الانفصال والاتصال في المادة والطاقة

ما هو الكوانتم [1]

حديث بين عالم وعامي

هل تذكر — قال الزائر — اذ اتيتك [2] من نحو سنتين مستفتياً بك على فهم ما هي الذرّة (الجوهر الفرد) ؟

العالم : اذكر ذلك . واذكر ايضاً اني لم استطع ان افعل ما طلبتهُ مني

الزائر : لعلك نجحت اكثر مما تظنّ . عندي مسألة اخرى اريد ان اوجهها اليك

العالم : جيدا الحال لو كانت اسهل من مسألتك السابقة

الزائر : انها لا تدور على اثنتين . وكل ما اريد ان اعلمهُ هو ما محور نظرية الكوانتم . وما هو الكوانتم على اي حال

العالم : يظهر انك لا تزال مفالياً في مطالبك . فما تعلم عن هذه النظرية ؟

الزائر : ما اعلمهُ نزر ضئيل وكل ما استطعت جمعهُ من اقوال الصحف ان للكوانتم علاقة بالطاقة وانهُ شيء خطير كلّ الخطورة

العالم : ما زلت لا تعلم شيئاً خطأ فتبدأ بالنظرية من مصادرها الاولى . ان هذه النظرية افضل مثل على ان التاريخ يميل الى اعادة نفسهِ حتى في التفكير العلمي

الزائر : وكيف ذلك . اليس العلم مطبوعاً بطابع التقدم والنشوء

العالم : لا ريب في ذلك . ولكن بعض اجزائه يسبق الاجزاء الاخرى في الارتقاء . لانهُ يأخذ بالارتقاء قبلها . فنظرنا الى الطاقة تحول في العهد الحديث على نمط التحول الذي اصاب نظرنا الى المادة من مائة سنة

الزائر : وكيف ذلك ؟

العالم : لقد اقام الانسان يدرس بناء المادة الوف السنين . فكان يظن اولاً انها متصلة البناء وهي لا ريب متصلة البناء اذا اخذنا بظاهرها . ولكن الرأي الاخير الذي وصل اليهِ البحث العلمي يذهب الى انها منفصلة البناء وانها مركبة من ذرّات دقيقة جداً

---

(١) نظرية الكوانتم Quantum نظرية طبيعية جديدة في طبيعة الطاقة نوراً كانت او حرارة او غيرها وطريقة انتقالها (٢) راجع مقتطف اكتوبر ١٩٢٨

بينها مسافات واسعة من الفراغ. وقد تمّ هذا النظر الانفصالي نموًّا تدريجيًّا. الاّ اننا نستطيع ان نقول بأن النظرية الذرّية في بناء المادة قبلت عند جمهور العلماء على اثر مباحث دالتن الكيماوي الانكليزي في مفتتح القرن التاسع عشر

الزائر : صدقتَ فنقد سمعتهُ يدعى بانى النظرية الذرية

العالم : ومع ذلك بقي علماء كبار من علماء القرن التاسع عشر متمسكين بنظرية الاتصال القديمة. وآخر الجاحدين لذرّات المادة العالم النمسوي ارنست ماخ (Mach)(١) الذي مات في اثناء الحرب العالمية سنة ١٩١٦

الزائر : انك تدهشني بقولك هذا . ما كنت أعلم ان ظلّ الماضي يمتد هكذا الى العهد الحديث

العالم : وهذه هي الحقيقة . فان هذا المقاوم للنظرية الذرية عاش حتى رأى النظرية التي كافحها مدى حياته تتغلب على المادة اولاً ثم على الطاقة كذلك

