

مرور جديدة بعد الذرة

هذا بحث في مبادئ جديدة في التفكير العلمي وفي وسائل للبحث العلمي انكشفت بعد بحوث الذرة .

يتلقى الكيميائي الناشئ درسه الأول من قانون بقاء الكتلة Law of Conservation of Mass وترسم في ذهنه حدود يفكر ويعمل مطمئناً في نطاقها ، فكل تفاعل كيميائي يبحث فيه وكل عمل صناعي يديره لا يتخطى تلك الحدود ، فهو يجري على قاعدة أن « المادة لا تفنى » سواء أكان الأمر إحراق قطعة من الفحم الحجري وتحويلها الى ثاني أكسيد الكربون أم كان الأمر مسألة من المسائل الستوكيومترية المعقدة .

وقد أسفرت بحوث الذرة عن ثبوت فناء المادة بتحويلها الى طاقة ، تبعاً لمعادلة وضعت قبل خمسين سنة ، وأثبتت بالقياس العملي قبل بضع سنوات .

كانت عدة الكيميائي مجموعة من العناصر الكيميائية تنتظم فيما يعرف بالجدول الدوري Periodic Table لا وجود لغيرها في هذه الكرة الأرضية ، أو في غيرها في الكون . أما اليوم فإن عناصر جديدة تستحدث ويزداد عددها يوماً بعد يوم ، فكانت عنصر التكنيشيوم (١٩٣٧) ، ثم عنصر الأستاتين (١٩٤٠) ، ثم عنصر الفرنسيوم وعنصر النبتونيوم (١٩٣٩) ، ثم عنصر البلوتونيوم ، ثم عنصر الأميريكيوم (١٩٤٤) ، ثم عنصر السكيوربيوم (١٩٤٤) ، ثم عنصر البركليوم (١٩٤٩) ، ثم عنصر الكاليفورنيوم (١٩٥٠) .

كانت الوحدة الدنيا للمادة الذرة ، فكان الكيميائي إذا وصل الى الذرة في بحثه وفي حسابه وفي التحليل وفي الصناعة انتهى الى حجر الأساس في صرح المركب الكيميائي الذي يبحث فيه . فاذا عرف خصائص الذرة الطبيعية والكيميائية ، وعرف وزن الذرة لم يلتفت إلى

(١) معايرة القوت في دارالمجمع في ٢٠/٥/١٩٥٦ .

ما سواها في السير في عمله .

وقد أصبحت الذرة اليوم للكيميائي كما أصبحت للفيزيائي من قبله منظمة كبيرة ، تتكون من دقائق أولية ، بلغ عدد أسنانها في مرحلة من مراحل البحث خمس عشرة دقيقة ، منها البروتون والالكترون والنيوترون والليزون . وهي منظمة كهربائية تدور فيها الالكترونات حول نواة في الوسط . وبين النواة والالكترونات مسافات شاسعة بالنسبة الى حجم النواة وحجم الالكترون ، فهي إذن منظمة فارغة فراغاً كبيراً . وإذا أخضعت المادة لضغط عظيم يكفي في التغلب على مقاومة الالكترون فاندمنت المسافة بين الالكترون والنواة ، وبين الذرة والذرة وتحولت الكتلة الى مادة نووية فقط ، أضحي حجم سكان الكرة الأرضية بضممة مستقيمتات مكعبة .

إن بعض هذه الدقائق الأولية تكون نواة الذرة وهي البروتون والنيوترون ، وبعضها وحدات أساسية للكهرباء والمادة وهي الالكترون والبوزيترون ، وبعضها وسط وهي الليزونات ، وبعضها عديم الكتلة كالنوترون ، وبعضها يفترض وجوده بالدليل النظري حسب . وهكذا يقف الكيميائي وأمامه حقول اختصاص جديدة ومهام جديدة فهناك :

(١) الكيمياء النووية Nuclear Chemistry وهي تتناول التفاعلات النووية وخواص الأنواع النووية المنتجة .

(٢) الكيمياء الإشعاعية Radiation Chemistry وهي تتناول النتائج الكيميائية لفعل الإشعاع النووي في المواد من معادن ولدائن ومخففات ومبردات وغيرها .

(٣) كيمياء المتتقيات Tracer Chemistry وهي تتناول حقول الدراسات الكيميائية باستخدام المتتقيات ودراسة المتتقيات النقية في حالة التركيز الخفيض .

