في التقنية جاء بعد ذلك اذا ان الصناعات ذات العلاقة بالمواد البوليمرية تستقطب اليوم اكثر من نصف عدد الكيميائيين والمهندسين الكيميائيين في الولايات المتحدة .ينسقم علم الجزيئات الكبيرة الى المواد البايولوجية وغير البايولوجية وكلاهما مهم جداً ذلك ان المواد البوليمرية البايولوجية والتي تكون اسس الحياة هي التي توفر معظم الغذاء الذي يترتب علية وجود الانسان (فريد بليمير، ١٩٧١ : ١٥).

١.١.١البوليمرات

وهي جزيئات كبيرة اصلها لاتيني متكون من مقطعين هما poly (متعدد) و mer (وحدة) الوحدة البنائية للبوليمر (الجزيئة الكبيرة) تسمى monomer . فمثلاً الكلوكوز هو الوحدة البنائية للسيلسلوز ولكن يترتب السيلليلوز بترتيب اخر نحصل كلايكوجين او نشأ.

للبوليمرات أهمية يومية وليست صناعية فقط فهي تدخل في حياتنا اليومية لكونها تكون الجزء الاساسي من البروتينات والنشويات و DNA , RNA.

يعتمد الوزن الجزيئي للبوليمرات على عدد الوحدات المكونة لذلك البوليمر ويرمز لها ب (n) كذلك يرمز لها (DP) معناها Degree of polymerization أي درجة البلمرة :- بذلك يصبح الوزن الجزيئي يساوي عدد الوحدات X الوزن الجزيئي للوحدة الواحدة.

m.wt of polymer = m.wt of monomer x n(ال ادم، كوركيس واخرون : ١٩٨٣: ٤٦٧)

= m.wt of monomer x DP

لم تكن البوليمرات معروفة قبل عام ١٨٨٠م. تم تصنيفها من قبل العالمان راوت وفاندهوف بعد اجراء تجاربهم على المطاط الطبيعي وجدوا ان الوزن الجزيئي للمطاط ١٠٠٠٠-٤٠٠٠٠.

عام ١٩٠٠ ظهرت الاجهزة وتطور العلم وصنفت بأنها مواد غروية.

عام ١٩٢٨ استطاع العالمان مارك ومايد ايجاد التركيب الفراغي للمطاط الطبيعي.

عام ١٩٣٠ اكتشف الباحث كاروتيس النايلون من تفاعلات بسيطة.

عام ١٩٣١ تم تصنيع البولي استر (Aida T, Meijer E.:١٩٨٨: ٣٣-٤٧.)

عام ١٩٣٧ تم اكتشاف البولي اثيلين. عام ١٩٣٨ تم صناعة التفلون هو مادة بيضاء لاتذوب في الماء والمذيبات.

٢.١.١: <u>تسمية البوليمرات</u>

لا تختلف تسمية البوليمرات من حيث المبدأ عن تسمية المركبات العضوية واللاعضوية الا بفارق بسيط هو وضع كلمة متعدد (poly) قبل اسم المونمر في حالة البوليمرات المنفردة وكلمة متعدد مشترك (co-poly) في حالة البوليمرات المشتركة.

لا تتاثر هذه القاعدة اذا استخدمت التسمية العامة حسب مصدر المونمروحسب نظام IUPAC فمثلاً يسمى المركب ستايرين :

Poly-(١-phenyl ethylene)

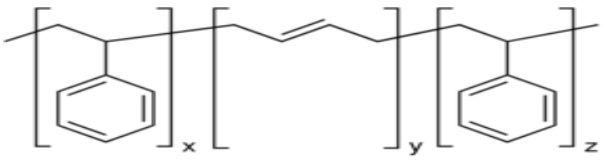
كذلك توجد تسميات تجارية لا تحكمها قاعدة فمثلاً يوجد للبولي اثيلين اثناعشر اسماً تجارياً منها. (بالمون : ٢٠١٦:٣٣).

Althon > doped

Marlex > phillips

Dylan > Aramco

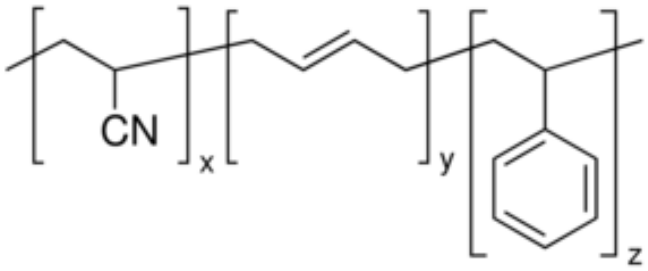
كذلك البوليمر المتكون من مونمرين مثل الستايرين والبيوتادايين يسمى.



Poly-(styrene-co-butadiene)

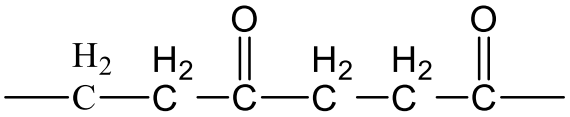
أذا كان المركب من ثلاث وحدات مختلفة مثل الستايرين, بيوتاداايين, واكريلو نترايل فيسمى

Poly–(styrene–co–Butadiene–co–Acrylonitril)



أذا كان البوليمر من وحدتين متناوبتين تكون التسمية.(M. A. ٢٠١٣:٣٤)

Poly–(ethylene–Alt–carbon monoxide)



٢.١ : تصنيف البوليمرات

تصنف البوليمرات بعد الاخذ بنظر الاعتبار مصادرها, هيكلها البلوري والبنائي وكذلك تركيب الجزيئية العملاقة.

وأشهر اصناف البوليمرات يعتمد على:-

أ- من حيث المصادر

تقسم الى قسمين هما:-

١- بوليمرات طبيعية Natural polymer :-

مصدرها يكون نباتي كالسيلليوز والاصماغ والحرير الطبيعي و المطاط ومنها ذو مصدر حيواني كالصوف والجلود والشعر. بوليمرات مصنعة Synthesis polymer:- أصبحت كثيرة ومتنوعة مثل poly styrene, poly propylene, poly vinyl chloride(سلمان خليفه ١٩٩٦ :٢٤.)

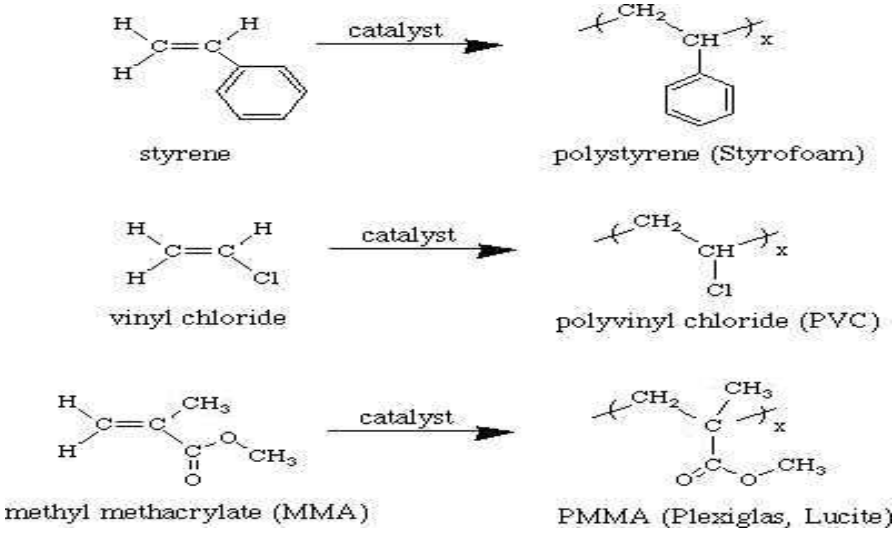
ب - من حيث الهيكل البنائي للجزيئة

تقسم الى ثلاثة اقسام:-

١- بوليمرات خطية أو مستوية:- Liner polymer

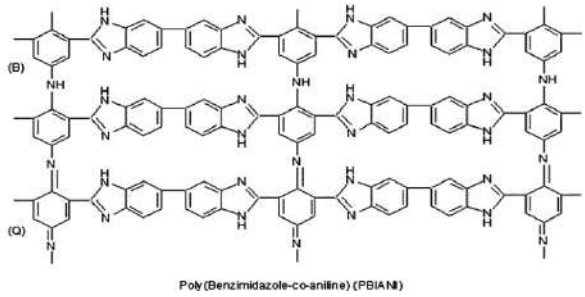
في هذا النوع ترتبط الوحدات البنائية (monomer) بعضها ببعض وبصورة مستمرة بحيث لا يؤدي ذلك الى تكوين فروع جانبية بالسلسلة وأهم هذه المركبات هو متعدد الاثيلين عالي الكثافة [High density poly ethylene] (HDPE) ويكون متبلور.(M. P. Stevens: ١٢:١٩٩٠)

