* التجربة التي قضت على الأثير

تجربة ميكلسن — مورلي

وزيدة نسبية اينشتين

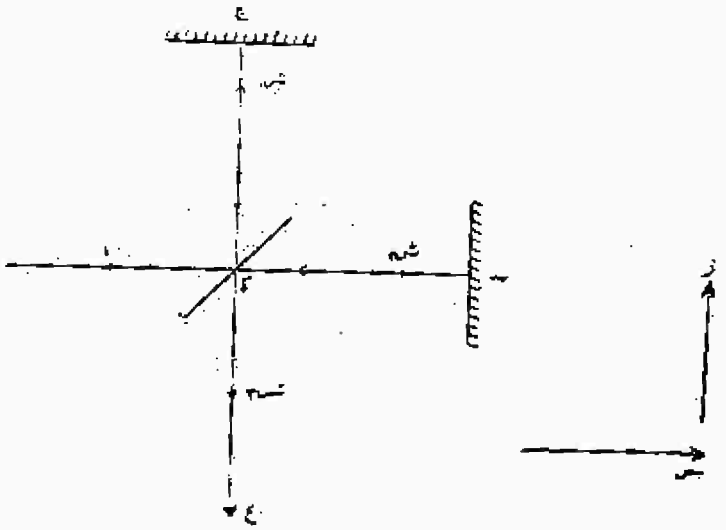
١

الاثير بالمعنى العلمي القديم هو ذلك العنصر الذي يملأ الفضاء بأكمله فيتخلل دقائق المادة وينتشر انتشاراً متواصلاً بين الاجرام السماوية ولا يدع فراغاً في هذا الكون الا ويملأه. فافتراض وجود هذا العنصر ينفي وجود الفراغ المطلق من هذا الكون ويصبح الكون بأجمعه كتلة متلاحمة الاجزاء متراصة البنيان. وهذه الكتلة يملأها نوعان من الموجودات — المادة والاثير — كما سبرت في هذا الكون فلنا ان نصادف مادة أو أن نكتشف اثير ولا محل لفراغ ولا لذات ثالثة فيه

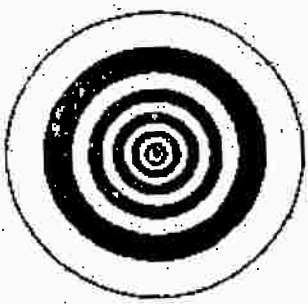
والأثير هو مادة في نهاية تركيبه. اي انه يتمتع بجميع خواص المادة بالرغم من اننا لا نشعر به ولا نختبره مباشرة. فله ثقله وكثافته ودقائقه وصلابته ومتانته ومرونته الى آخر ما للمادة المادية من الصفات. وقد اخذ العلماء القدماء يحسبون جميع هذه الخواص من الحقائق العلمية التي تتصل بالاثير فعيّنوا له كثافته ومرونته وغيرهما. وهكذا توحدت النظرة العلمية لهذا الكون في المذهب المادي القائل ان الكون في نهاية تركيبه مادي وان السنن والصفات المادية هي السائدة في جميع نواحي هذا الكون

وقد ظن العلماء القدماء الذين ابتدعوا الاثير انهم مضطرون الى افتراض وجوده اضطراراً، ذلك لعدم امكانهم تعليل ظاهرتين طبيعيتين هامتين الا بافتراضه. وهاتان الظاهرتان هما انتقال النور في هذا الفضاء ونحو الجاذبية بين الاجرام المادية. هاك الشمس تشع نورها فيصلنا بهاتي دقائق وهاكها تجذب الارض إليها فتضطرها الى الدوران حولها بدلاً من ان تتراجع شيئاً في اعماق الفضاء. كيف جاب النور هذه المسافة الهائلة وكيف تمكنت الشمس من جذب الارض لها على هذا البعد الشاسع؟ اذن لابد من افتراض وجود وسط خاص تستطيع الشمس ان تبعث فيه قوة نورها وان تجذب الارض بواسطته. ومن هنا نشأ الاثير في التراث العلمي وترعرع

