

المجلد الثاني

الكيمياء

ما فتئت الكيمياء في هذا القرن تبدو في مجموعة العلوم الطبيعية وهي توطد صلتها وتزيد في تغلغلها المطرد في الفيزياء الحديثة من جهة ، وفي علم الحياة أو البيولوجيا من جهة أخرى . وقد أصبح الآن واضحاً أن الكيمياء تمسك بالفتاح الموصل إلى علوم الحياة كما تقبض في نفس الوقت على مفتاح رئيسي للقدرة الصناعية . ذلك لأن الكيمياء هي علم المواد ، علم التغير في المواد والتبادل المستمر بينها ، وهما اللذان بدونهما لا يمكن تصور ولا تجسيد أو تجسيم الحياة أو الإنتاج أو المكنية لو أى واحد من معالم الكون . فالواقع أن الكيمياء اليوم هو الوسيط العظيم بين كل العلوم ، يغذيها بالمتقدم المحسّن من المواد ومن المدركات في جميع الاتجاهات .

ومع ذلك وصلت الكيمياء بحكم خطواتها الواسعة العظيمة في السنوات الحديثة إلى مفترق طرق عظيم الأهمية ، فهي تواجه أزمة تختلف تماماً عن التي تواجهها الفيزياء النووية ، ذلك أن الكثرة الهائلة . التي لم تُفسّر بعد للجسيمات أو الدقائق الأساسية ، هي والغموض والخفاء اللذان يحوطان قلب الذرة تنبّآن لنا باكتشافات لا تزال منتظرة عن الطبيعة النهائية المادة . والمعضلة بالنسبة للكيمياء هي أنها تبدو لكثير من الكيماويين مجالا يكاد يكون مستقراً ، مجالا استكشفت كل أساسياته ، والتنبؤ بما سيجرى فيه يمكن ، وإن كان لا يزال يفتقر إلى تهذيب كثير . ولكن لا يحتمل أن يحتوى على مفاجآت جديدة أساسية أو في الصميم ، اللهم إلا عند الأطراف أو الحواف حيث تصطم الكيمياء بعلوم أخرى وتحد معها . وهذه كما يدرك الكيماويون حالة عقلية خطيرة في أى علم من العلوم .

وإلى عام ١٩٢٠ لم تكن أمريكا قد حصلت إلا على واحدة فقط من جوائز نوبل في الكيمياء ، نالها عام ١٩١٤ المرحوم تيودور رتشاردس

(Theodore Richards) من جامعة هارفارد على براعته في حساب الأوزان الذرية للعناصر بدقة إلى ثلاثة أرقام عشرية . وفي نفس الفترة منذ عام ١٩٠٠ كان الألمان قد حصلوا على ٨ جوائز ، والفرنسيون على ٣ ، والبريطانيون على ٢ . ومنذ عام ١٩٢٠ بينما حصل الألمان على ١١ من جوائز نوبل في الكيمياء والبريطانيون على ٨ ، تقدمت الولايات المتحدة إلى الأمام وانتزعت رقماً محترماً هو ٧ ولم يحصل الفرنسيون إلا على واحدة فقط . أما الروس فلم يحصلوا على جائزتهم الأولى إلا في عام ١٩٥٦ وقد اشترك فيها مع نيكولاي سيانوف الروسي Nikolai N. Semenov السير سربل هنشلوود Gyril Hinshelwood البريطاني . منحت لهما من أجل عمل في اتجاه واحد في مجال الكينيتيكا أو معدلات سرعة التفاعل ، التي لها صلة بكل منطقة الاحتراق والوقود والتفجرات ضمن غيرها من الأشياء .

فعام ١٩٢٠ إذن يمكن اتخاذ كنقطة بداية لها خطرها في استعراض الكيمياء الأمريكية اليوم ، كما أمدنا هذا العام نفسه بنقطة لها خطرها أيضاً في تقييم الفيزيكا الأمريكية . لقد تميز عام ١٩٢٠ بظهور جيل نابه من شباب الكيمائيين الأمريكيين كان من أثر الجهود التي بذلوها أن تبوأ أميركا لأول مرة مكاناً بين قادة العالم في هذا العلم . ومن بين العشرة الواردين في هذه الدراسة ينتمي نحو الثلثين إلى الجيل الخلاق الذي نشأ في العشرينات والثلاثينات ، وقد ظفر ستة منهم بجوائز نوبل . وهم يختلفون عن أعظم فيزيقينا تميزاً ، ومنهم نسبة مئوية كبيرة من أصل أجنبي أو تلقوا تعليمها وتدريباً أوروبياً ، إذ أن هؤلاء الكيمائيين معظمهم من أصل أمريكي بحث . قدم عدد منهم تدهشنا كثرته ، من مدن صغيرة من الغرب أو الوسط الغربي لها أسماء مثل ردجفيل ، وإنديانا ، واشبنج ، ومتشيجان ، وهم بوجه عام من أسر لها تراث ضئيل من الاحتراف أو التجارة ، ولعل ذلك راجع إلى أن النواحي

الحديثة العهد بالتعمير نبتت للغرب أكثر بريقاً ولعاناً ، وكانت الكيمياء قد ظهرت فجأة في الضوء الساطع للحرب العالمية الأولى كساحية جديدة تنادى طالباً للنمو والتقدم .

وبتميز عام ١٩٢٠ بأمور نافعة أخرى ، فهو يؤرخ بالضبط تقريباً وبأكثر من مجرد الصدفة البدايات الحقيقية للصناعات الكيماوية الأمريكية . فكل إنسان يعرف أن هذه الصناعات كانت في هذه البلاد كية مهمة قبل الحرب العالمية الأولى ، وتكاد تكون مفتقرة تمام الإفقار إلى الكيمياء العضوية التي تتناول الحشد الهائل من المركبات الكربونية التي كان الألمان على علم تام بها ، والتي بنت عليها الولايات المتحدة بعد هذا التاريخ أكبر الصناعات الكيماوية في العالم . فالأكتشافات الأساسية في الكيمياء كانت تتخذ طريقها بأسرع ما يمكن إلى الصناعات ؛ لأن كليهما يشغل بتناول المواد . وعلم الكيمياء قد أخذ يصير شيئاً فشيئاً وباطراد المحور الذي يتوسط كل تقدم صناعي . ولكن الفكر الأساسية يجب أن تأتي أولاً . وعام ١٩٢٠ يكاد يؤرخ بدايات الانتقال العظيم البارح من الآراء المأثورة لكيمياء القرن التاسع عشر إلى ما يصح أن يسمى الكيمياء الحديثة التي تدفعها وتستحثها الفيزيكا الجديدة . وقد أسهم في هذا الانتقال ، كما سنرى فيما بعد . رجال العلوم الأمريكيون المتميزون الذين استعرضوا هنا ، باكتشافات بارعة مشهورة وبفكر ومدركات أساسية باللغة الدقة وحاسمة .

وقد أنجبت الولايات المتحدة كيماويين يضارعون أعظم الكيماويين الأوربيين في الماضي ، ولكن قادة العلوم بوجه عام يقلقهم ، إلا فيما يتعلق بالكيمياء الحيوية ، ما يبدو من أنه لا توجد اليوم كثرة من عقول فنية من الطراز الأول في الكيمياء كالتي تفخر وتزهو بها فيزيكا الولايات المتحدة ،

كما تقلقهم وتزعجهم أمور أخرى كناخنا التربوى والعقل ، وتختلفنا فى الأبحاث الأساسية . وظاهر أن الولايات المتحدة متفوقة ومتقدمة على روسيا ، ولاسيما فى الكيمياء الحيوية ، ولكنها متخلفة إلى حد بعيد عن بقية البلاد الأوروبية فى توليد الآراء والفكر الابتكارية .

