Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكيمياء بين السحر والواقع

من إعداد الكيميائي

طارق إسماعيل كاخيا

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. البـــاب الأول .

فجـــر الكيميـــاء

يصـعب علينـا ، والكيميـاء تمثـل جانبـاً مـن جوانـب حياتنـا اليوميـة ، أن نعتقـد أنـه هنـاك وقـت لـم يكـن فيـه للكيميـاء وجـود . فمنـذ صـعود الجـنس البشـري نحـو المدنيّـة كانـت الكيميـاء إحـدى وسـائله . منـذ أن لاحـظ الإنسـان البـدائي عجائـب النـار وحـاول أن يـتحكم فيهـا وأن يسـتخدمها فـي حاجاتـه . لأن الاحتـراق مـا هـو إلا تفاعـل كيميـائي يمـر الوقـود . خشـب أو فحـم . خلالـه فـي عمليـة أكسـدة بمساعدة الأوكسجين .

ومـن هـذه البدايـة البسـيطة نمـا سـريعاً اعتمـاد الإنسـان علـى الكيميـاء التـي تسـتهدف تحويـل مـادة أو أكثـر إلـى مـواد أخـرى . ولقـد تعلـم الإنسـان بالصـدفة أحيانـاً وعـن قصـد أحيانـاً أخـرى كيـف يمكنـه أن يحـول مـواداً إلـى مـواد أخـرى وأن يستخدمها في أشياء تساعده في حياته اليومية وتمده بالراحة والرفاهية.

وكانـت الأهـداف الأساسـية لعلـم الكيميـاء قـديماً تختلـف عنهـا فـي علـم الكيميـاء الآن . فقـديماً كـان النـاس يجـرون التفاعـل الكيمـاوي دون أن يـأبهوا لمـاذا تفاعلـت المـواد وتحولـت إلـى مـواد أخـرى . أمـا الآن أصـبح العلمـاء شـغوفين لأن يعرفـوا أسـباب التغييـرات الكيميائيـة التـي كـانوا يحصـلون عليهـا ومن هنا دخلت الكيمياء في دائرة العلوم .

وانحصـرت الكيميـاء العمليـة لـدى الإنسـان القـديم فـي ميـادين ثلاثـة : **التعـدين , وصـناعة الزجـاج , وصـناعة الأوانـي الفخاريـة** . وإلـى حـد أقـل فـي صـناعة الأصـباغ النباتيـة التـي اسـتخدموها فـي تلـوين أقمشـتهم لمـدة تعـود إلـى آلاف مـن السـنين قبـل المـيلاد . ولقـد اكتشـف القـدماء عـدداً محـدوداً مـن الأدويـة مـن النباتات والأعشاب لعدد متنوع من الأمراض البسيطة .

و يعتقـد المؤرخـون أن **النحـاس والأنتمـوان (حجـر الكحـل)** كانـا مـن بـين الخامـات الأولـى التـي اكتشـفت والتـي أمكـن اسـتخدامها بسـهولة ، وهـم يعتقـدون

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أن الإنسان عرف ربما قبل 5000 سنة قبل الميلاد كيف يمكنه أن يستخلص المعادن ويستخدمها .

كما اكتشف الكيمائيون 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 الكيمائيون أيضاً فن صهر خامات الحديد وتحويل هذه الخامات إلى معادن جليلة الفائدة .

وفي نفس الوقت الذي اكتشف فيه الإنسان صناعة التعدين الأخرى وربما قبل ذلك اكتشف أيضاً أنه يمكنه صنع **الزجاج** الذي ينتج من **الرمل وكربونات الصوديوم** ، ومع أنه لا يمكننا الجزم بالتاريخ الذي ابتدأت فيه صناعة الزجاج إلا أن علماء الآثار أثبتوا أن صناعة الزجاج وصلت إلى درجة ملحوظة من التقدم منذ 4000 سنة قبل الميلاد .

وتدعّي **أسطورة إغريقية** قديمة أن اكتشاف الزجاج كان بالصدفة المحضة . فينما كانت سفينة تجارية محملة **بالصودا** رست على شاطئ رملي أثناء إحدى رحلاتها في البحر الأبيض المتوسط ونزل البحارة إلى الشاطئ واستعدوا لتحضير طعامهم 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 رائقاً 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بـبعض المعـادن ليحصـلوا علـى زجـاج جميـل ومتعـدد الألـوان . وصـنعوا منـه كيراً من المنتجات الجذابة مثل : **الخرز والعقود والفسيفساء والزهريات** .

ويختفـي أيضـاً أصـل صـناعة **الفخـار والخـزف وفـن الصـباغة** فـي غياهـب التـاريخ . ولكـن فـي هـذين المجـالين بقيـت بعـض الآثـار التـي تـدل علـى مواهـب مذهلـة حقـاً فـي الحضـارات الأولـى فـي **الصـين والهنـد ومصـر القديمـة وبـلاد الرافـدين** ، فـي تصـميم الأدوات الفخاريـة بطـلاءات زجاجيـة جميلـة الألـوان وصباغة الكتان والحرير .

ومـن خـلال الدراسـة السـابقة للكيميـاء العمليـة للإنسـان القـديم , يمكننـا بسـهولة أن نـرى أن **مصـر وبـلاد الشـام والـيمن وبـلاد الرافـدين** كانـت إحـدى المراكـز الرئيسـية لتقـدم الكيميـاء . وكـان تعلـيم الكيميـاء يـتم بطريقـة التلمـذة المهنيـة . وكانـت تنتقـل المعرفـة المتراكمـة مـن جيـل إلـى جيـل مشـافهة , ووجـدت بعـض مـن التعليمـات المكتوبـة معظمهـا مـن عمـل الإغريـق الـذين احتكـوا بالحضـارة القديمـة البالغـة التقـدم والـذين دونـوا الكثيـر مـن الأشـياء التـي رأوهـا أو سـمعوا عنها .

ولا ننسـى **أوراق البـردي** التـي وجـدت فـي مدينـة **طيبـة** داخـل أحـد القبـور حيـث يعتقـد علمـاء الآثـار أنـه قبـر لكيميـائي مصـري , واحتـوت هـذه الأوراق علـى الكثيـر مـن التعليمـات المطولـة والوصـفات والتركيبـات لمخـاليط المـواد واختزالها التي كان الكيميائيون المصريون القدماء يعرفونها ويستعملونها .

وهنـاك تعليمـات أخـرى وجـدت مكتوبـة علـى جـدران المقـابر أو علـى الفخـار تخبرنـا كيـف أمكـنهم الحصـول علـى نـوع نقـي مـن **القصـدير** وكيـف صـهروا **الـذهب** بإضـافة مـواد أخـرى إليـه حتـى يتمكنـوا مـن أن يزيـدوا كميـة ذلـك المعـدن النفيس ، وكثير من الوصفات الأخرى .

ثـم جـاءت الحضـارة **الإغريقيـة** القديمـة ، وشـعر فلاسـفتها بفضـول جـارف نحـو معرفـة المـواد والعناصـر المكونـة لعـالمهم الطبيعـي . وفـي تطـوير معتقـداتهم العلميـة قصـر الفلاسـفة الإغريـق أنفسـهم إلـى حـد كبيـر علـى دراسـة

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خـواص ومميـزات المـادة الأساسـية : **جـوهر الأرض والبحـر والسـماء** . ولـم يبذلوا مجهوداً كبيراً ليبحثوا بعمق في التفاعلات الكيمائية الغامضة .

ورغـم تقـدمهم العلمـي الكبيـر لـم يكـن للكيميـاء كعلـم شـأن كبيـر كمـا كـان **للطـب أو علـم الفلـك** . وبـالرغم مـن ذلـك كـان لكثيـر مـن نظريـاتهم وخاصـة النظريـات التـي كانـت تتصـل بالطبيعـة الأساسـية للمـواد تـأثير كبيـر علـى تفكيـر الباحثين في علوم الكيمياء لعدة قرون .

وكـان **طـاليس** الـذي عـاش فيمـا بـين 624 و 545 قبـل المـيلاد مـن أوائـل المفكـرين الإغريـق الـذين سـاهموا فـي الأبحـاث الواسـعة فـي المجـال العلمـي . واهـتم **طـاليس** كثيـراً بالرياضـيات والفلـك وكيميـاء تلـك الأيـام ، وسـافر كثيـراً وزار مصـر وأمضـى بهـا بعـض الوقـت حيـث شـاهد بنفسـه العجائـب التـي أمكـنهم الحصـول عليهـا باسـتخدام الكيميـاء العمليـة . وأخيـراً وضـع نظريتـه الخاصـة عـن طبيعـة المـادة والتـي تقـول بـأن جميـع الأشـياء فـي العـالم نشـأت مـن المـاء وبعـد أن تنتهي دورة حياتها إلى الماء سوف تعود .

وكـان **إمبيـدوقليس** الـذي ولـد فـي جزيـرة **صـقلية** سـنة 492 قبـل المـيلاد ، هـو الفيلسوف الذي بحث في تحسين نظرية طاليس عن طبيعة المادة .

وطبقـاً لنظريتـه ، التـي كانـت سـبباً فـي شـهرته العظيمـة ، يتكـون كـل شـيء فـي العـالم مـن أربـع عناصـر رئيسـية هـي : **التـراب والهـواء والنـار والمـاء** . وكـل الأشـياء الموجـودة فـي العـالم تتكـون مـن هـذه العناصـر الأربعـة الخالـدة والتـي لا تفنـى . وأضـاف إلـى هـذه العناصـر بعـد ذلـك قـوتين همـا : **الحـب والكراهيـة** ، التـي يسـميهما العلمـاء فـي الوقـت الحـالي **التجـاذب والتنـافر** ، قـال إنهمـا سـبب اتحـاد العناصـر مكونـة المـواد وكـذلك سـبب تفكـك العناصـر محللـة هـذه المـواد . واسـتقبلت نظريـة إمبيـدوقليس هـذه بوجهـات نظـر مختلفـة أدت إلـى جـدال كبيـر بـين فلاسـفة ذلـك الوقـت ، كمـا أثـارت أيضـاً الاهتمـام العلمـي خـلال ألـف سـنة بعد ذلك .

ثـم جـاء الفيلسـوف **ليوسـيبوس** وهـو أول مـن قـال بالنظريـة الذريـة للمـادة ، ومـع ذلـك فلقـد كـان تلميـذه **ديمـوقراط** هـو الـذي وسـع هـذه النظريـة وطورهـا كمـا

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كان السبب في انتشارها واشتهارها . وتقول النظرية الذرية للمادة : إن العالم يتكون من جزيئات صغيرة ولا يمكن اختزالها إلى جزيئات اصغر منها , 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 هذه 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 وأضاف إليها أفكاراً جديدة ، حيث اقترح إضافة عنصر خامس إلى هذه العناصر وصفه بأنه **الروح أو الجوهر 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 صناعة التعدين ، وكانت تثق في إمكان تحويل المعادن الرخيصة كالحديد والنحاس إلى ذهب وكان هؤلاء السيمياويون الذين اتفقوا على أن لا يكشفوا عن عملياتهم السحرية لأي فرد خارج جماعتهم ، ويحيطون أعمالهم بالسرية المطلقة .

ولكن بالرغم من القيود الشديدة على هذا الفن فإن السيمياء انتشرت إلى بلاد أخرى خلال السنوات الأولى من العصر المسيحي , وباضمحلال الحضارة المصرية القديمة والإغريقية البطيء ، انتقلت التجارب الغامضة في مجال السيمياء إلى المفكرين العرب , وحينما ساد الحكم الإسلامي في مناطق البحر الأبيض المتوسط وكثير من الدول الأخرى ، وعن طريق

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الانتشار الواسع للثقافة العربية وكذلك المهارات الفنية للقدماء في مجال الكيمياء العملية انتشر علم **السيمياء** في أوربا . وهناك نبتت بذور هذا العلم سريعاً وازدهر علم الكيمياء بشدة حتى القرن الخامس عشر.

وكان السيمياويون يحلمون أثناء انهماكهم بالعمل في الأواني والقوارير وأثناء تصاعد الغازات الكريهة من السوائل بأنهم في يوم من الأيام سيتمكنون 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 جوهر أو أثير . وبمجرد أن يتمكنوا من فصل هذا الروح أو الجوهر 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 " **التكليس** " أي تحويل المادة إلى هيئة مسحوق ، و" **التسامي** " أي تحويل المادة إلى حالة غازية و" **التقطير** " أي تنقية المادة بطرد الغازات أو الأبخرة منها للحصول على الخلاصة أو الجوهر .

ولم يقتصر كل الكيماويين أعمالهم على عملية تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب ، إذ بينما كانوا يتمسكون بعقيدتهم في القدرة السحرية العجيبة للجوهر اعتقدوا أيضاً أن الحصول عليه سيمكنهم من علاج جميع أمراض الإنسان والحيوان .

وتبع انتقال علم السيمياء إلى قارة أوربا انتشار سريع لهذا العلم بمرور السنين خلال القارة وكسب مؤيدين وباحثين ممن لهم مكانة مرموقة في المجتمع . وكان يرجع هذا إلى حد كبير إلى الطرق العجيبة في إقامة الطقوس الدينية والتي أحاطوا بها أوجه نشاطهم . فقبل البدء في تجربة من التجارب كانوا يقرءون الرقى المختلطة بالكثير من الشعوذة . وكانوا يستخدمون الطرق المبهمة في كتاباتهم محاولين إخفاء معلوماتهم الحقيقة خلف ألفاظ وتعابير غريبة مختلطة بالكثير من الرموز الغامضة . وفي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اختيار الوقت المناسب لإجراء 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 أياً من هذه المعادن في تجاربهم الكيماوية كان عليهم أن يرصدوا مكان الجرم السماوي المقابل له في السماء .

غير أن الكيمياء لم تقدم أي مساهمة فعالة لعلم الكيمياء الحقيقي , إذ كان السيماويون يقومون بتجاربهم السيماوية 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 اكتشفوا العديد من العناصر الأخرى التي لم يكن يعرفها أسلافهم . وأيضاً صنّعوا كثيراً من المركبات الهامة . ولكن تأثيرهم الكبير على علم الكيمياء الحديث أتى عن طريق الأدوات والأجهزة التي ابتكروها واستخدموها , وحسنها وطورها علماء الكيمياء فيما بعد .

وكان علم السيمياء في عصوره الأولى يعتبر مهنة شريفة . وأصبح كثير من السيماويين مقربين إلى الملوك والأمراء . وفيما بعد دخل إلى هذا الميدان كثير من المستهترين والدجالين , والذين بسبب أعمالهم الغير شريفة اعتبرت هذه المهنة مهنة سيئةً رديئةً .

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

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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومـا أن حـل القـرن الخـامس عشـر حتـى قـارب جنـون تحويـل المعـادن الرخيصـة إلـى ذهـب علـى الاختفـاء . فتـدريجياً تحقـق السـيماويون أن مخـاليطهم الكيماويـة ومركبـاتهم قـد تكـون ذات فائـدة فـي أغـراض أخـرى ، فـي مجـال الطـب مثلاً , وبذلك بدأ الانتقال البطيء من **السيمياء** إلى **الكيمياء** العلمية .

وكـان **باراسـيليوس** (1493–1541م) الطبيـب السويسـري أحـد العلمـاء العديـدين الـذين زادوا مـن سـرعة هـذا التحـول . ومـع أنـه كـان يقـوم بتجاربـه بغـرض الوصـول إلـى تحويـل المعـادن الرخيصـة إلـى ذهـب إلا أنـه كـان يقـول دائمـاً بـأن القيمـة الحقيقيـة للسـيمياء تكمـن فـي إمكـان إنتـاج أدويـة جديـدة فعالـة . وانكـب باراسـيليوس علـى مخبـره بـإخلاص لإنتـاج عـدد مـن الأدويـة الجديـدة التـي جربها بنجاح على مرضاه .

وبعيـداً عـن عـادة الأطبـاء التـي توارثوهـا عبـر الأجيـال القديمـة فـي تحضـير أدويـتهم مـن الأعشـاب والنباتـات والخلاصـات الحيوانيـة أنـتج باراسـيليوس أنواعـاً عديـدة مـن الأدويـة الجديـدة مـن المـواد الغيـر عضـوية أو المـواد الغيـر حيـة . حيـث حضـر مـراهم مـن أمـلاح الزئبـق وكثيـراً مـن التوليفـات مـن مركبـات الرصـاص وأمـلاح الحديـد والتوتيـاء والـزاج الأزرق (كبريتـات النحـاس) . واستعمل الأفيون لعلاج أمراض مختلفة .