٢- البوليمرات المتفرعة:- Branched polymers في هذا النوع يكون ارتباط الوحدات البنائية بعضها ببعض مكوناً فروع جانبية في السلسلة البوليمرية منها polystyrene , polyvinyl chloride



٣- البوليمرات المتشابكة :- Cross linked polymer

في هذا النوع ترتبط سلاسل بوليمرية بعضها ببعض بسلاسل جانبية صغيرة مؤلفة من وحدات من نوع البوليمر او تكون غريبة عنه. (N. Alian : ٦:٢٠٠٥)



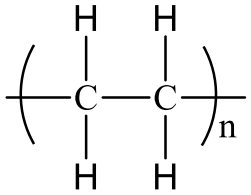
Poly (Benzimidazole-co-aniline) (PBIANI)

ج- من حيث تركيب الجزيئة

وتصنف الى قسمين:-

١- بوليمرات متجانسة :- Homo polymer

في هذا النوع تتالف جزيئة البوليمر من وحدات بنائية متكاملة وتكون جميعها من نفس الوحدة مثال عليها البولي اثيلين



٢- البوليمرات المركبة:- Co-polymer

في هذه الحالة تحتوي الجزيئة الواحدة من البوليمر على وحدات بنائية مختلفة مثل Poly-(styrene-co-butadiene) (M. wolfe, ١٩٨٩:١٤:)

د- التصنيف التقني (المقاومة الحرارية)

تصنف البوليمرات على حسب تحملها الحراري الى انواع مختلفة. لأجل هذا التصنيف تحدد بعض الدرجات الحرارية مثل درجة حرارة الانتقال الزجاجي وتعرف بانها الدرجة الحرارية التي يتحول فيها البوليمر من الحالة الصلبة الى الحالة اللينة.

وكذلك تتمثل درجة السيولة وتعرف على انها الدرجة الحرارية التي يتحول فيها الصلب او المرن الى الحالة السائلة كذلك تسمى درجة الانصهار البلوري وهي الدرجة الحرارية التي تختفي عندها اخر التراكيب البلورية وهي عدة انواع :

١ - البلاستكيات المطاوعة للحرارة : 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 أهمية صناعياً مثل pvc , ps , pp , pe و غيرها. (نيران فاضل: ٢٠١٠:٥)

٢ – البوليمرات المتصلبة حرارياً غير المطاوعة للحرارة : تعاني هذه البوليمرات تغيرات كيميائية عند تسخينها فتتشابك فيها السلاسل البوليمرية و تصبح هذه البوليمرات بعد معاملتها الحرارية رديئة التوصيل للكهرباء و الحرارة . و تستخدم كمواد عازلة للكهرباء و الحرارة مثل راتنجات الفينول وبعض البولي استرات المتشابكة.

٣ – البوليمرات المرنة مطاطياً : البوليمرات المرنة المتمثلة بالمطاط صفات متميزة كالإستطالة و قابليتها على التمدد و التقلص .

٤ – الألياف: يتميز هذا الصنف من البوليمرات بمواصفات خاصة كالقوة و المتانه و قابليتها على التبلور مثال لها النايلون (البولي اميدات) و البولي استرات و غيرها.

– 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 و المطاط الطبيعي و غيرها. (قاسم محمود: ٢٠١٠:٥)

٣.١: خواص البوليمرات

١.٣.١ – الخواص الميكانيكية للبوليمرات:

تعد دراسة الخواص الميكانيكية للبوليمرات عملية معقدة بسبب الحساسية العالية للسلوك الميكانيكي تجاه مجموعة من العوامل الخارجية و الداخلية و تتمثل العوامل الخارجية بدرجات الحرارة و الزمن و الضغط عند الاختبار و التعرض للاشعاع ، اما العوامل الداخلية فتتمثل بالبنية البلورية و درجة البلمرة ووجود الملونات و درجة التشابك .

هناك اعتماد كبير للخواص الميكانيكية للبوليمرات على درجة الحرارة و زمن التحمل مقارنة بالمواد الهندسية الاخرى الاقل تأثيراً بهذين العاملين و يعود سبب هذا الاعتماد على طبيعة البوليمر اللزجة المرنة فالبوليمرات تتسم بصفات السوائل اللزجة عند تسليط اجهاد عليها .

وان الاجهاد يتلاشى على هيأة حرارة و عند رفع الاجهاد عنها تبقى في الحالة المشوهة و غير قادرة على اعادة مواصفاتها الاولية وفي نفس الوقت فان البوليمرات تمتاز بصفة المرونة اي عند فرض اجهاد ما عليها فانها تخزن الشغل المصروف عليها على هيأة طاقة مخزونة فتسترجع الابعاد الاولية للمادة حال زوال الاجهاد و تنشأ هذه الازدواجية في الخواص من طبيعة تركيب المواد البوليمرية اذ ان وجود نوعين من القوى و هي الاواصر التساهمية القوية داخل الجزيئات و الروابط الثانوية الضعيفة بين الجزيئات هي التي تؤثر في الخواص الميكانيكية . (علياء حسين علي :٢٠٠٤:١٨)

بصورة عامة ان الخواص الميكانيكية تصف سلوك المواد البوليمرية ومتراكباتها الواقعة تحت تأثير قوى مؤثرة فهنالك الكثير من الطرائق التي يتم بواسطتها فحص هذه الخواص و التي يمكن ان تصنف الى ثلاث مجاميع هي :-

أ- طرائق فحص الخواص الميكانيكية التي تصف سلوك المادة الواقعة تحت تأثير قوى ساكنة كقوة الشد ، الانحناء ، الانضغاط والقص (علياء حسين علي :٢٠٠٤:١٨)

ب- طرائق فحص الخواص الميكانيكية التي تصف سلوك المادة الواقعة تحت تأثير قوى متحركة كقوة التصادم ، اللي و الكلال.

ج- طرائق فحص الخواص الميكانيكية التي تصف سلوك المادة الواقعة تحت تأثير قوى ثابته بمرور الزمن كالزحف.

٢.٣.١- الخواص الفيزيائية للبوليمرات:

تنحصر الخواص الفيزيائية للمواد البوليميرية في الوزن الجزيئي، وإنصهار البلورية، طبيعة السلاسل البوليمرية، القوى الجزيئية وطاقة التماسك بين الجزيئات بالمادة البوليمرية.

الاستخدامات العديدة للمواد البوليمرية، بالخواص الفيزيائية المختلفة، وبالصفات المادية والميكانيكية المتنوعة مثل:

- المتانة
- الصلابة.
- المقاومة والدوام.
- بعضها يتصف بخواص مطاطية.
- والبعض يتحول إلى عجينة بفعل الحرارة حيث يمكن تشكيله، ثم بفعل التبريد يتصلد بقوة فعالة.
- منها ما يتصلب إلى حد التحجر عند معالجته ببعض المذيبات أو عند تعرضة للتسخين. (فاطمة شهيد :٢٠١٢:٥)

توجد البوليمرات في ثلاثة حالات فيزيائية:

أ- الحالة البلورية (المتبلرة).

