

## سحر الكيمياء

### طارق إسماعيل كاخيا

#### تقديم :

إن للكبريت تاريخ قديم كقدم أي عنصر كيميائي آخر فلقد تطور من مادة صفراوية غامضة للكيميائي إلى أحد أهم المواد المفيدة في عصرنا الحاضر وقد كان يحرق في القديم من قبل المذاهب الوثنية لكي يطردوا الأرواح الشريرة ولكن منذ ذلك الحين كان دخانه مستعملاً كمادة مبيضة للثياب ومادة للصقل عندما نذكر كلمة تاريخ أو ندرس مادة التاريخ يتبادر فوراً إلى الذهن تاريخ الأمم والحكومات والزرعاء ، ونغفل تاريخ الحضارات والعادات والسلوك والأخلاق والديانات والصناعات والتجارة والحروب والغزوات والهجرات .

ونعني نحن التاريخ في هذه المحاضرة بكل هذه المعاني

#### اكتشاف صلابة الأشياء :

استعمل الإنسان في العصر الحجري الحجارة الصوانية الصلبة كسلاح للدفاع عن نفسه ضد غارات الأعداء من البشر والوحوش . كما استعملها لقطع الأشجار وحفر الأرض .  
وتقسم الأشياء حسب صلابتها أو قساوتها (القساوة : أو الصلابة هي : مقاومة المعدن للخدوش أو التآكل ) حسب السلم الذي وضعه العالم موهر إلى عشرة درجات من الأدنى إلى الأعلى ( 1 - 10 ) . والقساوة تتعلق بتركيب ومتانة الترابط الكيميائي . والجسم الأعلى صلابة يستطيع أن يخدش الجسم الأدنى صلابة .

ويجب أن ندرك بأن القساوة ليست هي صعوبة في الكسر لأن المعدن القاسي يمكن أن يكون هش .

1 - سليكات المغنيزيوم المميأة ( تالك ) " أقل ما يمكن من القساوة "

2 -كبريتات الكالسيوم المائية "الجص" .

3 -كربونات الكالسيوم البلورية .

4 -كلور الكالسيوم .

5 -خام فسفوري .

6 -سليكات البوتاسيوم والألمنيوم الصخرية .

7 -الكوارتز .

8 -ياقوت أصفر يتألف من سليكات الألمنيوم والفلورين .

9 -أكسيد الألمنيوم البلوري .

10 - الماس ( وهو الأقسى ) .

- المعادن ذات القساوة (1) تتشعر عند اللمس بالأصابع بأنها صابونيه أو شحمية الملمس .
- الأظافر لها قساوة حوالي 2,5 .
- شفره سكين الجيب الفولاذية لها قساوة 5.5 .
- والمعادن التي لها قساوة 6 وما فوق سوف تخدش الزجاج .

- الباب الأول -

## فجر الكيمياء

يصعب علينا ، والكيمياء تمثل جانباً من حياتنا اليومية ، أن نعتقد أنه هناك وقت لم تكن للكيمياء فيه وجود . فمنذ صعود الجنس البشري نحو المدينة كانت الكيمياء إحدى وسائله . منذ أن لاحظ الإنسان البدائي عجائب النار وحاول أن يتحكم فيها وأن يستخدمها في حاجاته . لأن الاحتراق ما هو إلا تفاعل كيميائي يمر الوقود . خشب أو فحم . خلاله في عملية أكسدة بمساعدة الأوكسجين .

ومن هذه البداية البسيطة نما سريعاً اعتماد الإنسان على الكيمياء التي تستهدف تحويل مادة أو أكثر إلى مواد أخرى . ولقد تعلم الإنسان بالصدفة أحياناً وعن قصد أحياناً أخرى كيف يمكنه أن يحول عناصر أخرى وأن يستخدمها في أشياء تساعده في حياته اليومية وتمده بالراحة بل والرفاهية .

وكانت الأهداف الأساسية للبحث الكيميائي تختلف قديماً عنها في علم الكيمياء الآن . ففي الأزمان الغابرة كان الناس يبحثون التفاعل الكيماوي دون أن يأنهبوا لماذا تفاعلت المواد وتحولت إلى واد أخرى . أما الآن أصبح العلماء شغوفين لأن يعرفوا أسباب التغييرات الكيميائية التي كانوا يقومون بها ومن هنا دخلت الكيمياء في دائرة العلوم .

وانحصرت الكيمياء العملية لدى الإنسان القديم في ميادين ثلاثة : التعدين وصناعة الزجاج وصناعة الأواني الفخارية . وإلى حد أقل في صناعة الأصباغ النباتية التي استخدموها في تلوين أقمشهم لمدة تعود إلى عدة آلاف من السنين قبل الميلاد . ولقد اكتشف القدماء عدداً محدوداً من الأدوية من النباتات والأعشاب لعدد متنوع من الأمراض البسيطة .

و يعتقد المؤرخون أن النحاس والأنتيمون ( حجر الكحل ) كانا من بين الخامات الأولى التي اكتشفت والتي أمكن استخدامها بسهولة ، وهم يعتقدون أن الإنسان عرف قبل ذلك . ربما قبل 5000 سنة قبل الميلاد . كيف يمكنه أن يستخلص المعادن ويستخدمها .

وبينما هم يتقدمون في أعمالهم اكتشف الكيميائيون القدماء أنه بوضع كمية قليلة من خام القصدير في أفران الصهر يمكنهم الحصول على البرونز . ومن هذا الكشف أمكنهم أن يتقدموا خطوة هامة إلى الأمام .

وأصبح المعدن الجديد . لأنه أصلب من النحاس . ذو فوائد واسعة الانتشار خاصة في عمل الأسلحة . وبذلك انتقلت الحضارة إلى العصر البرونزي . وسرعان ما تعلم الكيميائيون أيضاً فن صهر خامات الحديد وتحويل هذه الخامات إلى معادن جليظة الفائدة .

وفي نفس الوقت الذي اكتشف فيه الإنسان التعدين وربما قبل ذلك اكتشف أيضاً أنه يمكنه صنع الزجاج الذي ينتج من الرمل وكربونات الصوديوم ، ومع أنه لا يمكننا الجزم بالتاريخ الذي ابتداء فيه صنع

الزجاج إلا أن علماء الآثار أثبتوا أن صناعة الزجاج وصلت إلى درجة ملحوظة من التقدم منذ 4000 سنة قبل الميلاد .

وتدعى أسطورة إغريقية قديمة أن اكتشاف الزجاج كان بالصدفة المحضة . فتقول الأسطورة أن أسطولاً تجارياً صغيراً محملاً بالصودا رسا على شاطئ رملي أثناء إحدى رحلاته في البحر الأبيض المتوسط ونزل البحارة إلى الشاطئ واستعدوا لتحضير غذائهم فأشعلوا ناراً على الشاطئ ، غير أنهم لاحظوا عدم وجود حجارة يضعون أوانيهم عليها فوق النار لطبخ الطعام . فعاد عدد منهم إلى السفن وأحضروا كتلاً من الصودا استخدموها بدل الحجارة . وما أن ازدادت الحرارة حتى لاحظوا باستغراب شديد سائلاً رائعاً شفافاً ينساب من بين النيران . وعندما برد هذا السائل أصبح مادة صلبة وأمكنهم الرؤية من خلاله .

وتدل كثير من العينات الجميلة للأدوات الزجاجية التي بقيت من قديم الزمان ، على المهارة الكبيرة في تلك الصناعة . وبمضي الوقت تقدم فن صناعة الزجاج وتعلم المصريون القدماء كيف يخلطون السليكا والصودا ببعض المعادن ليحصلوا على زجاج جميل ومتعدد الألوان . وصنعوا منه كثيراً من المنتجات الجذابة مثل : الخرز والعقود والفسيفساء والزهريات .

ويختفي أيضاً أصل وصناعة الفخار والخزف وفن الصباغة في غياهب التاريخ . ولكن في هذين المجالين بقيت بعض الآثار التي تدل على مواهب مذهلة حقاً في الحضارات الأولى في الصين والهند ومصر القديمة وبلاد الرافدين ، في تصميم الأدوات الفخارية بطلاءات زجاجية جميلة الألوان وخاصة الكتان والحريز .

ومن التحليل السابق للكيمياء العملية للإنسان في الزمن القديم يمكننا بسهولة أن نرى أن مصر وبلاد الشام واليمن والرافدين كانت إحدى المراكز الرئيسية لتقدم الكيمياء . وكان تعليم الكيمياء يتم بطريقة التلمذة المهنية . وكانت تنتقل المعرفة المتراكمة من جيل إلى جيل مشافهة . ووجدت قليل من التعليمات المكتوبة معظمها من عمل الإغريق الذين احتكوا بالحضارة القديمة البالغة التقدم والذين دونوا الكثير من الأشياء التي رأوها أو سمعوا عنها .

وهناك مصدر آخر هام لمعلوماتنا يتمثل في أراق البردي التي وجدت في مدينة طيبة داخل أحد القبور التي يعتقد علماء الآثار أنه قبر لكيميائي مصري والذي احتوى على الكثير من التعليمات المطولة أو الوصفات إذ كان يفضل الكيميائيون القدماء هذه التسمية لمخاليط المواد واختزالها .

وهناك تعليمات أخرى وجدت مكتوبة على جدران المقابر أو على الفخار تخبرنا كيف أمكنهم الحصول على نوع نقي من القصدير وكيف صهروا الذهب بإضافة مواد أخرى إليه حتى يمكنهم أن يزيدوا كمية ذلك المعدن النفيس ، ومع كثير من الوصفات

ثم جاءت الحضارة الإغريقية القديمة ، وشعر فلاسفتهم بفضول جارف نحو معرفة المواد والعناصر المكونة لعالمهم الطبيعي . وفي تطوير معتقداتهم العلمية قصر الفلاسفة الإغريق أنفسهم إلى حد كبير

على دراسة خواص ومميزات المادة الأساسية : جوهر الأرض والبحر والسماء . ولم يبذلوا مجهوداً كبيراً ليبحثوا بعمق في التفاعلات الكيميائية الغامضة .

ورغم تقدمهم العلمي الكبير لم تكن للكيمياء كعلم شأن كبير كما كان للطب أو علم الفلك . وبالرغم من ذلك كان لكثير من نظرياتهم وخاصة النظريات التي كانت تتصل بالطبيعة الأساسية للمواد تأثير كبير على تفكير الباحثين في علوم الكيمياء لعدة قرون .

وكان طاليس الذي عاش فيما بين 624 و 545 قبل الميلاد من أوائل المفكرين الإغريق الذين ساهموا في الأبحاث الواسعة في المجال العلمي . واهتم طاليس كثيراً بالرياضيات والفلك وكيمياء تلك الأيام ، وسافر كثيراً وزار مصر وأمضى بها بعض الوقت حيث شاهد بنفسه العجائب التي أمكنهم الحصول عليها في مجال الكيمياء العملية . وأخيراً وضع نظريته الخاصة عن طبيعة المادة والتي تقول بأن جميع الأشياء في العالم نشأت من الماء وبعد أن تنتهي دورة حياتها إلى الماء سوف تعود .

وكان إمبيدوقليس الذي ولد في جزيرة صقلية سنة 492 قبل الميلاد ، هو الفيلسوف الذي بحث في تحسين نظرية طاليس عن طبيعة المادة .

وطبقاً لنظريته ، التي كانت سبباً في شهرته العظيمة ، يتكون كل شيء في العالم من أربع عناصر رئيسية هي : التراب والهواء والنار والماء . وكل الأشياء الموجودة في العالم تتكون من هذه العناصر الأربعة الخالدة والتي لا تفنى . وأضاف إلى هذه العناصر بعد ذلك قوتين هما : الحب والكراهية ، التي يسميهما العلماء في الوقت الحالي التجاذب والتنافر ، قال إنهما سبب اتحاد العناصر مكونة المواد وكذلك سبب تحلل هذه المواد .

واستقبلت نظرية إمبيدوقليس هذه بوجهات نظر مختلفة أدت إلى جدال كبير بين فلاسفة ذلك الوقت فقط ، كما أثارت أيضاً الاهتمام العلمي خلال ألف سنة بعد ذلك .

ثم جاء الفيلسوف ليوسيبيوس وهو أول من قال بالنظرية الذرية للمادة ، ومع ذلك فلقد كان تلميذه ديموقراط هو الذي وسع هذه النظرية وطورها كم كان السبب في انتشارها وشهرتها . وتقول النظرية الذرية للمادة : بأن العالم يتكون من جزيئات صغيرة ولا يمكن اختزالها إلى جزيئات اصغر منها وأساسياً هذه الجزيئات أو الذرات تتشابه تشابهاً أساسياً ولها صفة الدوام ، ولكنها تختلف فيما بينها في الحجم والشكل والمكان . وتحتل هذه الذرات جزءاً من فراغ يفصلها عن بعضها ويسمح لها بالحركة فيه . والمواد التي تتكون من هذه الذرات تبقى كما هي طالما بقيت الذرات معاً . وتتحلل المواد حينما تبتعد الذرات عن بعضها .

ومع أن هذه النظرية الذرية الأولى قد بقيت معترفاً بها لمدة 2000 سنة بعد ذلك فإن أحد عظماء المفكرين الإغريق وهو أرسطو لم يقتنع بها . ولكنه أيد نظرية العناصر الأربعة التي قال بها إمبيدوقليس والتي أضاف إليها أفكاراً من عنده ، حيث اقترح إضافة عنصر خامس إلى هذه العناصر وصفه بأنه

الروح أو الجواهر أو الأثير . وكان يعتقد أن هذا العنصر خالد ولا يتغير . وكان لفكرة أرسطو عن طبيعة المادة تأثيراً كبيراً وهاماً على الأبحاث العلمية في القرون التالية .

والمعلومات الأولية عن نشأة علم السيمياء تحدد ظهوره بين القرنين الأول والرابع بعد الميلاد . ويعتقد الكثيرون أن هذا العلم بدأ في أول نشأته عن طريق جماعة متصلة بالكهنة في مدينة الإسكندرية بمصر اتصفت بمهارتها في التعدين ، وكانت تثق في إمكان تحويل المعادن الرخيصة كالحديد والنحاس إلى ذهب وكان هؤلاء السيميائيون الذين انفقوا على أن لا يكشفوا عن عملياتهم السحرية لأي فرد خارج جماعتهم ، يحيطون أعمالهم بالسرية المطلقة .

ولكن بالرغم من القيود الشديد على هذا الفن فإن السيمياء انتشرت إلى بلاد أخرى خلال السنوات الأولى من العصر المسيحي وبإضمحلال الحضارة المصرية القديمة والإغريقية البطيء ، انتقلت التجارب الغامضة في مجال السيمياء إلى المفكرين العرب وحينما ساد الحكم العربي في مناطق البحر الأبيض المتوسط وكثير من الدول الأخرى ، وعن طريق الانتشار الواسع للثقافة العربية انتشر علم السيمياء وكذلك المهارات الفنية للقدماء في مجال الكيمياء العملية في أوروبا . وهناك نبتت بذور هذا العلم سريعاً وازدهر بشدة حتى القرن الخامس عشر .

وكان السيميائيون يحلمون أثناء انهماكهم بالعمل في الأواني والقوارير وأثناء تصاعد الغازات الكريهة من السوائل بأنهم في يوم من الأيام ستمكنون دون شك من صنع الذهب من المعادن الرخيصة . ولقد اعتقد الكثيرون فعلاً أنهم عرفوا الطريق إلى تلك العملية التحويلية وبشكل عام تقبلوا نظرية أرسطو التي تقول بوجود عنصر أساسي خامس على هيئة روح أو جواهر أو تأثير . وبمجرد أن يتمكنوا من فصل هذا الروح أو الجواهر عن المواد يصبح في يدهم المفتاح أو حجر الفلاسفة الذي يقودهم إلى ثروات فوق تصور البشر . وفي محاولاتهم لاستخلاص هذا العنصر استخدموا طرقاً عدة للتنقية تقوم أساساً على استخدام النار . وكانت هذه الطرق تشمل " التكليل " أي تحويل المادة إلى هيئة مسحوق ، و " التسامي " أي تحويل المادة إلى حالة غازية و " التقطير " أي تنقية المادة بطرد الغازات أو الأبخرة للحصول على الخلاصة أو الجواهر .

ولم يقتصر كل السيميائيين أعمالهم على عملية تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب ، إذ بينما كانوا يتمسكون بعقيدتهم في القدرة السحرية العجيبة للجواهر اعتقدوا أيضاً أن الحصول عليه سيمكنهم من علاج جميع أمراض الإنسان . وبالإضافة إلى ذلك توقعوا مكافأة خاصة لهم لأن هذا الجواهر سيؤدي إلى تحسن كبير في أخلاقهم .

وتبع انتقال علم السيمياء إلى أوروبا انتشار سريع لهذا العلم بمرور السنين خلال القارة وكسب مؤيدين وباحثين ممن لهم مكانة مرموقة في المجتمع . وكان مرجع هذا إلى حد كبير إلى الطرق العجيبة في إقامة الطقوس الدينية والتي أحاطوا بها أوجه نشاطهم . فقبل البدء في تجربة من التجارب كانوا يقرعون الرقى والعزائم المختلطة بالكثير من الشعوذة . وكانوا يستخدمون الطرق المبهمة في كتاباتهم

محاولين إزاء معلوماتهم الحقيقة خلف ألفاظ وتعابير غريبة مختلطة بالكثير من الرموز الغامضة . وفي اختيار الوقت المناسب لهم إجراء تجاربهم اعتمدوا اعتماداً كبيراً على النجوم وتحركاتها حتى أنهم قرنوا بين المعادن التي كانوا يجرون تجاربهم بها وبين بعض الأجرام السماوية فنسبوا الذهب إلى الشمس والفضة إلى الزهرة والزئبق إلى عطارد وقبل أن يضعوا أيّاً من هذه المعادن في تجاربهم الكيماوية كان عليهم أن يرصدوا مكان الجرم السماوي المقابل له في السماء .

غير أن السيمياء لم تقدم أي مساهمة فعالة لعلم الكيمياء الحقيقي إذ كان السيمائيون يقومون بتجاربهم السيمائية دون أن تكون لهم الرغبة لتفهم أسباب التفاعلات الكيماوية التي يقومون بها .

ومع هذا نكون غير عادلين إذا ما أنكرنا عليهم ما استفدناه من مجهوداتهم . فبالرغم من وجهة نظرهم المحدودة وخلال عمليات الغلي والتقطير التي كانوا يقومون بها حصلوا على بعض التقدم . فاكتشفوا العديد من العناصر الأخرى التي لم يكن يعرفها أسلافهم . وأيضاً خلقوا كثيراً من المركبات الهامة . ولكن أتى تأثيرهم الكبير على علم الكيمياء الحديث عن طريق الأدوات وأجهزة المعامل التي كانوا يستخدمونها والتي ابتكروها والتي استخدموها وحسنها وطورها علماء الكيمياء فيما بعد .

وكان علم السيمياء في عصوره الأولى يعتبر مهنة شريفة . وأصبح كثير من السيمائيين مقربين إلى الملوك والأمراء . وفيما بعد دخل إلى هذا الميدان كثرة من المستهترين والعديمي المبادئ وبسبب أعمالهم الغير شريفة اكتسبت هذه المهنة اسماً سيئاً رديئاً .

فبعد استعراض سحرهم أمام ضحاياهم المبهورين كانوا يعرضون عليهم المعدن الذي حصلوا عليه مدعين أنه ذهب إبريز . ويعرضون على الضحايا أن يبيعوهم الوصفة التي يمكنهم بها أن يحصلوا على ذهب مثله .

وقبل أن يكتشف الضحايا أنهم خدعوا وغرر بهم يكون هؤلاء قد حملوا عصيهم على كاهلهم وارتحلوا بعيداً . وأخيراً اضطر كثير من المسؤولين في المدن أن يقيموا مشانق خاصة لشنق مثل هؤلاء الدجالين وكان لهذا التهديد أثره الكبير في الحد من تدجيلهم .

وما أن حل القرن الخامس عشر حتى قارب جنون تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب على الاختفاء . فتدريجياً تحقق السيمائيون أن مخالطهم الكيماوية ومركباتهم قد تكون ذات فائدة في أغراض أخرى ، في مجال الطب مثلاً وبذلك بدأ الانتقال البطيء من السيمياء إلى الكيمياء العلمية .

وكان باراسيلسوس ( 1493-1541م ) الطبيب السويسري الفذ أحد العلماء العديدين الذين زادوا من سرعة هذا التحول . ومع أنه كان يقوم بتجارب للوصول إلى غرض تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب إلا أنه كان يقول دائماً بأن القيمة الحقيقية للسيمياء تكمن في إمكان إنتاج أدوية جديدة فعالة . وانكب باراسيلسوس على مخبره بإخلاص لإنتاج عدد من الأدوية الجديدة التي جربها بنجاح في مرضاه .

وبعيداً عن عادة الأطباء التي توارثوها عبر الأجيال القديمة في تحضير أدويتهم من الأعشاب والخضراوات والخلصات الحيوانية أنتج باراسيلسوس أنواعاً عديدة من الأدوية الجديدة من المواد الغير

عضوية أو المواد الغير حية . حيث حضر مراهم من أملاح الزئبق وكثيراً من التوليفات من مركبات الرصاص وأملاح الحديد والتوتياء والزاج الأزرق ( كبريتات النحاس ) . واستعمل الأفيون لعلاج أمراض مختلفة .

وكانت أعمال باراسيلسوس واستخدامه العمليات الكيماوية في تحضير واستعمال أدوية قوية التأثير لعلاج الأمراض حافزاً لكثير من الأطباء في أماكن أخرى لأن يهتموا بهذا الحقل الذي كانوا ينظرون إليه سابقاً بازدراء.

وتعلق الناس بهذا الاتجاه الجديد ونجح نجاحاً كبيراً في معظم أنحاء أوروبا وأصبح الكثيرون من طلاب العلم جنوداً متحمسين في ميدان البحث الكبير من أجل معرفة طبيعة العناصر والمواد وخواصها الطبيعية والكيماوية . ومن بين هؤلاء الطلاب ظهر علماء آخرين اقتفوا أثر باراسيلسوس وكان منهم " جيورجوس أجريكولا " و "جان بابتيستا فان هلمونت " الذي ساهم مساهمة كبيرة في تخلص علم الكيمياء من قيوده التي قيده بها علم السيمياء . وقصر الطبيب الألماني أجريكولا أبحاثه الكيماوية على المعادن ونشر أبحاثه الممتعة في هذا المجال سنة 1530 في كتابه عن المعادن De Re Metallica الذي أصبح منذ هذا التاريخ ولمدة أربعة قرون بعد ذلك من الكتب العلمية في هذا الموضوع . ولقد ساعدت تجارب أجريكولا واستنتاجاته المبنية على التفاعلات الكيماوية على إقامة علم التعدين على أساس علمي .

قام هيلمونت بأبحاثه العلمية في بلجيكا في أوائل القرن السابع عشر ، وكانت تجاربه فريدة في نوعها وكانت أشهر أعماله هي دراساته للغازات وهو أول عالم يعترف بالغازات كجزء متميز في الجو . وفي الحقيقة كان أول من صاغ لفظ "غاز " ومن أهم اكتشافاته كشفه لثاني أكسيد الكربون .

وتقبل هيلمونت نظرية طاليس التي تقول بأن الماء هو العنصر الأساسي الذي تتكون منه كل المواد في العالم . وفي محاولة لإثبات اعتقاده هذا قام هيلمونت بتجارب طويلة على شجرة صفصاف . بدأ تجربته بأن زرع شجرة صفصاف تزن 5 أرطال في إناء كبير به 200 رطل من التربة وزنها بدقة متناهية وقام يروي الشجرة بانتظام لمدة خمسة عشر سنة كاملة وجد بعدها أن التربة لم تنقص إلا بضع أوقيات في حين ازداد وزن الشجرة 169 رطلاً وبذلك استنتج هيلمونت أن الزيادة في الوزن كان سببها الماء فقط حيث كان الماء هي مصدر الغذاء الوحيد للشجرة . وبالرغم نم أننا نعلم اليوم أن هذا الفرض خاطئ إلا أن هذه التجربة قوبلت بإعجاب كبير حتى وقت قريب .

وقرب نهاية القرن السابع عشر أيضاً انضم العالم الإنجليزي روبرت بويل إلى رواد الكيمياء . ولقد كانت أريستوقراطية بويل وثروته أن يعطي الكثير من فراغه للبحث وأن يركز اهتمامه لدراسة الخواص الكيماوية للأشياء . وتعتبر دراساته وتجاربه واكتشافاته في هذا المجال من أهم الأعمال في أواخر القرن السابع عشر التي حولت السيمياء إلى علم الكيمياء .



وكان بويل أيضاً هو أول عالم ميز بين العناصر والمركبات والمخاليط وتعريفه للعنصر بأنه الشيء الذي لا يتحلل يقرب كثيراً من تعريفنا الحديث للعنصر . وتقول إحدى نظرياته المشهورة والتي تعرف بقانون بويل :

إن حجم الغاز يتناسب تناسباً عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة، ويعني هذا أنه إذا ما زاد حجم الغاز نقص ضغطه والعكس صحيح .

وكل من تحدى التقاليد قبول بويل بمعارضة كبيرة ، غير أن مؤيديه وكان منهم الملك شارل الحادي عشر دافعوا بعزم وقوة عن أفكاره المنطقية وسرعان ما حازت آراء بويل في الكيمياء القبول . وتحت رعاية شارل الحادي عشر أمكن لبويل وزملائه أن يكونوا منظمة علمية تسمى بالجمعية الملكية التي استمرت نشاطها حتى وقتنا الحالي .

ويمائل بويل في شهرته في القرن السابع عشر العالم الألماني جون جواكيم بيكر الذي كان أول من قدم مع العالم جورج ستال نظرية " الفلوجستن " التي لاقت رواجاً كبيراً والتي تشرح العملية الكيماوية للاحتراق . وبالرغم من أن هذه النظرية قد ثبت عدم صحتها إلا أنها ساعدت مساعدة كبيرة في أبحاث الكيماويين المعاصرين لبيكر وبعد ذلك بوقت طويل .

وقبل إعلان نظرية " الفلوجستن " كان العلماء يعتقدون أن المواد تحترق لأنها تحتوي على الكبريت . ولقد ناقش بيكر رأى العلماء هذا . فلاحظ احتراق مواد لا تحتوي على كبريت للمرة . كيف يمكن للعلماء تفسير ذلك ؟ ولم يرض عن الإجابات عن هذا السؤال فعمل على وضع تحليله الخاص لعملية الاحتراق . فقال إن السبب الحقيقي لهذه العملية الكيماوية ، في رأيه هو عنصر خاص من نوع التراب شديد الاشتعال ويوجد في كل المواد التي يمكن أن تشتعل . وسمى هذا العنصر " فلوجستن " .

وقابل كثير من مشاهير العلماء خلال القرنين السابع عشر والثامن عشر نظرية بيكر هذه بكثير من الحماس والإعجاب . إلا أن كثيرين آخرين قابلوها بالشك وعدم الاعتراف . وكسب الآخرون المعركة بعد ظهور أدلة كيميائية جديدة فندت نتائج بيكر .

وبداية القرن الثامن عشر استمر التقدم في علم الكيمياء سائراً في الاتجاهات التي حددها روبرت وبويل وجون بيكر . وكان جوزيف بريستلي أحد مشاهير العلماء الذين ساعدوا في الرقي بهذا العلم إلى القمم العليا التي يقف عليها الآن . ولد بريستلي لعائلة تتمسك بالدين تمسكاً كبيراً وكان له شغف كبير بالكتب فقرأ الكثير بالإضافة إلى علومه المدرسية .

وبتأثير البيئة المحيطة به اهتم بريستلي بالعلوم الدينية وانخرط في سلك الكهنوت ولكنه رأى أنه لا يمكنه أن يقوم بأود عائلته بمرتب راعي الكنيسة الضئيل . ولذلك اضطر أن يقوم بالتدريس علاوة على عمله الديني كي يزيد من دخله . وأدى عمله الجديد كمدرس إلى اهتمامه الكبير بالعلوم وخاصة بالكيمياء . إلا أن أعباءه المتزايدة كراع للكنيسة ومدرس لم تعطيا له الوقت الكافي للتوسع غفي هوايته العلمية . غير أنه أصبح شغوفاً بهوايته الجديدة وخصص كل لحظة خالية لديه للبحث وعمل التجارب.

وركز بريستلي معظم أبحاثه على دراسة الغازات المختلفة ، وأمكنه الحصول على عدد من الاكتشافات الكيماوية الهامة التي أذاعت شهرته .

وكانت إحدى محاولاته الأولى الناجحة استنباطه للماء الغازي الذي اكتشفه بينما كان يبحث في خواص ثاني أكسيد الكربون ، ذلك الغاز الذي اكتشفه هيلمونت قبل ذلك بمائة عام . وأول ما رأى بريستلي ثاني أكسيد الكربون كان أثناء زيارته لمصنع بيرة يجاور منزله إذ لاحظت عينا بريستلي اليقظتان تصاعد فقاعات كثيرة من أواني التخمر . وفي فضول لمعرفة كنه هذه الفقاعات قرب إليها شظية خشبية مشتعلة وما أن انفجرت الفقاعات طاردة الغاز الذي بها حتى انطفأت الشظية . وذهب بريستلي إلى منزله وفي معمله عرف طريقة لتحضير كمية كبيرة من هذا الغاز وحاول أن يذويه في الماء . وتصاعد معظم الغاز من الماء ، إلا أن الجزء القليل الذي امتصه الماء أعطى للماء طعم مياه عين "سيلتزر المعدنية " . وأعجب بريستلي بطعم الماء وكان اكتشافه هذا بداية صناعة المياه الغازية التي نستعملها بكثرة في وقتنا الحالي . ومنحت الجمعية الملكية لبريستلي ميداليته الذهبية من أجل اكتشافه هذا .

وشجعت خبرة بريستلي هذه على أن يحضر حامض كلوريد الهيدروجين الذي سماه حامض المورياتيك . فأضاف حمض الزاج الأزرق على ملح الطعام وسخن المخلوط فحصل على غاز عديم اللون حاد الرائحة هو كلوريد الهيدروجين . وجمع هذا الغاز فوق الزيتق ثم مرر الغاز في الماء فوجده سريع الذوبان فيه . ونتج عن الغاز الذائب في الماء حامض جديد هو ذلك السائل الذي نستخدمه بكثرة هذه الأيام في المنزل والمصنع .

وفي أيام بريستلي لم يكن يعلم الكيماويون شيئاً عن غاز النشادر . ولم تكن لديهم أي فكرة عن طريقة تحضيره أو خواصه . وبسخينه لماء النشادر وجد بريستلي أنه حصل على غاز عديم اللون نفاذ الرائحة أمكن جمعه فوق الزيتق .

وبعد هذا الكشف بمائتي عام استخدم هذا الغاز بكثرة في أغراض التبريد ، ولم يكتفي بريستلي باكتشافه لهذه المادة الكيماوية الجديدة بل حاول أن يخلط بعض غاز النشادر بغاز كلوريد الهيدروجين الذي حصل عليه في تجربة سابقة . فلاحظ ظاهرة غريبة ، إذ تفاعل الغازان معطين سحابة بيضاء انقشعت رويداً رويداً تاركة خلفها راسباً من مسحوق ناعم أبيض . وبذلك أضاف بريستلي إلى مكتشفاته الكيماوية مركباً جديداً هو كلوريد النشادر . وأيضاً مضى وقت طويل قبل أن يستخدم الكيماويون هذه المادة في البطاريات الجافة .

ومع أهمية كل هذه الاكتشافات إلا أنها كانت ثانوية الأهمية بل وضعت في زاوية الإهمال بسبب اكتشافه الجديد لغاز الأوكسجين أهم مادة في الحياة . كان ذلك في أغسطس عام 1774 م حينما سلط بريستلي حرارة الشمس التي حصل عليها باستعمال عدسة محدبة قطرها قدم تقريباً ، على ناقوس زجاجي بداخله كمية من أكسيد الزيتق . ولاحظ بعد وقت قليل تصاعد غاز من الناقوس . ويكتب بريستلي عن تجربته هذه فيقول : " بعد أن حصلت على قدر من الغاز يساوي ثلاثة أو أربع مرات حجم المواد التي

استخدمتها ، أمرته في الماء فوجدت أنه لا يتشربه ، ولكن ما أثار عجبى أكثر مما يمكنني أن أعبر عنه كان اشتعال شمعة في هذا الغاز بشدة ملحوظة " . ثم فعل نفس الشيء بجمرة من الفحم ويسلك من الحديد محمى لدرجة الاحمرار ، فوجد أن جمرة الفحم قد اشتعلت واستمر احتراقها حتى تحولت إلى رماد وتوهج سلك الحديد كمشعل صغير .

وأخيراً كان على بريستلي أن يقوم بتجارب لمعرفة أثر هذا الغاز على الحيوانات والإنسان . فأخذ فأرين أبيضين وضع أحدهما في مخبر زجاجي يحتوي على العنصر الجديد والثاني في مخبر مماثل له يحتوي على الهواء وجلس يلاحظ ويدون النتائج . ولم يمض وقت طويل إذ بعد حوالي 15 دقيقة ترنح الفأر الموجود في الهواء وسقط مغشياً عليه . وما أن أخرجه بريستلي من المخبر حتى وجد أنه قد فارق الحياة . بينما بقي الفأر الثاني محتفظاً بنشاطه . ازداد عجب بريستلي ولكنه لم يسمح لنفسه أن يصل إلى استنتاج سريع بأن للغاز قدرة كامنة وميزة فائقة على " إعطاء الحياة " غير موجودة في الهواء العادي .

والآن وقد تأكد بريستلي أن غازه النقي هذا والذي كان هو الأوكسجين ، كان يمتاز عن الهواء العادي قرر أن يستنشق هو بنفسه بعض الغاز . وكتب عن تجربته هذه يقول : " لم يكن إحساس رثي بهذا الغاز يتخلف عن إحساسها بالهواء العادي . ولكنني شعرت بعد ذلك بأن تنفسي كان هادئاً وسهلاً لبعض الوقت وربما يأتي الوقت الذي يصبح هذا الغاز فيه وسيلة للرفاهية " .

وتخيل بريستلي ، الذي كان سعيداً كل السعادة باكتشافه ، استعمالات كثيرة أخرى لهذا الغاز في الحياة العملية . ففكر في أنه سوف يستخدم في الصناعة لزيادة اشتعال النار ، وتستخدم هذه الفكرة حالياً في عمليات لحام المعادن التي يستهلك فيها كميات كبيرة من الأوكسجين النقي . وتنبأ بريستلي أيضاً باستخدام هذا الغاز في الطب للأشخاص الذين يصابون باحتقان في الرئتين مثلاً . واليوم يستخدم الأطباء الأوكسجين لتسهيل عمليات التنفس للمرضى المصابين بأنواع كثيرة من الأمراض .

هكذا بلغ بريستلي ذروة حياته بتجاربه على الأوكسجين بعد أن بدأ اهتمامه بالكيمياء كهواية وبالرغم من أن بعض العلماء الآخرين قد عرفوا هذا الغاز أيضاً إلا أن أحد منهم لم يدرس خواصه أو تأثيره بإمعان كما فعل بريستلي ولهذا السبب يعزى إليه فخراً اكتشاف هذا الكشف الذي يعتبر من الاكتشافات الكبرى في بداية علم الكيمياء .

ودفعت أفكار بريستلي السياسية المتحررة به إلى أن يغادر موطنه الأصلي إنجلترا في سنة 1794 إلى أمريكا . واستقر في بنسلفانيا حيث أمضى سنواته الأخيرة مكملاً أبحاثه في معمله الذي أسسه في منزله . وخلال هذه الأبحاث اكتشف غازاً آخر هو أول أكسيد الكربون . وبالرغم من أن النتائج التي حصل عليها بريستلي وكثيراً من العلماء الآخرين في وقته كانت تقوّض نظرية الفلوجستن إلا أنه تمسك بعناد غريب بهذه النظرية حتى وفاته في سنة 1804 .

وعاصر بريستلي عالم آخر ممتاز هو كارل ولهلم شيلي الذي قام بأبحاثه الكيماوية في السويد في منتصف القرن الثامن عشر . وبالرغم من أن شيلي لم يسهم في مجال الكيمياء بعمل واحد كبير يماثل اكتشاف بريستلي للأوكسجين ، إلا أنه اكتسب شهرة كبيرة في علم الكيمياء بسبب العدد الكبير من المواد الجديدة التي اكتشفها أو حلها .