وكانـت أعمـال باراسـيليوس واسـتخدامه العمليـات الكيماويـة فـي تحضـير واسـتعمال أدويـة قويـة التـأثير لعـلاج الأمـراض حـافزاً لكثيـر مـن الأطبـاء فـي أماكن أخرى لأن يهتموا بهذا الحقل الذي كانوا ينظرون إليه سابقاً بازدراء.

وتعلـق النـاس بهـذا الاتجـاه الجديـد ونجـح نجاحـاً كبيـراً فـي معظـم أنحـاء أوروبـا وأصـبح الكثيـرون مـن طـلاب العلـم جنـوداً متحمسـين فـي ميـدان البحـث الكبيـر مـن أجـل معرفـة طبيعـة العناصـر والمـواد وخواصـها الطبيعيـة والكيماويـة . ومـن بـين هـؤلاء الطـلاب ظهـر علمـاء آخـرين اقتفـوا أثـر باراسـيليوس وكـان مـنهم " **فـان هلمونـت** " الـذي سـاهم مسـاهمة كبيـرة فـي تخليـص علـم الكيميـاء مـن قيـوده التـي قيـده بهـا علـم السـيمياء . وقصـر الطبيـب الألمـاني **أجريكـولا** أبحاثـه الكيماويـة علـى المعـادن ونشـر أبحاثـه الممتعـة فـي هـذا المجـال سـنة 1530 فـي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كتابه عن المعادن De Re Metallica الذي أصبح منذ ذلك التاريخ ولمدة أربعة قرون بعد ذلك من الكتب العلمية المعتمدة في هذا الموضوع . ولقد ساهمت تجارب أجريكولا واستنتاجاته المبنية على التفاعلات الكيماوية في إقامة علم التعدين على أساس علمي .

وقام **فان هلمونت** بأبحاثه العلمية في بلجيكا في أوائل القرن السابع عشر ، وكانت تجاربه فريدة في نوعها وكانت أشهر أعماله دراسته للغازات وهو أول عالم يعترف بالغازات كجزء متميز في الجو . وفي الحقيقة كان أول من صاغ لفظ "غاز " ومن أهم اكتشافاته كشفه لغاز ثاني أكسيد الكربون .

وتقبل **هلمونت** نظرية **طاليس** التي تقول بأن الماء هو العنصر الأساسي الذي تتكون منه كل المواد في العالم . وفي محاولة لإثبات اعتقاده هذا قام **هلمونت** بتجارب طويلة على شجرة صفصاف . حيث بدأ تجربته بأن زرع شجرة صفصاف تزن 5 أرطال في إناء كبير فيه 200 رطل من التربة وزنها بدقة متناهية وصار 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 **هلمونت** أن الزيادة في الوزن كان سببها الماء فقط حيث كان الماء هو مصدر الغذاء الوحيد للشجرة . وبالرغم من أننا نعلم اليوم أن هذا الفرض خاطئ إلا أن هذه التجربة قوبلت بإعجاب كبير إلى وقت قريب .

وقرب نهاية القرن السابع عشر انضم أيضاً العالم الإنجليزي **روبرت بويل** إلى رواد الكيمياء . وكانت لعائلة بويل الأرستقراطية وثروته الفضل أن تعطي الكثير من وقت فراغه للبحث , وأن يركز اهتمامه لدراسة الخواص الكيماوية للأشياء . وتعتبر دراساته وتجاربه واكتشافاته في هذا المجال من أهم الأعمال في أواخر القرن السابع عشر والتي حولت السيمياء إلى علم الكيمياء .

وكان **بويل** هو أول عالم ميّز بين العناصر والمركبات والمخاليط وتعريفه للعنصر (بأنه الشيء الذي لا يتحلل) يقترب كثيراً من تعريفنا الحديث للعنصر . وتقول إحدى نظرياته المشهورة والتي تعرف بقانون **بويل** :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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

ولقد قوبل **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 الملك **شارل** أمكن **لبويل** وزملائه أن يكوّنوا منظمة علمية تسمى **بالجمعية الملكية** التي استمر نشاطها حتى وقتنا الحالي .

ويماثل **بويل** في شهرته في القرن السابع عشر العالم الألماني **جون 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 الكبريت . كيف يمكن للعلماء تفسير ذلك ؟ لم يرض عن الإجابات لهذا السؤال فعمل على وضع تحليله الخاص لعملية الاحتراق . فقال إن السبب الحقيقي لهذه العملية الكيماوية هو عنصر خاص من نوع التراب شديد الاشتعال ويوجد في كل المواد التي يمكن أن تشتعل وسمى هذا العنصر " فلوجستن " .

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

ومن القرن الثامن عشر استمر علم الكيمياء في الاتجاهات التي حددها **روبرت وبويل وبيكر** . وكان **جوزيف بريستلي** أحد مشاهير العلماء الذين ساعدوا في الرقي بهذا العلم إلى القمم العليا التي يقف عليها الآن . ولد

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 أن ذلك لا يمكنه أن يعول 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 وكمدرس لم تعطيه الوقت الكافي للتوسع في هوايته العلمية . لذلك أصبح شغوفاً بهوايته الجديدة وخصص كل لحظة خالية لديه للبحث وعمل التجارب . وركز بريستلي معظم أبحاثه على دراسة الغازات المختلفة ، وتمكن من 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 **هلمونت** 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 التخمير . و بفضوله لمعرفه كنه هذه الفقاعات قرب إليها شظية خشبية مشتعلة وما أن انفجرت الفقاعات طاردة الغاز الذي بها حتى انطفأت الشظية . وذهب بريستلي إلى منزله وفي مخبره عرف طريقة لتحضير كمية كبيرة من هذا الغاز وحاول أن يذيبه في الماء . وتصاعد معظم الغاز من الماء ، إلا أن الجزء القليل الذي امتصه الماء أعطى للماء طعم مياه عين"**سيلتزر**" المعدنية . وكان اكتشافه هذا بداية لصناعة **المياه الغازية** التي نستعملها في وقتنا الحالي . ومنحت الجمعية الملكية **لبريستلي** ميداليتها الذهبية من أجل اكتشافه هذا .

وشجعت خبرة **بريستلي** هذه على أن يحضر حامض كلوريد الهدروجين الذي سماه حامض **المورياتيك** . فأضاف حمض الزاج الأزرق (حمض الكبريت) على ملح الطعام وسخن المخلوط فحصل على غاز عديم اللون

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حاد الرائحة , وجمع هذا الغاز فوق الزئبق ثم مرره في الماء فوجده سريع الذوبان فيه . ونتج عن الغاز الذائب في الماء حامض جديد هو ذلك السائل الحمضي الذي نستخدمه بكثرة هذه الأيام في المنزل والمصنع وهو حمض كلوريد الهيدروجين .

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

وبعد هذا الكشف بمائتي عام استخدم هذا الغاز بكثرة في أغراض التبريد ، ولم يكتفي **بريستلي** باكتشافه لهذه المادة الكيماوية الجديدة بل حاول أن يخلط بعضاً من غاز النشادر بغاز كلوريد الهدروجين الذي حصل عليه في تجربة سابقة . فلاحظ ظاهرة غريبة ، إذ تفاعل الغازان معطيان 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 قليلة 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 ، على ناقوس زجاجي بداخله كمية من أكسيد الزئبق . ولاحظ بعد وقت قصير 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 ، أمررته في الماء فوجدت أنه لا يتشربه ، ولكن ما أثار عجبي , كان اشتعال شمعة في هذا الغاز بشدة ملحوظة ". ثم فعل نفس الشيء بجمرة من الفحم وبسلك من

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 عديدة لمعرفة أثر هذا الغاز على الحيوانات والإنسان . فأخذ فأرين أبيضين وضع أحدهما في مخبر زجاجي يحتوي على العنصر الجديد والثاني في مخبار 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 المخبار 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 رئتي بهذا الغاز يختلف عن إحساسها بالهواء العادي . ولكنني شعرت بعد ذلك بأن تنفسي كان هادئاً وسهلاً لبعض الوقت وربما يأتي الوقت الذي يصبح فيه هذا الغاز وسيلة للرفاهية " .

وتخيل **بريستلي** ، الذي كان سعيداً كل السعادة باكتشافه ، استعمالات كثيرة أخرى لهذا الغاز في الحياة العملية . ففكر 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بريستلي ولهذا السبب يعزى إليه فخراً هذا الكشف الذي يعتبر من الاكتشافات الكبرى في بداية علم الكيمياء .

ودفعت أفكار بريستلي السياسية المتحررة به إلى أن يغادر موطنه الأصلي انجلترا في سنة 1794 إلى أمريكا . واستقر في بنسلفانيا حيث أمضى سنواته الأخيرة مكملاً أبحاثه في مختبره الذي أسسه في منزله . وخلال هذه الأبحاث اكتشف غازاً آخر هو **أول أكسيد الكربون** . وبالرغم من أن النتائج التي حصل عليها هو 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 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 حللها .

ومن أول اكتشافاته في الكيمياء دراسته الكاملة لعنصري **الباريوم والمنجنيز** وتحديد الكثير من خواصهما الكيميائية التي مازلنا نعترف بها إلى اليوم . واكتشف أيضاً غاز الكلور ذلك العنصر الذي أصبح مادة أساسية في الكيمياء الصناعية في وقتنا الحالي . وكان رائد دراسته **التنجستين والموليبديوم** 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 لتنقية وفصل الأحماض العضوية استمر العمل بها حتى عصر الكيمياء الحديث . وكان هو أول من قام بدراسة كاملة لكبريت الهدروجين . وأثناء اشتغاله **بمركبات الزرنيخ**

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

اكتشف صبغة يمكن استخدامها في أغراض التلوين مازالت تحمل اسم " **أخضر شيلي** " وتشمل قائمة اكتشافات **شيلي** العدد الكبير من المواد الكيماوية .

وكثير من أعمال **شيلي** العظيمة لم تر النور إلا بعد وفاته حينما نشرت مذكراته المدونة بعناية فائقة . إلا 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 ساهم 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 حررته من مشاكل الحياة العادية . وكان ضمن ما آل إليه منزل العائلة الذي حول الطابق الأعلى منه إلى مختبر كيميائي حيث حبس نفسه فيه واشتغل بالأبحاث الكيماوية .

لاحظ **كافندش** تصاعد غاز أثناء تجربته تأثير محلول حمضي على كل من الحديد والتوتياء . وجمع الغاز الذي حصل عليه في بالونات . وحينما ترك الغازات لتخرج من البالونات قرب منها لهباً فاشتعل الغاز بلهب ازرق خافت . واستمرت تجاربه على هذا الغاز وعمل على تنقيته بكل الوسائل التي كانت ضمن إمكانياته وحاول أن يزنه . وعجب أشد العجب حينما وجد لهذا الغاز وزناً مع ضآلة 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 علماء آخرون يشكون بها ، 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 **الهدروجين** .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفي منتصف القرن الثامن عشر اكتشفت الكهرباء التي أخذت بألباب العلماء في كل مكان . ومن ضمن التجارب التي أجراها العلماء على الكهرباء 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 مختبره ولاحظ ما سبق أن لاحظه العلماء الآخرون . وفي سلسلة تجاربه بدأ بإمرار شرارات كهربائية في مزيج من الأوكسجين والهدروجين وكرر العملية مرّات عديدة وفي كل مرة كان يدون نتائجه بدقة . وبعد عشر سنوات من التجارب العملية المتئدة قدم **كافندش** بحثه إلى الجمعية الملكية في سنة 1784 قائلاً : إن الماء ما هو إلا مركب من غازي الهدروجين والأوكسجين متحدين بنسبة حجمين من الهدروجين إلى حجم واحد من الأوكسجين .

ورجع **كافندش** بعد أن أعلن عن نظريته عن تركيب الماء إلى مختبره بعيداً عن الجدل الذي أثاره هذا الإعلان واستمر في تجاربه حتى أواخر أيام حياته . وفي خلال تجاربه وجد أنه عندما يتحد النيتروجين والأكسجين فإنهما يكونان أكاسيد النيتروجين . وبعد سنوات سهلت أبحاثه هذه على العلماء الآخرين الطريق لابتكار الوسيلة لتثبيت نيتروجين الجو لإنتاج الأسمدة والمتفجرات النيتروجينية .

وكما أعطت انجلترا في القرن الثامن عشر الكثير من العلماء الممتازين كذلك أعطت فرنسا العالم الكيميائي الفرنسي **أنطوان لافوا زييه** الذي اتسعت اهتماماته ونشاطاته لدرجة تسببت في وفاته قبل الأوان وفي شهرته التي غطت الآفاق . كان لافوا زييه 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عليها من سلسلة طويلة من التجارب والتي نشرها بين سنة 1775 و 1777 وساعده على إكمال نظريته عن الاحتراق المناقشة التي دارت بينه وبين **بريستلي** عندما تقابلا حيث شرح له تجربته الأخيرة بإشعاله الشمعة في مخبار به الأوكسجين " الهواء الخالي من الفلوجستن " كما كان يسميه **بريستلي** . وطبقاً لاكتشافات **لافوا زييه** تنشأ عملية الاحتراق من اتحاد المادة المحترقة مع الغاز الجوي الذي اكتشفه **بريستلي** والذي كان **لافوازييه** أول من أطلق عليه اسم الأكسجين . 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 زييه** القوية بقيت نظريته عن الاحتراق عشر سنوات قبل أن تلاقي القبول من جمهور العلماء .

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

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

وأثرت النظم العملية والطرق الحسابية التي أتقنها **لافوا زييه** تأثيراً عميقاً في البحث العلمي خلال السنوات التالية . فأصبح على سبيل المثال شديد التعصب لعادة تحليل المواد بوزنها قبل التفاعل الكيماوي 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 زييه أداة فائقة القيمة في الكيمياء الحديثة هي **المعادلة الكيميائية** التي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ابتكرها كلغة ملائمة للكيماويين محاولاً جلاء الاختلاط في المعلومات الكيماوية المعروفة في ذلك الوقت .

ومن مساهماته الأخرى قيامه بوضع **المصطلحات الكيميائية** التي كانت في وقته لا يشوبها الاختلاط فحسب ولكن كانت تشمل الكثير من الألفاظ التي بقيت من أيام السيماويين والتي أصبحت لا تناسب العلم الحديث .

وفي سنة 1789 نشر **لافوازييه** كتاباً سماه " **مبادئ الكيمياء** " قدم فيه مصطلحاته الجديدة لأول مرة . وقد أثار 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 زييه شيئاً سوى تفسيره لعملية الاحتراق لكان هذا كافياً لخلود اسمه كعالم فذ من علماء الكيمياء , إلا 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 الكيماويين الذين تلوه إلى آفاق عالية من الانتصارات العلمية لم يكن في إمكانهم الوصول إليها .

وتمّ في القرن التاسع عشر إرساء الأسس الذي قام عليها 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 جزئيات صغيرة جداً ، لا تنقسم سماها " **الذرات** " وخلال التفاعلات الكيماوية تتحد ذرات عنصر ما بذرات عنصر آخر . وتختلف ذرات عنصر عن ذرات عنصر آخر أساسياً في الوزن الذي يمكن التعبير عنه بالأرقام , ونظراً لأن الهيدروجين كان أخف العناصر المعروفة اعتبر دالتون وزن ذرة الهدروجين وحدة لقياس أوزان الذرات ، وبدأ أبحاثاً لقياس الأوزان الذرية للعناصر .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 والأكسجين مكونين أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون .

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

وحينما 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** و **جاي لوساك** حقيقيتان ولا تعارض بينهما

كان يمكن حسم هذا النزاع في سنة 1811 لو اهتم العلماء بأبحاث العالم الإيطالي **أماديو افوجادرو** الذي نشر آراءه عن الذرات والجزيئات وعلاقتهما بالغازات في التفاعلات الكيماوية . 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 كيماوي ولا يمكن أن يوجد على حالة انفراد وأن الجزيء هو أصغر جزء من المادة تظهر فيه خواصها الطبيعية والكيميائية 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 عددا متساوياً من الجزيئات "

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وأوجدت الأعمال الكيميائية العظيمة الباهرة والمتنوعة لكثير من العلماء مثل القليل الذي سبق أن ذكرناه ، تيارات فردية للبحث في مجال الكيمياء أثناء تطور هذا العلم خلال القرن التاسع عشر . وكانت الأبحاث الكيميائية 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 عام 1828 اكتشف العالم الألماني **فريدريك فوهلر** طريقة لتحضير **اليوريا** بطريقة كيماوية 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 وأن تكافئ الكربون 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 فراداي** من أهم الباحثين في هذا الحقل . ولقد توصل فراداي إلى نتائج هامة واكتشف عدة قوانين خاصة بالتحليل الكهربائي الذي يقوم عليه علم الكيمياء الكهربية . وأصبح هذا العلم جزءاً لا غنى عنه في وقتنا الحالي وخاصة في صناعة التعدين .

وشاهدت الكيمياء في الوقت الحاضر 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 وسعّت معرفتنا بهذه الظاهرة وبالمركبات التي تنشأ عنها بحقل 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وأدى هذان الاتجاهان في البحث إلى تحويل الكيمياء النظرية إلى كيمياء عملية . أو بمعنى آخر استخدم العلماء الحديثين 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 دخلت الكيمياء العملية بشكل واسع في الطب والزراعة والصناعة وكثير من المجالات الأخرى كما سنذكر في الصفحات التالية .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. البـــاب الثانـــي .
سـحر الكيميـاء فـي الطـب

بـدأ ارتبـاط كـل مـن الكيميـاء والطـب بعضـهما بـبعض حينمـا عـرف الإنسـان أن بعـض الأعشـاب وعصـارات النباتـات وقلـف الأشـجار لهـا القـدرة علـى تخفيـف بعـض آلامـه ، وتختفـي نشـأة هـذا الارتبـاط فـي غياهـب عصـور مـا قبـل التـاريخ . وبمـرور عـدد لا يحصـى مـن القـرون اكتشـف الكثيـر مـن الأدويـة والعقـاقير التي استخدمت في معالجة مختلف الأمراض .

وظهـر تغيـر كبيـر فـي مجـال الطـب خـلال أواخـر القـرن الخـامس عشـر وأوائـل القـرن السـادس عشـر علـى يـد الطبيـب السويسـري المشـهور **باراسيلســس** عـن طريـق ابتكـاره لأدويـة جديـدة أساسـها المـواد المعدنيـة بـدلاً مـن الأعشـاب والخلاصـات النباتيـة ، وأصـبح عملـه الريـادي هـذا أكبـر منبـه للعلاقـة بـين الكيميـاء والطـب . كمـا أثـار اهتمـام الأطبـاء بإمكـان اسـتخدام الكيميـاء فـي علـم الطـب ,وأدى هـذا إلـى مولـد نشـاط جديـد بـين هـذين العلمـين اسـتمر منـذ ذلـك الوقت ومازالت تتسع خطواته حتى وقتنا الحالي .

ومـن وقـت لآخـر خـلال القـرون التـي تلـت ، أضـاف كيمـائيون آخـرون إضـافات هامـة وقيمـة إلـى الطـب . وكـان **بـول إرلـيش** مـن أعظـم علمـاء القـرن التاسـع عشـر الـذي اسـتحق أن يسـمى " **بوالـــد الكيميـــاء العلاجيـــة** " (**الكيمـــوثيرابي**) وهـو الاسـم الحـديث لفـن عـلاج الأمـراض بالعقـاقير . وكـان مـن ضـمن اكتشـافاته الكثيـرة : الـدواء الـذي اسـتخدمه فـي عـلاج مـرض النـوم مـن صـبغة حمـراء هـي " **أحمـر تريبـان** " واكتشـافه أن أحـد مركبـات الـزرنيخ وهـو " **أرســفينامين** " والـذي عـرف فيمـا بعـد باسـم سـهل " **سالفرســان** " أو " **الرصاصة السحرية** " له أثر فعال في علاج مرض الزهري .

و بـالرغم مـن مـرور أكثـر مـن أربعـة قـرون مـن البحـث الشـاق الـذي قـام بـه رجـال الأبحـاث المهـرة لـم تكـن المسـاهمة التـي سـاهمت بهـا الكيميـاء فـي مجـال الطـب ذات أهميـة كبيـرة حتـى بدايـة الحـرب العالميـة الأولـى . وكـان يمكـن أن

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تعد العقاقير المستخدمة في علاج مختلف الأمراض على أصابع اليد الواحدة . وحتى 1918 كانت الأدوية التي تستوجب الاهتمام 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 الكيميائيين بالرغم من أنهم أتموا 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 بانتنج** عقار **الأنسولين** . وكان لاكتشاف هذا العقار الذي كان يعني بالنسبة لمرضى السكري الانتقال بهم 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 الكيميائي الحديث " **عصر معجزات العقاقير** " . وكانت مركبات **السلفا** هي أولى المعجزات الدوائية التي ظهرت في منتصف سنة 1930 . ومنذ ذلك 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 "**فارين** " بألمانيا وهي من أهم الشركات الكيماوية في العالم التي تنتج الأصباغ الكيماوية بدءاً من قطران الفحم الحجري , حيث كان كيمائيو 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بعض هذه الأصباغ يحمل معه سراً أهم بكثير من قدرته على تلوين وصبغ الأنسجة .

وانقضى أكثر من عشرين عاماً قبل أن يكتشف كيمائيون 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 صباغاً 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 وحققت التجارب التالية هذا الاكتشاف .

وقبل أن يمضي وقت طويل سنحت للدكتور **دوماك** الفرصة لاختبار مدى تأثير هذا المركب الذي سماه " **برونتوريل** " 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 لجأوا إلى الجراحة كملاذ أخير يائس 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 أقنعته 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 استخدم دوائه الجديد . وبسرعة حضّر جرعة منه على هيئة مسحوق أعطاه لطفلته لتبتلعه . وكانت النتيجة عجيبة إذ انكسرت حدة الحمى وهبوط نسبة 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 مربحة . غير أن هذا الاعتقاد لم يعش طويلاً .

حيث قام كيمائيان فرنسيان من معهد **باستور** بباريس فأخذا كمية من **البرونتوزيل** وحللاها تحليلاً مستفيضاً . 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 بمحاربة الميكروبات .

وما إن اكتشف مكونه الفعال حتى بدأ الكيميائيون في الدول الأخرى في إنتاج أشكال أخرى من هذا العقار . وأتت استعمالاته 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 الأطباء الأمريكيين قد عرفوا هذا العقار واستخدموه , وبدأوا بالحصول على اكتشافات جديدة في هذا المجال .

وبفضل **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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

به اشتكوا من أعراض الحساسية . وفي بعض الحالات القليلة كان للعقار تأثير سيئ على كريات الدم الحمراء والبيضاء . وسريعاً ما انهمك الكيمائيون في أبحاث لتحسين مركبات السلفا وإبعاد تأثيراتها المسببة لأمراض الحساسية.

ومع أن السلفانيلاميد مازال يستعمل إلى اليوم إلا أنه لا يزيد أهمية عن مركبات السلفا المستعملة الأخرى . والمركبات الأخرى الأقوى تأثيراً على البكتريا الضارة تشمل **السلفابيريدين والسلفاثيازول والسلفاديازين والسلفاجوانيدين والسلفاميرازين والسلفاميثازين** التي قللت من خطر التسمم بمركبات السلفا وإن كانت تسبب أحياناً بعض أعراض الحساسية الخفيفة لبعض المرضى . ومازال الكيمائيون يقومون بأبحاثهم على مركبات السلفا لتحسينها , ومن ضمن المشاكل التي عليهم أن يحلوها 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 هي: " **المضادات الحيوية** " . ويركز الكيمائيون اهتمامهم في هذه الأيام في توسيع هذا الحقل الجديد .

والمضادات الحيوية ما هي إلا مواد كيماوية أنتجتها كائنات حية من خصائصها أنها تكبح جماح العمليات الحيوية لكائنات أخرى دقيقة وبذلك تقاوم فتكها بجسم الإنسان . وباستعمال هذه الكيماويات على هيئة عقاقير قام العلماء بثورة كبيرة في رأينا في العلاج الطبي . وعن طريق هذه العقاقير (المضادات الحيوية) والتي هي في متناول يدنا هذه الأيام يمكن للأطباء أن يوقفوا بل وأن يعالجوا أي مرض من الأمراض الأساسية التي تسببها الميكروبات . وهنا يجب أن نستثني بعض الأمراض التي تنشأ بسبب الفيروسات مثل الزكام وشلل الأطفال .

ففي عام 1928 تم اكتشاف هام شجع الباحثين في هذا المجال ، وكان الذي توصل إلى هذا الاكتشاف هو الدكتور **الكسندر فليمنج** الإنجليزي الذي كان يقوم بأبحاثه في مخبر متواضع بمستشفى **سانت مارى** بلندن حيث كان يقوم بتحضير عدد من المزارع المختلفة يحدوه الأمل في الوصول إلى طرق أفضل للتمييز بين السلالات

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 قام بالزرع فيها ا ، فقد 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 محيطة بالبكتيريا ، وقام فليمنج بفحص سريع لهذه الحلقة فلاحظ عدم وجود البكتيريا فيها .

وكان هذا أحد التطورات الغير متوقعة والتي يجب على العلماء أن يتدربوا بصبر لملاحظتها وسرعة اكتشافها . ولذلك نجد أن الدكتور فليمنج لم يضع وقته سدى بل انكب على دراسة الأسباب التي أدت إلى إفساد مزرعته . وبعد دراسة سريعة ومستفيضة 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 **البكتيرلوجيون** أن هذا العفن الأزرق المخضر هو الفطر المسمى علمياً " **بنيسيليوم نوتاتم** " وقام الدكتور فليمنج بزرع هذا الفطر في محاولة للحصول على المادة الكيميائية الغامضة التي ينتجها .

وكانت هذه المحاولة تستدعي الصبر الطويل والجهد المضني ، ولكن العلماء نجحوا في استخلاص سائل بني , 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 فسريعاً 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

سنوات إلى أن اهتمت الحكومة الإنجليزية وكذلك المؤسسات الخيرية الأمريكية والإنجليزية اهتماماً كبيراً بأبحاث **فليمنج** . وكنتيجة لهذا الاهتمام قدمت مساعدات مالية للتمكن من إنتاج البنسلين النادر بكمية مناسبة تمكن من تجربته على المرضى من 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 الخراريج وجسمه يلتهب بالحمى ولم تفلح عقاقير السلفا أحسن الأدوية الطبية آنذاك في تحسين حالته . وكملاذ 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 وبسرعة 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 نفاد 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 تنفد .

وفي هذا الوقت كانت الحرب العالمية الثانية في ذروتها ، وكانت الآلاف المؤلفة من الجنود الجرحى في حاجة إلى عناية طبية . ونظر المسئولون إلى البنسلين كحليف قوي في كفاحهم ضد الأمراض الوبائية والالتهابات . وكانت العقبة الوحيدة والهامة 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حيث قامت شركة **فايزر** المتخصصة في كيمياء التخمر واستخدام الخميرة والعفن والبكتيريا وإنتاج 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 إيجاد وسط أفضل يلائم نمو العفن أكثر من الوسط الذي استخدم من قبل . وكذلك التمكن من الحصول على سلالة من العفن تتكاثر أكثر من غيرها ، وأيضاً التوصل إلى الطرق المناسبة للحصول على العقار وتنقيته .

ومن بين هذه السلالات أعطى العفن " **بينيسيليوم كريزوجينم** " 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 .

واستمر النجاح الحماسي للبنسلين في وقت الحرب إضافة لاستخداماته المتعددة الناجحة في الفترة 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 **اكتينوميسيتس** ، وأكبر نصر حققه **الستربتوميسين** وتوأمه المكتشف بعده **الداي هيدرو سترينوميسين** هو تأثيرهما القوي على ميكروب السل . ففي حالات متنوعة من هذا المرض لم يوقف هذان العقاران تقدم المرض فقط ولكن قضيا 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 تسمم شديدة من بينها الغثيان والقيء واضطراب وظائف الكليتين وتلف الأعصاب الذي يؤدي إلى 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 والبحارة ورجال الإرساليات والسائحين الأمريكان أن يقدموا مساعدتهم بإحضار عينات من التربة والأوراق المتعفنة وفضلات زرائب الحيوانات أو من أي نوع من المواد يشك في أنها تحمل بين طياتها أي نوع من الكائنات الدقيقة . وأدت هذه الأبحاث إلى النتائج التي كانت ترجى منها باكتشاف **الأريوميسين والكلورميسيتين** . وهذان العقاران مثل الستربتوميسين تنتجهما كائنات دقيقة تنتمي إلى مجموعة الأكتينوميسيتس .

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 لاثنين 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 الكلورومیسيتين والأوريويسين وأدى ذلك إلى تزايد طلب الأطباء لهذين العقارين وتزايد استعمالهم لهما .

وميزة أخرى لهذين العقارين تبدو في ندرة الآثار السيئة التي تنتج 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 للحيوية بسرعة كبيرة . والسبب الرئيسي لذلك بطء عملية نمو العفن الذي ينتج العقار المطلوب . غير أنه في حالة الكلورومیسيتين تمكن العلماء من إنتاج الدواء كيميائياً ودون الحاجة إلى العفن . وساعد هذا في الإسراع في عملية إنتاج هذا الدواء . وهذه هي الحالة الأولى التي أمكن فيها إنتاج أحد العقاقير المضادة للحيوية بطريقة كيميائية .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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

والعقاقير المضادة للحيوية 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 البكتيريا . ومن ضمن مئات العينات التي أوحت بالأمل في قدرتها العلاجية لم يكن إلا لعدد قليل منها قيمة علاجية فعالة ، وفي حالات كثيرة أثبتت العقاقير المضادة للحيوية أنها بجانب كونها قاتلة لجراثيم الأمراض ذات تأثير سام على المرضى ولذلك لم يتمكن الأطباء من استخدامها .

وألهم النجاح الرائع الكيميائيين في كل مكان الرغبة الصادقة في استمرار البحث من أجل عقاقير جديدة مضادة للحيوية . وفي كل يوم تقريباً نسمع عن اكتشاف جديد في هذا الميدان . ومن بين المعجزات الحديثة نرى **الأنيزوميسين والباسيتراسين والسيلستيستين 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 الكيميائيين في البحث عن عقاقير جديدة اكتشفوا طرقاً لمزج هذه العقاقير المضادة للحيوية بالفيتامينات . وبذلك تمكنوا من إيقاف الأمراض الخطيرة ومن تقوية المريض في نفس الوقت . وأمكن 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 للحيوية سوى البنسلين بأرقام جرحى الحرب الكورية حيث استخدم عدد كبير من العقاقير المضادة للحيوية ، لوجدنا أن نسبة الجرحى الذين تم شفاؤهم في الحرب الكورية بالنسبة لعدد الجرحى كلهم يزيدون بنسبة 50% عن نظائرهم في الحرب العالمية الثانية .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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

و الهرمونات من الناحية الكيميائية مركبات معقدة التركيب تتكون أساساً من مواد تسمى " **بالستيرولات** 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 هو 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 بالقشرة ويفرز هذا الجزء من الغدة ثمانية وعشرين هرموناً أحدها هو الكورتيزون .

وواتت العلماء اللحظة الحرجة لاستخدام الكورتيزون في عام 1948 إذ أعطي العقار السحري لسيدة شابة ألمّ 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 الأوليتين 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 عليه من جذور نبات نوع من الدرنات ينمو في المناطق الحارة يسمى " **بارباسكو**". وينمو هذا النبات شيطانياً في أدغال

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 " **أكتـه** ACTH " ومصدر هذا الهرمون 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 بصدده 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 **الأكتـه** 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 **الأكته** 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 الكيمائيون إلى معرفة كثير من الهرمونات الجديدة التي يرجى منها الكثير .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ومن بين هذه الهرمونات نذكر ثلاثة هي " **الفلورو هيدرو كورتيزون ، والميتا كورتاند رالون ، والميتا كورتاندا سين** " . ولقد ظهر أن تأثير الأخيرين أقوى ثلاث مرات من الكورتيزون .