وهناك كيمياء العناصر الثقيلة وهي خامات في البحوث والصناعات الذرية ، كاليورانيوم والبولونيوم والثوريوم والبروتا كستينيوم وغيرها . وعلى الكيميائي اليوم أن يكتب المعادلة

حدود جديدة بعد الذرة

النوية التي يتحول بموجبها عنصر الى عنصر آخر ، كما كان يكتب بالأمس المعادلة الكيميائية . غير أن عدته في المعادلة النووية دقائق أولية كالتي أسلفنا نخسرها أو يربحها العنصر فيتحول أو يتكون إلى عنصر آخر أقل أو أكثر منه وزناً ذرياً أو أكثر أو أقل منه عدداً ذرياً . وقد كانت وحدة السكيميائي بالأمس مركبات كيميائية يتفاعل بعضها بعضاً وينتج مركبات جديدة . هذه آفاق انكشفت بعد بحوث الذرة ، وألفت على عاتق السكيميائي مهام جديدة ، وفتحت أمامه مجالات جديدة في العمل . على أن بحوث الذرة التي أوضحنا آنفاً ما جاءت به من جديد بالنسبة للسكيميائي قد جاءت بحدود جديدة في التفكير العلمي بالنسبة للشنتلين بالعلوم عامة وللمتتبعين فيها على وجه أعم ، وهي حدود تخطى عندها التفكير العلمي المنطوق وقبل بالفرضيات والنظريات العلمية التي لا تستند الى المنطق .

إن الباحث في حقل الظاهرة الطبيعية الأساسية يعمل في ميدان يختلف عن مبادئ البحث العلمي المألوفة ، فهو عالم وجب فيه قبول التناقض . ويحتار فيه الباحث حدود الفكر القائم على التجربة البشرية وعلى المفاهيم (Concepts) التي ترسمها تلك التجربة وتستمد منها مقاييس التعليل . كل ذلك لأن الطبيعة أعمق غوراً ، ولأن ما يبدو نقائض لا مناص من قبوله .

ولذا أخذ مثلاً بسيطاً من موضوع الضوء . لقد كانت النظرية السائدة في طبيعة الضوء طوال مئة عام أن الضوء ينتقل في موج غير متقطع . ولما جاءت نظرية السكم في أوائل هذا القرن ، ظهرت أدلة علمية اضافة الى ذلك على أن الضوء ينتقل في دقائق متقطعة عرفت بالسكموم والفوتونات ، وأنصح أن لا بد من قبول هذا التناقض لتعليل طبيعة الضوء . ثم ظهرت دلائل علمية تشير الى أن دقائق المادة نفسها — المادة التي يتكون منها كل شيء — أن تلك الدقائق كدقيقة الإلكترون مثلاً لها خصائص موجية ، بالرغم من أنها دقائق متقطعة ، فظهر التناقض مرة أخرى .

لقد تقدم العالم الدانماركي نيلز بور بمبدأ في قبول التناقض هو مبدأ التثمين Principle of Complimentarity وهذا المبدأ قائم على إقرار أن الفكرة المستمدة من التجربة لا تكفي

شيث نعمان

التفليل الظاهرة الطبيعية الأساسية ، والصور التي يستخدمها الإنسان أداة في التفكير ، تتكون لديه ، وترتسم من بحالات تجاربيه ، وهي لا اعتد الى أكثر من ذلك ، وفي عالم الظاهرة الطبيعية الأساسية ما هو بعيد عن تلك المجالات ، أو خارج عن نطاقها ، لذا كانت الصور المستمدة من التجارب قاصرة كأداة في بيان تلك الظواهر ، وما يبدو متناقضاً ، يبدو كذلك بالنسبة للتفكيرنا ومنطقنا ، إلا أنه في حقل الظاهرة الطبيعية الأساسية يكون تجميعاً لا تنقضاً ، ويمكن التمثيل الواسع متشعباً للآخر لا متناقضاً له .

وينتقل التفكير العلمي في هذا الميدان بقبول التناقض وترك النطق جانباً إلى الرياضيات المعقدة بتخذها أداة للتفليل والتبيان بالرغم من أن تلك الرياضيات لا تتم على أي مفهوم أو بيان مادي فيزيكي متوافق *Consistent Physical Account* . وكان للنظرية النسبية شأن كبير في ذلك . وهكذا ينتهي التفكير العلمي الى حدود يجتازها الى ميادين لم تكن مألوفة من قبل .

