سر المادة المحير

أ كهرباء لا مادة هي ؟
أم هي مادة ايثرية الاصل ؟

بقلم نقولا الحداد

على الرغم من اكتشاف العلم كثيراً من خواص المادة وأساليب تصرفاتها في تفاعلاتها المتنوعة لا تزال حقيقتها الأساسية سرًّا مجهولاً . فلاسفة اليوم كفلاسفة القدماء لا يزالون يقولون : لا نعرف عنها إلاَّ ما تؤثره أعراضها الظاهرة في حواسنا . ومثلهم العلماء ، كلما اكتشفوا عجزة جديدة للمادة وأمثلوا أن يظفروا بالجزيء الاول الذي يعدُّ وحدتها غير القابلة التجزئة ، والذي به يتحلل لفزها ، وجدوا أن اللغز يزداد غموضاً وحقيقتها انطماساً . وقد اطلعت اليوم على مقال قيِّم للعلاَّمة الكبير سوليفان في الجزء الاول من دائرة معارف العلم الحديث الصادر في هذا العام يبسط فيه سرَّ المادة المحير . فوددت أن ألخصهُ فيما يلي وأحاول تفسير ما يتراءى لي تفسيره ممكناً :

لقد ثبت بالاختبار العملي أن الذرة (Atom) مهما كان نوعها مؤلفة من ذريرات كهربائية (أي ذريرة معبأة لشحنة كهربائية) : بروتونات إيجابية وكهارب (الكترونات) سلبية . والذرات تختلف بحسب عدد ما فيها من نوعي الذريرات هذين . وفي بادىء الأمر أُعتبر هذان البروتون والكهرب (الكترون) وحدتي المادة الاساسيين . (وأخيراً ظهر انهما مؤلفان من ألوف الفوتونات كما سنذكره في ما بعد) . فلو كان هذا الاكتشاف على بساطته كافياً لتعليل جميع تصرفات الذرة والذريرات لعُدَّ لغزها منحلاً . ولكن الاختبارات العملية الأخيرة أفضت الى نظرية غريبة ، وهي أن هذه الذريرات المكهربة ليست إلاَّ الكهرباء بعينها وليس ثمت شيء يسمَّى مادة مكهربة

لقد اعتدنا أن نتصوَّر قطعة من المادة اما مكهربة (معبَّأة) او غير مكهربة ، باعتبار ان الكهرباء خاصة للمادة . ولكن الاختبارات المشار اليها تدل على أن الكهرباء والمادة شيء واحد ، لا ان الأولى صفة ، والثانية موصوفة بها . ولا يخفى انهُ يتعذر على العقل تصوّر الكهرباء بهذا المعنى شيئاً متحركاً في الزمان والمكان . فهو كقولك الحركة موجودة من غير وجود شيء متحرك

ثم ظهرت عقدة أخرى خطيرة على يد الرياضيين . فقد أظهرت حساباتهم الرياضية المؤيدة بما ان الذرة وهي مشتملة على نواة بروتونية وكهارب تدور حولها لا يمكن ان تبقى في الوجود . لانه يقتضي قوانين الكهربائي [illegible] لا بد ان يسقط الكهرب الى النواة ويفنيا في جزيء صغير جداً من الثانية . وبناء على هذه النظرية العالم المادي برمته غير موجود

والغريب ان هذا هو بعينه ما كان يزعمه الفلاسفة التصوريون Idealists منذ زمان . واكثرهم اغراباً فيه الفيلسوف المتقدم بركلي

واما في إبّان هذه الحيرة انبرى العلامة بوهر Bohr من كوبنهاغن وارتأى ان قوانين الكهرباء لا تنطبق على ما في داخل الذرة . وان لظاهرات الذرة قوانين خاصة مختلفة عن تلك . ثم بسط قوانينه هذه فطابقت كثيراً من الاختبارات المعملية المهمة . ولذلك قبلها العلماء نظرية صادقة . وعاشت نظريته هذه وهي القائلة بأن نظام الذرة هو كالنظام الشمسي : كهارب كالسيارات تدور حول النواة المؤلفة من بروتونات . بيد ان نظام دورانها غريب مستهجن