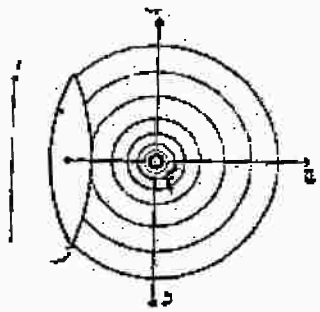
فالاثير اذن ذات علمية ابتدعت للاستجابة الى داعي انتقال النور وامكان فعل الجاذبية،



الشكل الثاني



الشكل الثالث



الشكل الاول

ثلاثة اشكال لايضاح مقالة « التجربة التي قضت على الأثير »

مقتطف اكتوبر ١٩٣١ امام الصفحة ١٤١

ولولا هاتان الظاهرتان لما كان خطر الاثير بذهن العلماء . وعلى هذا الافتراض يصبح النور مجرّد تموجات ذرات الاثير وتصبح الجاذبية ظاهرة اثيرية كذلك . فالنور ينشأ بحركة دورية خاصة في ذرات المادة، ولكن لما كانت هذه الذرات يحيط بها الاثير المحيط تامة فكل حركة فيها لابد منتقلة الى هذا الاثير الذي يكتنفها وهكذا تصبح حركة الذرات الدورية تموجاً اثيريًّا يشع في الفضاء الاثيري تبعاً لقاعدة رياضية مألوفة لا تتوقف الاّ على مجرّد الضغط الداخلي الحاصل في بحر الاثير وعلى كثافة هذا الاثير

هذه هي الصورة الموجزة التي تمخض عنها النظام النيوتوني عن كيفية انتقال النور في هذا الفضاء . النور تموج اثيري ينشأ في المادة ويشع في الاثير بسرعة تتوقف على خواص هذا الاثير فقط . فبعد أن ينفصل عن المادة ويصبح في الاثير لا يعود للمادة تأثير فيه على الاطلاق ، بل هو ينتشر في هذا الفضاء تبعاً لخواص الاثير الخالصة . وهذه الصورة الذهنية لا تختلف في شيء جوهري عن تموجات الهواء او تموجات سطح مائي ، بل قد استعارها العلماء وركبوها من اختبارهم للتموج في الهواء وفي الماء . فأنت اذا رميت حصاة في بركة ماء أخذت تموجات سطحية تنتشر من المركز الذي سقطت فيه الحصاة الى حدود البركة ، وهذه التموجات المائية تتوقف سرعتها وخواصها ، بعد أن تنفصل عن حركة الحصاة ، على خواص سطح الجسم المائي الذي تحدث فيه

٢

ونستطيع الآن بسهولة ان نتصور كيف يمكننا ان نختبر هذا الاثير اختباراً غير مباشر من مجرّد درسنا كيفية انتقال النور فيه. تصور أنك في زورق في النيل وبيدك قصبة تستطيع ان تمس بها سطح الماء فتحدث بذلك تموجات سطحية . فاذا لمست نقطة على سطح هذا الماء اصبحت هذه النقطة مركزاً تنبعث منه التموجات المائية السطحية في شكل دوائر متحدة المركز وبعد أن تلمس الماء تنفصل التموجات عنك وتستقل في سيرها مهما طرأ عليك من تغير . لأن الماء يكون قد تلقاها وجعلها ظاهرة مائية فقط . وقد يتبسط امامنا هذا الامر اذا وضحناه في رسم بسيط

ندع هذه الصفحة تمثل سطح الماء ونرمز الى الزورق[1] الذي انت فيه بالشكل ز فالنقطة التي تراها في وسط هذا الزورق تمثلك انت والخط الخارج منك الى النقطة م على سطح الماء يمثل القصبة التي في يدك . ونفرض ان الزورق يسير في الاتجاه ا . والآن اذا لمست م بقصبتك اصبحت م مركزاً مستقلاً عنك تنبعث منه التموجات الدائرية المرسومة في أعلى ، وبديهي ان سرعة هذه التموجات بالنسبة لسطح الماء واحدة في جميع جهاته لانا مفترضون ان سطح الماء متجانس التركيب . فتكون السرعة ج في الاتجاه ج معادلة للسرعة ب

