

للكتبة الثقافية

(جامعة حرة)

٢٣٨

الإنسان
والنسبية
والكون !

دكتور. عبدالمحسن صالح

المهنة المصرية العامة للتأليف والنشر

١٩٧٠

تمهيد

يحكى أن شخصا يدعى ج.ح. « الفصيح » كان له اهتمام كبير بتتبع أخبار غزو الفضاء ، وكان يستخدم فصاحته في مناقشة الموضوع كلما وجد الى ذلك سبيلا ، فهو حائر ومتشكك في قدرة الانسان على الصعود الى القمر أو الكواكب الأخرى ، لأن ذلك يعنى - على حد تصوره - أنه قد صعد في السماء !

وفي ذات يوم اشترى جريدة أشارت الى هذا الموضوع في صفحاتها الأولى ، ووجد فيها صورة أثارت فيه الدهشة والعجب العجاب . . . لقد رأى الأرض فوق القمر ، وتحير حيرة شديدة ، اذ كيف يمكن أن تكون الأرض فوق القمر ؟ وقرأ ثم قرأ بنهم ، ولكنه لم يجد لذلك تعليلا . . . وأخيرا جمعته الصدفة بصديقه س.ص. « فهلاو » ، وقال له والحيرة عليه بادية : هل يمكن أن تعلق لى كيف يمكن أن يلتقط رواد الفضاء وهم على القمر صورة للأرض وهي تظهر فوقهم في السماء كما تراها هنا ؟ . . . فقال فهلاو : الأمر بسيط ، فالذين وضعوا الصورة في الجريدة جهلة ، لأنهم

وضعوها مقلوبة ، فظهرت الأرض فوق القمر ، ولو كانت
فى وضعها الصحيح لظهر القمر فوق الأرض !

عندئذ يرد الفصيح على فهلاو باستنكار : ولكنك لو
قرأت ما كتبوه تحت الصورة ، لوجدت أنها غير مقلوبة ،
فرائد الفضاء يخاطب أهل الأرض وهو يخطو على سطح
القمر ويقول : كم تبدو الأرض بروعتها وبهائها وهى معلقة
فوق رأسه فى الفضاء .

ويشيع فهلاو بوجهه ويقول : ألا زلت يافصيح تؤمن
بما يقول هؤلاء ؟ هل يعقل أن يصعد الانسان فى السماء
حتى يصل الى القمر ؟ .. انها ولا شك أفكار استعمارية
يريدون بها زلزلة عقيدتنا ، ولكن - والحمد لله - عقيدتنا
ثابتة ثبوت الجبال .. لا عليك من كل هذا يا فصيح .

ولكن الفصيح لا يزال مرتابا فيما يقول فهلاو ،
وعندئذ يستخدم فهلاو المنطق ويقول : لنفرض أنك صعدت
فوق برج القاهرة أو فى طائرة ، ونظرت الى الأرض ، فانك
ستجدها تحتك .. ولنتصور أن مصعد البرج أخذ يرتفع
ويرتفع حتى وصل الى نجوم السماء .. لنفرض ذلك فرضا
- عندئذ لو كنت أنت فى المصعد ونظرت الى الأرض فلاشك
أنك ستجدها تحتك لا فوقك كما يدعى الآخرون .. ولهذا
فإن من يصعد الى القمر فى صاروخ كمن يصعد اليه فى
مصعد .. هل اقتنعت الآن يا سيد فصيح .؟

ويرد الفصيح : ليس تماما ، فاني لا أستطيع أن
أتشكك بسهولة فيما يقول العلماء ، والعلم شيء آخر لا تنفع
معه الفهولة ، ولا بد أن في الأمر سرا .

وبينما هنا يتناقشان ، يلحظ الفصيح العالم م.م .
مشكور وهو يقبل نحوهما ، ويسرع اليه الفصيح ، ويروي
له مدار بينه وبين فهلاو ، وهو يريد أن يعرف التعليل
الصحيح .

عندئذ ينظر اليه العالم وهو يبتسم ويقول : الواقع
أنك لو ذهبت الى القمر أو الكواكب ، أو مهما « صعدت »
في السماء ، وتجولت بين النجوم ، فانك لن ترى شيئا
تحتك في الكون . . كل شيء فيه يبدو لك وكأنما هو
فوقك . . بمعنى أنه لو كانت هناك مخلوقات عاقلة تسكن
الكواكب التي تبدو لنا وهي معلقة فوق رؤوسنا في السماء ،
فانهم يرون أرضنا وهي معلقة فوق رؤوسهم في السماء . .
لا تحتهم كما يبدو لك ، فالظاهر هنا يختلف عن الباطن ،
ولهذا لا بد أن تعلمنا أن فوق وتحت مسألة نسبية ، وهي
تتوقف على المكان الذي يمكن أن تتواجد فيه في الكون
الواسع .

ويتشكك فهلاو والفصيح في الأمر ، وكأنما لا يفهمان
شيئا ، ويلحظ م.م . مشكور ذلك ، فيستطرد قائلا : ان
ظواهر الأمور تجعلنا نحس بأن الأرض منبسطة ومسطحة ،
فمهما تجولت في أرجائها فانك لن ترى أنها كروية ، مع

أن هناك أدلة كثيرة تشير الى كروية الأرض لا انبساطها . .
ولكن لنفرض أن الأرض منبسطة ومسطحة ، عندئذ لا بد أن
نقول ان السماء بمثابة سقف مرفوع فوق هذه الأرض
المستوية ، وفي هذا السقف تنتشر الكواكب والنجوم فوقنا ،
كما تنتشر الثريات المعلقة في سقف الحجره مثلا . . وعندئذ
يكون لفوق وتحت معنى ، وبهذا تكون استنتاجاتكما
صحيحة .

ولكن الأرض كروية ، أى أنها أشبه بكره دوارة فى
فضاء فسيح ، وحولها وفى جميع الاتجاهات تنتشر النجوم
والكواكب والأقمار على هيئة أجسام كروية كذلك - وكلها
تدور فى فضائها . . ومادامت الأجرام السماوية - بما فيها
الأرض - كرات دوارة ، وليست سطوحا مستوية ، فان أى
مخلوق يقف على أى منها ، سيبدو له أن كل شىء فوقه ،
لا تحته كما نتصور . . ولكى نوضح ذلك فعلينا بأرضنا . .
فالواقف عند القطب الشمالى يقول ان رأسه الى فوق ، فى
حين أن الواقف عند القطب الجنوبى يؤكد لصاحبه أن رأسه
(أى رأس الجنوبى) متجهة الى أعلى . . الى فوق ، وليس الى
تحت بالنسبة للواقف عند القطب الشمالى . . والواقع
أن كلا منهما على حق ، لأن فوق وتحت مسألة نسبية . .
وكذلك تكون الأمور فى الأجرام الأخرى الكروية . . ولكى
تستوعبا ذلك ، فعليكما أن تتصورا أننا نقف على هذه
الأرض بنفس الصورة التى يمكن أن نراها فى حالة كرة
مثبت عليها عدد كبير من الدبابيس العمودية .

والواقع أن النقاش بين الثلاثة سيطول ، وعلينا أن نعود لنقول : اننا لا يجب أن ننظر الى الكون بنفس نظرتنا الأرضية الى كل ما حولنا .

صحيح انك تستطيع أن تستخدم لفظ فوق أو تحت بالنسبة لأرضك ، فأنت عندما تقول أن الكتاب فوق المكتب ، أو أن الحذاء تحت السرير ، فقد حددت موضعهما بالنسبة لشيء تحته أو فوقه . . ولكنك لا تستطيع أن تقول فوق وتسكت ، أو تحت وتسكت ، فليس لفوق أو تحت معنى الا اذا كنت أكثر تحديدا في القول . . كذلك لن يكون لليمين أو اليسار معنى الا اذا حددت الاتجاه الذى تسير فيه على أرضك ، والمكان الذى تقف فيه على كوكبك .

اذا سألك سائل : هل الصحراء الشرقية الى يمينك أو يسارك ثم سكت ، فانك لن تجد معنى لمثل هذا التساؤل ، اذ لا بد أن يكون السؤال أكثر تحديدا ، لأن اليمين واليسار مسألة نسبية متغيرة . . بمعنى أنك لو كنت متجها من الشمال الى الجنوب ، فان الصحراء الشرقية ستكون الى يسارك ، ثم تصبح الى يمينك وأنت قادم من أسوان الى القاهرة .

ومع أن هذا الأمر صحيح بالنسبة لمن يسير فى وادى النيل ، الا أنه ليس صحيحا بالنسبة لمن يتجول على أرض السعودية . . لأن الصحراء الشرقية ستكون الى يمينه وهو

متجه جنوبا ، فى حين أنها الى يسار المتجه جنوبا فى وادى النيل ..

الصحراء النوبية تقع فى الجنوب بالنسبة لنا ، ولكنها فى الشمال بالنسبة للسودان .. كذلك يقع البحر الأحمر شرقنا ، ولكنه يقع الى الغرب بالنسبة للسعودية .
اذن .. فاليمين ليس مطلقا ، ولا كذلك اليسار ..
تماما مثل فوق وتحت ، أو شمال وجنوب ، أو شرق وغرب .. فكلها أمور نسبية .

عندما تغرب الشمس وتقول انها قد غربت (الواقع أننا نحن الذين نغرب نتيجة لدوران الأرض حول نفسها) .. فهذا صحيح من وجهة نظرك فقط وبالنسبة للمكان الذى تقف فيه على أرضك ، ولكن الغروب بالنسبة لك ، قد يكون شروقا بالنسبة لغيرك .. وحيث تعيش أنت فى وضوح النهار على هذا الجزء من كوكبك ، يكون غيرك فى جنح الظلام .. كل يرى الأمور بالنسبة للاطار الذى فيه يعيش ..

إذا أقسمت أن وزنك ستون كيلو جراما ، فقد حنثت فى قسمك ، اللهم الا اذا تداركت الأمور ونسبت وزنك لكوكبك .. فأحيانا لا يكون لك وزن على الاطلاق ، وأحيانا أخرى تزن مئات الأطنان ، أو ما بين ذلك تكون موازينك .. كل هذا يتوقف على المكان الذى تقف فيه على ميزانك !

لو أنك أخذت معك الميزان ، وتوجهت الى الفضاء ،
حيث منطقة انعدام الوزن أو الجاذبية ، فان الميزان لن يسجل
لك وزنا ، ولو وقفت عليه في المريخ لأصبح وزنك هناك
٢٢ كيلو جراما ، وعلى المشتري ١٥٢ كيلو جراما ، وعلى
أجرام أخرى ثقيلة وضخمة للغاية ، فانه يسجل لك عشرات
ومئات الأطنان !

اذن . . فوزنك نسبي ، وهو يتوقف على مكان
وجودك في هذا الكون الكبير ، حيث تختلف الجاذبية فيه
من مكان الى مكان .

أنت مثلا تجلس ساكنا مسترخيا على مقعدك في
العمل أو المنزل ، وكل ما حولك ثابت لا يتحرك . .
الجدران والكراسي والأواني والمفروشات . . الخ ، ولكن
كل هذا سكون ظاهري ونسبي ، اذ لا يوجد في الكون
كلمة شيء ثابت . . الكل في حركة دائبة . . الذرات
والجزئيات والموجات والخلايا والمخلوقات والمحيطات . .
الخ .

الأرض التي تعيش عليها تبدو لك ساكنة غير
متحركة ، كما يبدو لك أن الشمس هي التي تتحرك بين
شروق وغروب . . ولكن الظاهر هنا لا يدل على الحقيقة . .
اذ أن الأرض هي التي تتحرك حول الشمس . . انها تدور
حول نفسها بسرعة ١٠٠٠ ميل في الساعة ، فيكون تعاقب
الليل والنهار ، ثم تطوف حول الشمس في مدار بسرعة
٦٦ ألف ميل في الساعة فتكون الفصول الأربعة ، ثم انها

الانسان والنسبية والكون - ٩

تترنح وتتمايل ببطء شديد كما تفعل « النحلة أم علقة »
التي يلعب بها الأطفال . . ولكن ، من منا يحس بكل هذه
الحركات ؟

قطعا لا أحد ، فسرعة الأرض منتظمة ، وحركتها
متقنة ، وانطلاقها في الفضاء غاية في الدقة والروعة ،
ولا نستطيع أن نحس بحركة الأرض الا اذا توقفت عن
الدوران فجأة ، وعندئذ سوف نتطاير في الفضاء بسرعة
كبيرة . . تماما كما يحدث في القطار (أو السيارة) عندما
يتوقف فجأة ، فيندفع الناس الى الأمام بنفس السرعة ،
ليموت منهم من يموت من هول الصدمة !

« والشمس تجرى لمستقر لها » بسرعة ٥٤٠ ألف
ميل في الساعة ، « وتحمل » معها كواكبها التسعة لتنتقل
معها في الكون بهذه السرعة ، رغم أننا لا نحس بحركة . .
ومع الشمس يتحرك مائة ألف مليون نجم أو شمس تكون
مجموعة أو عائلة مستقلة نطلق عليها اسم المجرة ، وكل
نجم من هذه النجوم يتحرك في مجرته - وبالنسبة لغيره -
بسرعة ثابتة منتظمة ، ولهذا يبدو لنا أن كل شيء
حولنا ثابت ، رغم أنه لا يوجد في الكون ثبات أو سكون .

ومثل مجرتنا ملايين فوق ملايين من المجرات الأخرى
التي تنتشر في فضاء عظيم لا نعرف بدايته من نهايته . .
ولكل نجم في مجرته سرعته في المجال المحدد له . . وكل
مجرة بعائلتها النجمية الضخمة تتحرك وتبتعد عن المجرات

الأخرى بسرعات قد تصل الى عشرات الألوف من الأميال
فى الثانية الواحدة ٠٠ الى أين ؟ ٠٠ لسنا فى الحقيقة
ندرى ٠٠ كل ما نستطيع أن نقوله : « وكل فى فلك
يسبحون » !

اذن فالكون حركة مستمرة ٠٠ وكل ما فيه يتحرك
بالنسبة لغيره ، ولا يمكن أن تجد فى هذا الكون مكانا
واحدا فى حالة ثبات أو سكون ، لنتخذنه كإطار غير متحرك ،
فمرصد منه حركة الأجرام السماوية على حقيقتها .

ان الفضاء الواسع الذى تنتشر فى أرجائه ملايين
الملايين من النجوم والكواكب ليس له حدود ثابتة ٠٠ وأنت
لا تستطيع أن تحدد فيه شيئا اسمه فوق وتحت ، أو يمين
ويسار ، أو شمال وجنوب ، أو أعلى وأسفل ٠٠ الخ ، رغم
أنك تستطيع أن تحدد ذلك على أرضك ٠٠ لأنها محدودة
بأبعاد ثابتة ، وأمكنة ثابتة ، وأزمنة ثابتة ٠٠ وكل ما يحدث
فيها من حركة وسرعة وأحداث منسوب إليها - الى الأرض ،
ولهذا يبدو لنا كل شيء منطقيا ومعقولا .