ومن مستهجنات هذا النظام ان الكهرب يمكن أن يثب من فلكه الى فلك آخر ضمنه او حوله من غير ان يمر في الخلاء الذي بينهما . فكأنه يختفي في فلكه ليظهر في الفلك الآخر بنفس الوقت — أمرٌ يستحيل على العقل تصوره . ووجه الغرابة فيه ان نظرنا للزمان والمكان لا يطابق ما في داخل الذرة من حدثان

ومعنى ذلك ان الذرة ليست الا ذاتية غير ممكن تخيلها ، اي لا تقوم لها صورة في المخيلة لاننا لا نستطيع ان نتصور شيئاً غير شاغل لمكان وزمان . فاذاً ، هي والحالة هذه سرٌّ محير

بقيت نظرية « بوهر » هذه مقبولة مدة ، الى ان ظهرت نتائج اختبارات معملية لم يمكن تفسيرها بالرغم من تعديلها وتنقيحها . وفي سنة ١٩٢٥ انفرج الخلاف بينها وبين الاختبارات المعملية واصبحت بكل اسف غير مطابقة للوقائع . وكان من نتائج استحالة التطبيق بينها وبين الاختبار المعملي الدول بتاتاً عن القول بذاتية الذرة يمكن تصورها . وكأن الذرة اطلعت نفسها لنا كشيء وهمي لا وجود له ولا وجوداً لمفاعيلها فقط . وهذا يطابق قول بعض الفلاسفة التصوريين كما تقدم ذكره

كذا كانت العقيدة بشأن الذرة الى ان انبرى هيزنبرج وقدم نظرية جديدة . ولكنها رياضية بحتة غير ممكن تصورها . على ان المعادلات الرياضية التي لعبت فيها الزوبعة ادوارها تطابق كل المطابقة نتائج الامتحانات المعملية . فهذه المعادلات لا تقيم في الذهن صورة للذرة لا في الحيز ولا في الزمن ولا في الحركة الميكانيكية بتاتاً . على انها عدّت ناجحة لمطابقتها للنتائج المعملية . (لله در الرياضة ! فتنها العين التي تغفل الى اعماق الاسرار) بيد ان هذه النظرية الرياضية التي لا ترسم للذرة صورة عقلية ، وصعوبة فهمها ، كانا سبباً لقلة التوسع فيها

وفي إبان هذه الحيرة ظهرت نظرية اخرى صادفت من النجاح ما صادفتهُ نظرية هيزنبرج، وكانها جاءت لانقاذها من الخبوط بسبب غموضها لدى المخيلة . ففي سنة ١٩٢٥ ارتأى البرنس دي بروجلي ان المادة ليست وهماً كما ساقت اليها المباحث والامتحانات بل هي موجودة فعلاً . ولكنها ليست موجودة بشكل ذرات بل بشكل امواج . فانتشرت هذه النظرية وتوسع بها العلماء واصبحت النظرية العصرية الاخيرة . وافضت الى انقلاب عظيم في نظرنا الى المادة . واخذ العلماء يعتقدون ان تمثيل المادة مجموعة من الذرات والذريرات لم يعد كافياً لتفسير الغز . بل لم يعد ممكناً تمثيل الذرة هزة مادية متناهية في الصغر ، بل هي مجموعة من الموجات المجردة من المادة (هات من يستطيع تصور تموج بلا شيء متموج) وبالرغم من مطابقة هذا التعريف للنتائج الاختبارية . فهو يزيد سر الذرة غموضاً على غموض ويبعدها عن دائرة التصور . وبشرح طبيعة التموج يبان قدر هذا الغموض : —