ومن أول انتصاراته في الكيمياء دراسته الكاملة لعنصري الباريوم والمنجنيز وتعيين كثير من خواصهما الكيماوية التي مازلنا نعتز بها إلى اليوم . واكتشف أيضاً غاز الكلور ذلك العنصر الذي أصبح مادة أساسية في الكيمياء الصناعية في وقتنا الحالي . وكان رائد دراسته التجسيتين والموليبدنيوم المعدنين الهامين في صناعات كثيرة . وحتى وقت شيلي كان العلماء يظنون أن الخام الذي يستخلص منه الموليبدنيوم ينتمي إلى عائلة الجرافيت . ولقد أوضح شيلي مدى الاختلاف بين العنصرين وأثبت أن الجرافيت ما هو إلا صورة من صور الكربون .

واكتشف شيلي أيضاً الجليسرين وحامض اليوريك ( حمض البول ) . وخلال أبحاثه عن حمض البول أتقن طريقة لتقنية وفصل الأحماض العضوية استمر العمل بها حتى عصر الكيمياء الحديث . وكذلك كان أول من قام بدراسة كاملة لكبريت الهروجين . وأثناء اشتغاله بمركبات الزرنيخ اكتشف صبغة يمكن استخدامها في أغراض التلوين مازالت تحمل اسم " أخضر شيلي " وتشمل قائمة اكتشافات شيلي الكثير جداً من المواد الكيماوية .

وكثير من أعمال شيلي العظيمة لم تر النور إلا بعد وفاته حينما نشرت مذكراته المدونة بعناية فائقة . غير أن الأهمية الحقيقية لأعمال شيلي واكتشافاته تكمن في أن كثيراً من هذه الاكتشافات كانت ذات أهمية علمية وأمكن استخدامها في الحياة اليومية للأفراد . وعلى ذلك فقد ساعد الكثير منها في إقامة أسس الكيمياء الصناعية .

ومن بين علماء القرن الثامن عشر الذين لعبوا دوراً كبيراً في دفع علم الكيمياء إلى الأمام نجد العالم الإنجليزي هنري كافندش . وعلى نقيض كثير من معاصريه من العلماء ورث كافندش ثروة كبيرة حررتة من مشاكل الحياة العادية . وكان ضمن ما آل إليه منزل العائلة الذي حول الطابق الأعلى منه إلى مخبر كيماوي حيث حبس نفسه واشتغل بالأبحاث الكيماوية .

لاحظ كافندش تصاعد غاز أثناء تجربته تأثير محلول حامض على كل من الحديد والتوتياء . وجمع الغاز الذي حصل عليه في بالونات . وحينما ترك الغازات لتخرج من البالونات قرب منها لهباً فاشتعل الغاز بضوء أزرق خافت .

واستمرت تجاربه على هذا الغاز وعمل على تنقيته بكل الوسائل التي في استطاعته وحاول أن يزنه . وعجب أشد العجب حينما وجد لهذا الغاز وزناً مع ضالة هذا الوزن . وهنا اعتقد فعلاً بأنه قد اكتشف " الفلوجستن " وكان مستيقناً كل اليقين من ذلك حتى أنه كتب بحثاً علمياً بنتائجه نشره في مجلة الجمعية الملكية .

وكان كثير من العلماء من بينهم بريستلي مستعدين لتقبل نظرية كافندش ومن الناحية الأخرى بقي كثير من العلماء أيضاً يشكون فيها ، وظلت قضية الفلوجستن محتدمة لعشرات السنين القادمة . غير أن مؤيدي كافندش ومعارضيه على حد سواء لم يعرفوا في ذلك الوقت أن كافندش قد حصل على غاز الهيدروجين .

وفي منتصف القرن الثامن عشر أمسكت أحجية جديدة هي الكهرباء بالألباب العلماء في كل مكان . ومن ضمن التجارب التي أجراها العلماء عل الكهرباء كان إمرار شرارة كهربائية في الماء . وفي كل مرة تم فيها هذا ، تصاعد غاز من الماء . وما إن قرأ كافندش عن هذه التجارب حتى صمم على إعادتها في مخبره ولاحظ ما سبق أن لاحظته العلماء الآخرون . وفي سلسلة تجاربه بدأ بإمرار شرارات كهربائية في مخلوط من الأوكسجين والهيدروجين وكرر العملية مراراً عديدة وفي كل مرة كان يدون نتائج بدقة . وبعد عشر سنوات من التجارب العملية الممتدة قدم كافندش بحثه إلى الجمعية الملكية في سنة 1784 قائلاً : إن الماء ما هو إلا مركب من غازي الهيدروجين والأوكسجين متحدين بنسبة حجمين من الهيدروجين إلى حجم واحد من الأوكسجين .

واستشرت ثورة في الدوائر العلمية . وأعاد كيمائيون في بلاد أخرى تجارب كافندش وحصلوا على نفس نتائجه .

ورجع كافندش بعد أن أعلن عن نظريته عن تركيب الماء إلى مخبره بعيداً عن الجدل الذي أثاره هذا الإعلان واستمر في تجاربه حتى أواخر أيام حياته . وفي خلال تجاربه وجد أنه عندما يتحد النيتروجين والأوكسجين فإنهما يكونان أكاسيد النيتروجين . وبعد سنوات سهلت أبحاثه هذه على العلماء الآخرين الطريق لابتكار الوسيلة لتثبيت النيتروجين لإنتاج الأسمدة من الهواء الجوي . وساعدت هذه الأبحاث أيضاً في إنتاج المتفجرات الشديدة .

وكما أنتجت انجلترا في القرن الثامن عشر كثيراً من العلماء الممترزين كذلك عملت دول أخرى من القارة الأوروبية وعلى الأخص فرنسا التي قدمت العالم الكيمائي الفرنسي أنطوان لوران لافوا زيبه الذي اتسعت اهتماماته ونشاطه لدرجة تسببت في وفاته قبل الأوان وفي شهرته التي طبقت الآفاق . كان لافوا زيبه أريستوقراطياً ومن موظفي الحكومة الفرنسية واعتبرته الثورة الفرنسية عدواً للشعب وكان هذا سبباً كافياً لإعدامه بالمقصلة في 8 مايو سنة 1794 . توصل لافوازييه إلى اكتشافات هامة في مجال الكيمياء ذلك العلم الذي استولى على معظم اهتمامه .

وأصبح أكثر من أي عالم آخر مسئولاً عن نقض نظرية الفلوجستن وعرض أول تفسير علمي حقيقي للاحتراق بناء على الحقائق التي حصل عليها من سلسلة طويلة من التجارب التي نشرها بين سنة 1775 و 1777 وساعده على إكمال نظريته عن الاحتراق المناقشة التي دارت بينه وبين بريستلي عندما تقابلا وشرح هذا له تجربته الأخيرة بإشعاله الشمعة في مخبار به الأوكسجين " الهواء الخالي من الفلوجستن" كما كان يسميه بريستلي . وطبقاً لاكتشافات لافوا زيبه تنشأ عملية الاحتراق من اتحاد المادة المحترقة مع

الغاز الجوي الذي اكتشفه بريستلي والذي كان لافوازييه أول من أطلق عليه اسم الأوكسجين . ولاحظ أن المادة الناتجة بعد عملية الاحتراق يزيد وزنها عن المادة الأصلية قبل أن تحترق . وأن الزيادة في الوزن تساوي وزن الهواء الذي اتحد مع المادة المحترقة . وبالرغم من أدلة لافوا زيبه القوية بقيت نظريته عن الاحتراق عشر سنوات قبل أن تلاقي القبول من جمهرة العلماء .

ووسع لافوا زيبه نتائج تجاربه عن الاحتراق واستنتج منها فكرة تطورت حتى أصبحت أحد القوانين الأساسية في الكيمياء وهو قانون : " بقاء المادة " . فكتب يقول :

" في كل تفاعل كيميائي توجد كمية متساوية من المادة قبل وبعد التفاعل وعلى ذلك بما أن العنبر المتخمر ينتج عنه غاز حامض الكربون والكحول يمكنني أن أقول أن العنبر المتخمر يساوي حامض الكربون والكحول . ويعني هذا أن المادة لا تفقد شيئاً نم وزنها أثناء تغييرها الكيميائي من حالة إلى أخرى "

وأثرت النظم العملية والطرق الحسابية التي أتقنها لافوا زيبه تأثيراً عميقاً في البحث العلمي خلال السنوات التالية . فأصبح على سبيل المثال شديد التعصب لعادة تحليل المواد بوزنها قبل التفاعل الكيميائي وبعده ، وتبنى كثيراً من العلماء طريقته هذه ، إذ بهرتهم النتائج التي حصلوا عليها باستعمالهم لها . وتعرف هذه الطريقة في وقتنا الحالي بطريقة " التحليل الكمي " وأدخل لافوا زيبه أداة فائقة القيمة في الكيمياء الحديثة هي المعادلة الكيماوية التي ابتكرها كلغة ملائمة للكيمائيين محولاً جلاء اللخبطة في المعلومات الكيماوية المعروفة في ذلك الوقت .

ومن مساهماته الأخرى قيامه على وضع المصطلحات الكيماوية التي كانت في وقته لا يشوبها الاختلاط فحسب ولكن كانت تشمل الكثير من الألفاظ التي بقيت من أيام السيمائيين والتي أصبحت لا تناسب العلم الحديث .

وفي سنة 1789 نشر لافوازييه كتاباً سماه " مبادئ الكيمياء " قدم فيه مصطلحاته الجديدة لأول مرة . وغني عن القول آثار هذا الكتاب اهتماماً كبيراً بين مؤيديه وناقديه . غير أن مضي الوقت كان في صالح مؤيديه ، وأصبحت مصطلحاته الأساسية اللغة المقبولة في علم الكيمياء .

ولو لم يعمل لافوا زيبه شيئاً سوى تفسيره لعملية الاحتراق لكان هذا كافياً لخلود اسمه كعالم فذ من علماء الكيمياء ، غير أنه عمل أكثر من هذا : إذ أعطى علم الكيمياء روحاً ونظرة جديدتين كان في حاجة إليهما . ولقد جعلت أفكاره عن طبيعة العناصر والمركبات وإثباته أن كل التغيرات الكيماوية يمكن التحقق منها بوزن المواد الداخلة في التفاعل أو الخارجة منه ، كل ذلك دفع الكيمائيين الذين تلوه إلى آفاق عالية من الانتصارات العلمية لم يكن في إمكانهم الوصول إليها .

وتمّ في القرن التاسع عشر إرساء الأساس الذي قام عليه علم الكيمياء الحديثة . ومن بين علماء أوائل هذا القرن الذين قدموا اكتشافات ، نرى جون دالتون الذي قال " بالنظرية الذرية " سنة 1808 وتنص نظريته على أن المادة تتكون من جزيئات صغيرة جداً ، لا تنقسم سماها " الذرات " وخلال التفاعلات

الكيمائية تتحد ذرات عنصر ما بذرات عنصر آخر . وتختلف ذرات العنصر عن ذرات عنصر آخر أساسياً في الوزن الذي يمكن التعبير عنه بالأرقام ونظراً لأن الهروجين كان أخف العناصر المعروفة اعتبر دالتون وزن ذرة الهروجين وحدة لقياس أوزان الذرات ، وبدأ أبحاثاً لقياس الأوزان الذرية للعناصر . وأدى اهتمامه بهذه الأوزان الذرية إلى اكتشافه أحد القوانين الأساسية في علم الكيمياء وهو قانون النسب المتضاعفة . فبعد بحث دقيق استنتج دالتون أنه عند اتحاد عنصرين لتكوين أكثر من مركب واحد فإن الأوزان المختلفة من أحد العنصرين التي تتحد بوزن ثابت من العنصر الثاني يكون بينها تناسب عددي بسيط ، ومثال ذلك هو اتحاد الكربون والأوكسجين مكونين أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون .

وفي فرنسا خلال عام 1808 أيضاً أعلن جوزيف لوي جاي لوساك نظريته التي تقول : بأن بين الغازات الداخلة في تفاعل والغازات الخارجة منه تناسباً عددياً بسيطاً...وبذلك نشأ احتمال أن الأحجام المتساوية من الغازات المختلفة تحوي عدداً متساوياً من الذرات .

وحيثما تقدم جاي لوساك بنظريته ظهر تعارض بينها وبين نظرية دالتون وازداد هذا التعارض بين النظريتين بتبادل استخدام العلماء للفظي : " الذرة " و " الجزيء " . وكان على العلماء أن يمضوا 50 عاماً قبل أن يتحققوا من أن نظريتي دالتون وجاي لوساك حقيقتان ولا تعارض بينهما .

كان يمكن حسم هذا النزاع في سنة 1811 لو اهتم العلماء بأبحاث العالم الإيطالي أماديو أفوجادرو الذي نشر آراءه عن الذرات والجزيئات وعلاقتها بالغازات في التفاعلات الكيمائية . فطبقاً لنظرية أفوجادرو تتكون الجزيئات من ذرتين أو أكثر في حالة اتحاد ولا تتكون من ذرة واحدة كما كان يظن سابقاً . فلو فرقنا بين الذرات والجزيئات على أساس أن الذرة هي أصغر جزء من المادة يدخل في تفاعل كيمائي ولا يمكن أن يوجد على حالة انفراد وأن الجزيء هو أصغر جزء من المادة تظهر فيه خواصها الطبيعية والكيمائية ويمكن أن يوجد على انفراد ويمكن أن نضع قانون جاي لوساك كما يأتي : " الأحجام المتساوية من الغازات المختلفة في درجة واحدة من الضغط والحرارة تحوي عدداً متساوياً من الجزيئات "

وأوجدت الأعمال الكيمائية العظيمة الباهرة والمتنوعة لكثير من العلماء مثل القليل الذي سبق ذكرناه ، تيارات فردية للبحث في مجال الكيمياء أثناء تطور هذا العلم خلال القرن التاسع عشر . وكانت الأبحاث الكيمائية في أطوارها الأولى منصبة على دراسة خواص وتفاعلات المواد المعدنية أو المواد التي تنشأ عن كائنات حية نباتية أو حيوانية .

وعرف هذا الفرع من الكيمياء بالكيمياء غير العضوية . ثم بدأ العلماء يركزون أبحاثهم على المواد التي نشأت عن مادة حية وسمي فرع الكيمياء الذي يشمل هذه المواد وأبحاثها " بالكيمياء العضوية " وازدهرت الأبحاث في هذا الفرع في ألمانيا على وجه الخصوص . واستمر تقسيم الكيمياء إلى كيمياء

عضوية وكيمياء غير عضوية لعدد طويل من السنوات بعد ذلك . وحتى يومنا هذا وبالرغم من أن الفروق بين هذين الفرعين قلت إلى حد كبير مازلنا نستعمل هذين اللفظين للإشارة إلى أصل المواد . وكان من الأسباب الرئيسية في تناقص الاهتمام بلفظي عضوي وغير عضوي اكتشاف طريقة لتحضير المواد العضوية صناعياً . ففي 1828 اكتشف العالم الألماني فريدريك فوهلر طريقة لتحضير اليوريا بطريقة كيميائية في المخبر عندما أذاب سيانات النشادر في الماء وبخر المحلول . وكتب لصديقه العالم برزيليوس قائلاً : " يسرني أن أخبرك أنه يمكنني تحضير اليوريا بغير حاجة إلى كلية إنسان أو حيوان " .

في هذا الوقت كان يمكن تحضير المركبات غير العضوية بطرق كيميائية . أما المواد العضوية فكان يعتقد أن الإنسان بطاقاته المحدودة يعجز عن تحضيرها . وما إن أثبت فوهلر عكس ذلك حتى فتح باباً واسعاً على مصراعيه للعلماء لاكتشاف آفاق مجهولة في دنيا الكيمياء ولتحقيق انتصارات مذهلة . وحدث تقدم كبير في الكيمياء التكوينية في منتصف القرن التاسع عشر بسبب الأبحاث التي عملت من أجل معرفة تركيب الجزيئات وترتيبها التي اكتشف العلماء أنها المفتاح لإنتاج المركبات التكوينية . وكان من أهم البحاثة في هذا المجال السير ادوارد فرانكلاند الذي وضع نظرية مستفيضة عن التركيب الجزيئي ، و أوجيت كيكولي العالم الألماني الذي قام بدراسات كثيرة على التركيب الجزيئي وتكافئ الكربون بأنه 4 . وقال إن ذرات العناصر الأخرى التي تتحد بالكربون تتحد معه بنسبة 1 : 4 . وفي سنة 1866 أعلن نظرية أخرى عن العمليات التكوينية تقول بأن ذرات الكربون تتواجد في جزيء البنزول العطري على هيئة حلقة . وأدت الأبحاث النظرية التي قام بها كيكولي وغيره من العلماء إلى تحضير فيض من المركبات التكوينية لم تكن معروفة من قبل .

ودرب آخر من دروب البحث في القرن التاسع عشر كان علم الكيمياء الكهربائية ، ذلك الفرع من الكيمياء الذي نشأ مع اختراع ألكسندر فولتا لعموده الكهربائي سنة 1800 وكان همفري دافي و ميشيل فراي من أهم الباحثين في هذا الحقل . ولقد توصل فراي إلى نتائج هامة واكتشف عدة قوانين خاصة بالتحليل الكهربائي الذي يقوم عليه علم الكيمياء الكهربائية . وأصبح هذا العلم جزءاً لا غنى عنه في وقتنا الحالي وخاصة في التعدين .

وشاهدت الكيمياء في الأزمنة الحديثة توسعاً في مجالات الأبحاث بظهور تيارين كبيرين أحدهما يسمى البلمرة " Polymerization " والتي عن طريقها تتحد الجزيئات البسيطة في سلاسل طويلة أو كتل كبيرة من الحلقات مكونة جزيئات ضخمة . ولقد وسعت معرفتنا بهذه الظاهرة وبالمركبات التي تنشأ عنها حقل الكيمياء التكوينية إلى آفاق بعيدة .

والتيار الرئيسي الآخر يرتبط ارتباطاً وثيقاً بحقل الطاقة الذرية . فلقد لعبت الكيمياء دوراً هاماً في تمكين الإنسان من إطلاق الطاقة الذرية . ويظهر اليوم التعاون الكبير بين الكيمياء والأبحاث النووية . وخلال هذا التعاون يمكننا التنبؤ بالفوائد التي لا يمكن تصديقها للإنسانية في السنوات القادمة .



وأدى هذان الاتجاهان في البحث إلى تحويل الكيمياء النظرية إلى كيمياء عملية . أو بمعنى آخر استخدم العلماء الحديثون الحقائق العلمية التي اكتشفها وجمعها أسلافهم لإنتاج مواد لا حصر لها تساعدنا في تحقيق رفاهيتنا الشخصية . ولقد بدأ هذا فعلاً في سنة 1856 حينما صنع العالم الإنجليزي بيركن أول صبغة صناعية من قطران الفحم الحجري . ومن ذلك الوقت تقدمت الكيمياء العملية بخطى واسعة في الطب والزراعة والصناعة وكثير من المجالات الأخرى .  
وفي الصفحات التالية سنذكر قليلاً من الانتصارات العملية في عالمنا الحديث في شتى المجالات .

## - الباب الثاني -

### سحر الكيمياء في الطب

بدأ ارتباط كل من الكيمياء والطب بعضهما ببعض حينما عرف الإنسان أن بعض الأعشاب وعصارات النباتات وقلق الأشجار لها القدرة على تخفيف بعض آلامه ، وتحتفي نشأة هذا الارتباط في

غياهب عصور ما قبل التاريخ . ويمرور عدد لا يحصى من القرون اكتشف كثير من الأدوية والعقاقير التي استخدمت في معالجة مختلف الأمراض .

وظهر تغير كبير في مجال الطب خلال أواخر القرن الخامس عشر وأوائل القرن السادس عشر على يد الطبيب السويسري المشهور باراسيلس عن طريق ابتكاره لأدوية جديدة أساسها المواد المعدنية بدلاً من الأعشاب والخلصات النباتية ، وأصبح عمله الريادي هذا أكبر منبه للعلاقة بين الكيمياء والطب . كما أثار اهتمام الأطباء بإمكان استخدام الكيمياء في علم الطب وأدى هذا إلى مولد نشاط جديد بين هذين العلمين استمر منذ هذا الوقت ومازالت تتسع خطواته حتى وقتنا الحالي .

ومن وقت لآخر خلال القرون التي تلت ، أضاف كيميائيون آخرون إضافات هامة وقيمة إلى الطب . وكان بول إيرليش من أعظم علماء القرن التاسع عشر الذي استحق أن يسمى "بوالد الكيمياء العلاجية " ( الكيموثيرابي ) وهو الاسم الحديث لفن علاج الأمراض بالعقاقير . وكان من ضمن اكتشافاته الكثيرة : الدواء التي استخدمها في علاج مرض النوم من صبغة حمراء هي " أحمر تريبان " واكتشافه أن أحد مركبات الزرنيخ وهو " أرسفينامين " والذي عرف فيما بعد باسم سهل " سالفوسان " أو " الرصاص السحرية " له أثر فعال في علاج مرض الزهري.

و بالرغم من مرور أكثر من أربعة قرون من البحث الشاق الذي قام به رجال الأبحاث المهرة لم تكن المساهمة التي ساهمت بها الكيمياء في مجال الطب ذات أهمية كبيرة حتى بداية الحرب العالمية الأولى . وكان يمكن أن تعد العقاقير المستخدمة في علاج مختلف الأمراض على أصابع اليد الواحدة . وحتى 1918 كانت الأدوية التي تستوجب الاهتمام حقيقة والتي يمكن رؤيتها في حقيبة الطبيب العادي إذا أغفلنا الأدوية المستخدمة في تسكين الآلام والتخدير ومضادات السموم هي : الأفيون والزئبق والكينين والديجيتاليس واليود . وكان يبدو أن الكيماويين بالرغم من أنهم أكملوا وضع الأسس العلمية الرئيسية للكيمياء وبالرغم من أنهم بحثوا الخواص الكيميائية والفيزيائية لعدد لا يمكن حصره من المواد والمركبات قد أصابهم السهو فلم يجربوا سحر موادهم الكيماوية في الطب .

وفي عام 1921 اكتشف العالم الكندي الشهير الدكتور فريدريك بانتج عقار الأنسولين . وكان لاكتشاف هذا العقار الذي كان يعني بالنسبة لمرض السكر الانتقال من حافة الموت إلى الحياة أثر كبير في تشجيع الكيماويين الذين كانوا يبحثون عن أدوية جديدة . ولقد ضاعفوا من أبحاثهم ونشاطهم التجريبي في مدة تزيد قليلاً عن العشر سنوات فأمكنهم إنتاج مواد جديدة كثيرة أدخلت الإنسانية جمعاء في عصر العلاج الكيماوي الحديث " عصر معجزات العقاقير " . وكانت مركبات السلفا هي أول المعجزات الدوائية التي ظهرت في منتصف سنة 1930 . ومنذ هذا الوقت تتابعت العقاقير التي سهلت على الأطباء مهمة مكافحة الأمراض ومعالجتها .

ولكي نقص قصة مركب " السلفانيلاميد " أول عقار اكتشف من مركبات السلفا ، علينا أن نعود إلى معامل شركة "فاربن " بألمانيا وهي من أهم الشركات الكيماوية في العالم التي تنتج الأصباغ الكيماوية

بدءاً من قطران الفحم الحجري . حيث كان كيميائيو الشركة يبحثون في تحضير أصباغ جديدة جيدة تمكنهم من البقاء في مكان الصدارة في العالم في هذا المضمار . وحضروا فعلاً عدداً كبيراً من الأصباغ الجديدة وقسمت هذه الأصباغ ووضع قسم منها في مجموعة مركبات الآزو التي أثبتت أهميتها في أغراض الصباغة . وبعد أن استنفدت هذه المواد الغرض منها وهو صباغة النسيج وضعت في مخزن بعيد وأهملت . ولم يكن يعرف العلماء في ذلك الوقت أن بعض هذه الأصباغ يحمل معه سراً أهم بكثير من قدرته على تغيير لون الأنسجة .

وانقضى أكثر من عشرين عاماً قبل أن يكتشف كيميائيون آخرون من نفس الشركة هذا السر الذي تختزنه هذه الأصباغ معها . ففي سنة 1930 بعث الدكتور جيرهارد دوماك مدير معهد فارين للباثولوجيا التجريبية ، الكثير من مركبات أصباغ الآزو من مرقدها بمخازن الشركة وبحث قدرة هذه المركبات على إبادة الميكروبات . وما أن مضت ثلاث سنوات حتى وجد هو ومساعدوه أن صبغاً أحمر من هذه الأصباغ له قدرة خارقة للعادة في علاج فيران التجارب المصابة بالبكتريا السبحية (ستربتوكوك) دون أن يكون لهذا المركب أي تأثير ضار على هذه الفئران وحقت التجارب التالية هذا الاكتشاف .

وقبل أن يمضي وقت طويل سنحت للدكتور دوماك الفرصة لاختبار مدى تأثير هذا المركب الذي سماه " برونترول " على الإنسان المريض . وكانت ابنته الصغيرة من أولى الحالات التي جرب فيها هذه المادة فلقد أصيبت ابنته بالتهاب نشأ من وخز إبرة واشتد عليها المرض حتى أصبحت قاب قوسين أو أدنى من الموت . وجرب معها الأطباء كل علاج معروف لديهم بل لجئوا إلى الجراحة كملاذ أخير يأس لوقف انتشار الميكروب . وأخيراً وقد انعدم كل أمل يرجى من مجهوداتهم فكر الدكتور دوماك في تجاربه على صبغته الحمراء وأثرها العجيب على الفئران المصابة . وكانت أبحاثه قد أقنعت نصف الإقناع بأنه يمكن استخدام هذا الدواء بنجاح في الإنسان . غير أنه حتى هذا الوقت لم تواته الفرصة لإثبات صحة نظريته . وكان عليه أن يوازن بين مخاطرته بالقيام بالتجربة على ابنته الصغيرة وبين الحالة الميئوس منها التي تقابلها الطفلة المسكينة ، قبل أن يقرر استخدام دوائه الجديد . وبسرعة حضر جرعة منه على هيئة مسحوق أعطاه لطفلته لتبتلعه . وكانت النتيجة عجيبة إذ انكسرت حدة الحمى وهبوط الورم ثم تلاشى نهائياً وأخيراً استردت الفتاة صحتها . وهنا ظهر السحر حقاً في مجال الطب .

وباحتراس شديد استخدم الأطباء في مختلف أنحاء ألمانيا " البرونتوزيل " في علاج مرضاهم وكتبوا تقاريرهم عن النتائج العجيبة التي حصلوا عليها باستخدام هذا العقار . وكتب الدكتور دوماك تقريره العلمي عن دوائه العجيب في سنة 1935 واصفاً بطريقة يشوبها التحفظ العلمي التقليدي قدرة هذا العقار الخارقة للعادة كما لاحظها من تجاربه على حيوانات التجارب . ومن معالجته للآدميين .

وتلا هذا أن قامت شركة فارين بتسجيل " البرونتوزيل " تجارياً معتقدة أنها قد حصلت على مادة أقرباذينية مريحة . غير أن هذا الاعتقاد لم يعيش طويلاً .

حيث قام كيميائيان فرنسيان من معهد باستور بباريس فأخذا كمية من البرونتوزيل وحللاها تحليلاً مستقيماً . فظهر لهما أن اللون الأحمر لهذه الصبغة ينشأ عن جزء منها يعطيها هذا اللون المميز . أما الجزء الهام من الناحية العلاجية لهذا العقار فوجداه يتكون من مادة السلفانيلاميد . وكان هذا الجزء الذي نشأ من تحلل البرونتوزيل في جسم الإنسان هو الذي يقوم في محاربة الميكروبات .

وما إن اكتشف مكونه الفعال حتى بدأ الكيميائيون في الدول الأخرى في إنتاج أشكال أخرى من هذا العقار . وأنت استعمالته الطبية في إنجلترا وفرنسا بنفس النتائج العلاجية الرائعة التي حصل عليها الأطباء في ألمانيا . ومع كل نجاح حصل عليه الأطباء ازدادت شهرة مركبات السلفا . وفي سنة 1936 بدأ أول ظهور للسلفانيلاميد في الدوائر الطبية الأمريكية . وما أن حلت سنة 1937 حتى كان جميع أطباء الأمريكيين قد عرفوا هذا العقار واستخدموه بل ابتدعوا في عمل اكتشافات جديدة في هذا المجال . ويفضل السلفانيلاميد أمكن للأطباء أن يتغلبوا على أمراض كان يظن سابقاً أنها تستعصي على العلاج وكان الكثير من هذه الأمراض ينشأ من إصابة بالبكتريا السبحية ، تلك العائلة الصعبة المراس من الميكروبات التي تشبه الكرات الصغيرة والتي تتشابك مع بعضها على هيئة حبات المسبحة أو العقد . ومن بين الأمراض التي تنقلها هذه الميكروبات نجد الأمراض البسيطة والأمراض الخطيرة مثل التهاب اللوزتين والتهاب الحلق ومرض الحمرة وتسمم الدم . واستسلمت أنواع أخرى من البكتريا المرضية لفعل عقار السلفانيلاميد مثل البكتريا التي تسبب بعض أنواع الالتهاب الرئوي . ولاحظ الأطباء بعد الفترة الأولى التي استخدمت بها مركبات السلفا بكثرة أن هذا العقار السحري له بعض الآثار السيئة ، فبعض المرضى الذين عولجوا به اشتكوا من أعراض الحساسية . وفي بعض الحالات القليلة كان للعقار تأثير سيئ على كريات الدم الحمراء والبيضاء . وسريعاً ما انهمك الكيميائيون في أبحاث لتحسين مركبات السلفا وإبعاد تأثيراتها المسببة لأمراض الحساسية.

ومع أن السلفانيلاميد مازال يستعمل إلى اليوم لا أنه لا يزيد أهمية عن مركبات السلفا المستعملة الأخرى . والمركبات الأخرى الأقوى تأثيراً على البكتريا الضرة تشمل السلفابيريدين والسلفاثيازول والسلفاديازين والسلفاجوانيديين والسلفاميرازين والسلفاميثازين التي قللت من خطر التسمم بمركبات السلفا وإن كانت تسبب أحياناً بعض أعراض الحساسية الخفيفة لبعض المرضى . ومازال الكيميائيون يقومون بأبحاثهم على مركبات السلفا لتحسينها ، ومن ضمن المشاكل التي عليهم أن يحلونها قدرة بعض أنواع البكتريا على اكتساب نوع من المناعة ضد التأثير القاتل لمركبات السلفا .

إلا أن البحث في مجال مركبات السلفا قل إلى حد ملحوظ منذ السنوات القليلة التي سبقت الحرب العالمية الثانية بسبب اكتشاف مثير في دنيا العقاقير العجيبة هو " المضادات الحيوية " . ويركز الكيميائيون اهتمامهم في هذه الأيام في توسيع هذا الحقل الجديد .

والمضادات الحيوية ما هي إلا مواد كيميائية أنتجت كائنات حية من خصائصها أنها تكبح جماح العمليات الحيوية لكائنات أخرى دقيقة وبذلك تقاوم فنكها بجسم الإنسان . وباستعمال هذه الكيماويات

على هيئة عقاقير قام العلماء بثورة كبيرة في معتقداتنا عن العلاج الطبي . وعن طريق هذه العقاقير المضادة الحيوية والتي في متناول يدنا هذه الأيام يمكن للأطباء أن يوقفوا بل وأن يعالجوا أي مرض من الأمراض الأساسية التي تتسبب عن الميكروبات . وهنا يجب أن نستثني بعض الأمراض التي تتشأ بسبب الفيروسات مثل الزكام وشلل الأطفال .

ففي عام 1928 تم اكتشاف هام شجع الباحثين في هذا المجال ، وكان الذي توصل إلى هذا الكشف هو الدكتور الكسندر فليمنج الإنجليزي الذي كان يقوم بأبحاثه في مخبر متواضع بمستشفى سانت ماري بلندن حيث كان يقوم بعمل عدد من المزارع المختلفة يحده الأمل في الوصول إلى طرق أفضل للتمييز بين السلالات المختلفة لمجموعة البكتريا المسماة " ستافيلو كوكس أوريس " ذلك الميكروب اللعين الذي يسبب الدمامل وأنواعاً مختلفة أخرى من الالتهابات . وبينما كان يقوم بفحصه المعتاد اليومي لمزارعه المختلفة لاحظ فليمنج شيئاً غريباً في أحد الأطباق الزجاجية التي تحتوي على المزارع ، فلقد نما عفن أزرق مخضر في وسط مزرعة من بكتيريا الستافيلو كوك . وكان هذا شيئاً مثيراً في حد ذاته . ولكن ما أثار اهتمامه أكثر وجود حلقة عديمة اللون وشفافة محيطية بالبكتيريا ، وقام فليمنج بفحص سريع لهذه الحلقة أثبت عدم وجود البكتيريا فيها .

وكان هذا أحد التطورات الغير متوقعة التي يجب على العلماء أن يتدبروا بصبر لمقابلتها وسرعة اكتشافها . ولذلك لم يضع الدكتور فليمنج وقته سدى بل انكب على دراسة الأسباب التي تسببت يف إفساد مزرعته . وبعد دراسة سريعة مستفيضة استنتج أنه ربما تسرب أحد الميكروبات من خارج الحجرة مع نسمة من الهواء خلال نافذة مفتوحة وحط رحاله بمحض الصدفة في إحدى أطباق المزارع . وتمكن هذا الميكروب الدخيل من تثبيت أقدامه خلال ساعات قليلة وأنتج هذا العفن الأزرق المخضر . وحتى يتمكن الميكروب من الحياة وسط البكتيريا الموجودة في المزرعة بدأ هذا الميكروب في إنتاج مادة كيميائية قاتلة لبكتيريا ستافيلو كوك وأدى هذا إلى إبادة أعداد لا حصر لها من البكتيريا داخل الحلقة الشفافة . وسريعاً عرف البكتريولوجيون أن هذا العفن الأزرق المخضر هو الفطر المسمى علمياً " بنيسيليوم نوتاتم " وقام الدكتور فليمنج بزراع هذا الفطر في محاولة للحصول على المادة الكيميائية الغامضة التي ينتجها

وكانت هذه المحاولة تستدعي الصبر الطويل والجهد المضي ، ولكن العلماء نحووا في استخلاص سائل بنى . وانتاب فليمنج الفضول لمعرفة تأثير هذا السائل على البكتيريا في الكائنات الحية . لذلك حقن بعض الفئران البيضاء بميكروبات الستافيلو كوك والستريتو كوك والبنيمو كوك ، وبعد ذلك أعطى هذه الفئران جرعات من العقار الجديد السحري وقبل أن يمضي وقت طويل لاحظ نتائج غريبة فسريراً ما انطلقت الفئران تتحرك وبدت عليها الصحة مرة ثانية . ووضح أن الخلاصة السحرية للعفن والتي سماها بالبنسلين ، قد أدت مرة أخرى إلى إبادة البكتيريا المعدية . ومرت سنوات إلى أن اهتمت الحكومة الإنجليزية وكذلك المؤسسات الخيرية الأمريكية والإنجليزية اهتماماً كبيراً بأبحاث فليمنج . وكننتيجة لهذا

الاهتمام قدمت مساعدات مالية للتمكن من إنتاج البنسلين النادر بكمية مناسبة تمكن من تجربته في المرضى البشر .

وتم أول حقن للبنسلين في جسم إنسان عام 1941 في مستشفى راد كليف بجامعة أكسفورد حيث كان يرقد أحد رجال البوليس في حالة أقرب إلى الموت منها للحياة بسبب إصابته بالتهاب مكروبي نشأ عن جرح بوجهه أثناء حلاقة ذقنه بالموسى . وكان وجه المريض كتلة من الخراييج وجسمه يلتهب بالحمى ولم تفلح عقاقير السلفا أحسن الأدوية الطبية آنذاك في تحسين حالته . وكما لاذ أخير قرر الأطباء أن يحاولوا علاجه بالبنسلين لاختبار قوة هذا العقار .

وعندما حقن الأطباء المادة في جسم المريض ووقفوا بجانبه لملاحظة معجزة طبية ، إذ هبطت حرارة المريض بشدة بسرعة وظهر التحسن على صحته وبدا خلال خمسة أيام أنه في طريق الشفاء . ولكن لسوء حظه نفذت كمية البنسلين فانتكس إلى حالته الأولى وتوفى بعد ذلك . وحصل نفس الشيء حينما جرب العقار على مريض آخر إذ تحسنت حالته طوال الوقت الذي أعطي فيه البنسلين ولكن ما إن توقف العلاج بسبب نفاذ كمية الدواء حتى انتكس المريض وكسب الموت المعركة . وبالرغم من هذا شجعت هاتان التجربتان على القيام بتجارب أخرى . وركز العلماء اهتمامهم بجمع كمية كافية من العقار أملاً في أن تؤدي إلى شفاء مريض آخر قبل أن تنفذ .

