الاثير : لغز الدهور

تحول صورته في اذهان العلماء والفلاسفة [1]

من نيوتن الى اينشتين

نشأ القول بالاثير عن حاجة الانسان الى تعليل التفاعل بين اجسام بعيد بعضها عن بعض . ولم تبدُ هذه الحاجة مُلِحّة الا بعد ما وضع نيوتن قواعد الجاذبية . ذلك ان وزن الجسم كان الى عهد نيوتن شيئاً مستمرًّا يتوقف على الجسم وحده دون اي جسم آخر . فلما بيَّن نيوتن ان وزن الجسم يمكن تعليله بالتجاذب بين كتلتي جسمين ، وان تطبيق هذه القواعد على القمر تعلّل حركتهُ سأل المفكرون كيف يتم هذا الفعل وليس بين الارض والقمر صلة مادية تصلح ان تكون وسطاً لنقل القوة الجاذبة . ومما لا ريب فيه ان انتقال الحرارة وغيرها من مظاهر الطاقة تحتاج الى وسط ينقلها

وقال احدهم : ايستطيع جسم من الاجسام ان يفعل حيث لا يكون الجسم نفسه . فكان الجواب المبني على الاختبار ان ذلك متعذر . فرغبةً في توحيد القوى الطبيعية ، قيل ان الجاذبية تفعل في الظاهر من دون وسيط ، ولكنها في الواقع تنتقل عن طريق وسط متصل بملأ الكون ، لا فجوة فيه ولا انقطاع ، ودعي هذا الوسط ، الاثير . ولكن لم يشر احد الى تصرف هذا الوسط في نقل القوة الجاذبة . بيد ان نيوتن لم يعلق به شأناً كبير ، لانه كان يراهُ استنتاجاً محضاً ، لا عاملاً اصيلاً في نظريته في الجاذبية

***

وكانت الخطوة التالية في نظرية الاثير ، اخراج النظرية الموجية للضوء على يد العلاّمتين هوجنس وينغ . ومؤدّاها ان الضوء ظاهرة موجية ، ذات نبضات مستطيلة . وكانت هذه النظرية في حاجة الى وسط تنقل بواسطته طاقة الشمس ضوءاً وحرارة ، اذ المعروف ان ضوء الشمس وحرارتها يجتازان الفضاء بين الشمس وسيارتها ، فاذا كانا ضرباً من الامواج وجب ان يكون هناك شيء في ذلك الفضاء يستطيع ان يتموّج

وتلا ذلك تكهن العلماء بخواص هذا الوسط . فقيل اولاً انهُ شفاف كلّ الشفاف اي ان الطاقة التي تخترقه لا تفقد شيئاً من قوتها ، والاّ لما استطعنا ان نرى النجوم والسدم القصية ، لأن ضوءها لا يتبدد في اختراق مسافات شاسعة من الاثير

---

(١) تلخيص مقالة نشرت في مجلة السينتفك اميركان

ثم قيل ان من خواصه ان الاجرام لا تحتكُّ به في خلال اختراقها اياه ، والاَّ لما استطاعت ان تمضي في افلاكها من دون عائق يعوقها

ولما كان الاثير ، يقل امواجاً مستطيلة ، فيجب ان يكون سائلاً او من قبيل السائل ولكن لا يمكن ان يكون زجاً لان الزوجة تقتضي الاحتكاك بين الاثير والاجرام. واما تنقلُ الحركة الموجية بسرعة عظيمة هي سرعة الضوء فيقتضي ان يكون شديد المرونة

هذه هي الخواص التي كانت تسند الى الاثير لما اعلن فرنل Fresnel الفرنسي (١٧٨٨ — ١٨٢٧) مباحثهُ في الضوء المستقطب polarized التي اثبتها ان الضوء امواج مستعرضة transverse لا مستطيلة longitudinal فاقتضى هذا التعديل في نظرية الضوء الموجية تعديلاً يقابلهُ في الاثير الناقل للضوء . فالقدرة على نقل امواج ما على الاطلاق يقتضي مرونةً ، ولكن نقل امواج مستعرضة يقتضي مرونة من ضربٍ خاص هي المرونة الخاصة بالاجسام الجامدة او مرونة الشكل . وبكلمة اقتضى اكتشاف فرنل ان يكون الاثير جامداً ومرناً في آن

ثم تباحث العلماء في موضوع حركة الاثير ، او حركة بعض اجزائهِ ، وخرجوا من مُباحثهم ان انهُ لا بدَّ للاثير من ان يكون مستقرًّا لكي يمكن تفسير تجربة فيزو Fizeau (١٨٥١) التي اثبت بها ان سرعة الضوء لا تتغير ، سواء كان الضوء متجهاً مع مجرى من الماء او ضدَّهُ . بل قالوا حينئذٍ انهُ لا يشترك في حركة الاجسام ، وان اجزاءهُ لا تتحرك بتماس بعضها الى بعض ، الاَّ حركتها الخاصة بالتموّج