وعندما تظهر نظرية النسبية التى وضع أصولها العالم
الكبير ألبرت اينشتاين على مسرح الأحداث نجدها تنادى
بأمور غريبة غاية الغرابة ، لأنها تهدم كل ما تعودنا عليه
فى حياتنا الأرضية ، وتقلب فى عقولنا مفاهيم الزمان
والمكان والحركة والمادة والطاقة والكتلة ٠٠ الخ .

والواقع أن نظرية النسبية لا تعالج أحداثنا الأرضية، ولكنها تعالج نواميس الكون ، وتبين لنا أن هناك أسراراً كبيرة تضمن على الأفهام ، أو كأنما عقولنا لم تنهياً لمعرفة حقيقة الكون الذي نسكن في جزء منه جد ضئيل .

ربما تكون قد سمعت أن الذين يفهمون نظرية النسبية في العالم كله لا يزيد عددهم على اثني عشر شخصاً (وفي قول آخر ثلاثة !) . وهذا قول مبالغ فيه إلى حد بعيد . . . إذ ليست المشكلة في النظرية ، ولكن المشكلة الحقيقية أننا لا نستطيع أن نهضم غرابة ما نادت به النظرية . . . فقد تنبأت بأمور تدخل في حدود « اللامعقول » . . . ومع ذلك ، فأنت لا تستطيع أن تستوعب نظرية النسبية لو أنك تحليت بشيء من الصبر والتركيز والخيال الخصب .

ولكن ليس معنى ذلك أن أينشتاين قد جاء بنظريته من وحى خياله ، بل أتى بها على أساس تحليلات رياضية عميقة ، مستخدماً في ذلك كل ما توصل إليه العلماء السابقون مثل نيوتن وجاليليو وفيتزجيرالد ولورنتز وبوانكاريه وميكلسون ومورلي ومينكوفسكي وماكس بلانك . . . الخ ، ولكن أينشتاين استطاع أن يصقل « جوهرة » العلم بطريقة أكثر تألقاً ، وأتقن صنعا ، حتى أصبحت وضاعة على « جبين » الفكر الانساني ، وربما تأتي أجيال وأجيال لتزيد « الجوهرة » صقلا ، وتقريبا من الحقيقة التي لازلنا فيها حائرين .

ولقد ظهرت نظرية النسبية على مرحلتين : الأولى في عام ١٩٠٥ وأطلق عليها النسبية الخاصة أو المحدودة ، ثم ظهرت المرحلة الثانية في عام ١٩١٦ باسم النسبية العامة ، أي أنها أشمل وأعم . . وسوف نتعرض هنا فقط لنظرية النسبية الخاصة لضيق المجال . . ليس الا .

والواقع أن اللغة التي ظهرت بها النظريتان لغة خاصة جدا ، وعندما تلقى عليها نظرة ، تبدو لك وكأنما هي بلاسم ورموز لا معنى لها ولا طعم ، ولكنها بالنسبة لأربابها تعنى الكثير جدا ، وهي تغنى عن الكلام والشرح . . تلك هي لغة المعادلات الرياضية التي تعبر لنا عن أسمى أنواع الفكر البشرى ، وهي التي توضح لنا النظم الكونية التي تسير بحساب ومقدار . . وكأنما هذه اللغة هي المجال الحقيقي لفهم الغاز هذا الكون وخبائاه ، وكأنما الله قد وضع الأساس ، وترك لعلماء الرياضيات الباقي ، وكأنما هو يشير إلينا من طرف خفى أن الكون كله تحكمه المعادلات . . أو ربما كانت تحكمه معادلة واحدة لم يتوصل أحد إلى سرها بعد .

ان أسرار الطبيعة لا تتكشف الا لكل من كانت له عينان يستخدمهما في التأمل الواعي ، وصبر على الملاحظة الطويلة ، وقدرة على جمع المعلومات وربطها في اطار محدد ومنمق ، ثم موهبة في التحليل السليم . . ومن بين البلايين التي جاءت على هذا الكوكب ثم ذهبت ، ظهرت فيها قلة

من العقول التي أثرت في العلم والحضارة والفنون ،
وتركت أفكارا خالدة ، وأعمالا عظيمة لتؤثر في حياة
البشرية . . . ومن هؤلاء ألبرت أينشتاين الذي قدم لنا
نظرية النسبية الشهيرة ، فغيرت كل ما هو مألوف ومنطقي
على أرضنا .

ان النظرية تشير الى أن الزمن « بعد » قابل
للانكماش ، وأحيانا وتحت حالات خاصة تشير الى توقف
هذا الزمن ! . . . ويتبع ذلك أن الماضي والحاضر والمستقبل
مسألة نسبية . . . وأن غدا بالنسبة لك ، قد يكون أمسنا
بالنسبة لغيرك . . . كما تشير النظرية الى أن الأبعاد ليست
محددة ، بل هي قابلة للانكماش . . . وأن المادة طاقة ،
والطاقة مادة ، أي أنهما وجهان لشيء واحد ، وأحيانا ماتفنى
المادة ، لتظهر على أنقاضها طاقات هائلة أعنف من كل
« عفاريت » الملك سليمان . . . وأن كل شيء في الكون
نسبي ، ماعدا الضوء ، فهو الشيء الوحيد الثابت الذي
لا تتغير سرعته أبدا تحت أي ظرف من الظروف ، ولهذا
اتخذ أينشتاين أساسا لبناء معادلاته الرياضية ، التي
انبثقت منها نظرية النسبية . . . وسيتبين لنا معنى ذلك
فيما بعد .

الى النسبية اذن . . . واصبروا وصابروا ، وفقكم
الله وإيانا

دكتور عبد المحسن صالح
كلية الهندسة - جامعة الاسكندرية

الابراهيمية في يناير ١٩٧٠

على موجات الأثير !



ربما قد أتتك رسالة كتب فيها صاحبها أنه يرسل لك تمنياته وأشواقه على « موجات الأثير » .. أو ربما سمعت عن أرواح أثيرية أو أجواء أثيرية أو أى شىء من هذا القبيل .

ورغم أن فكرة الأثير قد دفنت منذ أكثر من ثلاثة أرباع قرن من الزمان ، إلا أنها لازالت مخيمة على عقول الكثيرين ليستخدموها فى حمل التمنيات والأشواق .. اذن ، فما هو ذلك الأثير ؟ .. وما علاقته بنظرية النسبية؟

الواقع أن فكرة الأثير قد خيمت على عقول العلماء ردحا طويلا من الزمان ، وأثارت بينهم جدلا كبيرا ، الى أن انتهت ودفنت فى بداية القرن العشرين ، ولكى نعرف كيف نشأت الفكرة ، دعنا نتعرض لتجربة بسيطة للغاية .

يتخلل كل فراغات هذا الكون ، ويمتد حولنا في كل الاتجاهات ، ولكننا لا نستطيع أن نفرغه أو نكتشف وجوده ، فليس له خواص تميزه ، لتبين لنا طبيعته ، ومع ذلك فلا بد أن يكون موجودا كوسط رقيق غاية الرقة لينقل لنا موجات الضوء ويحملها من مصادرها على الأرض وفي السماوات .

هذه هي الفكرة التي راودت عقول العلماء . . فبدون هواء ، لا سمح ، وبدون أثير ، لا رؤية . . فلا بد من وسط حامل لهذا وذاك . . تماما كما تقول: بدون ماء ، فلا موجات مائية ، لأن الماء هو الوسط الذي تنتشر فيه موجاته . . ولا يمكن أن نتصور وجود موجات مائية تضرب الشط الا اذا كان هناك ماء تحتها ليحملها .

لقد حاول العلماء استنباط الوسائل العلمية للكشف عن وجود هذا الأثير ، ولكن بدون جدوى ، وأحيانا ما يستخدم الانسان خبرته الطويلة النابعة من ملاحظاته المستمرة على أرضه ، لكي يدل على صحة ما يريد أن يتوصل اليه . . ولكن القول الفصل يتركز في التجربة العلمية . . ولا شيء غيرها .

ان أبسط أنواع الاستنتاجات البديهية تقول : اذا كان الأثير موجودا ، وأنه يتخلل الفراغ الكوني كله ، فقد يكون هو الشيء الوحيد الثابت ، أو أنه السكون المطلق الذي لا يتحرك أبدا فاذا كان الأمر كذلك بالنسبة للأثير ،

فلا شك أن أرضنا وكل الأجرام السماوية تتحرك فى هذا الأثير ، وتمخر « عبابه » ، كما يمخر القارب الشراعى عباب الماء .

ولكنك عندما تستقل قاربا شراعيا يجرى بك على صفحة الماء ، ثم تركز بصرك فى داخل القارب ، فانك لن تعرف ان كان القارب يتحرك أو لا يتحرك ، اللهم الا اذا نظرت الى الماء ، أو وضعت فيه عصا ، وعندما ترى الماء ينفرج فى مسار القارب (أو العصا) .. هنا فقط تعرف أنه يتحرك .

وقد تقفز الفصيح ويقول : وما يدرينا أن ذلك صحيح ؟ .. أو ليس من الممكن أن يكون القارب واقفا ، وأن الماء هو الذى يتحرك ؟

والواقع أن كلا الاستنتاجين صحيح .. ولكى تعرف ان كان القارب هو الذى يتحرك ، أو أن الماء هو الذى يتحرك ، فعليك أن تنظر الى أى شىء آخر ثابت على الشاطئ ، ل ترى ان كان القارب يتحرك بالنسبة له أو لا يتحرك .

وعلى نفس هذا النوع من الاستنتاجات ، ساد الظن بين علماء القرن التاسع عشر وقالوا: اذا كان الأثير موجودا، والأرض تنطلق خلاله بسرعة ٦٦ ألف ميل فى الساعة فى مدارها حول الشمس ، فانها ولا شك ستخلق فيه « تيارات أثرية » ، أسوة بما يحدث للقارب فى الماء ، أو « رياحا

أثيرية « كالتى تظهر عندما ينطلق القطار مثلا فى الهواء ، ويخلق فيه تيارات أو رياحا هوائية ، الا أننا لا نستطيع أن نكتشف أو نقيم الدليل على وجود هذه التيارات الأثيرية كما هو الحال مثلا مع التيارات المائية والهوائية ، كما أن الأثير لا يبدى أية مقاومة لحركة الأرض وهي تنطلق فيه ، بل تنساب خلاله كما « ينساب النسيم خلال الأشجار » !

والعلماء فى محاولاتهم للكشف عن الأثير ، انما يسعون الى قياس سرعة الأرض بالنسبة له ، فهو الشيء الوحيد الثابت فى الكون ، أى أنه لا يتحرك كما تتحرك الأجرام السماوية فيه ، ولكى نعرف سرعة الأرض المطلقة، فلا بد أن ننسبها لشيء لا يتحرك على الإطلاق ، ونحن لا نستطيع أن نجد شيئا واحدا فى الكون بدون حركة ، ولهذا فان سرعة الأرض منسوبة دائما الى أشياء متحركة ، ويتبع ذلك أن سرعتنا فى الكون نسبية ، والأثير الساكن هو الأمل الوحيد الذى يمكن أن يدلنا على حركة الأرض المطلقة فيه .. ولكن .. كيف الوصول اليه والكشف عن طبيعته ؟

دعنا اذن نتصور أن الأرض تسبح فى الأثير كما تسبح السمكة فى الماء .. ان المسافة التى تقطعها السمكة وهى تسبح ضد التيار فى زمن معين ستكون أقصر من المسافة التى تسبح فيها مع التيار فى نفس الفترة الزمنية .

وبفكرة قريبة من ذلك صمم العالم الأمريكي ميكلسون
جهازا حساسا ودقيقا غاية الدقة ليقيس سرعة الضوء
خلال الأثير والأرض مقبلة عليه ، ثم قياسه والأرض مدبرة
عنه (أو في أى اتجاه آخر) . . فإذا كانت هناك تيارات
أثيرية نتيجة لحركة الأرض خلال الأثير ، فلا شك أن سرعة
الضوء ستتختلف بين اقبال وادبار خلال هذه التيارات
(كما هو الحال مع السمكة وتيارات الماء) .

دعنا نوضح ذلك بمثال : لقد كانت سرعة الضوء
معروفة في ذلك الزمان ، أى أنها في حدود ١٨٦ ألف ميل
في الثانية . . لنفرض أن الأرض تتحرك خلال الأثير بسرعة
ألف ميل في الثانية (*) . . عندئذ ستصبح سرعة الضوء
بالنسبة لأهل الأرض ١٨٥ ألف ميل في الثانية عندما
نرسل شعاعا ضوئيا في اتجاه حركة الأرض خلال الأثير . .
ولكنها ستصبح ١٨٧ ألف ميل في الثانية إذا أرسلنا
شعاع الضوء في عكس اتجاه الحركة .

ونحن لا نريد أن ندخل هنا في كثير من التفاصيل
العلمية ، إذ تكفي النتيجة التي توصل إليها ميكلسون . .
ثم ميكلسون ومورلى بعد ذلك . . ووجدا أن سرعة الضوء

* الواقع أن سرعة الأرض في مدارها تقع في حدود ١٨٥٥ ميل
في الثانية . . ولقد فرضنا أن سرعة الأرض ١٠٠٠ ميل في الثانية
للتبسيط ، وليكون للرقم معنى .

ثابتة لا تتغير ، وأنها لا تعتمد على حركة الأرض خلال الأثير
على الإطلاق .

عندما أعلن ميكلسون ومورلي هذه النتيجة في عام
١٨٨٧ ، دهشت لها الأوساط العلمية دهشة بالغة ،
وهزت معتقدات العلماء هزة هائلة . . . وأعيدت التجربة
مرات ومرات ، وبلغت حساسيتها الى الدرجة التي
أمكن بها اكتشاف التغيير الحادث حتى ولو بلغت سرعة
الأرض ميلا واحدا لا غير في الثانية . . . علما بأن سرعة
الأرض تبلغ ١٨ر٥ ميل في الثانية . . . ورغم ذلك ، فإن
النتيجة واحدة . . . أي أن سرعة الضوء لا تختلف بين اقبال
وادبار خلال الأثير .

والى هنا تنهار فكرة الأثير وتياراته أو رياحه ، ووقع
العلماء في حيص بيص . . . ليس فقط لأن الأثير غير موجود ،
ولكن لأن هذه التجربة التاريخية الهامة التي أجراها
ميكلسون ومورلي وغيرهما قد أثبتت حقيقة غريبة تناقض
كل ما هو منطقي وبديهي في حياتنا . . . فسرعة الضوء دائما
ثابتة لكل من يراها في الكون . . . وهي لا تختلف ولا تتأثر
بحركة الجسم الذي يطلقها . . . وستعود الى توضيح معنى
ذلك في الباب القادم .

بعد هذا تقدم العالمان الكبيران ج . ف . فيتزجيرالد
من جامعة دبلن ، هـ . ٠٤ لورنتز من جامعة ليدين - كل على

انفراد - يحل في ظاهره الرحمة ، وفي باطنه العذاب
لينقذا نظرية الأثير من الانهيار .