وفي هذا الوقت كانت الحرب العالمية الثانية في ذروتها ، وكانت الآلاف المؤلفة من الجنود الجرحى في حاجة إلى عناية طبية . ونظر المسؤولون إلى البنسلين كحليف قوي في كفاحهم ضد الأمراض الوبائية والالتهابات . وكانت العقبة الوحيدة والكبيرة الأهمية أيضاً تتمثل في أن الطرق العملية المستخدمة والتي تنتج كميات ضئيلة من البنسلين غير مناسبة أبداً لمقتضيات الحرب . ولذلك كان يستلزم الأمر إيجاد طريقة جديدة يمكن بها إنتاج البنسلين بوفرة حتى يمكن لهذا العقار أن يلعب دوراً هاماً في إنقاص خسائر الحرب .

حيث قامت شركة فايزر المتخصصة في كيمياء التخمر واستخدام الخميرة والعفن والبكتيريا ، في إنتاج المواد الكيماوية الخام الأساسية التي تلزم صناعة المواد الغذائية والعقاقير بمجهود كبير لحل بعض المشكلات المعقدة التي كان يجب التغلب عليها قبل أن يمكن إنتاج البنسلين بوفرة . وكان من ضمن هذه المشاكل اكتشاف وسط أفضل يلائم نمو العفن أكثر من الوسط الذي استخدم من قبل . وكذلك الحصول على سلالة من العفن تتكاثر أكثر من غيرها ، وأيضاً التوصل إلى طرق للحصول على العقار وتنقيته . ومن بين هذه السلالات أعطى العفن " بينيسيليوم كريزوجينيم " وهو أحد أقارب " بينيسيليوم نوتانم " الذي اكتشفه الدكتور فليمنج نتائج أفضل في هذا المجال

وأنقذ البنسلين خلال السنوات الأخيرة للحرب العالمية الثانية حياة أعداد لا حصر لها من المحاربين الذين كانوا سيلاقون الموت دون شك بسبب الالتهابات الخطيرة لو لم يتيسر لهم هذا العقار السحري .

وأدى النجاح الحماسي للبنسلين في وقت الحرب بالإضافة إلى استخداماته المتعددة بنجاح في المدة التي تلتها ، إلى أن بدأ العلماء في برنامج واسع من أجل الحصول على عقاقير أخرى من المضادات الحيوية ، وأمكن الحصول على الستربتوميسين من ميكروبات تنتمي إلى عائلة " ميستر بتوميسيس جريسيس " وتنتمي هذه العائلة إلى مجموعة من البكتيريا أكبر منها تسمى اكينوميسيتس ، وأكبر نصر حققه الستربتوميسين وتوأمه المكتشف بعده الدايهيدروستريونوميسين هو تأثيرهما القوي على ميكروب السل . ففي حالات متنوعة من هذا المرض لم يوقف هذان العقاران تقدم المرض فقط ولكن قضيًا عليه .

وقبل أن يمضي وقت طويل على استعمال الأطباء للستربتوميسين لاحظ الأطباء آثار غير سارة على بعض المرضى الذين عولجوا به وقلل هذا إلى حين من بريق هذا العقار العجيب . حيث عانى بعض المرضى من أعراض سامة شديدة من بينها الغثيان والقيء واضطراب وظائف الكليتين وتلف الأعصاب الذي يسبب الصمم . وعلاوة على ذلك ظهر أن البكتيريا تمكنت من إعطاء أجيال جديدة يمكنها مقاومة العقار ولذلك جمع العلماء معلوماتهم ومجهوداتهم للتغلب على نقط الضعف هذه .

وخلال هذه الأبحاث الكثيرة والمستفيضة في معامل أبحاث الشركات الدوائية والمخابر الحكومية للولايات المتحدة عملت أبحاث على عشرات آلاف من عينات الميكروبات التي أحضرت من كل مكان في أمريكا وكذلك من أنحاء العالم المختلفة وطلب من الطيارين عبر البحار ورجال الإرساليات والسائحين الأمريكيين أن يقدموا مساعدتهم بإحضار عينات من التربة والأوراق المتعفنة وفضلات زرائب الحيوانات أو من أي نوع من المواد يشك في أنه يحمل بين طياته أي نوع من الكائنات الدقيقة . وأدت هذه الأبحاث إلى النتائج التي كانت ترجى منها باكتشاف الأريوميسين والكلورميسيتين . وهذان العقاران مثل الستربتوميسين تنتجها كائنات دقيقة تنتمي إلى مجموعة الأكينوميسيتس .

وظهر أول اختبار ميداني لفعالية الكلورميسيتين في عام 1947 أثناء انتشار التيفود بشكل وبائي في مدينة لاباز بجمهورية بوليفيا . إذ أرسلت كمية محدودة من العقار العجيب بالطائرة إلى لاباز وأعطى الدواء لاثنتين وعشرين مريضاً شفوا جميعاً ، بينما توفي أربعة عشر مريضاً من خمسين مريضاً آخرين لم يوجد عقار لهم وعولجوا بالوسائل العادية . وأثبتت حالات كثيرة أخرى في الولايات المتحدة وغيرها من الدول القدرة العلاجية لكل من الكلوروميسيتين والأورويوسين وأدى ذلك إلى تزايد طلب الأطباء لهذين العقارين وتزايد استعمالهم لهما .

وميزة أخرى لهذين العقارين تبدو في ندرة الآثار السيئة التي تتسبب عن استعمالهما . وكذلك وجد الأطباء أن لهما تأثيراً كبيراً في إبادة البكتيريا التي اكتسبت مناعة ضد البنسلين والستربتوميسين . وفي عام 1948 اكتشفت معجزة دوائية أخرى هي " النيوميسين " وإحدى الاستعمالات المفيدة لهذا العقار هو استعماله كمطهر داخلي في العمليات الجراحية التي تستدعي فتح البطن .

وعادة لا يمكن إنتاج العقاقير المضادة للحوية بسرعة كبيرة . والسبب الرئيسي لذلك بطء عملية نمو العفن الذي ينتج العقار المطلوب . غير أنه في حالة الكلوروميسيتين تمكن العلماء من إنتاج الدواء

كيمياوياً ودون الحاجة إلى العفن . وساعد هذا في الإسراع في عملية إنتاج هذا الدواء . وهذه هي الحالة الأولى التي أمكن فيها إنتاج أحد العقاقير المضادة للحبوية بطريقة كيمياوية .

ثم اكتشف العلماء في عام 1949 عقاراً جديداً من سلسلة العقاقير المضادة للحبوية تحت اسم " تيراميسين " الذي حطم الرقم القياسي .

والعقاقير المضادة للحبوية التي ذكرناها سابقاً ليست هي كل العقاقير التي يمكن للأطباء الحصول عليها في وقتنا الحالي . فمنذ أن بعث اكتشاف البنسلين الروح في البحث العلمي في ميدان المضادات الحيوية بحث العلماء في الآلاف العديدة من عينات البكتيري . ومن ضمن مئات العينات التي أوحى بالأمل في قدرتها العلاجية لم يكن إلا لعدد قليل منها قيمة علاجية فعالة ، وفي حالات كثيرة أثبتت العقاقير المضادة للحبوية أنها بجانب كونها قاتلة لجراثيم الأمراض ذات تأثير سام على المرض ولذلك لم يتمكن الأطباء من استخدامها .

وألم النجاح الرائع الكيماويين في كل مكان الرغبة الصادقة في استمرار البحث من أجل عقاقير جديدة مضادة للحبوية . وفي كل يوم تقريباً نسمع عن اكتشاف جديد في هذا الميدان . ومن بين المعجزات الحديثة نرى الأنيزوميسين والباسيتراسين والسيلستيسيتين والسبيراميسين والسيكلوسيرين والماناميسين وبعض هذه العقاقير تأثيرها أشد من البعض الآخر والسبب في ذلك يرجع إلى قدرة البكتيريا على اكتساب مناعة ضد بعض هذه العقاقير .

وبالإضافة إلى مجهود الكيماويين في البحث عن عقاقير جديدة اكتشفوا طرقاً لمزج هذه العقاقير المضادة للحبوية بالفيتامينات . وبذلك تمكنوا من إيقاف الأمراض الخطيرة ومن تقوية المريض في نفس الوقت . وأمکن لهذه العقاقير أن تقوم بثورة في فن العلاج الطبي ، وفي أنحاء كثيرة من العالم أدت هذه العقاقير إلى التغلب على الأمراض المعدية التي تعتبر سبباً رئيسياً للوفاة . وإلى حد كبير أمكنها أن تخلص الإنسانية من عدد كبير من الأمراض ، إضافة إلى تقليل نفقات العلاج .

وإذا ما قارنا أرقام جرحى الحرب العالمية الثانية حيث لم يكن يستخدم من العقاقير المضادة للحبوية سوى البنسلين بأرقام جرحى الحرب الكورية حيث استخدم عدد كبير من العقاقير المضادة للحبوية ، لوجدنا أن نسبة الجرحى الذين تم شفاؤهم في الحرب الكورية بالنسبة لعدد الجرحى كلهم يزيدون بنسبة 50% عن نظائرهم في الحرب العالمية الثانية .

ولم يقتصر نجاح الكيمياء في مجال الطب على المعجزات الدوائية التي سبق أن ذكرناها . وإذا خلقت الكيمياء عدد كبيراً من الأدوية الرائعة مثل الكورتيزون و الأكتة " ACTH " وهما أهم اثنين من مجموعة عجيبة من العقاقير تسمى " بالهرمونات " .

و الهرمونات من الناحية الكيماوية مركبات معقدة التركيب تتكون أساساً من مواد تسمى " بالستيرويدات Sterolas " التي تكون بدورها " مركبات ستيرويدية Steroid Compounds " وهذه المركبات هي المكونات التي تعطي للهرمونات خصائصها العجيبة . بدراسة المواد الستيرويدية وفصل مركباتها ،



وخلال هذه الدراسة تم اكتشاف الكورتيزون ذلك العقار العجيب الذي فصل بنجاح لأول مرة عام 1935 ، ولمدة من الوقت سمي " بالمركب 5 " لأنه كان خامس مركب من مجموعة المركبات الستيرويدية التي أمكن فصلها.

والكورتيزون الاسم الأكثر شيوعاً للمركب 5 ، هو هرمون من هرمونات الغدتين الجار كلويتين وهما كرتان صغيرتان من الأنسجة تلتصقان بأعلى الكليتين ، ويعرف الجزء الداخلي من الغدة باسم النخاع ويفرز نوعاً واحداً من الهرمونات ، والجزء الخارجي يسمى بالفشرة ويفرز هذا الجزء من الغدة ثمانية وعشرين هرموناً أحدها هو الكورتيزون .

وواتت العلماء اللحظة الحرجة لاستخدام الكورتيزون في عام 1948 إذا أعطي العقار السحري لسيدة شابة ألم بها التهاب المفاصل قبل ذلك بأربع سنوات ساءت خلالها حالتها ولازمت الفراش بسبب تورم مفاصل يديها ورجليها الشديد وتخشبها والآلام المبرحة بها . وأعطي لها الهرمون وهي في تلك الحالة السيئة . وبعد ثلاثة أيام من الجرعتين الأوليين أمكن للمريضة أن تتحرك في فراشها بصعوبة قليلة ، وفي اليوم الرابع أخبرت طبيبيها بنقص كبير في الآلام التي تشعر بها ، وبعد أسبوع أمكنها الوقوف والتجول في الشارع لعدة ساعات لشراء حاجياتها . ودعمت هذه الحالة والحالات الأخرى التالية مركز ذلك الهرمون كعقار سحري جديد .

وأمكن الحصول على أول كمية متناهية في الصغر من بلورات الكورتيزون من السائل الصفراوي لأحد الثيران ، ثم استحصل من جذور نبات نوع من الدرنات ينمو في المناطق الحارة يسمى " بارياكو". وينمو هذا النبات شيطانياً في أدغال المكسيك . واليوم يكوّن هذا النبات المصدر الرئيسي الذي يحصل منه على الكورتيزون . ولقد أثبت الكورتيزون أنه علاوة على المساعدة الضخمة التي يقدمها للملايين الذين يقاسون من التهاب المفاصل ، فهو أيضاً عقار قوي شديد التأثير في علاج الحمى الروماتيزمية وبعض أمراض العيون والربو وبعض الأمراض الجلدية المستعصية بالإضافة إلى أكثر من ثلاثين مرضاً آخر.

وقام العلماء بعد ذلك بالأبحاث التي أدت إلى الحصول على الهرمون الذي يسمى " ادرينو كورتيكو تروفيك Adreno Cortico Trophic Hormone" أو تجارياً باسم " أكتة ACTH " ومصدر هذا الهرمون هي الغدة النخامية ، وهي غدة صغيرة توجد أسفل المخ في منتصف الجمجمة تقريباً ، وهذه الغدة تضبط وظائف أكثر من عشرين غدة أخرى توجد في جسم الإنسان من بينها الغدتان الجار كلويتان .

وهذا الهرمون الذي نحن بصددده والذي تفرزه الغدة النخامية ينشط قشرة الغدتين الجار كلويتين لإفراز الكورتيزون . وعندما لا تتمكن الغدتان الجار كلويتان من الاستجابة لأوامر الغدة النخامية لإفراز الكورتيزون يبتلى الجسم الإنساني بالتهاب المفاصل ولا مجال هنا لذكر حوالي 40 مرضاً آخر يمكن الإصابة بها .

وبالرغم من أن الأطباء وجدوا أن الأكتة له نفس تأثير الكورتيزون على التهاب المفاصل وبعض الأمراض الأخرى ، إلا أن تركيبه الكيماوي وكذلك طريقة تأثيره تختلف اختلافاً بيناً عن الكورتيزون . فبينما يكون الكورتيزون أحد مجموعة كبيرة من المركبات تسمى الستيرويدية فإن الأكتة هو أحد الهرمونات البروتينية .

وفي منتصف القرن العشرين قدم العلماء إلى الأطباء هرموناً جديداً هو المركب رقم 6 أو " الهيدرو كورتيزون " الذي هو أقوى في تأثيره من الكورتيزون ، وله ميزة خاصة فهو مفيد في العلاج الموضعي إذا كان هدف هذا العلاج شفاء مفصل أو مفصلين ملتهبين . وهذا العلاج الموضعي يبعد عن المريض الآثار الجانبية السيئة التي قد يسببها العلاج الكامل بالهرمونات .

وفي عمليات تقنية ودراسة خواص الكورتيزون والعديد من مشتقاته توصل الكيميائيون إلى معرفة كثير من الهرمونات الجديدة التي يرجى منها الكثير .

ومن بين هذه الهرمونات نذكر ثلاثة هي " الفلورو هيدرو كورتيزون ، والميتا كورتاندا رالون ، والميتا كورتاندا سين " . ولقد ظهر أن تأثير الأخيرين أقوى ثلاث مرات من الكورتيزون ثم درست بعض الهرمونات الأخرى مثل " التستوستيرون و الأستروجن " لمعرفة إمكاناتهما في علاج بعض الأمراض الجسمانية . ويأمل الأطباء في أن بعض هذه الهرمونات الجديدة سوف تساعد في علاج بعض أنواع السرطان وبعض أنواع العلل العقلية .

كل العقاقير التي أشرنا إليها تنتمي إلى عائلات أو مجموعات . وهناك أنواع أخرى من العقاقير توجد على حالة انفراد أو في مجموعات . وأحد هذه العقاقير الذي يثير الاهتمام هو فيتامين ب 12 ، وبالرغم من أن هذه المادة تنتمي أساساً إلى عائلة الفيتامينات ، فإنه في غالب الأحيان ينظر إليه كعقار منفرد بسبب خواصه المتميزة .

قبل عام 1926 كانت الأنيميا الخبيثة ، ذلك المرض الذي يصيب كريات الدم الحمراء ، تتسبب في وفاة نحو خمسين ألف من الأمريكيين كل عام . وبعد ذلك وجد الأطباء أنه بتغذية المصابين بالأنيميا بكميات كبيرة من الكبد أمكن الحد من هذا المرض . وظهرت رغبة جارفة بين العلماء لفصل هذه المادة المضادة للأنيميا الخبيثة من الكبد ، وأمضوا سنوات طويلة في المخبر بحثاً عنها . ونجحوا أخيراً في سنة 1948 حينما اكتشف أحد الباحثين بمخابر شركة ميرك هذه المادة الكيماوية على هيئة فيتامين ب 12 .

وحينما تم تحضير كميات نفيسة من هذا العقار الرائع لأول مرة ظهر للعلماء أن عملية استخلاص الكميات اللازمة لتعميم العلاج به مسألة تحتاج إلى أبحاث تماثل التي تمت لاكتشافه . فالطن من الكبد يعطي حوالي 20 مليجراماً من فيتامين ب 12 . ولكن لحسن حظ العلماء وجدوا أنه يمكنهم الحصول على هذه المادة الكيماوية كنتاج ثانوي من نواتج تحضير الستيرتومييسين ، وحيث أن مزارع الستيرتومييسين تكون في حجرات تخمير كبيرة أمكن الحصول على فيتامين ب 12 بكميات كبيرة .

والعقاقير المضادة للتجلط تكوّن في وقتنا الحاضر مجموعة هامة من العقاقير المعجزة . هذه العقاقير تؤخر عملية تجلط الدم ، ونذكر منها على سبيل المثال : الدايكيو مارول و الترو مكسان و الهيبارين و الهيدبولين ومزيج من الستريتنو كيناز و الستريتنو دورناز . ولقد أثبتت بعض هذه العقاقير فائدتها الكبيرة للمرضى الذين يقاسون من بعض أنواع أمراض القلب مثل الذبحة الصدرية ، وتنشأ الذبحة الصدرية أساساً من جلطة في الدم تؤدي إلى حجز الدم عن عضلة القلب .

اكتشف أول عقار من هذه العقاقير وهو الدايكيو مارول أثناء أبحاث أجريت لمعرفة سبب حالات وفاة غريبة في أبقار بعض المزارع ، إذ بدا أن الأبقار في هذه المزارع يصابها مرض فجائي ينتج عنه نزيف لا يمكن وقفه يؤدي إلى الوفاة .

ولقد وجد أن الأبقار كانت تأكل برسيماً تالفاً يحتوي على مادة كيماوية هي التي سببت هذا النزيف المميت . وفي أوائل عام 1940 تمكن العلماء من فصل الدايكيو مارول من البرسيم التالف . وبالرغم من تأثير هذه المادة المميت على الأبقار التي تحصل على جرعة أكثر من اللازم ، من هذا المركب أمكن للعلماء أن يقدروا بسرعة إمكانية استخدام هذه المادة في علاج بعض أمراض الإنسان التي تنتسب عن تجلط الدم . وأدت الأبحاث التالية على الدايكيو مارول إلى إنتاجه كيماوياً ، وكذلك إلى اكتشاف العقاقير الأخرى المضادة للتجلط التي ذكرناها سابقاً . واستخدمت هذه العقاقير في الميدان الطبي بعد الحرب العالمية الثانية .

ومجموعة أخرى من العقاقير المعجزة تعمل عكس المجموعة السابقة أثبتت بفضل سحر الكيمياء فائدتها العظيمة في ميدان العلاج . هذه العقاقير تساعد الدم على التجلط في حالات النزيف الشديدة . إذ كثيراً ما يقابل الأطباء في حالات الجروح الشديدة أو الحوادث الخطيرة وفي بعض الأحيان أثناء العمليات الجراحية بنزيف شديد في أماكن يصعب الوصول إليها ، ولا يمكن استخدام الطرق المعتادة مثل ربط الأوعية الدموية أو خياطتها في وقف النزيف في مثل هذه الحالات ، ولقد تغلب الأطباء على هذه الصعوبة إلى حد كبير باستخدام عقار معجز هو " الثرومبين " وهو مادة حضرت من دم الإنسان . و الثرومبين هو في الواقع عامل هام في عملية تجلط الدم العادية . وتوصل العلماء أثناء بحثهم عن مادة يمكن استخدامها مع الثرومبين . ويمكن للأنسجة الإنسانية أن تمتصها . إلى اكتشاف مادة ظهر أن لها مميزات في عملية تجلط الدم أيضاً . هذه المادة نوع من الجلوتين النقي جداً . وتعرف هذه المادة تجارياً باسم " Gel Foam " ويمكن استخدامها في وقف النزيف وحدها أو مع الثرومبين . ومادة أخرى من هذا النوع حضرت من نشاء الذرة تسمى بالنشء الإسفنجي . ولقد قرر الأطباء أن النشء الإسفنجي له تأثير كبير في وقف النزيف وخاصة في الحالات التي تلي الولادة بعملية قيصرية . ويمكن خياطة الجيل فوم وكذلك النشء الإسفنجي في الجروح إذا استدعى الأمر ذلك حيث يمكن للأنسجة الجسم امتصاصها .

قام العلماء خلال الحرب العالمية الثانية بدراسة مستفيضة لدم الإنسان ، وكانت نتيجة هذه الأبحاث معرفة واسعة لهذا السائل الحيوي بالإضافة إلى اكتشاف عدد من المواد الهامة في مجال العلاج الطبي

مثل العقاقير التي تسبب تجلط الدم التي ذكرناها . ومن المواد الأخرى التي أمكن فصلها والتي أثبتت فائدتها في الطب نجد " ألبومين المصل " الذي ظهر أنه بديل جيد للبلازما وخاصة في حالات الصدمات أو الحروق الشديدة .

وأحد مكونات الدم الهامة هو " الجاما جلوبيولين " . ولقد أثبت هذا العقار العجيب فائدته في حالات الأنفلونزا والحصبة و الدفتريا والحمى القرمزية ولقد كان الجاما جلوبيولين أول عقار يظهر الرجاء منه في مقاومة مرض شلل الأطفال .

ولقد جمع الكيميائيون والأطباء معلوماتهم وفنهم لبحث موضوعات متنوعة في ميادين تخصصهم خلال الحرب العالمية الثانية . ولقد حصلوا على نتائج مذهلة . ومن هذه النتائج الهامة أهم ما وصل إليه العلماء هو ابتكارهم لعقارٍ شافٍ للملاريا بدل العلاج التقليدي لهذا المرض والذي يتطلب استعمال الكينين الذي يحصل عليه من قلف أشجار السينكونا . وهذا البديل للكينين هو " الأتيرين " الذي مكّن جنود الحلفاء من الحياة والقتال في مناطق الملاريا بجنوب غرب الباسفيك والأماكن الأخرى من العالم التي ينتشر فيها هذا المرض . وأثبت الأتيرين أنه أقوى من الكينين في القضاء على الملاريا .

من بين جميع أمراض الإنسان التي يجاهد الطب في سبيلها لا نجد أسوأ من الاضطرابات العقلية . ولقد قدر أن مرضى العقول يحتلون نصف عدد الأسرّة الموجودة في جميع مستشفيات الولايات المتحدة ، وهذا يعطي فكرة عن المشكلة التي تواجه أطباء العقول في هذا البلد . وحديثاً قدمت الكيمياء مساعدة كبيرة للأطباء في هذا الميدان على هيئة عقارين جديدين هما : " الكلور برومازين " و " الريزيربين " اللذان أظهرتا فائدتهما في تخفيف بعض أنواع الاضطرابات العقلية . وحينما يعطى هذان العقاران للمرضى فإنهما يعملان على تهدئتهما حتى أن أشدهم هياجاً يستسلم للأطباء إكمال علاجه بالوسائل العلاجية الأخرى . وأثبت الريزيربين الذي يستخلص من نبات الراولفيا سرينتيننا أنه مفيد جداً في حالات ضغط الدم العالي . وأنتج الكيميائيون أيضاً عقارين هما " الهكسا ميثوفيوم " و " الهيدرا لازين " ولهما نفس الفائدة في حالات ضغط الدم المرتفع ، ذلك المرض الذي يؤدي بحياة الكثير كل عام .

ومن بين مساهمات الكيمياء جميعها التي أسهمت بها في حقل الطب لم يقابل واحد منها بمثل الترحيب الكبير الذي قوبل به " مصل الدكتور سولك " لشلل الأطفال . فمنذ الحرب العالمية الأولى يصيب هذا المرض الذي يؤدي إلى الشلل أعداداً متزايدة من الأطفال والبالغين في العديد من الدول . وبقي البوليو أو شلل الأطفال طليماً بالنسبة للأطباء لسنوات طويلة . ما هي طبيعة الميكروب الذي يسبب شلل الأيدي أو الأرجل أو الجسم كله وربما الوفاة ؟ .

وتعاون العقول المفكرة والإمكانيات المادية تمكّن الكيميائيون والأطباء أخيراً من كشف الكثير من خبايا البوليو أو شلل الأطفال . وظهر لهم أن سبب هذا المرض هو نوع من " الفيروسات " ، تلك الكائنات الدقيقة جداً التي يمكن أن تنتسب من أدق المرشحات ، وبمجرد دخولها جسم الإنسان تذهب إلى نهايات الأعصاب . وحسب ضراوة الفيروسات وقدرة الجسم على تكوين قوى مضادة له تتلف هذه

الفيروسات الخلايا العصبية الدقيقة بدرجات مختلفة تاركة ضحيتها مصابة بشلل طفيف أو خطير أو ربما الوفاة . وكانت إحدى معالم الطريق العامة في كفاح العلماء الطويل ضد شلل الأطفال اكتشافهم أن الجسم له القدرة على إنتاج مضادات قوية للفيروسات . وهذه الأجسام المضادة أمكن اكتشافها في دم مرضى البوليو الذين استرجعوا صحتهم نهائياً أو الذين كانت إصابتهم طفيفة من بادئ الأمر . ولقد وجدوا أيضاً أن الأجسام المضادة أكسبت الشخص مناعة طويلة الأمد ضد الفيروس اللعين الذي تغلبت عليه . ومن هذه الحقائق انبعثت فكرة تحضير مصل من فيروس شلل الأطفال لمحاربة المرض ولقد أنهى الدكتور سولك تقريره قائلاً : " إن المصل استحث جسم الإنسان على تكوين أجسام مضادة للمرض دون أن يكون للمصل آثار جانبية خطيرة " .

ويتم تحضير الطعم الذي اكتشفه الدكتور سولك بطريقة معقدة . إذ تسحق كلى القردة ثم تخلط بنوع من الإنزيمات تؤدي إلى تفكك أنسجة الكلية إلى خلايا ثم تغذى هذه الخلايا بمحلول مغذٍ يتكون من 68 مادة تشمل الفيتامينات والأحماض الأمينية . ويؤدي هذا الغذاء إلى تتكاثر الخلايا تكاثراً كبيراً . وتغذى مزرعة الخلايا لمدة أسبوع ثم يضاف إليها فيروس شلل الأطفال المأخوذ من قرد مصاب . ويزدهر الفيروس ويتكاثر ، وخلال أربعة أيام يقضي على جميع الخلايا ، بعد ذلك يضاف الفورمالين إلى المخلوط الذي يحفظ في درجة حرارة تماثل حرارة الإنسان لمدة أسبوع أو أكثر . يقتل الفورمالين الفيروس أو على الأقل ينزع منه قدرته على نشر المرض . ويتلو هذه الخطوات خطوات صغيرة أخرى من بينها إضافة مادة تحفظ الطعم وبذلك يكون معداً للاختبار .

وأثرت الكيمياء الساحرة تأثيراً عميقاً في الطب أدى إلى ثورة عارمة في مختلف ميادينه . ووضح هذا التأثير اشد الوضوح خلال النصف الثاني من القرن العشرين باكتشاف العديد من العقاقير الممتازة . وتخرج هذه العقاقير من معامل الأبحاث بسرعة هائلة حتى إن إدارة التغذية والأدوية الأمريكية تتلقى الآلاف من الطلبات للموافقة على إنتاج أدوية جديدة . وهذه الطلبات هي علامة طريق في التقدم الطبي .

وأن هذه العقاقير قد أدت إلى تغيرات ثورية في ميدان العلاج الطبي ، تغيرات تصيف سنوات إلى متوسط عمر الإنسان في جميع أنحاء العالم .

## الباب الثالث

### سحر الكيمياء في الزراعة

كان الكيماوي الألماني جوستوس فون ليبج من أبرز البحاثة الذين أوضحوا الارتباط الوثيق بين الكيمياء والزراعة . وكانت أبحاثه عن تركيب التربة وتغذية النبات والحيوان وكذلك الأسمدة من أهم الأعمال حتى لقد استحق أن يسمى بمؤسس الكيمياء الزراعية الحديثة وأسهم ليبج بالكثير من الأعمال في ميدان الزراعة ولكن كان أهمها وأعظمها أبحاثه على الأسمدة التي أدت إلى اكتشاف أن النباتات تحتاج إلى أكثر من اثني عشر عنصراً لنموها غير الماء وثنائي أكسيد الكربون حتى تنمو نمواً أفضل أهمها عناصر النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم . ومن ضمن الثلاثة عناصر هذه يعتبر النيتروجين أكثرها أهمية .

وخلال مئات القرون أدرك الفلاحون أن زراعة أرضهم بإفراط عاماً بعد عام يؤدي إلى تناقص في المحصول . وبطرقهم غير العملية اعتقدوا اعتقاداً كبيراً في أن النباتات تزيل من التربة العناصر الهامة . وبالتدريج فكروا في إعادة معظم المواد الغذائية إلى التربة بواسطة فضلات الحيوانات وبقايا النباتات المتعفنة ( السماء البلدي ) .

ثم اكتشفت بعد ذلك أن النتترات التي توجد طبيعياً في بعض الأماكن يمكن استعمالها كبديل عن السماء البلدي لأن النتترات تحتوي على كمية أكبر من النيتروجين . ووجدت أكبر مناجم للنتترات في

شيلي ، وسريعاً ما صدّرت هذه المادة إلى المناطق الزراعية في كل مكان في العالم . وأصبح التسميد بالنترات أفضل من التسميد بالسماذ البلدي وذلك لسببين : أولهما سهولة الحصول على كميات كبيرة من النترات وثانياً لأن استخدام السماذ الجديد كان أيسر وأسهل . ووضح أن النباتات التي تسمد بالسماذ الجديد تنمو جيداً وعلى قدم المساواة مع النباتات التي تسمد بالسماذ البلدي .

وكان استخدام النترات نعمة على المزارعين الذين كان عليهم أن يزيدوا من إنتاج المحاصيل الغذائية مثل القمح لمواجهة الاحتياجات المتزايدة التي تتطلبها الزيادة الكبيرة في عدد السكان في العالم . وفي هذا الوقت فكر العلماء باهتمام شديد في احتمال نفاذ النترات الطبيعي من المناجم الذي سيؤدي . بالإضافة إلى تزايد عدد السكان . إلى عدم تمكن المزارعين من إنتاج محاصيل غذائية بكميات كافية . لذلك توجد اهتمام الكيميائيون للحصول على النيتروجين من مصادر غير النترات الطبيعية . وبدعوا يبحثون في إمكانية الحصول على النيتروجين من الهواء ولم يمض وقت طويل حتى ابتدأ العلماء في مشروعات أبحاث تهدف كلها إلى الوصول إلى هذا الهدف .

والنظرة السريعة لعنصر النيتروجين نفسه تكفي لفهم سبب اهتمام العلماء بفكرة توفره للأغراض الزراعية . فهذا العنصر هو غاز عديم اللون والرائحة وهام جداً في العمليات الحيوية في النبات والحيوان على حد سواء . فكل كائن حي على هذه الأرض نباتاً كان أم حيواناً مقضى عليه بالفناء إذا اختفى هذا الغاز من الهواء الجوي . والنيتروجين يكوّن قريباً أربعة أخماس الهواء الذي نستنشقه . ولقد قدر العلماء أن كمية النيتروجين التي توجد في الهواء الجوي فوق مساحة قدرها هكتار واحد تبلغ 14.000.000 كغ غير أن الحيوانات أو النباتات لا يمكنها أن تستفيد من هذا النيتروجين مباشرة ويشذ عن هذه الحقيقة عدد قليل من النباتات .

ولا يمكن للكائنات الحية أن تحصل على فائدة من النيتروجين إلا إذا تثبت هذا العنصر واتحد مع عنصر الأكسجين . وتقوم الطبيعة بهذا العمل عن طريق العواصف الرعدية التي تسبب الشرارة الكهربائية التي يحصل فيها تثبيت نيتروجين الهواء بأكسجينه . ويحمل المطر المواد المتكونة على هيئة حامض نتريك وحامض نتروز . وتقوم البكتريا الموجودة في التربة بتحويل هاتين المادتين اللتين تحويان النيتروجين المثبت إلى مواد يمكن للنبات أن يستفيد منها . وعندما يأكل الإنسان والحيوانات النباتات يستفيدون من النيتروجين الموجود فيها . ويحصل الإنسان أيضاً على النيتروجين حينما يتغذى على لحوم الحيوانات التي سبق أن تغذت على النباتات .

كان من بين الأوائل الذين نجحوا في عملية تثبيت النيتروجين الجوي لعالم النرويجي كريستيان بيركلاند الذي بنى أبحاث على تجربة هنري كافندش الذي لاحظ أنه عند ما مرر شرارة كهربائية في إناء يحتوي على الهواء تكونت كميات قليلة من أكاسيد النيتروجين . ولقد عمل نفس الشيء في تجاربه لاتحاد نيتروجين وأكسجين الهواء الجوي باستخدام قوس كهربائي فحصل على أكسيد النتروز . وأنتج بسلسلة من

العمليات الكيماوية بعد ذلك ثاني أكسيد النيتروجين ثم حامض النتريك الذي أضاف إليه الحجر الكلسي فحصل على السماد الصناعي نترات الكالسيوم .

وقوبلت نتائج بيركلاند وأيد بترحيب كبير لأنها أنهت المخاوف من نفاذ سماد النترات الطبيعي . وكذلك أوجدت منافساً شديداً لمناجم نترات شيلي التي كانت المصدر الرئيسي لهذا السماد الهام . وبعد وقت غير طويل منذ أن استخدمت طريقة القوس الكهربائي لبيركلاند وظهرت طريقة أخرى لتثبيت النيتروجين الجوي ابتكرها العالمان فرانك و كارو عرفت باسم طريقة السياناميد . وتتلخص هذه الطريقة في تفاعل كبريد الكالسيوم وغاز النيتروجين الهواء مكونين سياناميد الكالسيوم الذي يتحول ببطء إلى النشادر أو الأمونيا في وجود الرطوبة .

وتستخدم في هذه الطريقة أفران كهربائية تصل درجة حرارتها إلى 3000 درجة مئوية . وتعتبر هذه الطريقة أفضل من طريقة بيركلاند في الدول التي توجد فيها الكهرباء بثمن رخيص . لذلك أنشئ أول مصنع للسياناميد في إيطاليا . وأقيمت مصانع أخرى في كل من الولايات المتحدة وكندا بالقرب من شلالات نياجرا .

وأفسحت الطريقتان السابقتان الذكر لتثبيت النتروجين المجال إلى حد كبير لطريقة ثالثة تعرف بطريقة هابر الألمانية وتقوم هذه الطريقة على تحضير النشادر من نتروجين الهواء والهدروجين . وفي سنة 1913 قام أول مصنع لتحضير النشادر في ألمانيا وأمكن إنتاج 12000 طن من النشادر الغني بالنيتروجين سنوياً . واعتبر العلماء طريقة الدكتور هابر من أعظم الكشوف في حقل الكيمياء .

وتقوم طريقة هابر لتحضير النشادر أساساً على استخلاص النتروجين من الهواء الجوي بتمريره على فحم الكوك الساخن . وأيضاً على فصل الهدروجين من غاز الماء . بعد ذلك يخلط الغازان : الهدروجين والنيتروجين ، في وجود عامل مساعد ، ويعرض المخلوط لضغط كبير وحرارة شديدة ليتحد مكوناً النشادر . ويمكن استخدام طريقة هابر دون الحاجة إلى طاقة كهربائية . وهذا أحد الأسباب التي جعلها تفضل طريقة بيركلاند وطريقة السياناميد .

وملاحظة تاريخية نود أن نذكرها هنا عن اكتشاف الدكتور هابر . فأتثناء الحرب العالمية الأولى قطع الأسطول البريطاني عن ألمانيا نترات الصوديوم الشيلية التي لم تكن ذات أهمية للزراعة فحسب ولكنها كانت أكثر أهمية في إنتاج المتفجرات . ولذا فإن طريقة هابر مكنت ألمانيا أن تستمر في الحرب مدة طويلة .