(١) انظر الشكل الاول في صفحة الرسوم التي تصحب هذه المقالة

في الاتجاه ب ومعادلة كذلك للسرعة د في الاتجاه د ، هذا اذا قيست هذه السرع الثلاث بالنسبة لسطح الماء . وتستمر هذه السرع ثابتة من حيث مقدارها الكمي بصرف النظر عما قد يطرأ على الزورق بعد توليدها ، فقد تكسى حركة زورقك بعد توليد هذه التموجات فتسيره في الاتجاه د أو قد تسيره في الاتجاه ج او قد توقفه او قد تسرع في تسييره او قد تبطئ بك ، ولكن في جميع هذه الحالات فان التموج الذي احدثته بتحريك صفو الماء يسير بسرعته الثابتة بالنسبة لسطح الماء في جميع اتجاهات حركته مستقلاً عنك تمام الاستقلال

ولكن الامر عكس ذلك اذا قست سرعة هذه التموجات بالنسبة اليك ، فان مقدار هذه السرع يتوقف على نسبة حركتي الزورق والتموجات وعلى اتجاه كل من هاتين الحركتين أي انك اذا سرت في الاتجاه ا فانك تجد السرعة د اكبر من السرعة ج وهذه بدورها اكبر من السرعة ب . واذا ادخلت تغيراً على اتجاه سيرك او على مقدار سرعتك فان سرع التموجات الماثية بالنسبة اليك تتغير وفقاً لهذه التغيرات التي ادخلتها . وجميع ذلك مضبوط في علم الرياضيات ضبطاً كاملاً بحيث تستطيع ان تحسب اي سرعة نسبية بينك وبين التموجات الماثية اذا عرفت مقدار سرعة هذه التموجات بالنسبة للماء ايضاً واتجاه كل من هاتين السرعتين

اذا أنعم القارىء النظر قليلاً في العبارة الاخيرة في أعلى يجد اننا اسندنا السرعتين اللتين تناولهما ، اي سرعة الزورق وسرعة التموجات ، الى نظام ثالث مستقل عنهما ، اعني سطح الماء . فوجود هذا النظام ضروري لاتمام معنى كلمة « سرعة » بحد ذاتها . اي انهُ اذا زار الزورق ومن فيه من الوجود تظل للتموجات سرعة خصوصية ويظل لعبارة « سرعة التموجات » معنى علمي معيَّن لا يداخله اي ابهام . وكذلك اذا لم تكن ثمة تموجات اصلاً فان الزورق يتمتع بسرعة كاملة لها تعينها العلمي الكامل . وكل ذلك لامكان اسناد كلتا السرعتين الى نظام ثالث هو سطح الماء كما قلنا

فيكون لدينا إذن ثلاث سرع — سرعة التموجات بالنسبة للماء وسرعة الزورق بالنسبة للماء وسرعة الزورق بالنسبة للتموجات . والسرعة الثالثة هي مركب رياضي للسرعتين الاخريين ولم تكن هذه السرعة ممكنة الا لان السرعتين المركبتين لها مستندتان الى نفس النظام الثالث اي ان توحيد هاتين السرعتين في سرعة واحدة قائم على وجود النظام الثالث الذي تتفرعان منهُ كلتاهما ، ويكون هذا النظام لذلك نظاماً توحيدياً

في هذه الحال ، اي في حال وجود نظام توحيدي تتفرَّع عنهُ سرعتان مستقلتان ، تتغير السرعة الثالثة الموحَّدة اذا طرأ اي تغيُّر على احدى السرعتين المركَّبتين لها . وكذلك تكون قد تغيرت احدى هاتين السرعتين او كلتاهما اذا شاهدنا تغيراً في السرعة النسبية بينهما

وكما ان وجود هذا النظام المستقل يحتم هذه النتائج فان وجود هذه النتائج يثبتا بوجود هذا النظام . اي اننا في حالة عدم تأكدنا من وجود هذا النظام نستطيع ان نجزم بوجوده اذا حصلت معنا هذه النتائج . وبعبارة مختصرة ، إن وجود النظام يحتم وجود هذه النتائج وكذلك وجود هذه النتائج يحتم وجود النظام