الزائر : فهل عندنا ذرات من الطاقة ؟

العالم : او شيء قريب من ذلك جدًّا . لاننا ندعوها كوَنْتات (المفرد كونتم والكونتا بالالف جمع لاتيني . وقد رأينا ان نترجمها في الكلام العلمي المبسّط بمقدار للمفرد ومقادير للجمع وهو معنى اللفظ الافرنجي) . ونظرية الطاقة شيء جديد في الطبيعيات يعود الى منتصف القرن التاسع عشر . فلما نظر اليها (الى الطاقة) العلماء اولاً حسبوها شيئاً متصلاً كما حسبوا المادة اولاً

الزائر : هذا ما تعلمتهُ فتيارات النار والحرارة من الشمس اشياء متصلة

العالم : وكيف تعلم أن تيار النور من الشمس شيء متصل

الزائر : لاننا لا نرى فواصل مظلمة فيه . . . . ولكن . . . لا بدّ ان تقول بأن هذا قيل اولاً في المادة كذلك

العالم : اصبت لان المسألة الواحدة تشبه الاخرى . ان لدى العلماء الآن ، اسباباً تثبت لهم وجود الذرّات (الجواهر الفردة) مع أن واحداً من العلماء لم يرَ ذرّة . ولاسبابٍ تمائلها ثبوتاً وقوة اقتنع العلماء بأن الطاقة مؤلفة من وحدات دقيقة منفصلة احداها عن الاخرى . فالتاريخ يعيد نفسهُ في التفكير العلمي

الزائر : اذاً هذا هو المحور الذي تدور عليه نظرية الكونتم . ولكن كيف وقع هذا الانقلاب في نظرنا الى الطاقة

---

(١) ارنست ماخ عالم طبيعي وسيكولوجي نمساوي . ولد سنة ١٨٣٨ وكان استاذاً للطبيعيات في غراز (١٨٦٤ — ١٨٦٧) ثم في جامعة براغ سنة (١٨٦٧ — ١٨٩٥) ثم في جامعة فينا (١٨٩٥ — ١٩٠١)

العالِم : كما حلّت النظرية الذرية محل نظرية الاتصال في المادة . فان النظرية الجديدة لدى امتحانها ظهر انها تتسق مع الحقائق التي اثبتتها التجارب اكثر من النظرية القديمة

الزائر : هذا شيء يخلب اللب . فقل لي كيف حدث هذا الانقلاب

العالِم : بدأ الانقلاب من نحو ثلاثين سنة بعيد الكشف عن اشعة اكس . فقد ثبت عندئذ ان الهواء او اي غاز آخر اذا اخترقتهُ اشعة اكس اصبح موصلاً جيداً للكهربائية حتى اذا اتيتَ بالكترسكوب مشحون كهربائية ووضعتهُ قرب انبوب اشعة اكس اخذت ورقتاه الذهبيتان بالاقتراب احداهما من الاخرى[1] ذلك لان الشحنة الكهربائية التي فيه اخترقت الهواء وهو (اي الهواء) على ما نعلم من افضل العازلات الكهربائية في حالته الطبيعية. ولدى البحث وجد ان صفة الايصال الكهربائي في الهواء سببها ان اشعة اكس مزقت ذراته كل ذرة الى جزئين احدهما موجب الكهربائية والآخر سالبها . مع ان الذرة قبل هذا التجزؤ لم تكن لا موجبة ولا سالبة . وهذا الفعل يعرف «بالتأيُّن» ionization اي التحول الى ايونات . والغريب في الامر ان ذرات قليلة جداً من ذرات الهواء تتأين على هذا النمط . وقد وجهت اشعة اكس توجيهاً منتظماً الى قدر معين الهواء مراراً فلم يتأين من ذراته الا ذرة في مليون مليون