وبالرغم من أن طريقة الدكتور هابر لتحضير النشادر بقيت اليوم أساساً كما ابتكرها إلا أن بعض التحسينات قد أدخلت عليها . وأحد التعديلات الحديثة أدخلتها شرك شل للكيماويات بإدخالها الغاز الطبيعي كمادة أساسية في تحضير النشادر . فيسخن الغاز إلى حوالي 1500 درجة مئوية ثم يخلط ببخار الماء ويمرر المخلوط على عامل مساعد فينتج الهدروجين . وبينما يتم هذا التفاعل يدخل الهواء الجوي إلى المخلوط حيث يتخذ أوكسجين مع أول أكسيد الكربون محولاً إياه إلى ثاني أكسيد الكربون



حيث يتم التخلص منه ، ويترك النيتروجين مع الهيدروجين الناتج من الخطوة السابقة ، وعند هذا الحد لا يكون الهيدروجين قد اتحد مع النيتروجين .

وبعد تنقية مخلوط الهيدروجين والنيتروجين يمرر المخلوط على عامل مساعد آخر مع مرتفع وحرارة عالية قدرها 800 درجة مئوية . في هذه الخطوة يتحد الهيدروجين بالنيتروجين مكونين النشادر الذي يبرد ويحصل عليه على هيئة سائل .

ويستخدم النشادر اليوم لأغراض التسميد إضافة إلى استخدام في كثير من الميادين مثل التبريد وتكرير البترول وإنتاج الورق والأصباغ والألياف الصناعية وحامض الآزوت .

لقد أطلعنا في هذا الموضوع لنوضح أن أول مساهمة كبرى للكيمياء في الزراعة كانت في تحضير أسمدة صناعية للزراعة كانت في أمس الحاجة إليها .

وما زالت هذه المواد تمثل أكبر مساهمة للكيمياء في الزراعة . ومنذ الأيام الأولى لتحضير هذه المواد الكيماوية ازدادت معلومات الكيماويين عن حاجات النباتات أثناء نموها مما سبب تنويع الأسمدة وتطوير الوسائل المستخدمة في استعمالها . فمثلاً تخطط الأسمدة بنسب خاصة حتى تتناسب مختلف أنواع التربة واحتياجات النباتات المختلفة . وتستهمل هذه الأسمدة بطرق جديدة مختلفة بجانب الطريق التقليدي على هيئة مسحوق أو أقراص أو سوائل أو غازات .

وإحدى الطرق الفذة لاستعمال الأسمدة النيتروجينية في وقتنا الحالي هي الطريقة التي ترش فيها المادة على أوراق النباتات والأشجار وبدأ التفكير في الأبحاث التي أدت إلى هذه الطريقة منذ النجاح الذي لاقاه العلماء في تحضير اليوريا ( الغنية بالنيتروجين ) على نطاق تجاري ورخيص . ودلت الأبحاث التالية التي قام بها العلماء في معامل الجامعات ومحطات التجارب الزراعية إلى نتيجتين هامتين : أولاهما أن النباتات يمكنها أن تمتص اليوريا وبالتالي النيتروجين عن طريق أوراقها مباشرة . ويعنى هذا وضع المادة الغذائية مباشرة داخل الخلايا التي تولد الطاقة والغذاء وتنشط نمو النبات . وتستخدم الطائرات عادة في رش هذا النوع من السماد فوق مساحات شائعة من الأراضي المزروعة والأشجار بسرعة وفعالية . والنتيجة الثانية الهامة لخصائص اليوريا هي قيمتها كمصدر غذائي للحيوانات وعلى الأخص الحيوانات المجترة مثل الأبقار إذا ما أضيفت إلى غذائها التقليدي ، فالبكتيريا التي توجد في معدة البقرة يمكنها أن تحول النيتروجين الموجود في اليوريا إلى مواد بروتينية .

وكان لإدخال الأسمدة الكيماوية في الزراعة تأثير كبير وعلى الأخص بالطرق التي تستخدم بها الأسمدة اليوم فلقد مكنت هذه الأسمدة المزارعين من زيادة كبيرة لمحاصيلهم لتقابل تزايد الحاجة إلى الغذاء بتزايد السكان دون أي توسع في الرقعة الزراعية ، ويقول خبراء الزراعة إنه لولا استخدام أسمدة كيماوية صناعية لاستدعى الحال وجوب زيادة الرقعة الزراعية بمقدار / 10 / أضعاف الأراضي المزروعة حالياً حتى تتساوى زيادة إنتاج الأرض مع الزيادة التي تسببها الأسمدة .

ومع الأهمية الكبيرة للأسمدة في إنتاج محاصيل زراعية أوفر وأجود إلا أنها ليست العامل الوحيد في تقدم الزراعة الضخم . إذ أن تحضير مواد كيميائية لمحاربة أعداد لا حصر لها من الحشرات وأمراض النباتات والأعشاب التي تتلف الكثير من المحاصيل ، كان له مثل أهمية الأسمدة الكيميائية في زيادة الإنتاج الزراعي . وبدأ العمل في ميدان تحضير الكيماويات المضادة للحشرات والأمراض النباتية والأعشاب الضارة في النصف الثاني من القرن التاسع عشر وازداد ازدياداً كبيراً منذ الحرب العالمية الثانية . فخرج من أنابيب اختبار الكيماويين سيل من مبيدات الحشرات والفطريات ومبيدات الأعشاب أدى إلى إحداث ثورة في مجال إنتاج المحاصيل .

بدأ صراع الإنسان لمقاومة الحشرات الضارة بالنباتات منذ أجيال قديمة وكانت الحشرات هي المنتصرة هذا الصراع غالباً . وتأكل الحشرات التي تصيب المحاصيل الزراعية وتتلف أكثر بكثير مما يأكله ويستخدمه البشر جميعاً .

ولقد حضر الكيماويون العديد من المواد القاتلة للحشرات ومن أوائل المركبات الكيميائية مادة الـ د.د.ت التي أمكن إنتاجها بكميات في أوائل النصف الثاني من القرن العشرين . وأثبت الـ د.د.ت بسرعة أنه قوي التأثير على عدد كبير من الآفات الزراعية . وغالباً يستعمل الـ د.د.ت كواحد من عديد من المبيدات الحشرية في محاربة كثير من الحشرات الضارة .

ولقد وجد أن الـ د.د.ت شديد التأثير بصفة خاصة على البعوض الذي ينقل نوع منه يسمى بعوض الأنوفيل مرض الملاريا . وفي بعض مناطق جنوب غرب الباسيفيك وآسيا وبعض أماكن العالم الموبوءة بهذا المرض أثبت الـ د.د.ت أنه سلاح قوى في محاربه .

ولقد قدرت إدارة الزراعة الفيدرالية الأمريكية أن الـ د.د.ت قد أنقذ خمسة ملايين نفس من الموت ، ومنع المرض عن ملايين الأشخاص الآخرين بمقاومته للحشرات التي تنقل الملاريا والتيفويد والدوسنتاريا وغيرها من الأمراض ومثل حي على ذلك حدث في مدينة نابلي أثناء الحرب العالمية الثانية حينما هدد وباء التيفوس سكان المدينة بشدة . فعفر أكثر من مليون مواطن في نابلي بالـ د.د.ت لقتل القمل الذي ينقل المرض وبذلك أمكن التغلب على الوباء قبل انتشاره .

ونبات البندورة ( الطماطم ) يمثل أنواع المحاصيل التي تصيبها أنواع مختلفة من الحشرات وبذلك يحتاج المزارع إلى استخدام عدد من المبيدات لحماية محصول الطماطم .عندما تكون شجيرات الطماطم صغيرة ورقيقة يبلغ ارتفاعها بضعة بوصات عن الأرض تصاب بنوع من الديدان القارضة والخنافس ، وترش النباتات بالتوكسافين لمقاومة الدودة القارضة ، غير أن هذا المبيد لا يؤثر على الخنافس التي على المزارعين أن يتخلصوا منها بأحدث وأقوى المبيدات التي توصل إليها الكيماويون وهو الألدرين ويحمى هذا المبيد نبات البندورة حتى وقت إثمارها في هذا الوقت تصاب الثمار بحشرة أخرى تستدعى الرش بالـ د.د.ت لمكافحةها ، وفضلاً عن ذلك على المزارعين استعمال الباراثيون لإبادة حشرة أخرى تصيب البندورة أيضاً .

وكذلك نبات القطن يصيبه أنواع مختلفة من الديدان والخنافس ، ولحسن حظ زراعي القطن يمكنهم اليوم الحصول على عدد من المبيدات الحشرية القوية المفعول لمقاومة آفات القطن وتحمل هذه المبيدات أسماء مثل : توكسافين ، اندرين ، دايلدرين ، هيباتاكلور ، جامكسان ، آرسينات الكالسيوم وكلها قاتل لآفات القطن.

والألدريين والدايلدرين هما مبيدان حشريان قويان أضيفا حديثاً إلى قائمة المواد الكيميائية المستخدمة في مكافحة الحشرات . ولقد اكتشف هاتين المادتين الكيميائيتين الألمان . وقبل أن يسمح باستخدام هاتين المادتين في الزراعة والمنازل مرتا في سلسلة من الاختبارات الدقيقة في مختلف أنحاء العالم للتحقق من قوتها على إبادة الحشرات وللتأكد من عدم تأثيرها السام على الإنسان أو الحيوانات الأليفة . ولقد أثبتت المادتان أنهما قاتلتان للحشرات التي تعيش فوق سطح الأرض أو التي تعيش تحت سطح الأرض مهاجمة الجذور أو الأجزاء المدفونة من النبات . وإحدى ميزتهما الحسنة أنه عند استعمالهما لإبادة الحشرات التي توجد تحت سطح التربة فإنهما لا يقتلان البكتيريا النافعة الموجودة في التربة واللازمة للنباتات .

ويمكن استخدام هاتين المادتين على هيئة سائل أو مسحوق أو رذاذ أو حبيبات ، بل ويمكن أيضاً إضافتهما للتربة أثناء بذر البذور أو إضافة السماد .

وفي كثير من مناطق العالم التي أصابها دودة لوز القطن بشدة أثبتت أن الألدريين كان كافياً لتخليص الأرض المزروعة من هذه الحشرة . وقد أثبت هذا المبيد فاعليته ضد أسراب الجراد التي أغارت على إيران . ويعتبر الجراد أقدم أعداء الزراعة ، فخلال دقائق يمكن لأسرابه أن تأتي على حقل كبير من المحاصيل تاركة الأرض جرداء . ولكل من الألدريين والدايلدرين نفس التأثير الكبير على الحشرات وأثبتا أنهما مفيدان في حماية المنازل ضد النمل والصراصير والكائنات الأخرى غير المرغوب فيها . ولقد رأى العلماء أنه يمكن استعمال الألدريين والدايلدرين ضد الحشرات المنزلية بإضافته إلى طلاء . فعندما تطلّى الحوائط والدواليب وأسفل حوائط المطبخ بهذا الطلاء المحتوى على أي من المبيدين يمكن أن يظل الطلاء قاتلاً للحشرات لمدة تزيد عن السنتين

والألدريين والدايلدرين ليسا بالطبع الوحيديين من بين المبيدات الحشرية القوية التي في متناول المزارعين . وبعض المبيدات التي حضرت وأصبحت سهلة المنال هي : الكلوردان والليندان والبيرتان والسيستاكس والمالاتيون . ومع أن معظم المبيدات الحشرية قد حضرت من أجل إبادة الآفات التي تصيب النباتات إلا أن العلماء لم يغفلوا عن معرفة قدرة هذه المبيدات على مساعدة الإنسان وحيوانات المزرعة . فمثلاً هناك حشرة مزعجة تسمى : بالذبابة القرنا تعمل على حفر ثقب صغيرة في ظهور الأبقار وتمتص دماءها . وهذا العمل يضر بالأبقار ويقال إدارها الحليب . وبرش الإسطبلات بالمبيد الحشري المسمى الميثوكسيكلور يمكن التخلص نهائياً من هذه الذبابة القرناء وتبقى الأبقار في سلام . وقد يؤدي أحد هذه المبيدات إلى موت نوع معين من الحشرات ولا يؤثر في أنواع أخرى .

وبالرغم من أن المزارعين لم يقابلوا بمشاكل ضخمة في محاولة حماية محاصيلهم من الحشرات إلا أن عليهم أن يتيقظوا لخطر أمراض النباتات التي قد تسبب تلفاً ونقصاً في المحصول يساوي التلف والنقص الذي تسببه الحشرات . ضمن بعض النواحي نرى أن مكافحة أمراض النباتات أصعب من مكافحة الحشرات التي تصيبها . فعلى الأقل يمكن رؤية الحشرات غالباً بالعين المجردة غير أن الميكروبات التي تسبب أمراض النباتات لا ترى عادة إلا بالمجهر . وأيضاً تسبب الميكروبات أضرارها بإتلاف تركيب النبات . وبذلك يصعب استعمال الأدوية التي تصلح هذه الأنسجة التالفة . والأمراض التي يمكن أن تصيب النباتات يصل عددها إلى مئات الأمراض تنتمي إلى مجموعات الفطر والبكتيريا والفيروسات وكائنات التربة . ولمواجهة هذه الخسارة الفادحة تقدم الكيميائيون والعلماء الآخرون في مقاومة أمراض النباتات لإيجاد الأدوية الكيميائية اللازمة لمعالجة هذه الأمراض الفطرية .

ولعل أحد هذه المواد الكيماوية الأولى التي استخدمت في علاج أمراض النباتات حضرت بمحض الصدفة حوالي سنة 1885 وسمى هذا المخلوط : مخلوط بوردو . لأن أول ظهوره كان بالقرب من مدينة بوردو بفرنسا إذ تضايق مزارعو العنب في تلك المنطقة من صغار الأطفال الذين كانوا يغيرون على حقول العنب ليأكلوا حباته اللذيذة . وحتى يوقفوا غارات الأطفال مزج المزارعون الجير مع كبريتات النحاس ورشوا بها أشجار الكروم . ولقد اكتشف المزارعون بفرح كبير أن هذا المخلوط لم يبعد الصغار فقط عن كرومهم ولكن أمكنه أن يعالج بعض أنواع مرض العنب .

ومنذ ذلك اليوم ازدادت معرفتنا بأمراض النباتات والوسائل اللازمة لمكافحتها ، تلك الوسائل التي اعتمدت إلى حد كبير على مركبات كيماوية قوية أطلق عليها اسم مبيدات الفطريات . ومن بين هذه المبيدات نرى مركبات النحاس والزنك والزنابق بجانب مركبات أكثر تعقيداً مثل الكلورو كوينونات ، والدايئيو كاريماتات .

وأحد الطرق المستخدمة في مقاومة أمراض المحاصيل الزراعية تقوم على استخدام العقاقير المضادة للحيوية في التغلب على البكتيريا المسببة للأمراض . واليوم بدأ علماء الزراعة يتحققون من أن هذه العقاقير المعجزة في ميدان الطب لها فائدة بنفس القدر في معالجة أمراض النباتات . ومن هذه العقاقير الاستربتوميسين والسيكلوهكساميد و التيراميسين .

حيث أوضحت التجارب العملية أنه إذا حقنت كمية صغيرة من التيراميسين في جذوع أشجار الخوخ فإنها تعمل على وقف البقع البكتيرية التي تؤدي إلى ذبول الأوراق وسقوطها . وأنت هذه العقاقير المضادة للحيوية بنتائج جيدة في مقاومة بعض أمراض البقوليات والبندورة والفليفلة والتبغ والكمثرى وبشكل أفضل من العلاج التقليدي بكبريتات النحاس والذي كان يؤدي إلى فقد الثمار للونها .

ويعرف أحد العقاقير الجديدة المضادة للحيوية التي تستخدم في حماية النبات باسم : فيليبين ولقد حضر هذا العقار من سلالة من الميكروبات لم تكن معروفة من قبل هي : سترتوميسين فيليبينيسيو

اكتشفت في إحدى عينات التربة التي أحضرت من الفيليبين ، واستعملت هذه المادة في حماية بذور البندورة والبازلياء من الفطريات التي تسبب تعفن البذور .

وبينما يركز بعض الكيماويين وعلماء النبات جهودهم على المبيدات الفطرية لمعالجة أمراض النباتات ، يعمل البعض الآخر في تحضير مواد كيماوية من شأنها الوقاية من انتشار أمراض النباتات . وفي خلال دراستهم لأمراض النباتات اكتشف للعلماء أن جراثيم أمراض النباتات تدفن نفسها داخل أغلفة البذور أو ملتصقة بهذه الأغلفة من الخارج .

وكذلك اكتشفوا الكثير من الميكروبات الضارة كامنة في التربة متربصة في صبر حتى تزرع البذور حتى يمكنها أن تقوم بدورها التخريبي للنبات . ودفع هذا الكشف بالكثير من العلماء للتفكير في الطرق التي تمكنهم من مهاجمة هذه الميكروبات الضارة قبل أن تبدأ النباتات في النمو . ولقد كانت معالجة البذور بالمواد الكيماوية لقتل جراثيم الأرض الملتصقة بها إحدى الطرق التي استعملت والتي أدت إلى نتائج حسنة . وكان الفورمالين ( الفورمول ) أول مادة كيماوية جربت لهذا الغرض . ومنذ ذلك الوقت حضر الكيماويون مجموعة كبيرة من المواد الوقائية لأمراض النباتات . وأغلب هذه المواد يتكون من مركبات الزئبق بينما البعض الآخر يتكون من مركبات الكبريت العضوية والكينونات .

وخطوة أخرى كان يجب أن تلازم عملية معالجة البذور بالمواد الكيماوية قبل زراعتها هي القضاء على البكتيريا الضارة في التربة . ولقد حضر الكيماويون عدداً من المواد لهذه الغاية سميت بمبخرات التربة . ومن أوائل المواد الكيماوية التي ثبتت فاعليتها مادة الكلورو بيكرين . ثم اكتشف لاحقاً مواداً أخرى لها قدرة أكبر على قتل الميكروبات ونت هذه المواد : برومور الميثيل ، وثنائي برومو الاثيلين ، والكلورو بريينات .

ويجب أن تستعمل هذه المواد بعناية وحذر كبيرين لأن بعضها مثل برومور الميثيل له تأثير سام على الإنسان بجانب سميته للميكروبات الضارة القابعة في التربة . وتستخدم مبخرات التربة الكيماوية أساساً على هيئة سائل ، إلا أنه حديثاً ابتكرت طريقة يمكن بواسطتها اتحاد هذه السوائل مع مواد حبيبية التركيب تنتشر السائل مثل الفيرميكيوليت ( نوع من السليكات المائية ) ، وتسمح هذه الطريقة بتوزيع المواد الكيماوية على سطح التربة أو حرثها تحت سطح التربة كمادة جافة .

هذه النتائج التي حصل عليها العلماء وخاصة الكيماويون بكشفهم ، أدخلت الكيماويات الساحرة لمقاومة آفات النباتات وأمراضها الزراعية في عصر جديد .

ولقد اتخذت خطوات واسعة في تحضير هذه الكيماويات التي تتميز بقدرتها على إبادة الحشرات والأمراض النباتية ، ولكن يجب أن تعتبر هذه الخطوات بداية لعمليات لا نهاية لها . فبالرغم من قدرة هذه المبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية التي في متناول أيدينا هذه الأيام ، فإننا لم نتمكن من إبادة ولو نوع واحد من الحشرات إبادة تامة ، وكما ذكرنا سابقاً فإن الحشرات خصم قوى جداً وأحد أسباب قوته سرعة تكاثره المخيفة ، وهي كائنات صعبة المراس قوية الشكيمة ، ولقد لاحظ العلماء أن أنواع الحشرات

التي تأثرت بمبيد من المبيدات في وقت من الأوقات قد أعطت أجيالاً جديدة لديها مناعة ضد هذا المبيد وبذلك أصبح هذا المبيد ضعيف التأثير على الأجيال الجديدة .

فقد اكتسبت الذبابة المنزلية وغيرها من الحشرات مناعة ضد الـ د.د.ت أيضاً ، وهذه الحقيقة تدفع بالكيماويين نحو محاولة تحضير مبيدات حشرية جديدة أكثر فعالية من المبيدات الحالية ، أو نحو تغيير التركيب الجزيئي للمبيدات المستعملة حتى تصبح أكثر تأثيراً .

وهناك مبيد كيماوي جديد أمكن تحضيره هو : المبيد الحشري الجهازى . وتغذى النباتات بهذا المبيد على هيئة سائل فتمتصه النباتات عن طريق جذورها أو أوراقها وبذلك ينتقل المبيد إلى جميع أجزاء النبات دون أن يسبب تلفاً بالنبات نفسه وما أن تبدأ الحشرات في التغذية على أوراق النبات أو جذوره أو أي جزء آخر من أجزاء النبات حتى تتسم وتتموت . وأمکن تطبيق هذه الطريقة بفضل اكتشاف مركبات جديدة عضوية يدخل في تركيبها الفوسفور ، وما زال الأمر يتطلب المزيد من الأبحاث للتأكد من أن هذه الطريقة ليس لها ضرر سام على الإنسان .

وبالإضافة إلى أضرار الحشرات والأمراض النباتية وخطورتها ، هناك خطر آخر لا يقل عنها بالنسبة للمزارعين هو الأعشاب ، فهذه النباتات التي لا فائدة لها تسبب خسائر كبيرة للمحاصيل ، عن طريق سلب نباتات المحاصيل والخضراوات والمياه والمواد الغذائية التي توجد في التربة ، وعن طريق إعاقتها للمياه في قنوات الري وعن طريق تسميمها لحيوانات المزرعة ، ولأنها تكون أماكن توالد للكثير من الحشرات الضارة بالنباتات . فمثلاً بعض الأعشاب التي تنمو مع الذرة تمتص من الماء ثلاثة أمثال ما يمتصه نبات الذرة نفسه . وعشب الخردل يمتص من التربة ضعف كمية النيتروجين والفوسفور وأربعة أضعاف كمية البوتاسيوم والماء التي يحتاجها نبات الشوفان الذي ينمو معه . ومنذ قرون طويلة كافح الإنسان هذه الأعشاب بسلاح واحد هو يده ، فحشها أو نزعها أو عزقها .

وباستخدام الإنسان للجرارات تمكن من تأدية هذه العمليات بسهولة وبسرعة أكثر قليلاً . غير أن الكيماويون جعلوا هذا العمل المستمر والضروري أقل عبئاً جسمانياً ومادياً على المزارعين بابتكارهم لمواد كيماوية تقتل الأعشاب تسمى بمبيدات الأعشاب . ولقد تم اكتشاف هذه المواد الكيماوية خلال الأبحاث التي قام بها العلماء على قدرة الهرمونات المحضرة كيماوياً على تنظيم النمو في النبات . عرف العلماء تأثير الهرمونات وأهميتها لنمو الإنسان والحيوانات . ولكن تأثير هذه المواد المميتة على النباتات لم يكتشف إلا حديثاً . ومن أوائل المواد المنظمة للنمو Growth regulators التي اكتشف أن لها تأثيراً قاتلاً للأعشاب ، نجد المركب المعروف تجارياً باسم : 2.4.D أو حسب اسمه العلمي : الداى كلور فينوكسي أسيتيك أسيد . ويعمل هذا المبيد العشبي على زيادة عمليات النمو في الأعشاب زيادة كبيرة جداً تؤدي إلى موتها . ولقد أثبتت التجارب أن مجموعة النباتات ذوات الأوراق العريضة والتي ينتمي إليها عدد كبير من الأعشاب تتأثر بشدة بهذه المادة الكيماوية . على عكس النباتات ذوات الأوراق الرفيعة والتي ينتمي إليها عدد كبير من نباتات المحاصيل .

وما إن عرفت قدرة مادة الـ ( 2.4.D ) على إبادة الأعشاب حتى سارع العلماء باختبار عدد كبير من المواد الكيماوية التي شعروا أن لها خصائص مماثلة ونتيجة لهذه الاختبارات يوجد اليوم في متناول المزارعين عدد كبير من مبيدات الأعشاب . وكل مبيد منها يناسب نوع معين من الأعشاب . وفي كثير من الأحيان لم يكن الكيميائيون وعلماء النبات في حاجة إلا إلى تغيير ذرة واحدة في مركب من المركبات حتى يكون المركب الجديد أكثر تأثيراً من بعض الأعشاب أو يؤثر تأثيراً مختلفاً عن المركبات الأصلي . ورغم أن الـ ( 2, 4 . D ) ما زال أحد مبيدات الأعشاب القوية ولكن هناك مبيدان آخرا يجاريانه في هذا المضمار ويعملان بنفس طريقته هما ( 2,4,5, T ) أو تراهي كلورو فينوكسي اسيتيك أسيد ، و ( T.C.A ) أو تراهي كلورو اسيتيك أسيد . ولقد وجد أن الـ ( 2,4,5, T ) فعال في إبادة النباتات الخشبية ولذلك يستعمل في مقاومة الشجيرات الصغيرة الغير مرغوب فيها . أما الـ ( T.C.A ) فهو مبيد للأعشاب التي تشبه الحشائش وهذه الكيماويات الثلاث وحدها مكنت المزارعين من مقاومة كل أنواع الأعشاب التي توجد في أراضيهم .

ولكن هناك عائلة مختلفة تماماً من مبيدات الأعشاب التي يبدأ تأثيرها قبل أن تنتج الفرصة للأعشاب للنمو . وهذه المبيدات تنتمي إلى مركبات اليوريا مع اختلافات في التركيب الجزئي . وأحد هذه المبيدات هو الـ ( C.M.U ) هذا المبيد وأمثاله يعقم التربة ، ويمنع عن بذور الحشائش والأعشاب المواد المغذية الموجودة في التربة واللازمة لنموها . واستعمال كمية قليلة من الـ ( G.M.U ) في حقل من الحقول كانت كافية لعدم ظهور الأعشاب في الحقل لمدة ثمانية أسابيع من تاريخ استعماله .

وهناك بجانب هذا شيء آخر هو أن بعض هذه المركبات الهامة لها تأثير كبير على تحسين صحة النباتات . فلقد وجد أن أحد هذه الهرمونات النباتية المفيدة وهو اندول بيوتيريك أسيد عندما يوضع على المبايض الغير مخصبة لنبات البندورة يؤدي إلى إعطاء النبات ثمار بدون بذور وأكبر في الحجم وألذ في الطعم عن الثمار التي تنتج من التلقيح العادي بحبوب اللقاح . ووجد أن هرموناً آخر هو اندول اسيتيك أسيد يساعد كثيراً من النباتات الخشبية كالتفاح والسنوبر وكثير غيرها على تكوين الجذور . وكانت هذه النباتات قبل ذلك يصعب تكاثرها بالتعقيل لصعوبة تكوين الجذور . وتستخدم المشاتل هذا الهرمون على نطاق كبير في إعداد الشتلات للإسراع في الإكثار من شتلات نوع معين من النباتات .

ولقد أمكن لمنظمات النمو أن تستخدم لمنع تساقط ثمار التفاح والبرتقال وأثبت مركب الـ ( 2,4,D ) أنه ذو تأثير كبير في هذه الناحية . ويمكن أن يؤدي الرش بالهرمون إلى التخفيف من الأزهار الكثيرة من أشجار الفاكهة وبذلك تقلل من كمية الثمار الغير مرغوب فيها . وبالإضافة إلى ذلك يمكن للهرمونات أن تؤخر من ظهور البراعم الزهرية حتى ينتهي خطر الصقيع على الثمار ، وكذلك في تخزين البطاطا والأبصال يمكن استخدام الهرمونات لمنع الإنبات في المخازن لمدة قد تصل إلى ثلاثة أو أربعة شهور .

وفي الحقيقة ما زال استخدام الهرمونات النباتية في الأغراض الزراعية في طور الطفولة . ويأمل العلماء في أن تحدث الهرمونات النباتية ثورة في الزراعة كالثورات التي أحدثتها كثير من المركبات الكيماوية التي سبق أن أشرنا إليها .

وهناك اكتشاف كيميائي جديد في مجال الزراعة لم نذكره بعد وتمّ بمحض الصدفة وأثبت أهميته الفاتحة بإسقاط أوراق النباتات مما يسهل بذلك جمع المحاصيل بطريقة أكثر كفاية .

كان يجري تسميد حقل من القطن في يوم من الأيام بسماد سياناميد الكالسيوم حينما سقط جزء من المادة الكيماوية بطريق الصدفة على بعض النباتات وسرعان ما تساقطت أوراق هذه النباتات على الأرض ، وسرعان ما فكر أحد الملاحظين الأدكياء لعملية التسميد في الأهمية الكبرى لإزالة أوراق النباتات بهذه الطريقة . فلو أمكن إزالة أوراق نباتات القطن دون أن يصيب لوز القطن أي ضرر فإنه يسهل جداً استخدام الآلات الميكانيكية لجمع القطن .

وتلا ذلك مجموعة من الاختبارات فيها عفر القطن عن قصد بمادة سياناميد الكالسيوم . وكانت النتائج أفضل مما توقع القائمون بالتجارب ، فلقد تعرفت النباتات عن جميع أوراقها تقريباً ، وبقيت لوز القطن لم يصبها أي تغير وبذلك أصبحت الحقول أكثر تهيؤاً لجمع القطن بآلات الجمع إذ تخلص المزارعون من مشكلة الأوراق التي كانت تعرقل عمل الآلة ، وبذلك أصبح سياناميد الكالسيوم أول مادة كيماوية لإسقاط الأوراق استخدمت على نطاق تجاري كبير .

ثم اكتشفت فيما بعد مجموعة كبيرة من مسقطات الأوراق . والقطن ليس بالنبات الوحيد الذي تستخدم فيه مسقطات الأوراق ، فمزارعو البطاطا بدعوا في استخدام هذه الكيماويات لقتل النمو القمي لنباتات البطاطا قبل أن تستخرج ورقات البطاطا من الأرض .

واكتشف العلماء مجموعة أخرى من المواد الكيماوية التي أدخلت إلى ميدان الزراعة والتي تسمى بمصلحات التربة . ولقد أثبتت هذه المواد أنها أكثر تأثيراً بالآلاف المرات من السماد البلدي أو المواد الناتجة من النباتات المتخلفة في احتفاظ التربة بمساميتها وتفكك جزيئاتها . وخاصية التربة هذه هامة جداً خصوصاً لإنجاح عملية إنبات البذور ونمو بادرات النباتات . فالتربة الشديدة التماسك التي تمنع عن بذور النباتات وجذورها الهواء والماء تؤدي إلى إنبات ضعيف للبذور وإلى نباتات ضعيفة للإنتاج .

بإضافة بعض المواد التي لها القدرة على البلمرة ( تجمع الجزيئات الصغيرة في جزيئات أطول ) بكميات قليلة إلى التربة أمكن جعل التربة الطينية والأراضي الرطبة الثقيلة مسامية وسهلة النقت . ولقد أنزلت شركة مونانتو إلى الأسواق إحدى هذه المواد الكيماوية ، تحت اسم تجاري هو كريليوم . ومنذ ذلك التاريخ ظهر إلى الوجود كثير من مصلحات التربة الأخرى مثل الفلوفيوم والميرلوم والأكريلون . والمركبات الكيماوية الأساسية في هذه المنتجات منها البولي فينيلات ومشتقات السليلوز ومشتقات الليجنين وكذلك السليكات .



ويظن بعض الأفراد خطأ أن مصلحات التربة هي أسمدة ، وهذا ليس بحقيقة . فوظيفة هذه المواد أن تحفظ هذه التربة من التماسك فقط ، ولقد أثبتت أنها في هذا المجال تفوق المواد الطبيعية التي تستخدم لذلك الغرض . ومصلحات التربة الكيماوية يبقى أثرها طويلاً في التربة لأن بكتريا التربة لا تؤثر فيها كما هو الحال في السماد العضوي مثلاً . وبالرغم من أن هذه المواد ممتازة فإنه لا يمكن استخدامها على نطاق واسع لارتفاع أثمانها . ولذلك يقتصر استخدامها في الوقت الحاضر على البيوت البلاستيكية والمشاتل والمزارع الصغيرة المتخصصة في إنتاج بعض المحاصيل .

ونحن نعلم أن الزراعة لا تقف عند زراعة المحاصيل . ففرع هام من فروع الزراعة يختص بتربية الماشية ، وفي هذا الميدان أيضاً قدمت الكيمياء مساعدات كبيرة وأثبتت هذه المساعدات أهميتها . ليس لمربي الماشية فقط . ولكن لجمهور الناس أيضاً بتقديمها لهم كميات أكبر وأحسن من اللحوم والمنتجات الحيوانية .

وأثرت الكيمياء تأثيراً كبيراً بحل مشكلتين من مشاكل تربية الحيوانات وهما الوقاية من الأمراض والحصول على الغذاء الكافي . والكيماويات التي أثبتت فائدتها في هذين المجالين هي نفس الكيماويات التي أثبتت أهميتها القصى للإنسان نفسه وهي العقاقير المضادة للحويوية ومركبات السلفا والهرمونات . فالعقاقير المضادة للحويوية تقوم بعمل مزدوج لحيوانات المزرعة ، فمن ناحية تساعد على الوقاية من كثير من أنواع الأمراض وكذلك في مقاومتها ، ومن ناحية أخرى تعمل كمنشط للنمو إذا ما أضيفت لغذاء الماشية والدواجن . والعقاقير المضادة للحويوية تفيد حيوانات المزرعة بعد طرق . فمثلاً توقف نمو الجراثيم التي تعطل نمو الحيوان ، ومن جانب آخر تنبه بعض أنواع البكتريا الهامة التي تنتج الفيتامينات والتي تعيش في أمعاء الحيوانات .

وساعدت الكيمياء في تربية الحيوانات بابتكار الكيمائيين الحليب الصناعي الذي يتكون أساساً من الأحماض الأمينية والبروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية بالإضافة إلى كمية صغيرة من العقاقير المضادة للحويوية . وقبل ابتكار هذا الحليب الصناعي كانت الوفيات في صغار هذه الحيوانات كثيرة جداً حينما كان يتعذر على هذه الصغار لأسباب عديدة الحصول على حليب أمهاتها . ولقد وجد أن الحيوانات التي تتغذى بالحليب الصناعي يزداد وزنها في مدة أقصر وأنها على العموم أحسن صحة من الحيوانات التي تتغذى بالحليب الطبيعي .

والهرمونات التي ثبتت فائدتها العلاجية للإنسان تساعد الآن مربي الماشية والدواجن على الإنتاج الوفير ، وفي مدة من الزمن أقصر من المدة المعتادة للنمو .

ومن هذه العقاقير التي استعملت حديثاً كمادة مساعدة في غذاء الحيوان هو عقار داي اثيل ستياسترول . ولقد استخدم هذا العقار لمدة من الزمن في إنتاج ديوك مخصية تصلح للتسمين وأكبر حجماً من المعتاد . حيث تضاف هذه المادة إلى غذاء الدجاج مباشرة أو إلى غذاء بعض أنواع الماشية الأخرى ويقال أنها أتت بنتائج مذهلة .

والعقاقير المضادة للحويبة والهرمونات ليست هي مجموعة الكيماويات الوحيدة التي أثبتت فائدتها عند إضافتها لغذاء الماشية . إذ أن فيتامين ب 12 يساعد كثيراً في هذا المضمار حيث أنه يجعل الدجاج قابلاً للتسويق بعد 9 أسابيع فقط بدلاً من 12 أسبوعاً وهي المدة العادية ، وعلاوة على ذلك فهو عقار شديد الفعالية إذ يكفي 1 كغ منه لتقوية 150 ألف طن من الغذاء .

واليوربا الصناعية التي تحضر من ثاني أكسيد الكربون والنشادر قد ظهر أنها مصدر هام للبروتين للدواجن والماشية . فأمكن إمداد الأبقار بثلاث كمية البروتين اللازمة لها عن طريق اليوربا ، وميزة أخرى لاستعمال اليوربا الصناعية أنها مكنت المزارعين من تغذية الأبقار على قوالح الذرة الشامية التي كانت تعتبر في الماضي من فضلات المزارع العديمة الفائدة . وتعمل اليوربا على تنشيط البكتريا المفيدة في معدات الأبقار على تكسير هذه القوالح الجافة إلى مواد يمكن هضمها .

والفيتامينات الأخرى العادية الهامة والتي تحتاج إليها الماشية يجب أن تضاف إلى غذائها ، مثل فيتامين أ ، و الريبوفلافين ، والنياسين يمكن الحصول عليها بطرق كيماوية أيضاً . وعند إضافة الريبوفلافين أو فيتامين ب2 إلى غذاء الكتاكيت الصغيرة فإنه يساعدها على تكوين أجسام قوية ويقلل من إصابتها بالتواء الأرجل . وبالإضافة إلى العديد من الكيماويات المختلفة التي تستخدم للمساعدة في تغذية الماشية ، هناك كثير من المواد تستخدم لوقاية الحيوانات من الأمراض .