ثم درست بعض الهرمونات الأخرى مثل " **التستوستيرون و الأستروجن** " لمعرفة إمكانياتهما 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 في حالة انفراد . 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 ألفاً 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 البحاثة بمخابر شركة **ميرك** هذه المادة الكيميائية 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 الكيميائية كناتج ثانوي من نواتج تحضير الستربتوميسين ، وحيث أن مزارع الستربتوميسين 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 :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الدايكيو ماروك و **الترو مكسان** و **الهيبارين** و **الهيديولين** و**مزيج من الستربتو كيناز** و **الستربتو 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 ماروك** أثناء أبحاث أجريت لمعرفة سبب حالات وفاة غريبة في أبقار بعض المزارع ، إذ بدا أن الأبقار في هذه المزارع يصيبها مرض فجائي ينتج عنه نزيف لا يمكن وقفه يؤدي إلى الوفاة .

ولقد وجد أن الأبقار كانت تأكل برسيماً تالفاً يحتوي على مادة كيميائية هي التي سببت هذا النزيف المميت . وفي أوائل عام 1940 تمكن العلماء من فصل **الدايكيو ماروك** 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 تنتج عن تجلط الدم . وأدت الأبحاث التالية على الدايكيو ماروك إلى إنتاجه كيميائياً ، 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 حضّرت 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 أيضاً مميزات في عملية تجلط الدم . هذه المادة نوع من الجلاتين النقي جداً .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 **بالنشاء الإسفنجي** . ولقد قرر الأطباء أن النشاء الإسفنجي له تأثير كبير في وقف النزيف وخاصة في الحالات التي تلي الولادة بعملية قيصرية . ويمكن خياطة الجيل فوم وكذلك النشاء الإسفنجي في الجروح إذا استدعى الأمر ذلك حيث يمكن لأنسجة 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 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 الأسِرّة 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هـذا الميـدان علـى هيئـة عقـارين جديـدين همـا : " **الكلــور برومــازين** " و " **الريزيـربين** " اللذان أظهرا فائدتهما فـي تخفيف بعض أنواع الاضطرابات العقلية . وحينما يعطى هذان العقاران للمرضى فإنهما يعملان على تهدئتهم حتى أن أشدهم هياجاً يستسلم للأطباء لإكمال علاجه بالوسائل العلاجية الأخرى . وأثبت الريزيربين الذي يستخلص من نبات **الراولفيا سربنتينا** أنه مفيد جداً في حالات ضغط الدم العالي . وأنتج الكيمائيون أيضاً عقارين هما " **الهكسا ميثوفيوم** " و " **الهيدرا لازين** " ولهما نفس الفائدة في حالات ضغط الدم المرتفع ، ذلك المرض الذي يودي 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 لشلل أعداداً متزايدة من الأطفال والبالغين في العديد من الدول .

وبقي **البوليـو** أو شلل الأطفال طلسماً بالنسبة للأطباء لسنوات طويلة . ما هي طبيعة الميكروب الذي يسبب شلل الأيدي أو الأرجل أو الجسم كله وربما الوفاة ؟ .

وبتعاون العقول المفكرة والإمكانيات المادية تمكّن الكيمائيون 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 تتسرب 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. 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 تكاثر الخلايا تكاثراً كبيراً . وتغذى مزرعة الخلايا به 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 جسم 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 أشد الوضوح خلال النصف الثاني من القرن العشرين باكتشاف العديد من العقاقير الممتازة .

وتخرج هذه العقاقير من مخابر 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 تضيف سنوات إلى متوسط عمر الإنسان في جميع أنحاء العالم .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الباب الثالث

سحر الكيمياء في الزراعة

كان الكيماوي الألماني **جوستوس فون ليبج** من أبرز البحاثة الذين أوضحوا الارتباط الوثيق بين الكيمياء والزراعة . وكانت أبحاثه في 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 عن الأسمدة التي توصلت إلى أن النباتات تحتاج إلى أكثر من اثني عشر عنصراً لنموها غير الماء وثاني أكسيد الكربون حتى تنمو نمواً أفضل أهمها عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم . ومن ضمن العناصر الثلاث هذه يعتبر النيتروجين أكثرها أهمية .

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

ثم اكتشف بعد ذلك أن **النترات** التي توجد طبيعياً في بعض الأماكن يمكن استعمالها كبديل عن السماد البلدي , لأن النترات تحتوي على كمية أكبر من النيتروجين . ووجدت أكبر مناجم للنترات في **شيلي** ، وسريعاً ما صدّرت هذه المادة إلى المناطق الزراعية في كل مكان في العالم . وأصبح التسميد بالنترات أفضل من التسميد بالسماد البلدي وذلك لسببين : الأول سهولة الحصول على كميات كبيرة من النترات , والثاني أن استخدام السماد الجديد كان أيسر وأسهل . ووضح أن النباتات التي تسمد بالسماد الجديد تنمو نمواً جيداً وبنفس القدر مقارنة مع النباتات التي تسمد بالسماد 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 ذات الوقت فكر العلماء باهتمام شديد في

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

احتمال نفاذ النترات الطبيعية والذي 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 . وبدءوا يبحثون في إمكانية الحصول على النيتروجين من الهواء ولم يمض وقت طويل حتى ابتدأ العلماء في مشروعات أبحاث تهدف كلها للتوصل إلى هذا الهدف .

والنظرة السريعة لعنصر النيتروجين نفسه تكفى لفهم سبب اهتمام العلماء بفكرة توفيره 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 الجوى . والنيتروجين يكوّن تقريباً أربعة أخماس الهواء الذي نستنشقه . ولقد قدر العلماء أن كمية النيتروجين الموجودة في الهواء الجوي فوق مساحة قدرها هكتار واحد تبلغ 14.000 طناً , غير أن الحيوانات أو النباتات لا يمكنها أن تستفيد من هذا النيتروجين مباشرة ويشذ عن هذه القاعدة عدد قليل من النباتات .

ولا يمكن للكائنات الحية أن تحصل على فائدة من النيتروجين إلا إذا **ثبّت** هذا العنصر واتحد مع عنصر الأكسجين . وتقوم الطبيعة بهذا العمل عن طريق العواصف الرعدية التي تسبب الشرارة الكهربائية والتي 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 النتروجين 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 العالم النرويجي **كريستيان بيركلاند** الذي بنى أبحاثه على تجربة **هنري كافندش** الذي لاحظ

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

أنه عند ما مرر شرارة كهربائية في إناء يحتوي على الهواء تكونت كميات قليلة من أكاسيد النيتروجين . وعمل نفس الشيء في تجاربه لاتحاد نيتروجين وأكسجين الهواء الجوي باستخدام قوس كهربائي فحصل على أكسيد النتروز . وأنتج بسلسلة من العمليات الكيميائية بعد ذلك ثاني أكسيد النيتروجين ثم حامض النتريك الذي أضاف إليه الحجر الكلسي فحصل على السماد الصناعي نترات الكالسيوم .

وقوبلت نتائج بيركلاند 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 ظهرت طريقة أخرى لتثبيت النيتروجين الجوي ابتكرها العالمان **فرانك و كارو** عرفت باسم طريقة **السيانااميد** . وتتلخص هذه الطريقة في تفاعل كربيد الكالسيوم وغاز النيتروجين الموجود في الهواء مكونين سيانااميد الكالسيوم الذي يتحول ببطء إلى النشادر أو الأمونيا بوجود 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 للسيانااميد في إيطاليا . وأقيمت مصانع أخرى في كل من الولايات المتحدة وكندا بالقرب من شلالات نياجارا .

وأفسحت الطريقتان السابقتا الذكر لتثبيت النتروجين المجال إلى لطريقة ثالثة تعرف بطريقة **هابر** الألماني وتعتمد 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

استخدام طريقة هابر دون الحاجة إلى طاقة كهربائية . وهذا أحد الأسباب في جعلها مفضلة على طريقة بيركلاند وطريقة السيانواميد .

وملاحظة تاريخية نود أن نذكرها هنا عن اكتشاف الدكتور هابر . فأثناء 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 شركة **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 يتحد الأوكسجين مع أول أكسيد الكربون محولاً إياه إلى ثاني أكسيد الكربون حيث يتم التخلص منه , ويترك النيتروجين مع الهدروجين الناتج من الخطوة السابقة ، وعند هذا الحد لا يكون الهدروجين قد اتحد مع النيتروجين .

وبعد تنقية مخلوط الهدروجين والنتروجين يمرر المخلوط على عامل مساعد آخر مع ضغط مرتفع وحرارة عالية قدرها 800 م^{o} . في هذه الخطوة يتحد الهدروجين بالنتروجين مكونين النشادر الذي يبرد ويحصل عليه على هيئة سائل .

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

لقد أطلنا في هذا الموضوع لنوضح أن أول مساهمة كبرى للكيمياء في الزراعة كانت في تحضير أسمدة صناعية للزراعة كانت الزراعة في أمس الحاجة إليها . وما زالت هذه المواد تمثل أكبر مساهمة للكيمياء في الزراعة . ومنذ الأيام الأولى لتحضير هذه المواد الكيميائية ازدادت معلومات الكيميائيين عن تعدد حاجات النباتات أثناء نموها , مما تسبب في تنويع الأسمدة وتطوير الوسائل المستخدمة في استعمالها

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. فمثلاً تخلط الأسمدة بنسب خاصة حتى تناسب مختلف أنواع التربة واحتياجات النباتات المختلفة . وتستعمل هذه الأسمدة بطرق جديدة مختلفة إلى جانب الطريقة التقليدية على هيئة مسحوق أو أقراص أو سوائل أو غازات .

وإحدى الطرق الفذة لاستعمال الأسمدة النتروجينية 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 مخابر الجامعات ومحطات التجارب الزراعية إلى نتيجتين هامتين : **النتيجة الأولى** 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 الكيميائية في الزراعة تأثير كبير وعلى الأخص بالطرق التي تستخدم بها الأسمدة اليوم , فلقد مكنت هذه الأسمدة المزارعين من زيادة محاصيلهم زيادة كبيرة لتقابل تزايد الحاجة إلى الغذاء بتزايد السكان دون الحاجة للتوسع في الرقعة الزراعية , ويقول خبراء الزراعة إنه لولا استخدام الأسمدة الكيميائية الصناعية لاستدعى الحال وجوب زيادة الرقعة الزراعية بمقدار / 10 / أضعاف الأراضي المزروعة حالياً حتى تتساوى زيادة إنتاج الأرض مع الزيادة التي تنتج عن استخدام الأسمدة .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 الكيميائيون سيل من مبيدات الحشرات والفطريات ومبيدات الأعشاب أدى إلى إحداث ثورة في مجال إنتاج المحاصيل .

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

ولقد حضّر الكيميائيون العديد من المواد القاتلة للحشرات , ومن أوائل المركبات الكيميائية مادة الـ **د.د.ت** التي أمكن إنتاجها بكميات كبيرة 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 العديد من المبيدات الحشرية في محاربة الكثير 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 محاربته .

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 والدوسنطاريا وغيرها من الأمراض ومثال حي على ذلك حدث في مدينة **نابلي** أثناء الحرب العالمية الثانية حينما هدد وباء التيفوس سكان

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 ويبلغ 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 الكيميائيون وهو **الألدرين** , ويحمى هذا المبيد نبات البندورة حتى وقت الإثمار , في هذا الوقت تصاب الثمار بحشرة أخرى تستدعى الرش بالـ د. د. ت لمكافحتها, وفضلاً عن ذلك على المزارعين استعمال **الباراثيون** لإبادة حشرة أخرى تصيب البندورة أيضاً .

وكذلك نبات القطن يصيبه أنواع مختلفة من الديدان والخنافس ، ولحسن حظ زارعي القطن يمكنهم اليوم الحصول على عدد من المبيدات الحشرية القوية المفعول لمقاومة آفات القطن مثل : **توكسافين ، ألدرين ، دايلدرين ، هيبتا كلور , جامكسان , آرسينات الكالسيوم** وكلها قاتل لآفات القطن .

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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 أصابتها دودة لوز القطن بشدة أثبتت التجارب أن الألدرين كان كافياً لتخليص الأرض المزروعة من هذه الحشرة . وقد أثبت هذا المبيد أيضاً فعاليته ضدّ 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 الألدرين والدايلدرين نفس التأثير الكبير على الحشرات وأثبتا أنهما مفيدان في حماية المنازل ضد النمل والصراصير والكائنات الأخرى غير المرغوب بها . ولقد رأى العلماء أنه يمكن استعمال الألدرين والدايلدرين ضد الحشرات المنزلية بإضافته إلى الطلاء , فعندما تطلى الجدران والخزائن وأسفل حوائط المطبخ بهذا الطلاء المحتوي على أي من المبيدين يمكن أن يظل الطلاء قاتلاً للحشرات لمدة تزيد عن السنتين .

والألدرين والدايلدرين ليسا بالطبع الوحيدين من بين المبيدات الحشرية القوية التي في متناول المزارعين . فهناك العديد من المبيدات الأخرى التي حضرت وأصبحت سهلة المنال مثل : **الكلوردان والليندان والبيرتان والسيستاكس والمالاثيون** . 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 القرناء** تعمل على حفر ثقوب صغيرة في ظهور الأبقار وتمتص دماءها , وهذا العمل يضر بالأبقار ويقلل إدرارها للحليب . وبرش الإسطبلات بالمبيد الحشري المسمى **الميثوكسي كلور** 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 أضرار بإتلاف تركيب النبات . وبذلك يصعب استعمال الأدوية التي تصلح هذه الأنسجة التالفة . والأمراض التي يمكن أن تصيب النباتات يصل عددها إلى مئات الأمراض وتنتمي إلى مجموعات الفطر والبكتيريا والفيروسات وكائنات التربة . ولمواجهة هذه الخسارة الفادحة تقدم الكيميائيون وعلماء أمراض النباتات لإيجاد الأدوية الكيميائية اللازمة لمعالجة هذه الأمراض الفطرية .

ولعل أحد هذه المواد الكيميائية الأولى التي استخدمت في علاج أمراض النباتات حضرت بمحض الصدفة حوالي سنة 1885 وسمي هذا المخلوط : **مخلوط بوردو** . لأن أول ظهوره كان بالقرب من مدينة **بوردو** بفرنسا إذ تضايق مزارعوا العنب في تلك المنطقة من صغار الأطفال الذين كانوا يغيرون على حقول العنب ليأكلوا حباته اللذيذة . وحتى يوقفوا غارات الأطفال مزجوا الجير (الكلس الحي) 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 كيميائية قوية أطلق عليها اسم **المبيدات الفطرية** . ومن بين هذه المبيدات نرى مركبات النحاس والزنك والزئبق إلىجانب مركبات أكثر تعقيداً مثل الكلورو كوينونات , والدايثيو كاربامات .

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 العقاقير المعجزة في ميدان الطب لها فائدة بنفس

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 . وأتت 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 هذه 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 : **ستربتوميسين فيلبينينسيو** حيث 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 الكيميائيون وعلماء النبات جهودهم على المبيدات الفطرية لمعالجة أمراض النباتات ، يعمل البعض الآخر على تحضير مواد كيميائية من شأنها الوقاية من انتشار أمراض النباتات . وفي خلال دراستهم لأمراض النباتات اكتشف العلماء 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 بصبر حتى تزرع البذور لتتمكن من 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 بالنمو . ولقد كانت معالجة البذور بالمواد الكيميائية لقتل جراثيم الأرض الملتصقة بها إحدى الطرق التي استعملت والتي أدت إلى نتائج حسنة . وكان **الفورمالين** (الفورمول) أول مادة كيميائية جربت لهذا الغرض . ومنذ ذلك الوقت حضر الكيميائيون مجموعة كبيرة من المواد الواقية للنباتات من الأمراض .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 الكيميائية قبل زراعتها هي القضاء على البكتيريا الضارة في التربة . ولقد حضر الكيميائيون عدداً من المواد لهذه الغاية سميت بمبخرات التربة . ومن أوائل المواد الكيميائية التي ثبتت فاعليتها مادة الكلورو بيكرين . ثم اكتشف لاحقاً مواداً أخرى لها قدرة أكبر على قتل الميكروبات ومن هذه المواد : بروموم الميثيل ، وثنائي بروموم الاثيلين ، والكلورو برينات .