وشرع الحاسبون يحاولون ان يقرّروا هذا الخواص تقريراً رياضيًّا . فقالوا ان كثافتهُ تفوق كثافة الرصاص ١٠ ملايين مرّة ، وان قصور inertia سنتمتر مكعب منهُ يفوق قصور سنتمتر مكعب من الماء مليون مليون مليون ضعف . وقالوا كذلك انهُ لما كان الاثير ينقل امواجاً مستعرضة بسرعة الضوء فيجب ان يكون جسماً جامداً صلابتهُ تفوق صلابة الفولاذ مليون مليون مرة

هذه هي الاركان التي قامت عليها صورة الاثير في اذهان علماء القرن التاسع عشر الى مطلع نصفه الثاني وقد كانوا يظنون ان معرفتهم بالاثير وخواصه تضاهي معرفتهم بالمادة وخواصها

ولكن هؤلاء العلماء كانوا في مأزقٍ . فليس من المستطاع ان تنتقل طاقة الضوء والحرارة في الفضاء من دون وسط تنتقل فيهِ ، ولكن انتقالها امواجاً مستعرضة ، اقتضى في هذا الوسط خواصَّ عجيبة تناقض الخبرة الانسانية

كان الطبيعيون الى هنا ينظرون الى الأثير نظرهم الى المادة ، فوجدوا ان هذه النظرة تقضي عليهم باسناد خواص للاثير ، لا تتفق وخبرتهم العملية ، فحملهم ذلك على القول بأن خواص الاثير لا يمكن ان تحدَّد بما حدّدت بهِ خواص المادة

فلما خابت النظرة المادية الميكانيكية الى الاثير ، تطلعوا الى ميدان الكهربائية والمغنطيسية .

واول من أدخل الأثير في هذا الميدان من ميادين البحث كان العلامة ميشيل فراداي . وقد كان علماء الكهربائية يقولون حتى عهد فراداي بشيوع دعوة الشحنة الكهربائية تستقرُّ على الجسم المكهرب وتؤثر في الاجسام المكهربة ، البعيدة عنهُ ، على نحو ما تؤثر الاجسام بعضها في بعض بفعل التجاذب . بل كانوا قد افرغوا تلك القوة الكهربائية في معادلات رياضية . ولكن فراداي لم ترقهُ فكرة التفاعل عن بعد . وقد أشار مكسويل في مقدمة كتابهِ (رسالة في الكهربائية والمغنطيسية) الى فراداي فقال : ان فراداي رأى بعين عقله خطوط القوة تخترق الفضاء ، حيث رأى الرياضيون مراكز القوة تتفاعل عن بعد . ففراداي رأى وسطاً حيث لم يروا هم الا مسافة . لذلك بحث فراداي عن مركز هذه الظاهرات في الافعال الحادثة في هذا الوسط »

وفي نظر فراداي كان هذا الوسط ينقل الكهربائية

ولما كانت القوى الكهربائية تنتقل في الفراغ فرض فراداي ان الوسط الذي تنتقل فيهِ هو الاثير ، وان خواصهُ تتغير بوجود المادة فيهِ ، وبهذا يعلل نقص القوى الكهربائية بين جسمين مكهربين اذا توسَّط بينهما لوح من الزجاج

وعلى هذا النحو كذلك فسّرت الظاهرات المغنطيسية

وبعيد ذلك جرّب فراداي وكار Kerr تجارب ادخلت في روعهما ان الضوء والكهربائية والمغناطيسية تنتقل في الوسط نفسهِ — اي في الاثير

***

وأوحت مباحث فراداي الى مكسويل البحث العظيم الذي تفرَّد بهِ ، فأثبت بالمعادلات الرياضية أنهُ اذا وجد وسط كالوسط الذي فرضهُ فراداي وجب ان يكون في الامكان احداث اهتزازات متساوية فيهِ قوتها قوة المجال المغنطيسي والكهربائي ، وتتصف بصفات الأمواج . وبعيد ذلك تمكن هرتز من توليد هذه الامواج الكهرطيسية (اللفظ منحوت من كهربائي ومغنطيسي) واثبت انها من قبيل الضوء ، وان الفرق الوحيد بين نوعي الامواج انما هو في طولها فقط