في المثل الذي ضربناهُ عن الزورق في الذيل ترى بسهولة كيف ان وجود الماء يحتم تغيرات السرع التي وصفناها في أعلى . ولايضاح القضية العكسية ، اي قضية كيف ان وجود هذه التغيرات يحتم وجود الماء ، تصور انك لاتستطيع ان تختبر الماء مباشرة اي انك لاتراه ولا تلمسهُ ولا تستطيع ان تشربهُ ولكنك تستطيع ان تشاهد تموجاته . فالماء بالنسبة لجهازك الاحساسي معدوم ، اما تموجاته فتستطيع ان تشاهدها بحاسة خاصة . انت تسير في هذا الفضاء وهذه التموجات المائية تسير ايضاً ، فاذا غيّرت احدى هاتين السرعتين واكتشفت ان السرعة النسبية بينهما قد تغيّرت لذلك فقد حصلت على دلالة قاطعة بان كلتا هاتين السرعتين مسندتان الى وسط مادي ثالث مستقل عنهما وموحّد لحركتيهما . ويكون اختبارك هذا التغيّر في السرعة النسبية بمثابة اختبار غير مباشر للماء الذي لاتستطيع اختباره مباشرة فتبرهن بذلك على وجود الماء من مجرّد دراستك حركة التموجات المائية

هذا ما رمينا اليه عند ما قلنا في أعلى اننا نستطيع بسهولة « ان نختبر هذا الاثير اختباراً غير مباشر من مجرّد درسنا كيفية انتقال النور فيه » والآن ننتقل من مثلنا الايضاحي الى معالجة الموضوع نفسهُ ، وهو كيف يمكننا اثبات وجود الاثير من دراستنا النور . هذا ما نستطيعهُ بسهولة فائقة اذا اثبتنا ان السرعة النسبية بين النور وجسم مادي تتغيّر اذا تغيرت سرعة النور في هذا الفضاء او سرعة الجسم المادي او كلتاهما

٣

هذا بالضبط ما اعتزم ميكلسن ومورلى في تجربتهما المشهورة ان يثبتاه . فنشرح اذن هذه التجربة بإسهاب لنرى قيمتها العلمية والنتائج الهامة التي تترتب عليها

ا هي شعاعة نور[٢] تقع على مرآة م نصف عاكسة تنشق الى شعاعتين احداهما هي الشعاعة المنكوسة ش١ والاخرى هي الشعاعة المكوسة ش٢ . وقد وضعت م بالنسبة لاتجاه ا بحيث تجعل الشعاعتين ش١ و ش٢ متعامدتين احداهما على الاخرى البعض . وقد وضعت في سير هاتين الشعاعتين وعلى بعد واحد من م مرآتان اخريان ، هما ب ، ج ، تردان الشعاعتين الى م ، وهنا عند التقائهما ثانية تكسان عكساً نصفيًا فتحد الجزء المكوس من ش١ مع الجزء المكسور من ش٢ في الشعاعة الاخيرة ش٣ . فاذا سارت كلتا الشعاعتين مسافة واحدة من

(٢) انظر الشكل الثاني في صفحة الرسوم

نقطة افتراقهما الى نقطة التقائهما ثانية ، اي اذا كانت المسافة م ب تعادل المسافة م ج تماماً تامًّا ، فانك اذا وضعت عينك في الوضع ع شاهدتَ الشعاعة ش٢ وهي شعاعة كاملة لا اثر للنقص فيها . اما اذا كانت المسافة م ب تنقص عن المسافة م ج ، او تزيد عليها، بما يعادل نصف موجة النور، او اي حاصل صحيح لنصف موجة النور، فان الشعاعتين تكونان قد سارتا منذ انفراجهما الى اتحادهما ثانية مسافتين غير متعادلتين ، فينجم عن ذلك تداخل نوري بين حركة الموجتين ينشأ عنه نظام تداخلي تراه في شكل حلقات متعاقبة من النور والظلمة كما ترى في الشكل الثالث في صفحة الرسوم