وحين ظهر شباب الأمريكان على المسرح فى بواكير العشرينات كان العصر العظيم للكيمياء قد مضى وولى منذ زمن بعيد . ومن المؤكد أن معظم الاكتشافات الحادثة الارتياضية كانت قد تمت كلها تقريباً فى أوروبا . فى القرن والنصف التاليين لتعرف أنطوان لا فوازييه (Antoine Lavoisier) على الأكسجين وبدء الفكرة الحديثة عن العناصر ، كانت الصور العظيمة لعلم الكيمياء قد وضعت بكامل نظامها وجلالها وعظمتها بعد جهود مضيئة . وفى بواكير نهاية هذا القرن كان علم الكيمياء قد تشكل إلى نسج من الاكتشافات الأساسية كالإبلكاش السميك تغشاء فوق ذلك خيال الفيزيقيين المذهل وتصورهم للذرة العنصرية كتركيب من كتلة طاقة ضئيلة محققة لها نواة كشيعة فى الوسط تكملها حاشية من الإلكترونات تدور فى أفلاك حولها .

وتختلف الكيمياء عن الفيزيكا الحديثة فى أن هذه نمت وتحسنت وتطورت فى خط واحد مستقيم تقريباً من البحوث الذرية فى عصرنا بينما نمت الكيمياء وتطورت فى عدة خطوط أو اتجاهات ، الأساسية منها هى : أولاً خلق فكرة جديدة أساسية للكيفية التى بها تترايط الذرات لتكون الجزيئات ، تسمى النظرية الإلكترونية للرباط الكيماوى . وثانياً موالاة هذه النظرية عملياً وتطبيقها على تكوينات واستعمالات كيماوية يتزايد تعقدها شيئاً فشيئاً . وأخيراً ازدياد انفجار البحث الكيماوى ولاندماجه مع البحوث الفيزيكية والبيولوجية وغيرهما من العلوم الأخرى المتصلة بالحياة والتى تكمن فيها احتمالات للمستقبل عديدة وكبيرة .

الرابط العظيم

تبدأ القصة في بواكير العشرينات عند ما كان في المعهد التكنولوجي بكاليفورنيا طالب شاب ذكي نابه أذرق العينين من ولاية أوريجون يدعى لينوس كارل بولنج (Linus Carl Pauling) . ولد في بورتلند بأورجون عام ١٩٠١ لأب صيدلى مات عندما كان سن ابنه تسع سنوات . قضى بولنج صباه مستغرقاً في جمع المعادن . وفي سن مبكرة تصدى لبعض التجارب الكيميائية ، والتحق بقسم الكيمياء الهندسية بكلية ولاية أوريجون ، بدا لي أنها الطريقة الوحيدة لكسب عيشي مع الاستمرار في معالجة الكيمياء . وبعد أن حصل على درجته الجامعية عام ١٩٢٢ ظفر بالذكوتوراه في كالك عام ١٩٢٥ ، وواصل الدراسة العالية بعد الذكوتوراه على منح ظفر بها في ميونخ وزيورخ وكوبنهاجن ليكون لنفسه معرفة متينة في الفيزيكا ، وكان ذلك بالضبط في وقت امتلأ فيه جو الكيمياء بالآراء الجديدة : وكانت الشرارة التي أطلقت بولنج للعمل الجدى ورقة بحث كتبها عام ١٩١٦ كيمائى جامعة كاليفورنيا العظيم جلبرت نيوتن لويس (Gillert Newton Lewis) . ويقول بولنج ، عندما قرأتها أيقنت أنني قد صرت منذئذ أهتم قبل كل شىء بالعمل في التنقيب عن طبيعة الرابط الكيمائى أو فطرته .

ومنذ اكتشاف الإلكترون والقيشة المدارية للإلكترونات حول الذرات تملك الكيمائين شكوك قوية بأن هذه الجسيمات تلعب بكيفية ما دوراً نشيطاً في كل تفاعل أو اتحاد أو تغير كيمائى . وتقدم كثير من رجال العلوم بآراء عن كيفية حدوث الاتصال الإلكتروني بين الذرات . ولكن نواة الفكرة الحقيقية تبدت في بحث لويس . كان معلماً بارعاً فذاً . له له هو وروجر أدامز (Roger Adams) من جامعة إلينوى اللذان

بنا الحمية والحماس في عدد من الكيمائيين الناشئين في تلك الفترة بقدر يربو على الذي حمسهم غيرهم به . كان لويس رجلاً من رجال العلوم يضعه البعض في مرتبة تسمو على مرتبة القليلين من الذين كللوا بالغار فشرّفوا بجائزة نوبل . لقد اقترح أن المكنية^(١) الرئسية لاتصال الذرات معاً هي الاشتراك في إلكترونين بين ذرتين بحيث تندمج قشرة إحداهما في قشرة الأخرى مكونين رباطاً إلكترونياً قوياً سماه الرباط الكيمائى .

لقد قدر لكل تقدم تقريباً أحرزته الكيمياء العضوية ولازدياد ما فيها من دقة تكوينه في الثلاثين سنة التالية أن يكون ثمرة لفكرة للرابط الكيمائى هذه ، وسرعان ما أضاف إليها آخرون . وكان من المساهمين الأساسيين الأوائل المرحوم ارفنج لانجموير (Irving Langmuir) الباحث العظيم في شركة جنرال إلكتريك الذى مات عام ١٩٥٧ ، وأحد رجال العلوم القليلين الصناعيين الذين ظفروا بجائزة نوبل . على أن نظرية الرباط الكيمائى لم تستطع التقدم بخطى بعيدة إلا بعد عام ١٩٢٥ بقليل ، ففي ذلك الوقت وضع الفيزيقيون نظرية الكمة لتخدم بالرياضة ما يحدث داخل الذرة من حوادث صغيرة غير متوقعة الخدمة التى قامت بها الميكانيكا النيوتونية لاضفاء النظام على المجموعة الشمسية . وكان بولنج هو النجم الذى قدر له أن يربط ميكانيكاً الكمة بالكيمياء .

وفي خلال العشر السنوات بين ١٩٢٨ و ١٩٣٨ ، بعد عودته إلى كالتيك ليصبح عضواً ثابتاً في هيئة التدريس بها وسع بولنج فكرة لويس توسيعاً عظيماً ، في سلسلة من أوراق بحوث بدأت عصراً جديداً متناولاً كذلك طرازات أخرى من مكنيات الرباط الإلكتروني ، ومطبغاً النظرية

الإلكترونية لا على تكوين الجزيئات لحسب بل كذلك على البلورات وعلى الأشكال الهندسية التي تتخذها الذرات في المعادن وفي غيرها من المواد الصلبة . وكانت إحدى براماته تطبيق فكرة ميكانيكا الكم عن الرنين على تحليل التكوينات الجزيئية مثلاً الحالة الإلكترونية للجزيء بواسطة تراكب عدد من حالات أبسط لتتكون منها صورة مركبة شاملة ، وبمثل هذه الوسيلة ، وبمساعدة أجهزة جديدة أمدتنا بها الفيزياء ، من الخيود الأشعسية (أى حيود الأشعة السينية) إلى تعيين الأطياف النووية المغناطيسية ، حصل بولنج على صورة أوفى وأكمل لتكوينات الجزيئات ، وبذا وضع الأساس الذي بنى عليه التقدم والتطور التالى فى الكيمياء الصناعية . واستمرت بعض المقاومات للآراء الجديدة الغريبة قائمة ، وحدثت مهاجمة على بعض معالمها ، الاعتباطية ، . وفى الواقع لم يكن قد تم بعد وضع معادلات الكم كاملة إلا للأيدروجين وحده . وأما باقى المعادلات فكانت تقريبية فقط . ولكن فكرة الرباط الكيماوى سرعان ما ظفرت باعتراف الجميع بها (وظل الكيماويون الروس عدة سنوات حوالى عام ١٩٥٠ مضطرين إلى رفض نظرية الرباط الكيماوى لعدم تمشيها مع المادية الجدلية^(١)) ، وهى تدخل سياسى تخفت بسببه الكيمياء الروسية عن باقى العالم سنوات ، ولم تتحرر منه لتلحق بالركب إلا الآن فقط) . ومن أجل هذا العدل الضخم العظيم الذى جمع عام ١٩٣٩ فى الكتاب المأثور المعترف به الآن وهو « طبيعة الرباط الكيماوى » ، تلقى بولنج جائزة نوبل عام ١٩٥٤ .