فلنشرح حكاية التموج النوري كنموذج لكل تموج . كان المعتقد ان النور زمر من الذريرات مندفعة في الفضاء بسرعة متناهية . ولكن ظاهرات هذا الاندفاع النوراني دلت على ان النور ليس ذريرات بل هو تموجات . لانهُ لو كان ذريرات منطلقة كانطلاق الخردق (الرش) من البندقية لاندفع في خطوط مستقيمة . ولكن اتضح انه اذا مرّ في شق صغير جداً انعطف الى الجانبين ايضاً كما تفعل الامواج المائية . ثم ان « التداخل النوري » Interference لا يبقي شكًّا بأن النور تموّج لا ذريرات . والمراد « بالتداخل النوري » هو انهُ اذا التقت قمتا موجتين ازداد سطوع النور . واذا تقابل قعرا موجتين كان ظلام (ترى نموذج ذلك دوائر نور تتخللها دوائر ظلال على حجاب اذا القيتَ على الحجاب شعاعين من مصدرين مختلفين تمران ممزجين في ثقب صغير جداً) . ذلك معلوم في امواج الماء وامواج الصوت ايضاً بحيث اذا تخالفت موجتان على نحو ما تقدم أفنت احداهما الاخرى

هاتان الظاهرتان : التواء الاشعة والتداخل : يثبتان ان النور تموج لا ذريرات . كذا الامر في الكهارب . فاذا انطلقت هذه من خلال غشاء معدني رقيق حدث في انطلاقها منه التداخل الموجي ، الامر الذي يدلك على انها امواج لا ذريرات ، اي انها تتصرف تصرف الموج لا تصرف الذريرات المنطلقة

قبل العلماء نظرية موجية المادة ورفعوها فوق نظرية بوهر لان الحسابات الرياضية المبنية عليها تطابق نتائج الاختبارات المعملية . لكن بكل اسف يقال ان التوسع بهذه النظرية يفضي الى تضاربات في نتائجها بحيث يخيل لك انها ليست الا طائفة اوهام . لاننا لا ندري كيف تكون تلك الامواج . ما هو الشيء المتموج ؟ لا تقدر ان تقول انها تحدث في وسط مادي لان المادة

نفسها مؤلفة من امواج (بحسب هذه النظرية) . زد على ذلك انه يظهر رياضيًّا ان هذه الامواج تنتشر حتمًا . ومعنى ذلك ان اي قصة من المادة لا يمكن ان تبقى في حجمها المعين وفي مكانها الخاص لحظة من الزمن بل لا بد ان تتمدد تدريجًا في الفضاء الذي تشغله في جميع ارجائه. وهو امر غير معقول وغير مطابق للواقع

وهناك عقبة اخرى ظهرت في سبيل هذه النظرية وهي ان الامواج التي يتألف منها مختلف الذريرات لا يمكن ان تقيم في ملتقى الابعاد (الجهات) الثلاثة . فكلما زادت الذريرات فيها زاد عدد الابعاد التي تقيم الذرة في ملتقاها . اي ان طبيعة المكان Space التي نعرفها (المكان الثلاثي الجهات) لا توافق طبيعة هذه الذرة المؤلفة من امواج لا ذريرات . وكأن لهذه الذرة الموجية مكانًا او حيزًا خاصًّا بها غير الحيز الذي نعهده . فأين هو ؟ وكيف يكون ؟

ترى اننا كلما ألممنا ان الجديد من النظريات يقرب طبيعة الذرة للافهام ويقيم لشكلها صورة في الاذهان رأيناها تزداد غرابة وغموضًا والتباسًا وابتعادًا عن عالم تصوراتنا . يكفي ان نقول انها مجرد امواج من غير وجود وسط متموج حتى يبعد هذا القول تخريفًا وهرفًا. ولكن الابحاث الرياضية تثبته والنتائج العملية تطابقه. فكأن سبب الحيرة ليس في طبيعة المادة بل هو في طبيعة عقولنا التي ألفت ظاهرات المادة فقط من غير ان تتصل بحقائقها ولا تجاوزت الى ما وراء الظاهرات. ولذلك بقي يلوح لدى بعض اهل العلم هذا السؤال ، كيف نستطيع ان نفهم نظرية موجية المادة ؟