فتعمل العقاقير المضادة للحويبة بالإضافة إلى كونها من منشطات النمو على الوقاية من الأمراض ومكافحتها في نفس الوقت . وهناك وباءان خطيران ساعدت العقاقير المضادة للحويبة على مكافحتها هما التهاب الأتداء الذي يصيب ماشية الحليب والنزلات المعوية التي تصيب الخنازير .

وهناك عقار آخر عظيم الأهمية هو النيوثيارين الذي اكتشف عام 1936 وأثبت قدرته على الفتك بالطفيليات في الماشية ، وخاصة للأغنام والماعز والخيل والأبقار والخنازير .

وتقوم مركبات السلفا بدور هام أيضاً في مقاومة أمراض الماشية والدواجن . وصورة أخرى من صور الكيمياء الزراعية هي الكيمورجي ( Gjemurgy ) ولقد صاغ هذه الكلمة أستاذ الكيمياء العضوية الدكتور وليم هيل لتعبر عن عملية تحويل أنواع عديدة من المحاصيل الزراعية إلى منتجات صناعية أو طبية باستخدام الطرق الكيماوية . وبدأ هذا الفرع من فروع الكيمياء في النمو خلال بداية العقد الرابع من القرن العشرين كوسيلة لمساعدة المزارعين الأمريكيين على التخلص من فائض محاصيلهم الزراعية في الفترة التي تلت الأزمة الاقتصادية العالمية .

ومن بين العلماء الذين اهتموا بهذا النوع من الكيمياء نرى جورج كارفر الذي اكتشف 120 طريقة عملية لتحويل البطاطا إلى منتجات ذات أهمية كبيرة من بينها الأصبغة والنشا والخل والمواد اللاصقة التي تستخدم في طوابع البريد والنسيج وغيرها . وحينما استتجد مزارعو القطن بولاية آلاباما بكارفر لمساعدتهم ضد خنفساء اللوز أخبرهم أن يزرعوا القول السوداني عوضاً عن القطن . وبعد ذلك تحول إلى إنتاج أكثر من 300 مادة عظيمة الفائدة من الفول السوداني من بينها حليب الفول السوداني واللدائن

( البلاستيك ) والأصباغ والصابون وزيت الطعام . وبعض النباتات الأخرى التي وجد لها إمكانيات صناعية جديدة هي القطن واليوكا وفول الصويا . ويفضل الكيمياء الساحرة أمكن أن ينتج فول الصويا مادة رغوية لإطفاء الحرائق وخاصة الحرائق التي تحدث من اشتعال الزيوت والغازات وكذلك أن ينتج الكورتيزون بالإضافة إلى مئات المواد الأخرى .

وأثبتت أعواد الذرة أنها مصدر غنى للمواد الكيمورجية ، فنقيع الذرة وهو السائل الذي يتبقى عند تحضير نشاء الذرة بالإضافة إلى سكر اللبن يساعدان في تحضير المزارع الغذائية التي تستعمل في تحضير البنسلين والعقاقير المضادة للحويبة الأخرى . ومسحوق قوالح الذرة التي كانت تعتبر فضلات زراعية غير ذات نفع تستعمل اليوم في تحضير أنواع جيدة من الصابون . وإحدى المواد الكيمورجية التي تستخدم بكثرة هذه الأيام هي مادة الفيرفورال وهي سائل عنبري اللون يعمل من قوالح الذرة وإن كان يمكن إنتاجه من قشور الشوفان وبذرة القطن والأرز .

والفيرفورال هو مادة فائقة الأهمية تستخدم في تحضير النايلون . واكتشفت هذه الطريقة سنة 1947 ومنذ ذلك الوقت أصبح الفيرفورال على نطاق واسع بديلاً للفحم في إنتاج هذه الألياف الهامة . ويستخدم الفيرفورال أيضاً في عمليات تكرير البترول والزيوت النباتية . وفي عمليات تنقية زيت فول الصويا مثلاً نمزج الزيت مع الفيرفورال ثم تفصل طبقتي الزيت و الفيرفورال . وزيت الصويا الذي لم يذب في الفيرفورال يكون أفضل من زيت الصويا العادي وعلى الأخص في تحضير السمن الصناعي مثل المرجارين ، ومن طبقة الفيرفورال يمكن استخلاص نوع من زيت الصويا ذو نفع كبير في تجفيف زيوت البويات .

وفي صناعة المطاط الصناعي يستخدم الفيرفورال بكثرة في فصل البيوتادين ( المادة الأساسية لصناعة المطاط ) من الشوائب التي تكون عالقة بها ، وهذا المركب الكيمورجي والذي يعتبر مادة ثانوية للذرة وجد طريقاً لاستعماله في مجال الطب ، إذ أن بعض مشتقاته لها القدرة على إبادة أو الحد من تكاثر البكتيريا الضارة ، وأحد هذه المشتقات الذي يسمى فيوراسين يستخدم كمرهم في علاج الحروق والدمامل والجروح وبعض الأمراض الجلدية .

وهناك استعمال آخر للفيرفورال في حقول اللدائن و الراتينجات الصناعية ، فاللدائن التي تشبه الباكيلات يمكن صنعها من الفيرفورال ، وأحد الراتينجات الهامة التي أمكن تحضيرها بمساعدة الفيرفورال تستخدم في تحضير حجارة الطواحين ، وعند معالجة بعض الراتينجات التي تصنع من الفيرفورال بالأحماض يصلب قوامها وتقاوم تأثير الأحماض وتستخدم هذه الراتينجات فيعمل طبقات واقية على أسطح المناضد والدواليب والأرفف الخشبية .

وهناك ناتج آخر متخلف من منتجات المزارع هو دهن الخنزير والماشية الذي لا يصلح للأكل ، ويستخدم أيضاً في صناعة اللدائن ، وقبل اكتشاف المنظفات الصناعية كان هذا الدهن يستعمل على نطاق كبير في إنتاج الصابون ، وما إن ظهرت في الأسواق المنظفات الصناعية حتى تناقص الطلب

على هذا الدهن تناقصاً شديداً أدى إلى تراكم كبير في هذه المادة ، ولذلك بدأ العلماء في البحث عن طريقة أخرى يمكن الاستفادة بها من الدهن الحيواني . وكانت نتيجة أبحاثهم عملية يخلط فيها هذا الدهن مع بعض أنواع الراتينجات لصنع نوع من اللدائن ممتاز يبقى لدناً ناعماً لا يتقصف أو يتشرخ ، ويستخدم هذا النوع من اللدائن حالياً في صنع المعاطف الواقية من المطر وخرطوم المياه وكثير من الأدوات النافعة الأخرى .

ووجد لقوالح الذرة استخدام صناعي بدون أن تمر في عمليات كيميائية . ففي عمليات الطلاء بالكهرباء وبالطبع على المعادن تستخدم قوالح الذرة المسحوقة لتلميع المعادن ولإزالة البقع الخشنة منها . وتوجد مادة كيميائية نفيسة اكتشفت حديثاً وتدين بفضل وجودها للذرة هي الفيكارا وهي صوف صناعي يصنع من بروتين الذرة الذي يسمى زابن أثبت أنه بديل جيد للصوف الطبيعي . ولهذا الصوف حسنة كثيرة منها أنه لا يتأثر بحشرة العثة وكذلك يضيء دفناً على لابس ، و لا يسبب أي نوع من أنواع الحساسية التي قد يسببها الصوف الطبيعي لبعض الأشخاص . وعادة يستعمل الفيكارا مخلوطاً مع ألياف أخرى مثل الرايون والنايلون والصوف الطبيعي .

ولب الخشب هو المادة الأساسية لصناعة الورق ونظراً للسرعة التي تقلع بها الأشجار للحصول على لبها سيأتي اليوم الذي تستهلك فيه جميع الأشجار والذي يجب أن نبحت قبله عن بديل لللب الأخشاب لإنتاج الورق واستعداداً لهذا اليوم وجد علماء الكيمياء طريقة لصنع نوع جيد من الورق مخلوط من لب الأشجار وقش القمح . ويستخدم تبن القمح حالياً في تغذية المواشي وفرش مراقدها . ولقد اكتشف العلماء أنه يمكن عمل ألواح صناديق التعبئة من تبن القمح وتستخدم هذه الصناديق في تعبئة المنتجات الزراعية والصناعية لتصديرها .

وأمثلة المواد الكيميائية التي ذكرناها ما هي إلا قليل من كثير . ويستثمر في الوقت الحاضر أكثر من بليون دولار في الصناعات الكيميائية في الولايات المتحدة ، ومع ذلك يعتقد الكيميائيون أنهم بكل الأبحاث التي قاموا بها والنتائج التي حصلوا عليها لم يعملوا سوى خدش بسيط في سطح الإمكانيات الكبيرة في هذا الحقل الجديد . ويقوى اعتقادهم هذا ذلك الفيض الكبير الذي لا ينتهي من الاكتشافات الجديدة التي يضيفونها إلى اكتشافات البشرية كل يوم بل كل ساعة .

## الباب الرابع

### سحر الكيمياء

### في اللدائن والألياف الصناعية

قليل من العلوم يمكنه أن يجاري علم الكيمياء في الاكتشافات في ميادين الأبحاث الأساسية إلى منتجات عملية ذات قيمة تجارية ونافعة في ميدان الصناعة والحياة اليومية . وفي عصرنا الحالي أحسن مثل لذلك يظهر في اكتشاف اللدائن والخيوط الصناعية . وهذان النوعان من المنتجات اللذين خرجا من أنابيب الاختبار بشيء كالسحر قادا البشرية إلى إقامة صناعات كبيرة جديدة من أساسها . ولا يقل عن هذا في الأهمية الدور الذي تقوم به اللدائن والخيوط الصناعية في حياتنا اليومية وعاداتنا التي يتسم بها العصر الحديث .

وقد يعجب القارئ إذا ما علم أن الفيلة مسئولة عن إنشاء صناعة اللدائن مثلها مثل الكيماويين تماماً . ويبدو أنه كان من المألوف في منتصف القرن التاسع عشر استخدام أنياب الفيلة في صناعة أدوات الزينة ومفاتيح البيانو والأرغن وكرات البليارد .

وكرات البليارد على الأخص كانت تستهلك كمية كبيرة من العاج . ولقد ازداد الطلب على سن الفيل خلال تلك المدة حتى أنه مورديه لم يتمكنوا من مجارة الطلب المتزايد ، ولم يكن للفيلة يد في هذه الأزمة لأنه إذا خلع ناب أحد الفيلة فإن الأمر يحتاج إلى 25 سنة حتى ينمو ناب آخر بدله نمواً كافياً . ومن ناحية أخرى قلت قطعان الفيلة التي كان يؤخذ منها العاج مما كبد جامعي العاج مصاريف كبيرة للحصول على بغيتهم . كل هذا مجتمعاً سبب ندرة العاج وارتفاع ثمنه .

وبدأ الذعر على صانعي المنتجات العاجية حينما ضوّلت كمية العاج الخام وقربت على النفاذ . ورأت جماعة صانعي كرات البليارد أنه يجب عمل شيء سريع لمجابهة هذا الأمر إذا كان عليهم أن لا يوقفوا أعمالهم ولذلك التجئوا إلى الكيمائيين في طلب معونتهم لابتكار مادة يمكن أن تكون بديلاً للعاج الطبيعي ولحث هم الكيماويين أعلن أحد صناعات كرات البليارد عن جائزة قدرها 10 آلاف دولار لأول كيماوي يمكنه أن يقدم بديلاً جيداً للعاج . ويندر أن يفشل أثر مثل هذه المكافأة . وفاز بالجائزة ويسلى هايات من ولاية نيويورك الذي كان صاحب مطبعة ولكنه كان مهتماً اهتماماً كبيراً بالكيمياء في نفس الوقت . وبمساعدة أخيه أمكنه أن يفكر في مادة لدنه يمكنه الحصول عليها من مادة تسمى كوللويدون

تستعمل في تغطية الجروح الصغيرة لمنع الأتربة والميكروبات عن الجرح . من هذه الفكرة بدأ الكيميائي الهاموي يخلط المادة التي حصل عليه من ألياف القطن ( السليولوز ) وحامض النيتريك . مع مادة الكافور الصلبة وأصبحت المادة التي حصل عليها بيضاء وصلبة تشبه العاج كثيراً على الأقل في مظهرها . وسمى جون هايات اكتشافه الذي حصل عليه في سنة 1868 ( سلولويد ) . وأصبح السلولويد أول مادة بلاستيك ( مادة لدنة ) أمكن الحصول عليها واشتق اسمها من المادة الكيميائية الأساسية الداخلة في تكوينها وهي السلولوز .

وبمتاز بلاستيك هايات بعدة ميزات جعلته ملائماً لتحضير عدة منتجات قيمة . من هذه الميزات إمكان تشكيله على أشكال كثيرة مختلفة بالتسخين والضغط . ولقد أثبت السلولويد صلابته ومقاومته لتأثير كثير من المذيبات الكيماوية ، وعلاوة على ذلك أمكن تلوينه بالألوان المختلفة بسهولة . غير أن السلولويد لم يكن مبرراً عن النقااص وكان من هذه النقااص تشققه عند ملامسته للكحول وكذلك قابليته للاشتعال وتحوله إلى مادة هشة معتمة بمرور الوقت ، وبالرغم من هذه النقااص إلا أن السلولويد كان فتحاً حقاً في دنيا الكيمياء .

وبتلوين السلولويد بلون وردي استخدم أطباء الأسنان هذا المركب كثيراً ليحل محل المطاط الصلب الذي كان يستخدم قبل ذلك في أطقم الأسنان الصناعية .

واستخدم السلولويد أيضاً في بعض حاجيات الرجال مثل ياقات القمصان وأساورها وصدورها حيث يمكن غسلها بسرعة ويسر بقطعة قماش مبللة بالماء ، كما استخدم في أشياء كثيرة أيضاً .

وبالرغم من أن كثيراً من اللدائن الحديثة قد شارك السلولويد في الحياة منذ وقت ليس بقصير إلا أنه مازال يحتل مركزاً هاماً في صناعة اللدائن . والطريقة التي يحضر بها اليوم تتضمن خلط ألياف القطن مع حامض النيتريك لعمل نترات السيلولوز ويضاف أيضاً حامض الكبريت للإسراع بالتفاعل الكيماوي . وبعد ذلك يضاف الكافور والإثير والكحول ومادة ملونة إذا كان ذلك مرغوباً فيه . ثم تخلط الكتلة الناتجة خلطاً جيداً وفي النهاية تحصل على السلولويد الذي يضغط على هيئة كتل تترك في مكان دافئ حتى يتم تبخير كل الكحول ، ويمكن بعد ذلك أن يقطع السلولويد إلى الأشكال المطلوبة أو تعمل منه صفائح رفيعة .

ومع أن السلولويد قد أثبت أنه مادة جديدة شعبية ورائجة وأنه أيقظ اهتمام الكيميائيين في كل مكان إلا أنه فشل في أن يدفع الكيميائيين إلى إنتاج مواد جديدة من نفس النوع على الأقل لمدة طويلة من الزمن . وفي الحقيقة مضى من الزمن أكثر من أربعين عاماً قبل أن يكتشف كيماوي آخر اكتشافاً جديداً في دنيا اللدائن . وحدث هذا الكشف الهام في سنة 1907 حينما قدم للعالم الدكتور ليو باكيلاند أحد اللدائن الفينولية التي أسماها باكيلايت نسبة إليه . والتي استعملت كعازل كهربائي أفضل وأرخص من الثمن من الخشب الذي كان يستعمل في ذلك الوقت رغم أضراره ، ومن المطاط الذي وإن كان يفضل الخشب إلا أنه كان مرتفع الثمن جداً

وفي الأيام الأولى لأجهزة الراديو كانت كل الأجهزة دون استثناء تتكون واجهاتها من هذه المادة وكان هذا نوعاً واحداً من الاستعمالات المتعددة للباكيلايت

ولم يقف الدكتور باكيلاند عند حد ابتكاره لهذه المادة بل اكتشف طرقاً عديدة لتحويل هذه المادة إلى منتجات تجارية مفيدة منها : إنتاج مادة لدنة قابلة للذوبان يمكن استخدامها في عمل صفائح رقيقة صلبة يمكن استخدامها كطلاء واق لسطوح المناضد على الأخص .

أقام العمل الريادي لجون هيات والدكتور باكيلاند الأساس لفرعي اللدائن الرئيسيين . أحد هذين الفرعين يعرف باسم : الثيرمو بلاستيك ( اللدائن التي تتأثر بالحرارة ) والفرع الآخر يعرف باسم : الثيرمو سيتينج ( اللدائن التي لا تتأثر بالحرارة ) . فعندما تسخين الثيرمو بلاستيك تسخيناً كافياً يلين قوامها وتتحول إلى حالة طرية نصف صلبة أو سائلة . وعند التبريد تعود هذه المواد إلى حالتها الصلبة مرة أخرى . ويمكن إعادة عملية التسخين والتبريد هذه مراراً ومرات حيث أن ما يطرأ على المادة من تغيير هو تغيير طبيعي فقط . وبعض أنواع اللدائن الجيدة المعروفة في هذه المجموعة هي السليولوسيكات ( سليولويد جون هيات ) ، والأكريليكات ، والبولى اثيلين ، والسستيرين ، والفانيليات والساران .

واللدائن التي لا تتأثر بالحرارة الثيرمو سيتينج هي تلك اللدائن التي بعد تعرضها للضغط والحرارة أثناء تحضيرها تأخذ الشكل الدائم المطلوب . وهي تمر في تغير كيميائي وبذلك لا يمكن أن يصبح قوامها رخواً طرياً بإعادة التسخين . وبعض اللدائن التي تنتمي إلى هذه المجموعة هي الفينوليكات ( مثل الباكليلايت ) ، واللدائن الأمينية ، والبولى استرات ، والألكيدات ، والكازين .

وقبل أن يضيف الكيميائيون أنواعاً جديدة من اللدائن إلى قائمتهم بعد اكتشاف السليولويد والباكيلايت كان عليهم أن يمضوا سنوات طويلة في البحث للكشف عن أسرار تركيب هذه المواد . وما أن عرفوا هذه الأسرار حتى تمكنوا من تحضير عدد لا ينتهي من هذه المواد الغريبة المعجزة .

ووضعت قيد الاختبار مزائج لا حصر لها من مواد مثل الماء والفحم والزيت والحجر الكلسي والقطن والخشب والملح والهواء والغاز الطبيعي . هذه المواد التي تكون المصدر الأساسي لأنواع لا حصر لها من اللدائن . وبعض الاكتشافات الأولى التي نتجت من هذه الأبحاث شملت تغيرات في العائلتين اللتين أشرنا إليهما كما شملت اكتشاف عائلات أخرى من اللدائن تختلف اختلافاً بينا عن هاتين العائلتين مثل الألكيدات ، ولدائن الأنيلين فورمالدهايد .

ثم اكتشف الكيميائيون أسيتات السلولوز التي تمت إلى القرابة لمركب نيترات السلولوز الذي يحضر منه السلولويد ، وكان البلاستيك الجديد أفضل من السلولويد لأنه أقل اشتعالاً ، ثم أضاف الكيميائيون لللدائن الغير حرارية مجموعة من اللدائن تتركب من اليوريا والفورمالين ، وأصبحت اللدائن الجديدة واسعة الاستعمال لإمكان تلوينها بألوان جميلة وتشكيلها في منتجات عديدة واستخدامها كمادة لاصقة لصفائح خشب بالأبلاكاش . وإحدى عائلات اللدائن التي استرعت الانتباه واستحوزت على الاهتمام قبل الحرب العالمية الثانية كانت ( الفانيليات ) التي ظهرت إلى الوجود في سنة 1936 . وهناك لدائن كثيرة تنتمي

إلى هذه المجموعة منها البولي فينيل كلوريد ، و البولي فينيل أسيتات ، البولي فاينيل بيوتيرال وغيرها من المركبات .

وأثبتت هذه اللدائن أهميتها لأسباب عديدة أهمها أنها كانت أول مواد صنعها الإنسان لها بعض خواص المطاط وصفاته . فهي تشبه المطاط الطبيعي في إمكان مطها ولفها إلى أي شكل يرغب فيه . و الفايينيلات تحضر من مصدرين رئيسيين هما ( الأستيلين وغازات البترول ) وهذه اللدائن تنتمي إلى فرع اللدائن الحرارية ويعني هذا أنه يمكن تطريتها بالحرارة وتبريدها حتى يصلب قوامها مراراً وتكراراً وهي طبيعياً مواد لا لون ولكن يمكن تكوينها بجميع الألوان ودرجاتها . وهناك صفات أخرى جعلت هذه اللدائن واسعة الاستعمال لأغراض مختلفة متباينة ، هي صلابتها وعدم تأثرها بالماء وبالمواد الكيماوية ومتانتها وقوة احتمالها ولخفة وزنها

ومن الأغراض العديدة التي تستخدم فيها لدائن الفايينيلات تجد خرطوم المياه والأنابيب وأقمشة التتجيد المتينة ومشمعات الأرضية كما تستعمل أيضاً في تبطين الصهاريح التي تستخدم في الصناعة . وأحد هذه اللدائن وهو فاينيل بيوتيرال يستخدم في عمل الزجاج الغير قابل للكسر بوضع طبقة رقيقة منه بين لوحين زجاجيين . ويستخدم هذا الزجاج بكثرة في زجاج السيارات ولقد ساعد في تقليل حوادث السيارات وزيادة سلامة الركاب ، فقبل استعمال هذا الزجاج كان ينشأ عن اصطدامات السيارات التي قد تكون بسيطة جروح خطيرة وربما وفيات بسبب تطاير قطع الزجاج الذي ينكسر في حادث التصادم . ويقوم الفينيل بيوتيرال بعمله خير قيام حتى أنه لو حاول شخص أن يحطم زجاجاً غير قابل للكسر لأمكن أن يطوى لوح الزجاج المهشم مثل قطعة القماش دون أن يتساقط منه أي قطعة صغيرة من الزجاج الذي يظل ملتصقاً بالفينيل بيوتيرال . وكان ظهور هذه اللدائن وغيرها هو القطرة التي سبقت السيل المنهمر من المواد الجديدة التي أثارت العجب . وكانت الأبحاث الأساسية التي تمت بسرعة مرتبطة بهذه المواد الصناعية دافعاً قوياً على إنتاج هذا العدد الذي لا يحصى من اللدائن ومنتجاتها .

وأظهرت الجهود التي عملها الكيميائيون المتخصصون في أبحاثهم إلى الوجود أكثر من خمسة وعشرين نوعاً من اللدائن الحرارية واللدائن الغير حرارية يمكن تحويلها إلى مئات من المركبات . التي تقوم بدور كبير في مجال الاستخدام العملي لللدائن .

وهذه الأنواع هي اللدائن الأكريلية والسلولوزية والفلورو كاربونات والبولي ايسترات والبولي اثيلينات والبولي ستيرينات والميلامينات والنايلون واللدائن الفينولية واليوريات والفاينيلات .

وتدخل هذه اللدائن ومنتجاتها على نطاق كبير في حياتنا اليومية ، فنحن نعيش بها ونعمل ونلعب بها ، فالأزرار وأطباق السلطة ونوافذ الطائرات وأغطية المائدة والمعاطف الواقية للمطهر وصناديق الراديو والتلفزيون واللعب ومقابض الأدوات المختلفة وشناير النظارات وحجارة المطاحن وزجاجات البلاستيك وهياكل السيارات وبالونات الأرصاد ، كل ذلك أمثلة لعدد قليل جداً من الأشياء الكثيرة المتباينة التي تصنع من اللدائن .



وبينما تطلب اللدائن الغير مشكلة والتي ذكرنا أسماءها سابقاً بكثرة فإننا نجد أن الطلب على البولي إيثيلين كان يزيد بمقدار كبير من اللدائن الأخرى . وأول من اكتشف البولي إيثيلين كان العلماء البريطانيون في سنة / 1933 / حينما عرضوا غاز الإيثيلين لضغط كبير جداً . وبعد الانتهاء من تجاربهم حصل العلماء على مادة صلبة تشبه الشمع . ولم تظهر فوائد عملية كثيرة لهذا البلاستيك حتى الحرب العالمية الثانية حيث استخدم كعازل لأسلاك أجهزة الرادار بالطائرات بفضل خفة وزنه وقدرته على عزل الكهرباء .

وخلال سنوات ما بعد الحرب تعددت الأغراض التي يستعمل فيها البولي إيثيلين وشملت صناعة زجاجات البلاستيك وأطباق عمل الثلج بالثلاجات الكهربائية والأكياس المستعملة لف الخضراوات الطازجة . وفي الحقيقة لا يعلو على البولي إيثيلين في أغراض التغليف سوى السيلوفان .

وإذا كان البولي إيثيلين أسرع أفراد اللدائن نمواً فدون شك تعتبر لدائن السليكونات فريدة في نوعها . والواقع أن خواص هذه المركبات الكيماوية غريبة في خواصها حتى أن الكيميائيون لا يعتبرونها لدائن حقيقية ولكن يضعونها فيقسم خاص بها بين الزجاج والمطاط . ويمكن تحويل السليكونات إلى مواد هشة تتكسر كالزجاج أو مواد مرنة كالمطاط ، واكتشفت القيمة العملية للسليكونات أثناء الحرب العالمية الثانية حيث ظهرت حاجة مهندسي الطيران إلى بديل للمطاط يمكن استخدامه في بعض أجزاء الطائرات التي تتعرض لدرجات حرارة منخفضة جداً أثناء طيرانها في طبقات الجو العليا . إذ بسبب هذه البرودة الشديدة يتشقق المطاط الطبيعي أو يصبح هشاً ويفتت بسرعة وأصبحت المشكلة تحتاج إلى حل سريع . ولذلك طلب من العلماء أن يساعدوا في إيجاد الحلول فكان أن أوجدوا مركبات السليكون العضوية وأمكن للكيميائيون إنتاج سليكونات تتراوح في قوامها بين السوائل السريعة التطاير وبين الأجسام الصلبة المتماسكة . وإذا ما صنعت السليكونات على هيئة مواد تشبه المطاط فإنها تفضل المطاط الطبيعي لقدرتها على الاحتفاظ بالمرونة في البرودة الشديدة والحرارة العالية ، والبويات التي تصنع من السليكونات تبقى مدة طويلة ولا يبهت لونها . وتستخدم السليكونات أيضاً في عمل أقمشة وجلود لا تتأثر بالماء ، وتدخل هذه المواد أيضاً في بعض العقاقير ومواد التجميل لأنها عديمة اللون والطعم ولقدرتها على طرد الماء . ومراهم الوجه واليدين التي يدخل في تركيبها السليكونات لا يمكن إزالتها بسهولة بالماء ولذلك تستمر وقايتها للأيدي أو الوجوه مدة أطول . ويستخدم صانعو الإطارات مواد لاصقة من السليكونات .

والأفلام مثل السيلوفان نوع آخر من المواد الصناعية الذي يوضع عادة مع مجموعة اللدائن مع أنه في الحقيقة لا يتميز بكل صفاتها . وهذه المادة الشفافة المشهورة كان أول ظهورها في معامل الأبحاث سنة 1920 في التجارب التي أجريت على السلولوز من أجل تسخين مادة الرايون . وحديثاً انضمت إلى أفلام السيلوفان الرقيقة أفلام أخرى مثل : الميلاز و الساران ، واكتشف الكيميائيون فيلم الميلاز أثناء أبحاثهم على خيوط صناعية أيضاً هي الداكرون .

وفيلم الميلار عبارة عن بولى استر ويصنع من مادتي إيثيلين جلايكول وحمض تيرفثاليك اللتين يحصل عليهما من الغاز الطبيعي والبتترول . ويمكن صنع هذا الفيلم على هيئة صفائح رقيقة شفافة كالسيلوفان أو على هيئة معتمة نصف شفافة . وإحدى الخواص الطبيعية الهامة للميلار هي متانته الفائقة حيث بلغ إجهاد شده حوالي ثلث إجهاد شد أحسن أنواع الصلب . ويستعمل الميلار الشفاف في أغراض التغليف بينما يستخدم الميلار النصف شفاف كعازل في الأعمال الكهربائية

أما عن ماهية اللدائن الحقيقية فإن التعريف الشامل التام والذي يجد قبولاً عاماً طبقاً ( للجمعية العلمية لصناعة اللدائن ) يقول بأن اللدائن : هي مجموعة كبيرة ومتنوعة من المواد التي تتكون كلياً أو جزئياً من اتحاد الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين وبعض المواد العضوية أو غير العضوية ، والتي وهي صلبة في صورتها النهائية أو في طور من أطوار تصنيعها يمكن تشكيلها في أدوات نافعة باستخدام الضغط أو الحرارة أو الاثنين معاً . وهناك لدائن طبيعية قليلة منها المطاط والشيلاك ( الجملكه ) والمادة الأخيرة تفرزها بعض الحشرات الصغيرة التي تعيش على أنواع معينة من الأشجار في الهند .

اكتسب الكيميائيون خلال اكتشافهم لللدائن الصناعية ومعرفتهم لأسرارها خبرة كبيرة في فن ترتيب الجزئيات . وأصبحت طريقة ترتيب الجزئيات التي سميت بعملية البلمرة أهم العمليات الكيميائية التي اكتشفها العلم الحديث .

و البلمرة لفظ يطلق على التفاعل الكيميائي الذي يتم حينما تتشابك الجزئيات الصغيرة معاً لتكون سلاسل من جزئيات كبيرة . وتسمى هذه الجزئيات الكبيرة بالبوليمرات . والبوليمرات التي تنشأ عن ارتباط الجزئيات الصغيرة تختلف في خواصها الفيزيائية على الجزئيات الصغيرة المكونة لها . واللدائن المبلمرة قد تحتوي على ملايين الجزئيات الكبيرة أو البوليمرات . وحينما يتشابك جزئان مختلفان فإن سلاسل الجزئيات الناتجة تحتوي على الجزئيين المختلفين . وتسمى هذه السلاسل التي نشأت عن اختلاط الجزئيين كوبوليمرات .

وتختلف الكوبوليمرات اختلافاً شديداً في خواصها الفيزيائية عن البوليمرات فمثلاً حينما يخلط الاستيرين والبوتاديين لإعطاء كوبوليمر هو المطاط الصناعي نجد هذا المطاط الصناعي يختلف اختلافاً كبيراً عن البولى استيرين والبولى بيوتاديين .

واللدائن والألياف الصناعية من الأعمال الباهرة التي توصل إليها الكيميائيون في العصر الحديث . ولكن بالرغم من نشأتها الحديثة فإن منشأها الحقيقي يرجع سنين طويلة إلى الوراء . فلقد فكر العلماء في الألياف الصناعية منذ أربعة قرون مضت . ففي سنة 1664 نشر العالم الإنجليزي روبرت هوك كتاباً سماه ميكروجرافيا قال فيه : لقد فكرت دائماً أنه يحتمل وجود طريقة لإنتاج مادة جلاتينية صناعية تشبه إلى حد كبير ، إن لم تكن تشابه أو تفضل المادة التي تنتج منها دودة الحرير حريرها الطبيعي .

ويتقدم علم الكيمياء البتويء وانت العلماء نفس هذه الفكرة بل بدءوا في البحث عن هذه المادة .

ومضى أكثر من 100 سنة قبل أن يقوم رجل نسج الحرير الإنكليزي لويس شواب بأول خطوة مشجعة في هذا الاتجاه باختراعه لآلة لصنع الخيوط الصناعية في سنة 1842 . وكان قلب هذه الآلة يتكون من جهاز أحد طرفيه به ثقب عديدة صغيرة . وكانت المادة المطلوب تحويلها إلى خيوط تضغط خلال هذه الثقوب فتخرج منها على هيئة خيوط رفيعة طويلة . ولقد استخدم شواب الزجاج المصهور لإنتاج أليافه الصناعية . ولم تكن النتائج التي حصل عليها مشجعة ولكنه شعر بأنه على الطريق الصحيح ولكن ما ينقصه هو المادة المناسبة أو المخلوط الكيميائي الملائم لإنتاج الخيوط الصناعية . وبالرغم من أن شواب لم ينجح أبداً في ابتكار ألياف صناعية ذات قيمة إلا أن اختراعه لهذه الآلة كان مساهمة كبيرة في الإنتاج النهائي للرايون . فبعد مضي وقت أصبح هذا الجهاز يسمى بالمغزل وهو أهم ركن اليوم في صناعة الألياف والخيوط الصناعية العديدة .

وحدثت الخطوة التالية الهامة التي أدت إلى ابتكار ألياف صناعية في سنة 1846 حينما اكتشف الكيميائيون طريقة لعمل مادة النترو سلولوز . وكان يعرف أن السلولوز هو مادة توجد في كل الأشجار والنباتات . ولقد اعتبر الكيميائيون الذين يبحثون عن ألياف صناعية عملية , أن نترات السلولوز هو مخلوط يرجى الكثير منه .

ولقد حصل الكيميائي السويسري جورج أوديمارز على نجاح كبير في هذا المجال سنة 1855 حينما اكتشف طريقة لتحويل السلولوز إلى محلول صمغي نصف سائل . وحضر أوديمارز محلوله هذا من القلف الداخلي لأشجار التوت ولبعض الأشجار الأخرى . ثم حول السلولوز إلى محلول نترات السلولوز الذي تغير بدوره تغيراً كيميائياً بمساعدة الإيثر والكحول . وخط المحلول الناتج من هذه العمليات بالمطاط السائل . ولقد كان أوديمارز مقتنعاً من دراساته على الحشرات أن هذه المادة هي التي تستخدمها هذه الكائنات الصغيرة لإنتاج شراقتها . ولقد نجح في تكوين خيوط من السلولوز السائل بغمس إبرة في الكتلة اللزجة وسحبها منه والخيوط عالق بها .

ووصل بعد ذلك الوقت العالم الإنجليزي جوزيف سوان إلى نجاح أكثر من مجال الألياف الصناعية . حيث باستخدام الكوللويدون كأساس لمحلوله الكيميائي أنتج سوان أليافاً صناعية لها خواص تشبه خواص الحرير وسماها : الحرير الصناعي . وحصل سوان على خيوطه بكبس محلوله خلال جهاز يشبه الجهاز الذي اخترعه شواب . وبعد ذلك مرر هذه الخيوط في سائل كيميائي لتجمد , وبعد ذلك أضاف إليها مواد كيميائية أخرى لتجعل الخيوط فير قابلة للاشتعال .

ويرجع الفضل في الحصول على ألياف صناعية جيدة إلى العالم الفرنسي الكونت هيليردي تشاردوني الذي أصبح مهتماً بإمكانية عمل ألياف صناعية بينما كان يتعلم على العالم الفرنسي لويس باستير . ولقد أمضى 29 عاماً يعمل بجد كبير في هذا المشروع قبل أن ينجح في سنة 1884 في إتقان طريقة تجارية لإنتاج ألياف صناعية . والخطوة الأساسية في طريقة تشاردوني هي تحويل السلولوز الذي يحصل عليه من القطن إلى مادة كيميائية جديدة بمساعدة حامض النتريك وحامض الكبريتيك ويكون

الناج في هذه الحالة هو مخلوط النترو سلولوز الكثيف القوام والقابل للغزل ، ثم إكساب الخيوط الناشئة صلابة كافية إما بمعالجتها بسوائل كيميائية أو بتعريضها لهواء ساخن في حجرة التجفيف . وبذلك ظهر الرايون إلى الوجود الأول مرة في سنة 1891 بمدينة بيزانسون بفرنسا .

وأدى النجاح الذي قابل تشاردونييه إلى قيام آخرين بإنتاج الخيوط الصناعية في أماكن أخرى كإنجلترا وأمريكا . ولقد تأسست أول شركة أمريكية لإنتاج الرايون ، تحت اسم : الشركة الأمريكية للفيسكوز في سنة 1910 . ولقد ظهرت إلى الوجود طرق أخرى فاقت طريقة تشاردونييه إلى حد كبير أدت إلى إنتاج أنواع أفضل من الألياف الصناعية . وبالرغم من النجاح الذي قوبل به استعمال الرايون في الملابس والأنسجة التي تستخدم في الأغراض المنزلية فلقد كان للرايون نقط ضعف . فالطريقة الأولى لتحويل الخيوط إلى أنسجة لم تكن مرضية تمام الرضى .