ب- الحالة غير البلورية (غير متبلرة).

ج- الحالة شبه البلورية.

يقال عن الجسم الصلب بأنه بلوري إذا كانت ذراته موزعة بشكل هندسي منتظم لها صفة الترتيب الدوري يسمى بالترتيب طويل المدى تسمى البلورة تامة إذا استمر ترتيب الذرات في الإبعاد الثلاثة إلى مالا نهاية لكل من المحاور،ويقال عن الجسم الصلب غير بلوري إذا كان توزيع ذرات المادة عشوائيا بحيث تمتلك دورية ذات ترتيب ذري قصير المدى, كما في الزجاج والبوليسترين :

تعرف وحدة البناء (وحدة الخلية) بأنها اصغر وحدة في الشبيكة الفراغية, وهي الوحدة التي بتكرارها في الاتجاهات الثلاثة ينتج عنها بلورة كبيرة من المادة الصلبة والتي لها نفس تماثل وحدة الخلية وتنقسم وحدة الخلية الى نوعين :

أ- الخلية البدائية. (مصطفى خالد كامل :١٢:٢٠١٥)

ب- الخلية غير البدائية (التقليدية) .

٣.٣.١ - الخواص الكيميائية للبوليمرات:

قوى التجاذب بين سلاسل البوليمر تلعب دور كبير في تحديد خواص البوليمر. لأن سلاسل البوليمر طويلة للغاية, فإن قوى التجاذب بين الجزيئات تكون أكبر من القوى بين الجزيئات العادية. كما أن السلاسل الطويلة تكون غير متبلورة (طريقة توجيهها عشوائية). ويمكن تصور شكل البوليمرات كما لو كانت خيوط مكرونة سباجيتي طويلة وكثيرة ومتشابكة, وكلما زاد التشابك, كلما زادت صعوبة فصل أحد خيوطها. وهذه القوى بين الجزيئات تؤدى إلى قوى شد عالية, كما يرفع من درجات حرارة الذوبان.

ويتم تحديد القوى بين الجزيئية يتم تحديدها بالقطبية الثنائية بين وحدات المونومر. البوليمرات التى تحتوى على مجموعات الأميد يمكن أن تكون روابط هيدروجينية مع السلاسل المجاورة, ذرات الهيدروجين الموجبة في مجموعات N–H في أحد السلاسل تنجذب بشدة إلى ذرات الأكسجين في مجموعات C=O الموجودة في سلسلة أخرى. وهذه الروابط الهيدروجينية تؤدى إلى : مثلا, زيادة قوة الشد ودرجة الذوبان للكيفلر. البولي استر يوجد بينها ترابط ثنائي القطب– ثنائي القطب بين ذرات الأكسجين في مجموعات C=O وذرات الهيدروجين في مجموعات H–C. الترابط ثنائي القطب ليس بقوة الرابطة الهيدروجينية, ولذا فإن درجة حرارة الذوبان وقوة الشد للبولى إثيلين تكون أقل من الكفلر, ولكن البولي إسترات يكون لها مرونة أعلى. (نور الشواك:١٣:٢٠١٦)

البولي إثيلين بصفة عامة ليس له ثنائية قطبية دائمة. قوى التجاذب بين سلاسل البولي إثيلين تنتج من قوى فان ديرفال الضعيفة. كما لو كانت الجزيئات محاطة بسحابة من الإلكترونات السالبة. وعند إقتراب سلسلتين من البوليمر من بعضهما البعض, تقوم السحابة الإلكترونية في كل منهما بدفع الأخرى. وهذا يؤدى لتقليل الكثافة الإلكترونية على جانب واحد من سلسلة البوليمر, مما يؤدى لتكون شحنة موجبة صغيرة على هذا الجانب. (Al-Jabiry,:٢٣٢٠٠٧)

الفصل الثاني

تطبيقات البوليمرات المطاوعة للحرارة

١.٢ : البولي ايثيلين

قدر الإنتاج العالمي من البولي ايثيلين (Polyethylene) بحوالي ٨٠ مليون طنٍ ما يجعله أهم أنواع البلاستيك حول العالم. لذا، من المهم أن نعي ما هو البولي ايثيلين وما هي استعمالاته.

١.١.٢الخصائص العامّة للبولي ايثيلين

يصنع البولي ايثيلين من الإيثيلين وهو مركبٌ يشتق من غازٍ طبيعيٍ أو نفطٍ، وهو أساسًا مركبٌ كيميائيٌ ذو تلدن حراري قابلة للتغير، يمكن صهره وتشكيله حسب المرغوب، ما يجعله قابلًا لإعادة الاستعمال كما أنه قليلُ التكلفة. يعد النوع الأكثر انتشارًا وأهميةً حول العالم من بين كل أنواع البلاستيك المختلفة (عشرات ملايين الأطنان تنتج عالميًا كل عام) في شكله الطبيعي، يكون البولي ايثيلين نقيًّا شفافًا يميل إلى البياض عند ازدياد كمية البلورات. يستخدم في الأغلفة البلاستيكية، والأكياس البلاستيكية والعبوات البلاستيكية، ويمكن إضافة ملونات إليه. يتحلل بالأشعة فوق البنفسجية، لذلك يضاف إليه ٢ –٣٪ من بودرة الكربون السوداء عند استخدامه في ضوء الشمس. تعتبر خواص المقاومة الكيميائية للبولي إيثيلين ممتازةً، وتغطي قطاعًا واسعًا من الكيميائيات. (N. Alian : ٦:٢٠٠٥)

٢.١.٢سميّة البولي ايثيلين

إن البولي إيثيلين في شكله الصلب ليس سامًا، فهو غالبًا ما يستعمل في تغليف الأطعمة، لكن قد يصبح سامًّا عند تعرضه للحرارة أو تسربه إلى الجلد أو تعرض العيون له بشكل بخارٍ أو سائلٍ (التعرض خلال عمليات التصنيع). لذلك ينبغي الحذر واتباع إرشادات الحماية بدقةٍ عند تذويبه بشكلٍ خاصٍ.

٣.١.٢ تاريخ البولي ايثيلين

كان البولي ايثيلين قليل الكثافة، هو أول ما تم إنتاجه عام ١٩٣٣ في إنكلترا من قبل شركة الكيماويات البريطانيّة Imperial Chemical Industries أو ICI اختصارًا، خلال دراسات عن تأثيرات الضغط الشديد على بلمرة البولي إيثيلين. مُنحت ICI براءة اختراع على عمليتها تلك عام ١٩٣٧. (Aram K:١٣:٢٠١٦)

وبدأت الإنتاج التجاري عام ١٩٣٩، أما الاستخدام الأول الفعليّ فكان بصورة عوازل في كابلات الرادار خلال الحرب العالمية الثانية. في عام ١٩٣٠، اكتشف الكيميائي الأمريكي كارل شيب مارفل (Carl Shipp Marvel) الذي عمل لدى شركة (E.I. du Pont de Nemours & Company شركة حاليًا(DuPont ، المادة عالية الكثافة، لكن فشلت الشركة في التعرف على إمكانية المنتج. تُرك الأمر لكارل تسيغلر (Karl Ziegler) ليكسب براءة اختراع البولي ايثيلين الخطي منخفض الكثافة(LLDPE) ؛ الذي أنتجه تسيغلر فعليًا مع إيرهارد هولزكامب (Erhard Holzkamp)عام ١٩٥٣، وفيما بعد طور الكيميائي الإيطالي جوليو ناتا (Giulio Natta) العملية، واليوم تعرف المركبات بمحفزات زتسيغلر وناتا. يذكر أن تسيغلر نال جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٦٣. ومنذ ذلك الوقت وباستخدام محفزات مختلفة وطرق صناعية كيميائية، أنتج العلماء البولي ايثيلين بخصائص وبنى متنوعة، على سبيل المثال أنتجت شركة Phillips Petroleum Company الأمريكيّة آنذاك البولي ايثيلين الخطي منخفض الكثافة (LLDPE) عام ١٩٦٨.