واصل بولنج متابعة آرائه بنشاط فى اتجاهات عديدة . وكان يقول :
إن خير وسيلة للحصول على فكرة جيدة هى أن يكون لدى المرء أفكار كثيرة . .

وفي عام ١٩٣٤ بدأ دراسة هولوجوبين الإنسان أى جزىء البروتين المارد الذى يحمل الأكسجين فى الدورة الدموية ، لكى يبدأ حملة على تكوين البروتينات التى طالما جد وراها الباحثون ، والتى هى القوام الأساسى للمادة الحية كلها ، كما بدأ دراسة المعادن والسيانك ، وأنشأ نظرية للتكوين الإلكترونى كانت موضع جدل ونقاش ، ووضع كذلك نظرية جديدة للمنطيسية . وفى عام ١٩٤٠ طلع على الناس بنظرية عن تكوين الأجسام الضديدة^(١) — وهى بروتونات يصنعها كائن حى للتغلب على الأمراض التى تغزو جسمه — مفسراً طبيعة رد فعل السّيرم . وبعد خدمة استشارية نفيلة أثناء الحرب العالمية الثانية ، بشأن المواد والأجهزة الجديدة ، بما فيها المفرعات نال من أجلها د مدالية الرياسة للاستحقاق ، سرعان ما عاد إلى آرائه الخاصة عن التكوين .

وفى عام ١٩٤٩ وضع بولنج ومجموعة الباحثين معه إصبعهم على شذوذ تكوينى يظهر فى بعض جزيئاته الهولوجوبينية ، ربطوا بينه وبين أنيميا السقم ، وهى مرض دموى وراثى يسبب الضعف والوهن . وكان هذا أول ربط مباشر بين أحد الأمراض وبين عيب جزيئى معين . وهو الآن يتابع فكرته مركزاً تمام التركيز تقريباً على محاولة اقتفاء أثر الرباطات الجزيئية ليصل بها إلى أمراض عقلية وراثية . وفى عام ١٩٥٣ استطاع هو وأحد صحابته ، روبرت كورى (Robert B. Corey) الذى يشتغل فى بحث الفضلات البروتونية فى العضلات ، أن يبينوا أول نموذج لجزىء البروتين ، وهو لولب محكم أومتين لمجموعات الامينات الحمضية فى طول وحدات كثيرة ومئات الآلاف من الذرات ، ومن هذا سرعان ما قفزا إلى اقتراح أن البنية الداخلية

لحامض انديا كسير بيونيكليك أو (ح . ر . ن) التي لم يسبق لأحد أن يتصورها ، وهى المادة التناسلية التي يعتقد أن الحياة كلها تتوالد من جديد وفقاً لسفنها السرى — لابد أن تكون حلزوناً ثلاثياً معقداً ، هو ما كان القدماء يسمونه « لولب الحياة » (١) وقد تصحح هذا الحدس العنيف تصحيحاً جوهرياً فى نفس العام على يد شابين من رجال العلوم يعملون فى بريطانيا ، هما كرك (F. H. C. Crick) وجيمس وطسن (James D Watson) الأمريكى (الذى يعود إلى الظهور فى الجزء الرابع من هذا الكتاب) اللذان وصلا إلى اكتشاف أن الجزيء حلزون مزدوج (٢) .

كانت اهتمامات بولنج الواسعة المدى ، ذات الطابع الإنسانى والزعة الفلسفية والتي تمرق مسرعة من الفيزيكا عبر الكيمياء إلى البيولوجيا ، تمثل خير تمثيل طراز اهتمامات العلامة الباحثة الذى كانت أوربا تنتجه بكثرة نفوق لإنتاج الولايات المتحدة له . كان بولنج واسع الاطلاع والقراءات (بما فى ذلك كثير من القصص « المذهل ») . يهتم بالتراسل والتحدث (« أحب الكلمات وأستخدمها استخداماً دقيقاً مضبوطاً ») عن الفن (الرسوم الزيتية للجزئيات ، والتجريدات التخيلية ، والموقف (٣) الذى حول مكتبه الذى يسبق عصره بجداته) ، ويستطيع التجول بسهولة بين قصص سنو وآرائه وبين السلم وحالة العالم وألبرت شفايتزر (Albert Schweitzer) وقد زاره فى العام الماضى — ثم يعود ثانية إلى نظرية جديدة له عن الحذر والتخدير مفسراً لأول مرة كيف تؤثر المخدرات على الشعور كل ذلك على أساس جزيئى .

وبعد الحرب العالمية الثانية أحس بولنج فجأة ، كما أحس كثير غيره من رجال العلوم ، بوخز الضمير بسبب أسلحة التدمير ومعدات الألفاء التي ابتدعها

المعلوم فنصب نفسه من بداية عام ١٩٤٥ للدفاع عن كل حركة تقريباً تستهدف السلم العالمى وتمضيدها والسماح بذكر اسمه في تأييدها . وحين أعلن فوزه عام ١٩٥٤ بجائزة نوبل ، وكانت السلطات قبامها ببضعة أشهر قد رفضت إعطاءه جواز سفر إلى الهند وغيرها من بقاع الأرض التي كانوا يرون أن زيارته لها غير مرغوب فيها . تغيرت المعاملة بسرعة بصدر قرار من السلطات بالسماح له بالذهاب إلى مستكهم لتقبل الجائزة . وكان كثير من الحركات التي يؤيدها يسارية ، إن لم تكن لها صبغة شيوعية . وقد دافع عن رجال علوم آخرين اتهموا بأنهم هدامون مدمرون ، واشتبك مع لجنة المناشط غير الأمريكية (أو الأمريكية) . وفي عام ١٩٥٧ هبت عاصفة أعق من هذه حين أشعل بولنج حرباً صليبية شعواء ، وهو سادر وماض في معتقداته العنيدة ، من أجل وقف تجارب القنابل النووية . وفي عام ١٩٥٨ حشد ٩٢٣٥ توقيعاً لرجالات علوم علميين ، ومنهم ٣٦ ظفروا بجائزة نوبل ، على التماس لوقف تلك التجارب ، بل وحض بنفسه على إقامة دعوى « مواطن » لم يسبق لها مثيل ضد موظفي الحكومة الأمريكية تستهدف منع هذه التجارب ، دعوى اعتادت المحاكم رفض مثيلاتها منذ ذلك الحين .

الجزئيات نصبر عملاقة :

بينما كان بولنج وآخرون يحسّنون ويطورون نظرية الرباط الكيماوى العظيمة كان هناك اتجاه آخر لتطور كيماوى قوى يحدث بالفعل ، وكان لهذا الاتجاه أهمية صناعية مباشرة لأنه كان هجوماً على تكوين الجزئيات المركبة التي منها تتألف مواد طبيعية مثل السليلوز والمطاط ، وانتهى بالصناعة إلى مجال تخليق بحت لألياف النسيج وللدائن وللوداد المرنة . وقد جاءت معظم البذور التي تحمل الآراء التي في هذا المجال من أوربا ، ومن رجلين هما : هرمان

شتاودنجر (Staudinger) الألماني الذي ظفر بجائزة نوبل عام ١٩٥٣ من أجل نظريته عن الجزيئات الكبيرة^(١) . وهرمان مارك (Herman Mark) النسأوى الأصل الذي وضع تكوين جزيئات السليلوز والمطاط على أساس مستقر ، وابتكر معادلات وأساليب فنية تستخدم في التطبيق الاقتصادي لنظرية شتاودنجر في الصناعة .

