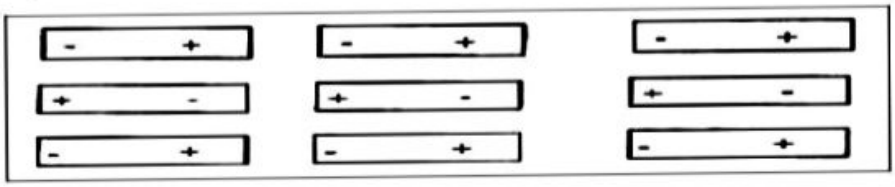
* أنواع القوى الثانوية (قوى فان درفالز) الموجودة بين جزيئات البوليمرات :

توجد أيضا أنواع مختلفة من القوى الثانوية Secondary Forces بين جزيئات البوليمرات وتعرف في بعض الأحيان هذه القوى الثانوية بقوى فان درفالز Van der Waals وتدعى أحيانا بالقوى بين الجزيئات Intra Molecular Forces . ويعتبر فان درفالز أول من أشار إلى وجود مثل هذه القوى الثانوية بين الجزيئات ومن هذه القوى الثانوية :

أ- قوى الاستقطاب (ثنائي القطب) Dipole Forces

تنجم عن هذه القوى عن وجود جزيئات مستقطبة أو مجاميع مستقطبة في سلسلة البوليمر ، يكون لمثل هذه الجزيئات أو المجاميع عزم قطبي Dipole Moment أي يكون لها شحنات كهربائية متساوية ولكنها مختلفة الشحنة . وعندما تكون المسافات كبيرة فان مثل هذه الجزيئات تعمل كأي نظام متعادل كهربائيا. ولكن عندما تكون الجزيئات قريبة جدا أي بحدود المسافات الجزيئية فان الشحنات تصبح قريبة بما فيه الكفاية لإحداث قوى تجاذب بين الجزيئات وان هذا النوع من القوى يعتمد على تراصف الأقطاب وقوة الشحنة و درجة الحرارة .



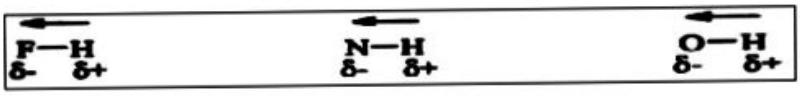
ب – قوى الحث Induction Forces

ويعود مصدر هذه القوى إلى وجود مجاميع مستقطبة في سلسلة البوليمر ، إذ تؤثر هذه المجاميع على ما يحيط بها من الجزيئات أو المجاميع غير المستقطبة فتؤدي إلى حدوث استقطاب جزئي في هذه الجزيئات أو المجاميع . عندما تخلط مادتان إحداهما قطبية والأخرى غير قطبية فإن الجزيئة القطبية تستطيع استقطاب الجزيئات غير القطبية الواقعة حولها بطريقة الحث. ومن الجدير بالذكر إن قوى الحث لا تعتمد على درجة الحرارة .

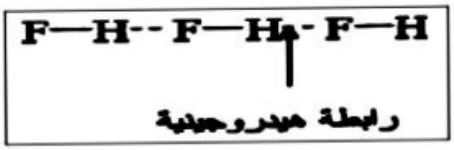
ج- الأواصر الهيدروجينية Hydrogen Bonds

توجد هذه الأواصر بين الذرات المرتبطة بذرة هيدروجين وذرة حاوية على مزدوج الكتروني ويكون الارتباط من خلال ذرات الهيدروجين. ومن أهم المجاميع القادرة على تكوين الأواصر الهيدروجينية هي مجاميع الكاربوكسيل (-COOH) ومجاميع الاميدات ($-CONH_2$) والأمينات ($-NH_2$) و الهيدروكسيل (-OH) و(-HF) غيرها.