٤.١.٢ أنواع البولي ايثيلين واستخداماته

يصنف البولي إيتيلين كواحدٍ من عدة مركبات رئيسية وأشهرها LDPE و LLDPو HDPEوالبولي بروبيلين فائق الوزن الجزيئي العالي، والبولي إيتيلين متوسط الكثافةMDPE ، والبولي إيتيلين فائق الوزن الجزيئي المنخفض ULMWPE أوPE-WAX ، والبولي إيتيلين عالي الوزن الجزيئيHMWPE ، والبولي إيتيلين عالي الكثافة المتشابكHDXLPE ، والبولي إيتيلين المتشابكPEX ، والبولي إيتيلين منخفض الكثافة جدًا VLDPE والبولي إيتيلين المكلور.CPE تتنوع درجة تشعب وتبلور منتج البولي ايثيلين في السلوك والخواص،

فالبولي إيتيلين قليل الكثافة يتميز بصلابةٍ جيدةٍ (إمكانية تشكيله بدون كسره) وباستطالةٍ ممتازةٍ (القدرة على التمدد) حيث يمكن تمديده حتى ٦ أضعاف من طوله الأصلي قبل الكسر، ما يجعله قابلًا للتشكيل وصنع العبوات والصفائح والأنابيب والأحواض، أما UHMWPE فيستخدم لأجزاء الآلات؛ (ASTM, D ٨٨٣: ٢٠٠٣.)

حيث يتطلب الأمر مادة ذات تحملٍ عالٍ واحتكاكٍ منخفضٍ، وعادةً ما يستخدم البولي إيتيلين عالي الكثافة (HDPE) والأكثر تبلورًا وذو الكثافة المرتفعة في ظروفٍ مختلفةٍ تمامًا عن البولي إيتيلين قليل الكثافةLDPE ؛ فمثلًا، يستخدم LDPEكثيرًا في التعبئة والتغليف البلاستيكي كالأكياس البلاستيكية، وبالمقابل يستعمل HDPE في مجال البناء مثل استخدامه كأنبوب تصريفٍ.

منخفض الكثافة :(LDPE) هو مادةٌ مرنةٌ جدًا مع خواصٍ مميزةٍ جدًا تجعلها مناسبةً لاستعمالات التغليف البلاستيكي بشكلٍ خاصٍ كأكياس التسوق، وهو عالي الليونة لكن قوة شده ضعيفة، وهذا الشيء واضح من خلال ميله إلى التمدد عند شده.

- البولي ايثيلين الخطي منخفض الكثافة :(LLDPE) مشابه جدًا للسابق (LDPE) مع فوائد إضافية، وهي القدرة على تغيير خواص LLDPE بتعديل مكونات الصيغة، وأن عملية الإنتاج الإجمالي عادةً ذات استهلاك طاقة أقل من.LDPE
- البولي ايثيلين عالي الكثافة :(HDPE) وهو بلاستيك قوي عالي الكثافة ومعتدل الصلابة، ببنية عالية التبلور، ويستخدم كثيرًا كبلاستيك لعلب الحليب وسلال الغسيل وصناديق النفايات وألواح التقطيع.

البولي ايثيلين فائق الوزن الجزيئي العالي (UHMW): وهو نسخةٌ كثيفةٌ جدًا من البولي إيثيلين بأوزانٍ جزيئيةٍ تكون أعظم من HDPE. يمكن غزله بشكل خيوطٍ بقوة شدٍ أكبر عدة أضعاف من الفولاذ، وعادةً ما يُوَظّف بأداةٍ عالية الأداء مثل السترات المضادة للرصاص.(B. Kadhim. :٢٠١٦:٢٣٤)

٢. ٢: البولي بروبلين

إن مادة البولي بروبلين عبارة عن مادة طبيعية بيضاء اللون يتم الحصول عليها من خلال تبلمر جزيئات البروبلين التي يتم الحصول عليها من مادة "النفط" التي تعتبر بدورها من مشتقات البترول الخام (وذلك من خلال عملية الحصول على جزيئات كبيرة عن طريق إضافة الجزيئات بشكل طولي).

ومن أجل أنه يتم استخدام المشتقات التي يتم الحصول عليها من البترول الخام بنسبة ٩٧٪ في المتوسط عند إنتاجها، فإن توفر تلك المادة وأسعارها مرتبطة تمام الارتباط بحجوزات البترولي الخام العالمي وأسعاره. وبعبارة أخرى، عندما ينتهي البترول العالمي، فإن مادة البولي بروبلين هي الأخرى ستنتهي. ونتيجة لمصفوفة من العمليات والإجراءات الكيميائية المعقدة بالنسبة لكونها مناسبة لأماكن الاستخدام المختلفة وأغراض الاستخدام، فإنه يمكن القيام بالتطويرات على الخصائص الفيزيائية لمادة البولي بروبلين مثل الصلابة، المرونة، مقاومة الحرارة والهشاشة، وذلك عن طريق القيام بوضع جزئيات الايثيلين داخل جزئيات البولي بروبلين. ومثال ذلك؛ يتم إدخال غاز البروبيلين في تفاعل مع غاز الايثيلين داخل مفاعل تحت ظروف خاصة للغاية،

بحيث أن مواضع التثبيت ما بين جزيء الايثيلين وجزئيات البروبيلين بنسبة ١-٧ هي التي تحدد الخصائص الفيزيائية للمادة التي يتم الحصول عليها. وبهذه الطريقة، يتم الحصول على مادة خام يمكنها تحمل الضغط العالي للغاية ودرجات الحرارة المرتفعة جدًا. واليوم يمكن استخدام أوعية مصنوعة من مادة البروبلين لتتحمل درجات الحرارة ١٢٠٠ درجة مئوية داخل أفران الطبخ. هذا بالإضافة إلي أن أكبر ميزة تتمتع بها المادة الخام للبولي بروبلين – والتي تعتبر غالية الثمن إذا ما تمت مقارنتها بالمواد البلاستيكية الأخرى – هي إمكانية استخدامها بأمان لفترة طويلة للغاية (٥٠ عامًا) في درجات الحرارة والضغط العالي.والآن يوجد ٣ أنواع من مادة البولي بروبلين الخام نقوم باستخدامها في حياتنا اليومية، وهي على النحو التالي:(M. P. Stevens: ١٢:١٩٩٠)

١ – بولي بروبلين هوموبوليمر (يتم إنتاجه فقط من جزئيات البروبيلين. وهو عبارة عن مادة ناعمة للغاية لأنه لا يحتوي على مساهمة الايثيلين. يتم استخدامه في إنتاج أشياء كالأكياس البلاستيكية والنايلون

٢ – بولي بروبلين بلوكو كوبوليمر (هو عبارة عن مادة خام يشكل الايثيلين حتى ٣٪ منها. لا يحتمل درجات الحرارة بشكل كبير. يمكن استخدامه فقط في تصنيع الأنابيب البلاستيكية المستخدمة في خطوط نقل المياه الباردة).

٣ – بولي بروبلين كوبوليمر العشوائي (هو عبارة عن مادة خام يشكل الايثيلين ما بين ٣ – ٧٪ منها. يمكن استخدامه بأمان في الأماكن التي تتطلب مقاومة للضغط والحرارة العالية).

١.٢.٢خصائص مادة بولي بروبلين

يوفر البولي بروبيلين مقاومة ممتازة للمذيبات العضوية، وكلاء إزالة الشحوم والهجوم كهربائيا. لديها قوة تأثير أقل، ولكن درجات حرارة العمل وقوة الشد متفوقة على البولي إيثيلين منخفض الكثافة أو عالية الكثافة. انها خفيفة الوزن، مقاومة تلطيخ، ولها انخفاض معدل امتصاص الرطوبة. هذا هو صعبة، مقاومة للحرارة، شبه-- جامدة المواد، مثالية لنقل السوائل الساخنة أو الغازات. فمن المستحسن لأنظمة فراغ وحيث ارتفاع درجات الحرارة والضغوط التي تواجهها. لديها مقاومة ممتازة للأحماض والقلويات، ولكن ضعف المقاومة للمذيبات العطرية، الأليفاتية والمكلورة.