كانت العقبة الرئيسية التي لا مناص من التغلب عليها لضمان تطور الجزيئات الكبيرة هي فكرة القرن التاسع عشر القديمة التي تصور الجزيئات كتكوينات صغيرة دقيقة مقفلة يعبر عنها بصيغ جبرية بسيطة ، وانتهى هذا بالكيمائيين إلى بحث غير مثمر عن أصغر جزيئات أساسية ، للسليلوز والمطاط وما أشبه . كانت نظرية شتاودنجر تقول بأن هذه المواد مؤلفة من جزيئات كبيرة تتكون من مجموعات أو وحدات صغيرة متكررة من الذرات مترابطة بعضها مع بعض في سلاسل غير محددة الطول الذي يقدر بمئات أو آلاف من الذرات ، ولم يكن في الاستطاعة تدوين صيغ جبرية مقفلة لها ، وكان هذا التكوين الطويل الشبيه بالسلسلة هو الذي أكسب تلك المواد خواصها المميزة لها بوصفها أليافاً أو لدائن أو مواد مرنة .

وباتباع هذه النظرية ، وبالاستعانة بتفاعلات كيميائية جديدة معينة ، عثر مارك عام ١٩٢٩ على طريقة لوصل وحدات مادة كيميائية وعضوية بسيطة هي الأستيرين حتى تصير جزيئات طويلة التسلسل تكون أحد اللدائن المتينة المسمى بوليستيرين . وكان هذا أول اللدائن الذي تم تخليقه عمداً ليحاكي التكوينات الطبيعية .

وقد استطاع مارك الذي لا يزال إلى الآن فواراً دائب الحركة برغم سن

الخامسة والستين ، أن يفلت من سلسلة مطاردات طويلة من تدبير هتلر ، وانتهى به المطاف إلى الولايات المتحدة عام ١٩٤٠ . وفيها أسس معهد الأبحاث البليمرية في معهد بروكلن البوليتكنيكي . ويلعب مارك اليوم في الولايات المتحدة دور ناقل الآراء العظيم .

وفي السنة السابقة لابتداء مارك للبوليسترين بدأ دي بونت (du Pont) في الولايات المتحدة حملة دراسية لبحث أساسى معظمه على الجزيئات الكبيرة . مستأجراً له قائداً هو الكيماوى الهارفردى الشاب النفاذ والاس هيوم كاروذر (Wallace Hume Carothers) ، وهو نتاج إلينوى التى درس فيها على روجر أدامز . كان هو البادى بتسكين قدر عظيم جديد من المعلومات المتصلة بتكون الجزيئات الكبيرة ، ساعدت في ابتداء النيوبرين ، وهو أول مطاط مخلق أو تخليقى ناجح ، وخاق ادائن أخرى . وأبهر عمل بارع قام به هو اكتشاف مجموعة من البلياميدات صارت فيما بعد النايلون ، وهو أول ألياف مخلفة صرفة : وقد انتهى الأمر بكاروذر الرجل العجيب المتقلب المزاج الذى كانت تعتريه نوبات حزينة هيمية الاثر ، إلى أن وضع بالانتحار حداً لسيرة حياة كان يقدر لها أن تبلغ العظيمة .

إن تصميم الجزيئات الكبيرة لتتحول إلى مواد ذات خواص معينة قد بلغ اليوم مرحلة عظيمة من المهارة والتنوع . فلدينا الآن مالا يقل عن دسنة من اللدائن والألياف الرئيسية . وهذا التفصيل نفسه للجزيئات (حسب الطلب) قد امتد في اتجاهات باهرة أخرى ، إحداها كيمياء السطاح التى تتناول التفاعلات عند الأوجه المتلاقية (أو السطوح المتلامسة) للمواد .

ومن أجل عمله في هذا المجال منحت عام ١٩٣٢ جائزة نوبل لإيرفينج لانجموير (Irving Langmuir) الذى اتسع مدى دراساته من تأثير

الغازات في المعادن (الذى انتهى إلى المصباح الكهربائى المملوء بالغاز) وتأثير شرائح الجزيئات على السوائل (الذى أوصلنا إلى أساليب فنية بيولوجية جديدة) ، إلى تكثيف البخار على بلورات معدنية ضئيلة الحجم (الذى قادنا إلى التجارب الشهيرة لتكوين المطر) . وتكون كذلك كيمياء السطح هى والجزيئات الكبيرة وراء المجال المزدهر لكل من المطهرات ورشاشات الشعر ومواد اللصق القوية الجديدة المستخدمة فى وصل الأشياء كلها بعضها ببعض ، من المنازل إلى الطائرات النفاثة والصواريخ .

وأشهر المعاديين فى الإنشاءات الجزيئية هو روبرت بيرنز وودوارد (Robert Burns ، Woodward) الذى ولد فى بوسطن من أسرة متوسطة ليس لها اهتمامات علمية لكنه لما بلغ الحادية عشرة كان له معمل فى بيته ، وسرعان ما استهواه اللغز الطويل الأمد ، لغز تخليق الكيذين . « لقد تعلمت معظم كيميائى من ذلك » . كانت له فى مساشتس سيرة حياة لماعة بالمعهد التكنولوجى ، وسرعان ما حصل على دكتوراه الفاسفة فى الكيمياء فى أربع سنوات لا أكثر ، انغمست فيه أثناءها اهتمامات جانبية فى الرياضة وفى فقه اللغة . وفى عام ١٩٣٧ وهو فى سن العشرين التحق بهيئة التدريس بجامعة هارفارد ولا يزال بها إلى الآن .

كان أول عمل بارع قام به وودوارد هو إتمام مشروع صباه لتخليق الكسينين عام ١٩٤٤ ، وبعدها بسرعة خلق الكورتيزون والكولستيرول وغيرهما من الاستيرويدات والاستركسين وحامض الليسيرجيك والرسربين (المهدى المشتق من جذر نبات هندى) — وكلها جزيئات بيولوجية كبيرة الحجم ومرعبة التعقيد . وبفضل له من الهدوء والنظام ما لمكتبه ذى الألوان الزرقاء البادئة والرمادية والبيضاء أنشأ نظرية التكوين العضوى كما تطبق

على التخليق بكيفية جعلت من معمله كعبه يحج إليها الطلاب الأجانب (فن ١٥ طالب دكتوراه يدرسون تحت إشرافه لم يكن فيهم سوى أمرىكى واحد) . وآخر عمل بارع قام به ، وقد يكون أخطر ما حدث فى التخليق الكيمائى فى هذه البلاد ، هو التخليق الكامل للكلوروفلا — الجزىء المارد الأخصر المعقد بدرجة هائلة الموجود فى النباتات الحية الذى يقوم بالعملية الحيوية الرئيسية ، عملية التخليق الضوئى — وهى مهمة تصدى لها وظل يشغل بها منذ عام ١٩٥٦ . وهذا بالتخليق يعتبر براعة عملية بحتة ، إذ لا يوجد أحد يبغي صنع الكلوروفلا ما دامت النباتات الخضراء تصنعها بهذا الرخص . ولكن وجود نسخة أخرى من تكوينها قد تتقدم بفهمنا للكيفية التى تعمل بها هذه الخلايا الخضراء ، وهو تقدم له خطره العظيم جداً من الناحيتين الصناعية والغذائية .