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

هذه النتائج التي حصل عليها العلماء وخاصة الكيميائيون 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 قوي 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فلقد اكتسبت الذبابة المنزلية وغيرها من الحشرات مناعة ضد الـ د.د. ت أيضاً ، وهذه الحقيقة تدفع بالكيميائيين 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 الجهازي** . وترش 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 بالتغذية على أوراق النبات أو جذوره أو أي جزء آخر من أجزاءه حتى تتسمم وتموت . وأمكن 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 أهمية عنها بالنسبة للمزارعين هو الأعشاب ، فهذه النباتات التي لا فائدة فيها تسبب خسائر كبيرة في المحاصيل ، عن طريق سلب نباتات المحاصيل والخضراوات المياه 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 والفسفور وأربعة أضعاف كمية البوتاسيوم والماء التي يحتاجها نبات الشوفان الذي ينمو معه . ومنذ قرون طويلة كافح الإنسان هذه الأعشاب بسلاح واحد هو يداه ، فحشها أو نزعها أو عزقها .

وباستخدام الإنسان للجرارات تمكن من تأدية هذه العمليات بسهولة وبسرعة أكبر . غير أن الكيميائيون جعلوا هذا العمل المستمر والضروري أقل عبئاً جسمانياً ومادياً على المزارعين بابتكارهم لمواد كيميائية تقتل الأعشاب تسمى : **مبيدات الأعشاب** . ولقد تم اكتشاف هذه المواد الكيميائية خلال الأبحاث التي قام بها العلماء

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

على قدرة **الهورمونات** المحضرة كيميائياً على تنظيم النمو في النبات . عرف العلماء تأثير الهورمونات وأهميتها لنمو الإنسان والحيوان , ولكن تأثير هذه المواد المميت على النباتات لم يكتشف إلا حديثاً . ومن أوائل المواد المنظمة للنمو التي تبين أن لها تأثيراً قاتلاً للأعشاب ، نجد المركب المعروف تجارياً باسم : **2.4.D** أو حسب اسمه العلمي : **داي كلور فينوكسي حمض الخل** . يعمل 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 الكيميائية . 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 الكيميائية 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 على بعض الأعشاب أو يؤثر تأثيراً مختلفاً عن المركب الأصلي .

ورغم أن الـ (2, 4 . D) ما زال أحد مبيدات الأعشاب القوية ولكن هناك مبيدان آخران يجاريانه في هذا المضمار ويعملان بنفس طريقته هما (2,4,5, T) أو تراى كلورو فينوكسى اسيتيك أسيد , و (T.C.A) أو تراى 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 المبيدات 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 تتاح لها الفرصة للأعشاب بلنمو . وهذه المبيدات تنتمي إلى مركبات اليوريا مع

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 .

ومن جهة أخرى إن بعض هذه المركبات الهامة لها تأثير كبير على تحسين صحة النباتات . فلقد وجد أن أحد هذه الهرمونات النباتية المفيدة وهو **اندول حمض البيوتيريك** عندما يوضع على المبايض الغير مخصبة لنبات البندورة يؤدي إلى إعطاء النبات ثمار بدون بذور وأكبر في الحجم وألذ في الطعم من الثمار التي تنتج من التلقيح العادي بحبوب اللقاح . ووجد أن هرموناً آخراً هو **اندول حمض الخل** يساعد الكثير من النباتات الخشبية كالتفاح والصنوبر وغيرهما 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 واضح في هذه الناحية . ويمكن أن يؤدي الرش بالهرمون إلى التخفيف في الأزهار الكثيرة من أشجار الفاكهة وبذلك تقلل من كمية الثمار الغير مرغوب فيها . وبالإضافة إلى ذلك يمكن للهرمونات أن تؤخر من ظهور البراعم الزهرية إلى أن 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 بالأغراض الزراعية في طور الطفولة . ويأمل العلماء في أن تحدث الهرمونات النباتية ثورة في الزراعة كالثورات التي أحدثها كثير من المركبات الكيميائية التي سبق أن أشرنا إليها .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وهناك اكتشاف كيميائي جديد في مجال الزراعة لم نذكره بعد وتمّ بمحض الصدفة وأثبت أهميته الفائقة بإسقاط أوراق النباتات مما يجعل عملية جمع المحاصيل تتم بكفاءة أكبر .

كان يجري تسميد حقل من القطن في يوم من الأيام بسماد **سيانامید الكالسيوم** حينما سقط جزء من المادة الكيميائية بطريق الصدفة على بعض النباتات وسرعان ما تساقطت أوراق هذه النباتات على الأرض ، وسرعان ما فكر أحد الملاحظين الأذكياء 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 سيانامید الكالسيوم . وكانت النتائج أفضل مما توقع القائمون بالتجارب ، فقد تعرّت النباتات من جميع أوراقها تقريباً ، وبقيت لوزات القطن لم يصبها أي تغير وبذلك أصبحت الحقول أكثر تهيؤا لجمع القطن بآلات الجمع , إذ تخلص المزارعون من مشكلة الأوراق التي كانت تعرقل عمل الآلة ، وبذلك أصبح سيانامید الكالسيوم أول مادة كيميائية 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 بدءوا في استخدام هذه الكيماويات لقتل النمو القمي لنباتات البطاطا قبل أن تستخرج ورقات البطاطا من الأرض .

واكتشف العلماء مجموعة أخرى من المواد الكيميائية التي أدخلت إلى ميدان الزراعة والتي تسمى **بمصلحات التربة** . وقد تبين أن هذه المواد أكثر تأثيراً بآلاف المرات من السماد البلدي أو من 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

النباتات وجذورها الهواء والماء تؤدي إلى إنبات ضعيف للبذور وإلى نباتات ضعيفة للإنتاج .

بإضافة بعض المواد التي لها القدرة على البلمرة (تجمع الجزئيات الصغيرة في جزئيات أكبر) بكميات قليلة إلى التربة أمكن جعل التربة الطينية والأراضي الرطبة الثقيلة مسامية وسهلة التفتت . والمركبات الكيميائية الأساسية في هذه المنتجات : البولي فينيلات ومشتقات السليولوز 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 الكيميائية 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 والزجاجية 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 لجمهرة 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 القصوى للإنسان نفسه وهي العقاقير المضادة للحيوية ومركبات السلفا والهرمونات . فالعقاقير المضادة للحيوية 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 للحيوية تفيد حيوانات

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المزرعة بعدة 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 الكيميائيين الحليب الصناعي الذي يتكون أساساً من الأحماض الأمينية والبروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية بالإضافة إلى كمية صغيرة من العقاقير المضادة للحيوية . 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 مربى 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 ستيابسترول** . ولقد استخدم هذا العقار لمدة من الزمن في إنتاج ديوك مخصيّة 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 مدهشة .

والعقاقير المضادة للحيوية 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 يكفى 1 كغ منه لتقوية 150 ألف طن من الغذاء .

واليوريا الصناعية التي تحضر كما ذكرنا من ثاني أكسيد الكربون والنشادر قد ظهر أنها مصدر هام للبروتين للدواجن والماشية . فأمكن إمداد الأبقار بثلث كمية البروتين اللازمة لها عن طريق اليوريا ، وميزة أخرى لاستعمال اليوريا الصناعية أنها

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مكنت المزارعين من تغذية الأبقار على قوالح الذرة الشامية التي كانت تعتبر في الماضي من فضلات المزارع العديمة الفائدة . وتعمل اليوريا على تنشيط البكتريا المفيدة في معدات الأبقار حيث تقوم على تكسير هذه القوالح الجافة إلى مواد يمكن هضمها .

والفيتامينات العادية الهامة الأخرى والتي تحتاج إليها الماشية يجب أن تضاف إلى غذائها ، مثل فيتامين أ , و الريبوفلافين , والنياسين يمكن الحصول عليها أيضاً بطرق كيميائية . 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 للحيوية . بالإضافة إلى كونها من منشطات النمو. على الوقاية من الأمراض ومكافحتها في نفس الوقت . وهناك وباءان خطيران ساعدت العقاقير المضادة للحيوية على مكافحتهما هما النزلات المعوية والتهاب الأثداء الذي يصيب ماشية الحليب .

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

وتقوم مركبات **السلفا** بدور هام أيضاً في مقاومة أمراض الماشية والدواجن . وصورة أخرى من صور الكيمياء الزراعية هي **الكيمورجي** (Giemurgy) هذه الكلمة التي تعبر عن عملية تحويل أنواع عديدة من المحاصيل الزراعية إلى منتجات صناعية أو طبية باستخدام الطرق الكيميائية . 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 والنشاء والخل والمواد اللاصقة التي تستخدم في طوابع البريد ةالنسيج وغيرها . وحينما استنجد مزارعو القطن بولاية آلاباما بكارفر لمساعدتهم ضد خنفساء اللوز أخبرهم أن يزرعوا الفول السوداني عوضاً عن القطن . وبعد ذلك تحولوا إلى إنتاج أكثر من 300 مادة عظيمة الفائدة من الفول السوداني من بينها حليب الفول السوداني واللدائن (البلاستيك) والأصباغ والصابون وزيوت الطعام .

وبعض النباتات الأخرى التي وجد لها إمكانيات صناعية جديدة هي القطن واليوكا وفول الصويا . وبفضل الكيمياء الساحرة أمكن أن ينتج من 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 غني 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 للحيوية الأخرى . ومسحوق قوالح الذرة التي كانت تعتبر فضلات زراعية غير ذات نفع تستعمل اليوم في تحضير مادة **الفيرفورال** وهي سائل عنبري اللون 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 والفيرفورال . وزيت الصويا الذي لم يذب في الفيرفورال يكون أفضل من زيت الصويا العادي وعلى الأخص في تحضير السمن الصناعي (المرجرين) ، ومن طبقة الفيرفورال يمكن استخلاص نوع من زيت الصويا ذو نفع كبير في إنتاج زيوت البويات الجفوفة .**

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفي صناعة المطاط الصناعي يستخدم الفيرفورال بكثرة في فصل البيوتاديين (المادة الأساسية لصناعة المطاط) من الشوائب التي تكون عالقة به ، 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 صناعتها 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 منها طبقات واقية على أسطح المناضد والدواليب والأرفوف الخشبية .

وهناك ناتج آخر متخلف من منتجات المزارع هو دهون وشحوم الماشية الذي لا يصلح للأكل ، الذي يستعمل على نطاق كبير في إنتاج الصابون ، ولكن لما ظهرت المنظفات الصناعية 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 يبقى لدناً ناعماً لا يتقصف أو يتشرخ ، ويستخدم هذا النوع من اللدائن حالياً في صنع المعاطف الواقية من المطر وخراطيم المياه وكثير من الأدوات النافعة الأخرى .

ووجد لقوالح الذرة استخدام صناعي بدون أن تمر في عمليات كيميائية . ففي عمليات طلاء المعادن بالكهرباء , تستخدم قوالح الذرة المسحوقة لتلميع المعادن ولإزالة البقع الخشنة منها قبل عملية الطلاء .

وتوجد مادة كيمورجية نفيسة اكتشفت حديثاً وتدين بفضل وجودها للذرة هي **الفيكارا** وهي صوف صناعي يصنع من بروتين الذرة الذي يسمى **زاين** أثبت أنه بديل

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

جيد للصوف الطبيعي . ولهذا الصوف حسنات كثيرة منها أنه لا يتأثر بحشرة العثة وكذلك يضفي دفئاً على لابسه , 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 ويجب أن نبحث قبل هذا اليوم عن بديل للب الأخشاب لإنتاج الورق واستعداداً لهذا اليوم وجد علماء الكيمياء طريقة لصنع نوع جيد من الورق يتشكل من 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 الكيمورجية التي ذكرناها ما هي إلا قليل من كثير . ويستثمر في الوقت الحاضر أكثر من بليون دولار في الصناعات الكيمورجية 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 اللذان 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 البلياردد .

وكرات البلياردد على الأخص كانت تستهلك كمية كبيرة من العاج . ولقد ازداد الطلب على سن الفيل خلال تلك المدة حتى إن مورديه لم يتمكنوا من مجاراة 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 بدلاً عنه 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 تضاءلت كمية العاج الخام وقربت على النفاذ . ورأت جماعة صانعي كرات البلياردد أنه يجب عمل شيء سريع لمجابهة هذا الأمر إذا كان عليهم أن لا يوقفوا أعمالهم , ولذلك التجأوا إلى الكيميائيين في طلب معونتهم لابتكار مادة يمكن أن تكون بديلاً للعاج الطبيعي ولحث همم

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكيماويين أعلن أحد صناع كرات البلياردعن جائزة قدرها 10 آلاف دولار لأول كيميائي يمكنه أن يقدم بديلاً جيداً للعاج . ويندر أن يفشل أثر مثل هذه المكافأة . وفاز بالجائزة **ويسلى هايات** الذي كان صاحب مطبعة في نيويورك وله اهتمام كبير بالكيمياء في نفس الوقت . وبمساعدة أخيه أمكنه أن يفكر في مادة لدنه يمكنه الحصول عليها من مادة تسمى **كوللوديون** تستعمل في تغطية الجروح الصغيرة لمنع الأتربة والميكروبات عنها . من هذه الفكرة بدأ الكيميائي الهاوي يخلط المادة التي حصل عليها من ألياف القطن (السيللوز) وحامض الآزوت (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 الكيمائية الأساسية الداخلة في تكوينها وهي السيللوز .

ويمتاز بلاستيك **هيات** 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 الكيميائية ، وعلاوة على ذلك أمكن تلوينه بالألوان المختلفة بسهولة .

غير أن السلولويد لم يكن مبرأ عن النقائص وكان من هذه النقائص تشققه عند ملامسته للكحول وكذلك قابليته للاشتعال وتحوله إلى مادة هشة معتمة بمرور الوقت ، وبالرغم من هذه النقائص إلا أن السلولويد كان فتحاً حقيقياً 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 أيضاً في أشياء كثيرة .

وبالرغم من أن الكثير من اللدائن الحديثة قد شارك السلولويد في الحياة منذ وقت ليس بقصير إلا أنه مازال يحتل مركزاً هاماً في صناعة اللدائن . والطريقة التي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يحضر بها اليوم تتضمن خلط ألياف القطن مع حامض النيتريك لعمل نترات السيللوز ويضاف أيضاً حامض الكبريت للإسراع بالتفاعل الكيميائي . وبعد ذلك يضاف الكافور والإتير والكحول والمادة الملونة إذا كان ذلك مرغوباً فيه . ثم تخلط الكتلة الناتجة خلطاً جيداً وفي النهاية نحصل 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 كيميائي آخر اكتشافاً جديداً في دنيا اللدائن . وحدث هذا الكشف الهام في سنة 1907 حينما قدم العالم الدكتور **ليو باكيلاند** أحد اللدائن الفينولية التي أسماها **باكيلايت** نسبة إليه . والتي استعملت كعازل كهربائي أفضل وأرخص بالثمن من الخشب الذي كان يستعمل في ذلك الوقت رغم أضراره، ومن المطاط الذي يفضل على 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 تستخدم كطلاء واق لسطوح المناضد على الأخص .

أقام العمل ويسلي هايات 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) . فعند تسخين الثيرمو بلاستيك تسخيناً كافياً يلين قوامها وتتحول إلى حالة طرية بين الصلبة والسائلة , وعند التبريد تعود هذه المواد إلى حالتها الصلبة مرة أخرى . ويمكن إعادة عملية التسخين والتبريد هذه مرات ومرات حيث أن ما يطرأ على المادة من تغيير هو

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تغيير طبيعي فقط . وبعض أنواع اللدائن الجيدة المعروفة في هذه المجموعة هي السليولوسيكات (سليولويد جون هايات) , والأكريليكات , والبولي اثيلين , والستيرين , والفاينيلات 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 اللدائن الفينولية (كالباكيلايت) , واللدائن الأمينية , والبولي 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 نهائي 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 بيناً عن هاتين العائلتين مثل الألكيدات , ولدائن الأنيلين فورمالدهايد .