الزائر : كأن ثقوب الشبكة كانت كثيرة وكبيرة في آنٍ واحد

العالِم . هذا ما يقع حقيقة اذا حولنا مثلك الى كلام علمي . فان السر جوزف طمسن اضطرَّ ان يستنتج بان مقدمة الموجة من اشعة اكس لم تكن متصلة بل مولفة من ذرات. كأن الطاقة فيها كانت مركزة في نقط معينة وما بينها مسافات القوة فيها لطيفة جداً . وتعليلهُ حينئذٍ كان ان هذه النقط التي تتركز فيها الطاقة قادرة على تمزيق ذرة الهواء الى ايونين احدهما موجب والآخر سالب . ولما وجد ان ذرات قليلة جداً من ذرات الهواء او الغاز تتأين من اصطدامها بهذه النقاط استنتج ان مقدمة الموجة في شعاعة اكس مولفة من قليل من نقط الطاقة المركزة وكثير من المسافات بينها حيث الطاقة شديدة اللطافة

الزائر : وهذا استنتاج طبيعي . ولكن اي نقع على ذرات الطاقة. فني ما وصفتهُ لي نقاط تتركز فيها الطاقة وبينها مسافات تلطف فيها الطاقة والكل على ما ارى نسيج متصل مع انهُ يختلف بين لطف الطاقة وتركزها

العالِم : اما مذهب الكوتم فيقول بان كلَّ الطاقة كائنة في هذه النقاط المركزة وما بينها

(١) الالكترسكوب آلة دقيقة للكشف عن الكهربائية واهم اجزائها ورقتان رقيقتان من الذهب. فاذا اتصف الآلة بجسم مكهرب سرت الكهربائية الى الورقتين فتبتعد احداهما عن الاخرى لتشابه شحنتيهما واذا حدث ما ازال الشحنتين اقتربت احداهما من الاخرى ..

خلاء فراغ . والتمادي في القول الى هذا الحدّ لم يكن محتوماً من درس فعل اشعة اكس في ذرات الهواء اولا . ومن مبادىء التفكير العلمي عدم الاقدام على فرض لا حاجة اليه لتفسير الحقائق وفهمها . وقد كنا بحاجة الى ادلة جديدة لكي تخطى استنتاج السر جوزف طمسن الى نظرية الكونتم . وهذه الادلة اخرجها بلانك الالماني الذي اقترح نظرية الكونتم في شكلها الحديث سنة ١٩٠٠

الزائر : وهل كانت الادلة الجديدة مستمدة من اشعة اكس ؟

العالم : كلاّ . بل كانت مستمدة من البحث في الضوء . ففي احد ميادين البحث الضوئي ثبت ان النظرية لا تتفق مع الحقائق التي تنبّأ التجارب . فوفق بلانك بينهما بفرضه ان الطاقة ذات بناء ذرّي

الزائر : وهل كان الفرق بين الفرض الاول والحقائق التجريبية كبيراً يستدعي فرضاً جديداً

العالم : كل فرق من هذا القبيل يكون خطيراً اذا كنا متثبتين من حقيقته ، كبيراً كان او صغيراً . ولكن احكم لنفسك . ماذا يحدث لقطعة من الحديد اذا احميتها

الزائر : تحمرّ

العالم : وبعد ذلك

الزائر : تصفرّ فتبيضّ

ولكن افرض اني قلت لك ان قطعة الحديد لدى احمائها لا تحمرّ ولا تصفرّ ولا تبيضّ وان البحث النظري يقول بانها يجب ان تزرقّ من اول احمائها وتبقى زرقاء الى النهاية . فاذا تقول

الزائر : وهل كان الفرق عندكم بين النظرية والحقيقة التجريبية خطيراً الى هذا المدى ؟ وهل تمكنكم نظرية بلانك من تلافي هذا الفرق ؟

العالم : تمّ تلافر . فبموجب نظرية الكونتم نقول ان الطاقة مؤلفة من ذرات طاقة نسمّيها كونتات (مقادير) فجسم من الاجسام لا يستطيع ان يمتصّ قدراً من الطاقة اقل من كونتم واحد . ولا يستطيع كذلك ان يشعّ قدراً من الطاقة اقلّ من كونتم واحد . وكل امتصاص او اطلاق للطاقة يتم بكونتم كامل او عدد من الكونتات