ومن الخطأ أن نظن أن كل المعضلات فى التخليق وفى الاتاج للجزئيات الكبيرة بالجملة قد حلت . ويرى ودوارد مكاناً فسيحاً لتقدم أبعد من هذا فى النظرية الكيميائية البحتة . وعلاوة على هذا فإن غير المتوقع يجب دائماً أن يتوقع . ومثال ذلك الظهور المفاجئ عام ١٩٥٣ لفكرة جزئى ذى وضع تجسمى معين^(١) أى أن له ترتيباً محكماً أو نظاماً مضبوطاً ذا أبعاد ثلاثة فى الفضاء لجزئيات طويلة التسلسل ليحقق للدائن خواص أفضل من السابقة . كان معظم ذلك من عمل جويليوناتا (Guilio Natta) الإيطالى الذى استخدم حفازات أو عوامل مساعدة من اكتشاف كارل تسايجلر Karl Ziegler الألمانى . وقد كان هذا بالنسبة لصناعة الولايات المتحدة للدائن التى كان تفوقها فى هذا الميدان واضحاً ، مفاجأة صدمتها ، ولم تكن

الولايات المتحدة أسرع بكثير من الاتحاد السوفيتي في الوصول إلى هذه المواد الجديدة وانتلافها .

رداء العلوم الفيزيقي لا ينفصل :

إن أبعد نواحي العلوم الكيميائية مدى اليوم هو تحول قادة العقول فيها نحو الجانب البيولوجي أو الجانب الفيزيقي من العلوم ، القائم على أساس عظيم من الكيمياء . ففي كل مكان نجد انصرافاً عن مقاصير القرن التاسع عشر القديمة ، انصرافاً يصعب بل يحول دون وضع خطوط فاصلة بين مختلف العلوم لأنها تقترب شيئاً فشيئاً من الرداء المحبوك الذي لا ينفصل .

نجد في الجانب الفيزيقي أبرز شخصية في البلاد هو الهولندي المولد بيتر ديبى (Peter. W. Debye) الأستاذ غير المتفرغ بجامعة كورنيل . فر عام ١٩٤٠ إلى الولايات المتحدة من ألمانيا وكان يرأس بيرلين معهد القيصر ولهم القديم الشهير للفيزيكا حيث كانت له سيرة حياة طويلة أوصلته إلى جائزة نوبل عام ١٩٣٦ ، منحها من أجل تحسين وتطوير آلات قوية للفيزيكا التحليلية أو التصويرية ، وأهمها الأشعة السينية لسبرغور الحالة التي عليها الجزيئات من ناحية بنيتها ، وكذلك وضع اسمه على قانون جديد للحاليل . ومع أنه أساساً فيزيقي فقد أسهم مساهمات أساسية أخرى في الكيمياء . وكان له في الولايات المتحدة نفوذ واسع المدى كمدرس وكأستاذ قديم محترم في الكيمياء الفيزيكية .

وعالم آخر كان له نفوذ في الجانب الفيزيقي من الكيمياء هو وليم فرانسن جيوك (Willam Francis Giauque) الذي ينتمي إلى جامعة كاليفورنيا في بركلي ، وقد ظفر بجائزة نوبل عام ١٩٤٩ . كان في عام ١٩٢٤

حديث عهد بالخروج من تحت وصاية جلبرت لويس التي قطعته عن دراسة الهندسة إلى دراسة الديناميكا الحرارية عندما تملكته فكرة أن المادة التي تسخن تحت المغطسة قد تساق إلى ما يقرب من الصفر المطلق (٦٧ ر ٤٥٩ ° فهرنهايت) إذا ما نزع منها أو سلبت مغطستها فجأة . وإضالة ميزانية البحث التي كانت تحت تصرفه أمضى جيوك عشر سنوات كلها معوقات في تجميع مغنطيس نحاسي صغير ذى ٨٠٠٠ جالس للبرهنة على هذه الفكرة ، كما صرف ٢٥ سنة أخرى - إلى عام ١٩٥٨ حين صارت الميزانية أفسح وأروح - حتى حصل على مغنطيس بالحجم الذى كان يرغب فيه أصلاً ، مغنطيس ١٠٠.٠٠٠ جارس ، تسكلف نحو مليون دولار . وفى البرودة الخيالية السائدة فى تجويفه البالغ ٤ بوصات أبرد ألف مرة وأقرب إلى الصفر المطلق من أى بروده تحققت قبل ذلك صارت الغازات جامدة ، وإذا بالمواد التي تبدو عديمة الجدوى من حيث التوصيل والمغطسة تصير مفرطة التوصيل والمغطسة (موصلة ومغطسة فوق العادة) وأمكن دراسة الجزيئات عند القاع الصخري ذى النهاية الصغرى للإنتروب^(١) (درجة الفوضى) ومن هنا يستطيع عمل رسم يبانى للخواص الحرارية الأساسية للركبات تصاعدياً عبر جميع الحالات ، كما يستطيع القيام بتنبؤات دقيقة مضبوطة عما إذا كان تفاعل ما مرغوب فيه سيحدث أم لا ، وهى معلومات عظيمة القيمة للبحث العلمى والصناعة فى النهاية . على أن الاهتمام الأساسى لجيوك لم يكن منصرفاً إلى رسم الخرائط بل إلى التعمق فى دراسة المواد فى درجات حرارة منخفضة ؛ مستبعداً بذلك طبقة أخرى كانت تحجب الفطرة الأساسية للادة . ومن بين اكتشافاته الأولى ملاحظته أن خطأ طيفية ثلاثة باهتة يديها الأكسجين ويعرف أنها تظهر فى ضوء الشمس فى الجو ، وهى تشير فى الواقع إلى وجود صورتين ثقيلتين

بغير معروفين (أو نظيرين) للأوكسجين وقد أدت هذه الملاحظة برجل آخر إلى اكتشاف آخر شهير .

كان هارولد كليتن يرارى (Harold Clayton Urey) عندئذ بجامعة كولمبيا ، وهو الذى انتفع بهذه الإشارات (أو الإيعازات) وغيرها من الإشارات إلى وجود النظائر . وفى عام ١٩٣١ نجح بعد لآى فى فصل نظير للأيدروجين ثقيل على صورة ماء ثقيل ، ومنح من أجله جائزة نوبل عام ١٩٣٤ . كان ابناً لأحد رجال الكنيسة ، ولد وترعرع فى وكرتن يانديانا ، ثم انتقل فى سن التاسعة عشر إلى متنانا ، وهناك فى جامعة الولاية تفوق فى علم الحيوان بإيجاء من أحد علمائه الذى تعلم فى كمبرج ولم يتفوق فى الكيمياء . تخرج فى الوقت المناسب بالضبط للقيام بخدمة محدودة ككياوى صناعى فى الحرب العالمية الأولى . وبعد انتهاء الحرب هرع يورى إلى التدريس بمتنانا ومنها إلى كاليفورنيا ليتلند اللويس ، ثم إلى الدانمارك ليتلند للعالم الفيزيقي العظيم نيلزبور ، ومنذ ذلك الحين أخذ يشعر بأنه قريب جداً من الفيزيكا .

وبعد أن تبين أن الماء الثقيل مهدىء لا يقدر بشئ فى عملية تحسين تطوير القنبلة الذرية ازداد يورى قرباً من الفيزيكا ، ورأس جماعة ذرية فى القمة أثناء الحرب العالمية الثانية ، وفى نهايتها ، وقد تعب من فصل النظائر ، قفز إلى خليط عجيب من الفلك الفيزيقي الكياوى . ومنذ عام ١٩٥٦ وضع نظرية جديدة عن تكون السيارات والمجموعة الشمسية — دلا على سبيل الاستجابة لخيال كان تصوره من قبل عن الكون ، وإنما كحالة حذرة مرتابة لترضى الحقائق وإشباعها ، كما أنه قفز أيضاً إلى السياسة كدمقراطى مُصَصِّرٌ يتبع آراء كلارنس ستريت (Clarence Streit) الخاصة بالاتحاد الأطلنطى ، وصدرت منه تعبيرات حرة راديكالية سببت له متاعب واشتباكات مع لجان

التحقيق والاستقصاء مع جماعات وطنية .