توصلا من خلال معادلات رياضية الى ان أى شىء
يتحرك بسرعة كبيرة ، فلا بد أن ينكمش فى اتجاه حركته
.. كلما زادت سرعته ، زاد انكماشه .. وعلا أن هذا
الانكماش الذى حدث فى جهاز ميكلسون ومورلى بنسبة
ضئيلة هو الذى أدى الى عدم توصلهما الى اثبات الاختلاف
فى سرعة الضوء خلال الأثير والأرض منطلقة فيه (وسنعود
لنوضح معنى هذا الانكماش بالتفصيل) .

كأننا نعود مرة أخرى الى القول بأن الأثير موجود ،
وأن سرعة الضوء تتأثر بالحركة ، ولا بد أن سرعته تختلف
تبعا لذلك .. والى هنا نكون قد وصلنا الى طريق مسدود
وملغم بالرؤية والغموض والتناقض الشديد .

من نصدق اذن ؟ .. هل نصدق ما نادى به
ميكلسون ومورلى عندما أثبتا بالتجربة القاطعة أن سرعة
الضوء ثابتة لا تتغير تحت أى ظرف من الظروف ؟ .. أو
هل نصدق فيتزجيرالد ولورنتز اللذين أشارا من خلال
معادلاتهما الى انكماش الأشياء وهى تنطلق فى الفضاء ،
وتحجب عنا القياس الصحيح ؟

الواقع أن كلا الرأيين صحيح ! .. كأننا بتلك
الاجابة نزيد الأمر تعقيدا .

وينتهى القرن التاسع عشر ، ولا أحد يستطيع أن
يعلل سر هذا التناقض الغريب ، فلا بد أن من ورائه سرا
كبيرا ، توصل اليه ألبرت أينشتاين ، فى مطلع القرن
العشرين وعمره لم يتجاوز ٢٦ عاما .

كان لزاما علينا أن نقدم هذه اللمحات الخاطفة عن
طبيعة العصر الذى سبق مجيء أينشتاين ، وما ظهر فيه
من جدال ومتناقضات ونظريات شتى . . فلقد كان مدلول
النسبية معروفا قبل أن يظهر أينشتاين ، وتعرض له عالم
الرياضيات هيرمان مينكوفسكى ، وكان أستاذا لاينشتاين
فى جامعة زيوريخ ، وأوحى بها اليه ، ولكن الأستاذ لم
يستطع أن يتوصل الى ما توصل اليه التلميذ ، فبز التلميذ
أستاذه ، وان كان الفضل يرجع الى أفكار الأستاذ وغيره
فى المقام الأول . . ولقد اعترف أينشتاين لمينكوفسكى
بالفضل فقال : « انه لمن المحزن حقا أن يموت مينكوفسكى
فى اليوم السابق لمولد النسبية » .

من
حيث
بدأ
أينشتاين

بدأ أينشتاين من حيث انتهى غيره ، وأمسك بالخيط لينسج في « ثوب » العلم نسيجاً غريباً على عقولنا وزماننا لأن ما جاء به خروج على المألوف ، ولا يتمشى مع الأطار الذي نعرفه في حياتنا ، ومن هنا كانت غرابة النظرية النسبية .

التقط أينشتاين الكشف الذي توصل إليه ميكلسون ومورلي ، واعتبر أن سرعة الضوء هي الشيء الوحيد المطلق . . بمعنى أنه ينطلق دائماً بالنسبة لكل من يراه في الكون بسرعة ١٨٦ ألف ميل في الثانية ، أي أنه ثابت كوني غير قابل للتبديل أو التغيير ، وهو لا يتأثر بسرعة المصدر الذي يطلقه ، أو يستقبله .

وقد يقفز هنا من يقول : ولكن سرعة الضوء تبطيء

إذا مر خلال الماء أو الزجاج ، فكيف نقول ان سرعته دائما ثابتة ، رغم أنها تتغير اذا مرت في وسط ما ؟

هذا صحيح . . ولكن من صفات الضوء الغريبة أنه اذا تباطأ أثناء مروره في الوسط المادي ، فانه يستعيد سرعته الأصلية بمجرد خروجه من هذا الوسط . . ان ما نقصده هنا أن سرعة الضوء دائما ثابتة في الفضاء أو الفراغ ، وما أعظم الفراغات الكونية التي يسافر فيها الضوء ملايين السنين .

ويظهر الفصيح على المسرح ويقول : أنت - أو غيرك - تقول ان سرعة الضوء دائما ثابتة ، ولكنني أقول - وبناء على خبرتنا ومعلوماتنا - انه قد ينطلق بسرعة أكبر أو أصغر من ١٨٦ ألف ميل في الثانية . . ويضرب لذلك مثلا فيقول : لنفرض أن هناك صاروخا ذريا ينطلق في الكون بسرعة ٥٠ ألف ميل في الثانية ، وأن هناك راصدا في مكان ما بالكون يرصد للصاروخ هذه السرعة . . ثم لنفرض أن رائد الفضاء في هذا الصاروخ قد اطلق كشافا ضوئيا الى الأمام في اتجاه حركة الصاروخ . . عندئذ سينطلق الضوء مبتعدا عن الصاروخ بسرعة ١٨٦ ألف ميل في الثانية ، ولكن الراصد يرى غير ذلك . . فالضوء ينطلق من صاروخ يتحرك بسرعة ٥٠ ألف ميل في الثانية، عندئذ سيسجل الراصد سرعتين : سرعة الضوء وسرعة الصاروخ ، وسيبدو له أن الضوء ينطلق بسرعه وبسرعة

الصاروخ . أى أنه سيسجل للضوء سرعة تساوى
 $186000 + 50000 = 236000$ ميل فى الثانية .
فما قولكم دام فضلكم ؟

ثم ما قولكم فى أن سرعة الضوء يمكن أن تقل عن
 186000 ميل فى الثانية ؟ ويدل الفصيح على ذلك
بحالة أخرى . . حالة انطلاق الضوء من مؤخرة الصاروخ
(أى فى عكس اتجاه حركته) . عندئذ سيسجل
الراصد الواقف فى الفضاء سرعة هذا الضوء على أنها
 $186000 - 50000 = 136000$ ميل فى الثانية .
اذ لا بد أن نطرح سرعة الصاروخ وهو ينطلق الى الامام
من سرعة الضوء وهو ينطلق الى الخلف .

وردنا على الفصيح - رغم أن ما قدمه لنا منطقي
ومعقول - أن سرعة الضوء فى الفضاء بالنسبة لكل من
يرصده ثابتة ، أى أنها لن تزيد عن 186 ألف ميل فى
الثانية ، ولن تنقص عن ذلك ، مهما كانت سرعة المصدر
الذى أطلقه ، ومهما كان اتجاه الضوء .

ويعود الفصيح ليؤكد أن ذلك شئ لم نسمع به حتى
فى أساطير الأولين . . ثم يتساءل : هل يعنى هذا أن كل
ما تعلمناه فى المدارس والجامعات ، وما نراه بأعيننا ،
ونسجله بأجهزتنا خاطيء ، رغم أنه يقوم على أساس علمي ،
وتسانده كل تجاربنا ومشاهداتنا الأرضية ؟

ولكى يوضح الفصيح وجهة نظره ، نراه يضرب
مثالا آخر ويقول : لنفرض أن هناك قطارا ينطلق بسرعة
٥٠ ميلا فى الساعة ، ويركب فيه مجرم يحمل مدفعا
رشاشا تنتطلق منه رصاصات بسرعة ٢٠٠ ميل فى الساعة
على انسان يركب فى نهاية العربة ٠٠ فهل ستتأثر سرعة
الرصاصات التى تنطلق الى الخلف بسرعة القطار الذى
يندفع الى الامام ؟

وسؤال الفصيح هنا ليس له معنى ، اذ يجب عليه
أن يكون أكثر تجديدا . . سرعة الرصاصات بالنسبة
لمن ؟ . . هل بالنسبة للاطار الذى يعيش فيه الناس
داخل القطار ، أو بالنسبة لانسان يقف على الأرض
ليسجل هذا الحدث ؟

بالنسبة للراكبين أو بالنسبة للذى أطلق الرصاص ،
فالكل سيسجل سرعة الرصاصات داخل القطار على أنها
مائتا ميل فى الساعة ، ولن تختلف سرعتها سواء انطلقت
فى اتجاه سير القطار أو فى عكس اتجاهه . . فالبيئة
التي يعيش فيها الناس داخل القطار ، كالبينة التي يعيش
فيها الناس على الأرض . . بمعنى أن القطار لو انطلق فى
خط مستقيم ، وبسرعة انسيابية منتظمة لا تتخلها رجة
أو اهتزازات أو ذبذبات أو أصوات عجلات . . الخ ، فان
الذين يعيشون فى مثل هذا القطار العجيب لا يحسون
أنه يتحرك ، اللهم الا اذا نظروا الى الأرض أو أى شىء
ثابت على الأرض ، فيرونه يتحرك بالنسبة لهم . . أضف

الى ذلك أنك تستطيع أن تلعب الكرة في هذا القطار كما
تلعبها على الارض ، وتحلق الذبابة في جو القطار كما
تفعل في جو الأرض ، واذا قفزت الى أعلى واستطعت أن
تبقى بعيدا عن أرضية القطار لعدة لحظات ، فان هذه
الأرضية لن تنفلت من تحتك ٠٠ فكل شيء في القطار يبدو
عاديا ومنطقيا ، لأنه اكتسب سرعة هذا القطار ٠٠ تماما
كما نكتسب سرعة الأرض وهي تنطلق في فلكها بسرعة
منتظمة وانسيابية دون أن نحس بحركتها ولكن الأمور
تختلف بالنسبة لانسان يسجل هذا الحدث وهو واقف
على الأرض ٠٠ فهناك قطار يتحرك بالنسبة للأرض أو
لواقف على الأرض بسرعة ٥٠ ميلا في الساعة ، وخصائصه
تنطلق في داخل العربة وفي عكس اتجاه سير القطار
(أي الى الخلف) بسرعة ٢٠٠ ميل في الساعة ٠٠ عندئذ
ستبدو بالنسبة للواقف على الأرض وكأنما فقدت شيئا من
سرعتها ، ولو استطاع أن يسجل سرعتها بالنسبة له أو
للأرض لوجدها ١٥٠ ميلا في الساعة ، في حين انه لو
انطلقت الرصاصة في القطار الى الأمام ، فان الراصد
الأرضي يسجل لها ٢٥٠ ميلا في الساعة ٠٠ فكلاهما -
الرصاصة - والقطار يتحركان الى الامام بالنسبة للأرض
بسرعة مائتي ميل للرصاصة وخمسين ميلا للقطار
في الساعة ٠٠ ولا بد أن يضيف الراصد الأرضي هاتين
السرعتين .

وهنا يفرك الفصيح يديه بسعادة وانتصار ويقول :

غريب أمرك ! .. ان ما ذكرته أنت عن حالة القطار
والرصاصة لا يخرج عما ذكرته أنا عن حالة الصاروخ
والضوء الذي يندفع منه ، وعن الراصد الكوني الذي
يسجل هذا الحدث في الفضاء .. لقد أضفت أنا سرعة
الصاروخ الى سرعة الضوء وهما يتحركان في نفس الاتجاه،
كما أضفت أنت سرعة الرصاصة الى سرعة القطار وهما
يتحركان بالنسبة لشخص واقف على الأرض في نفس
الاتجاه كذلك ، اذن .. فلم اللف والدوران والفلسفة التي
لا معنى لها ؟

وكل ما ذكره الفصيح منطقي وبديهي ولا يخرج عن
المألوف .. وكل استنتاجاته مدروسة ومعروفة ،
ونستخدمها باتقان تام في كل حسابات الحركات
والسرعات على أرضنا ، حتى ولو كان ذلك في صاروخ
ينطلق الى القمر .. ومع ذلك فسرعة الضوء دائما ثابتة
لكل من يراه في الكون .. وعلينا ألا نخضع أمور الكون
لحساباتنا الأرضية ، ونجعلها تسير على حسب هوانا ، ولو
فعلنا ذلك ، لما استطعنا أن نتوصل الى بعض أسرار هذا
الكون المحير حقا .

هل هناك - اذن - تفسير لهذا التناقض الذي وقعنا
فيه ؟

الواقع أنه لا يوجد تناقض على الاطلاق ، رغم أن
الظواهر تشير الى وجود هذا التناقض ، ولكن بواطن

الامور تشير الى أننا لم نأخذ في اعتبارنا مسألة «انكماش» الزمن ٠٠ فلو سجل الرصد الكوني زمن الصاروخ الذي ينطلق بسرعة كبيرة ، لوجد أن زمن الصاروخ بطيء بالنسبة لزمته ، وهذا أمر من الأمور الأساسية التي قامت عليها نظرية النسبية ، لتشرح لنا سر التناقض الذي وقعنا فيه مع سرعة الضوء دون أن ندري ، وسنؤجل ذلك الى حينه .

ان ثبات سرعة الضوء لكل من يراه ، أحد فرضين أساسيين قامت على أساسهما نظرية النسبية ، رغم أن الظن السائد قبل ظهورها ، كان هو نفس ظن الفصيح قبل أن يعرف شيئا عن هذه النظرية .

ان الشيء الغريب الآخر الذي نادى به نظرية النسبية ، أنه لا يوجد شيء في الكون كله يستطيع أن يتحرك في الفضاء بسرعة أكبر من سرعة الضوء ، ولا يمكن لمخلوق أن يسجل حالات خاصة ، ويشير فيها الى سرعة أكبر من سرعة الضوء .

هنا يتدخل الفصيح ويقول : حسن ٠٠ ولكن ما رأيك لو أن العلماء قد قاموا بتصميم سفينة فضائية تنطلق بصواريخ ذات مراحل متعددة ٠٠ المرحلة الأولى مثلا تدفع ما أمامها من مراحل بسرعة عشرة أميال في الثانية ، ثم تشتغل المرحلة الثانية لتدفع ما أمامها بسرعة ١٠٠ ميل في الثانية ، ثم الثالثة لتعطى دفعة أقوى ، ولتكن ١٠٠٠ ميل في الثانية ، وهكذا تشتغل مرحلة من

وراء مرحلة ، لتعطي ما أمامها دفعة من وراء دفعة ، الى أن نصل في نهاية الأمر الى سرعة أكبر من سرعة الضوء . .
فهل هناك ما يمنع ذلك ؟

والواقع أن للفصيح وجهة نظر تبدو معقولة نظريا ، ولكن لا يمكن تحقيقها عمليا ، ولا حتى نظريا ، وكانما قوانين الكون تمنع ذلك منعا باتا . . ذلك أن الفصيح أو الحجر أو الصاروخ أو حبيبة من رمل : و أى شىء مادي لا يمكن أن يرقى فى سرعته الى سرعة الضوء ، لأن هناك أمورا عجيبة سوف تحدث ، وسنتعرض لها فى حينها .

