الحرير وتركيبه الذري

الاشعة السينية تنفذ الى أسراره

التحليل الجزيئي لتجعيد الشعر الدائم

رسم لنا علم الملك الحديث كما تناولته اقلام ادنغتن وجينز وغيرهما من كبار الكتّاب صورة تبعث العجب والرهبة في النفوس ، قوامها كون رحيب مترامي الاطراف ، تقع فيه حوادث عظيمة من دوران المجرّات وتفرقها الى انبعاث الشموس وانحلالها الى انطلاق الطاقة في أرجاء الكون وتحوّلها . وفي الجهة المقابلة نرى رذرفورد واندادَه قد اخترقوا الذرة الى صميمها واستنطقوا النواميس التي تجري عليها اجزاؤها . والذرّات كما تعلم متناهية في الصغر حتى اذا أُخذتْ قطرة ماء وضخّمتها حتى تصير بحجم الكرة الارضية ، لم يفق حجم الذرّات التي تتكون منها على هذا القياس حجم كرات البلياردو . والعناية التي تثيرها فينا هذه المباحث الذرية ليس منشؤها ، صغر الوحدات التي تناولها فحسب ، بل تثيرها فينا معرفتنا بأن كل الاشياء المادية من الماء الذي نشربه الى الكواكب المنيرة والمجرّات العظيمة مؤلفة من ذرّات . على ان الافتتان بدرس الطبيعة لا ينحصر ، في الاجسام المتناهية في الكبر كالشموس والسدم والمجرّات ، ولا في الاجسام المتناهية في الصغر كالذرّات والكهارب وما اليها ، بل هناك منطقة وحداتها اكبر من الذرّات واوثق صلة بحياتنا اليومية منها . الى هذه المنطقة افضى العلم الحديث ركائبهُ ووجّه مصابيحه فكشف فيها العجب العجاب

* * *

ما الفرق بين الذرّات atoms والجزيئات molecules ؟ الذرّات هي الوحدات او اللبنات الاساسية في بناء الاجسام المادية وثمة اثنان وتسعون نوعاً من الذرّات ، او قل اثنين وتسعين عنصراً . وذرّات كل عنصر متشابهة في خواصها . اما الجزيئات فطوائف مجتمعة من الذرّات ، كل طائفة منها تتصرف تصرف وحدة كاملة التركيب . وقد تتقطّع اوصال الجزيئات ، فتتفرقها الى الذرّات التي تركبت منها ثم تعيد تركيبها . والواقع ان تفريق الجزيئات الى ذراتها ثم اعادة جمعها في طوائف جديدة ، هو ما يمنح الطبيعة تلك القدرة العجيبة على تغيير الاشكال . فالذرات تشبه حروف الهجاء والجزيئات تشبهُ الكلمات التي تؤلف منها . فأنواع الجزيئات لا تحصى مع ان انواع الذرات لا تعدو اثنين وتسعين نوعاً . كذلك كلمات اللغة لا تحصر مع انها تتألف من حروف لا تزيد على ثلاثين على الاكثر ويغلب في بناء الكلمات من الحروف اننا نستعمل بضعة حروف اكثر من غيرها . كذلك الطبيعة

تستعمل ذرات بعض العناصر اكثر مما تستعمل ذرات غيرها. ان نصف الذرات الداخلة في تركيب الارض وما عليها ذرّات عنصر الاكسجين، والربع ذرّات عنصر السلكون. فالبحار تكاد لا تحتوي الاّ على ذرات الاكسجين والايدروجين لان اتحادهما يولّد الماء. اما الصخور فهي في الغالب مركّبة من ذرات الاكسجين والسلكون لان معظمها سليكات او اكاسيد

هذا في الجوامد. اما الاجسام الحية فمركّبة في الغالب، من ذرّات الاكسجين والايدروجين والكربون والنتروجين، يضاف اليها مقادير يسيرة جدًّا من ذرات بعض العناصر الاخرى. ومن عجائب التركيب في الاجسام الحيّة، كثرة استعمال الكربون، لانهُ قلّما يدخل في تركيب الاجسام الجامدة. فالارض والهواء والماء لا تحتوي الاّ على قدر ضئيل من الكربون. اما اجسام الاحياء من نبات وحيوان فحافلة بهِ. وكذلك ترى ان جزيئات الاجسام الحية مؤلفة من ذرات هذه العناصر الاربعة، يضاف اليها في احوال خاصة، مقادير يسيرة من الحديد والكلسيوم والفصفور واليود وغيرها، لتأدية اغراض معيّنة. وافعال الحياة من ناحية كيميائها حلٌّ متواصل للجزيئات او طوائف من الجزيئات، ثم اعادة بنائها في اشكال جديدة