وهناك من ذهب إلى مدى أبعد من يورى فى الفيزيكا ومن نال عام ١٩٥١ جائزة نوبل فى الكيمياء ، وهو جلين تيودور سيبيرج . اكتشف هو ومصاحبوه البلوتونيوم وثمانية عناصر مشعة اصطناعية أخرى فوق اليورانيوم . رجل طويل خشن مشعث حاد ، نصب نفسه فى تواضع كمثل لصبي متوسط الحال ليس له سند أو خلفية علمية ، بل ولا موارد فى إشبمنج التى يسكنها بمتشجان ، ومع ذلك استطاع أن يشق طريقه إلى العلى فى العلوم . وفى عام ١٩٥٨ نصب مديراً لجامعة كاليفورنيا ببركلى . وفى عام ١٩٥٩ كان أول كيمائى ظفر بمنحة فرمى التى تبلغ ٥٠٠٠٠ دولار والتى رصدتها وكالة الطاقة الذرية و . ط . ذ .

وقد يكون اسم سيبيرج فى آخر قائمة عظماء المكتشفين للعناصر الذين يمتد بهم العهد إلى تاريخ بالغ القدم . وفى قمة نهاية الجدول الذرى ، فيما وراء اليورانيوم نجد العناصر الجديدة وهى تزداد عدم استقرار وقصراً فى العمر بحيث لا ينتظر أسر كثير منها والتعرف عليها قبل أن تنفقت . ومع ذلك فإن لدراستها أهمية أساسية فى الفيزيكا النووية . وتتضمن هذه الدراسة الكثير من الكيمياء الصعبة ، وتصل بنا إلى إمكانيات جديدة غريبة فى التفاعل الكيمائى .

الكيمياء ومسا كل الحياة :

ظلت الكيمياء فى طريق الانغمار والاندماج فى البيولوجيا إلى أعماق حتى من انغمارها فى الفيزيكا . ويقول بوانج ، إن أكبر المشاكل الباقية لدى الكيمياء متصلة بالحياة أى بالنظم البيولوجية ، . ثم إن ماتحدثه الفتوحات أو الاقتحامات

العلمية العظيمة من إثارات ونوقعات وشيكة يجتذب كثيراً من العقول التي فطرت على أقصى حد من الإقدام والمخاطرة — ورجال الكيمياء البيولوجية موقنون بأن مثل هذه الفتوحات والاقتحامات في ميدانهم ستفوق في القريب العاجل أى شئ. مما يتنظر حدوثه من مثيلاتها في ميدان البحوث الفضائية .

ومن القادة بين الشبان المخاطرين ذوى الأقدام ملفن كلفن (Melvin Calvin) الذى يبلغ التاسعة والأربعين من العمر والذى يتزعم جماعة عددها نحو الأربعين بجامعة كاليفورنيا ببركلى ملحقة بمعمل الإشعاع العظيم بالمدرسة حيث يجرى لإنشاء وتحسين وتطوير مقتنى الأثر الإشعاعى ، وغيره من الوسائل الفنية المتصلة بالنظائر . تضع هذه الجماعة نواحى نشاطها المتنوعة فى فصيلة الديناميكا البيولوجية الكيميائية ، وهى عبارة عن خليط لا سبيل لفصله مكون من الفيزيكا والكيمياء وعلم الحياة . وناحية اختصاص عمل الجماعة ليست التكوينات الاستاتيكية بل الكيفية التى بها تعمل الجزيئات أو النظم البيولوجية وتستجيب للدوافع أو المثيرات .

كان لويس هر الذى جاء بكلفن المولود بسانت بول بمينيسوتا، إلى كاليفورنيا، وبعد أن بدأ كلفن تعليماً فنياً فى كلية مئشجان للتعبدين والتكنولوجيا تحول إلى دراسة الكيمياء بجامعة مينيسوتا . ولما ذهب للدراسات العليا بالانجلترا تحضيراً للدكتوراه انتقل إلى الكيمياء البيولوجية ، ثم تقلب بعدها فى اتجاهات للأبحاث عديدة ، من اكتشاف أن الماء الثقيل ، يضاف أو يقلل التوالد فى خلايا الطحالب ، ومن جعل خلايا السرطان عميقة عاقرة ووقف نموها ، إلى أحدث اكتشاف له وهو أن جسيمات الحامض النيوكليكى ، وهى المركبات الأولى (الرائدة) للجزيئات الحية ، موجودة فى الذهب المنتشرة فى الفضاء . ولكن معظم عمل جماعته كان متصلاً بالتخليق الضوئى النباتى . وربما كان معمله

قد اقترب — اقترب أى معمل آخر — من إتمام الخطوتين أو الثلاث النهائية في إنجاز هذه العملية الكيماوية المعقدة وإكمالها .

ومن الرواد المشتغلين على الحد الفاصل بين الكيمياء والبيولوجيا ، بين الجزئيات الحية وغير الحية ، وندل مريدث ستانلى (Wendell Meredith Stanley) الذى ظفر بجائزة نوبل عام ١٩٤٦ . كان أول من بلور فيروساً — فسيفساء التبأكو (أو الدخان) الشهير ، وبين أن ناشر المرض هذا الذى لم يره أحد قبله ، له خواص مميزة عجيبة حين يعزل ، فيكون بلورة ممتة كأية بلورة ملح عادية ثم يقفز وتذب فيه الحياة عند ملامسته أو ملاصقته لمضيف معين ، ويتكاثر بسرعة وحشية على خلية المضيف نفسه وعلى البلازما الجرثومية

كان ستانلى بمثابة هوزيير (Hossier) آخر فى قائمة عظماء كيمائى الولايات المتحدة ، قاده إلى الكيمياء العضوية روجر أدمز فى إيلينوى . كان أول عمل له عن المعالجة الكيماوية للبرص ، ومنه انتقل إلى دراساته الفيروسية فى معهد ركفلر . كان معمله الكبير الحسن النظام والتشغيل ، فى المعهد أولاً ثم فى جامعة كاليفورنيا منذ عام ١٩٤٨ ، تظهر له أهمية خاصة فى جميع الحملات تقريباً التى تهاجم الأمراض الفيروسية من أنفلونزا الحرب العالمية الثانية إلى بلورة مرض شلل الأطفال^(١) أول فيروس حيوانى بشرى يفصل بهذه الطريقة على صورة نقية . وهو أيضاً من القادة فى محاولة إيجاد رابط فيروسى مع السرطان البشرى .

إن اهتمامات ستانلى ، التى لاتزال مركزة على فيروس فسيفساء التبأكو ، أعمق وأدنى إلى الأساسيات من مجرد العثور على عوامل المرض . وقد عرف الآن أن الفيروس هو نيوكليوبروتين عاد^(٢) ، من نفس الطراز العام الذى

تنتمى إليه الجينات^(١) المنظمة للنمو والتكاثر في جميع الخلايا الحية ، ومن ثم يمكن اعتبار الفيروس أمانة عادية مناسبة يستدل بها على الحياة . وقد أمكن لمعمل ستانلي حديثاً جداً أن يوفق ، كقديمة للتخليق ، أن البنية التفصيلية للوحدة الدنيا الأساسية لردائها البروتوني عبارة عن لولب طوله ١٦٤ وحدة من الحامض الأميني . وقلب الفيروس ، وهو المادة الداخلية المعدية التكاثرية هو حلزون مزدوج من حامض الريبونوكليك (ح . ر . ن .) و يبلغ طوله حوالى ٦٠٠٠ وحدة من حامض النيوكليك ، ويظن ستانلي أن هذا قد يستغرق نصف قرن آخر لحل لفائفه أو فكها بالتفصيل .