ولكن الفصيح لا يريد أن يتخلى عن فصاحته ، فيضرب لنا مثلا آخر نطبقه جميعا فى حياتنا الأرضية . . يقول الفصيح : ما رأيك فى هذه المسألة التى أستطيع أن أهتم بها ما ننادون به من أمور غريبة . . افرض أن زيدا يركب قطارا ينطلق بسرعة ٨٠ ميلا فى الساعة بالنسبة للأرض أو أى انسان واقف على الأرض . . ومن الاتجاه المضاد يأتى عبيد فى قطار ينطلق بسرعة ١٢٠ ميلا فى الساعة بالنسبة للأرض . والسؤال الآن : ما هى سرعة زيد بالنسبة لعبيد ؟ . . كلاهما سيسجل للآخر سرعة ٢٠٠ ميل فى الساعة بالنسبة للمقطارين المنطلقين فى اتجاهين متضادين . . فهذا يتجه بالنسبة لذاك بسرعة ٨٠ ميلا و ١٢٠ ميلا فى الساعة ، ولا بد أن نجمع سرعتين . .

أنتم اذن متفقون معنا على ذلك ، فقد درسنا هذا فى
المدارس .

تمام الاتفاق . . مع استثناء بسيط

دعنا الآن من الاستثناءات البسيطة . . علينا أن
نطبق حالة القطارين على سفينتين فضائيتين ، أحدهما
تنطلق بسرعة ٨٠ر٠٠٠ ميل فى الثانية ، والثانية تقبل
عليها بسرعة ١٢٠ر٠٠٠ ميل فى الثانية ، عندئذ ستكون
سرعة كل سفينة بالنسبة للأخرى ٢٠٠ر٠٠٠ ميل فى
الثانية ، وفى هذه الحالة ستكون السرعة النسبية أكبر من
سرعة الضوء بحوالى ١٤ر٠٠٠ ميل . . اننا - لعلمك -
لم نفعل شيئا غريبا ، فلقد طبقنا ببساطة تلك المسألة
الحسابية التى يدرسها تلاميذ المدارس الاعدادية ،
ولا نقول طلبة الجامعات . . فما رأيكم فى ذلك ؟

ورغم تطبيقاتك الصحيحة يا فصيح ، فان سرعة
السفينتين الفضائيتين بالنسبة لبعضهما لن تكون ٢٠٠
ألف ميل فى الثانية ، كما نظن جميعا ، بل ستكون
بالتحديد ١٥٥ ألف ميل فى الثانية . . وهذه أقل من
سرعة الضوء !

عندئذ قد يضرب الفصيح أخماسا فى أسداس ، لأن
ذلك أمر غير معقول ولا مقبول ، ويخالف كل خبراتنا
الأرضية ، ولكن التناقض الذى وقعنا فيه يرجع الى تباطؤ

الزمن ، ويرجع أيضا الى عدم تطبيقنا لاحدى معادلات النسبية التى يجب أن تنسب كل سرعة الى سرعة الضوء وسنذكر هذه المعادلة فى هامش الكتاب * ، حتى يستطيع الفصيح أن يطبقها على أية حالة من الحالات .

لو أنك طبقت معادلة السرعات العالية جدا التى ننسبها الى سرعة الضوء ، لوجدت أن سرعة قطار زيد بالنسبة لسرعة قطار عبيد لن تكون مائتى ميل بالتمام والكمال ، ولكن المعادلة تقول أن هذه السرعة النسبية تقل بمقدار جزء من مليون جزء من البوصة عن المائتى ميل !

والى هنا قد يقهقه الفصيح ضاحكا ويقول : هل هذا كلام عقلاء ؟ .. كيف نستطيع أن نقيس ذلك بمعايرنا الأرضية مهما بلغت دقتها ؟

ونحن مع الفصيح فى استنتاجاته ، لأن كل سرعة أرضية ، حتى ولو كانت لصاروخ ينطلق الى الفضاء

* سرعة قطار زيد بالنسبة لقطار عبيد (والعكس صحيح) = مجموع سرعة القطارين وهما منطلقان فى اتجاهين متضادين .. الا أن السرعات العالية جدا لا تنفع معها المعادلات التى نستخدمها على أرضنا ، وعلينا إذن أن نستخدم المعادلة الآتية :

سرعة السفينتين الفضائيتين كل بالنسبة للآخرى وهما منطلقتان فى اتجاهين متضادين فى الثانية = سرعة السفينة أ + سرعة السفينة ب

$$\frac{ا + سرعة أ \times سرعة ب}{}$$

مربع سرعة الضوء .

ويتوجه الى القمر أو المريخ هي بالنسبة لسرعة الضوء سرعة
حقيرة جدا ٠٠ فسرعة الصاروخ الذي يفلت من جاذبية
الأرض الى الفضاء تقع فى حدود سبعة أميال فى الثانية ،
قارن ذلك بسرعة الضوء التى تبلغ ١٨٦ ألف ميل فى
الثانية ٠٠ ولكوننا نستخدم على أرضنا سرعات بطيئة
للغاية ، فاننا لا نلاحظ شيئا غير عادى ٠٠ الا أننا سنقع
فى أمور متناقضة لو أننا طبقنا ما نستخدمه فى حياتنا
اليومية على السرعات الكونية العالية ، ولقد رأينا كيف وقع
الفصيح فى « المطب » ، عندما افترض سرعات عالية جدا
للسفن الفضائية ، وعليه أن يطبق المعادلة التى وضعناها
فى الهامش أو لو أننا افترضنا أن هناك سفينة فضائية
تنطلق بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ، ونها قد أطلقت
من مقدمتها صاروخا لينطلق بدوره بسرعة ٩٠٪ من سرعة
الضوء ٠٠ عندئذ قد نقول : أو سرعة الصاروخ بالنسبة
لراصد فى الفضاء لا بد وأن تكون أكبر من سرعة الضوء
ب ١٨ مرة ٠٠ وهى حسابات منطقية ومعقولة ٠٠ ولكن
العلماء يقولون : ان سرعة هذا الصاروخ لن تزيد عن
٩٩٪ من سرعة الضوء وليس ١٨٠٪ من سرعة الضوء كما
نظن ، أو كما ظن المتهم الذى كتب فى ذلك شعرا
عندما ظهرت نظريته النسبية ، ولم يعجبه مضمونها :

يحكى أن سيدة اسمها نيرة

انطلقت بسرعة أكبر من أشعة ضوئية

ولقد خرجت الى الخلاء . يوماً
وانطلقت فيه بطريقة نسبية
ثم عادت فى الليلة الماضية ؟

ومع أن التناقض واضح بين ما نعرفه ، وبين ماتنادى
به النسبية ، إلا أننا سنتعرض فيما بعد لتوضيح سر ذلك
التناقض وعلينا الآن أن نقدم الافتراض الثانى الذى
بنى عليه أينشتاين نظريته النسبية الخاصة .



لقد انتهينا من الافتراض الأول الذى التقطه أينشتاين
نتيجة لتجربة ميكلسون ومورلى ، واعتبر أن سرعة الضوء
دائماً ثابتة .

أما الافتراض الثانى الذى وضعه اينشتاين نصب
عينيه فمؤداه : **أن كل حركة فى الكون نسبية . . .** ومعنى
هذا أنه لا يمكن لأى مخلوق فى الكون أن يتوصل الى قياس
حركة مطلقة أو سرعة مطلقة ونعنى بذلك أن تكون
هذه السرعة ثابتة بالنسبة لكل من فى الكون ولاثبات
فيه الا لسرعة الضوء فقد قدمنا أن كل ما فى الكون
يتحرك بالنسبة لغيره فى الزمان والمكان .

والواقع أن « رائحة » النسبية كانت تفوح بين
العلماء قبل أن يظهر أينشتاين ، فمنذ عهد طويل تعرض
نيوتن وجاليليو لموضوع الحركة ، وظهرت على هيئة
معادلات رياضية وقوانين لتربط ميكانيكا الأجرام

السماوية وحركتها بالنسبة لبعضها ، كما أنها لا تزال
صالحة لاستخدامها على أرضنا في حساب حركة الصواريخ
بالنسبة للأرض أو الشمس أو الكواكب الأخرى . . . وعندما
يتوصل الانسان الى بناء صواريخ تسير بسرعة قريبة من
سرعة الضوء ، فلا بد أن يلجأ الى معادلات نظرية النسبية ،
لأن المعادلات الأخرى لا تنفع في هذا المجال .

والواقع أن نسبية الزمان والمكان على أرضنا لا تسبب
لنا مشكلة على الإطلاق . . . وكذلك الحركة ، فعندما نقول
ان السيارة تنطلق بسرعة . ٥ ميلا في الساعة ، الطائرة
بسرعة ألف ميل ، والصاروخ بسرعة ١٧ ألف ميل في
الساعة فاننا نعنى أن كل هذه السرعات منسوبة الى هذه
الأرض . . . ولا شيء غيرها .

أنت تستطيع أن تعرف سرعة القطار أو السيارة من
خلال الأشياء الثابتة التي تمر بها ، أو تمر بك ، كأعمدة
التليفونات والأشجار والمحطات وسطح الأرض ذاتها . . .
ان مرورك بها هو الذى يعطيك احساسا بالحركة ، ولكن
مع الطائرة فالأمر مختلف . . . فعندما ترتفع الطائرة الى
أعلى جدا ، تبدو لركابها وكأنها هي لا تتحرك . . . وأن
الأرض هي التي تتحرك ببطء شديد .

اذن . . . فالاحساس بالحركة وأنت على ارتفاع كبير
فى الجو ، غيره وأنت تنطلق على الأرض ، فليس فى الجو

أعمدة ولا أشجار ولا أشياء ثابتة لتمر بجوارك وتعطيك احساسا بسرعة الطائرة . . كل ما هنالك أن السحاب والأرض يبدوان وهما يتحركان ببطء شديد . . فالأرض هي الشيء الوحيد الثابت الذي تستطيع أن تنسب اليه سرعتك باحساس قد يخدعك أحيانا كثيرة عندما تمتعد عن أرضك .

أن النسبية التي نتحدث عنها لا تتناول الأمور التي نعرفها على أرضنا ، ولكن أينشتاين يتعمق من خلال معادلاته بنظرة ثاقبة الى حركة الكون ككل . . انه يريد أن يسبر أغواره . . أن يتوصل الى بعض أسراره . . أن يربط ظواهره المتباينة من حركة وزمان ومكان ومادة وطاقة وجاذبية ومغناطيسية . . الخ ، في نسيج رياضي عله يخرج من ذلك بشيء جديد يرشدنا الى أصالة القوانين الكونية التي تشير الينا من طرف خفي أن الكون وحدة واحدة . . وأن اختلفت مظاهره .

أنت على الأرض تعيش باحساس ، وفي الفضاء الواسع يختفي الاحساس بالزمان والحركة والمكان . . الخ .

دعنا نوضح ذلك فنقول : لو أن « فهلاو » قد استقل سفينة فضائية لتحمله بعيدا عن أرضه بسرعة ٥٠ ألف ميل في الساعة بالنسبة للأرض . . عندئذ سيجد نفسه بعد أيام في فضاء واسع رهيب . . بينه وبين الأرض

ملايين الأميال ٠٠ لا شيء حوله يعطيه احساسا بالحركة ،
ولهذا يبدو له أنه لا يتحرك على الإطلاق ٠٠ ومهما بلغت
« فهلوته » ، فإنه لا يحس بمعنى فوق أو تحت ، بالنسبة
لماذا ؟) ٠٠ ولا يعرف يمينا ولا يسارا ، ولا زمانا ولا مكانا
٠٠ فليس للفضاء حدود ولا اتجاهات ولا زمان كما نعرف
ذلك على أرضنا ٠٠ فالذي يعطينا احساسنا بالزمن مثلا
هو دوران الأرض على محورها ، ليتعاقب الليل والنهار ،
وتكون الأيام والساعات والشهور ٠٠ الخ ، ولولا هذه
الحركة ، لما كان للزمن في حياتنا معنى .

ويدعو فهلاو ربه أن يهييء له من أمره رشداً، ويرقب
الفضاء الواسع من حوله ، فيرى بقعا ضوئية (النجوم)
تنتشر فيه الى ما لا نهاية ٠٠ واذا بسفينة فضائية أخرى
تستقلها بهانة . . انها تقترب منه شيئا فشيئا ، ويضرب
فهلاو أخماسا في أسداس ويتساءل : هل أنا الواقف وهي
تجري ؟ ٠٠ ربما ، أو هل هي بسرعة أكبر مني تجرى ؟ ٠٠
يجوز ، أو هل هي واقفة ، ولكنني أنا الذي أعود الى
الخلف لتجذبني أرضى ٠٠ من يدري ؟ ٠٠ وعندئذ يتذكر
فهلاو شعر ايليا أبو ماضى فينشده :

وطريقي ما طريقي ؟ أطويل أم قصير ؟

هل أنا أصعد أم أهبط فيه وأغور

أنا السائر في الدرب أم الدرب يسير

أم كلانا واقف والدهر يجري ؟ ٠٠ لست أدري

الواقع أن كل شيء في الفضاء جائز ، ما دام لا يوجد شيء « ثابت » قريب منهما ليحدد! سرعتهما واتجاههما في الفضاء . . كل ما يستطيعان معرفته أن أحدهما يتحرك بالنسبة للآخر . . ولكن ، من منهما « الواقف » ومن المتحرك ، . . فانهما لا يستطيعان معرفة ذلك ، رغم أن كلا منهما يتحرك . . فالحركة في الفضاء الكوني ليس لها معنى كما هو الحال على أرضنا ، اللهم الا اذا نسبتها الى شيء آخر .

ولم نذهب بعيدا ، ونحن نمر بهذه التجربة على أرضنا ؟

لو أنك وقفت على كوبرى ، ونظرت الى الماء وهو ينساب بسرعة معينة ، ثم أطلت التأمل ، وركزت عليه البصر ، لهييء اليك أن الماء قد سكن ، وأن الكوبرى هو الذى يتحرك . . ولكنك ستطرد هذه الفكرة من عقلك ، فلا شك أنك تعرف مقدما أن الكوبرى لا يمكن أن يتحرك ، وأن تيار الماء لن يتوقف .

أو ربما تكون فى قطار واقف بالمحطة ، وبجوارك على نفس الرصيف قطار آخر واقف . . فاذا تحرك القطار المجاور ببطء تاركا المحطة ، ورنوت بعينيك الى عرباته ، هييء اليك أن قطارك هو الذى يتحرك ، وأن الآخر واقف ، وقد لا تعرف ذلك ، الا اذا نظرت الى شيء ثابت (كالرصيف أو المبانى) ، لتحديد أى القطارين يتحرك .

وكذلك الحال مع فهلاو وبهانة في الفضاء . . فليس هناك شيء قريب ثابت (كما في المحطة مثلا) ليرشدهما من « الواقف » منهما ومن المتحرك . . وعندما نقول من الواقف فان ذلك لا يعنى أن أحدهما متوقف عن الحركة بالفعل ، فلا يوجد شيء بدون حركة ، حتى لو بدا لأحاسيسنا أنه واقف لا يتحرك ، وعليه ، فلا يجب أن نحكم على الأمور بظواهرها .