كما كانت هناك عقبات كيميائية تقابل الألياف نفسها لتقبل الصباغة بشكل يبعث على الرضى ، وكذلك لم تكن لعمليات النهائية لتجهيز الأنسجة تتم بصفة أكيدة ولكن بإصرار الكيميائيين والمهندسين ومثابرتهم أمكن التغلب ببطء على هذه العقبات وبذلك ما إن أنت سنة 1930 حتى أمكن صناعة خيوط من الرايون لها صفات ممتازة وأجود إلى حد كبير من الخيوط التي أنتجت سابقاً .

وبالرغم من أن الكيماويين ابتكروا ثلاثة أنواع رئيسية مختلفة من ألياف الرايون منذ أيام تشاردونييه هي : رايون الفيسكوز و رايون الأسينات و رايون الكوبر أمونيوم ، إلا أن الطرق المستعملة في تصنيعها تتشابه في تصنيعها تتشابه في أساسها إلى حد كبير .

وتقوم هذه الطرق على مبدأ كيميائي أساسي هو إذابة السلولوز الصلب وتحويله إلى سائل ثم تحويله إلى الصلابة مرة أخرى . وقد تبدو هذه العملية سهلة عند وضعها في تلك الصورة المبسطة إلا أن الحقيقة الفعلية تقول إن هذه الطريقة أكثر تعقيداً من ذلك . ولنتبع فيما يلي بعض الخطوات الهامة في صناعة رايون الفسكوز :

تسمى المادة الأساسية لتحضير الرايون بالسلولوز وهي المادة التي تكون جدار الخلية النباتية . ويحصل على السلولوز من لب الأخشاب ومن زغب القطن الذي يتبقى ملتصقاً بالبذرة بعد حلج القطن . ويطيخ السلولوز إلى عجينه بمساعدة بعض المواد الكيماوية وبخار الماء . بعد ذلك تمرر العجينة على شبك معدنية وتضغط بواسطة أسطوانات ثقيلة لاستخلاص الماء منها . وتكون النتيجة تكوين صفائح من السلولوز سمكها يقرب من سمك ورقة النشاف . بعد ذلك توضع صفائح السلولوز في مكابس وتغمر في محلول من الصودا الكاوية . وبهذه الطريقة تتم تنقية السلولوز من بعض الشوائب . وكذلك تتحول الصفائح كيماوياً إلى سلولوز قلوي . وبعد ذلك تمرر العجينة بعملية ضغط كالسابقة ولكن منظمة تنظيمياً دقيقاً حتى يمكن للسائل الذي يتبقى داخل الصفائح أن يعطى تفاعلاً كيماوياً مضبوطاً .

بعد ذلك تمرر الصفائح في آلات التقطيع حيث تقطع إلى جزيئات زغبية صغيرة من السلولوز القلوي . وتترك هذه الجزيئات مدة من الوقت ، ثم تنقل إلى أسطوانات للتقليب ويضاف إليها كمية مناسبة

من سائل ثاني كبريتيد الكربون الذي يذيب السلولوز . ويكون لون المادة الناتجة برتقالياً وتسمى سلولوز زانسات . بعد ذلك تخلط هذه المادة وتقلب مع محلول ضعيف من الصودا الكاوية في خلط .

وينتج عن هذه العملية سائل لزج يسمى فيكوز ويكون لون هذا السائل يماثل لون العسل الأسود أو العسل الرائق . ودرجة لزوجة هذا المحلول لها أهميتها البالغة . وهذه المرحلة في التصنيع هامة أيضاً لغرض آخر هو أن الكيميائي يمكنه فيها أن يتحكم في اللمعة التي ستكون للرايون بعد الانتهاء من إعداده . ويمكنه أن يعمل ذلك بإضافة مواد معتمدة إلى سائل الفيسكوز من شأنها التحكم في بريق الرايون بدرجات مختلفة . وإذا لم تضاف هذه المواد فإن خيوط الرايون الناتجة تكون شديدة اللعان . وإذا ما أضيفت المواد المعتمدة فإنها تبقى جزءاً ثابتاً من الرايون ، ولا يمكن أن تمحى أو تفقد بالغسيل . ثم يترك الفيسكوز مدة أخرى من الوقت ليصبح بعدها صالحاً للغزل .

وعملية الغزل هذه تختلف اختلافاً كبيراً عن عمليات الغزل الميكانيكية القديمة . إذ يغزل الفيسكوز في خلال جهاز صغير يسمى بالمغزل به ثقوب صغيرة كثيرة في إحدى نهايتيه وبشبه أساساً الجهاز الذي ابتكره شواب والذي استعمله السير سوان . ويدفع السائل إلى الخارج من هذه الثقوب على هيئة خيوط رفيعة إلى محلول حمض حيث تجمد ، بعد ذلك تغسل هذه الخيوط جيداً ثم تلتف وتعالج بمواد كيميائية للتخلص من الكبريت وبعد ذلك تعامل بمواد كيميائية لتبييضها ثم تجفف . وأخيراً تلتف الخيوط على هيئة بكرات أو شلل أو أقماع أو حزم أو أي شكل آخر تبعاً لنوع ماكينات النسيج التي ستستخدم فيها .

وأجهزة الغزل الصغيرة هي في الحقيقة قلب كل عملية الغزل الكيميائي للسائل إلى خيوط رايون . فالآلة المعدنية يبلغ حجمها حجم الكشتبان وتصنع من البلاتين وبها عدد من الثقوب الصغيرة جداً التي يتراوح قطرها بين 002 و . و 005 و . من البوصة . وهذه الثقوب تكون من الصغر بحيث يصعب رؤيتها بالعين المجردة إلا إذا وضع المغزل بين العين ومصدر ضوئي قوي . وآلة الغزل هذه لها نفس الأهمية في صناعة الأنواع الأخرى من الألياف الصناعية .

و الرايون كان أول خيوط صناعية صنعها الإنسان . ولو شئنا الدقة لقلنا إن الرايون ليس بألياف صناعية حقيقية حيث أن المواد الأساسية التي يصنع منها مصدرها المواد الطبيعية . وفي الحقيقة كان أول ألياف صناعية خالصة هو النايلون الذي ابتكره الكيميائيون من الفحم والهواء والماء . ومنذ أيام الأولى لابتكاره كان للنايلون دور مثير . فهو لم يخلق دنيا رائعة من المواد الجديدة فحسب بل فتح أعين الكيميائيين في كل مكان على الإمكانيات الضخمة لإنتاج ألياف صناعية أخرى تماثله في الروعة . وفي وقتنا الحاضر ظهرت إلى الوجود مجموعة كبيرة من هذه الألياف الصناعية كان من نتيجتها أننا نشاهد اليوم ثورة في صناعة النسيج الحديثة .

وكانت بداية النايلون في سنة 1927 . ومنها اكتشاف عائلة جديدة من البوليمرات سموها : البولي أميدات ، التي ظهر أن خواصها تمتاز عن أي البوليمرات التي درست قبل ذلك . وحقيقة كانت المواد

الجديدة من الروعة إلى الدرجة التي أثبتت متانتها ومرونتها وليونتها ورقتها مثل خيوط العنكبوت . كما أثبتت احتمالها للحرارة والغسيل والتنظيف على الجاف .

وسمى هذا : بالبولىمر 66 وبالرغم من أنه قد حضر عدداً كبيراً من الأنواع المختلفة من النايلون إلا أن النوع رقم / 66 / ما زال أكثر الأنواع استعمالاً في المنسوجات وخاصة الداخلية منها وفي فراشي الأسنان . وما إن بدأت الحرب العالمية الثانية وأثبت استخدام النايلون في الأغراض الحربية أن اكتشافه تم في الوقت المناسب جداً . فلقد منعت اليابان وهي المصدر الرئيسي للحريير الطبيعي عن الحلفاء هذه المادة الهامة التي كانت تستخدم في الكثير من المنتجات الحربية التي كان أهمها مظلات الهبوط من الطائرات ، وجرب النايلون كبديل للحريير الطبيعي ووجد أنه يفوق الحريير في هذا الغرض . بل لم يسترجع الحريير مكانته السابقة بعد ذلك . أيضاً ترى حبال جر الطائرات الشراعية والخيام الخفيفة الوزن وأطواق النجاة للطيارين الذين يضطرون للهبوط في البحار وكذلك الخيوط الجراحية الرفيعة .

وخلال سنوات ما بعد الحرب حينما أصبح النايلون سهل الحصول عليه للأغراض المدنية فاقت استعمالته كل الأحلام التي كان يحلم بها مبتكرة . ومازالت تستخدم كميات كبيرة منه في إنتاج الملابس الداخلية للسيدات وللرجال والبدل والقمصان وأقمشة التجديد وأشرعة القوارب وجبال جر المراكب وشباك الصيد وخيوط الإطارات . ولقد جعلت خواص النايلون الممتازة كالماتانة الفائقة وقوة تحمله ، ومقاومته للتعب والتآكل والتفتت والحرارة . من هذه الألياف مادة عجيبة حقاً . ودرجة انصهار النايلون هي 480° فهرنهايت وهو لا يحترق ولا يساعد على الأشغال . والحرارة الشديدة تصهر الألياف فقط . والاسم العلمي للنايلون هو : بولي هكسا ميثيلين أدياميد وتصنع هذه المادة من مادتين كيميائيتين معقدتين هما : حمض الأدييك ، وسداسي ميثيلين ثنائي أمين . وبعد أن يتم التفاعل بين هاتين المادتين يبخر المحلول للحصول على مخلوط أكثر تركيزاً وينقل إلى مراحل ضخمة حيث يعرض للضغط والتسخين كي يتبلر مكونا سلاسل طويلة من الجزيئات الصغيرة .

تنتج عن هذه الخطوات مادة غليظة القوام تترك لتخرج من قاع المرجل إلى سطح عريض لأسطوانة معدنية تدور ببطء . ثم يصب رذاذ من الماء فوق سطح الأسطوانة فيتحول بوليمر النايلون إلى شريط لبي شفاف ثم يقطع هذا الشريط إلى قشور رقيقة . وتجمع قشور النايلون من عدة مراحل وتخلط معاً وتوضع في آلات الغزل لصنع الخيوط . في هذه الآلات يتم صهر القشور بواسطة التسخين من القاع فتتحول إلى مادة ثقيلة القوام بعد ذلك يكبس النايلون المصهور هذا خلال ثقب المغازل الدقيقة بواسطة مضخات خاصة وينتج عن هذه الخطوة الخيوط . بعد ذلك تمط الخيوط أو تسحب حتى تزيد قوتها ومرونتها .

وإذ انبهر الكيميائيون بالميزات العديدة للنايلون وكذلك بنجاحه التجاري العظيم تركوا جانباً محاولاتهم لابتكار بديل للحريير الطبيعي أو القطن أو الصوف وبدلاً من ذلك ركزوا جهودهم في اكتشاف

ألياف صناعية صرفة . وأنتجت أبحاثهم نتائج باهرة . فاليوم نرى بين أيدينا مجموعة كبيرة من الألياف الصناعية لها مميزات واستعمالات تشبه النايلون .

وبعض هذه الألياف الصناعية التي لاقت انتشاراً هي : الأورلون والداكرون والداينيل والساران والفيكارا .

و الاورلون ينتمي إلى مجموعة من المركبات الكيماوية الصناعية تسمى : بولي أكريلو نيترايل . وتغزل مادة الاورلون اللزجة إلى خيوط بطريقة مشابهة للطريقة التي تغزل بها أسيئات الرايون . و الأورلون خفيف الوزن ولا يتكرمش بسهولة وخيوطه تقاوم أيضاً فعل المواد الكيماوية والعفن . ولا تأكلها حشرات العته وخيوط الأورلون الطويلة تشبه إلى حد كبير الحرير الصناعي في شكلها وقوامها . وحينما تقطع الخيوط الطويلة إلى خيوط قصيرة فإنها تشبه السوق إلى حد كبير . ويستخدم الأورلون بمفرده أو مخلوطاً بألياف أخرى في عمل القمصان والصدريات وملابس العمل ومشمعات الوقاية وكثير غيرها .

وأما الداكرون فإنه ينتمي إلى مجموعة من المركبات الكيماوية تسمى : بولي استيرات ويحصل عليه من مادتي الأثيلين جلايكول و ثنائي ميثيل تير فتالات اللتين يحصل عليهما من البترول والغاز الطبيعي . والطريقة المتبعة في غزل الداكرون هي نفس الطريقة المتبعة في غزل النايلون . وألياف الداكرون أمتن بكثير من الصوف والنايلون و الأورلون والحرير ، ولها قدرة كبيرة على مقاومة الكرمشة ولذلك فإن الألبسة المصنوعة من الداكرون يمكن أن تغسل ثم تلبس دون الحاجة إلى كيها . ومثل الخيوط الصناعية الأخرى يمكن استخدام الداكرون بمفرده او مخلوطاً مع الألياف الطبيعية .

وأحد المنتجات الحديثة التي تصنع من كل من الداكرون و الأورلون هو الورق ، ويقال أن الورق المصنوع من هاتين المادتين يمتاز عن الورق المصنوع من لب الأشجار في كثير من النواحي . فهو مثلاً أقوى عشر مرات من الورق العادي ويقاوم المواد الكيماوية ويمتص القليل من الرطوبة ولا يتأثر بالعفن أو البكتيريا أو ضوء الشمس . ويعتقد الكيماويون الذين ابتكروا هذا النوع الجديد من الورق أنه سيكون ذا فائدة في عمل الأوراق اللازمة للأعمال الصناعية الثقيلة . واستعماله في ورق الخرائط الشفاف بسبب قلة امتصاصه للماء وكذلك باستعماله في الأوراق الخاصة بالوثائق الهامة والسجلات .

وتتكون الطريقة التكنولوجية لصنع الورق من الألياف الصناعية والتي ابتكرها الكيماويون من تقطيع ألياف الداكرون و الأورلون إلى أجزاء صغيرة ثم تمزج هذه الألياف بالماء وبعد ذلك يشكل المعلق إلى صحائف بإمراره على شبكة معدنية . ثم تجفف الصحائف ثم تغمر في مادة تعمل على تماسكها وبعد ذلك تسخن الصفائح وتضغط ليزداد تماسك الورق .

و الداينيل هو أحد الألياف الصناعية العديدة التي تنتمي لمجموعة الكيماويات التي تسمى : أكريليك كوبوليميرات ، ولهذه الألياف الصناعية ملمس الصوف وقوامه وهي لا تحترق ويسهل غسلها وتقاوم التكرمش وتقبل الصباغة في يسر ولين ولذلك يمكن صبغها بألوان كثيرة مختلفة . واللون الأصلي

للدائينيل هو لون عسل النحل ولكن يمكن تبييضه بالعمليات الكيميائية . ويستخدم الدائينيل في صنع ملابس العمل والبطاطين والبياضات وملابس الرجال والنساء .

والساران هو مادة كوبوليميرية تنتج من التفاعل بين كلوريد الفايينيل وكلوريد الفايينيلدين ، والبوليمرات التي تسمى بالفايينيلات تكون المصدر الرئيسي لألياف الساران وهي خيوط ممتازة للأغراض التي تتطلب عملاً عنيفاً . وكما سبق لاحظنا يمكن تحويل الساران إلى فيلم . ولقد أثبت الساران أنه عظيم الفائدة في عمل المنسوجات الصناعية وأقمشة التجديد ، وعلى الأخص أقمشة تتجيد مقاعد السيارات ، وكذلك كبديل للشباك السلوكية .

و الفيكارا أحد الأمثلة القليلة للألياف الصناعية التي تجد منشأها في النباتات . فهي تصنع من الزاين وهو مادة بروتينية تحضر من حيوب الذرة بفصلها عن النشا وزيت الذرة وبعض المواد الأخرى التي تكون حبة الذرة . و الزاين في حالته الخام له مظهر الدقيق العديم اللون . ولقد تمكن العلماء من تحويل الزاين إلى ألياف لها قيمتها التجارية وأعطيت اسماً تجارياً هو الفيكارا .

وللفيكارا ميزات تشبه ميزات الألياف الصناعية الأخرى فهو يقاوم تأثير الأحماض والقلويات ، وقابليته للاشتعال قليلة وله مناعة ضد حشرات العتة والعفن أما بالنسبة لميزاته الخاصة فالفيكارا نوع من الصوف الصناعي إذا استعمل بمفرده أو مخلوطاً بمواد أخرى فإنه يبعث الدفء ولا يحتاج إلى معالجة خاصة عند التنظيف والكي . ويعرف الفيكارا في صناعة النسيج بأنه المادة التي تحسن مخلوط الألياف . فإضافته لخيوط الرايون تزيد من ليونة هذه الخيوط ، وإضافته إلى خيوط النايلون تزيد من قدرة النايلون على التدفئة ، وإضافته للصوف تزيد من نعومته . وهو شائع الانتشار في عمل ملابس الرجال والسيدات على حد سواء .

وهناك كثير من الألياف الصناعية الأخرى ولكن ما ذكرنا يكفي لإعطاء فكرة عما توصل إليه الكيميائيون في هذا المجال . ويقتصر عمل الكيماويين على ابتكار ألياف جديدة بل دوماً على تحسين الألياف التي بين أيديهم . والاهتمام بمشاكل صباغة هذه الألياف لأن بعضها لا يتقبل الصباغة بسهولة . ويحصل اليوم الكيميائيون على تقدم واضح في هذا المضمار لأنهم تمكنوا من إدماج الألوان خلال إحدى الخطوات الأولى لتحضير الألياف .

ولقد أدت الألياف الصناعية إلى تغيير كبير في الملابس . فلبس الناس اليوم ملابس أكثر جاذبية وأكثر متانة من الملابس التي كانوا يلبسونها سابقاً .

ونافست الألياف الصناعية الألياف الطبيعية منافسة ضخمة . ولذلك نرى منتجي الألياف التقليدية يبذلون طاقة جهدهم لمباراة الخواص الممتازة للألياف الصناعية باستخدام عملية كيميائية لتحسين صفاته الطبيعية . فبمعالجة القطن بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ينتج عنه مادة قطنية تشبه الحرير أمتن من القطن ولها لمعة الحرير . وبعض العمليات الكيميائية الأخرى تعطى للقطن ميزات كثيرة مثل الصلابة



ومقاومة التكرمش والنعومة ومقاومة الحريق ومقاومة العفن والقدرة على طرد الماء . وتحسنت كذلك إلى حد كبير طرق تبييض وصباغة الألياف القطنية .  
وتستخدم مثل هذه الطرق الكيماوية مع الصوف الطبيعي لتحسين خواصه . وتشمل هذه الطرق المواد التي تؤدي إلى مقاومة الكرمشة والمواد التي تساعد على الغزل . كذلك المواد المستعملة في الصباغة .

## الباب الخامس

### سحر الكيمياء في حياتنا اليومية

أحد المظاهر الحقيقية العجيبة للكيمياء الحديثة هي الطريقة التي تلمس بها بعضاها السحرية كل وجه من وجوه عاداتنا المعيشية في العصر الحديث . فالملابس التي نلبسها والأغذية التي نأكلها وصحتنا والمنازل التي نعيش فيها ووسائل مواصلاتنا المختلفة وأوجه نشاطنا اليومية المختلفة في المنزل

والعمل وأمكنة الترفيه . نعم فكل شيء تنتظر إليه أو نلمسه قد مسته الكيمياء بعصاها السحرية بطريق أو بآخر . ولأن الصناعة تعمل كآلة في تحويل الاكتشافات العلمية إلى مواد ومنتجات نافعة كان تأثير الكيمياء في مجال الصناعة عظيم الضخامة .

ومن هنا نشأت صلة وطيدة بين الكيمياء والصناعة , هذه الصلة قد بعث إلى الوجود حقلاً جديداً كل الجدة من النشاط المشترك هو : الهندسية الكيميائية . وتبدأ الهندسة الكيميائية من النقطة التي تقف عندها الكيمياء البحتة . ويأخذ المهندس الكيميائي الاكتشافات التي تمت في المختبرات للمنتجات والعمليات الكيميائية ويحورها للإنتاج على نطاق تجاري واسع مراعيًا الاقتصاد في نفقات الإنتاج . ولا يمكن لاكتشافات الكيميائيين أن تصبح في متناول أيدي الناس إلى خلال المهارة الفنية للمهندس الكيميائي .

والمهندس الكيميائي هو شخص ذو تخصص من نوع عال . وهم ملم إماماً بقواعد الإنشاء والمواد وكثير من نواحي العلوم الهندسية الأخرى وله معرفة عريضة بالمواد والعمليات الكيماوية . وفي عملية إنتاج مادة جديدة على نطاق كبير يعمل دائماً كل من الكيميائي والمهندس الكيميائي في توافق تام . وهذا التحالف في الحقيقة أخذ طريقه منذ وقت طويل . فالجانب العملي للكيمياء تمتد جذوره إلى العصور القديمة جداً . فمنذ 5000 سنة قبل الميلاد ظهرت المهارة الفنية للمصريين القدماء والسومريين في فنون استخلاص المعادن وتشكيلها ودباغة الجلود وصناعة الزجاج والأواني الفخارية وغيرها من المنتجات ذات النفع الأخرى . ومع كل ذلك لم تظهر الكيمياء كعلم دقيق محكم قائم بنفسه إلا منذ قرن ونيف من الزمان حيث بدأت في المساهمة في الصناعة إلى الحد الكبير الذي تقوم به في يومنا هذا . وربما كان الكيميائي الإنجليزي . و . ه . بيركين مسئولاً أكثر عن بدء العلاقة بين الكيمياء والصناعة حينما اكتشف بطريقة الصدفة في 1856 أثناء قيامه بتجاربه على مركبات قطران الفحم صبغة صناعية .

ولم يمض وقت طويل حتى أصبحت الأصباغ الصناعية صناعة كبيرة وبذلك اندثرت ببطء الطرق القديمة لعمل الأصباغ من النباتات والجذور والكائنات الحية البحرية . ومنذ وقت بيركين ما زالت كل الكيمياء والصناعة توحدان خبراتهما الخاصة مواهبهما أكثر فأكثر .

ولقد كان تأثير الاكتشافات الساحرة للكيمياء الحديثة على الصناعة ضخماً جداً وامتد إلى ميادين متباينة مثل التعدين وصناعة الزجاج والمطاط وصناعة البترول ومواد البناء . والواقع لا يمكن أن نرى أي نشاط صناعي لم يجد في الكيمياء معيماً له لصنع منتجات جديدة أو تحسين المنتجات القديمة أو لتوسيع مدى الاستفادة من هذه المنتجات . وبينما عمل الكيميائيون على ابتكار مواد جديدة كاللدائن مثلاً ، لم يهملوا تحسين المواد القديمة كالمعادن . وعصر السيارات الذي نعيش فيه جعل صلب الكروم معروفاً للكثير منا . فعندما يضاف الكروم إلى الحديد في كميات تتراوح إلى 35 % ينتج عن ذلك سبيكة لا تصدأ ودائمة اللمعان . ومقاومة للحرارة والصدأ والتآكل ولها استخدامات كثيرة ومتعددة .

وهناك عناصر أخرى التنجستن والموليبدنيوم والفاناديوم إذا ما أضيفت إلى الحديد بنسب معينة فإنها تكسبه صفات ممتازة أخرى . فالتنجستن درجة انصهاره أعلى من أي معدن آخر وهي 6100° فهرنهايت ولذلك تستخدم أسلاك التنجستن الرفيعة في المصابيح الكهربائية ، ويستعمل أيضاً التنجستن في أغراض أخرى كثيرة حيث تكون مقاومة الحرارة أمراً في منتهى الأهمية كمحركات الطائرات النفاثة مثلاً. ويتميز صلب التنجستن بصلابة غير عادية ولذلك يستخدم في آلات قطع المعادن الصلبة مثل المنجنيز . وكربيد التنجستن الذي تبلغ صلابته صلابته الماس يستخدم في آلات حفر البترول . ويعمل الموليبدنيوم في الحديد عمل التنجستن والكروم فيعطى مع الصلب سبيكة فائقة الصلابة لا ينطفيء بريقها . أما الفاناديوم فإنه يجعل الصلب أكثر قوة . وبينما انهمك علماء التعدين والكيميائيون في تحويل المعادن التقليدية إلى مواد جديدة عظيمة النفع ، ازداد نشاطهم أيضاً في إخراجهم إلى المجال العلمي معادن كانت إلى أمد غير بعيد صعبة المنال . ومن بين هذه المجموعة الجديدة من المعادن نجد : التيتانيوم والجيرمانيوم والسليكون والليثيوم والزركون .

كما عمل الكيميائيون على تحسين إنتاج بعض المعادن الأخرى الأقدم من المعادن السابقة مثل المغنيسيوم والألومنيوم وتوسيع استعمالاتها . ولقد تم التقدم في مجال المعادن الخفيفة تحت ضغط الاحتياجات المتزايدة إليها في التقدم التكنولوجي الحديث الذي تم في حقول الطاقة الذرية وعلوم الطيران والأجهزة الإلكترونية . ولقد اكتشف الكيميائيون التيتانيوم في سنة 1789 ولكن فيما عدا معرفته كعنصر مهم لم يستخدم في شيء هام حتى أوائل النصف الثاني من القرن العشرين . ولعل السبب في ذلك كان قابلية التيتانيوم للاتحاد مع كثير من المواد الأخرى مما يجعل عملية استخلاصه عملية صعبة . إضافة إلى درجة انصهاره المرتفعة التي تبلغ 3140° فهرنهايت وفعلة الأكال وهو في حالة الانصهار على جميع المواد التي تصنع منها أفران التعدين . لكن من حسناته خفة وزنه وقدرته على الاحتفاظ بخواصه وقوته بالرغم من تعريضه لدرجات الحرارة المرتفعة وقدرته على مقاومة التآكل التي تساوي قدرة البلاتين في هذا المضمار .

اكتشف الكيميائيون طريقة عملية لتحضير التيتانيوم تتضمن معاملة خام التيتانيوم المركز بغاز الكلور لتكوين رابع كلوريد التيتانيوم وهو سائل لا لون له . ثم يستخدم المنجنيز أو الصوديوم لتحويل رابع كلوريد التيتانيوم إلى مخلوط يحتوي على معدن التيتانيوم في صورة إسفنجية أو حبيبات . وبعد ذلك يمرر المعدن في سلسلة من عمليات التنقية للحصول على سبائك نقية من التيتانيوم .

ولعل صناعة الطائرات هي السبب المباشرة في إعادة اكتشاف التيتانيوم وتفضيله على غيره من المعادن . فمهندسو الطيران يعجبهم من التيتانيوم قدرته الفائقة على مقاومة الضغط والحرارة المرتفعة ، هاتين المشكلتين المتلازمتين في الطائرات التي تزيد سرعتها على سرعة الصوت . وكذلك وجد أن التيتانيوم ملائم على وجه الخصوص للمحركات النفاثة حيث تتولد درجات حرارة عالية جداً . وبالإضافة إلى استخدامه في الطيران يستخدم أكسيد التيتانيوم في صناعة البويات حيث يستخدم كبديل لمركبات

للرصاص . وكذلك يساعد التيتانيوم عمليات تنقية الصلب من الشوائب بسبب قدرته على الاتحاد مع المواد الأخرى .

وعنصرًا : الجيرمانيوم والسليكون اللذان عرفهما الكيميائيون منذ وقت طويل يقومان بعملية خبير قيام في توسيع مجموعة المعادن . فخفة وزن الجيرمانيوم المتناهية وإمكان الحصول عليه في صورة نقية جداً جعلت هذا المعدن فائق القيمة في حقل الأجهزة الإلكترونية على وجه الخصوص . ويستخدم الجيرمانيوم اليوم في صنع الترانزيستور الذي حلّ محل الصمامات المفرغة في الأجهزة الكهربائية . ولقد كان الكيميائي السويدي يريزيوس أول من اكتشف السليكون وكذلك أول من صنع سبيكة يدخل فيها هذا العنصر وهي الفيرو سليكون . ولكن لم يأخذ عنصر السليكون مركزه الهام بين العناصر إلا على أيدي علماء التعدين في العنصر الحديث . وأحد الاستعمالات الهامة لهذا العنصر الغير معدني هو استعماله في صناعة الحديد والصلب حيث يمتص السليكون الشوائب مثل الغازات والأكاسيد . وحينما يتحد السليكون مع الصلب فإنه يكسبه خواص مغناطيسية وكهربائية فائقة للعادة . وهذا النوع من الحديد يستعمل بكثرة في المغناطيسات الكهربائية والمولدات الكهربائية والكثير من الأجهزة الكهربائية الأخرى . والطاقة الذرية أدت إلى الاهتمام بمعدن الزيركون لاستعماله في المفاعلات النووية . بسبب قدرته على تحمل الحرارة الشديدة ومقاومته لفعل التآكل . ويستخدم علماء الذرة هذا المعدن على هيئة قضبان تدفع في المفاعل الذري للإسراع أو الإقلال من سرعة التفاعل المتسلسل .

ومعدن آخر ازدادت أهميته بتطور الطاقة الذرية هو معدن : الصوديوم الذي يوجد في ملح الطعام العادي . فهذا المعدن الرخو ذو البريق الفضي يمكن تحويله بسهولة إلى سائل بالتسخين . ويحضر المعدن بكميات كبيرة من ملح الطعام بطريقة التحليل الكهربائي . وتستخدم أنواع عديدة من المفاعلات الذرية التي تعمل الآن الصوديوم السائل ( مصهور الصوديوم ) لتوصيل الحرارة من مركز الفرن الذري إلى وحدة منفصلة يتم فيها تحويل الماء إلى بخار ويستخدم الصوديوم أيضاً لصنع بعض الأصبغة وكذلك بعض العقاقير . ولقد أجريت تجارب على هذا المعدن الرخو للاستفادة من خواصه الكيميائية الخارقة للعادة لعمل وقود للصواريخ الموجهة والطائرات النفاثة .

والخامات المعدنية الأخرى التي جعلها سحر الكيمياء سهلة في الحصول عليها لأغراض الطاقة الذرية تشمل اليورانيوم والثوريوم والليثيوم .

واليورانيوم هو العنصر الشائع الاستعمال في الوقت الحاضر والذي يستعمل في إطلاق الطاقة الذرية في كل من القنابل الذرية والمفاعلات الذرية . وقبل أن يستخدم هذا المعدن لهذا الغرض يجب أن تتم تنقيته إلى أقصى درجة ممكنة . وتستدعى عملية التنقية إجراء عمليات طويلة ومعقدة تتطلب استخدام المواد الكيميائية وأجهزة التعدين التي من بينها الأفران الكهربائية .

والثوريوم هو عنصر معدني آخر وجد علماء الذرة بمساعدة الكيميائيين أنه يصلح كوقود نري . والمصدر الرئيسي للثوريوم هو رمل المونازيت الذي استخلص منه المعدن بصعوبة كثيرة . وكذلك تستخدم الوسائل الكيميائية والميكانيكية للحصول على الثوريوم نقياً .

والليثيوم الذي اكتشف في سنة 1818 لا تعرفه العامة كما تعرف اليورانيوم والثوريوم ، رغم أنه يساويهما في الأهمية . والليثيوم هو أخف المعادن جميعاً ويفوق الألومنيوم والمغنيسيوم في هذا المضمار . وفي حالته النقية الصلبة يمكن قطع الليثيوم بالسكين كما تقطع قطعة من الجبن . وهو يتفاعل مع الماء في درجة حرارة الجو معطياً الأيدروجين . والعجيب أنه يمكن صهره بالحرارة الضئيلة التي ينتجها عود الكبريت ولكن الليثيوم المصهور يحتاج إلى درجة حرارة عالية هي 2530° فهرنهايت حتى يغلي . ويوجد هذا المعدن في خامات : الليبيدولايت والسبديومين . وفي حقل الطاقة الذرية نرى الليثيوم يكون حجر الأساس في ابتكار القنبلة الهيدروجينية فهو المصدر الرئيسي للترينيتوم وهو أحد نظائر الإيدروجين وأحد العناصر المتفجرة الهامة في القنبلة الهيدروجينية . ولمعدن الليثيوم استعمالات هامة أيضاً في الإنتاج السلمي . وتتزايد هذه الاستعمالات باستمرار لتشمل مجالات واسعة منها صناعة الخزف والصيني والأدوية والمعادن .

وبالرغم من أن المغنيسيوم قد استعمل في الأغراض العملية قبل كثير من المعادن التي ذكرناها بوقت طويل فإننا نضعه هنا بين المعادن الخفيفة الحديث الاستعمال . وذلك لأنه بفضل سحر الكيمياء قد أمكن تحسين خواصه ومميزاته . ولقد فصل العالم الإنجليزي السير همفري دافي المغنيسيوم لأول مرة في سنة 1808 . وأنتج المعدن لأول مرة في كميات صغيرة تصلح للأغراض الصناعية في سنة 1952 باستخدام طريقة التحليل الكهربائي التي مازالت إلى الآن الأساس لإحدى الطرق المستعملة في يومنا هذا لاستخلاص المغنيسيوم .

والمغنيسيوم هو ثالث المعادن انتشاراً في القشرة الأرضية . بعد الحديد والألومنيوم . والمغنيسيوم يأتي في المرتبة الثانية بعد الليثيوم من حيث خفة وزنه . ولذلك نراه دائماً متحداً مع غيره من المواد . وخام الكارناليت هو المصدر الرئيسي لهذا المعدن ، إلا أن مياه المحيطات تمدنا بكميات وفيرة جداً منه . ولقد تمكن الكيميائيين أن يحققوا نصراً كبيراً باكتشافهم طريقة تمكنوا بواسطتها من استخلاص المغنيسيوم من مياه البحر .

وهذه الطريقة تشمل خطوات كثيرة . منها أولاً معالجة كلوريد المغنيسيوم الموجود في مياه البحار بالكلس ( الذي يحصل عليه من أصداف المحار ) حتى يترسب هيدروكسيد المغنيسيوم الذي يحول إلى كلوريد المغنيسيوم بإضافة حمض الهيدروكلوريك ثم ينقى كلوريد المغنيسيوم جيداً ويجفف . ثم يحلل مصهور الكلوريد كهربائياً لإنتاج المغنيسيوم ولقد تم ابتكار هذه الطريقة قبل الحرب العالمية الثانية بوقت قصير . وخلال هذه الحرب ازداد الطلب على المغنيسيوم زيادة منقطعة النظير لاستخدامها في صناعة الطائرات ، تلك الصناعة التي تحتاج إلى المعادن الخفيفة . وهذه العلاقة الوثيقة بين المغنيسيوم وصناعة

الطائرات مازالت مستمرة إلى اليوم وما زال البحث مستمراً لزيادة مدة الانتفاع من هذا المعدن . ولا يستخدم المغنيسيوم في العادة بمفرده في الأغراض المعمارية بسبب الضعف الملازم له مثل قابليته للتفتت . ولذلك فإنه عادة يسبك مع معادن أخرى مثل الألومنيوم والتوتياء أو المنجنيز حتى يكتسب المغنيسيوم القوة مع الاحتفاظ بخفة وزنه .

وكل ما قلناه عن المغنيسيوم ينطبق في معظمه على الألومنيوم الذي ربما كان أقدم وأحسن معدن خفيف عرف من بين جميع المعادن الخفيفة . ففي عام 1886 اكتشف كل من الطالب الجامعي الأمريكي تشارلز مارتين هول والعالم الفرنسي بول هيروليت كل على حده طريقة عملية رخيصة لإنتاج الألومنيوم المعادن عن طريق إمرار تيار كهربائي خلال جفنه من الكربون تحتوي على أكسيد الألومنيوم والكربوليت المنصهرين وبعد مضي وقت قصير حورت هذه الطريقة لإنتاج الألومنيوم على نطاق تجاري واسع . ويرجع الفضل لكل من صناعة السيارات والطائرات في انتشار الألومنيوم الذي تبين . بسبب خفة وزنه وقوته . أنه صالح لتأدية أغراض كثيرة في هاتين الصناعتين .

وقد مضى بالتأكيد وقت طويل منذ أن كان كل إنتاج الألومنيوم يجد طريقة للاستعمال في أدوات المطبخ فقط . وهو مازال يستعمل في هذا الغرض بكثرة لأن ربات البيوت يفضلونه لخفة وزنه وعن انطفاء بريقه بسرعة وبذلك يسهل تنظيفه وكذلك لتوصيله الجيد للحرارة . واليوم يجد صانعو لعب الأطفال وأدوات الرياضة والمنتجات الكهربائية ومواد البناء في الألومنيوم معدناً عظيم الفائدة .

