الفصل الأول

ما هى اللدائن ؟

مقدمة

لعل الكثيرين منا قد لاحظوا ، فى خلال العشر سنوات الأخيرة ، أن عدداً كبيرا من الأدوات الشائعة الاستعمال فى حياتنا اليومية — قد أصبحت تصنع من مواد تختلف فى شكلها ولونها وصفاتها عن المواد المألوفة كالخشب والمعادن. هذه المنتجات المستحدثة هى اللدائن وهى مواد يتنبأ لها العلماء بانتشار واسع وبإمكان إحلالها محل الكثير من المواد المألوفة كالصينى والزجاج والمنسوجات

واللدائن لا تستخرج من أشجار تزرع ، كالأخشاب ، ولا من المناجم ، كالمعادن ، ولكنها نتيجة تفاعلات كيميائية معقدة . ولم يكن اكتشافها بالمصادفة وإنما كان نتيجة أبحاث مقصودة قام بها طائفة من الكيميائيين .

وصناعة اللدائن صناعة قديمة نسبيا ، يرجع تاريخها إلى سبعين عاما مضت ، حين شكلت المواد الراتنجية Resins ، والتفاعلات

الكيميائية الأساسية التى تؤدى إلى إنتاج هذه الراتنجات كانت تعرف قبل أن تضع أبحاث باكيلاند Baekeland أسس صناعة اللدائن الحديثة .

تعريف اللدائن

اللدائن ترجمة عربية للكلمة الانجليزية Plastics ، ويعلل العالم الأمريكى كارلتون ايلس — وهو من الخبراء فى اللدائن — اختيار كلمة Plastics لهذا النوع من المواد بأن هذا اللفظ يطلق على المواد القابلة للتشكل أو بعبارة أخرى كل مادة يمكن تغيير شكلها بواسطة مؤثر ميكانيكى بدون أن تفقد تماسكها ، وبحيث تظل على صورتها الجديدة بعد زوال المؤثر الذى سبب التغيير . والواقع أن منتجات اللدائن بعد أن تأخذ شكلها النهائى ، هى أبعد ما يكون عن كونها قابلة للتشكل ، فهذا الاسم يطلق فى الصناعة على المواد التى تكون قابلة للتشكل فى طور أو آخر من أطوار صنعها .

والجسم الهش هو الذى يفقد تماسكه إذا تعرض لتأثير ميكانيكى ، بينما الجسم المرن — بالرغم من سهولة تغيير شكله — يعود إلى شكله الأصلى بإزالة المؤثر ، بخلاف الجسم البلاستيك فهو يجمع بين قابليته للتغير فى الشكل وبين احتفاظه بالشكل الجديد عند زوال المؤثر .

ولا تزال طبيعة المواد التى تعتبر وسطا فى خواصها بين الصلبة

والسائلة — غامضة بعض الشيء وقد استعملت عدة كلمات لوصف هذه المواد منها الهلامى والزجاجى والبلاستيك .

أما المواد المتبلورة فتبوب بنظام حسب قوانين التركيب الفراغى Lattice-structure بخلاف المواد اللابللورية التى لا يمكن تبويبها .

وفى حالة الـ Plastics نجد أن التغير فى الشكل يلازمه تغير فى أماكن الجزيئات وأن ازدياد درجة الحرارة يسبب زيادة حركة الجزيئات ، وهكذا نجد أن الخاصية البلاستيكية Plasticity فى الأجسام اللابللورية تتوقف على الحرارة ، بينما نلاحظ فى حالة المواد البللورية أن ارتفاع درجة الحرارة — على شرط أن لا تصل إلى درجة الانصهار — ليس له سوى تأثير طفيف على هذه الخاصية لأن الجزيئات مرتبطة ببعضها وليس لها حرية فى الحركة .

وأخيراً يمكن تعريف المادة التى تصنع منها اللدائن (Plastic material) بأنها المادة التى لها قابلية الإنسياب Flow فى طور من أطوارها بتأثير الضغط والحرارة ، ويمكن حينئذ أن تتخذ الشكل المطلوب . وبالمثل فإن منتجات اللدائن Plastic products هى المواد التى تكونت تحت تأثير الضغط والحرارة والتى اتخذت شكلها الدائم عند زوال هذه المؤثرات .