أضف الى ذلك أن الحركة في الفضاء لا تظهر الا اذا اختلفت سرعة بهانة عن سرعة فهلاو ، اذ لو تساوت سرعتاهما ، لبدا لكل منهما أن الآخر لا يتحرك على الاطلاق . . حتى اذا ما ظهر لهما كوكب بعيد ، وأخذا يقتربان منه رويدا رويدا ، فانهما لا يعرفان ان كان الكوكب هو الذى يندفع نحوهما ، أو أنهما يندفعان نحوه . . فكل شيء جائز .

أنت مثلا ترى النجوم وكأنما هي ثابتة في مواقعها في الفضاء ، وأنها تظهر في كل ليلة في نفس المكان . . ولكن ليس معنى ذلك أن النجوم ثابتة لا تتحرك . . بل هي ونحن نتحرك بالنسبة لبعضنا بسرعة منتظمة ، فيبدو لنا أن كل شيء ثابت في مكانه .

يعنى هذا أيضا أننا لا نستطيع أن نتوصل بوسيلة من الوسائل الى قياس الحركة المطلقة ، ولا كذلك اثباتها ، الا اذا نسبتها الى شيء ساكن لا يتحرك على الاطلاق . . وما دام لا يوجد في الكون شيء بدون حركة . . وأن الكل

يتحرك بالنسبة لبعض ٠٠ اذن فلا مناص من القول بأن كل حركة نسبية .

أظنك الآن قد استوعبت معنى ما تعرضنا له من قبل عن فكرة الأثير ، ومحاولات العلماء للكشف عن إمكان الاستدلال عليه دون طائل ، وربما كان هو الشيء الوحيد الساكن في الكون الذي نستطيع أن نتخذه كإطار ثابت لنقيس سرعة الأرض المطلقة بالنسبة لسكونه ، وذهبت كل محاولاتهم سدى ٠٠ لأنه ربما يكون غير موجود

لقد خيمت على عقول بعض علماء القرن التاسع عشر فكرة غريبة ٠٠ وظهرت بينهم فكرة « تأمر » الطبيعة ضدهم ، لتمنعهم من الوصول إلى الحركة المطلقة ، أو المعرفة المطلقة ؟ أو الحقيقة المطلقة ، أو أى شيء مطلق !

والواقع أن ما ظنه العلماء تأمرا من جانب الطبيعة ضدهم ، قد لا يخرج عن مضمون يحتاج إلى عقلية جديدة تستطيع أن تفسر لهم سر هذا التآمر ٠٠ مثلهم في ذلك كمثل إنسان يريد أن يخترع آلة تتحرك حركة أبدية بنفس الطاقة المتولدة عن حركتها مثلا ، وعندما يفشل في ذلك ، يرجعه إلى أن الطبيعة تتآمر ضده وتمنعه من الوصول إلى اختراع مثل هذه الآلة ، ولكنه لا يعرف أن هناك قانونا من قوانين الطبيعة لا بد أن يسرى ، ذلك هو قانون الطاقة ٠٠ فلا حركة بدون مدد من الطاقة ، وليس للتآمر معنى ولا وجود .

وعندما يجيء أينشتاين ، يوضح الصورة المهزوزة التي سيطرت على العقول : ليبين أن ما ظنوه تأمرا من جهة الطبيعة ، قد يكون قانونا من قوانينها مؤداه « أننا لا نستطيع أن نتوصل الى اثبات حركة مطلقة أو سكون مطلق بأى تجربة من التجارب » . . وبناء عليه فلا يمكن أن نكتشف الأثير ، ولا نحتاج الى وجوده .

لقد بنى أينشتاين معادلات نظرية النسبية على افتراضين أساسيين ، هما نسبية الحركة وسرعة الضوء التي لا تتغير ، ولهذا كانت هذه السرعة هي الأساس في بنائه الرياضى ، لأنها الشيء الوحيد المطلق الثابت . . وكانما الضوء قد أصبح بمثابة « رسول » الكون الذى ينتشر فيه ، ليرينا بعض ما فيه ، فبدون ضوء ، فأننا لا نستطيع أن نرى شيئا ، وبدون عيون مبصرة ، فلن يكون للضوء معنى . . ولكن الضوء وحده لا يكفى ، ولا كذلك العيون المبصرة ، بل لابد من وجود عقول خلاقة تفترض وتناقش وتدرس وتفكر ، وتمحص وتستنتج ، وتخترع أجهزة ، وتستنبط وسائل لتعيينها على تحديد طبائع الأشياء ، ثم عليها أن تحلل ظواهر الطبيعة المختلفة، وتضع لها وحدات خاصة لتعيينها على التحديد والقياس ، مثل وحدات السرعة أو المسافات والأوزان والزمن والكهربية والمغناطيسية والجاذبية والمادة والطاقة . . الخ . . ثم لابد أن تضع كل هذا فى بناء رياضى ليظهر أمامنا على هيئة

معادلات ، ثم علينا أن نضع هذه المعادلات تحت التمحيص والاختبار والتجربة العلمية ، فاذا كانت افتراضاتنا صحيحة ، وبنائنا الرياضى قد أدى الى أمور تثبت الأيام صحتها أو صلاحيتها للتطبيق فى كل المجالات . . من أول الجسيم الى الذرة الى المادة وكل ما فى السماوات ، فلا شك أنها معادلات أصيلة ، تبدو أمام أربابها وكأنما هى بمثابة « حجر رشيد » الكون الذى يرشدنا الى لغته السرية ، وقوانينه المطرية .

لهذا عندما نقول ان الحركة نسبية ، أو أن « ظواهر الطبيعة تبدو واحدة لاثنين يتحركان بالنسبة لبعضهما فى اطارين بسرعة منتظمة » . . فان من وراء ذلك مضمونا رياضيا عميقا يوضح أمورا قد لا تخطر لنا على بال . . منها مثلا أن فهلاو لو تحرك فى اطاره (أو سفينته) بالنسبة لبهانة فى اطارها بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، فان الفصيح يرى فى اطار بهانة أشياء غريبة ، لو حدثها عنها لا تهتمه بالخبل والجنون ، وكذلك ترى بهانة أمورا مثيرة فى اطار فهلاو . . كل على حسب حركته بالنسبة الآخر .

دعنا نوضح معنى ذلك فى باب آت مستقل .

تحرك
أسرع ..
تشمش
أكثر !



لكى نستوعب أول ظاهرة من الظواهر الغريبة التي
زادت بها إحدى معادلات النسبية ، كان لزاما علينا أن
نقدم رحلة خيالية ، فهي الوسيلة الوحيدة التي قد تغنينا
عن تعقيد المعادلات الرياضية ، وتوضح لنا السر الكامن
في هذه اللغة الغريبة .

لنفترض أن الفصيح وفهلاو قد انطلقا في سفينة
فضائية طولها عشرون مترا ، ومزودة ببعض الأجهزة
البسيطة اللازمة لقياس الأطوال والزمن والكتلة .. الخ ،
(مساطر وساعات وموازين حساسة) .. وأن بهانة
ومسعدة قد انطلقتا في سفينة أخرى تشبه تماما سفينة
الفصيح ، ومزودة بنفس الأجهزة المضبوطة تماما بمعايرنا
الأرضية .

وتنطلق سفينة الفصيح وفهلاو أولا ، ولا بد أن تسير
في خط مستقيم وبسرعة منتظمة ، أى بدون لف أو دوران
أو إبطاء أو اسراع . . فهذه هي الشروط التي تتطلبها
نظرية النسبية الخاصة . . وكذلك الحال مع سفينة بهانة
ومسعدة .

وفي الفضاء الكوني نلحق سفينة السيدتين بسفينة
الرجلين بسرعة ١٦٣ ألف ميل في الثانية ، أى بسرعة
تساوى تقريبا ٩٠٪ من سرعة الضوء . . وعندما يلقي
الفصيح نظرة خاطفة على سفينة بهانة ، يرى السيدة وهي
واقفة أمام مرآة مثبتة في مقدمة السفينة وهي تتطلع الى
زيتها ، ثم يرى مسعدة وهي ممددة على سرير ورأسها
متجه الى مقدمة السفينة ، ويفرك الفصيح عينيه وهو لا
يكاد يصدق ما يراه (ولنفترض هنا أن بهؤلاء الرواد
« عيوننا كونية » تستطيع أن ترى على أبعاد شاسعة نفس
ما تراه عن قرب) . . لقد كانت سفينة السيدتين طويلة
. . طولها عشرون مترا بالتمام والكمال ، ولكنها قد
انكشفت وهي تمرق بجواره بهذه السرعة الرهيبة الى
النصف ، فأصبح طولها عشرة أمتار لا غير ، ولكونه لا
يعرف شيئا عن النسبية ، فان فصاحته لن تنفعه في تحليل
ما يرى . . خصوصا تلك الحالات التي طرأت على بهانة
ومسعدة ، فبلجأ الى فهلاو لينظر عليه يرى غير ما يرى ،
ولكن فهلاو يصيح بدهشة : يا الهى . . ماذا أرى ؟

ويشير على الفصيح أن يجرى اتصالا موجيا ببهانة
ليسألها عما حدث لها ولمسعدة ، ولنتصور أن مناقشة
بينهما قد دارت هكذا :

الفصيح : هالو بهانة .. ماذا جرى ؟ .. اننى أراك
فى حالة يرثى لها ؟

بهانة (بدهشة) : ماذا تقول ؟ .. اننى أنا أنا !

الفصيح (ضاحكا) : ولكننى أراك بأنف أفطس ،
ووجه مبسط ، وقوام يدعو الى الضحك أو الرثاء ، لست
أدرى .. انك تظهرين كمسخة بشرية ، أو كأنما قد ..

بهانة (مقاطعة وهى تنظر فى المرآة لتتأكد من
نفسها ، وعندما لا تجد شيئا غير عادى تثور لكرامتها
وتقول) : انك رجل وغد وليس لديك نظر .. انكم لن
تتخلوا عن طبيعتكم أبدا ، حتى ولو جئتم الى الفضاء !

فهلاو : لقد تجنيت على الفصيح يا بهانة .. اننى
أيضا أراك كما يراك هو .

بهانة (بعصبية) : كلكم أوغاد .. والا فبالله
خبرانى : كيف تريان مسعدة ؟

الفصيح : انها قزمة .. لقد فقدت قوامها المشوق ،
وانكمش طولها الى النصف حتى ليها أينا أننا لا نستطيع
أن نميز طولها من عرضها .. انها أشبه بدمية بشرية

ممددة على السرير ، ولعلمك أيضا فاننا نرى سريرها وقد أصبح طوله مترا ، علما بأن طوله على الأرض كان مترين .

وتسرع بهانة لتقيس طول السرير ، فتجده مترين . . . وتقيس مسعدة ، فلا تلاحظ أى ضمور فى قوامها . . . كل شىء حولها عادى ، وعندئذ تخاطب الرجلين قائلة : لا شك أنكما مجنونان !

فهلاو : ولكننا نوكد لك أن المسطرة التى قست بها قوام مسعدة ، وسرير مسعدة نراها وكأنما قد انكمشت الى النصف . . ان كل شىء عندك قد تضائل طوله الى النصف . . أنت تبدين أمامنا وكأنك « مسسلوعة » . . نحيفة ، حتى بروز صدرك !ناهد قد فقد رونقه وبهائه . . لقد انكمش أيضا الى النصف ، وحتى . . .

بهانة (مقاطعة) : حتى أنت يا فهلاو ؟ . . عليكما اللعنة فى الأرض وفى الفضاء .

ان بهانة لن تصدق بحال من الأحوال كلام الرجلين ، وربما نحن كذلك . . والسؤال الآن : هل انكمش كل شىء فى سفينة بهانة حقا ؟ . . وليس لهذا السؤال - فى الواقع - معنى ، الا اذا كنت أكثر تحديدا فى السؤال . . انكمشت بالنسبة لمن ؟

بالنسبة لنفسها أو مسعدة أو أى شىء حولها ، فانها

لن ترى شيئا غير عادي ، لأن كل ما حولها - في سفينتها - لا يتحرك بالنسبة لنفسه ، ولهذا يبدو كل شيء فيها عاديا ومنطقيا ، تماما كما لو كانت على الأرض ، ثم انها - وهي تتحرك بهذه السرعة الرهيبة - لا تحس أنها تتحرك ، فليس حولها شيء قريب ثابت في الفضاء الواسع ليعطيها احساسا بالحركة ، وحتى لو نظرت الى سفينة الرجلين ، لوجدت أنهما يتحركان بالنسبة لها بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ، وعندئذ ستري أن كل شيء في سفينة الرجلين قد انكمش الى النصف ، رغم أن الرجلين لا يلحظان أي شيء غير عادي في الاطار الذي يعيشان فيه ٠٠ أن الصورة تختلف فقط اذا نظرت الى الأشياء الأخرى في اطار وهو يتحرك بسرعة كبيرة بالنسبة لاطارك (الذي يبدو لك ساكنا غير متحرك) .

لو أن سفينة الفصيح قد انطلقت بنفس السرعة التي تنطلق بها سفينة بهانة ، أي بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ، فإن أحدهما لن يرى شيئا غير عادي في سفينة الآخر ، فسرعتهم النسبية - في هذه الحالة - تساوى صفرا ، ولهذا يبدو لهما أن أحدهما واقف لا يتحرك بالنسبة للآخر ٠٠ ولكن ، لو كنت أنت « واقفا » في الفضاء لترقب هذا الحدث ، لوجدت أن كل شيء قد انكمش الى النصف في السفينتين وهما تمران أمامك بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء .

والواقع أن كل هذا وغيره تحكمه معادلة رياضية *
 قدمها لنا فيتزجيرالد ولورنتز - كل على حدة - لمعالجة
 بعض المسائل العلمية ، ولازلنا - حتى يومنا هذا - نطلق
 على هذه الظاهرة « انكماش فيتزجيرالد - لورنتز » .
 ومؤداها أن الشيء كلما تحرك أسرع ، انكمش أكثر
 (بالنسبة لراصد يرقب ما يحدث في الشيء المتحرك) .
 وهذه في الواقع نتيجة لا تستطيع عقولنا أن تستوعبها
 بسهولة ، ولم تعجب بعض المنهكمين ، فكتب أحدهم في
 ذلك شعرا يسخر فيه من فيتزجيرالد ومعادلاته :

يحكى أن شابا قويا يدعى فيسك
 يمسك بسيف طويل حاد النصل
 وحين يلوح به في الهواء بأقصى سرعة

* معادلة هي : $\tau = \tau_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ حيث τ هو

الطول الذي يمكن أن تحصل عليه لاي شيء متحرك بالنسبة لك ،
 τ_0 = طول الشيء الاصلى وهو في حالة سكون بالنسبة لك ، v =
 سرعة هذا الشيء بالنسبة لك (او السرعة النسبية لاي شئيين
 يتحركان بالنسبة لبعضهما) ، c = سرعة الضوء . وبالتعويض
 بقيم معروفة مقدما تستطيع أن تحصل على طول الشيء (τ) وهو
 يتحرك بالنسبة لك . . فسرعة الضوء معروفة ، وطول الشيء الاصلى
 معروف (طول سفينة بهانة مثلا) ، والسرعة النسبية معروفة . .
 عندئذ تستطيع أن تحصل على τ - .