الزائر : فحدّق الزائر ببصره دهشاً

العالم : فهي شديدة الشبه بنظام النقد عندنا . ان اقل مبلغ نستطيع ان نسدّده لاحد هو السنت (قدره مليمان) وكل الاموال التي تقبض او تسدّد انما هي مضاعفات هذه الوحدة النقدية . وافرض الآن ان دخلك قليل جداً لا يتجاوز سنتاً في الساعة وان مدينيك يشددون الخناق عليك . فكل ما تستطيعه هو ان تدفع سنتاً لواحد منهم من حين

الى آخر . وهذا يقابل ما ذكرناهُ عن الحديد الى حدٍّ ما . فدخول الحرارة على الحديد (لدى احتمائه) ليس سريعاً فالحديد حينئذٍ لا يستطيع ان يشعَّ الاَّ كوتات بطيئة كما تدفع انت نقوداً من فئات صغيرة . فاذا كان دخلك اسرع من ستة في الساعة فقد تستطيع ان تدفع مع الستات بضعة غروش تعريفة وغروش صاغ . هكذا كلما زادت حرارة الحديد اصبح قادراً ان يطلق كوتات سريعة مع الكوتات البطيئة

الزائر : هل هناك كوتم واحد اساسي؟

العالم : كلاَّ . فالمسألة اكثر تعقيداً مما تتصوَّر . فهي تشبه خليطاً من نقود بلدان مختلفة — فرنسية وانكليزية والمانية وغيرها . فالنقد الاصفر في كل منها يختلف عن الآخر ولا علاقة حسابية بسيطة بين الاثنين كأنْ يكون الواحد نصف الآخر او ضعفهُ . وهكذا عندنا كوتات من سرعات مختلفة والجسم الواحد قد يطلق عشرة من هذا الكوتم وعشرين من ذلك وخمسة عشر من آخر وهلمَّ جرًّا .

الزائر : ولماذا لا يطلق انصاف كوتات وارباعاً مثلاً

العالم : لا نعلم

ثم امتدَّ الحديث بينهما فقال العالم لزائره ان الكوتم لا يتجزأ فردَّ عليه هذا بقوله لقد كنتم تقولون من قبل ان الذرَّة لا تتجزأ وها هي قد تجزأت وأصبحت كهارب وبروتونات . فقال العالم : كلامك في محلهِ ولكن الحقائق التي اسفرت عنها تجاربنا في الطاقة لا تستدعي تجزيء الكوتم الآن

ولكن الزائر اصرَّ على معرفة ما هو الكوتم فردَّ عليه العالم قائلاً انهُ لا يعلم ولا يظن ان احداً يعلم . فبعض العلماء يقول انهُ قطار من الامواج وبعضهم يشبههُ بسهم منطلق وآخرون يقولون انهُ قد يكون جسماً ذا ثلاثة ابعاد . اننا لا نعلم عن ماهية الكوتم اكثر مما نعلم عن ماهية الذرة . وانت تعلم ان آراءنا في بناء الذرة كالصور المتعاقبة على شاشة السينما

الزائر : وما هو حجم هذا الكائن المتفلت كالزئبق . فأجاب العالم ان ذلك يتوقف على وجهة النظر . فكوتم النور يجب ان يكون صغيراً حتى يدخل العين لكي يمكننا من البصر . ولكننا اذا نظرنا اليهِ من الوجهة الفلكية قضى علينا ان نحسبهُ بحجم برميل متوسط

الزائر : وكيف نعلل هذا التناقض الغريب ؟

العالم : كثيراً ما نقع على امثال هذه المناقضات في الادوار الاولى من مذهب علمي جديد . وهو يدل على ان آراءنا لا تزال ناقصة ومجزئة . وانهُ علينا ان نسعى لفهم المسألة فهماً اوسع . فنرى حينئذٍ ان هذه المناقضات انما هي احوال خاصة للحالة العامة