ولا مجال هنا لشرح كيفية حصول هذا النظام من تداخل الشعاعتين، فنكتفي بالقول ان نظاماً كهذا هو ما يشاهده المرء فعلاً

والآن اذا ازحنا ب او ج قليلاً اي اذا غيرنا المسافة م ب او م ج ، تحرك هذه الحلقات بأن تتقلص شيئاً فشيئاً الى ان تختفي في الوسط المشترك بينها جميعاً وتظهر حلقات جديدة من خارج النظام ، وعدد ما يختفي يعادل عدد من يظهر من الحلقات ومن مقدار تغير م ب او م ج نستطيع ان نحسب عدد الحلقات التي يجب ان تختفي على هذا المنوال . كذلك اذا كنت مشاهداً هذا النظام وطنتت حلقاته تتقلص بغتة فيمكنك ان تكون على يقين ان م ب او م ج شرعت تتغير ، واذا حسبت عدد الحلقات المختفية استطعتَ ان تنبأ عن مقدار تغيُّر مدى هاتين المسافتين

في التجربة التي أجراها ميكلصن ومورلي في سنة ١٨٨٧ جعلت الشعاعة ش٢ موازية لحركة الارض س حول محورها ، اي وضعت ب بحيث تكون المسافة م ب ممتدة شرقاً غرباً فتكون لذلك الشعاعة ش١ ممتدة على اتجاه حركة الارض حول محورها ، اي تكون ممتدة شمالاً جنوباً في الاتجاه ز

دعنا الآن نحلل كيفية سير الشعاعتين في الاثير مستعينين بمثل الزورق وسير التموجات المائية في الماء ، عندما تنفصل الشعاعتان ش١ و ش٢ عن النقطة م تسيران كلتاهما بسرعة واحدة بالنسبة للاثير لانهما تموُّج اثيري وكفى . والاختلاف في سرعتيهما لا يكون الاَّ باسنادها الى آلة ميكلصن ، اي ان سرعة ش١ بالنسبة لآلة ميكلصن (اي بالنسبة للزورق في مثلنا) هي غير سرعة ش٢ بالنسبة لهذه الآلة ، لان هذه الآلة تسير مع الارض في دورانها حول محورها والشعاعة ش١ متعامدة على هذا السير بينما ش٢ موازية له. ومن هذا الاعتبار ينتج منا ان سرعة ش٢ بالنسبة لآلة ميكلصن عندما تكون ش٢ سائرة نحو ب هي

ث — س . . . . . (١)

حيث ث تمثل سرعة النور المطلقة في الاثير و س سرعة الارض حول محورها . وعند ما تنعكس ش م عن ب وتعود الى م تصبح سرعتها بالنسبة للآلة

ث + س . . . . . (٢)

اما ش م فلها نفس السرعة في حالة سيرها نحو ج ورجوعها منها لانها في كلتا الحالتين متعامدة على اتجاه سير الآلة . ومقدار هذه السرعة هو

$\sqrt{ث^2 + س^2}$ . . . . . (٣)

لانه مركب من سرعتين متعامدتين

ورتب ميكلصن اجزاء الآلة في الاوضاع المرسومة في الشكل الثاني واخذ يشاهد ش م من الوضع ع فارتسم امامه نظام تداخلي ناجم عن تداخل الشعاعين احدهما في الاخرى . وعندها ادار الآلة بكامل اجزائها حول المحور م بحيث اصبحت م ب متعامدة على اتجاه حركة الارض بعد ان كانت موازية لها ، واتخذت م ج وضعاً موازياً لحركة الارض بعد ان كان متعامداً عليها وبهذا التغير في وضع الآلة تغيرت سرعة كل من الشعاعين بالنسبة للآلة ولميني ميكلصن ، فاصبحت سرعة الواحدة في الوضع السابق هي سرعة الاخرى في الوضع الحالي