- نقطة انصهار البولي بروبيلين :في حالة المبلمر المتجانس ١٦٠ –١٦٥ درجة سيلسيوس، في حالة المبلمر المشترك بين ١٣٥ –١٥٩ درجة سيلسيوس.
- الكثافة :البولي بروبيلين واحد من أخف البولمرات بين منتجات البلاستيك كلها، جعلته هذه الميزة خيارًا مناسبًا للاستعمالات خفيفة الوزن.
- كثافة البوليمر المتجانس ٠.٩٠٨– ٠.٩٠٤ :غالون/سم٣، كثافة بوليمر مشترك عشوائي ٠.٩٠٤– ٠.٩٠٨ غ/سم٣.
- قابلية الاشتعال :مادة قابلة جدًا للاشتعال.

يحتفظ بخواصه الكهربائية والميكانيكية عند درجات حرارة مرتفعة، وفي حالات الرطوبة وعند غمره بالماء. وهو بلاستيك يكره الماء .(٢٠٠٢ :١٣٥ .Barbara H .)

- مقاومة ممتازة للإجهاد أو التشرخ البيئي.
- حساسية تجاه الهجمات الميكروبية مثل البكتيريا والتعفن.
- مقاومة جيدة للتعقيم بالبخار.

ومن إحدى فوائده الرئيسية أنه يمكن تصنيعه إلى مفصّلات حية Living Hinges وهي قطع رقيقة جدًا من البلاستيك يمكن طويها دون أن تكسر. وتفيد بشكل خاص في استعمالات البناء مثل دعم باب ثقيل والاستعمالات التي لا تحتمل حمولة مثل غطاء عبوة الكاتشاب أو الشامبو. يمكن بلمرته بسهولة مع بلمرات أخرى كالبولي إيتيلين. والبلمرة تغير خواص المادة وتتيحه للمزيد من الاستعمالات الهندسية القوية أكثر من البولي بروبيلين النقي ، يمتاز بانه خفيف الوزن و قوة الشد العالية و مقاومة الصدمات و مقاومة الضغط العالي وخصائص عازلة ممتازة ويقاوم معظم الأحماض والقلويات و يقاوم التشقق الإجهاد و يحافظ على صلابة ومرن و انخفاض امتصاص الرطوبة و غير سامة و غير تلطيخ و ملفقة بسهولة و حرارة عالية مقاومة.

البروبيلين والذي يعرف أيضا البروبين طبقا لتسمية (IUPAC)هو مركب عضوي له الصيغة الكيميائية C_3H_6. هو ثاني أصغر عضو في مجموعة الألكينات الهيدروكربونية، ويمثل الإثين أصغرها. وفي درجة حرارة الغرفة، والضغط العادي، يكون البروبيلين في الحالة الغازية .وهو عديم اللون، قابل للاشتعال بسرعة، وله رائحة تشبه الثوم .وهو يتواجد في غاز الفحم ويمكن تصنيعه بواسطة تكسير النفط .كما أن البروبيلين من أهم عناصر صناعة البتروكيماويات . والاستخدام الرئيسي للبروبيلين كمونومر.

٢.٢.٢ تاريخ البولي بروبيلين

تمت بلمرة البولي بروبيلين لأول مرة عام ١٩٥١ من قبل اثنان من علماء البترول، وهما بول هوغان وروربرت بانكس، وفيما بعد مع الإيطالي ناتا والألماني رين .وأصبح شهيرًا جدًا بسرعة، بدأ الإنتاج التجاري بعد ذلك بثلاث سنوات، عندما قام الكيميائي الإيطالي البروفيسور جوليو ناتا ببلمرته لأول مرة (Sanches: ٩٥:١٩٨٨ .)

تابع ناتا وصنع صمغ البولي بروبيلين الأول في إسبانيا عام ١٩٥٤، وولدت قدرته على التبلور الكثير من الإثارة، فبحلول عام ١٩٥٧ ذاعت شهرته وانتشرت الإنتاج التجاري عبر أوروبا، ويعتبر اليوم واحدًا من أكثر أنواع البلاستيك شيوعًا في العالم . حسب بعض التقارير فإن الطلب العالمي الحالي على المادة ينتج سوقًا سنويًا بحوالي ٤٥ مليون طن متري.

وقدر أن الطلب سيرتفع إلى ٦٢ مليون طن متري بحلول ٢٠٢٠.وتتجسد الاستخدامات النهائية الرئيسة في صناعة التغليف والتعبئة التي تستهلك نحو ٣٠٪ من الإنتاج الإجمالي، تتبعها صناعة المعدات والالكترونيات وتستخدم كل منها ١٣٪،و صناعة الأجهزة المنزلية وصناعة السيارات ويستهلك كل منهما ١٠٪، تليها مواد البناء بنسبة ٥٪ من السوق .وتشكل الاستعمالات الأخرى مجتمعة المتبقي من استهلاك البولي بروبيلين العالمي.

٣.٢.٢ استخداماته

يستخدم البولي بروبيلين في التطبيقات الصناعية والمنزلية، فخواصه المميزة وقدرته على التكيف مع تقانات التصنيع المختلفة جعلته مادة قيّمة لعدد كبير من الاستعمالات ، من استخداماته خزانات وبطانات مقاومة للمواد الكيماوية و وحدات تحكم ومختبرات وقنوات للمختبر و براميل وخزانات تصفيح و حواجز مرحاض و لوحات صحافة المرشحات و مكونات عبور السكة و مكونات المضخة وأغطيتها و الأجهزة الصناعية و منصات القطع و جدران الغرف النظيفة والأرضيات والسقوف . يملك البولي بروبيلين سطحًا متقلقلًا نسبيًا ما يجعله مادة ممكنة للمنتجات البلاستيكية مثل الأسيتال في التطبيقات قليلة الاحتكاك مثل المسننات أو يستخدم كنقطة تماس للأثاث .وترتبط قلة كثافته بمنتجات بلاستيكية شائعة يمكن أن تحول إلى مدخرات وزن .كما ويستخدم البولي بروبيلين في تشكيلة واسعة من التطبيقات، كالصحون الآمنة لآلة الجلي، والصواني، والأكواب، والعبوات والعديد من الألعاب(Kulkarni, S:٢٠١٥:١٣-١٩ .)

- **التغليف والتعبئة الصلبة والمرنة** :يرافق البولي بروبيلين تطبيقات تعبئة مختلفة قد لا تكون معروفة عند الجميع، ففي شكله المرن يمكن أن يحل مكان السيلوفان والمعادن والورق بسبب خواصه الرائعة وسعره الزهيد. وأيضًا هو حاضر في التغليف في ثلاث قطاعات رئيسية، الأطعمة والحلويات، والتبغ، والملابس.

بالنسبة للتعبئة الصلبة :نجده في قطاعات مثل الأكواب والصحون والأقفاص والعبوات والأوعية (مثل أكواب الزبادي وأكواب المشروبات الساخنة الجاهزة) .(C.U.Hall: ٤٨:١٩٨٩ .)

