الفصل الاول
البوليمرات Polymers

البوليمر: Polymer

ويسمى بالعربية (متعدد الاجزاء) اما كلمة Polymer فهي كلمة لاتينية تتكون من مقطعين الاول (Poly –)ويعني المتعدد والثاني (mer) ويعني الجزء وترجمتها الحرفية تكون متعدد الاجزاء الا انها تعني الاتي:

البوليمر هي المادة التي تتكون من اجزاء عديده قد تكون متشابهه او غير متشابهة تتكون بارتباطها بالاواصر الكيميائية سلاسل من الجزيئات ليرتفع وزنها الجزيئي الى عدة الاف او ملايين لذلك قد يطلق مصطلح الجزيئة العملاقة macromolecule على البوليمرايضا.

اما المونيمر monomer فتعني الوحده البنائية الصغيرة المتكررة في تركيب السلسة البوليمرية.

عملية البلمرة Polymerization

هي عملية تحويل الوحدات البنائية monomers الى البوليمر من خلال تفاعلات كيميائية متنوعة تعتمد على طبيعة الوحدة البنائية للبوليمر: مثال : يتحول الاثلين ($CH_2=CH_2$) بتفاعل البلمرة الى البولي اثلين حيث nتمثل عدد جزيئات الاثلين في البوليمر:

$$n\ (CH_2=CH_2) \xrightarrow{\text{Polymerization}} \left[CH_2\text{-}CH_2\right]_n$$

درجة البلمرة Degree of polymerization $(\overline{Xn})$ او $(\overline{DP})$

وهي عدد الوحدات المتكررة في السلسلة البوليميرية وتعتمد على طول السلسلة البوليمرية ولكون اطوال هذه السلاسل غير متساوية لذلك فان درجة البلمرة تمثل معدل اعداد الوحدات البنائية المتكررة في السلسلة البوليمرية وعليه يجب تسميتها (معدل درجة البلمرة) لذلك تكتب

بهذه الطريقة $(\overline{DP})$ او $(\overline{Xn})$ يعتمد حساب الوزن الجزيئي للبوليمر على معدل درجة لبلمرة

والوزن الجزيئي للوحدة البنائية المتكررة (المونمر) ويمكن التعبير عن الوزن الجزيئي كالاتي:
الوزن الجزيئي = معدل درجة البلمرة X الوزن الجزيئي للمونيمر

$$\overline{DP} = \frac{\text{Total of M.Wt. of the polymer}}{\text{M.Wt. of monomer}} = \overline{X_n} = \frac{M_n}{M_o}$$

$$(M_n = \text{M.Wt. of polymer},\ M_o = \text{M.Wt. of monomer})$$

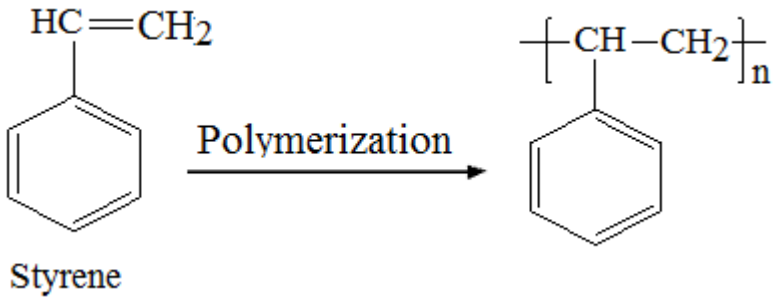
(يحسب الوزن الجزيئي للبوليمر عند زمن معين من التفاعل)

تتراوح قيم درجة البلمرة من وحدات قليلة الى درجات كبيرة تقترب من عشرة الاف او اكثر في بعض الحالات... مثال :

ماالوزن الجزيئي التقريبي للبولي ستايرين اذا كانت درجة البلمرة له تساوي (100 وحدة)؟

الحل:

تتحول جزيئة الستايرين الى البولي ستايرين وفق المعادلة:



الوزن الجزيئي للستايرين =104 ⟸ M.w. of C_8H_8 = (12x8) + (1x8) = 104

اذن الوزن الجزيئي للبولي ستايريرين يساوي : 100 x 104 = 10400

(سؤال) : اذا كان الوزن الجزيئي للبولي ستايرين عند زمن معين للتفاعل يساوي 20800
احسب معدل درجة البلمره لهذا البوليمر ؟؟

الجواب:

20800 = 104 X

X = 20800/104 = 200

تصنيف البوليمرات Classifications of polymers

هناك العديد من طرق تصنيف البوليمرات وذلك لكثرتها ويعتمد تصنيف البوليمرات على عدة اعتبارات يمكن تقسيم البوليمرات على اساسها لتكون على الاقسام التالية:

1- تصنيف البوليمرات حسب مصادرها :

وفيها تقسم البوليمرات الى الانواع الاتية:

(أ) البوليمرات الطبيعية (ب) البوليمرات المصنعة (ج) البوليمرات شبه المصنعة

(أ) البوليمرات الطبيعية: Natural Polymers

وهي المواد البوليمرية الموجودة في الطبيعة كمنتوجات نباتية او حيوانية وفي بعض الاحيان تقسم الى :

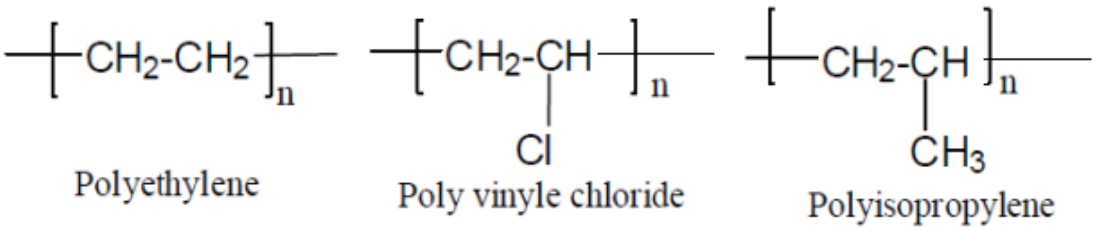
(1) البوليمرات النباتية المصدر و (2) البوليمرات حيوانية المصدر

من الامثلة على النوع الاول : السليلوز, النشا, الصمغ العربي, القطن, المطاط الطبيعي والحرير الطبيعي

اما النوع الثاني فيشمل الصوف, الشعر, الجلد, والبروتينات.

(ب) البوليمرات المصنعة Synthetic polymers

وهي البوليمرات التي يتم تحضيرها او تصنيعها من مصادر طبيعية اخرى غير الحيوان او النبات او من مركبات كيميائية بسيطة وتمثل الجزء الاكبر من البوليمرات ومن الامثلة عليها البلاستيكات المختلفة والمطاط الصناعي , والالياف الصناعيه والبولي اثلين وبعض الراتنجات المصنعه والاصباغ ...الخ



Polyethylene Poly vinyle chloride Polyisopropylene

(ج) البوليمرات شبه المصنعة Semisynthetic Polymers

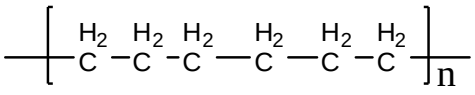
وهي البوليمرات التي تصنع من مصادرها النباتية ومن امثلتها هي الرايون والحرير الصناعي والورق.

2- تصنيف البوليمرات حسب شكل السلاسل البوليمرية:

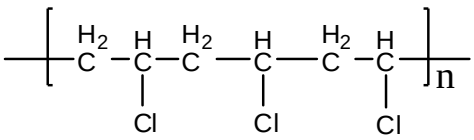
ان ارتباط الوحدات البنائية في البوليمرات يعتمد على طبيعة هذه الوحدات وعلى طريقة ارتباطها وكذلك وجود او عدم وجود مجاميع فعالة في التركيب الكيمياوي لهذه الوحدات وكما بينا سابقا ان البوليمرات تكون بشكل سلاسل تختلف عن الجزئيات واطئة الوزن مثل البنزين اوالتولوين او الهكسان او اي مركب عضوي اخر .وعليه تصنف البوليمرات بحسب هذه الصفة الى:

(أ) البوليمرات الخطية Liner Polymers

حيث ترتبط كل وحده بنائية مع الاخرى بشكل خط مستقيم مثال ذلك بولي اثيلين عالي الكثافة وبولي كلوريد الفاينيل (PVC).