ويترتب على هذا التغير في سرعة كل من الشعاعين بالنسبة للآلة تغير في الزمن الذي تستغرقه كل من الشعاعين في سيرها من م الى المرآة العاكسة ورجوعها الى م ثانية . ومن السهل ان نبرهن رياضياً ان الزمن الذي تستغرقه ش م في وضعها الجديد اصغر من الزمن الذي تستغرقه ش م في وضعها الجديد ولذلك فهو أصغر من الزمن الذي استغرقته ش م في وضعها القديم . اي ان شعاعة من النور في سيرها في اتجاه متعامد على اتجاه حركة الارض تستغرق زمناً اقل مما تستغرق شعاعة اخرى تقطع نفس المسافة في جهة موازية لحركة الارض بشرط ان تنعكس الشعاعتان وترتدان الى مصدرهما . هذا هو نفس ما يحدث لسابحين يتسابقان في السباحة من نفس النقطة في النهر . فاذا سار الواحد مع التيار ورجع الى نقطة البداية فانه يجد زميله الذي قطع نفس المسافة عرضاً قد رجع الى مركزه الاصلي ، قد سبقه الى هذه النقطة

واذن ، إن لإدارة آلة ميكلصن حول محورها مسافة تسعين درجة ، نتيجة حتمية ، هي تأخير الشعاعة الواحدة في رجوعها الى م وتعجيل الشعاعة الاخرى في هذا الرجوع . وهذا التأخير والتعجيل يؤثر في النظام التداخلي الذي يشاهده ميكلصن ، بان يستلزم تقلص بعض حلقاته واختفاءها في الوسط وظهور حلقات جديدة تتسرب الى النظام

من طرفه الخارجي . هذا لان تباطؤ الموجة الواحدة في رجوعها يفضي الى تداخل جديد مع حركة الموجة الثانية التي لم تتباطأ بل بالعكس اسرعت في هذا الرجوع

ولما كنا نعرف مقدار سرعة الارض حول محورها وكذلك نعرف مقدار سرعة النور في الأثير ، ولما كنا نستطيع ان نقيس م ب و م ج قياساً مضبوطاً ونستطيع كذلك ان نقيس طول موجة النور ، فاننا بوضع قيم هذه المقادير في المعادلات الرياضية المناسبة نستطيع ان نحسب كمية التأخير والتسجيل في رجوع الشعاعين وبالتالي مقدار التغير الذي يجب ان يظهر في النظام التداخلي ، اي عدد الحلقات التي يجب ان تتقلص وتختفي

٤

هذا التعليل ليس بمقدور احد ان يعيب عليه في شيء فهو من الوجهة المنطقية كامل بحيث اذا افترضت النظرية التي تمخض عنها النظام البوتوني فانك مسوق الى الوصول الى هذه النتيجة السالفة اذا كان ثمة اثير واذا كان النور موجاً اثيرياً شبيهاً بالموج المائي فانه يحتم على الحلقات التداخلية في تجربة ميكلصن ان تتحرك اذا ادبرت الآلة على محورها لتعيين درجة

وقد اجرى ميكلصن هذه التجربة وادار الآلة وحملق جيداً لمشاهدة التغير الذي يجب ان يظهر في الحلقات التداخلية ، ولكنها ظلت ثابتة في مركزها لم تتغير عنه قيد شعرة . واعاد ميكلصن التجربة مئى وثلاث ورباع ، واعادها غيره ، وفي جميع هذه المحاولات لم يحظ العلم الا بنتيجة سلبية بحتة ، تستثنى من ذلك تجارب ميلر الاميركي التي اسفرت عن بعض النتائج الايجابية والتي استفزت لذلك ميكلصن لاعادة التجربة من جديد ، فاعادها بضبط ودقة يفوقان ما كان ممكناً في آلته الاولى ، فحصل في هذه المرة أيضاً على نتيجة محض سلبية . ولذلك فالعلم الآن يعتبر هذه النتيجة السلبية حقيقة لا شك فيها