يتدخل انكماش فيتزجيرالد في الحركة

فينكمش سيف الشاب الى قرص !

ولقد استخدم فيتزجيرالد هذه المعادلة ، ولوح بها في وجه ميكلسون ومورلي ، وأرجع فشلها الى عدم التوصل الى وجود اختلاف في سرعة الضوء بسبب انكماش أطوال الجهاز وهو ينطلق مع الأرض بسرعتها في « الأثير » (حوالى ١٨٥ ميل في الثانية) . كما أن هذه السرعة كفيلة باحداث انكماش في كل شيء على الأرض . . . ولكن لماذا لا نلاحظ ذلك على أرضنا ؟

ان الأرض تتحرك ، ونحن نتحرك معها ، ونكتسب نفس سرعتها ، ولهذا فإن سرعتنا بالنسبة لها تساوى صفراً . . . وعندئذ لا نستطيع أن نلاحظ مثل هذا الانكماش، لأنه ضئيل غاية الضآلة . . . ثم لأن كل شيء ينكمش حتى الآلات التي تقيس بها الأطوال . . . تماما كما لا تستطيع بهانة مثلا أن تلاحظ أى انكماش في اطارها وهو يتحرك بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء (بالنسبة لنا أو لأرضنا)

دعنا نتعرض مثلا لطائرة نفاثة وهي تطير بسرعة ٧٥٠ ميلا في الساعة بالنسبة للأرض ، ونتساءل : ما مقدار الانكماش الحادث في الطائرة بالنسبة لك وأنت ترصدها من الأرض ؟

لو أنك طبقت أصول المعادلة ، لوجدت أن انكماش

الطائرة (وكل من فيها) لا يزيد عن جزء من مليون مليون جزء من البوصة ٠٠ أو لو أنك « وقفت » في الفضاء ، ورصدت سرعة الأرض وهي تنطلق في مدارها بمقدار ١٨٥ من الميل في الثانية ، لوجدت أن قطرها قد انكمش بمقدار ١٢ سنتيمترا لا غير (هذا وقطر الأرض يساوي ١٢٧٦٠ كليو مترا أو ١٢٧٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ سنتيمتر ٠٠ أي بنسبة جزء الى مائة مليون جزء) .

ان الانكماش الحادث بالنسبة للسرعات التي نعرفها على أرضنا لا يمكن قياسه بأدق الأجهزة العلمية ، ودعك من عيوننا القاصرة ٠٠ لأنك لو نسبت هذه السرعات الى سرعة الضوء ، لوجدت أنها سرعات جد ضئيلة ، ويتبع ذلك انكماش جد ضئيل .

ان الانكماش يظهر فقط عندما نقرب من سرعة الضوء ، فاذا انطلق الشيء بنصف سرعة الضوء ، ينكمش طوله في اتجاه الحركة بنسبة ١٥٪ من طوله وهو ساكن ، ولو وصل الى ٩٠٪ من سرعة الضوء لتضائل طوله الى النصف ، حتى اذا أوصلناه الى سرعة انضوء ، فانه ينكمش بنسبة ١٠٠٪ ، أي أنه يختفي تماما بالنسبة لكل من يراه (طبق أصول المعادلة التي أوردناها تجد نتيجتها صفراً)

وهنا قد يقفز فصيح آخر ويقول : هذا هراء ٠٠ اذ كيف يحدث ذلك ونحن نعلم من القوانين العلمية أن لا شيء الى اختفاء أو فناء ؟ ٠٠ هل يريد أصحاب هذه النظريات

ان يعيدوا الى اذهاننا أسطورة طاقة الاخفاء ؟ . . أهذا
كلام عقلاء ؟

وعلى الفصيح أن يثبت لنا عكس هذا ان استطاع الى
ذلك سبيلا ، كما أننا لا نستطيع أيضا أن نثبت الانكماش
الحادث ، لأننا لم نمر بمثل هذه التجارب على أرضنا ، ولم
نتوصل الى انتاج صواريخ تنطلق بسرعة قريبة من سرعة
الضوء ، وعلينا أن نترك ذلك لأجيال المستقبل ، فقد
يتوصلون الى انتاج مثل هذه الصواريخ ، وعندئذ سيعلمون
ان كانت معادلات أجيالنا على خطأ ، أو أننا على صواب .

ومع ذلك نعود لنقول للفصيح : أنه لا يمكن لشيء
مادى ، حتى ولو كان جسيما ذريا غاية فى الضآلة أن
ينطلق بسرعة الضوء ، فهناك أمور جوهرية تمنع ذلك ،
وسنتعرض لها فيما بعد ، وعليه فلن يختفى الشيء اختفاء
تاماً . . انه ينكمش فقط الى أبعد حدود التصور ، كلما
اقترب من سرعة الضوء !

ولكى نتصور معنى هذا الانكماش جيدا ، فعلينا أن
نتصور قطارا طوله مائة متر يقف بجوار رصيف طوله
مائة متر كذلك ، وبحيث تكون مقدمته عند بداية
الرصيف ، ومؤخرته عند نهاية نفس الرصيف .

عندئذ لو تصورنا أن نفس هذا القطار قد مر بسرعة
١٤٠ ألف ميل فى الثانية ، واستطعنا أن نلتقط صورة
شاملة للرصيف والمحطة والقطار وهو يمر فى نفس

اللحظة بجوار الرصيف ، لوجدنا أن طول القطار يحتل فقط ٦٠ مترا من طول الرصيف . . . ويعنى هذا أن قطارنا العجيب قد انكمش بنسبة ٤٠٪ من طوله الأصلي . . . كذلك لن نرى عجلانه مستديرة ، بل تبدو لنا بيضاوية نتيجة لانكماشها أيضا فى نفس اتجاه حركة القطار . . . وعند ما نرى الناس فى داخله ، فانهم يبدوون لنا كما بدت بهانة ومسعدة للفصيح وفهلاو .

ولكن . . . كيف يرى الركاب الرصيف ، وكل من على الرصيف .

سيبدو لهم أن الرصيف هو الذى يمر بهم وكذلك مباني المحطة والناس الواقفين على الرصيف . . . تماما كما تمر بنا أعمدة التليفونات ونحن نركب أحد القطارات ، وسيظهر لهم أن رصيفنا قد انكمش بنسبة ٤٠٪ من طوله الأصلي ، وكذلك ينكمش - بنفس النسبة - الناس والمباني . . . الخ .

ان الناس الواقفين على الرصيف لن يلاحظوا حولهم أمورا غير عادية ، ولا الراكبون فى القطار العجيب يلاحظون انكماش قطارهم ، أو أى شىء فى اطارهم . . . انما يبدو لنا الانكماش اذا مر الشىء بسرعة رهيبية (بالنسبة لنا نحن الواقفين) ، وكذلك يبدو لراكبى هذا القطار العجيب أنهم لا يتحركون ، وأن الأشياء حولهم هى التى تتحرك وتمر بهم بمثل هذه السرعة العظيمة ، وتظهر لهم فى حالة انكماش !

تحرك
أسرع
تثقل
أكثر!



ربما يغتاز س.ص. فهلاو عندما تقع عيناه على هذا العنوان ، لأنه يعلم أن الحركة والجري والمجهودات العنيفة تؤدي الى نقص الوزن ، ولسكنها لا تزيده . فكيف اذن نتعرض لمسألة بديهية مثل هذه لا يقرها العرف ولا المنطق ولا العلم ؟

صحيح أن الحركة في المخلوقات الحية تحتاج الى طاقة ، والطاقة تحتاج الى وقود ، ووقودنا يتركز في السكر والدهون ، وهذه بدورها تحترق وتستهلك في الجهد المطلوب ، ولهذا ينقص وزن الجسم ، ما لم يعوضه صاحبه بتموين جديد .

ولكن معادلة النسبية التي تنادي بهذا العنوان الغريب ، لا دخل لها في الرياضة البدنية ، أو حركة

المخلوقات على أرضها ، لأن كل حركة حيوية انما هي ناتجة من تفاعل كيميائى يجرى فى أجسامها . . ولا دخل لنا بكل ذلك ، فموضوعنا يتناول أموراً أعمق من هذه بكثير . . فكلما تحرك الشئ أسرع ، زادت كتلته أكثر .

والى هنا قد يعترض فهلاو ، وقد يعترض غيره ، فيتساءل بدهشة : أو ليس فى ذلك تناقض واضح بين مبدأين ؟ . . لقد ذكرتم من قبل أن الشئ اذا تحرك بسرعة أكبر ، انكمش أكثر ، حتى اذا وصلت سرعته الى سرعة الضوء فانه يختفى . . ثم تأتى معادلة أخرى لتقول : ان الشئ كلما تحرك بسرعة أكبر ، زادت كتلته أكثر . . وربما تتنبأ تلك المعادلة أيضاً بأن كتلة الشئ تزداد زيادة هائلة اذا اقتربت من سرعة الضوء ، وربما تصبح كتلتها لا نهائية اذا وصلت فى سرعتها الى سرعة الضوء .

تماماً يا فهلاو . . فالمعادلة تتنبأ فعلاً بذلك ، رغم أنك لا تستطيع أن تستوعب مثل ذلك . . فهل يعقل أن الشئ كلما اقترب من سرعة الضوء يتضاءل ويتضاءل حتى يكاد يختفى ، ثم فى نفس الوقت تزداد كتلته وتزداد حتى تصبح كتلة لا نهائية . . أى أكبر من كتلة المادة الموجودة فى كل الأكوان بأضعاف مضاعفة ؟

صحيح أن هذا أمر فى ظاهره عدم التعقل ، ولكن فى جوهره سر من أسرار الكون عظيم . . ولكن صبراً ، فلكل شئ أوان !

لقد كان الظن السائد منذ أيام نيوتن حتى نهاية القرن التاسع عشر ، أن كتلة الشيء لا تتغير ، سواء أكانت فى حالة حركة أو سكون . . فلو أن كرة من الصلب قد انطلقت فى الفضاء بسرعة ألف ميل فى الساعة ، أو ستين ألف ميل فى الثانية ، فإن كتلتها لن تتغير بالنسبة لكتلتها الساكنة على الأرض . . ولكن نظرية النسبية جاءت لتقول غير ذلك ، فزعزعت ثقة العلماء فيما كانوا فيه يعتقدون .

وقبل أن نتعرض لهذا الموضوع ، نود أن نوضح شيئاً هاماً . . فمعظمنا يعتقد أن كتلة الشيء هى وزنه ، أو أن وزنه تساوى كتلته . . وهذا اعتقاد خاطئ ، لأن العلماء لا يحددون الكتلة بوزنها على ميزان كما نفعل ذلك فى حياتنا اليومية ، ولكنهم يعتبرون كتلة الشيء هى مقاومته للحركة . . كلما كانت كتلة الشيء أكبر ، كانت مقاومته للحركة أعظم ، وتحتاج فى تحريكها ودفعها الى مجهود أضخم ، أو طاقة أكبر . . فالطاقة المبذولة لتحريك كرة من حديد فى حجم كرة القدم أكبر من تلك التى نبذلها فى تحريك كرة من نفس المعدن وفى حجم كرة التنس ، وهذه أكبر بالنسبة لبليّة . . الخ

وقد يأتى من يقول : ولكن الكرة الكبيرة أثقل وزناً من الصغيرة . . أى أنها أكبر كتلة . . فما الفرق اذن ؟

ان الوزن مثلاً يختلف باختلاف الجاذبية ، ولكن كتلة الشيء تبقى دائماً ثابتة ، لأنها تتكون من عدد محدد من

الذرات لا يجب أن تنقص أو تزيد ٠٠ في حين أن الوزن قد يختلف في الكون من مكان الى مكان ، ولكن لا بد أن تبقى المادة التي تكون هذه الكتلة ثابتة تحت كل الظروف، فإذا زادت الكتلة ، فهذا يعنى أن كتلة أخرى قد أضيفت الى كتلتها ، وأن عدد الجسيمات الذرية قد زادت في هذه الكتلة ، ولكن لا عليك من كل ذلك ، لأننا لا نريد أن ندخل في كثير من التفاصيل ، ولنعتبر تجاوزا أن الوزن يعادل الكتلة :

عندما جاء أينشتاين وجد أن الظن السائد بين جمهرة العلماء منذ عهد نيوتن حتى عصره ، أننا كلما سلطنا على الشيء قوة دافعة أكبر وأكبر ، فإنه يتحرك أسرع وأسرع، الى أن يأتي الوقت الذي يتحرك فيه بسرعة الضوء ، ودون أن تتغير كتلته .

ويقول أينشتاين من خلال معادلته : لا ٠٠ كلا الرأيين خاطيء ، فلا الكتلة تبقى على حالها ، ولا يمكن أن تنطلق بسرعة الضوء ٠٠ كيف ذلك يكون ؟

ان احدى معادلات النسبية قد تعرضت للعلاقة بين الكتلة والحركة* ولكي نستوعب ما جاءت به هذه المعادلة، دعنا نضرب الامثال لنوضح مضمونها .

$$* \text{ والمعادلة تقول : } K = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot K_0 \text{ حيث } K_0 \text{ تساوى}$$

لو أننا أطلقنا الى الفضاء كتلة من المادة تعادل مائة كيلوجرام بسرعة سبعة أميال فى الثانية (وهى السرعة اللازمة للهروب من جاذبية الارض والتي يستخدمها العلماء لاطلاق الصواريخ الى الفضاء) ، فان معادلة النسبية توضح ان هذه الكتلة قد زادت بمقدار ثلاثة أجزاء من عشرة آلاف جزء من الجرام ٠٠ أو أن كتلة الطائرة النفاثة التى تنطلق بسرعة الصوت تزيد بمقدار جزء واحد من مائة ألف جزء من الجرام ! ٠٠ وهذه زيادات جد طفيفة ، ولا نستطيع أن نتوصل الى قياسها .

ولكن الأمر يختلف تماما لو اقتربت سرعة المادة من سرعة الضوء ٠٠ خذ مثلا حالة بهانة التى تنطلق بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء ٠٠ فلو كانت كتلتها على الارض تعادل ٦٥ كيلو جراما ، فان كتلتها تبدو لنا وقد تضاعفت (أى تصير ١٣٠ كيلوجراما) ، ولكن بهانة لا تلاحظ على نفسها شيئا غير عادى ، لأنها لا تتحرك بالنسبة لنفسها ،

= كتلة الشيء وهو يتحرك بالنسبة لك ، او لاي اطار مرجع آخر ، ك = كتلة نفس الشيء وهو في حالة سكون ، س = سرعته النسبية (اى بالنسبة لك وانت واقف وهو يتحرك ، أو بالنسبة لاطارين يتحركان بسرعتين مختلفتين) (كما فى حالة الفصيح وبهانة مثلا) ، ض = سرعة الضوء .. وهذه سرعة معروفة ، كما ان كتلة الشيء وهو ساكن معروفة ، وكذلك السرعة النسبية .. وما عليك الا أن تعوض الرموز فى المعادلة بالارقام لتحصل على كتلة الشيء وهو يتحرك بالنسبة لك ، او لاي شيء آخر .