تقسيم اللدائن

بالرغم من العدد الكبير من أنواع اللدائن التى تنتج فى العالم فإنه يمكن تقسيمها إلى قسمين :

(١) اللدائن الحرارية Thermoplastics

(٢) اللدائن اللاحرارية Thermosetting Plastics

والأولى هى التى يمكن تليينها Softened المرة بعد المرة بتأثير الحرارة والضغط على شرط أن لا تسبب الحرارة تفككاً كيماوياً فى المادة .

أما الثانية فإنها تتغير كيماوياً فى تركيبها بتأثير الضغط والحرارة وتتحول إلى كتل غير ذائبة وغير قابلة للانصهار لا يمكن تحويلها إلى صورتها الأولى بتأثير حرارة وضغط أكبر .

ويمكن تقسيم هذين القسمين إلى عائلات أخرى عديدة تتصف كل منها بصفات كيمائية خاصة . والقسم الأول يشتمل على أغلب اللدائن التى اكتشفت أولا كالراتنجات الطبيعية natural resins والتركيبات الشمعية Wax compositions واللدائن السليلوزية كالسليلويد Celluloid ، ومشتقاتها هى خلائل السليلوز ، والاسترات المختلطة والسليلوزات الأثيرية Cellulose ethers . ويشمل هذا القسم أيضا لدائن الفينيل Vinyl والستيرين Styrene ومشتقات حمض الميثاكريليك Methacrylic acid وأغلب

هذه المواد كانت معروفة للكيميائيين من زمن بعيد وإن كانت حديثة فى محيط اللدائن التجارية .

أما القسم الثانى Thermosetting فيشمل مواد تعتبر حديثة نسبيا فى صناعة اللدائن وهى الفينولات Phenols ، واللدائن الأمينية والكازينية (المشتقة من الكازين وهو بروتين اللبن)

نبذة تاريخية

ينبئنا التاريخ أن المصريين والرومان القدماء كانوا يستخرجون المواد الشمعية والراتنجية ثم يستعملونها فى أغراض خاصة بعد تنقيتها ، فيمكن أن تعتبر هذه الشعوب من الرواد فى ميدان اللدائن .

وهناك كثير من الأمثلة للمواد البلاستيك يرجع تاريخها إلى القرن الماضى ، منها الاسطوانات التى تستعمل فى الجراموفون وهى تصنع من مواد طبيعية تنتمى إلى القسم الأول من اللدائن (الحرارية Thermoplastic) وهناك مادة الشيلاك Shellac التى تستعمل فى الطلاء والتى لا زالت تحتل مكانها حتى الآن بالرغم من التقدم الكبير فى صناعة اللدائن بالتأليف Synthesis (يقصد بكلمة التأليف تكوين مركبات من مواد أولية بسيطة بوسائل كيميائية) ومعظم اللدائن المؤلفة جاءت نتيجة للجهود التى بذلت لتقليد المواد الطبيعية النادرة ، ولقد أسفرت الجهود المبذولة

لإنتاج مادة تشبه مادة القرون عن إنتاج السليلويد Celluloid ويرجع الفضل فى هذا الاكتشاف العظيم إلى الكسندر باركس Alexander Parkes الذى وجد فى برمنجهام عام ١٨٦٥ أنه عند خلط النيتروسليلوز بنسبة معينة من الكافور Camphor والكحول تنتج مادة صلبة تشبه القرون .

وأول إشارة إلى فائدة الكازين Casein الصناعية وردت فى كتابة مصرية على أوراق البردى يرجع عهدها إلى الأسرة الثامنة عشرة ، فقد ذكر أنها تستعمل فى تثبيت الأصباغ . ولم تتخذ خطوات فعالة للانتفاع بالكازين قبل نهاية القرن التاسع عشر ففى عام ١٨٩٧ ابتكر كريش Krische — وهو من عمال الطباعة فى هانوفر — فكرة طلاء الورق القوى بمحلول من الكازين فيكون عليه طبقة يمكن تقويتها بمعاملة خاصة . وفى نفس الوقت كان ادولف سبتلر Adolph Spittler من برن ببافريا منهمكا فى محاولة صنع مانع للماء من الكازين Water-proofing casein فأدت أبحاث هذين الشخصين مجتمعة إلى اكتشاف تفاعل الفور — مالدهيد كازين formaldehyde-casein reaction الذى قامت عليه صناعة اللدائن الكازينية .