من اهم الجزيئات في جسم الحيوان، جُزَيء البروتين. وهو جزيءٌ معقّد التركيب مختلف الاشكال. فالعضل والعصب والشعر والصوف والقرن، جميع هذه نُسُجٌ حيوانية مركّبة من انواع متباينة من جزيئات البروتين. اما ان تكون جزيئات البروتين كثيرة الاشكال فليس بالامر الغريب لانها تدخل في تركيب نسج مختلفة كالعضب والقرن؛ بل ان الفرق بين شعر سبط وشعر جعد يسند الى فرق طفيف في جزيئات البروتين التي يتركب منها كلٌّ صنف. حالة ان علماء الكيمياء ينبئوننا بأنّ جزيئات البروتين متشابهة في بعض خواصها الاساسية، رغم ما تجدهُ بينها من التباين حتى ليصحّ ان تجعل كلها في طائفة واحدة من الجزيئات، يطلق عليها اسم واحد، هو «جزيء البروتين»

***

طلَّ الكيماوي عاجزاً عن معرفة ترتيب الذرّات في جزيء البروتين حتى جاء الطبيعي الى نجدتهِ. عرف الكيماوي ان الكربون والنتروجين من العناصر الاساسية في هذا الجزيء. وانهُ يحتوي على الاكسجين والنتروجين كذلك، وبعض العناصر الاخرى احياناً. واثبت انهُ جزيءٌ معقد التركيب يحتوي على عشرات من الذرّات. غير ان الكشف عن ترتيب هذه الذرّات في بناء الجزيء كان متعذّراً عليهِ او كان صعباً على الاقل. ويجب ان نذكر ان الكيماوي كان يحاول معرفة تركيب الجزيء، بحلّهِ الى اجزائهِ او باضافة اجزاء جديدة اليهِ وهو لا يستطيع ان يرى الجزيء لصغره، فيضع الجزيئات جنباً الى جنب، او يحلّلها في الماء او اي سائل آخر ثم يراقب تجمعها، فيحكم بذلك على التحوّل في خواصّها. وكذلك توصل الى وصفها، بل بلغ في وصف بعضها مبلغاً من الدقة حتى كأنهُ يراها. وقد كان من الطبيعي ان ينال جزيء البروتين حاتماً عظيماً من عناية الباحثين لما لهُ من الشأن الكبير في بناء

الاجسام الحية، والافعال الفسيولوجية، كهضم الطعام وتمثيله ، وغو الاجسام وفعلها في الصحة والمرض

على ان العلم لا يقرُّ بالعجز ، بالغة ما بلغت العقبات التي تقوم في وجهه ، وقد استنبطت في العهد الاخير ، وسيلة جديدة فعالة للبحث في بناء جزيء البروتين وما اليه . قلنا ان الكيماوي لا يستطيع رؤية الجزيء . وسبب ذلك ان الميكروسكوب لا يستطيع ان يجلو الجزيء للعين البشرية ، لان امواج النور التي نرى بها الاجسام ، بالمكاسها عنها ، اكبر من الجزيء ، فهي لذلك لا تبينها . ولكن الاشعة السينية اقصر امواجاً من اشعة الضوء التي نبصر بها . فقد نستطيع ان نرى بها ما لا نراه باموا ج الضوء اذا كانت عيوننا تستطيع ان تتأثر بها . ولكننا لا نستطيع ان نرى الجزيء حتى ولو وجّهنا اليه الاشعة السينية ، لان عيوننا لا تتأثر بها . بيد ان الاشعة السينية تؤثر في الالواح الفوتوغرافية

وليس بالامر اليسير وصف الطريقة التي تجلو بها الاشعة السينية ، شكل الجزيء ، في مثل هذا المقال الموجز . وانما نكتفي بالاشارة اليها . فنحن نريد مثلاً ان نتناول درس جزيء البروتين ، وهو عنصر اساسي في بناء الحرير الطبيعي — وعلى ذكر الحرير الطبيعي يجب ان ننبه القارىء الى ان الحرير الصناعي ، ليست مادة بروتينية ، بل هو مصنوع من السلولوس (المادة الخشبية) ويجب ان يوضع في صف المواد القطنية — فنأخذ قدراً معيناً من الحرير ، ونوجه اليه شعاعة من الاشعة السينية ونضع وراء الحرير ، لوحاً فوتوغرافيًّا يتلقى الاشعة السينية بعد اختراقها للحرير . فاذا حضنا اللوح الفوتوغرافي وثبّتناه ، وجدنا عليه رسوماً من شكل معين ، كل رسم منها مؤلفٌ من نقط . فعلينا حينئذٍ ان نقرأ هذه الرسوم ، كما يقرأ العالم بالآثار المصرية ، حجراً نقشت عليه كتابة هيروغليفية . وليس هذا بالامر السهل ، وانما المرانة تأتي بالعجائب

لسنا هنا في مجال التفصيل وانما يجب ان نشير الى ناحيتين خطيرتين من نواحي العمل . (اولاً) ذلك اننا ما كنا لنجد رسوماً معينة على اللوحة الفوتغرافية ، لولا ميل الطبيعة الى تنظيم الجزيئات في اشكال هندسية نظيفة . حتى الاشعة السينية نفسها لا تستطيع ان «ترينا» جزيئاً واحداً . ولكنها تستطيع ان تجلو مجموعة نظيمة من الجزيئات . ومن حسنات الطبيعة انها تميل الى النظام التام . وقد يكون من آثار ميلها هذا نشوء تلك الكتل النظيمة التي تعرف بالبلورات وأشهرها بلورات الحجارة الكريمة . غير انها في ميلها هذا لا تبلغ دائماً مرتبة البلورات الكبيرة التي يمكن رؤيتها بالوسائل البصرية المختلفة . وهي كذلك في الحرير . فبلورات الحرير اصغر من ان ترى بالعين ولو اسعفت بالميكروسكوب ، ولكن الاشعة السينيه تبصرها وترسمها على اللوح الفوتوغرافي