كما أنها اذا أمسكت بحقيبة يدها ، فانها لا تراها قد ثقلت
كما نراها نحن على أرضنا . . كل شيء فى اطارها يبدو
منطقيا ومعقولا ، تماما كما لو كانت تعيش على الارض . .
رغم أننا لا نرى ذلك من أرضنا وهي تنطلق بعيدا عنا
بسرعة ٩٠٪ من سرعة الضوء . . فكل شيء هناك يزيد فى
الكتلة .

وهنا قد تتساءلون : ولكن . . من أين جاءت هذه
الزيادة فى الكتلة رغم أن الكتلة - كما عرفناها - عدد محدد
من الذرات ، أو من الجسيمات التى تبنى الذرات ؟

والجواب : ان أية كتلة ساكنة لا يمكن أن تتحرك من
تلقاء نفسها . . أنت ترى حجرا ملقى فى الطريق ، ولم
يحدث أبدا أن تحرك هذا الحجر بمفرده ليفسح للناس
السبيل . . ولكن عليك أن تركز هذا الحجر ، أن تؤثر
عليه بقوة دافعة ، والقوة طاقة مبدولة . . وكلما كانت
كتلة الشيء كبيرة ، فانها تحتاج الى طاقات كبيرة ، كما
أن زيادة السرعة تبنىنا بطاقات دافعة أقوى . . اذا دفعت
شيئا ليجرى أسرع وأسرع ، فلا بد من طاقات مبدولة أكثر
وأكثر ، حتى اذا اقتربت سرعة الكتلة من سرعة الضوء ،
فانها - أى الكتلة - تزيد زيادة مطردة ، وتتضاعف مرة
ومرتين وعشرات ومئات وآلاف المرات ، حتى اذا ما وصلت
سرعتها الى سرعة الضوء (فرضا)، تصبح كتلتها لا نهائية .
أى أكبر من كل المادة الموجودة فى الكون . . ولكى تدفع
هذه الكتلة اللانهائية ، فلا بد أن نحصل على طاقة لانهاية،

أى أكبر من كل الطاقات الموجودة فى الكون بأضعاف مضاعفة .. وعليك اذن أن ترشدنا الى مدد من طاقة لا نهائية لندفع بها حبيبة من رمل بسرعة الضوء ، حتى تصير كتلتها لا نهائية .. وهذا أمر مستحيل ، وهكذا تقول لغة المعادلات .

ان النتيجة المحتومة أننا لن نتوصل أبدا الى كتلة لا نهائية ، لأننا لا نستطيع مطلقا الحصول على طاقة لا نهائية .. ولا انكماش الشيء الى لا شيء .. لأننا ببساطة لا نستطيع أن ندفع أية كتلة - مهما كانت ضئيلة - بسرعة الضوء .

ان الزيادة فى كتلة المادة التى تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء بالنسبة لاطار آخر فى حالة سكون (ظاهرى) قد نتجت من الحركة ، والحركة صورة من صور الطاقة ، وأن الطاقة الرهيبة التى دفعت الكتلة قد منححتها هذه الزيادة فى الكتلة .. وكانما الطاقة « تتجسد » على هيئة كتلة لتضاف الى الكتلة الأصلية .. وهذا ببساطة يعنى أن الكتلة طاقة ، وأن الطاقة كتلة .. اننا كمن يقول ان « الروح » تتجسد على هيئة مادة ، ولكن الروح ليست مادة ولا كتلة ، ولا يمكن القبض عليها لنضعها فى قفص ليراها الناس .. فالروح طاقة منطلقة ، والضوء طاقة ، والحرارة طاقة ، وأنت لا تستطيع أن تجمع الضوء فى « طشت » غسيل كما تجمع الأمطار ، ولا أن تزن الطاقة

الفكرية كما تزن البضاعة ، ولا أن تودع طاقة الحركة التي نتحرك بها طيلة حياتنا في احد البنوك كما نضع المال .. ولا أن تختزن الحرارة في (ماعون) التدفئك في فصل الشتاء .. الخ .

ان الطاقة في أية صورة من صورها شيء غير ملموس ، رغم أنه محسوس .. نحس مثلاً بالطاقة الحرارية ، ولكنها لا تتجسد ، ونحس بالطاقة الضوئية عن طريق عيوننا ، ولكنها لا تتجمع ، ونشعر برعدة الطاقة الكهربائية في أجسامنا ، ولكنها لا تسكنها ولا تختزن فيها .. الخ ، ولكن أن تتجسد الطاقة الدافعة لتصير كتلة ، فهذا أمر لا تستطيع عقولنا ادراكه .

ومع ذلك فان المعادلة تشير الى ذلك تماما .. فهل من دليل على صحة ما تنبأ به حتى تطمئن القلوب ، وتهدأ العقول ؟

اكثر من دليل .. اولها أن الجسيمات الذرية التي تنطلق في المفاعلات النووية بسرعة قريبة من سرعة الضوء تتضاعف كتلتها مرات عديدة .. والواقع أن العلماء يعيشون مع هذه الحقيقة ليل نهار ، ولا بد أن يستيعنوا بمعادلة اينشتاين لحساب الزيادة في كتلة الجسيمات مع زيادة سرعتها ، لكي يصمموا مفاعلاتهم الذرية على هذا الأساس ، ولو لم يفعلوا لاصبح مصيرهم كمصير المهندس

الذى وضع تصميمات كوبرى نبي العلاء بالقاهرة ، دون
أن يدخل فى حسابه مقدار التمدد والانكماش الناتجين من
اختلاف درجة الحرارة * .

ان المعجلات أو المفاعلات الذرية أجهزة ضخمة للغاية،
وقد صممت بطريقة خاصة لتنساب فى داخلها جسيمات
ذرية ، تندفع بسرعة هائلة نتيجة للطاقات الدافعة المسلطة
عليها ، حتى تصطدم فى هدف مادي فتشطر ذراته أو تفتتها
أو تحولها من صورة الى صورة (كما فى النظائر المشعة) .

لقد وجد العلماء أن البروتونات (جسيمات تدخل
فى تكوين نواة الذرة) ، اذا انطلقت فى داخل المعجلات الذرية
بسرعة ١٧٧ ألف ميل فى الثانية (أى حوالى ٩٥٪ من سرعة
الضوء) ، فان كتلتها تتضاعف ثلاث مرات ! . ثم استطاع
العلماء أن يعجلوا بسرعة الأليكترونات الى سرعة قريبة جدا
من سرعة الضوء ، فزادت كتلة كل اليكترون الى ٩٠٠
مرة من وزنه وهو فى حالة سكون ! . كما أن هناك
جسيمات تنطلق نحو أرضنا من الفضاء الخارجى وهى
تجرى بسرعة شبه ضوئية ، فتزيد كتلتها عدة آلاف من
المرات (قدر كتلتها وهى فى حالة سكون) !

وهكذا فقد جاءنا أول دليل على صحة ما تنبأت به

* سمعت هذه الرواية ، ولا أدري صحتها من زيفها . . اذ
يقال ان المهندس قد انتحر ، لان الكوبرى لم يفتح منذ انشائه حتى
الآن نتيجة لهذا الخطأ القاتل .

المعادنة على مستوى الجسيمات الذرية ، وكان من الممكن أن نحصل على أدلة أخرى ، لو اننا استطعنا أن نعجل بسرعة حجر أو سيارة أو قطار أو صاروخ الى سرعة قريبة من سرعة الضوء ، ولكنك تعلم أنه كلما زادت كتلة الشيء المدفوع ، فانه يحتاج الى طاقات أكبر وأكبر . فكتلة البروتون مثلا تقع في حدود جزء من مائة ألف مليون مليون مليون جزء من الجرام ، ولهذا فان الطاقات اللازمة لرفعه تقع في حدود المفاعلات الذرية . . ولكن حبيبة من رمل أكبر من البروتون ببلايين البلايين من المرات . . فما بالك بطائرة أو صاروخ ؟

ان أعظم دليل على صحة معادلات نظرية النسبية قد جاءنا من معادلة بسيطة للغاية نكتبها دائما هكذا :
 $E = mc^2$ ، ولقد أثبتت هذه المعادلة من تحليلات رياضية أخرى أجراها اينشتاين على معادلته الخاصة بالحركة والكتلة (أى التى تنبأ بزيادة الكتلة كلما تحركت أسرع) . . والواقع أن هذه المعادلة الوليدة من نظرية النسبية قد فتحت لنا آفاقا واسعة في اسرار الكون الذى فيه نعيش .

فماذا تعنى تلك المعادلة بدون لغة الرموز ؟

تعنى أن الطاقة (ط) تساوى الكتلة (ك) مضروبة في مربع سرعة الضوء في الثانية ، ورغم أننا قد فسرنا الرموز ، إلا أن ذلك قد لا يعنى شيئا ، ولكن العالمين

كانت هذه المادة أو زلطا أو حديدا أو لحما أو سواثل .. الخ ، المهم ان تعوض في المعادلة بالوحدات المناسبة التي ذكرناها ،

$$\begin{aligned} \text{الطاقة} &= \text{الكتلة بالجرامات} \times \text{سرعة الضوء} \\ &\text{بالسنتيمتر في الثانية مضروبة في نفسها} \\ &= 1000 \times 300000000000 \\ &= 300000000000000 \\ &= 90000 \text{ ارج} \end{aligned}$$

وهذا يعنى أن الكيلو جرام من أية مادة يحتوى على طاقة تقدر بتسعمائة ألف بليون بليون ارج ، والارج وحدة من وحدات الطاقة ، ويمكن تحويل هذا الرقم الى صورة ملموسة في حياتنا اليومية فنقول ان الكيلو جرام من أية مادة لو فنى فناء تاما وتخلي عن حالته الجسيمية الى حالة موجية ، فانه يظهر لنا على هيئة طاقة تعادل :

* ٢٥ ألف مليون كيلو وات ساعة ، أى أكبر من طاقة السد العالى بكامل قوته ولمدة عامين وزيادة !

* تعادل الطاقة التدميرية الناشئة من تفجير ٢٢ ألف مليون طن من مادة ت . ن . ت . شديدة الانفجار !

* تدفع بها سيارتك (لو كنت تملك واحدة) حول العالم .. ألف مرة .. أى أنك لو انطلقت بدون توقف

بسرعة ٨٠ كيلو مترا في الساعة ، فانك تكون قد قطع
١٦ ألف مليون كيلو متر تستغرق منك ٢٠ ألف عام . .
اطال الله في عمرك وعمر سيارتك !

وأرقام أخرى كثيرة توضح لنا ضخامة الطاقة الكامنة
في المادة . . ولكن ، هل يمكن أن نحرر هذه الطاقات يوما؟

علينا أن نقدم هنا تلك المناقشة التي دارت بين
أينشتاين وبين جمع من الناس الذين سخروا من معنى
المعادلة ، فقال أحدهم : أنت يا سيد أينشتاين تزعم أن
الطاقة الكامنة في حفنة من الفحم أكبر من طاقة (أو قوة)
كل سلاح الفرسان بالجيش البروسي (الألماني) . . فاذا
كان ذلك صحيحا - كما تدعى - من خلال معادلتك
الغريبة ، فلما ذا - اذن - لم نلاحظ ذلك ؟

ويرد أينشتاين : اذا كان هناك رجل فاحش الثراء ،
ولكن كل ثروته محبوسة أو مدفونة ، بمعنى أن أحدا لم
يلحظه وهو يصرف ماركا أو يدخر ماركا، عندئذ لا احد
يستطيع أن يلحظ هذه الثروة أو يقدرها ، وكذلك الحال
مع المادة . . فما دامت لا تطلق طاقتها المدفونة ، عندئذ
لا يمكن ملاحظتها أو الاحساس بها .

ويتساءل آخر : وماذا تقترح لكي نطلق هذه الطاقة
من عقالها ؟

أينشتاين : ليست لدى أية فكرة أو دليل على امكان

اطلاقها) لقد أخطأ أينشايين في ذلك ، وسيتبين لنا ذلك فيما بعد . . ان حصولنا عليها يعنى أننا لابد أن نهيمن على تحطيم الذرة ، ومع ذلك فهناك أدلة أولية نلاحظها في تحلل الذرات بواسطة الطبيعة نفسها ، فيتجلى ذلك لأعيننا من خلال تجاربنا (وهو يعنى بذلك الطاقة المنطلقة من الذرات المشعة كاليورانيوم والراديوم وغيرها) .

سؤال آخر : هل حصلت على معادلتك هذه الخاصة بزيادة المادة من تجاربك التى أجريتها فى معملك من قبل ؟

عندئذ أصاب الحاضرين وجوم وامتعض حينما أجاب : « اننى لم أدخل معملا ، ولم أقم بتجربة واحدة . . ان علم الفيزياء (الطبيعة) ليس فى حقيقة الأمر الا نظاما فكريا فى حالة من التطور والارتقاء ، وان تقدمه يعتمد على الابتكار الحر . . اذن ، فليس لدى أى شك فى اننى على صواب !

ان المعادلة تشير اليها من طرف خفى أن هناك سرا هائلا من أسرار الطبيعة وعلينا أن نعيد النظر فى تقييم مفهومنا للمادة والطاقة . . فلقد كان الظن السائد أن الكون بمثابة وعاء ضخم غاية الضخامة ، وأنه لا يحتوى الا على عنصرين أساسيين : مادة وطاقة . . المادة شئ جامد ومحسوس ويتميز بصفات الكتلة التى نعرفها جميعا ، ولكن الطاقة عكس ذلك . . انها متحررة وغير مرئية وتنطلق على هيئة موجية ، وليس لها كتلة .

والمعادلة تقول : ان المادة والطاقة وجهان لشيء واحد . . اذا فنيت المادة ، ظهرت الطاقة ، واذا «تجسدت» الطاقة ظهرت المادة ، وكأنما المادة التي تبنيها وتبني كل شيء في الكون ما هي الا طاقات جيسية أو مكثفة في جسيمات . . والجسيمات تبني الذرات ، والذرات تبني المادة . . وبالاختصار فان المادة طاقة ، وأن الطاقة مادة ، وأن التمييز بينهما ليس الا حالة مؤقتة ، فكلتاهما تقود الى الأخرى . . انها معادلة ليست صعبة ، يمينها يتعادل مع يسارها . . في ناحية منها الطاقة ، وفي الأخرى المادة ، وكأنما الطبيعة تلعب معنا لعبة « الاستغماية » أو تقدم لنا « فزورة » البيضة والدجاجة . . ما الذي جاء أولا : البيضة أم الدجاجة ؟ . . ما الذي ظهر أولا : المادة أو الطاقة ؟ . . السؤال الأول فيه سذاجة ، وفي الثاني بحث عن الحقيقة التي كلما ظن الانسان أنه قد أصبح منها قاب قوسين أو أدنى ، اذ بها تشيح بوجهها ، وتبدو له كسراب خادع ، أو قد تتجلى له على هيئة ظواهر مختلفة ، تخفى وراءها وحدة الكون الواحدة .