Polyethylene [H.D.P.E]

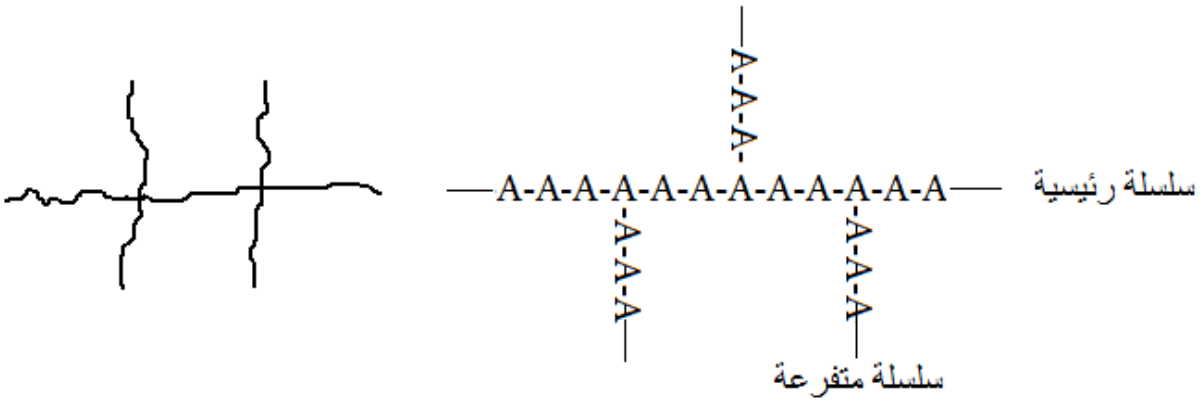


Poly vinylechloride

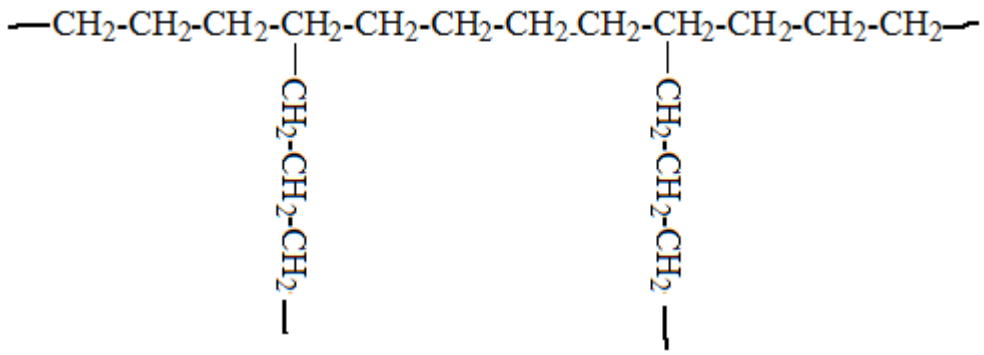
ويمكن تمثيلها بالشكل: -A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-

(ب) البوليمرات المتفرعة Branched Polymers

وهي البوليمرات التي تكون سلسلتها الرئيسية بشكل مستقيم تتفرع منه سلاسل اخرى باطوال مختلفة وتسمى السلسلة بالعمود الفقري للبوليمر Back bone والشكل التالي يمثل ذلك