وقد أدت الجهود المبذولة للتقليل من قابلية السليلويد للاشتعال إلى تكوين خلات السليلوز التى اكتشفها شوتز نبرجر

Schutzenberger عام ١٨٦٥ وانتجها كروس Cross وبيفان Bevan تجاريا فى أواخر القرن .

فلما قامت الحرب الكبرى الماضية أتاحت الفرصة لانتاج خلات السليلوز على نطاق واسع لاستعمالها فى أغراض حربية ، فلما جاءت فترة ما بعد الحرب كان لا بد من إيجاد استعمال لهذه المادة وقد تحقق ذلك باستعمالها فى صناعة نوع من الحرير الصناعى هورايون الخلات Acetate rayon وهكذا اتسع انتاج هذه المادة وانخفضت أسعارها بدرجة ضمنت مستقبل ذلك النوع من اللدائن الذى تدخل خلات السليلوز فى صناعته .

وتشمل عائلة اللدائن الحرارية Thermoplastics اللدائن التى تشبه الزجاج ويطلق على هذا القسم أحيانا « مجموعة اللدائن الإيثينية » Ethenoid group of Plastics وأشهر أفراد هذا القسم هو مشتقات الستيرين Styrene والفينيل Vinyl وحامض الاكريليك Acrylic acid وكان أول إنتاج للستيرين عام ١٨٣١ وصنعها برثلوت Berthelot بالتأليف فى بحر أعوام ١٨٦٦ — ١٨٦٨ بواسطة التفكك الحرارى لمادة الاثيل بنزين Ethyl benzene وهى طريقة تستعمل الآن صناعيا . أما راتنجات الفينيل vinyl resins فيرجع أول اكتشاف لها إلى أكثر من مائة عام عند ما لاحظ ريجنولت Regnault تكون مادة تكاثف بيضاء condensation pfoduct عند تعريض كلوريد الفينيل Vinyl

chloride لأشعة الشمس فى أنبوبة مغلقة . ولم تبذل محاولات لإنتاج هذه المادة تجاريا إلا فى أواخر الحرب الكبرى الماضية .

أما حمض الأكريليك فأول من حضره هو — Redtenbachen عام ١٨٤٣ ، وفى حوالى عام ١٩٢٧ أمكن تأليف الاسترالميثيل للحامض methyl ester ، ثم اتسع انتاجها فى أمريكا وانجلترا منذ ذلك الحين .

وبالرغم من تشعب اللدائن الحرارية فإنه مما لا شك فيه أن اللدائن اللاحرارية Thermsetting plastics هى أساس صناعة اللدائن كما نعرفها فى أيامنا هذه ، فى عام ١٨٧٢ وجد باير Bayer أن التفاعل بين حمض الكربوليك (الفينول Phenol) والفور — مالدهيد ينتج مادة راتنجية صلبة وإن كان هذا التفاعل لم يدرس درساً كاملا إلا فى أوائل القرن الحالى على يدى باكيلاند Baekeland الذى اكتشف من قبل ورق الفيلوكس Velox الذى يستعمل فى طبع الصور الفوتوغرافية وقد أعطيت هذه الراتنجات المؤلفة إسم باكليت Bakelite وهى التى انتشرت انتشارا واسعا حتى أصبحت مرادفة لكلمة اللدائن Plastics ومنتجات الباكليت إذا ما صبّت لا يمكن تغيير شكلها بالحرارة والضغط .

والراتنجات الفينولية Phenolic resins التى يتكون منها الباكليت كانت تستعمل فى صناعة مواد الطلاء واللاكيه منذ

سنة ١٩١٠ ، ولكنها لم تصنع على هيئة مسحوق لتشكيلها على صورة للدائن قبل عام ١٩١٦ ، ومنذ ذلك التاريخ اتسعت صناعة اللدائن الفينولية وعمت أرجاء العالم وأصبحت كلمة باكليت من الكلمات المألوفة فيما نستعمله فى المنزل من أدوات .