وساعد الكيميائيون في توسيع المدى الذي يستخدم فيه الألومنيوم بابتكارهم لسبائك الألومنيوم التي تحتوي على النحاس والنيكل أو التوتياء . ولقد أثبت الألومنيوم المخلوط بالسيليكون مقاومته الكبيرة لما تسببه مياه البحار من تآكل ولذلك يجد صانعو السفن هذه السبيكة جليلة الفائدة في أغراض بناء السفن . والاستعمال الجديد للألومنيوم نشأ عن ابتكار مواد كيميائية من الألومنيوم أثبتت فائدتها الكبيرة في صناعات البترول والمطاط والورق واللدائن والزجاج .

وصناعة الزجاج من أقدم الصناعات التي عرفها الإنسان . ولعدة قرون اقتصر استعمال هذه المادة الهشة في معظمها على صنع الحلي الزجاجية كالأقراط والخواتم والأساور والعقود وكذلك الأدوات المنزلية ولأغراض البناء كزجاج النوافذ والأبواب . غير أن صانعي الزجاج في الوقت الحالي أمكنهم بمساعدة الكيميائيين أن يغيروا الخواص الطبيعية للزجاج إلى الدرجة التي أدت إلى التوسع في استعماله . فمثلاً أحد أنواع الزجاج الحديثة يسمى ألياف الزجاج وهي مادة تصنع من خيوط رفيعة جداً يمكن أن تعطى شكل الصوف أو النسيج وهما الشكلان الرئيسيان من أشكال ألياف الزجاج التي تستخدم في أكثر من 4000 من المنتجات المنزلية والصناعية .

وصوف الزجاج أو نسيجه يصنعان من مخاليط متشابهة من المعادن والمواد الكيميائية . والفرق بينهما ينشأ من طريقة صنع كل منهما ، وفي حالة صوف الزجاج يسخن الرمل والحجر الكلسي وكذلك المركبات الكيميائية الأخرى معاً حتى ينتج عنها جميعاً الزجاج المصهور . بعد ذلك يسمح لهذا السائل

الزجاجي بالخروج من ثقوب صغيرة في قاع فرن الانصهار ثم يرش بتيار من بخاء الماء المضغوط حتى تتحول خيوط الزجاج السائل إلى ألياف طويلة ورفيعة ومرنة ، وتسقط هذه الألياف على حزام متحرك حيث تبرد وتتجمع على هيئة بطانية من الخيوط الناعمة التي تشبه الشعر الأبيض . ويصنع نسيج ألياف الزجاج من الزجاج المصهور الذي يحول أولاً إلى كريات صغيرة خضراء . ثم يعاد صهر هذه الكريات في أفران كهربائية في قاعها آلاف الثقوب الصغيرة ويسيل الزجاج المنصهر خارجاً من هذه الفتحات الصغيرة مكوناً خيوطاً رفيعة تسحب وتبرم على هيئة غزل مبروم بآلة خاصة . وألياف الزجاج تقاوم الحرارة والعفن لأنها لا تمتص الماء فإنها لا تتكرمش . ويمكن الحصول على ألياف شديدة المرونة من الزجاج يبلغ قطرها جزءاً من خمسة عشر جزء من قطر شعر الإنسان . والخيوط الزجاجية الرفيعة لها إجهاد شد يفوق إجهاد شد أسلاك الصلب المساوي لها في القطر غير أنها أقل من الصلب في الوزن ولها لدونة الحرير . كل هذه الخواص الطبيعية جعلت هذه المادة الفريدة واسعة الاستعمال في أغراض متعددة . وبعض الاستعمالات المتباينة للألياف الزجاجية تشمل المواد العازلة في أجهزة التبريد وإنشاء المنازل والمباني التجارية . وتصنع في هذه المادة الزجاجية أيضاً الستائر والمنسوجات .

وحيثما تخلط ألياف الزجاج بأنواع معينة من الراتينجات فإنه يصلح لعمل هياكل السيارات وهياكل القوارب . وتصنع بعض أجهزة الانزلاق على الجليد وعلى الماء من هذه المادة التي أثبتت متانتها ومقاومتها للماء والتقلبات الكبيرة في درجة الحرارة . كما يصنع منها أيضاً عصي صيد السمك . تستهلك الحروب ببشاعة كل أنواع المواد التي يعتمد عليها المدنيون في أوقات السلم . ففي أثناء الحرب العالمية الثانية وبسبب النقص في المطاط الطبيعي اتجه الكيميائيون لسد هذا النقص بالمطاط الصناعي وكان الكيميائيون الألمان هم أول من أمكنهم إنتاج المطاط الصناعي على نطاق كبير أثناء سنوات الحرب العالمية الأولى ( 1914 - 1918 ) حينما انقطع عن ألمانيا المطاط الطبيعي آنذاك . فعرفوا طريقة لصنع مادة صناعية سموها مطاط الميثيل من بلمرة ثنائي ميثيل بيوتايين . وصنعوا هذا المطاط الصناعي من البترول والغاز الطبيعي . وبالرغم من أن هذه المادة قد أثبتت أنها أفضل من عدمها فلقد كان ينقصها الكثير من الصفات المرغوب فيها كما كانت كثيرة التكاليف . ولقد نفى الألمان أيديهم من صنع هذه المادة كلية بعد الحرب حينما أمكنهم الحصول على المطاط الطبيعي .

غير أن الكيميائيين في ألمانيا وغيرها من الدول لم يتخلوا عن مجهوداتهم لإنتاج مادة صناعية يمكنها أن تنافس المطاط الطبيعي . وفيما بين الحربين العالميتين نجح الكيميائيون في ابتكار عينات مخبرية لها صفات ممتازة . فاكتشف الكيميائيون الألمان مادة جيدة سموها : Buna S حضروها من البيوتاديين والستيرين والبترول كمواد أساسية . وأدى تبلمر هذه المواد الرئيسية التي خلطت بمواد كيميائية أخرى إلى هذه المادة الصناعية الجديدة التي تشابهت خواصها تشابهاً كبيراً مع المطاط الطبيعي حتى أنه أمكن استخدامها في صناعة الإطارات . وكان هذا هو أهم استعمال لمادة البونا خلال الحرب العالمية

الثانية . واستطاع الكيميائيون بعد بحث طويل ولعدة سنوات وبعد أن قابلتهم الكثير من المثبطات إنتاج نوع من المطاط الصناعي أعطوه اسماً تجارياً هو : دو برين ولقد سميت نفس المادة فيما بعد باسم : نيوبرين .

وصناعة النيوبرين هي عملية معقدة تحتاج إلى تحكم دقيق في كل خطوة من خطوات العملية . وتحضر بدء من غاز الأسيتيلين في وجود عامل مساعد مناسب حيث ينتج عنه مونو فاينيل أسيتيلين الذي يتحد مع حامض الهيدروكلوريك معطياً الكلوروبرين . وأخيراً بلمرة الكلوروبرين ينتج النيوبرين . ولقد أثبتت الاختبارات التالية أن النيوبرين له عدد كبير من الخواص الممتازة . كمقاومته للتلف الذي تسببه الزيوت والشحوم والأوكسجين والمواد الكيماوية المختلفة . وتحمل الحك والاستعمال الطويل . ووجدت للنيوبرين استعمالات عديدة في الأغراض الحربية والسلمية وثمة نوع آخر من المطاط الصناعي اسمه : بيوتال و اكتشفه سباركس و توماس من باحثي شركة إسو . ولقد ابتكر هذان العالمان مطاطهما الصناعي في سنة 1937 أثناء محاولتهما تحسين نوع من المطاط اكتشفه الكيميائيون الألمان .

عمل كل من سباركس وتوماس على تحسين البيوتال حتى أصبحت بعض خواصه تشبه المطاط الطبيعي بل وتفضله ، فمثلاً أثبت البيوتال أنه أقل تنفساً للهواء من المطاط الحقيقي . ومن أجل هذه الميزة أصبحت الإطارات الداخلية المصنوعة من البيوتال تفوق الإطارات المصنوعة من المطاط الطبيعي . والمواد الأساسية التي يصنع منها البيوتال نجد من بينها غازين هما : الأيزو بيوتيلين و الأيزو برين اللذين يحصل عليهما من عمليات تكرير البترول . ينقى هذان الغازان ويحولان إلى سائل بتعريضهما لضغط كبير ثم يقطران . بعد ذلك يدفعان إلى حجرة التفاعل التي تصل الحرارة فيها إلى 140° فهرنهايت تحت الصفر . ويضاف إليها عامل مساعد على هيئة سائل خامل يحتوي على كلوريد الألومنيوم . وما إن يمتزج الغازان والعامل المساعد حتى يتم بينها تفاعل شديد ينتج عنه مادة البيوتال بعد ذلك يخرج المطاط الصناعي الذي يكون على هيئة قطع صغيرة من حجرة التفاعل ويمرر في عمليات تنقية تشمل الغسيل بالماء والترشيح والتجفيف . وأخيراً تكبس القطع الصغيرة من البيوتال مع تعريضها للضغط والحرارة على هيئة تصلح لصناعة المنتجات المختلفة .

وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية استمر في الاعتماد على الحصول على هذه المادة ، وهذا لا يعني أن المطاط الطبيعي لم يعد يستعمل فالكثير منه ما زال يستهلك على الأخص في خلطه مع الأنواع الصناعية.

وعادة ينتج عن هذا الخلط مادة تتفوق في بعض نواحيها على كل من المطاط الطبيعي والصناعي . وإذا خلط مطاط البونا بالسناج ( مسحوق الكربون ) فإن المخلوط يمكن أن تصنع منه إطارات يقال إن قوة تحملها تزيد 50 % عن قوة تحمل المطاط الطبيعي .

وثمة عضواً آخر من مجموعة المطاط الصناعي هذه هو : Buna N الذي يصنع من البيوتاديين أكريلو نايتريل . وهو أقل جودة من المطاط الطبيعي في بعض النواحي ولكن البونا يفوقه في



مقاومته للحرارة والتآكل بالاحتكاك ولا يتأثر إلا قليلاً باحتكاكه بالبتروول . وهذه الصفات تجعله مفيداً على وجه الخصوص في عمل أنابيب الجازولين .

وتشمل مجموعة مطاط البونا : الهايكار و الكيميجوم اللذين بسبب بعض مميزاتها الخاصة يقومان حالياً بالكثير من المهام التي كان يقوم بها المطاط الطبيعي قبل ذلك .

ولقد تطور النيوبرين كثيراً منذ الحرب العالمية الثانية ويمكن الحصول عليه الآن في عدة أنواع مختلفة . وأدت هذه التحسينات إلى اتساع قائمة استعماله . ويستخدم النيوبرين كمادة جيدة لتبطين الصهاريج التي تستعمل لتخزين المواد الكيميائية ولصنع سيور النقل التي تستعمل في المصانع الآلية . ويستعمل النيوبرين أيضاً على هيئة محلول في البويات حيث أنه يعمل كطبقة تحمي الأجهزة والأجزاء المصنوعة من الحديد في مصانع الكيماويات وورش الطلاء بالكهرباء والأماكن الأخرى التي يكون هواؤها مشبعاً بالغازات التي تسبب تآكل المعادن .

والبوتاليل ذو الخواص الممتازة أدخل عليه علماء شركة أسو العديد من التحسينات الجديدة حتى أنه لم يعد يقتصر استعماله على صنع الإطارات الداخلية فقط . فمقدرته الفائقة على مقاومة الإجهاد وكذلك قدرته على مقاومة الأكسجين والأوزون في الهواء الجوي جعلته مفضلاً في عمل أجزاء السيارات غير الإطارات مثل أنابيب التوصيل وماص الصدمات والمطاط الذي يحكم قفل النوافذ .

و الثيوكول هو أحد أنواع المطاط الصناعي الحديثة وهو مادة تشبه في خواصها كلاً من خواص المطاط واللداين . فالثيوكول كمطاط هو مادة رخوة ومرنة تعيش طويلاً . وهو يقاوم أنواعاً كثيرة من السوائل الأكلة . ويستعمل في أغراض عملية عديدة منها أغلفة الكابلات وأحواض الطباعة وأنابيب الجازولين .

و الكوروسيل هو عضو جديد أيضاً في عائلة المطاط الصناعي . وخواصه متباينة جداً وتتراوح بين خواص المطاط والبلاستيك . و الكوروسيل له عدد من الخواص الخارقة للعادة منها تحمل الاحتكاك ومقاومة الماء والمرونة الفائقة . وتصنع من هذه المادة الكثير من المنتجات المختلفة ، من بينها أنسجة المناطيد وأغطية قطع الأثاث والمعاطف الواقية من المطر والعوازل الكهربائية .

و الهايبالون مطاط صناعي حديث ينتج تفاعل بلاستيك البولي إيتيلين مع الكلور وثاني أكسيد الكبريت . و لهذه المادة خواص ممتازة مثل مقاومتها للحرارة والجو والأوزون والمواد الكيماوية مما جعلها ذات قيمة كبيرة في كثير من الأغراض الصناعية .

وبالرغم من أن الكيماويين أدركوا نجاحاً رائعاً خلال القرن العشرين في إنتاج مواد صناعية بديلة للمطاط الطبيعي ، فإنهم لم يتوانوا في بذل جهودهم لإنتاج مادة لها نفس تركيب المطاط الطبيعي . وقد تمكنوا من تحضير مطاط صناعي يقال أنه يشبه كل الشبه المطاط الناتج من شجرة الهيفا . وسمي هذا المطاط الصناعي الطبيعي بـ أميريبول . س . ن .

السيارات والطائرات والمحركات التي تقوم عليه مدنيتنا اليوم تعتمد اعتماداً كبيراً على المطاط لتأدية مهامها بسلامة ولتحقيق الراحة . ولكن هناك عنصر آخر ضروري ربما كان أكثر أهمية من المطاط هو وقود الجازولين ( البنزين ) وزيت المحركات ، ولقد حدث تغيير جذري في هذه المنتجات التي نحصل عليها من صناعة البترول ، منذ الأيام الأولى التي استخدمت فيها . ويمكننا أن نجزم بأنه لولا قيام الكيميائيين بعمل تحسينات كبيرة في خواص مواد الوقود لما أمكن للمهندسين أن يحصلوا على التقدم الفني الرائع الذي نلمسه في محركات السيارات والطائرات . ولما أمكن للطائرات والسيارات أن تقوم بعملها بمثل الروعة التي نراها اليوم .

وحيثما يتدفق البترول من باطن الأرض يكون لونه ضارباً إلى السواد ، وهو في حالته الخام ليست له قيمة تذكر ولذلك يجب أن تجري عليه عمليات لتكريره وهنا يبدأ الكيميائيون دورهم . والبترول الخام مادة معقدة التركيب وهو في الحقيقة مخلوط من سوائل وغازات ومواد صلبة . وكل هذه المكونات التي توجد في البترول الخام تتكون أساساً من الهيدروكربونات وهي مواد تنشأ من اتحاد الكربون والهيدروجين . وأمكن للكيمياء سحرها أن تستنبط الآلاف العديدة من المنتجات الكيميائية من هذا البترول الخام المعقد التركيب . وما زيت المحركات والبنزين إلا مادتان فقط من هذه المواد وإن كانتا عظيمتي الأهمية .

وكان البنزين الذي يستخدم في السيارات في أول الأمر يحدث فرقة في محرك السيارة . وانشغل الكيميائيون والمهندسون للتغلب على هذه الفرقة وسرعان ما اكتشفوا أن إضافة مادة ( رابع إيثيل الرصاص ) إلى البنزين تتغلب على هذه المشكلة ، ومنذ ذلك الوقت تلاعب الكيميائيون بالجزئيات واكتشفوا مواد جديدة يمكن إضافتها للبنزين كي يحسنوا من صفات هذا الوقود . ولم تكن هذه الصفات تشمل صفة عدم الفرقة فقط بل زيادة قدرة الوقود على الاشتعال مما يؤدي إلى زيادة الطاقة الناشئة عنه . والميزة الأخيرة تصدق على وجه الخصوص مع محركات الطائرات الغير نفاثة والتي تستعمل نوعاً جيداً من البنزين عالي الأوكتان . وبعض الإضافات الكيماوية الأخرى التي تضاف للبنزين تساعد تأخير ظهور الكربون في أسطوانات المحرك .

وعمل الكيميائيون تحسينات مماثلة في زيوت المحركات حتى يمكنها الاحتفاظ بقوامها مدة أطول وحتى تقل درجة التصاقه بالمكابس . ولقد عمل الكيميائيون أيضاً على زيادة مقاومة هذه الزيوت المتآكل .

ويستعد الكيميائيون للوقت الذي تتضرب فيه مصادر البترول في العالم فلدتهم الآن طريقة لإنتاج البنزين وزيوت المحركات من الأنواع الرديئة من الفحم الحجري ، وقام الكيميائيون الألمان بدور الريادة في هذا المضمار ، إذ اكتشف أساس هذه الطريقة الكيميائي الألماني فريدريك بيرجيوس في سنة 1914 بتطويره لجهاز معقد يمكنه من إعطاء ضغط كبير ، وكان هذا الجهاز هو مفتاح النجاح في هذه الطريقة . ولقد طور بيرجيوس هذا الجهاز حينما كان يقوم بسلسلة من التجارب التي كانت تستدعي إمرار

الإيدروجين تحت ضغط كبير فوق فحم صناعي حضر من السلولوز والبيت ( بقايا النباتات المتحجرة ) .  
وحيث أنه قد أمكن استخدام هذا الجهاز على هذه المادة الصناعية ، فلقد وجد أنه يمكنه عمل نفس  
الشيء مع الفحم الطبيعي ، وسجل بيرجيوس اكتشافه تجارياً .

وقام علماء كيميائيون آخرون بعمليات تحسين في طريقة تحضير الوقود الصناعي التي ابتكرها  
بيرجيوس . وكانت الطريقة التي حسنها إلى درجة فائقة تستدعي تحويل الفحم إلى هيدروكربونات ثم  
إسالة هذه المركبات للحصول على البنزين وعدد من زيوت الوقود .

وفي 1926 اكتشف عالمان ألمانيان هما فيشر وترويش طريقة أخرى يتحول فيها الفحم نهائياً ،  
تحت ضغط كبير ، إلى غاز يتحول بدوره في وجود عامل مساعد إلى بنزين وزيت ديزل وزيوت تشحيم .  
ولقد مكنت الطريقتان التي ذكرناهما لتحضير الوقود الصناعي ألمانيا من القيام بعملياتها الحربية الكبيرة  
خلال الحرب العالمية الثانية . وبالرغم من أن البنزين والزيوت التي تصنع من الفحم لا تتساوى في  
خواصها مع تلك المواد التي تستخلص من البترول إلا أنها أثبتت أنها بديل ممتاز لها . وليس هناك  
أدنى شك في أن الكيميائيين قادرين إذا استدعت الحاجة ذلك على تحسين الوقود الصناعي حتى يتساوى  
في صفاته وخواصه مع المنتجات الطبيعية .

ومواد البناء مثل الصناعات الأخرى التي ذكرناها تستفيد بدورها من لمسة الكيمياء السحرية . فما  
كان يعتبر سابقاً فضلات لا نفع لها ، مثل نشارة الخشب أو قطع الأخشاب الصغيرة ، تحول الآن إلى  
ألواح متماسكة قوية بإضافة بعض الراتنجات واللدائن لها لصق طبقاتها . وخشب الأبلكاش الذي يستعمل  
الآن يجد استعمالات متزايدة في أغراض البناء الداخلية وكذلك في الاحتياجات الخارجية أيضاً . واليوم  
يعالج الكثير من الخشب بالمواد الكيماوية لحمايته من الحشرات والعوامل الطبيعية الأخرى .

ولقد انضمت اللدائن إلى مواد البناء التقليدية . وكلما ظهرت أنواع جديدة من البلاستيك وكلما  
تشكلت هذه الأنواع في منتجات أكثر فائدة كلما ازداد استخدامها في المنازل وفي المساكن التجارية .  
وكان لمتانة اللدائن وألوانها الجذابة وسهولة استخدامها وصيانتها أكبر الفضل في انتشار استعمالها في  
تغطية الأرضيات والجدران وفي تركيبها الإنارة وفي بعض الحالات الخاصة في عمل السقوف والجدر  
الشفافة .

والدهانات ، والوسيلة القديمة لحماية وتجميل كل أنواع سطوح البناء ، تدخل اليوم في عصر جديد  
من التحسين . فقد وجد الكيميائيون طرقاً لإضافة المطاط الصناعي والبولي فايناييل أستيات وراتنجات  
الأكريليك إلى الدهانات لإطالة عمرها وزيادة مدة ألوانها .

هذا السيل العجيب المتدفق من العجائب الكيميائية الحديثة والتي ذكرنا قليلاً منها حتى الآن نشأ  
من الأبحاث التي لا نهاية لها ومن ابتكار عمليات كيميائية جديدة معقدة في كثير من الأحيان .

والهواء الجوي أحد مصادر الكيماويين الرئيسية للحصول على المواد التي يستخدمونها في تحضير المنتجات الصناعية . ومن بين المصادر الأخرى نرى الفحم والبترول والغاز الطبيعي والمنتجات الزراعية والكبريت وملح الطعام والماء والحجر الكلسي وصخور الفوسفات .

ويستخلص الكيماويون من الهواء الجوي المحيط بالأرض عنصرين فائقي القيمة هما النيتروجين والأوكسجين . ويستخدم هذا الغازان في تحضير النشادر وحامض النتريك . ويستعمل الأكسجين بمفرده في الأغراض الطبية وكذلك في التفاعلات الكيماوية ، كما أن له استعمالات صناعية أخرى . ونحصل على منتجات ضئيلة أخرى من الهواء الجوي ( بعد تحويل الهواء إلى سائل ) منها الغازات النادرة الخاملة وهي النيون والأرجون والكريبتون والرادون والزينون .

والماء مصدر أساسي للأكسجين و الهيدروجين . وتستخدم الصناعات الكيماوية كميات هائلة من الماء في أغراض التبريد والغسيل والتجفيف . وماء البحر يستخلص منه المغنيسيوم و البروم وملح الطعام .

وملح الطعام له استعمالات أخرى في الكيمياء أكثر من الاستعمال الذي نعرفه في تحضير الأغذية وحفظها . فهناك ملايين الأطنان من الملح تستخدم سنوياً في إنتاج غاز الكلور والصودا الكاوية ومواد التبييض وكربونات الصودا وتعليب اللحوم وفي عمليات تجهيز الأنسجة والجلود .

وصخور الفوسفات تمدنا بالفوسفور ، ذلك العنصر الهام في الأسمدة الفسفورية . ويستخدم الفرن الكهربائي في استخلاص عنصر الفسفور من هذه الصخور . والفوسفور هو أساس كثير من الكيماويات التي تستخدم في كثير من الصناعات والعمليات الكيماوية مثل صناعة الأغذية والنسيج والزجاج والمتفجرات و المنظفات الصناعية .

والكبريت يمد الكيماوي بحامض الكبريتيك ، ذلك الحامض العظيم الأهمية . وثاني أكسيد الكبريت هو أحد منتجات الكبريت الهامة وهو يستخدم في أعمال التعقيم والتبييض وحفظ المأكولات وكذلك في عمليات التكرير للبترول والزيوت .

والحجر الكلسي هو أحد الفلزات يستخدمها الكيماويون بكثرة بعد تحويله إلى الكلس . هذه المادة التي تستخدم في صنع كربونات الصوديوم وكربيد الكالسيوم وفي صناعة الحديد وفي ترويق الماء وتكرير السكر وصناعة الزجاج والورق .

والفحم الحجري أصبح منذ وقت طويل المصدر الأساسي لمئات من المنتجات الكيماوية المذهلة . وللأغراض الكيماوية يقطر الفحم الحجري اتلافياً لإنتاج ثمانية منتجات أساسية هي : فحم الكوك وغاز الفحم والقطران والنشادر والبنرول والتولويل والزيلول والنفثالين . وبعض هذه المواد يعرف باسم : ( الكيماويات العطرية ) . وهذه المنتجات نحصل عليها في الواقع كناتج ثانوي أثناء تحضير فحم الكوك الضروري لصناعة الحديد . ومن هذه المصادر الأولية يستخلص الكيماويون مئات من المواد الكيماوية الأخرى يحولونها إلى آلاف عديدة من المواد النافعة من بينها المطاط واللدائن والأدوية والأسمدة .

وتستعمل اليوم طريقة جديدة للتقطير الإتلافي للفحم الحجري لاستخلاص المواد الكيماوية منه ، وتفوق الطرق القديمة . ومع كفاءة أكثر مع إعطاء مواد أخرى جديدة . وتسمى هذه الطريقة بطريقة الهيدروجين وفكرتها الأساسية ظهرت عندما اكتشف بيرجوس طريقة تحويل الفحم إلى بنزين التي سبق أن أشرنا إليها ، وتستدعى طريقة الإيدروجين هذه أولاً طحن الفحم إلى مسحوق ناعم ثم تحويله إلى عجينة . بعد ذلك يعرض الهيدروجين والفحم سوياً لضغط كبير يتراوح بين 250 - 400 كغ / سم<sup>2</sup> ودرجة حرارة تصل إلى 550 م° مع وجود عامل مساعد . ولقد أمكن الحصول بهذه الطريقة على أكثر من 150 مركباً كيمياوياً .

والبتترول والغاز الطبيعي هما أكبر منافس للفحم الحجري في إنتاج المواد الكيماوية الأولية . ولقد أدت الحرب العالمية الثانية بطلبها الكبير الهائل لكل الأنواع المختلفة من المواد إلى تطوير عمليات إنتاج المواد الكيماوية من البترول والغاز الطبيعي . واليوم يعتبر البترول والغاز الطبيعي المادتان الأوليتان لصناعة بتروكيماوية هائلة يستثمر فيها البلايين من الدولارات وينتج عنها أكثر من 2500 مادة كيمياوية . وما زالت هذه الصناعة الجديدة تنمو بخطوات جبارة . ولعل السبب الرئيسي في ذلك هو أن البترول والغاز الطبيعي يمكن الحصول عليهما واستخدامهما في الصناعة بسهولة كبيرة نسبية . ومن بين العمليات الرئيسية التي أنشئت لاستخلاص المواد الكيماوية الأساسية من هذين المصدرين نجد عمليات التقطير الجزئي والتفحيم وإعادة التشكيل .

وتتم عملية التقطير التجزيئي في أبراج تقطير من الحديد . وبعد أن ينقى البترول من الشوائب مثل أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والماء يسخن في أنابيب إلى درجة حرارة عالية حيث يتحول إلى غاز ثم يدخل في برج التجزئة من قاعدته ويندفع الغاز خلال البرج ثم تتجمع المواد المتخلفة فيه وتتكاثر عند مستويات مختلفة من البرج وتسحب الأبخرة المتكاثفة من هذه المستويات إلى خارج البرج بواسطة شبكة الأنابيب حيث تجمع صهاريج التخزين . وفي بداية عملية التقطير الجزئي يكون البترول على هيئة مخلوط متجانس يحتوي على المئات من مركبات الكربون والهيدروجين . وعندما يغادر البترول البرج يكون قد أعطى ستة قطرات هي : البنزين وناقثا البترول والكيروسين وزيت البرافين والشموع والزيت البترولية الثقيلة . ولا تتكاثف كل أبخرة البترول في برج التجزئة ، ولذلك تتطاير من أعلا البرج ويستفاد منها بطرق كثيرة .

وهناك طريقتان أساسيتان للتكسير أي تفكيك جزيئات مركبات البترول الثقيلة إلى أنواع مختلفة من المركبات . وإحدى هاتين الطريقتين تعرف بالطريقة الحرارية وفيها تستخدم الحرارة فقط في تفكيك الجزيئات . والطريقة الثانية هي طريقة العامل المساعد إلى جانب استعمال الحرارة . وتدفع النواتج البترولية الثانوية الناتجة من عملية التفكيك هذه إلى برج للتقطير الجزئي حيث يفصل كل منها عن الآخر ويجمع على انفراد . وتؤدي عملية التفكيك هذه مصادفة إلى إنتاج بعض أنواع البنزين المضاد

للفرقعة . وعملية إعادة التشكيل هي تحويل عملية التفكيك وتستعمل أساساً للحصول على أنواع جيدة من البنزين .

ويقول العلماء بإمكان تحضير الآلاف من المركبات الكيميائية من البترول والغاز الطبيعي . ويتنبأ الخبراء أن صناعة البتروكيماويات سوف تمد العالم بنصف احتياجاته من المواد الكيماوية . وكان النجاح المعجز للكيميائيين في اكتشاف مواد جديدة للأغراض السلمية عظيماً ، ويمثل نجاحهم في حقل الأغراض الحربية . وفي الحقيقة لو لم يكتشف الكيميائيون الكثير من المواد الحربية كالمتفجرات القوية والمواد الحارقة الشديدة والغازات السامة لكان من المحتمل أن يخوض الإنسان معاركه حتى اليوم بالرمح والسهم والنبال .

وعندما نتحدث عن استخدام المواد الكيماوية في القتال فإن تفكيرنا يتجه إلى الغازات السامة أكثر من اتجاهه إلى المتفجرات أو المنتجات الأخرى . وظهرت الغازات السامة في الحرب العالمية الأولى حينما شن الألمان هجوماً مفاجئاً بغاز الكلور السام ضد الحلفاء في الجبهة الغربية ، وكان لهذا السلاح الجديد أثره البالغ إذ قضى على الكثير من جنود الحلفاء الذي استنشقوا الغاز المميت الذي ملأ خنادقهم وعانى الكثير من الأحياء من إصابات مزمنة برئاتهم .

ثم استعملوا سلاحاً كيميائياً ثانياً هو غاز الخردل الذي كان يسبب حروقاً شديدة بأجسام ضحاياه . ويعد الحرب العالمية الثانية ثار جدال كبير بين الدول على عدالة استخدام الغازات السامة كسلاح حربي . ولقد رأى الكثيرون أن هذه الأسلحة المفزعة التي يصعب الحماية منها ، هي أسلحة وحشية وغير إنسانية . وفي سنة 1928 كنتيجة للمناقشات حول هذا الموضوع وقع عدد من الدول اتفاقاً عالمياً يحرم استعمال هذه الغازات السامة في الحروب .

وبالرغم من هذه المعاهدة ما زال الكيميائيون يختبرون غازات سامة أضعف في تأثيرها من الغازات التي استعملت في الحربين العالميتين وأمكن الآن إنتاج سلاح حربي غازي رهيب جديد يمكنه في الظروف الجوية الملائمة محو الحياة في مساحة قدرها 100 ميل مربع . وهذا الغاز يمكنه أن يتسلل في الخفاء في منطقة ما ويقال أنه يمكنه أن يسبب نفس الخسائر في الأرواح التي تسببها القنبلة الذرية التي تفوقه برعدها القاصف .

ويسمى الجيش الأمريكي هذا الغاز ( G . B ) وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة ويؤدي بضحيته بعد استنشاقه بخمس وأربعين ثانية فقط إلى التلوي والتشنج الذي يؤدي إلى الوفاة . وهذا الغاز يفسد أحد المواد الكيماوية الهامة الوثيقة الارتباط بالجهاز العصبي والعضلات والتي تسمى كولينو إستيراز . وحينما تتلف هذه المادة الكيماوية تقف الأعصاب والعضلات وتنتاب جسم الإنسان على الفور تشنجات مميتة . وإن مكافحة هذا السلاح المخيف غير المنظور يعد عاملاً صعباً للغاية إن لم يكن مستحيلاً .

## الباب السادس

### سحر الكيمياء في مستقبلنا

قبل قرن من الزمن كان الأمر يحتاج إلى شخص جسور شجاع لكي ينبأ بمجيء ذلك اليوم الذي تصنع فيه الملابس من قوالح الذرة والأخشاب ، والذي تبتكر فيه العقاقير من الفحم وبعض المصادر الغربية الأخرى التي في استطاعتها قهر الميكروبات وبعض أمراض الإنسان المميتة ، والذي تزرع فيه الأغذية وتجهز وتحفظ بواسطة عشرات من المواد الكيماوية المختلفة ، والذي يحل فيه البلاستيك محل الخشب والمعادن والزجاج في أغراض لا نهاية لها . ولكن الأمر يحتاج اليوم إلى شخص أكثر جسارة وشجاعة لكي يتكهن بما يمكن أن يحدث من تطورات كيميائية في القرن الحادي والعشرين .

وبالرغم من أن انتصارات الكيمياء كان لها أثر عميق على صحة الناس ورفاهيتهم المادية في كل مكان في العالم إلا أن الثقة يخبروننا أن الكيميائيين لم يزلوا بعد في بداية دراستهم لتكوين الجزيئات ولم يزلوا في بداية معرفتهم بطريقة هذه الجزيئات لعمل الترتيبات المعقدة التي لا حصر لها.. وبسبب ازدياد معرفة الكيميائيين المستمرة يبدو أنه من الصعوبة بمكان أن نجازف حتى ولو بالتخمين عما سيكون عليه مستقبل الكيمياء .

ومع ذلك فإن بعض خطوط البحث قد تقدمت تقدماً يمكنه أن يحدد لنا على الأقل صورة بدائية لما يمكن للكيمياء أن تقوم به في المستقبل .

في الزراعة يمكننا أن نتوقع ظهور كيماويات جديدة أكثر تأثيراً على حث نبات المحاصيل على النمو وكذلك على حمايتها . ومثل الأسمدة والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية التي بين أيدينا اليوم ستعمل الكيماويات الجديدة على زيادة المواد الغذائية في العالم .

ولكن نظراً للزيادة الكبيرة في عدد سكان العالم ولأنه قد يأتي اليوم الذي لا يمكن للطرق التقليدية للزراعة أن تنتج غذاء كافياً لاحتياجات السكان ، نظراً لكل ذلك نرى العلماء يستكشفون اليوم حقل الأغذية الصناعية .

والأبحاث التي تجري حالياً تكشف الستار ببطء عن أسرار التحضير الصناعي للمواد الكربوهيدراتية والمواد البروتينية والمواد الدهنية والفيتامينات ، والمواد الأخرى ذات القيمة الموجودة في الأغذية الطبيعية والضرورية لاحتياجاتنا الغذائية . وهذا الحقل هو أحد الحقول المتخصصة من حقول الكيمياء ويسمى بالكيمياء الحيوية .

والكيميائي الحيوي يهتم أساساً بدراسة العمليات الحيوية في النبات والحيوان والإنسان وتأثير المواد الكيميائية على هذه العمليات . ولقد سبق أن ناقشنا الكثير من أعمال الكيميائي الحيوي في مجالات الطب والزراعة غير أن الكيميائي الحيوي قد جال بعيداً عن حقول الأبحاث التقليدية هذه .

وكان الإنسان يعجب لمدة قرون طويلة كيف يمكن للنباتات أن تصنع من أشعة الشمس وثنائي أكسيد الكربون الموجود في الهواء الجوي ، السكر والمواد الكربوهيدراتية وكذلك المواد الكيميائية الأخرى بمساعدة عامل مساعد هو المادة الخضراء أو الكلوروفيل . وإذا أمكن اكتشاف سر العملية التي تستخدمها الطبيعة في عمل المواد الغذائية والتي نعرفها باسم عملية التمثيل الضوئي أو التمثيل الكلوروفيلي ، لو أمكن معرفة هذا السر لأمكن للإنسان أن يحضّر صناعياً كل الأغذية التي يحتاجها . وهذه المسألة تمثل نوعاً كبيراً من التحدي بالنسبة للكيميائيين الذين أمضوا سنوات طويلة جداً من البحث المضني لمعرفة هذا السر . واليوم تستخدم كل الوسائل حتى الطاقة الذرية للمساعدة في هذا البحث العلمي . فتغذى النباتات بجزئيات صغيرة جداً من المواد المشعة مثل ذرات الكربون المشع . ولأن الذرات يصدر عنها إشعاعات مستمرة أثناء سيرها خلال جميع خطوات نمو النبات لذلك يمكن اقتفاء أثرها بواسطة عداد " جيجر " . ولقد أثبتت هذه الوسيلة مساعدتها الفعالة في دراسة العمليات الحيوية المعقدة في النباتات .

وربما كان أكثر تقدم يستحق الاهتمام قام به العلماء نحو حل طلاس هذا الموضوع ، هي النتائج التي حصل عليها العلماء اليوم ، إذ نجحوا لأول مرة في صنع السكر والنشا من ثاني أكسيد الكربون والماء وبمساعدة ضوء الشمس بعيداً عن الخلية النباتية الخضراء . إذ عرفوا أن الخطوات الهامة في هذه العملية تقوم بها جزئيات صغيرة جداً تسمى " بالبلاستيدات الخضراء " التي تحتوي على مادة الكلوروفيل والتي توجد داخل الخلايا الحية في النباتات .