ومن الحدود الجديدة التي أوصلتنا اليها بحوث الذرة والفيزياء التي نشأت عليها ما يتناول الوراثة . فالفيزياء الذرية تتقدم بسرعة ، ويتسع استخدام التفاعل النووي والتفاعل النووي الحراري في شؤون كثيرة . والتفاعلات النووية والذوية الحرارية محدوبان بالإشعاع . وبين أهم مشكلات الإشعاع فمفهوم الوراثة .

إن الإشعاع المؤين كدقائق ألفا ودقائق بيتا وأشعة كاما وأشعة إيكس والنيوترونات ، تترك جميعها آثاراً متشابهة في الحجيرات الحية ، وتفاعلات الحجيرة والمركبات التي تتكون منها وكذلك انتظام الحجيرات في العضو ، تتوقف جميعها على توازن كهربائي دقيق ناشئ من الشحنات الكهربائية التي تربط الذرات في الجزيئي . والإشعاع اذا أصاب الجسم ، أدخل بذلك التوازن الكهربائي ، وحول الجزيئات الى كسور حاملة شحنات كهربائية تبوء بالأيونات . ويعرف الإشعاع اذا ترك أثراً كهذا بالإشعاع المؤين . واذا عادت الكسور فالتحدت

حدود جديدة بعد الذرة

بعد زوال الإشعاع ، فإن اتحادها يكون على غير نظام ، فتصاب الحجرة بضرر . وإذا كانت الحجيرات مما له علاقة بالوراثية ، فإن التغير الحاصل في جيناتها يؤدي إلى تغير وراثي . يعتقد الكثيرون أن البحث العلمي قاصر عن تعيين وتحديد النتائج الوراثية المحتملة للإشعاع ، ذلك لأن الانز الوراثي البعيد يتصل بمصور وأحقاب طويلة ، وأن النتيجة الوراثية في الظروف الطبيعية للتطور البيولوجي تبدو على مر تلك المصور والأحقاب . إن تطور الأحياء يجري إلى حد كبير في طفرات وراثية تهذبها وتبقى على المفيد منها عصور من تنازع البقاء وبقاء الأصلح .

والطفرات التي تقع في الأحوال الطبيعية ومن غير إشعاع ، تقدر بطفرة واحدة في المليون . والطفرة الصالحة تقدر بواحد من المئة من الطفرات . ويعمل الإشعاع ذو الطاقة العالية على زيادة الطفرات الوراثية .

على أن الإشعاع ليس بشيء جديد ، فالأحياء على سطح الكرة الأرضية تعيش تحت رذاذ دائم من الإشعاع الكوني ينزل على الأرض من الشمس والأجرام السماوية . والأحياء تتعرض بالإضافة إلى ذلك في حالات نادرة لإشعاع من مصادر طبيعية تحتوي على مواد مشعة . إن كمية الإشعاع الكوني تتفاوت تبعاً لعوامل كثيرة ، منها الارتفاع والموقع الجغرافي .

ففي سطح البحر يلحق بجسم الإنسان طوال حياته ثلاثة رونجبات من الإشعاع المؤين . وقد قدر مجموع ما يتجمعه الجسم من الإشعاع على أساس ما يتوافر من معلومات في الوقت الحاضر - قدر بثلاثة أعشار الرونجن في الأسبوع ، ويساوي ذلك أربعمئة رونجن في خمس وعشرين سنة . إن الإشعاع الطبيعي سواء كان كونياً أم كان من مصادر طبيعية يؤدي إلى حدوث بعض طفرات وراثية . على أن ارتفاعاً في المستوى الإشعاعي للمحيط يقع نتيجة التفاعلات النووية والتفاعلات النووية الحرارية يجلب معه احتمال زيادة الطفرة الوراثية ، ولا سيما إذا استمر المستوى مرتفعاً زمناً طويلاً .

إن مدى زيادة الطفرة الوراثية بارتفاع المستوى الإشعاعي للمحيط ومدى ارتفاع المستوى

الإشعاعي من جراء التفاعلات النووية والحرارية النووية الجارية في الوقت الحاضر في مختلف الميادين أو التي تجري في المستقبل في حقول استخدام الطاقة النووية في الصناعة أو البحوث النووية أو الحروب — أن مدى ارتفاع المستوى الإشعاعي هذا ومدى ارتفاع الطفرة الوراثية تلك أمران لا يمكن تعيينها مما نشر حتى الآن في هذا الموضوع .