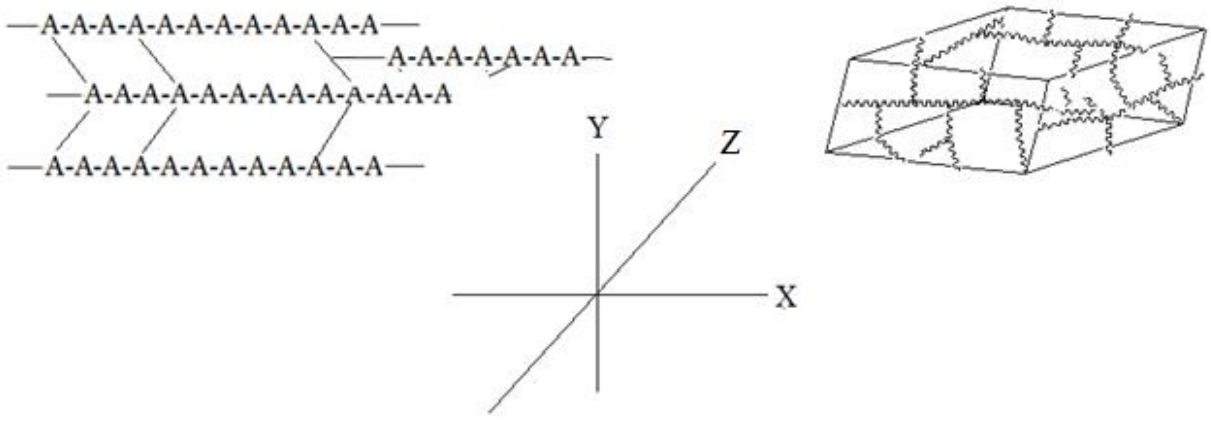


ومثال ذلك بولي اثيلين واطيء الكثافة:



(ج) البوليمرات المتشابكة Crosslinked Polymers

وهي البوليمرات ذات ابعاد ثلاثية في السلاسل الطويلة تتصل مع بعض باواصر كيمياوية لتشكل هيئة فراغية بشكل شبكة ويمكن تمثيلها بالشكل الاتي:



ومثال ذلك مايحدث في راتنج الفينول فورمالديهايد.

(3) - تصنيف البوليمرات حسب نوع المونيمرات في السلسلة البوليمرية :

يعتمد هذا التصنيف على نوعية الوحدات البنائية المكونة للبوليمر اذا كانت متشابهة او مختلفة ويكون التقسيم كالاتي :

(أ) البوليمرات المتجانسة HomoPolymers

حيث تتكون هذه البوليمرات من وحدات بنائية متشابهة كالبولي اثيلين او البولي ستايرين وممكن تمثيلها بالترتيب :

—A-A-A-A-A-A-A-A— او —B-B-B-B-B-B-B-B—

(ب) البوليمرات غير المتجانسة Hetropolymers

وفيها تتالف السلاسل البوليمرية من وحدات بنائية غير متشابهة اي من نوعين او اكثر من المونيمرات وتسمى ايضا بالبوليمرات المشتركة Copolymers وهي انواع:

(1)- بوليمر مشترك متناوب Alternated copolymer حيث تترتب المونيمرات بالتناوب مع بعضها البعض :

-A- B- A- B- A- B- A- B-

(2)- بوليمر مشترك عشوائي Random copolymers

حيث لايوجد ترتيب معين لارتباط المونيمرات مع بعضها اي يكون الترتيب عشوائيا كما في مياتي :

-A-B-A-B-B-A-AA-B-A-B-AA-B-

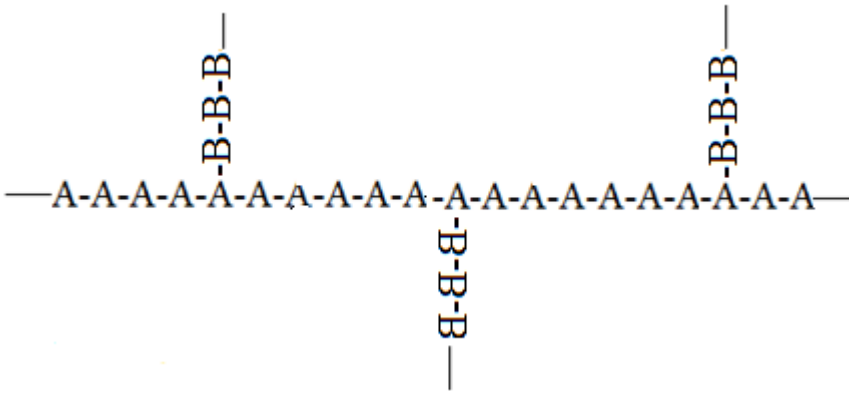
(3)- بوليمر مشترك قالبي Block copolymer

حيث تشكل الوحدات البنائية المتشابهة مجموعات مرتبة تشبه القالب وكما موضح فيما يلي:

منتظم -A-A-A-B-B-B-A-A-A-B-B-B-

غير منتظم -A-A-A-B-B-B-B-A-A-A-B-B-A-A-

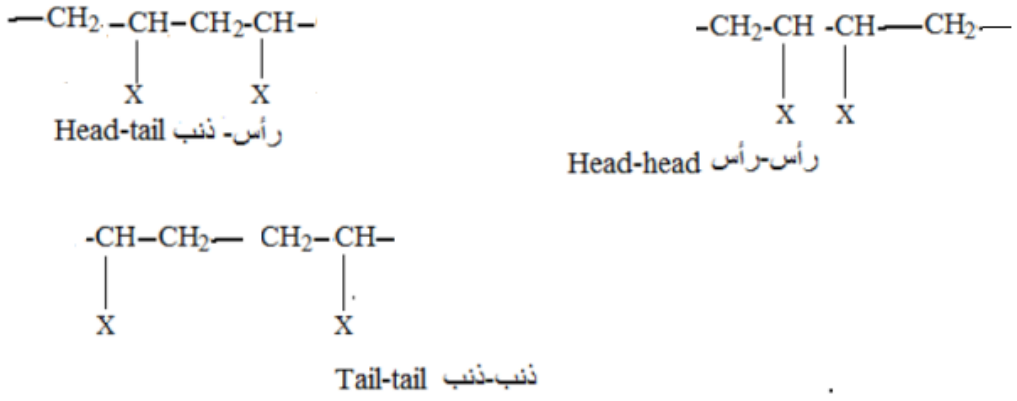
(4) بوليمر مشترك مطعم Graft copolymers
حيث يتكون هذا البوليمر من سلسلة رئيسية متجانسة لمونيمر متشابه اما السلاسل الفرعية فتكون من مونمرات مختلفة وكما في ادناه:



(4) تصنيف البوليمرات حسب الترتيب الفراغي للوحدات البنائية

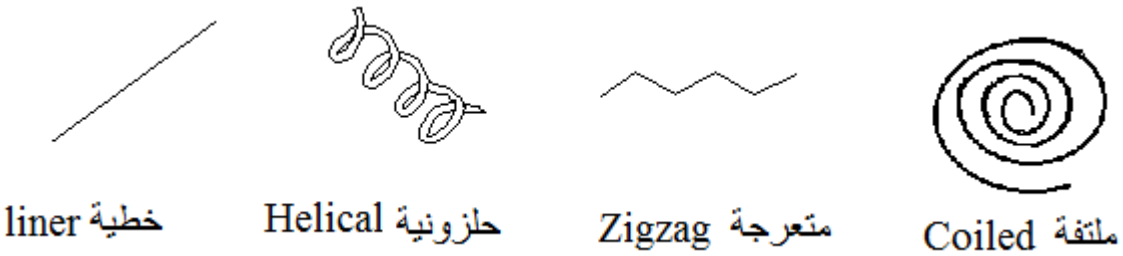
تتشكل السلاسل البوليمرية فراغيا بهيئات واشكال مختلفة متاثرة بعوامل عديدة اهمها المجاميع الفعالة الموجودة ضمن التركيب الكيمياوي للوحدات البنائية ويمكن تقسيمها كما ياتي :-

أ- حسب طريقة ارتباط الوحدات البنائية مع بعضها في السلسلة البوليمرية حيث ترتبط الوحدات البنائية مع بعضها فراغيا بطرق مختلفة وتسمى بموجبها التسميات الاتية:



ب- حسب الشكل الفراغي للسلسلة البوليمرية

تاخذ السلاسل البوليمرية اشكال مختلفة بسبب قوى التجاذب والتنافر الموجودة في التركيب الكيمياوي للوحدات البنائية والاشكال التي قد تاخذها السلاسل البوليمرية وهي (خطية وحلزونية ومتعرجة وملتفة)