- **صناعة الأزياء والملابس الرياضية** :يتواجد بقوة في هذا المجال بسبب مرونته تجاه الارتداء والتمزق وحرارة الشمس والتعفن والبكتيريا وبشكل خاص تجاه الماء. ويدخل في صناعة الحقائب والتي تتميز بأنها مضادة للماء ومتينة وقوية ومرنة.
- **صناعة الأزياء والملابس الرياضية** :يتواجد البولي بروبيلين بقوة في هذا المجال بسبب مرونته تجاه الارتداء والتمزق وحرارة الشمس والتعفن والبكتيريا وبشكل خاص تجاه الماء. ويدخل في صناعة الحقائب والتي تتميز بأنها مضادة للماء ومتينة وقوية ومرنة .
- **في المجال الطبي** :إلى جانب حقيقة أنّه مكون أساسي في أي معمل دوائي يستخدم البلاستيك في كل الأشكال والأغراض، فإن إحدى أهم تطبيقات البولي بروبيلين هي خيط البرولين غير القابل للامتصاص، كما يستخدم البروبيلين في المعدات والأدوات والحاويات وغيرها.
- **منتجات المستهلك** :تتوافر قائمة طويلة هنا؛ السجادات والبُسط والأغطية، وفي الأثاث والمفروشات، وفي الألعاب، والأدوات المنزلية. فبسبب مرونته تجاه الحرارة والزيوت والمواد المذيبة والعفن والبكتيريا، يستخدم البولي بروبيلين في الأوعية التي توضع في المايكروويف، والصحون وغيرها من أدوات المطبخ .بالإضافة إلى عبوات الصلصة وعدة أنواع من أوعية الطعام، وأجزاء ومكونات المنظفات والغسالات وآلات غسل الصحون وغيرها.

صناعة السيارات :في هذا المجال، يصبح المركّب أكثر شهرة، فهو يستخدم في لوحة أجهزة القياس أمام السائق، ولتطبيقات أخرى هامة مثل المصدات (مخففات الصدمة) والإكساء والكسوة الخارجية والأغطية والعناصر الداخلية وغيرها الكثير. وفي بعض الاستعمالات الخاصة يمكن للبولي بروبيلين أن يحل مكان الطلاء التقليدي . (Donald : ١١:٢٠١١)

٣.٢: البولس ستاريين

البوليسترين عبارة عن راتينج صناعي ، ونوع شائع الاستخدام من البلاستيك ، يستخدم لصنع حاويات الستايروفوم ، والفول السوداني للتعبئة والعزل ، وهو بوليمر حراري شائع مصنوع من ستايرين مونومر عطري ذو قابلية جيدة للتشكيل ويعتبر الستايرين مادة خام مهمة في مجموعة متنوعة من منتجات البوليمر ، وإجمالي كمية الاستيرين المنتج ، يتم استخدام ٥٠٪تقريبًا في تصنيع البوليسترين ، كما أن البوليستيرين للأغراض العامة صلب ، وهش ، كما يتم استخدامه على نطاق واسع في أنظمة الموصلات السيارات والكهربائية والإلكترونية.

والاستخدام الأكثر شيوعًا للبوليستيرين هو للتغليف التجاري ، إنه بلاستيك غير مكلف متوفر في شكل صفائح واضحة ، ومنسقة لتوفير زجاج مزدوج خفيف الوزن ، بدلاً من الزجاج في شكله الصلب ، يتم استخدامه في صنع الأجهزة الطبية ، مثل أنابيب الاختبار ، أو أطباق بتري.

١.٣.٢ تصنيع البوليسترين

يتم تصنيع البوليسترين أيضًا في مادة رغوية ، تسمى البوليسترين الموسع (EPS) ، أو البوليسترين المبثوق (XPS) ، والذي يتم تقييمه لخصائصه العازلة والمبطنة ، ويمكن أن يكون البوليستيرين الرغوي أكثر من ٩٥٪ من الهواء ، ويستخدم على نطاق واسع لصنع العزل في المنزل والأجهزة ، والتعبئة الواقية خفيفة الوزن ، وألواح ركوب الأمواج ، وخدمات تغليف المواد الغذائية ، و قطع غيار السيارات ، وأنظمة تثبيت الطرق والطرق وأكثر من ذلك.

كما يتم تصنيع البوليسترين عن طريق ربط معا ، أو بلمرة ، ستيرين ، وهي مادة كيميائية بناء تستخدم في تصنيع العديد من المنتجات ، ويحدث الستايرين بشكل طبيعي أيضًا في الأطعمة ، مثل الفراولة ، والقرفة والقهوة ، ولحم البقر .

٢.٣.٢ استخدامات وفوائد البوليسترين

البوليستيرين في الأجهزة

الثلاجات ، ومكيفات الهواء ، والأفران والميكروويف ، والمكانس الكهربائية ، والخلاطات ، وغالبًا ما تصنع هذه الأجهزة وغيرها من البوليسترين (الصلب والرغوة) ، لأنها خاملة (لا تتفاعل مع مواد أخرى) ، وفعالة من حيث التكلفة ، وطويلة الأمد.

البوليسترين في السيارات

يستخدم البوليستيرين (الصلب والرغوة) ، لصنع العديد من قطع غيار السيارات ، بما في ذلك المقابض ، وألواح العدادات ، والأجزاء ، وأبواب الأبواب التي تمتص الطاقة ، ورغوة تخميد الصوت ، كما يستخدم البوليسترين الرغوي على نطاق واسع ، في مقاعد حماية الأطفال.

البوليسترين في الإلكترونيات

يستخدم البوليستيرين للإسكان ، وأجزاء أخرى للتليفزيونات ، وأجهزة الكمبيوتر ، وجميع أنواع معدات تكنولوجيا المعلومات ، حيث يكون الجمع بين الشكل والوظيفة ، والجمال ضروريًا.

البوليستيرين في الغذاء

عادة ما يعزل تغليف خدمة البوليسترين الغذائي ، بشكل أفضل ، ويحافظ على الطعام طازجًا ، لفترة أطول ويكلف أقل من البدائل.

البوليسترين في العزل

توفر رغوة البوليسترين خفيفة الوزن ، عزلًا حراريًا ممتازًا في العديد من التطبيقات ، مثل جدران البناء ، و الأسقف ، والثلاجات ، والمجمدات ، ومرافق التخزين البارد الصناعية ، كما أن عزل البوليسترين خامل ، ودائم ، ومقاوم لتلف المياه.

البوليسترين في الطب

نظرًا للوضوح وسهولة التعقيم ، يتم استخدام البوليسترين لمجموعة واسعة من التطبيقات الطبية ، بما في ذلك صواني زراعة الأنسجة ، وأنابيب الاختبار ، وأطباق بتري ، والمكونات التشخيصية ، وإيواء مجموعات الاختبار ، والأجهزة الطبية.

البوليستيرين في التغليف

يستخدم البوليسترين (الصلب والرغوة) ، على نطاق واسع لحماية المنتجات الاستهلاكية ، وعادة ما يتم تصنيع علب الأقراص المضغوطة وأقراص DVD ، والفول السوداني للتغليف الرغوي للشحن ، وتغليف المواد الغذائية ، وصواني اللحوم / الدواجن ، وكراتين البيض مع البوليسترين للحماية ، من التلف .

معلومات السلامة عن البوليسترين

في الولايات المتحدة ، تنظم إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) بشكل صارم ، جميع مواد تغليف المواد الغذائية ، بما في ذلك البوليسترين ، فتحتوي جميع عبوات المواد الغذائية ، الزجاج ، والألمنيوم ، والورق ، والبلاستيك (مثل البوليسترين) ، على مواد يمكن أن (تهاجر) بكميات صغيرة جدًا ، إلى الأطعمة أو المشروبات.

وهذا أحد الأسباب التي تجعل FDA ، تنظم تغليف المواد الغذائية في المقام الأول ، لتكون واثقًا من أن كمية المواد التي قد تهاجر وتتسرب في الواقع آمنة(Kumar, H. :١٦:٢٠٠٩) .

ولكل مادة مستخدمة في الاتصال الغذائي ، يجب أن تكون هناك معلومات علمية كافية ، لإثبات أن استخدامها آمن ، وتركز تقييمات سلامة إدارة الأغذية ، والعقاقير على ثلاثة عوامل:

- المواد المستخدمة في العبوة.
- التعرض التراكمي للمواد التي قد تهاجر إلى الأطعمة والمشروبات.