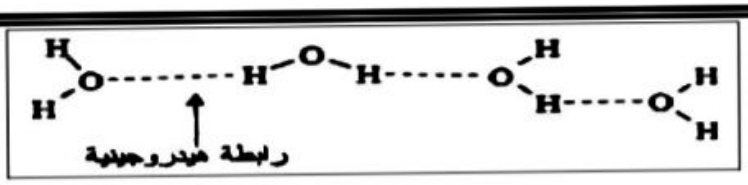
وتكون هذه المجاميع قوية الاستقطاب بفضل السالبية الكهربية العالية لذرات الأوكسجين والنيتروجين و الفلور حيث ستقطب ذرة الهيدروجين جزئياً كما يلي :



تؤثر الروابط المستقطبة هذه على الجزيئة بكاملها حيث تصبح الأخيرة مستقطبة. ففي فلوريد الهيدروجين يلاحظ وجود تجاذب بين جزيئة وأخرى بفعل الروابط الهيدروجينية. ويبلغ مقدار هذا التجاذب حوالي (5) كيلو سعر للمول الواحد وهي طاقة الرابطة الهيدروجينية وتمثل بشكل منقط لتمييزها عن الرابطة العادية:



وبالطريقة نفسها تستطيع جزيئات الماء او الكحول من تكوين الروابط الهيدروجينية كما يأتي:



إن لوجود هذه المجاميع المستقطبة المكونة للأواصر الهيدروجينية تأثير كبير على صفات البوليمرات الفيزيائية والميكانيكية . وتتراوح طاقة الآصرة الهدروجينية بين (12.6- 29.4 KJ /mol) ويتراوح المدى الذي تعمل ضمنه هذه الأواصر بين $(2.4– 3.2) \times 10^{-8}$ cm .

د - قوى فان درفالز (Vander Waals Forces)

يمكن تقسيم هذه القوى إلى نوعين هما:

1- قوى فان درفالز للجذب (Vander Waals Attraction Forces)

وتسمى أحياناً **بقوى لندن London Forces وأحيانا بقوى الانتشار(المشتتة)** **Dispersion Forces**.

وتنشأ هذه القوى عن تجاذب الجزيئات فيما بينها بسبب تكوين أقطاب كهربية مؤقتة على الجزيئات.

ويرجع مصدر هذا النوع من القوى إلى تغيير العزم القطبي للجزيئات أو المجاميع الموجودة في الجزيئات مع الزمن ، إلا إن محصلة العزم القطبي تكون مساوية للصفر ، ويرجع سبب هذا التغيير في العزم القطبي إلى الوضعيات الالكترونية المختلفة التي تتخذها الالكترونات حول نواة كل ذرة والتي تؤدي إلى تكوين قطبين مختلفين في الشحنة بشكل مؤقت لا يلبث أن يزول لتتكون أقطاب جديدة في مواقع أخرى من الجزئية وان هذا يؤثر على توزيع القيمة الالكترونية للذرات المجاورة والذي يؤثر على حصول قوى تجاذب تدعى بقوى التجاذب الانتشارية . إن هذا النوع من القوى موجود في معظم الجزيئات، إلا إن هذه القوى تختفي في حالة وجود مجاميع أو جزيئات مستقطبة قوية وان هذه القوى لاتعتمد على درجة الحرارة.

2- قوى فان درفالز للتنافر(Vander Waals Repulsion Forces)

إن الذرات والجزيئات باعتبارها جسيمات صغيرة لها كتل، ولذلك فهي تخضع لقانون نيوتن الخاص بالجذب، فتوجد بين الذرات والجزيئات المختلفة قوى للتجاذب، تزداد بزيادة التقارب بينها في المسافات ، إلا أن العالم فان درفالز بين أن الجزيئات و الذرات تتقارب في حدود معينة بحيث تصل إلى حد يصبح أي تقارب إضافي يؤدي إلى التنافر، وذلك بسبب تنافر النوى الموجبة للذرات. إن نصف قطر الدائرة المحيطة بالذرة والتي عندها يبدأ التنافر بين الذرات المتقاربة تدعى بنصف قطر فان درفالز (Vander Waals's Radius) . عند تقارب الذرات من بعضها بحيث تتعدى أنصاف أقطار فان درفالز يحدث تنافراً يدعى بقوى فان درفالز للتنافر.