وحديثًا سُمع جواب لهذا السؤال : وهو ان الاختبار العملي يرينا ان المادة تتصرف تصرفين مختلفين في وقت واحد : تصرف الامواج ، وتصرف الذريرات (كقولك انها ذريرات متموجة كما وصفها السير جيمس جينز) . فاذا اطلقنا زمرة كهارب على حجاب متألق مثلا في تواقعت عليها كرشاش المطر او البَرَد من غير انتظام . فهي تتصرف هنا كأنها ذريرات . ولكن اذا اطلقناها على لوح بلوري تصرفت تصرفًا موجيًّا كتصرف الاشعة السينية (اشعة X) وأظهرت نماذج فوتوغرافية كما تفعل هذه الاشعة . فلا يبقى ثمت شك بأنها امواج لا ذريرات. اذن ، الكهارب تتصرف تارة كذريرات وطورًا كموجات حسب الظروف . اذا انطلقت في الخلاء كانت امواجًا . واذا انطلقت ووقعت على جسم كانت ذريرات — فكيف يمكن تفسير هذا الامر الغريب ؟

يضطر علماء هذا العصر ان يكونوا فلاسفة ايضًا أي ان يعللوا كل ظاهرة من ظاهرات الوجود . فعزَّ عليهم ان يقفوا عند هذا الحد من العلم المثبت عمليًّا من غير ان يعللوه . ولذلك في السنين الاخيرة قال بعضهم بنظرية ظُنَّ انها تحل هذه المشكلة . وهي :

بحسب نظرية « موجية المادة » لا ينبغي ان نعتبر امواج المادة امواجًا طبيعية بكل معنى

الكلمة . بل هي « امواج زجية » ؟ والمراد بهذا القول انهم ان الامواج الضاحية (خلا في بالك كلمة « الضاحية ») د كرد سوليقان » الكهرب ينطلق منها هي دليل على المكان الذي يحتمل ان يكون فيه الكهرب . الكهرب لا يتحرك حسب توانين الحركة . فلا تقدر ان تقول ان لهُ موقعاً محدوداً في وقت معين، او انهُ يمرّ في ممر خاص في الفضاء . وكل ما يمكن ان نقولهُ انهُ موجود في جماعة امواج من غير تعيين موضعهُ منها . بل يستحيل ان تعين موضعه فيها . واما اذا كان موضع في هذه الجماعة الموجية اكثف من المواضع الاخرى قلنا ان الكهرب موجود على « الارجح » في هذا الموضع الكثيف من غير ان نحدد نقطة وجوده . أي ان وجوده في الموضع الاكثف ارجح منهُ في الموضع الاقل كثافة . وبعبارة اخرى ان الكهرب ليس ذرية بل هو تموج شائع يعتبر الموضع الاكثف تموجاً مركزاً لهُ

ولا ريب ان هذا التفسير يُري القارىء ان لنظرية موجية المادة تزداد بهِ غموضاً وابهاماً وابتعاداً عن التصور العقلي . ولذلك يقول سوليقان : —

« هذه الامواج المادية ليست امواجاً طبيعية Physical (يكاد يقول انها روحانية . لماذا لا يقول انها ايثرية ؟) . ما هي الا طريقة لتمثيل الحدود الجوهرية لمعرفتنا . ان الكهارب وحدات ذاتية لا نستطيع ان نعبر عنها باصطلاحات مطابقة للحقائق . لا نستطيع ان نتصورها ذريرات ذات مواضع معينة وسرعة معينة ، حتى ولا نستطيع ان نتخيلها كالامواج التي اعرفها . فهي لا تشبه شيئاً مما عرفناه في الوجود . فهذه النظرية تمثل جهلنا المحتوم لحقيقة المادة »

وكما خرجنا من هذا البحث بنتيجة مدهشة : وهي ان المادة ليست ذريرات ولا هي امواج . فما هي اذن ؟ . وأدهش من ذلك ان يقال انها ذريرات موجية او « امواج ذريرية » او كما حاول السير ادينتون ان يصورها لنا بتسميتها Wavicle المنحوت من لفظي particle و wave ولكن هذا الادغام اللفظي لا يسهل لنا الادغام التصوري . فلا نستطيع ان نفهم كيف ان المادة ليست ذريرات ولا امواجاً بل هي « ذرجات » اي « ذريرات موجية » او « امواج ذريرية » على طريقة ادينتون . ترى ان العقبة التي انتهى اليها العلماء اخيراً في تفسير المادة هي اصعب العقبات وقد اعترفوا بانها عقبة لا ترتقى . وجعلوا السبب لا في النظرية بل في عقولنا وعقولهم ايضاً