ثم اكتشف الكيميائيون مركب خلات السيللوز الذي يمت بالقرابة لمركب نيترات السيللوز الذي يحضر منه السلولويد ، وكان البلاستيك الجديد أفضل من السلولويد لأنه أقل اشتعالاً ، ثم أضاف الكيميائيون للدائن 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 بالأبلكاش . وإحدى عائلات اللدائن التي استرعت الانتباه واستحوزت على الاهتمام قبل الحرب العالمية الثانية كانت (الفاينيلات) التي ظهرت إلى الوجود في

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

سنة 1936 . وهناك لدائن كثيرة تنتمي إلى هذه المجموعة منها البولي فينيل كلوريد , و البولي فينيل أسيتات ، البولي فينيل بيوترال 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 الفاينيلات تحضر من مصدرين رئيسيين هما (الأستيلين وغازات البترول) ,وهذه اللدائن تنتمي إلى فرع اللدائن الحرارية ويعني هذا أنه يمكن تطريتها بالحرارة وتبريدها حتى يتصلب قوامها مراراً وتكراراً وهي طبيعياً مواد لا لون لها ولكن يمكن تلوينها بجميع الألوان وكل درجاتها . وهناك صفات أخرى جعلت هذه اللدائن واسعة الاستعمال لأغراض مختلفة ومتباينة , هي صلابتها وعدم تأثرها بالماء وبالمواد الكيميائية ومتانتها وقوة احتمالها وخفة وزنها .

ومن الأغراض العديدة التي تستخدم فيها لدائن الفاينيلات نذكر خراطيم المياه والأنابيب وأقمشة التنجيد المتينة ومشمعات الأرضية كما تستعمل أيضاً في تبطين الصهاريج التي تستخدم في الصناعة . وأحد هذه اللدائن وهو **فاينيل بيوترال** الذي يستخدم في صنع الزجاج الغير قابل للكسر بوضع طبقة رقيقة منه بين لوحين زجاجيين . ويستخدم هذا الزجاج بكثرة في زجاج السيارات ولقد ساعد هذا الزجاج في تقليل حوادث السيارات وزيادة سلامة الركاب ، فقبل استعمال هذا الزجاج كان ينشأ عن اصطدام السيارات التي قد تكون بسيطة جروح خطيرة وربما وفيات بسبب تطاير قطع الزجاج الذي ينكسر في حادث التصادم . ويقوم الفينيل بيوترال 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 بيوترال . وكان ظهور هذه اللدائن وغيرها هو القطرة التي سبقت السيل المنهمر من المواد الجديدة التي أثارت العجب وكانت الأبحاث الأساسية التي توالت بسرعة والتي كانت مرتبطة بهذه المواد الصناعية , دافعاً قوياً لإنتاج هذا العدد الذي لا يحصى من اللدائن ومنتجاتها .

وأدت الجهود التي قام بها الكيميائيون المتخصصون في أبحاثهم إلى إيجاد أكثر من خمسة وعشرين نوعاً من اللدائن الحرارية واللدائن الغير حرارية والتي يمكن

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تحويلها إلى مئات المركبات , التي تقوم بدور كبير في مجال الاستخدام العملي للدائن .

وهذه الأنواع هي اللدائن الأكريلية والسيللوزية والفلورو كاربونات والبولي إيسترات 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 للمطر وصناديق الراديو والتلفزيون واللعب ومقابض الأدوات المختلفة وشنابر 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 إثيلين كان يتزايد أكثر من اللدائن الأخرى . وأول من اكتشف البولي إثيلين كان العلماء البريطانيين في سنة / 1933 / حينما عرضوا غاز الإثيلين 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 في الطائرات بفضل خفة وزنه وقدرته على عزل الكهرباء .

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

وإذا كان البولي إثيلين أسرع أفراد اللدائن نمواً فدون شك تعتبر لدائن **السليكونات** فريدة في نوعها . والواقع أن خواص هذه المركبات الكيميائية غريبة في خواصها حتى أن الكيميائيون لا يعتبرونها لدائن حقيقية ولكن يضعونها في قسم خاص بها بين الزجاج والمطاط . ويمكن تحويل السليكونات إلى مواد هشة تتكسر

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 وبسبب هذه البرودة الشديدة يتشقق المطاط الطبيعي أو يصبح هشاً ويتفتت 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 على 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 التي توضع عادة مع مجموعة اللدائن مع أنها في الحقيقة لا تتميز بكل صفاتها . وهذه المادة الشفافة المشهورة كان أول ظهورها في معامل الأبحاث سنة 1920 في التجارب التي أجريت على السيللوز من أجل تحسين مادة الرايون . وحديثاً انضمت إلى أفلام السيلوفان الرقيقة أفلام أخرى مثل : **الميلار و السارلن** , واكتشف الكيميائيون فيلم الميلار أثناء أبحاثهم التي أجروها أيضاً على خيوط صناعية هي الداكرون .

وفيلم الميلار عبارة عن بولي إستر ويصنع من مادتي إثيلين جليكول وحمض تيرفثاليك اللتين يحصل عليهما من الغاز الطبيعي والبترول . 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

حوالي ثلث إجهاد شد أحسن أنواع الصلب . ويستعمل الميلار الشفاف في أغراض التغليف بينما يستخدم الميلار النصف شفاف كعازل في التركيبات 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 والأكسيجين والهدروجين 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 للدائن الصناعية ومعرفتهم لأسرارها خبرة كبيرة في فن ترتيب الجزيئات . وأصبحت طريقة ترتيب الجزيئات التي سميت بعملية **البلمرة** أهم العمليات الكيميائية التي اكتشفها العلم الحديث .

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

وتختلف الكوبوليمرات اختلافاً شديداً في خواصها الفيزيائية عن البوليمرات فمثلاً حينما يخلط الاستيرين والبوتاديين لإعطاء كوبوليمر هو المطاط الصناعي نجد أن هذا المطاط الصناعي يختلف اختلافاً كبيراً عن البولي إستيرين والبولي بيوتاديين .

واللدائن والألياف الصناعية من الاكتشافات الباهرة التي توصل إليها الكيميائيون في العصر الحديث . ولكن بالرغم من نشأتهما الحديثة فإن منشأها الحقيقي يرجع سنين طويلة إلى الوراء . فلقد فكر العلماء في الألياف الصناعية منذ

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 جلوتينية صناعية تشبه إلى حد كبير إن لم تكن تشابه أو تفضل المادة التي تنتج منها دودة الحرير حريرها الطبيعي . وبتقدم علم الكيمياء البطيء راودت علماء الكيمياء 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 آلة لصنع الخيوط الصناعية في سنة 1842 . وكان قلب هذه الآلة يتكون من جهاز أحد طرفيه به ثقوب 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 ألياف 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 مضيّ وقت أصبح هذا الجهاز يسمى بالمغزل وهو اليوم أهم ركن في صناعة الألياف والخيوط الصناعية العديدة .

وحدثت الخطوة التالية الهامة التي أدت إلى ابتكار ألياف صناعية في سنة 1846 حينما اكتشف الكيميائيون طريقة لصنع مادة النيترو سيللوز . وكان يعرف أن السيللوز هو مادة توجد في كل الأشجار والنباتات . ولقد اعتبر الكيميائيون الذين يبحثون عن ألياف صناعية عملية أن نترات السيللوز هو مركب يرجى الكثير منه .

ولقد حصل الكيميائي السويسري **جورج أوديمارز** على نجاح كبير في هذا المجال سنة 1855 حينما اكتشف طريقة لتحويل السيللوز إلى محلول صمغي نصف سائل . وحضر أوديمارز محلوله هذا من القلف الداخلي لأشجار التوت ولبعض الأشجار الأخرى . ثم حول السيللوز إلى محلول نترات السيللوز الذي تغير بدوره تغيراً كيميائياً بمساعدة الإيثر والكحول . وخلط المحلول الناتج من هذه العمليات بالمطاط السائل . ولقد كان أوديمارز مقتنعاً أثناء دراساته التي أجراها على الحشرات أن هذه

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المادة هي التي تستخدمها هذه الكائنات الصغيرة لإنتاج شرانقها . ولقد نجح في تكوين خيوط من السيللوز السائل بغمس إبرة في الكتلة اللزجة وسحبها منه والخيط عالق بها .

ووصل بعد ذلك الوقت العالم الإنجليزي **جوزيف سوان** إلى نجاح أكبر في مجال الألياف الصناعية . حيث استخدام الكوللوديون كأساس لمحلوله الكيميائي وأنتج 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 غير قابلة للاشتعال .

ويرجع الفضل في الحصول على ألياف صناعية جيدة إلى العالم الفرنسي الكونت **هيليردي تشاردونيه** الذي أصبح مهتماً بإمكانية عمل ألياف صناعية بينما كان يتتلمذ على يد العالم الفرنسي **لويس باستير** . ولقد أمضى 29 عاماً يعمل بجد ودأب في هذا المشروع قبل أن ينجح في سنة 1884 في إتقان طريقة تجارية لإنتاج ألياف صناعية . والخطوة الأساسية في طريقة تشاردونيه هي تحويل السيللوز الذي يحصل عليه من القطن إلى مادة كيميائية جديدة بمساعدة حامض النتريك وحامض الكبريتيك ويكون الناتج 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 لأول مرة في سنة 1891 بمدينة بيزانسون بفرنسا .

وأدى النجاح الذي قابل تشاردونيه 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 تشاردونيه 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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

وبالرغم من أن الكيميائيين ابتكروا ثلاثة أنواع رئيسية مختلفة من ألياف الرايون منذ أيام تشاردونيه هي : رايون الفيسكوز ورايون الأسيتات ورايون الكوبر أمونيوم , إلا أن الطرق المستعملة في تصنيعها تتشابه في أساسها إلى حد كبير .

وتقوم هذه الطرق على مبدأ كيميائي أساسي هو إذابة السيللوز 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 بالسيللوز وهي المادة التي تكون جدار الخلية النباتية . ويحصل على السيللوز من لب الأخشاب ومن زغب القطن الذي يتبقى ملتصقاً بالبذرة بعد حلج القطن . ويطبخ السيللوز ويحول إلى عجينه بمساعدة بعض المواد الكيميائية وبخار الماء . بعد ذلك تمرر العجينه على شباك معدنية وتضغط بواسطة أسطوانات ثقيلة لاستخلاص الماء منها . وتكون النتيجة تكوين صفائح من السيللوز سمكها يقرب من سمك ورقة النشاف , ثم توضع صفائح السيللوز في مكابس وتغمر في محلول من الصودا الكاوية . وبهذه الطريقة تتم تنقية السيللوز من بعض الشوائب , وتتحول الصفائح كيميائياً إلى سيللوز قلوي. ثم تمر العجينة بعملية ضغط كالسابقة ولكن منظمة تنظيماً دقيقاً حتى يمكن للسائل الذي يتبقى داخل الصفائح أن يعطي تفاعلاً كيميائياً مضبوطاً .

بعد ذلك تمر الصفائح في آلات التقطيع حيث تقطع إلى جزيئات زغبية صغيرة من السيللوز القلوي . وتترك هذه الجزيئات مدة من الوقت ، ثم تنقل إلى أسطوانات للتقليب ويضاف إليها كمية مناسبة من سائل ثاني كبريتيد الكربون الذي يذيب

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

السيللوز . ويكون لون المادة الناتجة برتقالياً وتسمى **سيللوز زانسات** . بعد ذلك تخلط هذه المادة وتقلب مع محلول ضعيف من الصودا الكاوية في خلاط .

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 , وذلك بإضافة مواد معتمة إلى سائل الفيسكوز من شأنها التحكم في بريق الرايون بدرجات مختلفة . وإذا لم تضف هذه المواد فإن خيوط الرايون الناتجة تكون شديدة اللمعان . وإذا ما أضيفت المواد المعتمة فإنها تبقي 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 جهاز صغير يسمى بالمغزل به ثقوب صغيرة وكثيرة في إحدى نهايتيه ويشبه أساساً الجهاز الذي ابتكره شواب والذي استعمله **السير سوان** . ويدفع السائل إلى الخارج من هذه الثقوب على هيئة خيوط رفيعة إلى محلول حمض حيث يتجمد ، ثم تغسل هذه الخيوط جيداً وتلف وتعالج بمواد كيميائية للتخلص من الكبريت , وبعد ذلك تعامل بمواد كيميائية لتبييضها ثم تجفف . وأخيراً تلف 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 جوهر كل عملية غزل كيميائي للسائل إلى خيوط رايون . فالآلة المعدنية يبلغ حجمها حجم الكشتبان وتصنع من البلاتين و بها عدد من الثقوب التي تكون من الصغر بحيث يصعب رؤيتها بالعين المجردة . وآلة الغزل هذه لها نفس الأهمية في صناعة الأنواع الأخرى من الألياف الصناعية .

وخيوط الرايون كانت 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 الألياف الصناعية الخالصة النايلون الذي ابتكره الكيميائيون من الفحم والهواء والماء . ومنذ الأيام الأولى لابتكاره كان

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 الألياف الصناعية كان من نتيجتها أننا نشاهد اليوم ثورة في صناعة النسيج الحديثة .

وكانت بداية النايلون في سنة 1927 . ومنها تمّ اكتشاف عائلة جديدة من البوليمرات سموها : **البولي أميدات** والتي أظهرت أن خواصها تمتاز عن أي من البوليمرات التي درست قبل ذلك . وحقيقة كانت المواد الجديدة التي اكتشفت من الروعة إلى الدرجة التي أثبتت متانتها ومرونتها وليونتها ورقتها مثل خيوط العنكبوت . كما أثبتت احتمالها للحرارة والغسيل والتنظيف على الجاف .

وسمى هذا : **بالبوليمر 66** وبالرغم من أنه قد حضّر 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 حتى استخدم النايلون في الأغراض الحربية وجاء اكتشافه في الوقت المناسب جداً . فلقد منعت اليابان وهي المصدر الرئيسي للحرير الطبيعي عن الحلفاء هذه المادة الهامة التي كانت تستخدم في الكثير من المنتجات الحربية التي كان أهمها مظلات الهبوط من الطائرات ، وجرب النايلون كبديل للحرير الطبيعي ووجد أنه يفوق الحرير في هذا الغرض . بل لم يسترجع الحرير مكانته السابقة بعد ذلك . أيضاً ترى حبال جر الطائرات الشراعية , والخيام الخفيفة الوزن وأطواق نجاة الطيارين الذين يضطرون للهبوط في البحار وكذلك الخيوط الجراحية الرفيعة كلها صنّع منه .

وخلال سنوات ما بعد الحرب حينما أصبح الحصول على النايلون عملية سهلة وذلك للأغراض المدنية , فاقت استعمالاته كل الأحلام التي كان يحلم بها مبتكره . ومازالت تستخدم كميات كبيرة منه في إنتاج الملابس الداخلية للسيدات وللرجال والبدلات والقمصان وأقمشة التنجيد وأشرعة القوارب وحبال جر المراكب وشباك الصيد وخيوط الإطارات . ولقد جعلت خواص النايلون الممتازة . كالمتانة الفائقة وقوة تحمله ، ومقاومته للتعفن والتآكل والتفتت والحرارة . من هذه الألياف مادة عجيبة حقاً . ودرجة انصهار النايلون هي 480° فهرنهايت وهو لا يحترق ولا يساعد على الاشتعال .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والحرارة الشديدة تصهر الألياف فقط . والاسم العلمي للنايلون هو : **بولي هكسا ميثيلين أديبااميد** وتصنع هذه المادة من مادتين كيميائيتين معقدتين هما : حمض الأديبك , وسداسي مثيلين ثنائي أمين . وبعد أن يتم التفاعل بين هاتين المادتين يبخر المحلول للحصول على مخلوط أكثر تركيزاً وينقل إلى مراجل ضخمة حيث يعرض للضغط والتسخين كي يتبلمر 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 ليّن شفاف ثم يقطع هذا الشريط إلى قشور رقيقة . وتجمع قشور النايلون من عدة مراجل وتخلط معاً وتوضع في آلات الغزل لصنع الخيوط . في هذه الآلات يتم صهر القشور بالتسخين من القاع فتتحول إلى مادة ثقيلة القوام بعد ذلك يكبس النايلون المصهور هذا خلال ثقوب المغازل الدقيقة بواسطة مضخات خاصة وينتج عن هذه الخطوة الخيوط . بعد ذلك تمط الخيوط أو تسحب حتى تزيد قوتها ومرونتها .