تسمية البوليمرات Nomenclature of Polymer

توجد أنواع مختلفة من التسمية للبوليمرات مستخدمة في الوقت الحاضر ، أنواع منها مألوفة على النطاق التجاري والأخرى في مجال العلوم الصرفة . ومن الطرق المختلفة لتسمية البوليمرات هي:

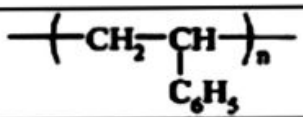
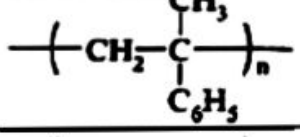
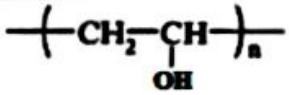
أولاً :التسمية المبنية على مصادر البوليمرات Nomenclature based on polymer sources

تعتبر تسمية البوليمرات نسبة إلى مصادرها من ابسط طرق التسمية وأكثرها استعمالا وخاصة لتسمية البوليمرات المحضرة من مونومر واحد. تسمى البوليمرات حسب هذه الطريقة بإضافة مقطع **بولي – Poly** قبل الاسم العلمي للمونومر المتكون منه البوليمر . فالبوليمرات المحضرة من الاثيلين ، بروبيلين ، ستايرين ، بيوتادايين تسمى بالبولي أثيلين ، بولي بروبيلين ، بولي ستايرين ، بولي بيوتادايين على التوالي .

أما عندما يتكون اسم المونومر من أكثر من مقطع واحد فعندئذ يجب إحاطة اسم المونومر بقوسين لتفادي الارتباك الذي قد يحصل عند تسمية بعض البوليمرات ، بالرغم من إن مثل هذا الغموض لايحصل عند تسمية البوليمر باللغة العربية كما هو الحال عند تسميته باللغة الانكليزية ، فمثلا Polyethylene oxide باللغة الانكليزية قد يعني احد التركيبين التاليين :

أو

أما باللغة العربية فيكون لها اسمان متميزان كليا حتى بدون الأقواس ، ولكن يجب وضع الأقواس في حالة تعدد المقاطع في اسم المونومر

بولي ستايرين Poly Styrene	
بولي (ألفا ميثيل ستايرين) Poly (alpha-methylstyrene)	
بولي (كحول الفينيل) Poly (vinyl alcohol)	

فالبوليمر المحضر من 6- امينو حامض الكبرويك 6- aminocaproic acid يسمى **بولي (6- امينو حامض الكبرويك ((Poly (6-aminocaproic acid)** . يلاحظ مدى بساطة التسمية سواء لبوليمرات الاضافة او لبوليمرات التكثيف المتكونة من مونومر واحد. أما في حالة تعدد المونومرات التي يحضر منها البوليمر فتصبح هذه الطريقة معقدة وغير مرغوبة بالرغم من إن البعض يقترح إتباع نفس الطريقة السابقة ويوضع مقطع –كو- (Co) بين المونومرات المتكون منها البوليمر .

مثال : يمكن تسمية البولي أستر المتكون من أثيلين الكلايكول Ethylene Glycol وحامض التيرفثاليك Terphthalic Acid كما يلي :

بولي (أثيلين كلايكول – كو- حامض التيرفثاليك) (Poly(ethyleneglycol-co-terphthalic acid

إلا إن تسمية هذه البوليمرات بهذه الطريقة تكون:

1- صعبة وغير مفهومة.

2- والصعوبة الأخرى التي تواجهها هذه الطريقة هو إن بعض البوليمرات تسمى نسبة إلى مونومرات قد يبدو بان المونومر محضر منها . إلا انه محضر في الحقيقة من مونومرات أخرى .