يا للعجب أليست عقولهم هي التي توصلت الى هذه النظرية العجيبة ؟ فكيف يصل العقل المعاب الى نظرية سديدة ؟ وان كان من غير عيب فكيف لا يستطيع تفسيرها بصورة معقولة ؟

في رأي هذا العاجز ان سبب هذا التعقد الغريب في استكناه اسرار المادة وتعليل تصرف الذريرات هو تعصب العلماء ضد « الايثر » الذي استثنت « نظرية النسبية » عن وجوده ولكنها لم تجحدهُ . فهم تطرفوا في هذا الاستثناء الى الجحد واصرُّوا عليهِ . ولكن الظاهر من ايقالهم

في التحقيق ان نتائج الامتحانات الرياضية والاختبارات العلمية تردهم حتماً الى نظرية الايثر . لان هذه النظرية تمس كل هذه المعضلات التي تحيروا بها وكأنهم بايمانهم في البحث يثبتون وجود الايثر الفعلي لا الفرضي

فلماذا لا نعود الى الايثر ونسلم بانهُ الوسيط المتموج بفعل الذرة المتحركة فيهِ . فاذا كان الكهرب مثلاً يدور حول النواة فهو محدث في بحر الايثر امواجاً . وان انطلق من الذرة واندفع الى غيرها او الى الفضاء فهو محدث تموُّجاً في الايثر ايضاً . كذلك بروتونات النواة اذا كانت تدور على محاورها فهي ايضاً محدثة امواجاً ايثرية . والذرة برمتها اذا كانت سائرة تعمل كذلك . والذريرة اذا انحلت الى شزرات فشزراتها المنطلقة منها تحدث امواجاً ايثرية ايضاً . فاذا سلمنا بوجود الايثر بان لنا سر التموُّج والمتموِّج والمتموَّج والحل الذي حيَّرنا اذ نستطيع حينئذٍ ان نحل جميع المسائل التي اعضلت علينا ولم يبقَ موجب لافتراض ان عقولنا تعجز عن تصور المادة موجاً يموج في لا شيء . حقًّا ان العقول لا تستطيع تصور صورة للوجدان

فرض ان الكهرب ذريرة معبَّأة كهربائية سلبية مندفعة في بحر الايثر تحدث فيهِ امواجاً — بهذا الفرض نستطيع ان نفسر جميع المسائل المعضلة التي مرَّت في بحثنا الآنف . فالكهرب المنطلق على الحجاب المتألِّق يرتد طبعاً كما ترتد الحصاة المقذوفة الى لوح صلب . والكهرب المنطلق الى لوح بلوري تعبر هذا اللوح امواجهُ التي يحدثها سواء ارتدَّ هو عنهُ او اخترقهُ . والامواج التي يحدثها الكهرب في بحر الايثر عرضة للانعكاس والانكسار والتداخل ولجميع طبائع التموُّج . فاذا رأينا ظاهرات التموج حين اندفاع الكهرب او انطلاقه فليس المعنى ان الكهرب نفسه مجموعة امواج بل ان تلك الظاهرات هي نتيجة التموجات التي اصدرها الكهرب نفسه

وسر التباس الكهرب بالامواج الصادرة منهُ ان سرعته كسرعتها . فأمواجه مصاحبة لهُ (كما قال سوليفان وأشرنا اليهِ آنفاً) فلا تتأخر عنهُ ولا تسبقهُ . ولعلَّ هذا هو السبب في حيرتهم بموضع الكهرب وقولهم «بتانون الارجحية» . اي انهُ يتعذر جدًّا تعيين الموضع الذي يكون فيهِ الكهرب في وقتٍ ما . اي يتعذر تعيين مكانهُ في زمان معيَّن . وانما يرجح وجوده حيث يكون التموج اكثر كثافة . فماذا يمنع ان نقول ان اكثف موضع في التموج هو موضع الكهرب المادي ، وان سائر منطقة التموج هي من احداث حركته ؟

