

الفصل الرابع

العوامل المحددة لصفات البوليمر

الفصل الرابع

العوامل المحددة لصفات البوليمر

هناك ثلاثة عوامل مهمة تتوقف عليها صفات البوليمرات وهي :

١) الوزن الجزيئي للبوليمر

Molecular Weight of Polymer

إن المركبات العضوية العادية لا تصلح أن تكون مادة بنائية للأجسام النباتية أو الحيوانية لأنها لا تتحمل الضغط وهي عديمة التماسك أو قليلة! وغالباً ما تكون هشّة القوام Brittle، أما الأجسام المصنوعة من المواد البوليمرية فتمتاز بالمتانة والمقاومة والدوام. فالجزيئات البوليمرية طويلة السلاسل وكبيرة الحجم وبعضها متفرع (Branched) أو متشابك (Crosslinked) الأمر الذي يزيد من صلابتها ومقاومتها كما أن باستطاعة الجزيئات البوليمرية الإمتداد وإملاء الفراغ في اتجاه الإحداثيات الثلاث كما أن المركبات البوليمرية تكون مقاومة للذوبان في المذيبات بسبب أوزانها الجزيئية العالية.

٢) طبيعة السلسلة الجزيئية البوليمرية

ويقصد بطبيعة السلسلة الجزيئية تركيب الوحدات المتكررة وهندستها ونوعية المجاميع العضوية والأواصر الكيميائية التي تتضمنها الوحدة المتكررة. كل ذلك يؤثر في الصفات الفيزيائية والكيميائية للمركب بشكل عام، وعلى سبيل المثال نقول أن البوليمرات التي تحتوي على مركبات حلقيّة في وحداتها المتكررة تكون عادة ذات درجات انصهار عالية، أو أن البوليمرات التي تحتوي على الرابطة الإيثيرية C-O-C (ether linkage) تمنح المادة قابلية المرونة (elasticity) وسهولة اللوي (flexibility) دون أن تنقطع، مثل خيوط الأقمشة وكذلك مادة المطاط. إن طبيعة الجزيئة البوليمرية هذه ونوعية المجاميع الكيميائية المرتبطة بها تؤثر على مدى قابلية الجزيئات في تكوين التراكيب المتبلورة (Crystalline Structures).

٣) القوى الجزيئية : Molecular Forces

القوى الجزيئية تصنف إلى نوعين :

القوى الضمنية :

أي قوى تعمل ضمن الجزيئة نفسها وتسمى (intermolecular forces).

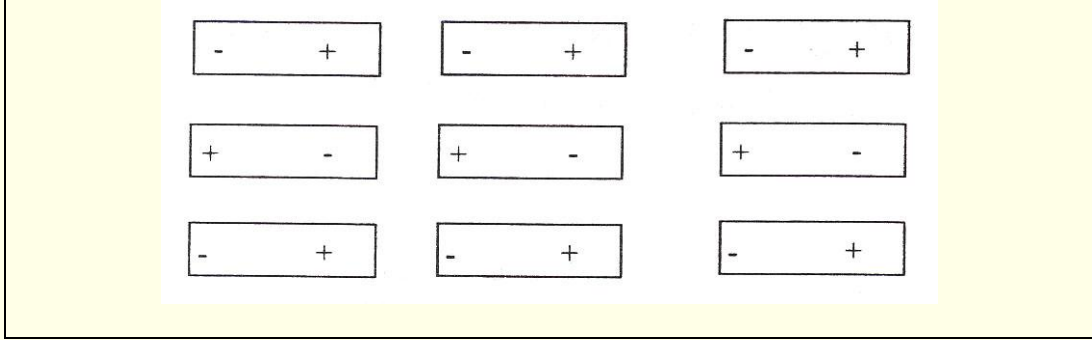
القوى المؤثرة بين الجزيئات :

وهي تؤثر بين الجزيئات المتجمعة للمادة الواحدة أو للمواد المختلفة، أي أن الجزيئة الواحدة تتأثر بما يحيط بها من جزيئات أخرى وتؤثر هي بدورها عليها، وهي أنواع مختلفة كما يأتي :

أ) تأثير الأقطاب بين الجزيئات Dipole Effect

يظهر هذا التأثير في الجزيئات القطبية بصورة خاصة مثل كلوريد الإيثيل ($\text{CH}_3\text{-CH}_2^{\delta+}\text{Cl}^{\delta-}$) حيث تكون الجزيئات مستقطبة بسبب تكوين الشحنات الجزيئية الضعيفة (partial charges) والناجمة عن اختلاف ذرة الكلور والكربون في قابلية جذب الإلكترونات. ولذا فإن الجزيئات المستقطبة تترتب فيما بينها بحيث أن النهايات المختلفة في