وإذ انبهر الكيميائيون بالمميزات العديدة للنايلون وكذلك بنجاحه التجاري العظيم تركوا جانباً محاولاتهم لابتكار بديل للحرير 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 . ومن بعض هذه الألياف الصناعية التي لاقت انتشاراً هي : **الأورلون والداكرون والداينيل والساران والفيكارا** .

و الاورلون ينتمي إلى مجموعة من المركبات الكيميائية الصناعية تسمى : **بولي أكريلو نيترايل** . وتغزل مادة الاورلون اللزجة إلى خيوط بطريقة مشابهة للطريقة التي تغزل بها أسيتات الرايون . و الأورلون خفيف الوزن ولا يتكرمش بسهولة وخيوطه تقاوم أيضاً فعل المواد الكيميائية 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الأورلون بمفرده أو مخلوطاً بألياف أخرى في عمل القمصان والصدريات وملابس العمل ومشمعات الوقاية وكثير غيرها .

وأما **الداكرون** فإنه ينتمي إلى مجموعة من المركبات الكيميائية تسمى : بولي استيرات ويحصل عليه من مادتي **الأثيلين جلايكول و ثنائي ميثيل تير فثالات** 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 الكيميائية ويمتص القليل من الرطوبة ولا يتأثر بالعفن أو البكتيريا أو ضوء الشمس . ويعتقد الكيميائيون الذين ابتكروا هذا النوع الجديد من الورق أنه سيكون ذا فائدة في عمل الأوراق اللازمة للأعمال الصناعية الثقيلة . ويستعمل في ورق الخرائط الشفاف بسبب قلة امتصاصه للماء وكذلك يستعمل في الأوراق الخاصة بالوثائق الهامة والسجلات .

وتتكون الطريقة التكنولوجية لصنع الورق من الألياف الصناعية والتي ابتكرها الكيميائيون من تقطيع ألياف الداكرون و الأورلون إلى أجزاء صغيرة ثم تمزج هذه الألياف بالماء وبعد ذلك يحول 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 الكيميائيات التي تسمى : **أكريليك كوبوليميرات** ، ولهذه الألياف الصناعية ملمس الصوف وقوامه وهي لا تحترق ويسهل غسلها وتقاوم التكرمش وتقبل الصباغة في يسر ولين ولذلك

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يمكن صبغها بألوان كثيرة مختلفة . واللون الأصلي للداينيل هو لون عسل النحل ولكن يمكن تبييضه بالعمليات الكيميائية . ويستخدم الداينيل في صنع ملابس العمل والبطاطين والبياضات وملابس الرجال والنساء .

والساران هو مادة كوبوليميرية تنتج من التفاعل بين كلوريد الفاينايل وكلوريد الفاينايليدين , والبوليمرات التي تسمى **بالفاينايلات** 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 التنجيد , وعلى الأخص أقمشة تنجيد مقاعد السيارات , وكذلك كبديل للشباك السلكية .

و الفيكارا أحد الأمثلة القليلة للألياف الصناعية التي تجد منشأها في النباتات . فهي تصنع من الزاين وهو مادة بروتينية تحضر من حبوب الذرة بفصلها عن النشاء 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 العثّة 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 الكثير من الألياف الصناعية الأخرى ولكن ما ذكرنا يكفي لإعطاء فكرة عما توصل إليه الكيميائيون في هذا المجال . ولا يقتصر عمل الكيميائيين على ابتكار ألياف جديدة , بل يسعوا دواماً إلى تحسين الألياف التي بين أيديهم . والاهتمام بمشاكل صباغة هذه الألياف لأن بعضها لا يتقبل الصباغة بسهولة . ويحصل اليوم

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 . فيلبس الناس اليوم ملابس أكثر جاذبية وأكثر متانة من الملابس التي كانوا يلبسونها سابقاً .

ونافست الألياف الصناعية الألياف الطبيعية منافسة كبيرة . ولذلك نرى منتجي الألياف التقليدية يبذلون كل جهدهم لتحسين الخواص الممتازة للألياف الصناعية باستخدامهم العمليات الكيميائية لتحسين صفاتها الطبيعية . فبمعالجة القطن بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ينتج عنه مادة قطنية تشبه الحرير , أمتن من القطن ولها لمعة الحرير . وبعض العمليات الكيميائية الأخرى تعطي للقطن ميزات أخرى 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 الكيميائية مع الصوف الطبيعي لتحسين خواصه . وتشمل هذه الطرق المواد التي تؤدي إلى مقاومة الكرمشة والمواد التي تساعد على الغزل . كذلك المواد المستعملة في الصباغة .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الباب الخامس
سحر الكيمياء في حياتنا اليومية

أحد المظاهر الحقيقية العجيبة للكيمياء الحديثة هي الطريقة التي تلمس بها بعصاها 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 نشاطاتنا اليومية المختلفة في المنزل والعمل وأمكنة الترفيه . نعم فكل شيء ننظر 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 دعت إلى الحاجة لوجود حقل جديد كل الجدة من النشاط المشترك هو : **الهندسة 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 مراعياً الاقتصاد في نفقات الإنتاج . ولا يمكن لاكتشافات الكيميائيين أن تصبح في متناول أيدي الناس إلا من خلال المهارة الفنية للمهندس الكيميائي .

والمهندس الكيميائي هو شخص ذو تخصص من نوع عال . وهو ملم بقواعد الإنشاء والمواد وبالكثير 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 الأخرى ذات النفع . ومع كل ذلك لم تظهر الكيمياء كعلم دقيق محكم قائم بنفسه إلا منذ قرن ونيف

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

من الزمان حيث بدأت في المساهمة في الصناعة إلى الحد الكبير الذي تقوم به في يومنا هذا . وربما كان الكيميائي الإنجليزي . **و . هـ . بيركين** مسئولاً أكثر عن بدء العلاقة بين الكيمياء والصناعة حينما اكتشف بطريق الصدفة في 1856 أثناء قيامه بتجارب على مركبات قطران الفحم صبغة صناعية .

ولم يمض وقت طويل حتى أصبحت عملية تحضير الأصباغ الصناعية صناعة كبيرة وبذلك اندثرت ببطء الطرق القديمة لعمل الأصباغ من النباتات والجذور والكائنات الحية البحرية . ومنذ ذلك الوقت ما زال الكيميائيين والصناعيين يوحدان خبراتهما الخاصة ومواهبهما 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 أنه لا يمكن أن نرى أي نشاط صناعي لم يجد في الكيمياء معيناً 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 تصل إلى حوالي 35 % ينتج عن ذلك سبيكة لا تصدأ ودائمة اللمعان . ومقاومة للحرارة والصدأ والتآكل ولها استخدامات كثيرة ومتعددة .

وهناك عناصر أخرى مثل : **التنجستن والموليبدينوم والفاناديوم** إذا ما أضيفت إلى الحديد بنسب معينة فإنها تكسبه صفات ممتازة أخرى . فالتنجستن درجة انصهاره أعلى من أي معدن آخر وهي 6100 درجة فهرنهيت ولذلك تستخدم أسلاك التنجستن الرفيعة في المصابيح الكهربائية ، ويستعمل أيضاً التنجستن في أغراض أخرى بسبب مقاومته للحرارة وهي صفة 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 صلابة الماس لذلك يستخدم في صناعة الآلات اللازمة لحفر آبار البترول. ويعمل الموليبدينوم في الحديد عمل التنجستن والكروم فيعطى مع الصلب سبيكة فائقة الصلابة لا ينطفئ

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

بريقها . أما الفاناديوم فإنه يجعل الصلب أكثر قوة . وبينما انهمك علماء التعدين والكيميائيين 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 والسيليكون 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 الإليكترونية . 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 درجة فهرنهيت وفعله 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 تعادل 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخصوص للمحركات النفاثة التي تتولد عنها درجات حرارة عالية جداً . وبالإضافة إلى استخدامه في الطيران يستخدم أكسيد التيتانيوم في صناعة البويات حيث يستخدم كبديل لمركبات الرصاص . وكذلك يساعد التيتانيوم عمليات تنقية الصلب من الشوائب بسبب قدرته على الاتحاد مع المواد الأخرى .

وعنصرا : **الجيرمانيوم والسليكون** اللذان عرفهما الكيميائيون منذ وقت طويل يقومان بعمليهما خير 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 **يرزيليوس** 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 العصر 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 غير عادية . 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وحدة منفصلة يتم فيها تحويل الماء إلى بخار , ويستخدم الصوديوم أيضاً في صنع بعض الأصبغة وبعض العقاقير . ولقد أجريت تجارب على هذا المعدن الرخو للاستفادة من خواصه الكيميائية الخارقة للعادة لعمل وقود للصواريخ الموجهة والطائرات النفاثة .

والخامات المعدنية الأخرى التي جعل سحر الكيمياء عملية الحصول عليها عملية سهلة 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 ذري . والمصدر الرئيسي للثوريوم هو رمل **المونازيت** الذي استخلص منه المعدن بصعوبة كبيرة . 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 درجة فهرنهايت حتى يغلي . ويوجد هذا المعدن في خامات : **الليبيدولايت والسبوديومين** . وفي حقل الطاقة الذرية نرى الليثيوم يكون حجر الأساس في ابتكار القنبلة الهدروجينية فهو المصدر الرئيسي **للتريتيوم** وهو أحد نظائر الهدروجين وأحد العناصر المتفجرة الهامة في القنبلة الهدروجينية . ولمعدن الليثيوم استعمالات هامة

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 الحديثة الاستعمال . وذلك لأنه بفضل سحر الكيمياء قد أمكن تحسين خواصه ومميزاته . ولقد فصل العالم الإنجليزي السير **همفرى 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 المغنيزيوم .

والمغنيزيوم هو ثالث المعادن انتشاراً في القشرة الأرضية . بعد الحديد والألومنيوم , والمغنيزيوم يأتي في المرتبة الثانية بعد الليثيوم من حيث خفة وزنه . ولذلك نراه دائماً متحداً مع غيره من المواد . وخام **الكارناللیت** هو المصدر الرئيسي لهذا المعدن , إلا أن مياه المحيطات تمدنا بكميات وفيرة جداً منه . ولقد تمكن الكيميائيون من 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 الهدروكلوريك 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ولذلك فإنه عادة يسبك مع معادن أخرى مثل الألمنيوم والتوتياء أو المنجنيز حتى يكتسب المغنيزيوم القوة مع الاحتفاظ بخفة وزنه .

وكل ما قلناه عن المغنيزيوم ينطبق في معظمه على **الألمنيوم** 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 معدن الألمنيوم عن طريق إمرار تيار كهربائي خلال جفنه من الكربون تحتوي على أكسيد الألمنيوم والكريوليت المنصهرين وبعد مضي وقت قصير حورت هذه الطريقة لإنتاج الألومنيوم على نطاق تجاري واسع . ويرجع الفضل لكل من صناعة السيارات والطائرات في انتشار الألمنيوم 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 صناعة أدوات المطبخ فقط . وهو مازال يستعمل في هذا الغرض بكثرة لأن ربات البيوت يفضلونه لخفة وزنه ولتوصيله الجيد للحرارة وعدم انطفاء بريقه بسرعة وبذلك يسهل تنظيفه . واليوم يجد صانعو المنتجات الكهربائية ومواد البناء في الألمنيوم معدناً عظيم الفائدة في صناعاتهم .

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

وصناعة **الزجاج** من أقدم الصناعات التي عرفها الإنسان . ولعدة قرون اقتصرت استعمالات 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الكيميائيين أن يغيروا الخواص الطبيعية للزجاج إلى الدرجة التي أدت إلى التوسع في استعمالاته . فمثلاً أحد أنواع الزجاج الحديثة يسمى ألياف الزجاج وهي مادة تصنع من خيوط رفيعة جداً يمكن أن تعطي شكل الصوف أو النسيج وهما الشكلان الرئيسيان من أشكال ألياف الزجاج والتي تستخدم في أكثر من 4000 من المنتجات المنزلية والصناعية .

وصوف الزجاج أو نسيجه يصنعان من مخاليط متشابهة من المعادن والمواد الكيماوية . والفرق بينهما ينشأ من طريقة صنع كل منهما ، ففي 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 بخار الماء المضغوط حتى تتحول خيوط الزجاج السائل إلى ألياف طويلة ورفيعة ومرنة ، وتسقط هذه الألياف على حزام متحرك لتبرد 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 ولأنها 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 تشمل المواد العازلة في أجهزة التبريد وإنشاء المنازل والمباني التجارية .

وحينما تخلط ألياف الزجاج بأنواع معينة من الراتينجات فإنها تصلح لعمل هياكل السيارات وهياكل القوارب . وتصنع بعض أجهزة الانزلاق على الجليد وعلى الماء من هذه المادة التي أثبتت متانتها ومقاومتها للماء والتغيرات الكبيرة في درجات الحرارة . كما يصنع منها أيضاً عصى صيد السمك .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستهلك الحروب ببشاعة كل أنواع المواد التي يعتمد عليها المدنيون في أوقات السلم . ففي أثناء الحرب العالمية الثانية وبسبب النقص في المطاط لاحتلال اليابان للملايو وجزر الهند الشرقية المصدرين الرئيسيين للمطاط الطبيعي اتجه الكيميائيون لسد هذا النقص بالمطاط وكان الكيميائيون الألمان هم أول من تمكن من إنتاج المطاط الصناعي على نطاق واسع 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 , كان ينقصها الكثير من الصفات المرغوب فيها كما كانت كثيرة التكاليف . ولقد نفض 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 البيوتادبين 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 الأستيلين في وجود عامل مساعد مناسب حيث ينتج عنه مونو فاينيل أسيتيلين الذي يتحد مع حامض الهيدروكلوريك معطياً الكلوروبرين . وأخيراً ببلمرة الكلوروبرين ينتج النيوبرين .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 : **بيوتايل** واكتشفه **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 البيوتايل حتى أصبحت بعض خواصه تشبه المطاط الطبيعي بل وتفضله ، فمثلاً أثبت البيوتايل أنه أقل تنفساً للهواء من المطاط الحقيقي . ومن أجل هذه الميزة أصبحت الإطارات الداخلية المصنوعة من البيوتايل تفوق الإطارات المصنوعة من المطاط الطبيعي . والمواد الأساسية التي يصنع منها البيوتايل نجد من بينها غازين هما : **الأيزو بيوتيلين** و**الأيزو برين** اللذين يحصل عليهما من عمليات تكرير البترول حيث 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 البيوتايل 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 البيوتايل مع تعريضها للضغط والحرارة على هيئة تصلح لصناعة المنتجات المختلفة .

وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية استمر 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 صفاتها على كل من المطاط الطبيعي والصناعي . وإذا خلط مطاط البونا **بالسناج** (مسحوق الكربون) فإن

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المخلوط يمكن أن تصنع منه إطارات يقال إن قوة تحملها تزيد 50 % عن قوة تحمل إطارات المطاط الطبيعي .

وثمة مركباً 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 بالبترول . وهذه الصفات تجعله مفيداً على وجه الخصوص في عمل أنابيب الجازولين .

وتشمل مجموعة مطاط البونا : **الهايكار** و**الكيميجوم** اللذين بسبب بعض مميزاتهما 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 استعمالاته . 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 .

والبوتايل 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 واللدائن . فالثيوكول كمطاط هو مادة رخوة ومرنة

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تعيش طويلاً . وهو يقاوم أنواعاً كثيرة من السوائل الأكالة . 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 ايتيلين 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وحينما يتدفق البترول من باطن الأرض يكون لونه ضارباً للسواد ، وهو في حالته الخام ليست له قيمة تذكر ولذلك يجب أن تجري عليه عمليات تكرير وهنا يبدأ دور الكيميائيون .

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 بسحرها 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 فرقعة في محرك السيارة , وانشغل الكيميائيون والمهندسون للتغلب على هذه الفرقعة وسرعان ما اكتشفوا أن إضافة مادة (رابع إيتيل 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 الفرقعة فقط بل زيادة قدرة الوقود على الاشتعال مما يؤدي إلى زيادة الطاقة الناشئة عنه . والميزة الأخيرة تصدر على وجه الخصوص مع محركات الطائرات الغير نفاثة والتي تستعمل نوعاً جيداً من البنزين عالي الأوكتان . وبعض الإضافات الكيماوية الأخرى التي تضاف للبنزين تساعد في تأخير ظهور الكربون في أسطوانات المحرك .

