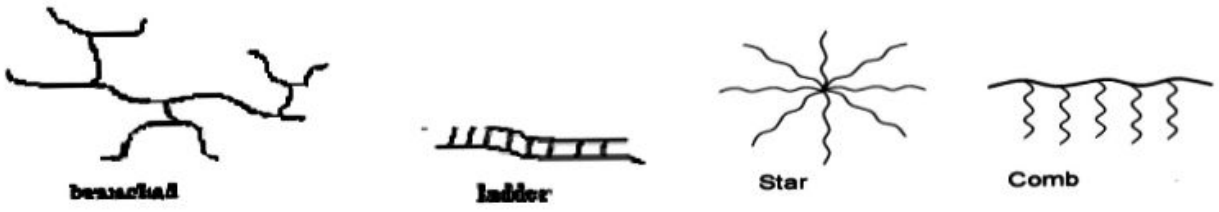
ثانياً: التصنيف المعتمد على الشكل البنائي لجزيئات البوليمر

1- البوليمرات الخطية Linear Polymers :

في هذه البوليمرات تكون الوحدات التركيبية مرتبطة مع بعضها بشكل خطي متواصل ، تحضر هذه البوليمرات بطرق خاصة. ومن مونومرات معينة تكون هذه البوليمرات ذات قابلية على التبلور أكثر من الأصناف البوليمرية الأخرى وعادة تذوب في بعض المذيبات الكيميائية وفي الحالة الصلبة وعند درجات الحرارة الاعتيادية توجد بشكل مواد مرنه مطاطية Elastomers ، مرنة Flexible أو زجاجية Glass كما في المواد المطاوعة للحرارة Thermoplastic وتمتاز بخواصها الميكانيكية المرغوبة .
ومن الأمثلة على هذه البوليمرات البولي أثيلين العالي الكثافة High density –polyethylene الذي يحضر باستخدام عوامل مساعده من نوع زيكلر- ناتا Ziegler –Natta Catalyst . يكون لهذه البوليمرات سلاسل خطية غير متفرعة كما في الشكل الآتي:

2- البوليمرات المتفرعة Branched Polymers :

البوليمرات المتفرعة تعرف بأنها بوليمرات خطية مع تفرعات لنفس التراكيب الأساسية للسلسلة الرئيسية . تتكون البوليمرات المتفرعة أما بسبب استخدام مونومرات متعددة المجاميع الفعالة أو بسبب حدوث بعض التفاعلات الجانبية ، تكون جزيئة البوليمر بشكل متفرع ويختلف التفرع من حيث طول الفرع الجانبي وموقعه على سلسلة البوليمر فقد تكون هذه الفروع مرتبة بشكل صليبي على السلسة الرئيسية أو بشكل مشطي أو سلمي. كما في الشكل أدناه .

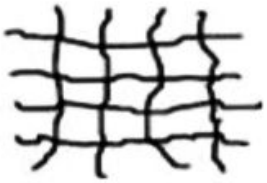


إن لهذه التفرعات تأثير كبير على صفات البوليمر الفيزيائية كقابليتها على التبلور ودرجة انصهارها (T_m) ودرجة انتقالها الزجاجية (T_g) وعلى صفاتها الميكانيكية المختلفة.
والبوليمرات المتفرعة تذوب عادة في نفس المذيبات كما في البوليمرات الخطية .وفي الحقيقة تشابه البوليمرات الخطية في الكثير من خواصها لكن تتميز أحيانا عن البوليمرات الخطية بان لها قابلية واطئة على التبلور أو اختلاف لزوجة المحلول أو سلوك تشتت الضوء .البوليمرات المتفرعة ربما تنتفخ في بعض السوائل بدون أن تنحل بشكل تام .

وفي هذا المجال يجب التمييز بين البوليمرات الخطية الحاوية سلاسلها على مجاميع معوضة كحلقة البنزين أو مجموعة المثيل أو ذرة الكلور الموجودة في البولي ستايرين والبولي بروبيلين وبولي (كلوريد الفاينيل) على التوالي لان المجاميع المعوضة تعتبر جزءا من الوحدة التركيبية للبوليمر لان التفرع يتكون عادة من عدد من الوحدات التركيبية .ومن الأمثلة على هذه البوليمرات البولي أثيلين المنخفض الكثافة Low Density Polyethylene .

2- البوليمرات المتشابكة Crosslinked Polymers :

البوليمرات المتشابكةCrosslinked polymers أو البوليمرات الشبكية Network Polymers تكون فيها السلاسل البوليمرية متشابكة مع بعضها ومرتبطة مع بعضها بأكثر من موقع واحد .وقد يكون التشابك بثلاثة اتجاهات لتكوين شبكات مترابطة Network . وتفقد البوليمرات المتشابكة حركتها ولاتنصهر او تسيل ولايمكن تشكيلها وإن بعض المواد عادة ما تنتفخ من قبل المذيب، ولكنها لا تذوب.
إن لدرجة التشابك تأثير كبير على صفات البوليمر الفيزيائية والميكانيكية ، فبزيادة درجة التشابك تقل الصفات المطاطية وتزداد القوة والمتانة للمادة وتكون المادة صلبة rigid وتزداد درجة الانصهار وعندما تكون درجة التشابك عالية يصبح البوليمر غير قابل للانصهار وغير موصل للحرارة والكهرباء .
ومن الأمثلة على بوليمرات هذا الصنف : الراتنجات المتصلبة حراريا Thermosetting Resin مثل راتنج الإيبوكسي والبولي أستر و راتنجات اليوريا فورمالديهايد و الفينول فورمالديهايد ، وغيرها .