مستويات آمنة لهذا التعرض (H.I.Jaffer : ٤٢:١٩٩٩ .)

وقد تبقى كميات صغيرة من الستايرين في البوليسترين بعد التصنيع ، لذلك قامت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية ، بتقييم كل من سلامة المواد الملامسة للأغذية نفسها (البوليسترين) ، وسلامة المادة التي قد تهاجر (الستايرين) ، ونتيجة هذه التقييمات : حددت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية ، لعقود من الزمان أن البوليسترين آمن ، للاستخدام في التلامس مع الطعام.

٣.٣.٢ تاريخ البولس ستارين

كتشف البوليسترين لأول مرة سنة ١٨٣٩من طرف إدوارد سيمون، وهو كيميائي وعطار ألماني من برلين.

حيث قام بتقطير مادة زيتية على شكل مونومير، انطلاقا من مادة الستوراكس) راتنج مستخرج من شجرة الصمغ الشرقي) بالإنجليزية(Liquidambar orientalis : أطلق عليها اسم ستيرول .بعد عدة أيام، لاحظ سيمون أن الستيرول الذي حصل عليه قد تخثر وأصبح على شكل هلام أطلق عليه اسم أكسيد ستيرول (ستيرولوكسيد) لأنه افترض أن التفاعل قد تم بفعل أكسدة . بحلول سنة ١٨٤٥، أظهر كل من الكيميائيين الجامايكي جون بودلي بليث والألماني آوغست فيلهلم فون هوفمان أن التحول الذي تعرض له الستيرول قد حدث في غياب الأكسجين ، حيث أطلقوا على المنتج المحصل عليه اسم ميتا ستيرول؛ أظهرت التحليل أنه كان مطابقا كيميائيا لمادة الستيرولوكسيد التي حصل عليها سيمون. في سنة ١٨٦٦، أثبت الكيميائي الفرنسي مارسيلان بيرتيلو بيرثيلوت أن هذا التحول من الستيرول إلى ميتا الستيرول أو الستيرولوكسيد قد تم عن طريق عملية بلمرة ، بعد حوالي ٨٠ عاما، تم أخيرا إدراك أن تسخين مادة الستيرول يبدأ تفاعلا متسلسلا ينتج جزيئات كبيرة) وفقا لأطروحة الكيميائي الألماني هرمان شتاودنغر .(أدى هذا في النهاية إلى منح المادة اسمها الحالي، البوليسترين .

بدأت شركة إي غه فاربن في لودفيغسهافن، تصنيع البوليسترين حوالي سنة ١٩٣١، في أفق استخدامه كبديل مناسب للزنك المصبوب المستعمل في العديد من التطبيقات. حققت الشركة نجاحا باهرا عندما تمكنت من تطوير وعاء مفاعل يقوم ببثق البوليسترين من خلال أنبوب مسخن مجهز بقاطع، لإنتاج البوليسترين في شكل حبيبات .

أعاد أوتيس راي ماكنتير(١٩٩٦–١٩١٨) ، وهو مهندس كيميائي بشركة داو كيميكال، اكتشاف عملية كان قد حصل عليها لأول مرة المخترع السويدي كارل مونترز. (١٩٧١ :١٤ Herman)

وفقا لمعهد تاريخ العلوم، "اشترت شركة داو كيميكال حقوق طريقة مونترز، وبدأت في إنتاج مادة خفيفة الوزن تتميز بقدتها على الطفو ومقاومة الماء تبدو مناسبة تماما لبناء أرصفة السفن والمراكب المائية وعزل المنازل والمكاتب وحظائر الدجاج.

قبل حلول سنة ١٩٤٩بقليل، قام المهندس الكيميائي فريتز ستاستني بتطوير حبيبات البوليسترين سابقة الإنتشار من خلال دمج هيدروكربونات دهنية، مثل البنتان .هذه الحبيبات هي المادة الخام لأجزاء التشكيل أو صفائح البثق المستعملة صناعيا. تقدمت شركة باسف وستاستني بطلب للحصول على براءة هذا الاختراع، والتي تم إصدارها سنة ١٩٤٩.تم عرض عملية الصب هذه سنة ١٩٥٢في «معرض البلاستيك «بدوسلدورف، وتم تسمية المنتج باسم ستيروبور .لكيميائي الإطالي جوليو ناتا، كان أول من أبلغ عن التركيب البلوري للبوليسترين متساوي التوضع .

طورت شركة كوبيرز الواقع مقرها في بيتسبرغ (بنسيلفانيا) سنة١٩٥٤ ، رغوة البوليسترين الممتد (EPS)تحت الاسم التجاري ديليت .بحلول سنة ١٩٦٠، قامت شركة دارت كونتاينر، وهي أكبر شركة مصنعة لأكواب وألواح رغوة البولي ستايرين، بإنتاج وشحن أول طلبية لها. (Khdayer: ٢١:٢٠١١)

الخاتمة

تمتاز البوليمرات المطاوعة للحرارة بصلابة القوام عند درجات الحرارة العادية ولكنها تتغير بالحرارة وتتحول الى مايشبه العجينة بحيث يمكن تشكيلها باليد وتشمل كذلك البولميرات التي تساعد الحرارة في تسخينها لاخذ اشكال ثابتة

لم تكن البوليمرات معروفة قبل عام ١٨٨٠م. تم تصنيفها من قبل العالمان راوت وفاندهوف بعد اجراء تجاربهم على المطاط الطبيعي هناك اعتماد كبير للخواص الميكانيكية للبوليمرات على درجة الحرارة و زمن التحمل مقارنة بالمواد الهندسية الاخرى الاقل تأثيراً بهذين العاملين و يعود سبب هذا الاعتماد على طبيعة البوليمر اللزجة المرنة فالبوليمرات تتسم بصفات السوائل اللزجة عند تسليط اجهاد عليها و ان الاجهاد يتلاشى على هيأة حرارة و عند رفع الاجهاد عنها تبقى في الحالة المشوهة و غير قادرة على اعادة مواصفاتها الاولية وفي نفس الوقت فان البوليمرات تمتاز بصفة المرونة اي عند فرض اجهاد ما فمركب **البولي ايثيلين من اهم بولميرات المطاوعة حيث** يصنع البولي ايثيلين من الإيثيلين وهو مركبٌ يشتق من غازٍ طبيعيٍّ أو نفطٍ، وهو أساسًا مركبٌ كيميائيٌّ ذو تلدن حراري قابلة للتغير، يمكن صهره وتشكيله حسب المرغوب كذلك فإن مادة البولي بروبلين عبارة عن مادة طبيعية بيضاء اللون يتم الحصول عليها من خلال تبلمر جزيئات البروبلين التي يتم الحصول عليها من مادة "النفط" التي تعتبر بدورها من مشتقات البترول الخام فإنه يمكن القيام بالتطويرات على الخصائص الفيزيائية لمادة البولي بروبلين مثل الصلابة، المرونة، مقاومة الحرارة والهشاشة، وذلك عن طريق القيام بوضع جزئيات الايثيلين داخل جزئيات البولي بروبلين تحت تاثير ظروف خاصة .