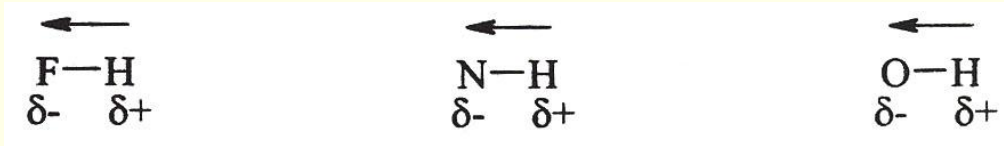
الشحنة تكون متقاربة والنهايات المتشابهة الشحنة متباعدة، مثال ذلك جزيئات كلوريد الإيثيل الممثلة بالمستطيلات كما يلي :



إن الترتيب المرسوم أعلاه يقلل من الطاقة الكلية للجزيئات ويزيد من ثباتها. ونتيجة لتجاذب الأقطاب المختلفة بين جزيئات المركب القطبي تكون درجات انصهارها ودرجات غليانها عاليتين إذا ما قورنت بالمركبات غير القطبية المقاربة لها بالوزن الجزيئي. والجدير بالذكر أن بعض محاليل البوليمرات لا تترسب في درجات حرارة الغرفة الإعتيادية بسبب هذه القوى القطبية التي تماسك الجزيئات بعضها ببعض الآخر. وعند تسخين محاليل هذه البوليمرات إلى درجة حرارة أعلى، يلاحظ أنها تترسب بسبب تفكيك قوى التجاذب القطبية المسببة للتماسك وإزالة التنظيم الموجود.

٢) الرابطة الهيدروجينية Hydrogen Bonding

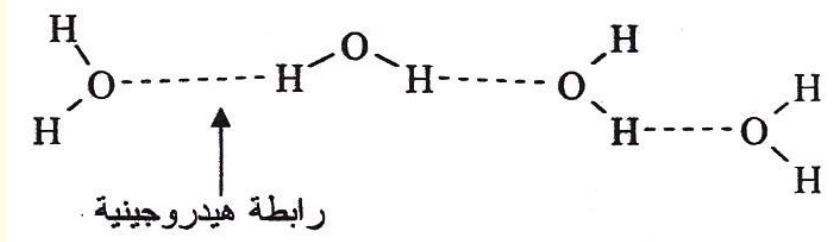
تتكون الرابطة الهيدروجينية في المركبات التي تحتوي جزيئاتها على مجاميع الهيدروكسيل (OH) أو (NH) أو HF. وتكون هذه المجاميع قوية الإستقطاب بفضل السالبية الكهربائية العالية لذرات الأكسجين والنيتروجين والفلور حيث ستقطب ذرة الهيدروجين جزئياً كما يأتي :



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 أو الكحول من تكوين الروابط الهيدروجينية كما يأتي :



٣) الاستقطاب بواسطة الحث Induced Dipole

عندما تخلط مادتان إحداهما قطبية والأخرى غير قطبية فإن الجزيئة القطبية تستطيع استقطاب الجزيئات غير القطبية الواقعة حولها بطريقة الحث. إن هذه الظاهرة هي المسؤولة عن ذوبان اليود في الكلوروفورم على سبيل المثال. إن الكلوروفورم مادة قطبية إلى حد ما وتقوم باستقطاب جزيئات اليود المحيطة بها وبذلك يذوب اليود في الكلوروفورم. إن اليود أحد العناصر ذات الذرات الكبيرة في الحجم، ولذلك فإن ذرته لها قابلية كبيرة على الإستقطاب بالحث بسبب حجمها الكبير، بينما الذرات الصغيرة الحجم صعبة الإستقطاب بالحث (induction).

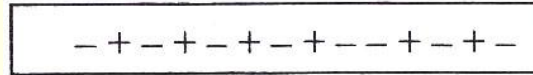
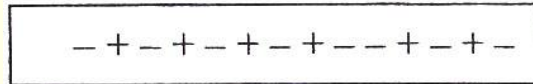
٤) قوى فان درفالز Vander Waals Forces

يمكن تقسيم هذه القوى الى نوعين هما :

١) قوى فان درفالز للجذب

Vander Waals Attraction Forces

وتسمى أحياناً بقوى لندن (London forces) وأحياناً بقوى الانتشار (dispersion forces). وتنشأ هذه القوى عن تجاذب الجزيئات فيما بينها بسبب تكوين أقطاب كهربية مؤقتة على الجزيئات. تنشأ الأقطاب المشحونة والوقئية هذه عن دوران الإلكترونات المستمر حول النواة والتي تؤدي الى تكوين قطبين مختلفين في الشحنة بشكل مؤقت لا يلبث أن يزول لتتكون أقطاب جديدة في مواقع أخرى من الجزيئة. والأقطاب المتكونة هذه والمؤقتة بدورها تستقطب ما يجاورها من الجزيئات بطريقة الحث كما في الشكل أدناه :



٢) 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 والذرات 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).