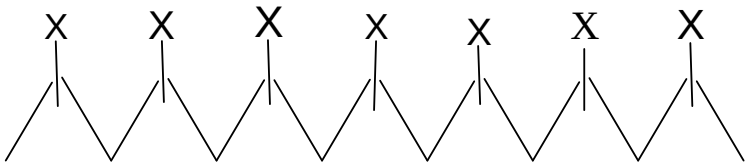
ج- حسب التوزيع الفراغي للمجاميع الفعالة

تتوزع المجاميع الفعالة على السلسلة البوليمرية بثلاث هيئات فراغية وتسمى هذه العملية (tacticity)

والهيئات الثلاث هي :

(1) Isotactic

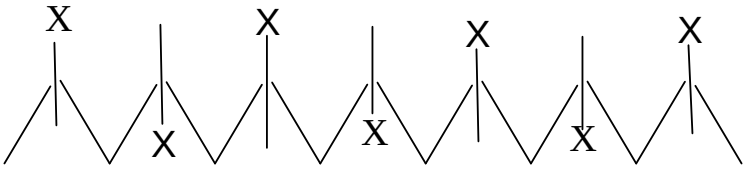
عندما تتوزع المجاميع الفعالة بشكل متناظر على سلسلة البوليمر



Isotactic

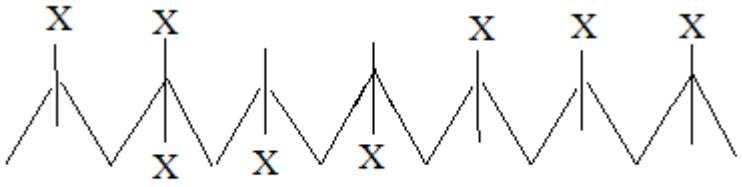
(2) Syndiotactic

وفيه يكون التوزيع بطريقة متناوبة :



Syandiotactic

(3)- A tactic : عندما يكون التوزيع الفراغي للمجاميع الفعالة عشوائيا على سلسلة البوليمر :



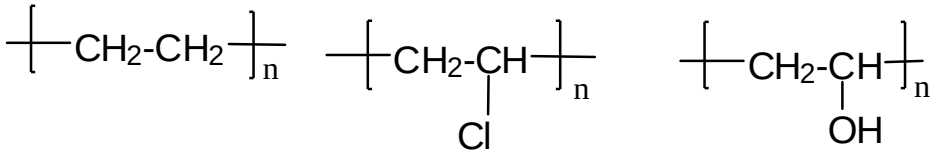
Atactic

(5)- حسب التركيب الكيميائي للوحدات البنائية:

حيث تقسم البوليمرات حسب التركيب الكيميائي لسلاسل البوليمر الرئيسية من حيث كونها ذات تركيب عضوي او غير عضوي كما يلي:

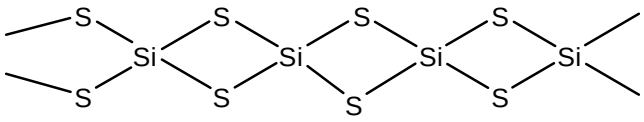
أ- بوليمرات عضوية

حيث تتكون السلاسل البوليمرية من وحدات بنائية ذات تركيب عضوي (تحتوي اساسا على الكاربون والهيدروجين) مثال ذلك البولي اثلين، بولي بروبلين، بولي كلوريد الفاينيل (PVC) وبولي فاينيل الكحول (PVOH) .....الخ



PE PVC PVOH

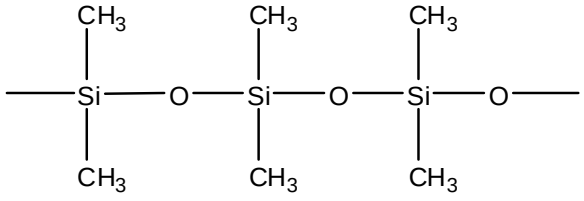
ب- بوليمرات غير عضوية:
وفيها يكون التركيب الكيميائي للوحدات البنائية لسلاسل البوليمر غير محتوي على عناصر الكاربون والهيدروجين ومثال ذلك البولي سليكون ثنائي الكبريت:



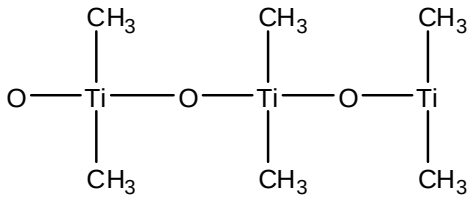
Polycilicon disulphide

ج- بوليمرات عضوية - غير عضوية:

وتتكون وحداتها البنائية من جزيئات عضوية واخرى غير عضوية كما في المثال التالي :



Polydimethylsiloxane



Polydimethytitanoxane

(6)- التصنيف التكنولوجي للبوليمرات:

تصنف البوليمرات حسب تأثرها بدرجات الحرارة والتي تعتبر مقياسا مهما لاستخدام البوليمرات المختلفة وخاصة التكنولوجية منها حيث تقسم الى قسمين رئيسين هما:

أ- البوليمرات المطاوعة للحرارة Thermoplast

تتميز هذه البوليمرات بقابليتها المطاوعة للحرارة حيث يمكن السيطرة على تشكيلها بهيئات مختلفة عند تعرضها لمدى معين من درجات الحرارة اي تتمدد عند تسخينها ثم تعود الى هيئتها الاصليةعند التبريد وقد يعود السبب في ذلك الى كونها خطية او قليلة التفرع ومثال ذلك البولي اثيلين.

ب- البوليمرات غير المطاوعة للحرارة Thermoset

وهي البوليمرات التي لاتتاثر بالحرارة بنفس الطريقة للنوع الاول بل تتصلب بالحرارة وعند تبريدها تبقى على حالتها المتصلبة بسبب تشابك سلاسلها البوليمرية مما يجعلها غير ذائبة وغير قابلة للانصهار ورديئة التوصيل للحرارة لذلك تستخدم كمواد عازلة للحرارة والكهربائية ومن امثلتها الرتنجات الفينولية والامينية والبولي استرات.

ج- البوليمرات المطاطية Elastomers

تمتاز هذه البوليمرات بقابليتها على الاستطالة والتمدد والتقلص وتمتاز بليونتها العالية والمرونة المميزة وذلك بسبب احتوائها على سلاسل بوليمرية طويلة تتكون من جزيئات مرنة (وحدات بنائية مرنة) من امثلتها المطاط الطبيعي والصناعي.

د- الالياف Fibers

تمتاز باحتوائها على سلاسل خطية عالية الترتيب وتحتوي على مجاميع قطبية مقاومة للحرارة وذات صفات ميكانيكية جيدة من امثلتها الياف السليلوز والنايلون والياف الاكريليك .

تسمية البوليمرات Nomenclature of Polymers

توجد أنواع مختلفة من التسمية للبليمرات مستخدمة في الوقت الحاضر، أنواع منها مألوفة على النطاق التجاري والأخرى في مجال العلوم الصرفة. وسنتكلم فيما يلي عن الطرق المختلفة لتسمية البوليمرات:

أولاً: التسمية المبنية على مصادر البوليمرات: Nomenclature Based on Sources

تعتبر تسمية البوليمرات نسبة الى مصادرها من أبسط طرق التسمية وأكثرها استعمالاً وخاصة لتسمية البوليمرات المحضرة من مونومر واحد. تسمى البوليمرات حسب هذه الطريقة بإضافة مقطع بولي (- Poly) قبل الإسم العلمي للمونومر المتكون منه البوليمر. فالبوليمرات المحضرة من الإيثلين وبروبيلين وستيرين وبيوتاداين، تسمى بالبولي إيثلين وبولي بروبيلين وبولي ستيرين وبولي بيوتاداين على التوالي.

مع ملاحظة وضع اسم المونومر بين قوسين إذا كان إسماً مركباً (مكون من أكثر من مقطع واحد) أو معقداً لتفادي الارتباك الذي قد يحصل عند تسمية بعض البوليمرات