« كسنى » والقبلة

الولايات المتحدة بلا نزاع في مقدمة الصف في الكيمياء الحيوية والكيمياء العضوية وكيمياء الجزيئات الكبيرة ، وهاتان الأخيرتان مهمتان صناعياً ، أما في المجالات الأخرى التي لها أهمية أساسية فهي متخلفة . ومن هذه المجالات الكيمياء غير العضوية التي تشمل كل العناصر الخارجة عن مركبات الكربون بما فيها ثلثاً ما بالجدول الدورى من عناصر بعنوان المعادن . ومن العجيب أن البحوث الصناعية تحرز فيها تقدماً أكثر — كنمو وتطور نصف الموصلات والمواد التي في حالة الصلابة والجمودة مثلاً — من الذى تحرزه البحوث الكيماوية البحتة . والذين عندنا من رجال الكيمياء غير العضوية « البحتة » من القلة بحيث أن كثيراً من الجامعات المتقدمة على غيرها اضطرت إلى الاكتفاء بالكيميائيين الفيزيقيين عندما تنشد التدريس والبحث في هذه الساحة . على أن هذا المجال بحاجة ملحة إلى نظريات على نطاق واسع وإلى

اكتشافات أساسية شبيهة في وقعها بنظرية الرباط الكيماوى فى الكيمياء العضوية .

وهناك ساحة مشتتة فى البحث العلمى بالولايات المتحدة هى الكينيتيكا الكيماوية ، أى دراسة التفاعلات فى الزمن وفى التدفق الديناميكي ، بما فى ذلك الانفجارات وبعض أمور أخرى كوقود الصواريخ . ومن القادة القلائل فى الكينيتيكا بالولايات المتحدة الرجل العالمى جورج بوجدان كستياكوفسكى (George Bogdan Kistiakowsky) بهارفارد الذى شغل منصب المساعد الخاص الرئيس أيزنهاور للشئون العلمية والتكنولوجيا . وهو مواطن لكيف نزع عن روسيا بعد الثورة ، ودرس الكينيتيكا متملذاً على ماكس بوداشتين (Max Bodenstein) البرلينى العظيم . صار مواطناً أمريكياً عام ١٩٣٣ . وفى خلال الحرب العالمية الثانية كانت مسئوليته الرئيسية هى عن نيطة قدح زناد التفجير فى القنبلة الذرية . وتختلف خلفية كستى عن خلفية الكيماويين المولودين بأمريكا . فهو ينتمى إلى جيل رابع أكاديمى . انحدر من سلسلة بدأت بأستاذ فى علم اللاهوت ، وشملت أستاذاً فى القانون وآخر فى الفلسفة ، وعماً فى الكيمياء الفيزيكية . وابنته فيرا (Vera) ، الفيزيكية النووية متزوجة من فيزيق حفيد للكيماوى الألمانى الذائع الصيت إميل فيشر (Emil Fisher) .

الافزأ الرهاى :

كان الرأى الذى أجمع عليه الكيماويون الذين حادتناهم بشأن هذه الدراسة هو أن الولايات المتحدة لا تنشىء عقولا خلاقة بقدر يتناسب مع حجمها ومواردها ومعداتها العلمية التى لا تجارى أولا تبارى ولا تقارن ببلاد أصغر منها بكثير كإنجلترا وألمانيا . وقائمة جوائز نوبل فى الكيمياء ، وإن كانت

غير معصومة من الخطأ ، تعكس هذه الحقيقة تقريباً ، كما تعكس كيف أن مراکز القيادة في هذا الصدد يمكن أن تتزحزح بسرعة كبيرة لا تزيد في بعض الأحيان إلا قليلاً عن جيل واحد . ونجد ألمانيا قد احتفظت بالسبق والسطوة في الكيمياء مدة طويلة ، نتيجة لما كانت تحلم به عند تحول القرن من قدرة وتغوق حريين ، بما حفزها على جعل العلوم الأساسية هدفاً فكرياً عميق الجذور ، وسورة وطنية مفعمة بالحماسة . ولكن لعل هذا التغوق وتلك السطوة آخذان الآن في التضاؤل والاضمحلال . وانجلترا بعد أن فتحت مجال الكيمياء العضوية التخليقية على مصراعيه في القرن الأخير ، ثم فقدت زمام القيادة الذي انتزعتها منها ألمانيا ، عادت أخيراً إلى الميدان بقوة وبأعمال ابتكارية . أما فرنسا فلها يرثى له ، ففيها بدأ علم الكيمياء الحديثة عام ١٧٧٧ بلافازيه ، ويعزى أقول نجمها عادة لا إلى اختفاء العبقرية فجأة من بين مواطنيها بل إلى إضعاف نظام التعليم فيها بعد عام ١٩٠٠ بما طرأ عليه من توسع وتضخم ، وإلى ميزانياتها الشحيحة ، وإلى الفوضى السياسية التي لا تزال فرنسا بحاجة ملحة لأن تشفي منها .

وموقف روسيا الآن يقرب من موقف الولايات المتحدة عام ١٩٢٠ . لكن روسيا أمامها اليوم كل ما ظهر ونشأ من تحسينات وتطورات ازدحمت بها الأربعون سنة الأخيرة ، وتستطيع أن تقتبس منها وتستفيد في نهضتها . ثم إن لها كذلك تقاليد هائلة في الكيمياء القديمة — ونجمها الأعلى هو ذو اللحية

العظيم ديمتري إيفانوفتش مندلييف (Dimitri Ivanovich Mendelyeev) واضع جدول العناصر عام ١٨٦٩ — فني استطاعتها أن تتقدم بخطى سريعة في ظل برنامج تعليمها الحالي الضخم .

إن أسهل ما يكون — وأخطره — أن يبهز الإنسان عظم الثلاثة والعشرين بليون دولار المخصصة للصناعات الكيمائية في الولايات المتحدة ومقدرتها

المادية ، أو يهر بمبلغ ١٣ بليون دولار الذى تصرفه سنوياً على ما يسمى بالبحث العلمى والنمو والتقدم — يصرف منه ما يربو قليلا على ٥٪ على العلوم الأساسية حقاً ، ويذهب الباقي إلى التكنولوجيا . واللغز النهائى الخطير ، الذى لا يزال بعض الأمريكين يجدون صعوبة فى أن يفهموه حق الفهم ، هو أن كل ما تنتجه الكيمياء من منتجات نافعة ومن صناعة ثقيلة ضخمة وقدرة قومية ، يقوم على أساس فكر وآراء قليلة غير محسوسة يتابعها ويحدُّ فيها رجال لا يخطر على بالهم تحقيق الأرباح المباشرة وإنما يعملون بدافع من إشباع حب الاستطلاع واجتلاء العجائب والرغبة فى أن يزيدوا أفهام البشر .

والكيميائيين الذين نستعرض أعمالهم هنا اقترحات عملية تستهدف أن تزيد فى إنتاج رجال مبدعين خلاقين . ومن هذه الاقتراحات : تهيئة الفرص للشباب للتعرف على الآراء والفكر العلمية فى أبكر وقت ممكن ، ومد جميع الشبان الفقراء ذوى الاستعداد الفكرى بالمال اللازم لشق طريقهم فى التعليم العالى بنجاح ، والتخفيف عن الأساتذة الجامعيين من واجب التدريس المرهق لإتاحة الفرصة لهم للعناية بواجب البحث العلمى الأساسى نفسه ويتمنى سبورج أن تمر فى اللجنة زيادات كبيرة فى الأموال المخصصة للبحث . ويقترح ودوارد الأخذ بخطته التى تقضى بالاستمرار فى رفع ميزانيات البحث الأساسى سنة بعد أخرى إلى أن يأخذ مستوى المعيشة فى الانخفاض ، وهو متأكد بطبيعة الحال أن هذا لن يحدث .