كذلك لا يمكن تقدير الأثر الذي تتركه زيادة الطفرة الوراثية وخاصة في الحيوانات الملبسة ومنها الإنسان . فهذه تلك الطفرات بما تلحقه من تنازع البقاء وبقاء الأصلح لا يمكن مشاهدته في تجارب على الحيوانات ذوات الأعمار الطويلة .

ومن طريق ما أسفرت عنه بحوث الذرة طرائق بسيطة لتحديد عمر الأرض ولتعيين عمر المواد العضوية الميتة . وقد استخدمت الطريقة الأخيرة في تعيين عمر اللقى الاثرية إذا اشتملت اللقى على مواد نباتية أو حيوانية . أن وجود اليورانيوم المشع والثوريوم المشع يعطينا بعض الأدلة على الأزمنة التي مرت منذ تكون هذين العنصرين ، وربما العناصر كلها ، وتكون الأرض نفسها .

إذا انحلت ذرة من اليورانيوم ذي الوزن الذري (238) فإن مراحل الانحلال تنتج ثماني دقائق من دقائق ألفا في حوالي مليون سنة . ودقائق ألفا لا تتعد كثيراً عن المنشأ إذا كانت المادة التي تكونت فيها كثيفة بل تبقى محتبسة فيها . وكل دقيقة من دقائق ألفا تكتسب إلكترونين من محيطها بأ كسدة أية مادة فيه ، فتتحول إلى غاز الهيليوم . وإذا كان الصخر الذي يتم فيه هذا التحول مانعاً لتسرب الهيليوم ، وكانت كمية الهيليوم المتكونة صغيرة لقلة اليورانيوم في الصخر بقي الهيليوم بكامله في الصخر خلال الأعصر الجيولوجية ، فأمكن تعيين نسبة ما تحول من اليورانيوم منذ تكون الصخر ، وتعيين عمر الأرض من نسبة اليورانيوم إلى الهيليوم في الصخر . ولدينا طرق حساسة جداً لتعيين الهيليوم واليورانيوم في

الصخور وفي الشهب ، يمكن بواسطتها تعيين النسب حتى اذا كانت أقل من واحد في المليون . وقد وجد بالطريقة هذه أن عمر الأرض يزيد قليلاً على ألفي مليون سنة .

ويتعين عمر الأرض بطريقة أخرى من نسبة اليورانيوم الى الراديوم جي ، وهو الرصاص (٢٠٦) . وأنه الناتج الأخير لانحلال اليورانيوم وهو متما كن (آيزوتوب) ثابت . كذلك يتعين عمر الأرض من نسبة الثوريوم الى الثوريوم دي وهو الرصاص (٢٠٨) . وأنه الناتج الأخير لانحلال الثوريوم وهو متما كن (آيزوتوب) ثابت . ومن المفروض أن طريقة الرصاص هذه تفضل على طريقة الهيليوم التي سبق ذكرها . فغاز الهيليوم يتسرب من الصخور ولا يتسرب الرصاص . على أن الرصاص يتعرض للذوبان . ويمكن معرفة ما اذا كان الصخر يحتوي على الرصاص المعتمد غير الرصاصين التما كنين اللذين سبق ذكرهما عن طريق التحليل السبيكتروغرافي السكتوي . ومع ذلك فإن تعيين عمر الأرض بهذه الطريقة يعطي نتائج متفاوتة يصل بعضها الى حوالي ثلاثة آلاف مليون سنة .

وفي طريقة ثالثة لتعيين عمر الأرض تحسب نسبة رصاص اليورانيوم ، وهو الرصاص (٢٠٦) الى رصاص الاكتينيوم وهو الرصاص (٢٠٧) . وهذه الطريقة أبعد عن الخطأ من الطريقةتين الأولىين ، وهي أحسن الطرق لتعيين عمر الأرض . وقد تبين من استخدامهما في حالتين إحداهما تناولت معدن المونازيت ، والأخرى معدن اليورانينيت ، وعمر كل منهما ألفا مليون سنة . إن تحديد عمر الأرض بألفي مليون سنة بالطرق الكيميائية المبينة آنفاً ، يطابق عمر السكون محسوباً بطريقة القياس الطيفي للضوء المنبعث من الأجرام السماوية Red-shift Phenomenon .