ثم ان سلوك الكهرب او اي ذريرة في خطين مختلفين : انطلاقه في خط مستقيم تارةً ، وانعطافه بعد مروره في شق صغير الى الجانبين تارةً اخرى ، يدلانا على أمرين مختلفين ايضاً : —

الاول ان الذريرة الكهربية نفسها منطلقة بخط مستقيم ، والثاني امواجها منتشرة الى جميع الجهات . فبهذا الاعتبار تعد المادة متصرفة تصرفين مختلفين معاً في وقت واحد : —

تصرف الامواج وتصرف الذريات . وما هي وحقيقة الا ذريات تحدث امواجاً في الوسط الايثري . فاذا سلمنا بوجود الايثر فلا يبقى معنى للقول المستهجن ان المادة « ذريات موجية » او « امواج ذرية » ولا داعي للتحيرين اختلافهم في الخلاء بشكل امواج وبين وقوعها على جسم بشكل ذريات . هي ذريات تصدم الاجسام التي في طريقها وتحدث امواجاً في الخلاء الايثري

ثم اذا سلمنا ان المادة ليست ذريات (كهارب وبروتونات) ذات وجود ذاتي بل هي مجموعات موجات ، فبحسب قانون التفاعل الكهربائي القائل انه اذا وقع كهرب سلبي على بروتون ايجابي تفانيا وتلاشيا . بحسب هذا القانون وبحسب ذلك الفرض يأول العالم المادي الى العدم بسرعة ولا يبقى الى اليوم . ولكن « قانون العمل الحراري الثاني » The Second thermo dynamic law يعلمنا ان المادة لا تفنى فناء مطلقاً اي تصير عدماً بل تتحلل الى شذرات ادق من الذريات غير صالحة للعمل . فاذا وقع كهرب على بروتون أفنت كهربائية الواحد كهربائية الآخر واخلا كلاهما الى شذرات أدق منها خالية من التبعة الكهربائية . وقد سميت هذه الشذرات « فوتونات » . وكل كهرب يتحلل الى عشرة آلاف فوتون . وكل بروتون يتحلل الى ١٨٤٠ × ١٠٠٠٠ فوتون . والفوتون هو آخر جزيء تتحلل اليه المادة على حد ما عرف العلماء

واذا صح ظن العلماء كالسير جينز والسير اوليفر لودج بأن المادة مؤلفة من ذريات ايثرية فلابد ان يكون الفوتون هو الذرة الايثرية ، وبحر الايثر هو بحر فوتونات . ومتى تلاشت المادة عادت الى أصلها الايثري

فاذا تصورنا كهرباً وبروتوناً اطبق احدهما على الآخر وتفانيا كهربائيًا فانتشرا شذرات فوتونية في بحر الايثر وأحدثت هذه الشذرات المندفعة امواجاً — فحينئذ لا نستطيع ان نعين موضع كل فوتون في اندفاعه في بحر الايثر ، لأنه مندفع في بحر فوتونات مثله فلا يتميز عنها بشيء سوى انه مندفع فيها وتحدث بها امواجاً . فمثله كشأن ماء النهر المندفع الى البحيرة يحدث فيها امواجاً . ولكنك لا تستطيع ان تقول ان هذه الموجة احدثتها هذه القطرة او تلك الذرة المائية . وانما تقول ان ذرات النهر هي الآن في هذه النقطة التي تندفق فيها الامواج او تصدر منها . في تلك الحالة حالة اندفاع شذرات الذريرة الفوتونية في بحر الايثر المتموج بها يصح « قانون الارجحية » الذي تقدمت الاشارة اليه . وان تعسف العلماء في تعليل ظاهرات المادة بالاستغناء عن الايثر يفضي الى ثبوت وجود الايثر . ولعلهم اذا تمادوا في التحقيق عن حقيقة المادة يجدون اخيراً ان الحقيقة التي توصلوا اليها هي الايثر بعينه . وأني لأخيلهم مستقين الايثر بعد وقت تصير الحقيقة واهنة ويجدين في تعليل جميع ظاهرات الطبيعة به — حتى سر الجاذبية يسهل تفسيره به . وسأشرحه في مقال آخر ان شاء الله