المصادر والمراجع

١. ال ادم، كوركيس عبد وكاشف الغطاء، حسين علي "(١٩٨٣) تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات"، جامعة البصرة.
٢. بالمون جامعة كارنيجي ميلون. (٢٠١٦). البوليمرات الطبيعية مقابل الاصطناعية. ٢٠١١ ، من : cmu.edu
٣. تشارلز إ. كاراهير جونيور (٢٠١٨). البوليمرات الاصطناعية ٢٠١٨ ، من : chemistryexplained.com
٤. د. كوركيس عبد ال ادم و د. ذنون محمد عزيز **" كيمياء الجزيئات الكبيره ,"**مطبعة جامعه البصرة, البصرة) ١٩٨٥(.
٥. سلمان خليفه "اللدائن المقساة بالحرارة" سلسلة شذى لعلم البلاستك, سوريا ,١٩٩٦/ص٢٧.
٦. عبد المجيد عيادة إبراهيم و نيران فاضل عبدالجبار و قاسم حمادي محمود،" دراسة تأثير التشيع بأشعة كاما على الخواص البصرية للأغشية الرقيقة"، مجلة جامعة كركوك - الدراسات العلمية المجلد (٥) – ،العدد (١)، (٢٠١٠) .
٧. علياء حسين علي ،محمد سامي عبد علي، محمد حميد عبد الله، "دراسة تأثير أشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية لأغشية البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA)" مجلة ديالى للعلوم الصرفة، المجلد ٦, العدد ٤ , (٢٠١٠).
٨. فاطمة شهيد عيسى و خالد ابراهيم عجيل،" تحضير ودراسة الخواص الضوئية للبوليمر الموصل النقي والمشوب بحامض الهيدروكلوريك (HCl(،" مجلة أبحاث البصرة(العلميات)، العدد ١٨الجزء B.٣, (٢٠١٢).
٩. كيمياء بوليمرات متقدمة، جامعة الملك عبد العزيز نسخة محفوظة ٠ يوليو ٢٠١٥ على موقع واي باك مشين.
١٠. مصطفى خالد كامل،" الخواص البصرية والكهربائية لأغشية (CdO) (Se) "النقية والمطعمة رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم، جامعة بغداد ،(٢٠١٢).
١١. نور الشواك, & نجيبة عبد الله الحمداني .٢٠١٦, دراسة الخصائص الميكانيكية والحرارية لمتراكبات نانوية لـ ZrO٢/PMMA. مجلة ديالى للعلوم الصرفة ,١٢, ١-١٠.

١٢. Al-Jabiry, A. J. (٢٠٠٧). *Studying the Effect of Molarity on the Physical and Sensing Properties of Zinc Oxide Thin Films Prepared by Spray Pyrolysis Technique* (Doctoral dissertation, Ph. D thesis, Applied Sciences Dept, The University of Technology).
١٣. Aram K. Majeed, "Structural and Dielectric Properties of (Bi١XSrXFeO٣) Ferrites Prepared Using (Sol-Gel) Auto Combustion Method" M.Sc. Thesis, College of Science- University of Diyala, (٢٠١٤).
١٤. ASTM, D ٨٨٣, Standard Terminology, "Relating to Plastics", ٢٠٠٣.
١٥. ASTM, E ١١٤٢, Standard Terminology, "Relating to Thermophysical Properties", ٢٠٠٣.

١٦. B.B. Kadhim, "mechanical and thermal properties and ablation simulation of resole resin composites", Ph.D. Thesis, College of Science, University of Baghdad, (٢٠٠٥).

١٧. Barbara H. Stuart " Polymer Analysis "John Wiley & Sons,p١٣٥ ,LTD, (٢٠٠٢).

١٨. Barbara H. Stuart, "Polymer Analysis ", John Wiley & Sons, (٢٠٠٢), p.(١٣٥), LTD.

١٩. Biron, M. (٢٠٠٧). *Thermoplastics and thermoplastic composites: technical information for plastics users*. Elsevier.

٢٠. Sanches, J. Livage, M. Henry, F. Babboeau, "J.Non-Cryst.Solids", Vol.٩٥, (١٩٨٨), pp. (١٠٠-.)٩٠١

٢١. C.U.Hall," polymer material" , Macmillan Education Ltd, London, (١٩٨٩).

٢٢. Donald R. Askeland, "The Science and Engineering of Materials", sixth edition, Cengage Learning, USA, ٢٠١١.

٢٣. G. Al - Adam and H. A, "Technology and Polymer Chemistry", University of Basrah, College of Science, (١٩٨٣).

٢٤. G. S. Y. Kumar, H. S B. Naik, A. S. Roy, K. N. Harish and R.

٢٥. H.I.Jaffer "Ph. D Thesis "Physics Dep. College of Science, University of Baghdad, (٢٠٠٠).

٢٦. Harada, D. R. (٢٠١٠). The synthesis, optical, and transport properties of $SnZrS_3$.

٢٧. Harada, D. R. (٢٠١٠). The synthesis, optical, and transport properties of $SnZrS_3$.

٢٨. Herman F. Mark and Chairman, encyclopedia of polymer science and technology, Vol. ١٤, ١٩٧١.

٢٩. Huimin Wang, Xiaoming Tao and Edward Newton, polymer international, Vol. ٥٣, No. ١,pp. ٢٠-٢٥, ٢٠٠٤.

٣٠. Japić, D., Marinšek, M., & Orel, Z. C. (٢٠١٦). Effect of ZnO on the thermal degradation behavior of poly (methyl methacrylate) nanocomposites. *Acta Chimica Slovenica*, *63*(٣), ٥٣٥-٥٤٣.

٣١. Kemp, R. B. (Ed.). (١٩٩٩). *Handbook of thermal analysis and calorimetry: from macromolecules to man* (Vol. ٤). Elsevier.

٣٢. Khalid Rashad AL-Rawi, ‘‘Compatibility of polymer Blend System and It’s Effect on some physical/ and Mechanical Properties ’’, PhD.Thesis College of Science/ Physics, University of Baghdad, (١٩٩٨).

٣٣. Khdayer, I. H. (٢٠٠٥). *Fabrication and studying the photoconducting characteristics of in sb junction with silicon as A single crystal semiconductor* (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis. Baghdad University).

٣٤. Knop, A., & Scheib, W. (١٩٧٩). *Chemistry and application of phenolic resins* (Vol. ٣). Springer.

٣٥. Koerner, R. M., & Hsuan, Y. G. (٢٠٠٣, June). Lifetime prediction of polymeric geomembranes used in new dam construction and dam rehabilitation. In *Proceedings of State Dam Safety, Officials Conference, Lake Harmony, Pa* (pp. ٤-.)٦

٣٦. Kulkarni, S. S., & Shirsat, M. D. (٢٠١٥). Optical and structural properties of zinc oxide nanoparticles. *International Journal of Advanced Research in Physical Science*, *2*(١), ١٤-.٨١

٣٧. L.R Troloar; "Introduction to polymer Science" ; Wykehum Publications Ltd, London,(١٩٧٠).

٣٨. M. A. Meyers and K. K. Chawla, "Mechanical Behavior of Materials", ٢nd ed. Cambridge University Press, (٢٠٠٩).

٣٩. M. P. Stevens, **"Polymer Chemistry An Introduction"**, Addition- Wesley Publishimg Company, Inc., London, (١٩٧٥).

٤٠. M. wolfe, N. Holouyak and G. B. Stillman, **"Physical Properties of Semiconductor"**, prentice Hall, New York, (١٩٨٩).

٤١. N. Alian, "Study the Effect of Environmental Conditions in the High-Density Polyethylene Composite Supported with Black Carbon ", M.Sc.Thesis, Babylon University, Collage of Science, (٢٠٠٤).

٤٢. O. George, "Principle of Polymerization", ٤th Ed. University of New York, (٢٠٠٤).

٤٣. R. H. Jabbar, "Physical Properties of Aluminum and Boron codoped Zinc Oxide Thin Films", Ph.D. diss., College of Science, Al– Mustansiriyah University, (٢٠١٥).

٤٤. R.J. Crawford, "Plastics Engineering", Third Edition, UK, St Edmundsbury Press Ltd, ٢٠٠٢.

٤٥. Rubinstein, M., & Colby, R. H. (٢٠٠٣). *Polymer physics* (Vol. ٢٣). New York: Oxford university press.

٤٦. S. F. Khalaf, "Development of Al-Al٢O٣ Composite by Atomization and Stir Casting Processes", Ph. D. Thesis, University of technology, Iraq (٢٠٠٨).

٤٧. Sohaib A. s., study of the thermal, mechanical properties and lifetime of PVC Polymer, [MSC.Thesis]. Baghdad University, ٢٠١٥.