وعلى الرغم من عدة مزايا تتصف بها اللدائن الفينولية فإن لها عيباً واحداً هو لونها القاتم وقد بذلت جهود للتغلب على هذا العيب فأجريت التجارب على عدة مواد عضوية بقصد الحصول على المادة التى تتحد مع الفورمالين وينتج من اتحادهما مادة تجمع بين الميزات الطبيعية والميكانيكية للباكليت ، وبين اللون الزاهى وقد أدت هذه التجارب إلى اكتشاف مادة اليوريا Urea التى تعد من أنسب المواد لهذا الغرض . واليوريا من أقدم المواد التى أمكن للانسان أن يبنيها — أو يؤلفها كما يقال بالتعبير الكيميائى — من مواد ذات أصل غير عضوى (وقد تم ذلك منذ أكثر من نصف قرن) . ومنتجات اليوريا فورمالدهيد هذه شفافة إلى حد كبير مما جعل العلماء يأملون فى إمكان الحصول على بديل للزجاج ، ولكن هذا الأمل لم يتحقق إلا بعد جهود مضنية لسنوات عديدة أمكن بعدها انتاج هذا البديل تجاريا .

ومنذ عام ١٩٢٥ أخذت لدائن اليوريا — فورمالدهيد — أو اللدائن الأمينية كما سميت فيما بعد — تسير من نجاح إلى نجاح وتجتذب الأنظار بألوانها الزاهية ، ولكنها لم تقض على اللدائن

القديمة فلكل استعمالاتها الخاصة ومميزاتها الخاصة .

وبالاختصار نجد أن القسمين الواسعين من اللدائن يضمان عدة مئات من الأنواع الفردية تزداد من يوم لآخر بالنسبة لازدياد البحث فى كافة أنحاء العالم .

ومن ناحية أخرى يمكن تقسيم فرعى اللدائن (وهما الـ Thermoplastics and Thermosetting) إلى ٣ أقسام حسب المواد الخام التى تصنع منها .

١ — تشمل اللدائن السلياوزية وهى — السليلويد وخلات السلياوز وأثيرات السليوز .

٢ — المواد المؤلفة كمشتقات الفينيل Vinyl والسترين وحمض الأكريليك والقسمان : ١ ، ٢ يتبعان اللدائن الحرارية .

٣ — هذا القسم يتبع اللدائن اللاحرارية ويشمل الفينولات Phenolics وهى التى يحصل عليها من تكاثف فينول والدهيد Aldehyde واللدائن الأمينية Aminoplastics التى تنتج من تكاثف اليوريا Urea أو مشتقاتها مع الدهيد ، ولدائن الجليبتال Glyptals الناتجة من تفاعل الجلسرين واندريد الفتاليك Phthalic anhydride

وهناك نوع قريب من اللدائن الحرارية وهو اللدائن السكازينية فإنها تحت تأثير الضغط والحرارة يمكن جعلها على هيئة الواح

وأنابيب ، ويمكن صبها فى القوالب على أى شكل مطلوب .

وفى الفصول التالية سنحاول أن نميط اللثام عن كثير من أسرار صناعة اللدائن بطريقة مبسطة وبكيفية لا يحتاج معها الإنسان إلى كبير معرفة بالكيمياء أو الطبيعة .

وفى الفصل التالى سنتكلم عن الخصائص الكيمائية للدائن وهو كلام يسهل فهمه على من له إلمام بسيط بالكيمياء ، وعلى أى حال يمكن لمن ليست له القدرة على استيعابه أن يهمل هذا الفصل وينتقل إلى الفصول التالية حيث يعالج الموضوع من ناحية بعيدة عن الكيمياء ويمكن لأى شخص مثقف أن يستوعبها وأن يصل إلى ما ينشده من الوقوف على كيفية صنع اللدائن . ولن يسبب إهمال هذا الفصل الكيميائى المبسط قطع سلسل قصة اللدائن الممتعة