ولو أنه يستحب رفع المشتغلين بالعلوم الأساسية إلى المستوى الاقتصادى لسائق الأسراب أو لموظفى المقابلات ، فإن ذلك ليس موضع الخلاف ولا يبت القصيد كما يراه الكيميائيون ، وإنما ترجع متاعبهم الأساسية إلى الجو الاجتماعى والفكرى السائد فى الولايات المتحدة ، والذى يشعرون بأنه لا يرحب الترحيب

الكافي بالعقل العلى ولا يكرمه . « فإلم نغير من نظرتنا واتجاهنا ، كما يقول كستيا كفسكى « فلا أظن أننا نستطيع البقاء ، . وهو يشير بهذا إلى انعدام التحمس للفتوحات الفكرية ، وإلى الكلف لدرجة العبادة بالأميين الذين يظرون على شاشة التلفزيون وغيرها ، وإلى الإكبار من شأن الألعاب الرياضية إكباراً يكاد يكون مرذولاً ومتجاوزاً الحدود المقبولة كما اكتشف جيمز برايان كوانت James Bryant Conant ، وهو كيمارى آخر ، فى دراساته لبعض مدارس أمريكا ، وفوق هذا وذاك الصورة التى لا تزال باقية فى الأذهان والتى تمثل « رجل العلوم كالمنبوذ ، ، ويعتبرها كستيا كفسكى تراثاً ثقيلاً خلفه ماك كارثى (Mc Carthy) .

إن الوطنية المفرطة غريبة على العلوم ، ولكن جميع الذين يتمنون لوطنهم العظمة ، لا مجرد البقاء ، يجب أن يستشعروا اهتماماً يتغلغل فى نفوسهم من أجل قوة وطنهم وعظمته فى ميادين العلوم .

الحق الدون من رجال الكيمياء الحديث

كان عميد الكيمياء الحديثة هو الفرنسي لوران لافوازييه . ففي عام ١٧٧١ تبين له أن هواة جوزيف بريستلي الخالي من الفلوجستون هو عنصر الأكسجين ، وأرسى قواعد فكر العناصر التي تقول بأنها جسيمات أساسية . لا يمكن تحليلها كياوياً ، وتتكون منها كل الأشياء . وعثر بعده على نحو تسعين عنصراً بواسطة سلسلة طويلة من التقصى . وفي عام ١٩٢٠ كان قد تم عزل معظم العناصر ودرست خواصها الأساسية .

أعقب لافوازييه مباشرة ثلاثة رجال عظماء . بنوا وأوضحوا الفطرة الأساسية للعناصر وللركبات الكيميائية . وفي عام ١٨٠٨ تصور جون دالتن البريطاني العناصر على هيئة كرات ضئيلة لا ينفذ فيها شيء ، هي ذرات مختلفة الأحجام والأوزان كلها غير قابلة للانقسام كياوياً . وفي عام ١٨١١ كان أماديو أفوجادرو (Amadeo Avogadro) الإيطالي ، الرياضى الفيزيقي النابه ، أول من وضع بعض قوانين عامة ، بواسطتها نظر الذرات فيما بعد على أنها تتصادم أو تتلاحم بتأثير الحرارة والضغط ، إما مع ذرات من نوعها أو مع ذرات أخرى مكونة مركبات أو جزيئات متميزة . وفي عام ١٨٥٢ صاغ السير إدوارد فرانكلاند البريطاني أول نظرية عامة عن الكيفية التي يحدث بها هذا التلاحم بعدد معين من نقط ربط أو كفاء^(١) على سطوح الذرات .

ومن ثم نظر للكيمياء من زمن بعيد على أنها معمار الجزيئات ، وكان

أول مميزات الكيمياء العظام فردريش أوجست كيكوليه (Friedrich August Kekulé) الألماني الذي توصل عام ١٨٥٨ إلى أن عنصر الكربون له أربع نقط كفاء (ووصل إلى هذه النتيجة أيضاً مستقلاً عنه أرشبلد كوبر Archibald Couper الإسكتلندي). واستمر كيكوليه يتخيل أن ذرات الكربون مترابطة فيما بينها في تسلسلات طويلة ، رأى واحدة منها تلتف حول نفسها لتكون حلقة البنزين الشهيرة التي صارت فيما بعد العنصر الأساسي في قطران الفحم الكثير المنتجات أو في الكيمياء العضوية التخليقية . وبناء عليه مضى الكيماويون ينتجون أو يبتدعون مئات من الجزيئات النافعة — وعلى الأخص البسيطة منها التي لا تتألف من أكثر من بضعة عشرات من الذرات — في سيل منهمر من مواد ثورية جديدة ، كالأصباغ والعقاقير والمذيبات والمفرعات والألياف نصف المخلفة وبواكير الدائن .

اتفق معظم الكيماويين الذين تحدثت إليهم د فورتشن ، على أن الثلاثة الأول من ظفروا بجائزة نوبل كانوا عمالقة كل في ناحية اختصاصه : الهولاندي يعقوب فانت هوف (Jacobus H. vant Hoff) (١٩٠١) لوضعه قوانين عامة عن التفاعلات والمحاليل والضغط الأزموزي ، علاوة على فكرة جزيئات الكربون التي في منشآت ذات أبعاد ثلاثة . ولأميل فيشر الألماني (١٩٠٢) لتقصيه تكوين السكريات ، وعمل أول مقارنة للجزيئات ، الحية ، المركبة أو البروتينات المعقدة . وسفانت أرهينياس (Svante A. Arrhenius) السويدي (١٩٠٢) لنظريته عن التحلل الكهربائي (أو التفكك الإلكتروليتي) في المحاليل . أما بعد ذلك ، فتظهر قم أو ذرى قليلة مثل ولهم استفالد (Wilhelm Ostwald) (١٩٠٩) وألفريد ورنر (Alfred Werner) (١٩١٣) والثرنست (Walther Nerst) (١٩٢٠) وهذا الأخير لاكتشافه للقانون الثالث الديناميكا الحرارية الذي هو المفتاح الرئيسي

للتفاعلات الكيميائية . وكان كل هؤلاء إلى حد بعيد يتوسعون ويدون في قوانين أفوجادرو ، وفي تكوينات كيميائية .

وإذ كان هناك واحد فقط من الخالدين في عصرنا هذا ، فإن الكل يجمع على أنها ماري كوري (Marie Curie) التي نالت عام ١٩١١ جائزة نوبل في الكيمياء (وكانت قبل ذلك شاركت في جائزة عام ١٩٠٣ في الفيزياء) من أجل اكتشافها للعنصرين المشعّين الراديوم والبولونيوم . وبهذا الاكتشاف ، الذي لعله أهم اكتشاف حدث بعد اكتشاف الأكسجين ، نبين أن الذرة ، التي كان يظن أنها حصينة منيعة ، قابلة لأن تتفجر متصاعدة ، وترى بجسيمات دقيقة على صورة إشعاع عالي الطاقة . وهكذا قدم أحد الكيميائيين مادة للفيزيقيين يستكشفونها وهؤلاء بدورهم قدموا لنا من بين هذه الجسيمات وتلك الإشعاعات آلات وأفكاراً جديدة تهذب بها ونصقل فكرتنا عن تكوين الجزيئات . ولم تقدر لآي من هذه المدفعية الضاربة على نطاق واسع أن تقلب رأساً على عقب ما ابتكره عظماء الكيميائيين القدامى من تصورات وحقائق أهموها : وتصورات وأحلام لهم أنشئوها ، ولكنها ألقت ضوءاً نفاذاً كشف بدقة وضبط عن الكيفية التي تجمع بها الجزيئات ، وأدى هذا بدوره إلى التقدم العظيم التالي في الكيمياء ألا وهو نظرية الرباط الكيميائي التي روينها لك قصتها فيما سبق .