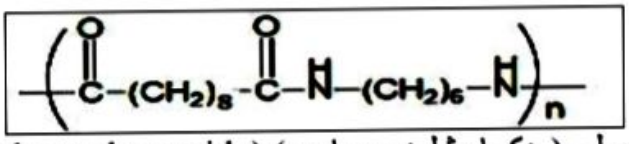
مثال آخر :إن البولي (كحول الفاينيل (Poly (vinylalcohol) يبدو انه محضر من كحول الفاينيل إلا انه في الحقيقة يحضر من خلات الفاينيل لتكوين بولي (خلات الفاينيل (Poly (vinylacetate) ثم يجرى للبوليمر الناتج تحلل لتكوين بولي (كحول الفاينيل).

ثانياً :التسمية المبنية على أساس تركيب الوحدة البنائية لسلسلة البوليمر
Nomenclature based on the structure of repeating unit of polymer

يمكن تسمية البوليمرات نسبة إلى تركيب الوحدة البنائية لسلسلة البوليمر ، بهذه الطريقة يمكن تسمية البوليمرات المشتقة من مونومرين أو أكثر . تجري هذه التسمية بوضع كلمة (بولي) قبل قوس يحتوي على اسم الوحدة التركيبية للبوليمر .

مثال توضيحي :

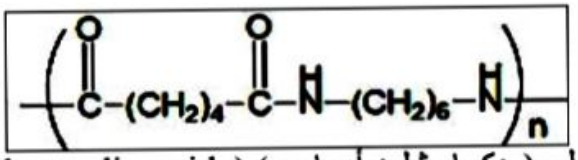
البوليمر المحضر من هكسامثيلين داي أمين Hexamethylenediamine ($H_2N-(CH_2)_6-NH_2$) وحامض السباسيك Sebasic acid ($HOOC-(CH_2)_8-COOH$) يسمى نسبة إلى الوحدة التركيبية التي هي أميد والتي لها التركيب التالي :



فيكون اسم البوليمر كالآتي : بولي (هكسا مثيلين سبسباميد) Poly(hexamethylenesebasamide)

مثال آخر:

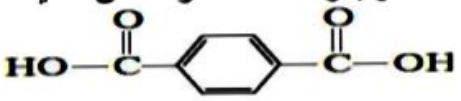
البوليمر المحضر من هكسامثيلين داي أمين Hexamethylenediamine ($H_2N-(CH_2)_6-NH_2$) وحامض الأديبيك Adipic acid ($HOOC-(CH_2)_4-COOH$) يسمى نسبة إلى الوحدة التركيبية التي هي أميد والتي **لها التركيب التالي :**



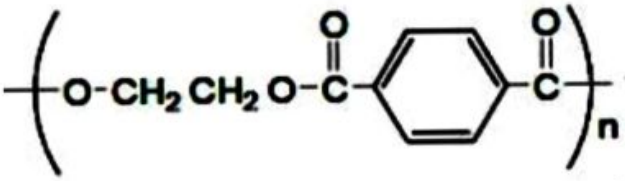
فيكون اسم البوليمر كالآتي : بولي (هكسا مثيلين أديباميد) Poly(hexamethylene adipamide)

مثال آخر:

البوليمر المحضر من كلايكول الاثيلين $HO-CH_2-CH_2-OH$ وحامض التيرفثاليك



يسمى نسبة إلى الوحدة التركيبية للبوليمر الناتج والتي هي أستر لها التركيب التالي :



فيكون اسم البوليمر الناتج كالآتي : بولي (تيرفثالات الاثيلين) Poly (ethyleneterphthalate) .

إن هذه الطريقة للتسمية صعبة التطبيق بالنسبة للبوليمرات التي لها تراكيب كيميائية معقدة غير إنها مألوفة بالنسبة لمعظم البوليمرات المهمة صناعيا .