فنجم عن تجارب هرتز ان رسخت دعامة النظرية الاثيرية ولكن تحوَّلت من ناحيتها الميكانيكية الى ناحيتها الكهربائية والمغنطيسية بل ان العلماء تطرفوا في هذا التحوُّل حتى لترى هرتز يحسب المادة والاثير شيئاً واحداً وان المادة ليست الا اثيراً قد أصابه التنويع . وقد قاده الى هذا الاعتقاد ما رآه من اختراق الامواج الكهرطيسية لأصناف مختلفة من المادة ، من دون ان يعوقها عائق ما

وكانت الحال على ما تقدَّم لما خاض الاستاذ لورنتز Lorentz الميدان فوفَّق بمباحثهِ الرياضية ومعادلاته بين النظريات السائدة حينئذٍ وحقائق الخبرة الانسانية العملية ، فالأثير في نظريته كان مجرداً من خواصه الميكانيكية القديمة . والمادة من خواصها الكهرطيسية . وما يرى في المادة من الظاهرات الكهرطيسية (خواص نقل الضوء والكهربائية والمغناطيس) لم يسند الى الذرَّات بل

ان الاثير الذي يتخللها ويملأ فيها . فعللت هذه سرية تعليلاً بديعاً . يشاهد من ضعف الضوء بعد اختراقه لا شدّ الاجسام شفوفاً ، وكذلك عبّر بها ما يشهد من زيادة امتصاص الاشعاع الكهرطيسي بزيادة كثافة المادة . وعدى ذلك لم يبق من خواص الاثير الميكانيكية الاّ خاصة الاستمرار وهي خاصة تلتئم وتجربة فيزو القديمة ومباحث ولسن W. Wilson في الحديثة

اما اليوم فليس للاثير شأن خاص في النظرية الكهرطيسية . فاذا كتب عالم هذا الموضوع فرض وجوده بوجهٍ عام ثم قال كما قال ادنغتن في كتابه « الفضاء والزمن والجاذبية » : « ان في نقطة معينة فيه مقداراً كهرطيسيًّا لهُ كتلة واتجاهٌ ويمكن قياس قوته » وبعدها يعود الباحث لا يعني بالأثير ؛ بل بخواص هذا المقدار . والمفروض ان هذا المقدار يمثل حالة الأثير « ولكن الاثير ليس عاملاً فعّالاً في النظرية »

فلما بدا للعلماء ان الاثير مستترٌ قالوا : اذن نستطيع ان نتبين سرعة الارض فيهِ . ولكننا نعلم اننا لا نستطيع ان نتبين سرعة جسم ما الاّ بالقياس الى جسمٍ آخر . فكيف نستطيع ان نتبين سرعة الارض بالقياس الى الاثير المستتر ؟

المقرّر ان الضوء يسير في الاثير ، فاذا بعثنا بشعاعة ضوء في اتجاه حركة الارض وجب ان تنقص سرعة الضوء الظاهرة ، لانهُ لابدَّ من طرح سرعة الارض من سرعتهِ ، لأنهما سائران في اتجاه واحد

من هنا نشأت تجربة ميكلصن ومورلي المشهورة . فتعذّر عليهما ان يتبينا بها سرعة الارض في الاثير ، فظنّ اولاً ان الآلات التي استعملاها لم تكن على جانب كافٍ من الدقة . ولكن هذه الآلات كانت شديدة الاحساس يستطيع الباحث ان يتبين بها حركة دقيقة أدق من حركة الأرض حول الشمس . ثم أعيدت هذه التجربة ، أعادها ميكلصن نفسهُ بعد وفاة زميله واعادها غيرهُ كذلك ، فلم يظفر أحدٌ بما يدلُّ على حركة الأرض — الاّ عالم يدعى دايتون ملر — فتعدّدت أساليب التفسير الى ان جاء اينشتين بنظرية النسبية الخاصة ففرض فيها ان سرعة الضوء في الفضاء ثابتة لا تتغير ، وانها مستقلة عن حركة مصدرها ومشاهدها . ولذلك لا يمكن تبيُّن حركة الارض في الاثير عن طريق الاختلاف في سير شعاعتين من الضوء احداها سائرة في اتجاه الأرض والأخرى في اتجاه معامد للاول

وكذلك فقد الاثير اخرى الصفات الميكانيكية التي اسندت اليهِ

والواقع ان الاثير لم يكن يوماً ما حقيقة اقيم الدليل على وجودها ، بل كان يتصف بخواص تناقض خبرتنا العملية ، وهو الآن في نظرية النسبية فرض لا ضرورة لهُ

ونختم هذا التلخيص بكلمة للسر اوليفر لدج قال : « صحيح اننا نستطيع ان نمضي في الحساب الطبيعي والاكتشاف العلمي من دون ان نستند الى الاثير ، ولكن اذا اردنا ان نتفلسف وجدنا انهُ لا مندوحة لنا عن ان يتصف الفضاء بخواص طبيعية وانهُ جدير بشيء أكثر من اسم هندسي »