فالبلاستيدات الخضراء هي مصانع الغذاء التي تستخدم طاقة الشمس وثنائي أكسيد الكربون والماء لصناعة الفيتامينات والمواد المعدنية وكذلك المواد الكيميائية الأخرى داخل النبات . وبفضل البلاستيدات الخضراء أمكن للعلماء أن يعرفوا الطريقة التي تتمكن بها هذه الجزئيات الصغيرة الخضراء من استخدام الطاقة الشمسية لتكسير الماء إلى أكسجين وهيدروجين . ويتصاعد معظم الأكسجين في الهواء بينما يتحد



الهروجين مع ثاني أكسيد الكربون من الجو لبدء عملية طويلة معقدة لتحضير العناصر الغذائية الهامة

ويعتقد العلماء أنهم قد نفذوا إلى الآفاق المجهولة في دنيا التمثيل الضوئي وأن الوقت ليس ببعيد " حينما يعطى اهتماماً كبيراً لإمكانية الإكثار من عملية التمثيل الضوئي بمعزل عن النباتات الخضراء وسوف يدخلنا هذا في عصر جديد من الوفرة التي لا حد لها ، فيه يمكن للإنسان أن يتحكم في أشعة الشمس مباشرة وأن يحرر نفسه من الاعتماد على النباتات الخضراء لأجل غذائه أو إمداده بالطاقة " . وسوف يمكن إنتاج هذه الأغذية الصناعية في ظروف صناعية محكمة بعيدة عن المخاوف التي تسببها أمراض النباتات أو هجوم الحشرات التي تضايق المزارعين .

ومحاكاة عملية التمثيل الضوئي هي إحدى الطرق التي درسها العلماء لإنتاج أغذية صناعية . ويبحث رجال الأبحاث المتخصصون بالإمكانات الضخمة للمصادر الغذائية ، غير الأسماك ، التي يعتقدون أنها توجد في البحار التي تغطي معظم كوكبنا . فالبهار والمحيطات هي المناطق الأخيرة التي مازالت باقية دون استكشاف ، ويعرف العلماء منذ وقت طويل أن المحيطات مخزن كبير غني للمعادن والمواد الغذائية . والمشكلة الكبرى تتمثل في استخلاص هذه الأغذية وفي إمكان تحويلها إلى صورة مناسبة لاستهلاك الإنسان . وإذ يحدهم الأمل في ابتكار مصادر جديدة للغذاء ، يقوم العلماء بأبحاث عن مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة تسمى : " بلانكتون " تتكون من خليط من النباتات والحيوانات الدقيقة التي تتقاذفها الأمواج وتهيم على وجهها في البحار في كميات ضخمة .

وكذلك على الطحالب وهي نباتات مجهرية وحيدة الخلية . ولقد وجد أن البلانكتون مصدر غني للمواد البروتينية وأن الأسماك تتغذى عليها فتتمدها بكل احتياجاته من هذه المواد المغذية .

وستكون الطحالب أيضاً مصدراً غذائياً كامناً مهماً للإنسان . وهذه الطحالب تتكون من نباتات صغيرة وحيدة الخلية لا ترى إلا بالمجهر وتنمو في المياه المالحة أو المياه العذبة . غنية بالمواد البروتينية والفيتامينات والمواد الدهنية والنشا وكثير من المواد الغذائية الهامة الأخرى . وهي مصانع غذائية دقيقة فائقة الكفاءة يمكنها بمساعدة ضوء الشمس أن تحول المواد الخام في البيئة المحيطة بها التي تشمل ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين والفوسفور إلى عناصر غذائية ضرورية مختلفة ، ويقال أن الطحالب تحتوي على 50 % من وزنها من المواد البروتينية . ولقد قدر العلماء أن الكيلو غرام الواحد من نوع عادي من الطحالب ( الكلوريل ) يحتوي على كمية بروتين تعادل 200 غرام من اللحم وعلى كمية من المواد الدهنية تعادل 50 غرام من الزبدة وعلى مواد كربوهيدراتية تعادل ملء ملعقة من السكر .

وبالرغم من أن هذه الطحالب مجهرية الحجم فإنها تتكاثر بسرعة لا يمكن تصديقها إذا كانت الظروف المحيطة بها ملائمة لنموها . ويمكن للطحالب أن تزيد حجمها 7 مرات كل أربع وعشرين ساعة . والطبقة الخضراء التي نراها فوق أسطح البرك أو المصارف الراكدة تتكون من الطحالب التي وجدت بيئة تتوفر بها المواد اللازمة لها للنمو والتكاثر . ولقد اكتشف العلماء أن أهم المواد الكيميائية التي تحتاجها

الطحالب لنموها هي الماء وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين المثبت وعدد من العناصر الأخرى الأقل أهمية . ويعتقد العلماء الذين يبحثون في إمكانيات الطحالب كمصدر غذائي أنه يمكن الحصول على أكثر من 150 طناً في العام من المواد البروتينية من هكتار واحد من هذه النباتات إذا ما تحكنا في ظروف نموها . ولقد اكتشف الدكتور "جاك مييرز" من جامعة تكساس وأحد المبرزين في أبحاث الطحالب طريقة سجلها تجارياً لتربية الطحالب . وبهذه الطريقة يمكن إنتاج 1 كغ من طحالب الكلوريللا في 20 لتر من الماء

ولقد نجح العلماء في بعض الدول الأخرى وعلى الأخص اليابان وألمانيا في تحويل بعض أنواع الطحالب إلى أنواع مختلفة من الأغذية الشهية الغنية بالمواد المغذية . وأتقن الدكتور هينريش لينوي في ألمانيا طريقة لتحويل الطحالب إلى دقيق . ويقول الذين ذاقوا الخبز المصنوع من هذا الدقيق إنه جيد الطعم وليست له رائحة السمك .

ويصنع من بعض أنواع الطحالب أغلفة نوع من السجق يؤكل بكمية محدودة في أوروبا ويقال إن لهذا الغلاف قيمة غذائية بالمقارنة بالأغلفة التي تصنع من السلولوز والتي ليس لها أية قيمة غذائية والتي تستخدم بكثرة في تغليف السجق .

ولقد قام الدكتور هيروشي تامييا من اليابان في تطوير أنواعاً مختلفة من الحساء والخبز والكعك والجيلاتي من هذه الطحالب وهذه الأغذية صحية للغاية إضافة على تجهيزها بطرق تعطيها نكهة وطعماً لذيذين .

وإذا ما أقبل اليوم الذي تكون فيه الطحالب مصدراً رئيسياً من مصادر غذائنا سترتفع دون شك صيحات الاحتجاج من ذواقة المأكولات . وفي ذلك الوقت سيكون الكيميائيين مستعدين لهذه الصيحات بمواد صناعية في استطاعتها أن تكسب الطحالب نكهة لحم البقر أو أي نكهة تقليدية أخرى يرغب فيها الآكلون . وحتى في يومنا هذا يمكن للكيميائيين صنع مواد كيميائية تعطى طعماً ولوناً ورائحة لا تختلف في شيء عن مثيلاتها الطبيعية ، وفي الحقيق تسترعي صناعة الألوان والروائح الصناعية وكذلك استعمالاتها جزءاً كبيراً من اهتمام صناعة الكيمياء في وقتنا الحالي . وربما أمكن العلماء إرضاء الذواقة باكتشافهم لأنواع أخرى من الطحالب أطيب مذاقاً . إذ لم يدرس العلماء في الواقع أكثر من 24 نوعاً من الطحالب من بين أكثر من 10 آلاف نوع توجد في المياه .

وهناك حقل آخر يمكن البحث فيه عن مصادر جديدة للمواد الغذائية بعيداً عن البحار يتمثل في عالم البكتريا والفطر العجيب . وليس هناك من جديد في استخدام هذه الكائنات الدقيقة من أجل زيادة أنواع مأكولاتنا حيث تستخدم منذ وقت طويل في صنع الجبن وإنتاج بعض المشروبات الكحولية وقد خطى العلماء خطوات إلى الأمام في جعل البكتريا تلائم كثير من المجالات الجديدة لإنتاج الأغذية . فخلال الحرب العالمية الثانية نقصت بشدة الإمدادات الغذائية التي يحتاجها الناس في إنكلترا وألمانيا . ولقد نقصت المواد البروتينية نقصاً كبيراً لتوقف استيراد اللحوم التي تكون مصدراً رئيسياً لهذه المواد . لذلك بدأ

العلماء أبحاثهم للمساعدة في سد هذا النقص ، وفي الوقت المناسب تقدموا بالحل الموفق . إذ اكتشفوا طريقة رخيصة لتربية الخميرة الغنية بالمواد البروتينية . ولقد استعمل هذا النوع الخاص من الخميرة بكثرة ووجوده شهياً كما هو مغذياً عند إضافته إلى أغذيتهم وقت الحرب . ومازال الكثير من الأبحاث مطلوباً في جميع ميادين البحوث الغذائية التي اشرفنا إليها ولكن التقدم الذي وصل إليه العلماء مشجع للغاية . وفي الحقيقة نرى بعض العلماء متحمسين إلى حد التنبؤ بذلك اليوم في المستقبل القريب الذي فيه يحصل الإنسان على معظم احتياجاته الغذائية من المواد الصناعية التي تنتج في المصانع بالطرق العلمية الدقيقة .

وبالإضافة إلى مجهودات العلماء في زيادة المواد الغذائية في العالم ، يقوم الكيميائيون بأبحاث لاكتشاف وسائل جديدة لحفظ الأغذية . ولقد اكتشفوا طريقة فريدة تقوم على استعمال العقاقير المضادة للحوية مثل الستربتوميسين والأريوميسين التي تحفظ لحوم البقر والدواجن والأسماك وبعض أنواع الخضراوات من التلف والتعفن . وحينما تحقن هذه العقاقير في هذه المواد الغذائية تقتل البكتريا التي تسبب التعفن . ولقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها وأخذت طريقها في الاستعمال التجاري .

وما يصدق على المواد الغذائية الصناعية في المستقبل ينطبق بدوره على ملابس المستقبل أيضاً . فلقد أحرز العلماء تقدماً كبيراً في الاستعاضة عن الألياف الطبيعية بألياف صناعية . والألياف الصناعية التي نعرفها اليوم لم تظهر في حياتنا إلا منذ سنوات ليست بعيدة ، ومع ذلك فإنها تمدنا بأكثر من 50 % من الألياف التي تستخدم في صناعة النسيج . وكلما حسن الكيميائيين هذه الألياف وابتكروا الجديد منها اختفت من مجال الاستعمال الألياف التقليدية مثل القطن والصوف والكتان . ولتتمكن الكيميائيين من إكساب هذه المركبات بعض الصفات الخاصة التي قد يتطلبها بعض استعمالات هذه الألياف الصناعية . أصبحت هذه المواد تفضل الألياف الطبيعية إلى حد كبير .

ونحن نتوقع زيادة مطردة باستعمال اللدائن في المجالات التي كانت تسودها فيما سبق المعادن والأخشاب . وهنا كما هو الحال مع الألياف الصناعية يمكن للكيميائيين أن يكسبوا اللدائن كل الصفات الخاصة التي تتطلبها الأغراض التي تستعمل فيها هذه المواد . وكلما ازدادت معرفة الكيميائيين بطرق تكوين وترتيب جزيئات اللدائن لصنع نماذج جديدة ، استطاعوا إنتاج مواد ذات خصائص أعجب من الخصائص الحالية .

ونحن نتوقع الزيادة الكبيرة السريعة في استعمال بعض اللدائن الحالية مثل البولي ايثيلين والسيليكونات في الأغراض التجارية والمنزلية لما لها من خواص ممتازة . ويمكننا أن ننظر إلى اليوم الذي تحل فيه أنابيب البلاستيك محل الأنابيب المعدنية في الكسير من أوجه استعمالاتها . وثمة حقل آخر تستعمل فيه اللدائن هو حقل تغليف المواد الغذائية وتعليبها .

وفي المستقبل سوف تتأثر اللدائن والكثير من المواد الصناعية بعنصر الفلور ، ذلك العنصر الذي يعرفه العلماء منذ أمد طويل وإن كانت إمكاناته العلمية لم تستغل أبداً . ولعل أحد الأسباب التي جعلت

الكيميائيين يتعدون عن هذا العنصر هو قابليته الشديدة للتفاعل وأثره الأكال على معظم المواد . فالأدوات المصنوعة من المعادن أو الزجاج التي تتعرض لهذا الغاز سرعان ما تتآكل تحت قدرته الكبيرة على التفاعل . ولا يبدو أن هناك من المعادن ما يقدر على مقاومة قدرة الفلور على التفاعل سوى البلاتين .

وخلال الحرب العالمية الثانية اكتشف العلماء كيف يمكنهم استخدام الفلور في صنع مجموعة جديدة من المركبات الغريبة هي " الفلور كربونات " . فخلال الأبحاث التي عملت من أجل صنع القنبلة الذرية احتاج العلماء إلى مادة يمكن خلطها مع اليورانيوم حتى يمكن فصل نظائر هذا العنصر بدقة تامة . وأثبت الفلور قدرته الفائقة لتأدية هذه المهمة ونتج عن اتحاده مع اليورانيوم مركب سادس فلور اليورانيوم . واحتاج الأمر إلى مواد أخرى يمكن أن تمزج بأمان بهذا المركب الجديد الشديد التفاعل . وأدى البحث عن هذه المواد إلى اكتشاف الفلور كربونات من الهيدروكربونات التي نحصل عليها من البترول بمزجها مع الفلور في وجود عامل مساعد فيحل الفلور محل الهيدروجين في جزيئات الهيدروكربونات مكوناً الفلور كربونات ويتحد الفلور الزائد مع الهيدروجين المنفصل من جزيئات الهيدروكربونات . والفلور كربونات لا تتأثر بالنار أو جميع أنواع المواد الكيميائية الأكال وهي لا تتحلل ولا تتأثر بالعفن أو الفطريات . وبسبب ومقاومتها العجيبة هذه فإن الفلور كربونات التي تستعمل في زيوت السيارات أو اللدائن والمطاط والعديد من المنتجات الأخرى ، تجعل هذه الأشياء لا تبلى .

وفي وقتنا الحالي تكون اللدائن والألياف الصناعية أهم عضوين في عائلة المواد الصناعية الشائعة الاستعمال . ولكن في المستقبل القريب جداً سينضم إليهما عضو ثالث يشابههما في الروعة هو الماس الصناعي . ولقد سبق للعلماء أن حضروا صناعياً بعض الأحجار الكريمة الطبيعية مثل الياقوت والسافير واستغلوها تجارياً . وأمكن للعلماء تحضير الياقوت من أكسيد الألمنيوم ( الألومينا ) وقليل من أكسيد الكروم بصهرهما سوياً تحت ضغط كبير في أفران كهربائية أو باستخدام الحرارة الشديدة الناشئة من اشتعال الهيدروجين في الأوكسجين . والسافير وأحجار الياقوت ، التي تصنع بنفس الطريقة السابقة ، لا تعتبر تقليدياً للأحجار الكريمة وإنما هي صورة حقيقية طبق الأصل . فلها نفس الصلابة والتركيب البلوري ونفس الصفات الكيميائية للأحجار الكريمة .

وحينما انصب الأمر على إنتاج صورة الماس وهو نوع من الكربون وأكثر أنواع الأحجار لكريمة جاذبية ، أعيى العلماء الحصول على طريقة ناجحة لصنعه . واليوم تكلفت بالنجاح مجهودات قرنين من الزمان في البحث عن طريقة عملية لإنتاج ماس حقيقي . إذ اكتشف باحثو شركة جنرال إليكتريك طريقة تمكنهم بواسطتها من إنتاج ألماس صناعي وله جميع الخواص الطبيعية والكيميائية التي يتميز بها الماس الطبيعي . ولقد أثبتت الاختبارات الكيميائية واختبارات الأشعة السينية واختبارات الصلابة أن الجواهر التي صنعها الإنسان لا تختلف بتاتاً عن الماس الذي يخرج من مناجم الكونغو أو البرازيل . وأتى هذا النجاح المثير كنتيجة لأبحاث ضخمة أنتجت آلافاً من العينات التي أقيت جانباً لأنها لم تكن جيدة .

وكانت هذه الأبحاث جزءاً من برنامج عام وضع لدراسة تأثير الضغط الكبير والحرارة العالية على المواد المختلفة . ولقد ساعدت أجهزة المخابرة الحديثة على القيام بهذه الدراسة . وأصبح لثلاثة من العلماء هم الدكتور فرانسيس بوندي وتراسي هول وهربرت سترونج فخر الوصول بهذه الأبحاث إلى ذروة النجاح .

والجهاز الذي استخدم لصناعة الماس يتكون من حجرة ضغط فريدة بها ضاغط ضخ يزن 1000 طن . ويمكن الحصول بواسطة هذا الضاغط على ضغوط تصل إلى 100.000 ضغط جوي وعلى درجات حرارة تصل إلى 5000 درجة مئوية وهذه الظروف التي حققها العلماء تساوي بالتقريب الضغط الواقع على عمق 240 ميلاً تحت سطح الأرض . ويتعرض مادة كيميائية كربونية اكتشفوها ، لهذه الظروف من الضغط والحرارة تمكن علماء شركة جنرال إليكتريك من إنتاج ماس حقيقي .

ولقد وصف الدكتور سترونج اللحظة التاريخية السعيدة التي تلت أحد الاختبارات الأولى التي أدت إلى أول ماس حقيقي صناعي بقوله : " بعد أن فتحنا حجرة الضغط وبينما كنا نقوم بعملية تجليخ القالب الصلب الذي تكوّن داخلها ظهر ما كنا نبحث عنه ، بلورة من مادة فائقة الصلابة لم نتمكن من تكسيدها بواسطة آلة التجليخ ، وبكثير من الدهشة والأمل أبعدت البلورة عما يجاورها وجريت أحد أطرافها الحادة على السافاير وكربيد السيلكون وكربيد البورون . وتمكن هذا الذي يمكن أن أسميه الآن ماساً من خدشها جميعاً " .

وبالرغم من أن هذه الطريقة مرتفعة التكاليف جداً لإنتاج هذه الجواهر الصناعية على نطاق تجاري . ومازال الأمر يتطلب الكثير من الأبحاث المخبرية قبل أن يتمكن الماس الصناعي من منافسة الماس الطبيعي في ثمنه . وحينما تتقن هذه الطرق المعملية فإنها سوف تستخدم أولاً في إنتاج الماس للأغراض الصناعية : في آلات القطع والنشر وصقل وتجليخ المواد الصلبة الأخرى . أما الماس الذي يستعمل في صناعة المجوهرات فإنه يتطلب ميزات أخرى مختلفة من حيث اللون والحجم والنقاء البلوري .

لقد كانت الكيمياء العامل الأكبر في المكاسب التي تسترعي النظر التي حصل عليها الطب الحديث خاصة خلال العشرين سنة الماضية . ولربما كان أضخم مساهمة قدمها الكيميائيون في هذا المجال هي العقاقير المضادة للحوية التي مكنت الأطباء من مكافحة كثير من الأمراض التي أعجزت الناس طوال القرون الماضية كما أنها قللت من آثار البعض الآخر . يمكننا لمستقبل التأكد من أن توحيد المعارف والمهارات الفنية بين المهن الطبية والكيميائية سوف يؤدي إلى تقدم ملحوظ لفائدة الجنس البشري . والبحث عن عقاقير جديدة مضادة للحوية يستمر دون كلل . ولا يقف جهد العلماء عند البحث عن عقاقير جديدة لعلاج الأمراض التي تقصر عنها العقاقير التي بين أيدينا الآن ولكنهم يحاولون أيضاً تحسين العقاقير القديمة . والتقدم في هذا المجال يشمل مجموعة جديدة من العقاقير المضادة للحوية ، هي الآن في طور التكوين ، ويرجى منها الأمل في علاج الأمراض الفطرية التي تضر الإنسان والنباتات .

وربما يأتي اليوم الذي يستسلم فيه السرطان ، ذلك المرض الوبيل للتأثير القوي لمجموعة جديدة من العقاقير المضادة للحوية . ولقد خطا العلماء خطوة ضعيفة ولكنها مشجعة على كل حال نحو هذا الهدف باكتشافهم أن أحد العقاقير المضادة للحوية وهو " أزاسيرين " قد أثر بعض الشيء على بعض أنواع السرطان في حيوانات التجارب . ومازال الأمر يستدعي الكثير من الأبحاث قبل أن نتحقق من فائدة هذا العقار في علاج النمو السرطاني في الإنسان . وبعض المركبات الكيميائية الأخرى التي أجريت عليها الأبحاث بأمل احتمال مكافحة السرطان هي " 6- ميركابتبويورين " و " ثيواجونين " و " ميثوبترين " .

وأحد العقاقير المضادة للحوية الجديدة تحت الاختبار والذي يبدو أنه ذو أثر في مكافحة السل أكثر من أي عقار آخر يستعمل حالياً هو السيكلوسيرين .

ولقاح سولك الذي اثبت أنه سلاح طبي قوي ضد شلل الأطفال سوف يتم تحسينه في المستقبل بل ربما ابتكرت لقاحات أخرى أقوى منه . وعلى كل حال فإنه يحدوننا الأمل في المستقبل القريب حيث يوضع شلل الأطفال في ركن منزوع مع التيفود والمالريا والدفنيريا والأمراض الأخرى التي لم تعد تهدد الإنسان فمئذ وقت طويل كما كانت تهدده في الماضي .

والزكام ذلك المرض الواسع الانتشار ربما أصبح قريباً أحد الأمراض التي لا نأبه بها بفضل التطورات التي سوف تحدث في الكيمياء والطب في المستقبل . فالزكام كان يعتبر لمدة طويلة أحد الأمراض الغامضة التي تؤدي بجانب المضايقات السريعة التي تسببها للمصاب إلى مضاعفات خطيرة . ولقد أمضى الأطباء سنوات طويلة في البحث عن أسباب هذا المرض . ويشعر بعض هؤلاء الأطباء أنهم قد وصلوا أخيراً على مبتغاهم وهم على الأقل قد عرفوا أن الذي يسبب هذا المرض نوع من الفيروسات وحالما يعرف نوع الفيروس وتعرف كيفية الإصابة به سوف يشعر العلماء أنهم قد خطوا خطوة كبيرة نحو اكتشاف علاج لهذا المرض . وربما أمكن تحضير لقاح يستعمل في مقاومة هذا المرض ، مثل ذلك اللقاح الذي يستخدم ضد شلل الأطفال .

إن رغبة الإنسان في التحرر من المرض يمكن أن تتم عن طريق آخر مختلف ومثير . فإن شرب لتر أو أكثر من لبن مخصوص قد يكسب الشخص مناعة ضد عدد كبير من الأمراض المعدية منها شلل الأطفال والسل . ولقد كشفت التجارب العلمية التي قام بها كل من الدكتور وليام بيترسون والدكتور بيري كامبل من جامعة مينيسوتا هذه القاعدة الجديدة للوقاية من الأمراض . فخلال عشر سنوات من البحث اكتشف هذان العالمان أن جسم البقرة مصدر ضخم لصناعة الأجسام المضادة التي تساعد على محاربة الأمراض . وعندما تلقح الأبقار بالبكتيريا المتينة الحاملة للأمراض فإن هذا اللقاح يستثير البقرة لإنتاج أجسام مضادة يمتصها الإنسان عند شربه للبن البقرة . وهذه الأجسام المضادة التي قد يكونها الإنسان نفسه . تساعد على اكتساب الإنسان مناعة ضد المرض لفترة طويلة . وكما يقول الدكتور بيترسون يمكن بسترة هذا " اللبن الواقي " أو تجفيفه بدون أن يفقد قدرته على إكساب المناعة . ومازال

الأمر يحتاج إلى كثير من الأبحاث قبل أن يمكن إعلان نجاح هذا اللين الواقي في الوقاية ضد الأمراض . ومع ذلك فقد حصن كل من الدكتورين بيترسون وكامبل نفسيهما لمدة قصيرة ضد أنواع عديدة من الأمراض .

وسوف يشاهد مستقبل الطب تطورات كبيرة ومفيدة في حقل النظائر المشعة ، تلك المواد التي نحصل عليها كنواتج ثانوية لإطلاق الطاقة الذرية والتحكم فيها . ولقد لعبت الكيمياء دوراً كبيراً في انتصار الإنسان على الذرة ، على الأخص في عمليات تنقية الوقود الذري وفي استخلاص المواد الهيدروجينية التي يتطلبها إطلاق الطاقة الذرية بطريقة الانشطار .

والنظائر المشعة هي مواد أكسبت خاصية الإشعاع أساساً بواسطة تعريض بعض أنواع نظائر العناصر كالبيود والذهب والفوسفور والكوبالت والصوديوم لإشعاع قوي داخل المفاعلات النووية . وتؤدي هذه العملية إلى إعادة ترتيب الجزيئات التي تتكون منها المادة وبذلك تتحول إلى نظائر مشعة . والنظائر هي مواد من نفس العنصر وتشبهه في خواصه الكيميائية ولكن تختلف عنه في أوزانها الذرية ، ولقد وجد العلماء أن هذه النظائر المشعة مفيدة جداً في دراسة العمليات الحيوية في النباتات ومفيدة أيضاً في معالجة كثير من أمراض الإنسان .

وفي ميدان العلاج أثبت اليود المشع أهميته في علاج سرطان الغدة الدرقية وكذلك في اكتشاف أورام المخ .. وكذلك أثبت الصوديوم المشع فائدته في دراسة بعض أمراض القلب . ويستخدم الأطباء الذهب المشع في علاج أورام المبيضين . وكل هذا أوردناه على سبيل المثال فقط . ومازال استعمال النظائر المشعة في الطب حقلاً جديداً جداً ، وكلما تزايدت معرفتنا عن هذه النظائر المشعة ظهرت لنا إمكانياتها الطبية المثيرة .

وفي أيامنا هذه يمكن الإنسان بفضل الكيمياء الساحرة أن يسقط المطر صناعياً إذا ما وجد السحاب في السماء . ولقد تمكن علماء شركة جنرال إليكتريك من تحقيق هذا العمل بنجاح مخبرياً وعملياً ، فلقد اكتشف أنه إذا ما نثر حبيبات صغيرة من الثلج الجاف ( ثاني أكسيد الكربون المتجمد ) في السحب سقطت الأمطار . وما أن أتقنت هذه الطريقة وعرفها الناس حتى أجريت عدة تجارب مماثلة في أنحاء مختلفة من الولايات المتحدة والدول الأخرى عبر البحار . واستخدم بعض القائمين بهذه التجارب مواد أخرى غير الثلج الجاف مثل الماء وكلور الكالسيوم وبخار يود الفضة . ولقد وجد أن لهذه المواد نفس تأثير الثلج الجاف ، وفي بعض الحالات كانت أسهل منه في الاستعمال حيث يمكن إرسالها إلى الجو من أمكنة فوق الأرض بينما يجب نثر الثلج الجاف على السحب بواسطة الطائرات .

وأثبتت نتائج هذه الاختبارات نجاحاً كبيراً على الأخص في الولايات المتحدة حيث قام جدل كبير بين الولايات المتحدة فادعت بعض الولايات بأن هذه التجارب حرمتها من مياه الأمطار اللازمة لها حيث أن السحب المحملة بالأمطار التي كانت ستتساقط فيها أجبرت على إسقاط مطرها صناعياً في ولايات أخرى

. كما ادعت ولايات أخرى أن عمليات إنزال المطر التي تمت في أماكن أخرى قد ساقطت إليها أمطاراً لا تحتاج إليها .

لقد ذكرنا سابقاً أن المحيطات هي من بين الأماكن المتبقية التي لم يستغلها الإنسان الاستغلال الكافي بعد . وتغطي المحيطات ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية وهي غنية جداً بالمعادن الهامة الضرورية لبناء مدينتنا الحاضرة والتي نحصل عليها من التربة . ويقول العلماء أن المحيطات هي مخازن كبيرة جداً يمكنها أن تمد الإنسان بكميات لا حد لها من الأسماك والنباتات والماء العذب . وتحتوي المحيطات أيضاً على أكثر من 50 مليون بليون طن من المواد الذائبة أو الأملاح الهامة في استعمالاتنا اليومية . ويقول العلماء أيضاً " على حواف المحيطات توجد شواطئ بحرية ضخمة تحتوي على معادن مثل الألمنيوم والماجنيوم والمونازيت والروتيل والجاريت والماس والزيركون والكوارتز ، ويضم قاع البحر على سبيل المثال لا الحصر رواسب هائلة من فلزات الحديد والمنجنيز والقصدير وصخور الفوسفات . كما توجد تحت قاع المحيط كميات ضخمة من البترول " . وتختفي مصادرها الطبيعية من هذه المعادن الضرورية وغيرها ، الموجودة على الأرض بسرعة متزايدة بسبب العصر الصناعي الكبير الذي نعيش فيه في يومنا الحالي . والحروب تؤدي بدورها إلى النقص الكبير في هذه الموارد . ولقد شاهد النصف الأول من القرن الماضي العديد من الحروب الكبيرة . وفي الحرب العالمية الثانية وحدها قدمت الولايات المتحدة قارباً للحرب ما يقرب من 5 بليون طن من أجود خامات الحديد والمعادن الأخرى . ولأول مرة في تاريخ هذه الدولة تصدر كميات كبيرة من الخامات الممتازة إلى الخارج . وإذا ما استمرت هذه الحالة طويلاً ولم يمكن استغلال المصادر الأرضية للخامات استغلالاً اقتصادياً سوف يضطر الإنسان إلى توجيه مجهوداته نحو استخلاص المعادن الهامة المغمورة في قاع البحار .

والمشكلة الكبيرة التي يقابلها العلماء والمهندسون فيما يختص بهذه الثروات الهائلة هي الطريقة التي يمكن بها استخلاص هذه الثروات بطريقة اقتصادية . فالفلزات توجد في البحار على هيئة محلول مخفف جداً ، وحتى يمكن استخلاصها يحتاج الأمر إلى عمليات معقدة جداً وغالية التكاليف . غير أن هذه المشكلة يمكن التغلب عليها ، فلقد أتقن الكيميائيون اليوم طرقاً لاستخلاص المغنيسيوم والبروم من الماء المالح . ونحن نحصل في الواقع على معظم احتياجاتنا من المغنيسيوم من البحر وبطرق اقتصادية أيضاً . وسوف تصبح عمليات استخلاص المعادن من مياه البحر حقلاً جديداً كبيراً من حقول البحث للكيميائيين في المستقبل . ونحن نتوقع أنهم سوف ينجحون في اكتشاف طريق فعالة للحصول على الفلزات والمعادن الأخرى من المحيطات كما نجحوا في الكثير من المهام الأخرى التي واجهتهم .

ويعتبر بعض العلماء أن الحصول على الماء العذب من مياه البحار هو عمل أهم من استخراج الثروة المعدنية منها . ولا يمكننا إلا أن نتفق معهم إذا ما أدركنا أنه لا توجد أية مساحة من الأرض لا تقابلها



مشكلة الحول على الكميات اللازمة لها من الماء العذب . ويبدو أن المحيطات هي المكان الوحيد الذي يجب أن نبحث فيه عن حل لمشكلة المياه العذبة التي تتفاقم يوماً بعد يوم بازدياد عدد سكان العالم . إلا أن عملية تحويل المياه المالحة على مياه عذبة ليست بالسهولة التي نتصورها . وفي هذه الأيام فقط يقرر العلماء الذين قصروا مجهوداتهم على الأبحاث في هذا الميدان ، أنهم قد وصلوا إلى تقدم ملموس . وتشير طريقتان يعمل العلماء على تحسينهما إلى انه يمكن بواسطتهما تحويل المياه المالحة على مياه عذبة . وتقوم إحدى الطريقتين على أساس التقطير والأخرى على أساس تبادل الأيونات . وإذا نجحت هذه العمليات التحويلية أو غيرها فإن الزراعة مثلاً وهي أحد أبواب استهلاك المياه سوف تكسب كسباً كبيراً . ويعتقد العلماء أنه يوجد على اليابسة أكثر من 1 بليون هكتار من الأراضي يمكن أن تصبح منتجة إذا توافرت لها المياه الكافية . وسوف يؤدي ري هذه الأراضي إلى مضاعفة إنتاج العالم من المواد الغذائية .

ويقودنا كل هذا إلى العامل الأساسي الهام الذي سوف يوجه تقدم الكيمياء في المستقبل ، ألا وهو البحث . والبحث هو المفتاح الذي يقود الإنسان نحو الثروات الضخمة التي يمكن أن تقدمها الكيمياء للإنسانية . والبحث في وقتنا الحالي يختلف اختلافاً كبيراً عما كان عليه في القرن الماضي ، ففي الأيام الخوالي كان الكيميائي يهتم بكشف المعلومات الأساسية عن الكيمياء مثل التركيب الجزيئي للمواد أو طرق تحضيرها وفي حالات فردية فقط ، مثل اكتشاف بيركين للأصباغ من قطران الفحم ، تشعب البحث الكيماوي وحاول العلماء أن يستفيدوا من اكتشافاتهم في الأغراض التجارية .

أما الآن فقد مرت أبحاث الكيمياء في تغيير جذري . فلم تعد تتكون بعد من كيميائي وحيد منحن على أنابيب اختباره ومعوجاته باحثاً بصبر عن حلول للمعضلات التي تحيره . وبدلاً من هذا نرى اليوم فرقاً من المتخصصين في الأبحاث تضم بين أعضائها خبراء في فروع العلوم الأخرى كما تضم الكيميائيين وتأخذ على عاتقها مهمة البحث عن حلول للمعضلات العملية المعقدة .

وبين جوانب المخابر الضخمة الحسنة الإضاءة يمكننا أن نرى اليوم فرقاً من الباحثين في الكيمياء العضوية والكيمياء التحليلية والكيمياء الطبيعية والبيولوجيين وعلماء السموم يعملون سوياً في تعاون تام . وأصبح هذا الفريق الكبير المتباين من الباحثين ضرورياً جداً حيث أن البحث الكيماوي الحديث لم يعد قاصراً على الحصول على المعلومات العلمية الأساسية . وثمة فرع من فروع البحث الهامة وجد طريقه إلى النور ذلك هو البحث التطبيقي .

فيقوم الأخصائيون في هذا الحقل من حقول البحث بأخذ الاكتشافات التي توصلت إليها فرق البحث الأساسية ويحاولون اكتشاف طرق لتحويل هذه إلى منتجات تجارية . وعلى ذلك فإن المنظمة المنسقة للأبحاث الكيميائية في وقتنا الحالي يمكنها أن تبدأ بفكرة نظرية وأن تتبع هذه الفكرة خلال مئات الاختبارات المعملية وأن تطورها للاستعمال الاستهلاكي وأن تبتكر العملية المتقنة لإنتاجها صناعياً وأخيراً أن تقدمها للأسواق كسلعة نهائية .

وفي الكثير من الأحيان يكون الطريق بين الكشف الأساسي وتحويل هذا الكشف إلى سلعة استهلاكية طويلاً جداً وشاقاً . وحينئذٍ قد يصاحب الفشل الجهود التي تقوم بها هذه المنظمات . فكم من فكرة كان يرجى منها أصبحت فكرة فاشلة ، غير أن مقابل كل فشل واجهه العلماء حصلوا على أكثر من انتصار باهر اثر بعمق في حياتنا العملية .

والأجهزة التي يستخدمها الكيميائيون اليوم في أبحاثهم تختلف اختلافاً كبيراً عن الأجهزة التي كان يستخدمها سابقوهم . والكثير من الأدوات التقليدية مثل أنابيب الاختبار والمعجلات والموازين الحساسة وغيرها مازال يستعمل حتى الآن ولكن أضيفت إليها صفوف طويلة من الأجهزة الالكترونية المعقدة . وتلعب الأبحاث الكيميائية في وقتنا الحالي دوراً حيوياً هاماً في تحسين صحتنا ، وتضيف الكثير إلى أمننا الاقتصادي ، وتضفي خصباً ورفاهية على حياتنا اليومية . وهي تساعد الكتل البشرية الضخمة على الحصول على ثروات العالم التي لم يمكنهم أن يحلموا بها سابقاً وكانت قاصرة على قلة من الخاصة . وكلما سارت الأبحاث الكيميائية قدماً بخطاها التي نلاحظها في هذه الأيام ازداد أملنا في ازدياد الثروات المذهلة التي سوف تؤدي أكثر فأكثر إلى رفاهية الجنس البشري .

## -- الفهرس --

الصفحة	الموضوع
1	تقديم
3	الباب الأول فجر الكيمياء
18	الباب الثاني سحر الكيمياء في الطب
31	الباب الثالث سحر الكيمياء في الزراعة
46	الباب الرابع سحر الكيمياء في اللدائن والألياف الصناعية
59	الباب الخامس سحر الكيمياء في حياتنا اليومية
73	الباب السادس سحر الكيمياء في مستقبلنا