لقد استخدم الإشعاع الطيفي المنبعث من السكريون في الأجسام النباتية والحيوانية في تعيين عمر اللقى الأنثوية إذا اشتملت على مواد نباتية أو حيوانية . ففي الأجسام الحية كاربون مشع هو كاربون ١٤ تمتصه الأجسام من الهواء . ويحتوي الهواء على نسبة طفيفة ولكنها ثابتة من هذا

الكاربون ، وبالرغم من أن هذا الكاربون المشع يتحلل بنصف حياة قدرها خمسة آلاف وست مئة سنة ، فإن نسبته في الهواء تبقى ثابتة ، مما يدل على أنه يتولد باستمرار . والرجح أنه يتولد من تأثير الأشعة الكونية في آزوت الهواء ، إذ يتحول الآزوت ١٤ الى كاربون ١٤ . وإذا فقد الجسم النباتي أو الحيواني الحياة توقف امتصاصه للكاربون المشع ، وأحبل ما به منه من غير أن تتجدد كميته . وهكذا يمكن تحويل الفرق بين الكاربون المشع في الكلى الآتارية وبين الكاربون المشع في الأجسام الحية المشابهة الى سنين استناداً الى نصف حياة الكاربون المشع ، وبذلك يقيمن عمر الكلى الآتارية .

نمود الى بحث الوسائل والقوى الجديدة التي أسفرت عنها بحوث الذرة وتطبيقاتها . كانت الحرارة تقاس بآلاف الدرجات في الشؤون العلمية والفنية ، في البحث ، في التحليل ، في الصناعة ، وفي مجالات التطبيق الأخرى . وكان أقصى ما تبلغه بضعة آلاف درجة . وقد بلغت الآن بضعة ملايين درجة ، وأصبحت في نطاق حرارة الشمس والنجوم أو أعلى منها . ودرجة الحرارة هي سبب التفاعل في التفاعلات النووية الحرارية لما تولده من عنف الاصطدام بين النوى مما يؤدي الى انضمامها . وتزداد الحرارة بأزدياد كفاية الانفجار الذري وبالأ انفجار تحت البحر . وقد أستخدمت حرارة انفجار اليورانيوم والبلوتونيوم في قنبلة لها لضم الأيدروجين في القنبلة الأيدروجينية والوصول الى مستويات أعلى من الحرارة . وغداً تستخدم هذه المستويات الجديدة من الحرارة لضم الأيدروجين والليثيوم والوصول الى مستويات أعلى بكثير ، فتظهر احتمالات جديدة .

والسرعة بلغت اليوم سرعة الضوء ، فالذرات الأولية تندفع في أجهزة خاصة بسرعة الضوء ، ثم تتخاذل الزيادة في السرعة إذا زادت القوة الدافعة ، وتبدأ كتلة الذرة بالازدياد بدلا من سرعتها ، ويكون أثر القوة الجديدة زيادة أكبر فأكبر في الكتلة ، وزيادة أسفر فأسفر في السرعة .

نرى إذن أن بحوث الدقائق الأساسية للكون Fundamental Particles تسفر عن نتائج بعيدة المدى . ويجتاز التفكير العلمي حدود النطق والتجربة البشرية الى ميسدان الرياضيات المعقدة . والعناصر التي تكون منها الكون يكون منها عناصر جديدة . والحرارة التي كانت بالألمس لا تتعدى بضعة آلاف من الدرجات تصل اليوم بضعة ملايين ، والسرعة تبلغ اليوم سرعة الضوء ، تدفع بها الدقائق الأولية .

هذه البحوث وكذلك الحقائق والنظريات الجديدة في ميادين العلم الأخرى ، قد وضعت بيد الإنسان مقاليد ما كانت بيده من قبل ، وهو اليوم يحسك بزمام قوى وبوسائل لا تقاس بما سبقها ، لا شك أن هذا قيل عند كل مرحلة حاسمة من مراحل التقدم العلمي عندما كشف العلم قوى ما كانت مسخرة من قبل . على أن الأمر عند هذه المرحلة يتعدى حدود المقارنة المعتادة . هذه الأرقام الجديدة ، هذه الوسائل والأجهزة الجديدة ، هذه الحدود الجديدة ، وهذا التفكير العلمي الجديد — ما يفعل بها الإنسان ؟

سيتُ نعلم