قلنا في مقالنا عن الزورق في النيل ان تغير احدى السرعتين بالنسبة لسطح الماء يقضي بتغير في السرعة النسبية بين السرعتين ، واننا نستطيع ان نحتم بوجود نظام ثالث موجود اذا شاهدنا هذا التغير في السرعة النسبية . وهذا القول ينطبق تمام الانطباق على تجربة ميكلصن . فنحن لا نشاهد الأثير ولا نختبره مباشرة ، ولكن اذا اثبتنا ان السرعة النسبية بين موجاته (اي النور) والارض (او آلة ميكلصن) تتغير بتغير سرعة الارض فيه فنستطيع عندئذ ان نجزم بوجوده . وفي تجربة ميكلصن اثبتنا نظرياً ان ادارة الآلة تعيين درجة حول محورها يؤدي حتماً الى تغير في السرعة النسبية بين الآلة وكل من الشعاعين ، وان هذا التغير يعلن عن نفسه بتغير نستطيع ان نشاهده في النظام التداخلي لشعاعي النور . واذن ، بالرغم من اننا لا نستطيع ان نختبر الأثير مباشرة فانه بامكاننا ان

نجتذبهُ الى نطاق خبرتنا بشيء من الحيلة ، وذلك بان نجري تجربة يكلص ونشاهد بأعيننا هذه التغيرات التداخلية ، فهي الرمز الختمي لوجود الاثير

اما التجربة فقد اجريت كما قلنا واعيدت عدة مرات ولم تفلح في كل مرة باثبات وجود اي اثر للتغير في النظام التداخلي المشاهَد . فحيلتنا اذن لاجتذاب الاثير الى حيز خبرتنا قد سقطت ، وبذلك لم يعد الاثير ذاتاً علمياً مثبتاً وجودُها بالتجربة والامتحان بل فرضاً مجرداً . وهو لذلك يختلف جدَّ الاختلاف من الوجهة العلمية عن الكهرب مثلاً ، لان الكهرب ، وان كنا لا نستطيع ان نختبره مباشرةً ، فانهُ يمكننا ان نجري تجارب لا تعلَّل نتائجها الاَّ بافتراض وجوده . امَّا الاثير فقد اجرينا التجربة الوحيدة التي لو نجحت لكنَّا اثبتنا وجوده ، ولكنها مع الاسف فشلت فشلاً مطبقاً

فماذا يتبقى لنا ان نفعل ؟

هناك احد احتمالين : امَّا ان يكون تعليلُنا النظري للتجربة قبل اجرائها ولنتائجها الحتمية ، خطاء ، او أن يكون الاساس الطبيعي الذي شيَّدنا عليهِ هذا التعليل اساساً لا وجود واقعيٌّ له . اما التعليل النظري فيستطيع اي امرء له المام بسيط بعلمي الرياضيات والطبيعيات ان يرى لنفسهِ ان لا غبار عليهِ البتة . واذن فالاساس الطبيعي الذي نشأ منهُ هذا التعليل هو الذي يجب ان نحوطهُ بالنقد والتشكك . واذا فعلنا ذلك بهدوء ورزانة واستقلال عن النظرة النيوتونية ، وجدنا ان لا مسوغ البتة لافتراض وجود الاثير بالمعنى العلمي الدقيق ، بل ان ثمة اجماعاً تامًّا لنكران وجوده . وباقصاء الاثير عن الوجود العلمي نجد انفسنا مسوقين الى ترميم البناء النيوتوني باكمله بغيةَ اشادة هيكل جديد نحكم بستقيم والنتائج التجريبية الحديثة

وعماد هذا الهيكل هو ان سرعة الضوء ثابتة طبيعية مطلقة وان وحدات هذا الكون النهائية ليست المادة ولا الاثير بل هي الحوادث الفضائية — الزمنية التي يتداخل بعضها ببعض وتتناسب وتتعاقب . وان الاطلاق في هذا الكون لا يقوم على الفضاء بحد ذاته ولا على الزمن بحدِّ ذاته ، بل على اندماج الفضاء والزمن في نظام واحد هو الفضاء — الزمن . وان الغاية المثلى للتعليل العلمي في انسجام المعادلات الرياضية المعلَّلة بحيث تنطبق بانسجامها على الحقيقة الواقعية . وان هذا التعليل الحديث يفزع الى توحيد جميع مظاهر الطبيعة في قالب رياضي واحد . فتكون نبضات فؤادك امام من هي موضع حبك ، وانفجار بركان على الجانب الآخر من القمر ، أثرين مختلفين لنفس المعادلة الرياضية

هذه زبدة نسبية اينشتين

شارل مالك