Crosslinked

ثالثاً: التصنيف المعتمد على الطبيعة الكيميائية للبوليمر

ا- البوليمرات العضوية :-

تشمل المركبات العضوية التي تحتوي على ذرات مثل (الكاربون ،الهيدروجين، الأوكسجين، النتروجين ، الهالوجينات) وقد يكون موقعها في المجاميع الجانبية أو جزء من السلسلة الرئيسية او تكون ناتجة من مصدر عضوي وتعتبر من أكثر البوليمرات أهمية في الصناعة مثل : البولي أثيلين ، بولي كلوريد الفاينيل و بولي كحول الفاينيل.

2- البوليمرات غير العضوية :-

تتكون من مركبات غير عضوية أي لا وجود لذرات الكاربون في السلسلة البوليمرية المكونة لها وتتكون سلاسلها الجزيئية البوليمرية عادة من السيليكون فقط او النتروجين او الفسفور والنتروجين معا او البورون والنتروجين . وتمتاز بمقاومتها العالية للحرارة ولفعل المواد الكيماوية . هنالك عدد كبير من هذه البوليمرات المحضرة من مركبات الكبريت و الفوسفور و السليكون و البورون إلا أن الاستخدامات الصناعية لهذه البوليمرات محدودة في الوقت الحاضر عدا بوليمرات السيليكون التي تستخدم في صناعة الألياف الزجاجية و البولى سيليكات (أسبستوس) و بولى أوكسيد السيليكون (الزجاج) و غيرها.

3- البوليمرات العضوية ـ الغير العضويه :

تتكون سلاسلها من ذرات عضوية مثل الكاربون والأوكسجين والهيدروجين بالإضافة إلى ذرات العناصر اللاعضوية مثل السيلكون التيتانيوم والحديد وغيرها من العناصر الفلزية اللاعضوية وتكون عددها قليل ودرجة انصهارها عالية لاحتوائها على عناصر لاعضوية وتمتاز هذه البوليمرات بمقاومتها الجيدة للحرارة . مثل البولي سلفون والبولي سيلوكسان .

رابعاً: التـصنيف التكنولوجي للبوليمرات Technological Classification of Polymers

1-البوليمرات المطاوعة للحرارة Thermoplastics Polymers:

تمتاز هذه البوليمرات بانها :

أ) ذات سلاسل جزيئية خطية طويلة أو قليلة التفرع وتذوب في المذيبات العضوية

ب) صلبة القوام hard عند درجات الحرارة العادية وتكون غير لزجه not tacky وسهلة التعامل وتكون عادة بشكل حبيبات .

ج) تتغير صفاتها بتأثير الحرارة فعند التسخين تلين Soften وتتحول إلى ما يشبه بالعجينة بحيث يمكن تغير هيئتها باليد ، وعند رفع درجة الحرارة أكثر فان المادة اللينة تتحول الى منصهرات لزجة . وتربط بين جزيئاتها قوى فاندرفالز الضعيفة وتكون مادة لينه ومرنة ، و عند خفض درجة حرارة المنصهر(التبريد) تسترجع حالتها الصلبة القوية لهذا السبب تسمى هذه البوليمرات بالبلاستيكات المطاوعة للحرارة Thermoplastics. د) لهذا فانها تكون مادة بلورية .

هـ) يمكن اعادة تشكيلها او تدويرها

و) لها مدة صلاحية غير محددة

ز) تكون عادة لينه soft ، ضعيفه weak ،اقل هشاشية less brittle من بوليمرات المتصلده حراريا وذات انفعال عالي عند الكسر

ر) تحضر ببلمرة الاضافة

ى) تتراوح درجة انتقالها الزجاجي بين ($Tg<150\ ^oC$ درجه حراره الغرفه) ، اما درجة انصهارها تتراوح بين ^oC (80-300) .

ومن الأمثلة على هذه البوليمرات : البولي أثيلين PE، البولي ستايرين PS، البولي بروبلين PP والنايلون .

2- البوليمرات المتصلدة بالحرارة Thermoset Polymers:

ويطلق عليها الراتنجات resins وتكون اقل استخداماً من البوليمرات المطاوعة للحرارة .وتكون عادة على هيئة سائل لاصق او طلاء.

وهي بوليمرات تمتاز بانها:

أ) ذات جزيئات متشابكة ومعقدة التركيب و لاتذوب في المذيبات العضوية

ب) تكون صلبة القوام Hard وتكون لزجة Tacky .

ج) عند التسخين تتشابك السلاسل البوليمرية و تتحلل او تتعفن decompose وتصبح البوليمرات غير ذائبة (في المذيبات الشائعة) وغير قابلة للانصهار(مقاومة عالية تجاه الحرارة) لان السلاسل الجزيئية ترتبط بأواصر تساهمية قوية ويؤدي التشابك إلى إعاقة تبلور الجزيئات وزيادة الطاقة المطلوبة لتحريك مقاطع سلاسل البوليمر، لهذا السبب فان هذه د) البوليمرات تكون عادة غير بلورية

هـ) لايمكن اعادة تشكيلها او تدويرها

و) لها مدة صلاحية محددة

ز) تكون عادة صلبةhard ، قوية strong ،اكثر هشاشية more brittle من البوليمرات المطاوعه للحرارة و ذات انفعال واطيء عند الكسر

ر) تحضر ببلمرة االتكثيف

ى) ذات درجات انتقال زجاجي عالي ($Tg>300\ ^oC$) ،

وهي بوليمرات رديئة التوصيل للحرارة والكهرباء وتدخل في كثير من الصناعات الكهربائية والمنزلية

ومن أمثلتها : راتنجات الإيبوكسي EP و بعض راتنجات البولي استر المتشابكة وراتنجات الفينول فورمالديهايد وغيرها