(ثانياً) ان الرسم الذي طبع على اللوح الفوتغرافي مؤلف من نقط او بقع ، فقوة كل نقطة حيال النقط الاخرى ، بصرف النظر عن موقعها ، يمكن العالم من فهم طريقة ترتيب الذرات داخل الجزيئات والوصول الى هذه المعرفة أعسر من الوصول الى فهم ترتيب الجزيئات في بناء البلورة

أمامي على المائدة مثال مجسّم لما عرفناه عن بناء جزيء البروتين في الحرير الطبيعي . وصفتهُ الاساسية تركيب متعرّج من ذرّات الكربون والنتروجين قد يمتدُّ مسافة طويلة كما تُرى في الرسم التالي:

ن ك ك ن ك ك ك
ك ك ن ك ك ن

وكذلك تُرى ان هذه السلسلة مؤلفة من ذرات نتروجين (ن) وكربون (ك) بنسبة ذرتين من الكربون الى ذرة من النتروجين . والذرّات في المثال الذي أمامي ممثلة بكريّات صغيرة ملوّنة باللون الأسود لذرات الكربون وباللون الاخضر لذرّات النتروجين . والقصد من التلوين سهولة التمثيل لان الذرات في الواقع أصغر من ان تكون ملوّنة (اللون ينتج عن تكسر امواج الضوء على الجسم وامتصاصهِ لبعضها دون غيرها وتأثير ذلك في العين والذرّات لصغرها لا تكسر أمواج الضوء لانها أصغر منها كثيراً) ولكن ليس هذا كل ما في الجزيء . فكل ذرّة نتروجين تتصل بها ذرّة ايدروجين (يد) . وفي كل زوج من ذرّات الكربون تتصل احدى ذرتي الكربون بذرة ايدروجين والاخرى بذرة اكسجين (اك). فتصبح الصورة كما تُرى

يد اك يد
| | |
ن ك ك
ك ك ن
| | |
اك يد يد

هذا هو البناء التام لجزيء البروتين . ولكن كيف يختلف جزيء بروتين الحرير ، عن جزيئات البروتين في الاجسام الاخرى ؟ قلنا انَّ احدى ذرتي الكربون تتصل بذرّة ايدروجين والاخرى بذرّة اكسجين . بيد ان ذرة الكربون المتصلة بذرّة الايدروجين ، لها صلة اخرى ، في جزيء الحرير ، وبهذه « الصلة الاخرى » يختلف جزيء بروتين الحرير ، عن جزيء البروتينات الاخرى . هذه الصلة الاخرى في بروتين الحرير هي كتلة من الذرّات او جزيء صورتهُ الكيماوية (— C H 3 — ك يد ٣) فاذا اختلفت اختلف نوع جزيء البروتين

هذا اذن هو بناء الحرير الاساسي . صنوف من الذرّات وجماعات منها ، تربط بينها قوى ذرّية اضعف من القوى التي تربط بين الذرّات في جزيء صغير واحد . فاذا انقطع خيط حريري لم ينهشم جزيء بروتين الحرير بل انفصل جزيء عن آخر ، لان الجزيئات سلسلة متصلة ، وكل جزيء بمثابة حلقة . بيد ان الصوف والشعر يمكن مدّهما ، حتى ليتضاعف طول الشعرة احياناً . وهما مبنيان كذلك من جزيئات البروتين . فما الفرق بين الحرير والصوف . الفرق قائم في تلك « الصلة الاخرى » . فقد قلنا ان أحد ذرتي الكربون متصلة بذرة ايدروجين ، في الحرير ، لها « صلة اخرى » مؤلفة من كربون وايدروجين (C H 3) هذه « الصلة الاخرى » في الصوف هي غير ما هي في الحرير ، واكثر تنويعاً وتعقيداً ، وهي في الغالب ، تجذب احداها الاخرى ، جذباً قويًّا ، فتقترب احداها من الاخرى ، ومن هنا جعّد الشعر والصوف وامكان مدّهما قبل انقطاعهما . والرطوبة ، تفعل في هذه « الصلات الاخرى » فتسهل مدّ الثوب الصوفي اذا بُلَّ . واذا بلَّ النسيج الصوفي او الخيط ، ثم عولج بالحرارة ، امكن الاحتفاظ بالخيط الصوفي مبطّاً ، اي يمنع حينئذٍ الجذب بين حلقات السلسلة . فاذا أُخذت خصلة من الشعر وبُلّت وكويت من ناحية واحدة دون الاخرى ، حصلت على تجعّد دائم