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

ويستعد الكيميائيون للوقت الذي تنضب فيه مصادر البترول في العالم فلديهم 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

. ولقد طور بيرجيوس هذا الجهاز حينما كان يقوم بسلسلة من التجارب التي كانت تستدعى 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 هذا تجارياً .

وقام علماء كيميائيون آخرون بعمليات تحسين في طريقة تحضير الوقود الصناعي التي ابتكرها بيرجيوس . وكانت الطريقة التي حسنوها 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 وتحت ضغط كبير إلى غاز والذي يتحول بدوره بوجود عامل مساعد إلى بنزين وزيت ديزل وزيوت تشحيم . ولقد مكنت الطريقتان المذكورتان لتحضير الوقود الصناعي ألمانيا من القيام بعملياتها الحربية الكبيرة خلال الحرب العالمية الثانية . وبالرغم من أن البنزين والزيوت التي تصنع من الفحم لا تماثل في خواصها مع تلك المواد التي تستخلص من البترول , إلا أنها أثبتت أنها بديل ممتاز لها . وليس هناك أدنى شك في أن الكيميائيين قادرون إن استدعت الحاجة على تحسين الوقود الصناعي حتى يتماثل 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 للصق طبقاتها . وخشب الأبلكاش الذي يستعمل الآن يجد استعمالات متزايدة في أغراض البناء الداخلية والخارجية . 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

استخدامها وصيانتها أكبر الفضل في انتشار استعمالها في تغطية الأرضيات والجدران وفي تركيبات الإنارة وفي بعض الحالات الخاصة في صنع السقوف والجدران 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 فاينيل أستيات وراتنجات الأكريليك إلى الدهانات لإطالة عمرها وزيادة مدة ثبات 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 الكيميائيون من الهواء الجوي المحيط بالأرض عنصرين فائقي القيمة هما النيتروجين والأوكسجين . ويستخدم هذا الغازان في تحضير النشادر وحامض النتريك . ويستعمل الأكسيجن بمفرده في الأغراض الطبية وكذلك في التفاعلات الكيميائية ، 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 الهدروجين . 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في إنتاج غاز الكلور والصودا الكاوية ومواد التبييض وكربونات الصودا وتعليب اللحوم وفي عمليات تجهيز الأنسجة والجلود .

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

والكبريت يمد الكيميائي بحامض الكبريت ، ذلك الحامض العظيم الأهمية . وثاني أكسيد الكبريت هو أحد منتجات الكبريت الهامة وهو يستخدم في أعمال التعقيم والتبييض وحفظ المأكولات وكذلك في عمليات تكرير البترول والزيوت .

والحجر الكلسي هو أحد الفلزات التي يستخدمها الكيميائيون 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 الكيميائية المذهلة . وللأغراض الكيميائية يقطر الفحم الحجري اتلافياً لإنتاج ثمانية منتجات أساسية هي : فحم الكوك وغاز الفحم والقطران والنشادر والبنزول والتوليول 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 الكيميائيون 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 تفوق الطرق القديمة . وبكفاءة أكبر مع إعطاء مواد أخرى جديدة . وتسمى هذه الطريقة بطريقة الهيدروجين وفكرتها الأساسية ظهرت عندما اكتشف بيرجيوس طريقة تحويل الفحم إلى بنزين التي سبق أن أشرنا إليها ، وتستدعى طريقة الهيدروجين هذه أولاً طحن الفحم إلى مسحوق ناعم ثم تحويله إلى عجينة . بعد ذلك

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يعرض الهدروجين والفحم سوياً لضغط كبير يتراوح بين 250 – 400 كغ / سم2 ودرجة حرارة تصل إلى 550 مْ مع وجود عامل مساعد . ولقد أمكن الحصول بهذه الطريقة على أكثر من 150 مركباً كيماوياً .

والبترول والغاز الطبيعي هما أكبر منافس للفحم الحجري في إنتاج المواد الكيميائية 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 الأوليّتان الأساسيتان لصناعة بترو كيميائية هائلة يستثمر فيها البلايين من الدولارات وينتج عنها أكثر من 2500 مادة كيماوية . وما زالت هذه الصناعة الجديدة تنمو بخطوات جبارة . ولعل السبب الرئيسي في ذلك هو أن البترول والغاز الطبيعي يمكن الحصول عليهما واستخدامها في الصناعة بسهولة كبيرة نسبية . ومن بين العمليات الرئيسية التي أنشئت لاستخلاص المواد الكيماوية الأساسية من هذين المصدرين نجد عمليات التقطير الجزيئي 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 وتتكاثف عند مستويات مختلفة من البرج وتسحب الأبخرة المتكاثفة من هذه المستويات إلى خارج البرج بواسطة شبكة من الأنابيب حيث تجمع في 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 قطفات هي : البنزين ونافثا البترول والكيروسين وزيوت البرافين والشموع والزيوت البترولية الثقيلة . ولا تتكاثف كل أبخرة البترول في برج التجزئة لذلك تتطاير من أعلا البرج ويستفاد منها بطرق مختلفة .

وهناك طريقتان أساسيتان **للتكسير** أي تفكيك جزيئات مركبات البترول الثقيلة إلى أنواع مختلفة من المركبات . وإحدى هاتين الطريقتين تعرف بالطريقة الحرارية

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 تحوير لعملية **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 ، ويماثل 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 بالرماح والسهام 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 الذين استنشقوا الغاز المميت والذي ملأ خنادقهم وعانى الكثير من الأحياء من إصابات مزمنة برئاتهم .

ثم استعملوا سلاحاً كيماوياً ثانياً هو غاز الخردل الذي كان يسبب حروقاً شديدة بأجسام ضحاياه . وبعد 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبالرغم من هذه المعاهدة ما زال الكيميائيون يختبرون غازات سامة أفظع في تأثيرها من الغازات التي استعملت في الحربين العالميين 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 ويعد عاملاً صعباً للغاية إن لم يكن مستحيلاً .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 الغريبة 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 الثقاة يخبروننا أن الكيميائيين لم يزالوا بعد في بداية دراستهم لتركيب الجزيئات ولم يزالوا 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 . مثل الأسمدة والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية التي بين أيدينا اليوم ستعمل الكيماويات الجديدة على زيادة المواد الغذائية في العالم .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 وثاني 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 النباتات في عمل المواد الغذائية والتي نعرفها باسم عملية التمثيل الضوئي أو **التمثيل الكلوروفيلي** 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 بجزيئات صغيرة جداً من المواد المشعة مثل ذرات الكربون المشع . ولأن هذه 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وربما كان أكثر تقدم يستحق الاهتمام قام به العلماء نحو حل طلاسم 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 جزيئات 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 وثاني 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 الجزيئات الصغيرة الخضراء من استخدام الطاقة الشمسية لتكسير الماء إلى أكسجين وهيدروجين . ويتصاعد معظم الأكسجين في الهواء بينما يتحد الهدروجين مع ثاني أكسيد الكربون من الجو لبداية 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 الإمكانيات الضخمة للمصادر الغذائية ، غير الأسماك ، التي يعتقدون أنها توجد في

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

البحار التي تغطي معظم كوكبنا . فالبحار 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 يحدوهم 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 فتمدها بكل احتياجاتها 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 (**الكلوريلا**) 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 تحكمنا في ظروف نموها . ولقد اكتشف الدكتور "**جاك ميرز** " من جامعة تكساس وأحد المبرزين في أبحاث الطحالب طريقة سجلها تجارياً لتربية الطحالب . وبهذه الطريقة يمكن إنتاج 1كغ من طحالب الكلوريلا 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 أوربا 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 تاميا** من اليابان بتطوير أنواعاً مختلفة من الحساء والخبز والكعك والجيلاتي من هذه الطحالب وهذه الأغذية صحية للغاية إضافة إلى 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كيميائية تعطى طعماً ولوناً ورائحة لا تختلف في شيء عن مثيلاتها الطبيعية ، وفي الحقيقة تسترعي صناعة الألوان والروائح الصناعية وكذلك استعمالاتها جزءاً كبيراً من اهتمام صناعة الكيمياء في وقتنا الحالي . وربما تمكن 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 ووجدوه شهياً ومغذياً عند إضافته إلى أغذيتهم وقت الحرب . ومازال الكثير من الأبحاث مطلوباً في جميع ميادين البحوث الغذائية التي اشرنا 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 للحيوية** مثل

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 . ولتمكن الكيميائيين من إكساب هذه المركبات بعض الصفات الخاصة التي قد يتطلبها بعض استعمالات هذه الألياف الصناعية . أصبحت هذه المواد تفْضل 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 الكثير من أوجه استعمالاتها. وثمة حقل آخر تستعمل فيه اللدائن هو حقل تغليف المواد الغذائية وتعليبها .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وفي المستقبل سوف تتأثر اللدائن والكثير من المواد الصناعية بعنصر الفلور ، ذلك العنصر الذي يعرفه العلماء منذ أمد طويل وإن كانت إمكانياته العلمية لم تستغل أبداً . ولعل أحد الأسباب التي جعلت الكيميائيين يبتعدون 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 بسبب 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 الهدروجين في جزئيات الهيدروكربونات مكوناً الفلور كربونات ويتحد الفلور الزائد مع الهدروجين المنفصل من جزيئات الهيدروكربونات . والفلور كربونات لا تتأثر بالنار أو جميع أنواع المواد الكيميائية الأكالة وهي لا تتحلل ولا تتأثر بالعفن أو الفطريات . وبسبب مقاومتها العجيبة هذه فإن مركبات 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والسافاير واستغلوها تجارياً . وأمكن للعلماء تحضير الياقوت من أكسيد الألمنيوم (الألومينيا) وقليل من أكسيد الكروم بصهرهما سوياً تحت ضغط كبير في أفران كهربائية أو باستخدام الحرارة الشديدة الناشئة من اشتعال الهدروجين في الأوكسجين . والسافاير وأحجار الياقوت ، التي تصنع بنفس الطريقة السابقة ، لا تعتبر تقليداً للأحجار الكريمة وإنما هي صورة حقيقية طبق الأصل عنها فلها نفس الصلابة والتركيب البلوري ونفس الصفات الكيميائية للأحجار الكريمة .

وحينما انصب الأمر على إنتاج صورة الماس وهو نوع من الكربون وأكثر أنواع الأحجار الكريمة جاذبية ، أعيى العلماء الحصول على طريقة ناجحة لصنعه . واليوم تكللت بالنجاح مجهودات قرنين من الزمان في البحث عن طريقة عملية لإنتاج ماس حقيقي . إذ اكتشف باحثو شركة جنرال إليكتريك طريقة يمكنهم بواسطتها 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 ألقيت 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 المخابر الحديثة على القيام بهذه الدراسة . وأصبح لثلاثة من العلماء هم الدكاترة **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 ضخم يزن 1000 طن . ويمكن الحصول بواسطة هذا الضاغط على ضغوط تصل إلى 100.000ضغط 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 . وبتعريض مادة

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كيميائيـة كربونيـة اكتشـفوها ، لهـذه الظـروف مـن الضـغط والحـرارة تمكـن علمـاء شركة جنرال إليكتريك من إنتاج ماس حقيقي .

ولقـد وصـف الـدكتور سـترونج اللحظـة التاريخيـة السـعيدة التـي تلـت أحـد الاختبـارات الأولـى التـي أدت إلـى أول مـاس حقيقـي صـناعي بقولـه : " بعـد أن فتحنـا حجـرة الضـغط وبينمـا كنـا نقـوم بعمليـة تجلـيخ القالـب الصـلب الـذي تكـوّن داخلهـا ظهـر مـا كنـا نبحـث عنـه ، بلـورة مـن مـادة فائقـة الصـلابة لـم نـتمكن مـن تكسـيرها بواسـطة آلـة التجلـيخ ، وبكثيـر مـن الدهشـة والأمـل أبعـدت البلـورة عمـا يجاورهـا وجربـت أحـد أطرافهـا الحـادة علـى السـافاير وكربيـد السـيلكون وكربيـد البورون . وتمكن هذا الذي يمكن أن أسميه الآن ماساً من خدشها جميعاً " .

وبـالرغم مـن أن هـذه الطريقـة مرتفعـة التكـاليف جـداً لإنتـاج هـذه الجـواهر الصـناعية علـى نطـاق تجـاري . مـازال الأمـر يتطلـب الكثيـر مـن الأبحـاث المخبريـة قبـل أن يـتمكن المـاس الصـناعي مـن منافسـة المـاس الطبيعـي فـي ثمنـه . وحينمـا تـتقن هـذه الطـرق المعمليـة فإنهـا سـوف تسـتخدم أولاً فـي إنتـاج المـاس للأغـراض الصـناعية : فـي آلات القطـع والنشـر وصـقل وتجلـيخ المـواد الصـلبة الأخـرى . أمـا المـاس الـذي يسـتعمل فـي صـناعة المجـوهرات فإنـه يتطلـب ميـزات أخرى مختلفة من حيث اللون والحجم والنقاء البلوري .

لقـد كانـت الكيميـاء العامـل الأكبـر فـي المكاسـب التـي تسـترعي النظـر التـي حصـل عليهـا الطـب الحـديث خاصـة خـلال العشـرين سـنة الماضـية , ولربمـا كـان أضـخم مسـاهمة قـدمها الكيميـائيون فـي هـذا المجـال هـي العقـاقير المضـادة للحيويـة التـي مكنـت الأطبـاء مـن مكافحـة كثيـر مـن الأمـراض التـي أعجـزت النـاس طـوال القـرون الماضـية كمـا أنهـا قللـت مـن آثـار الـبعض الآخـر. يمكننـا فـي لمسـتقبل التأكـد مـن أن توحيـد المعـارف والمهـارات الفنيـة بـين المهـن الطبيـة والكيميائيـة سـوف يـؤدي إلـى تقـدم ملحـوظ لفائـدة الجـنس البشـري .والبحـث عـن عقـاقير جديـدة مضـادة للحيويـة يسـتمر دون كلـل . ولا يقـف جهـد العلمـاء عنـد البحـث عـن عقـاقير جديـدة لعـلاج الأمـراض التـي تقصـر عنهـا العقـاقير التـي بـين أيـدينا الآن ولكـنهم يحـاولون أيضـاً تحسـين العقـاقير القديمـة . والتقـدم فـي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

هذا المجال يشمل مجموعة جديدة من العقاقير المضادة للحيوية ، هي الآن في طور التكوين ، ويرجى منها الأمل في علاج الأمراض الفطرية التي تضر الإنسان والنبات .

وربما يأتي اليوم الذي يستسلم فيه **السرطان** ، ذلك المرض الوبيل للتأثير القوي لمجموعة جديدة من العقاقير المضادة للحيوية . ولقد خطا العلماء خطوة ضعيفة ولكنها مشجعة على كل حال نحو هذا الهدف باكتشافهم أن أحد العقاقير المضادة للحيوية 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- ميركابتوبيورين " و " ثيواجونين " و " ميثوبترين " .

وأحد العقاقير المضادة للحيوية 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 يحدونا الأمل في المستقبل القريب حيث يوضع شلل الأطفال في ركن منزو مع التيفوئيد والملاريا والدفتيريا والأمراض الأخرى التي لم تعد تهدد الإنسان منذ 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 إلى مبتغاهم وهم على

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 تساعده على اكتساب 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 اللبن الواقي في الوقاية من 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

والنظائر المشعة هي مواد أكسبت خاصية الإشعاع أساساً بواسطة تعريض بعض أنواع نظائر العناصر كاليود 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 للإنسان 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 ساقت 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 مدنيتنا 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 لاستعمالاتنا اليومية . ويقول العلماء أيضاً " على حواف المحيطات توجد شواطئ بحرية ضخمة تحتوي على معادن مثل الألمنيت والماجنينيت 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 مصادرنا 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 حيث شهد النصف الأول من القرن الماضي العديد من الحروب الكبيرة . وفي الحرب العالمية الثانية وحدها قدمت الولايات المتحدة قرباناً 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

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 طرق 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 الحصول 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 إلى 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

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 ، وتشعب البحث الكيميائي 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 منطوي 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

فيقوم الأخصائيون في هذا الحقل من حقول البحث بأخذ الاكتشافات التي توصلت إليها فرق البحث الأساسية ويحاولون اكتشاف طرق لتحويلها 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 أثّر 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 والمعوجات 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 .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org