ط = ك × ض^٢ . . حروف ثلاثة ، تفتحت أسرارها ، ففتحت أبواب النعيم والجحيم على حد سواء . . فيها الخير والتعمير ، وفيها الشر والتدمير . . أيهما نختار ؟ . . كل ذلك يتوقف على حكمة الانسان .

ط = ك × ض^٢ . . رموز ثلاثة أنهت الحرب

العالمية الثانية ، وأذل الحلفاء بها صمود شعب اليابان العظيم ، فاستسلم بعد ضربتين ، أبيت فيهما من الوجود مدينتان كبيرتان .

لقد استطاع الانسان - بعد مرور أربعين عاما على ظهور هذه المعادلة - أن يحرر المادة على هيئة طاقة ، لقد انشطرت نواة الذرة ، واختفى جزء من مادتها جد ضئيل ، وظهر لنا على هيئة طاقات مدمرة لا قبل للبشرية بجبروتها وضخامتها . ان الرعب النووي يسيطر على عالمنا نتيجة لتكديس أسلحة ذرية وهيدروجينية في الغرب وفي الشرق ، ولو انطلقت طاقاتها المدمرة ، لخص كل انسان في العالم ما يوازي ١٥ طنا من مادة ت . ن . ت . شديدة الانفجار . . ولكنها ما زالت هناك محبوسة « كالمردة في قماقمها » . . وكأنما أساطير القدماء قد تحققت .

الا أن الخير كله يكمن في سيطرة الانسان على هذه الطاقات التي يحررها من المادة بغير حدود ، ليستخدمها في بناء مدنيته وحضاراته ، ولينتفع من خيراتها بما يشاء ، فمعينها لا ينضب .

ان الأضواء التي تعم الكون من بلايين البلايين السنين ، وتنطلق فيه من بلايين البلايين من النجوم أو الشموس ، انما تنبعث منها نتيجة لتحويل المادة الى طاقة . . ان شمسنا التي نقذف حولها بكميات هائلة من الضوء

والحرارة والاشعاعات لا تشتغل بوقود عادي كالذي نستخدمه في افراننا ، ولو فعلت لأظلمت منذ زمن في عمر الكون سحيق ، ولكنها تشتغل على نفس الأساس الذي أشارت اليه المعادلة . . يختفى جزء من المادة ، لتظهر على اثره طاقات جبارة سوف تستمر لبلايين السنين .

هذه اذن لمحات خاطفة عن تحويل المادة الى طاقة، وهي خير دليل على صحة المعادلة . . ولكن ، هل هناك دليل على حدوث العكس . . أي تجسيد الطاقة الى مادة ؟ أكثر من دليل . . فالعلماء في المفاعلات الذرية يعيشون ليل نهار مع جسيمات من مادتنا تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، فاذا اصطدمت فجأة بهدف وتوقفت ، فان طاقتها التي كانت بها تجرى لا تفنى ولا تضيع ، بل تظهر لنا على هيئة جسيمات وجسيمات نقيضة ، ولكن . . ماذا تعنى جسيمات نقيضة ؟

الواقع أن ذلك موضوع طويل جدا * ، وليس له هنا مجال ، ولكن يكفي أن نقول ان العلماء قد اكتشفوا اكل جسيم من جسيمات المادة التي تبني عالمنا جسيما نقيضا ، وكلاهما يظهر من كمية محددة من الطاقة يمكن حسابها باستخدام نفس المعادلة (ط = ك × ض^٢) . . فاذا

* انظر مثلا « هل لك في الكون نقيض » ؟! . . للمؤلف تحت الطبع . . الناشر الهيئة العامة للتأليف والنشر . . وكذلك « مذكرات ذرة ، للمؤلف . . سلسلة اقرأ . . دار المعارف . . بالقاهرة .

اصطدمت هذه الطاقة المتحركة مع الجسيم بهدف مادي ،
فانها تتوقف وتتجسد .. ربما على هيئة اليكترون
واليكترون نقيض ، أو بروتون وبروتون نقيض ، أو
نيوترون ونيوترون نقيض .. الخ !

الا أن هذه الجسيمات النقيضة لا تستطيع أن
تتعايش لحظة واحدة مع جسيمات عالمنا ، كما لا يستطيع
الثلج أن يتعايش مع سفير الجحيم ، فبمجرد ظهور
الجسيم النقيض ، فلا مناص من اصطدامه بنقيضه ،
فيفنى أحدهما الآخر فناء تاما ، ويتخيلان عن حالتهما
الجسيمية (المادية) ، ليعودا الى حالة موجية .. الى
ومضات ضوئية .. الى طاقات تنطلق في الكون بسرعة
الضوء .. وفي هذا خير برهان على صحة المعادلة التي
اعتبرها الناس ضربا من خيال خصيب .. أو بمشابهة
« فزرة » رياضية لا معنى لها ولا طعم !

نسبية الزمن !

سبق أن ذكرنا أن السرعات الكبيرة تؤثر في طبائع الأشياء ، فتزيد كتلتها ، وتنكمش أطوالها . . . وعلى نفس المنوال نقول : تحرك أسرع . . . يبطئ زمنك أكثر !

ولكن قبل أن نتعرض لهذه الظاهرة نود أن نتساءل : من منا يستطيع أن يحدد معنى الزمن ؟ . . . وإذا استطاع ، فهل للزمن بداية ونهاية ؟ . . . وإذا كان ، فمن أين ومتى بدأ ، وإلى أين ومتى سينتهي ؟ . . . وهل سريان الزمن مفهوم مطلق أو نسبي ؟ . . . أى هل يراه كل من فى الكون ثابتا لا يتغير ، أو أنه قابل للتمدد والانكماش ؟ . . . إلى آخر هذه الأسئلة الجائرة التى لا نستطيع أن نجد لها جوابا مقنعا ، رغم أننا جميعا نشعر بمرور الزمن ، ولكننا لا نستطيع أن نحدد طبيعته . . *

* فى كتاب « هل لك فى اكون نقيض » ؟! - للمؤلف - بايان مستقلان . . أحدهما عن طبيعة الزمن ، والثانى «عن زمن معكوس» . . لمن يريد الرجوع الى المزيد .

لقد تعرض الفلاسفة والعلماء والمفكرون منذ زمان طويل الى طبيعة الزمن .. فمنهم من يقول : ان الزمن كالنهر الجارى الذى يسرى تياره بصفة منتظمة من منبعه الى مصبه ، وهذا يعنى أن للزمن بداية ونهاية ، فاذا كانت له بداية فمن أين جاء ؟ واذا كانت له نهاية ، فهذا يعنى أنه سسيأتى زمن لن يكون فيه زمن .. ولكن العقل لا يستطيع أن يتقبل هذا القول ، فمن الصعب أن نتصور مثلا أن لحظة قد ظهرت بدون لحظة سابقة ، أو أن تكون هناك لحظة قادمة ، بدون لحظة تتبعها .

ومنهم من يقول : ان الأحداث التى نمر بها هى التى تعطينا شعورا بمرور الزمن .. انا نقول دائما ان هذا قد حدث فى الماضى ، وان ذلك يحدث الآن ، وغيره سيحدث فى المستقبل .. فهل الأحداث التى نمر بها مرسومة ومقدرة ؟ .. البعض يقول انها كذلك ، أى أنها أحداث مرتبة ومنظمة ومفصولة بفترات زمنية محددة ، أو كما يعبر عنها هـ . ويل « ان الأحداث لا تحدث ، انما نحن الذين نمر بها » !

كأنما الانسان فى هذه الحالة بمثابة سائح فى رحلة الحياة ، وهو قد جاء رغما عنه ليركب « قطار » الزمن .. وسوف يمر بمحطات فى الطريق (هى الأحداث) ، وسرعان ما تختفى ، ولكنها لم تختف حقا ، فهى مازالت هناك .. كل ما حدث أننا مررنا بها فقط فغابت عن الأنظار .. وهذا هو الماضى بأحداثه (أو محطاته) التى لا تضيع .

والمحطة التي نمر بها الآن هي الحاضر بأحداثه ،
وما زالت أمام قطار الزمن محطات كثيرة ، ولا بد ان يمر
بها وبنا ، وهذا هو المستقبل بأحداثه .. انها أيضا قائمة
هناك ، ولكننا لم نمر بها بعد . وسوف نمر بها ليصبح
المستقبل حاضرا ثم ماضيا لا يضيع .

ومن الناس من يقول : ان الزمن شيء ثابت لا يتحرك ،
ولكننا نحن الذين فيه نتحرك .. أو كما عبر عن ذلك
الشاعر أوستن دوبسن في قصيدته « تناقض الزمن » :

أتقولون ان الزمن يجرى ؟!

لا .. لا .. الزمن واقف ونحن نمضي !

أو كما عبر عنه ايليا أبو ماضي بفكرة حائرة :

أنا السائر في الدرب أم الدرب يسير

أم كلانا واقف والدهر(*) يجرى ؟ .. لست أدري

وهناك من يعتقد أن الزمن لا وجود له ، كما أن
الأشياء التي تنقلها أحاسيسنا وتصورها لنا بتلك الصورة
غير موجودة بمعناها الحقيقي .. ونقول لهؤلاء : عليكم أن
تبرهنوا لنا مثلا أن الماء لا وجود له ، ولتلقوا بأنفسكم في
المحيط ، أو أن النار ليست الا خيالا ، ولتقفزوا في أتونها ،

* الدهر هنا بمعنى الزمن ، كما في قوله تعالى : اهل أتى على
الانسان حين من الدهر لم يكن شيئا مذكورا .. وانت تستطيع أن
تشم رائحة النسبية في هذا الشعر .

أو أن القطار خُصِّدَ ، فلتقفوا في طريقه ، وعندئذ لن
تتفلسفوا بعدها أبدا !

وكُلُّ هذه آراء لا نستطيع أن نقيم عليها دليلا علميا
•• ومع ذلك ، فلا بد أن نعود إلى مناقشة علمية لهذا
الموضوع •• إن حركة الكون مرتبطة ارتباطا وثيقا بالزمن ،
ولا بد أن نحدد لكل شيء متحرك في الزمان والمكان موقعه
وزمنه •

إن أبسط مثال يمكن أن نقدمه هنا عن علاقة الحركة
بالمكان بالزمان هي وسائل المواصلات •• فلو فرضنا أن
قطارا يتحرك بسرعة ٨٠ كيلو مترا في الساعة من القاهرة
إلى أسوان دون توقف وبسرعة منتظمة ، فإنك تستطيع
أن تعتمد على الزمن لتحديد مكانه ، أو أن تعتمد على المكان
لتحديد الزمن •• فنقول مثلا إنه بعد ساعة ونصف سيمر
بمحطة بنى سويف ، وبعد ثلاث ساعات بالمنيا •• الخ •

حركة الأرض حول محورها ، ثم حول شمسها ، هي
التي تعطينا إحساسا بمرور الزمن ، ولولا هذه الحركة •
ما عرفنا شيئا اسمه زمن •

إن قياسات الزمن ليست في حقيقة الأمر إلا أماكن
محددة في الفضاء •• فالضحى أو الظهيرة أو الغروب
ليست إلا زوايا محددة بيننا وبين الشمس •• أي أن
الأرض تتحرك في المكان ليكون الزمان •

ولقد اعتبر العلماء - قبل أن يجيء أينشتاين - أن الزمن مطلق . . . شيء ثابت لا يتغير ، كما أنه مستقل بذاته ، ويسرى سريانا منتظما ، ولا أحد يستطيع أن يقول ان الزمن يببطيء أو يسرع أو يتوقف .

وقد يقفز فصيح هنا ويقول : ولكننى أحس أحيانا أن الزمن يمر بى بطيئا فى حالات الضنك ، ويمر سريعا فى حالات السعادة . . . أحيانا تمر الدقيقة وكأنها ساعة ، والساعة تمر سريعا كأنها دقيقة . . . أى أن الزمن لا يسرى على وتيرة واحدة .

كأنما هذا الفصيح يريد أن يربط الزمن الكونى بشعوره واحساسه ، فيبطيء الزمن أو يسرع من أجل شقائه أو سعادته ، والواقع أن احساسه هذا شيء نفسى ومرتبط به وحده ، ولا دخل له بالزمن الذى فيه نتحدث .

عندما جاء أينشتاين ودرس الموضوع دراسة فيها تأمله وأصالة ، وصل الى نتيجة غريبة عن الزمن . . . فقال ان الزمن شيء نسبى ، وأن المتناقضات التى وقعنا فيها من قبل عندما ناقشنا موضوع السرعة والحركة فى الكون كانت منبثقة من خطأ وقعنا فيه دون أن ندري . . . لقد أخطأنا لأننا اعتبرنا الزمن شيئا ثابتا لا يتغير . . . ولكنه فى الواقع متغير ونسبى ، وأنه يعتمد على الحركة ، ويتغير تبعا للحركة . . . أى لا بد أن يقيس كل من فى الكون زمنه فى الاطار الذى يتحرك فيه ، حتى لا يقع فى متناقضات

كثيرة ، ويرجعها الى عدم تناسق قوانين الكون ، رغم أن القوانين الكونية واحدة في كل أرجاء السماوات ، ولكنها قد تبدو لنا غير متناسقة ، نتيجة لقصور في الفكر بمايجرى في هذا الكون العظيم .

يعنى أنك لا تستطيع - على المستوى الكونى - أن تقول ان هذا وذاك قد حدثا في نفس اللحظة ، رغم أنك رأيت الاثنين يقعان في نفس اللحظة - كما أنك لا تستطيع أن تحدد المكان الذى وقع فيه الحدث . . فالزمن متغير ، والمكان متغير . . ولا شىء فى الكون ثابت فى مكانه . . لأن كل ما فيه يتحرك ، ويغير مواضعه وأمكانته بالنسبة لبعضه بسرعات منتظمة .

كما أنك لا تستطيع كذلك أن تؤكد أن هذا الحدث قد وقع قبل ذلك الحدث ، أو بعده ثم تسكت ، لأن قولك فى هذه الحالة - وبالنسبة لموضوعنا - ليس له معنى ، اللهم اذا نسبت هذا لاطار محدد بالنسبة لاطارك ؛ لأن شخصا آخر قد يرى عكس ما رأيت بالنسبة لاطاره ، ولأن « قبل » بالنسبة لك ، قد تعنى « بعد » بالنسبة له .

ان « هنا » و « هناك » و « الأمس » و « غدا » و « الآن » ألفاظ نستخدمها فقط بالنسبة للاطار الذى نعيش فيه على أرضنا ، ولا نستطيع أن نستخدم هذه الألفاظ « المحلية » فى كل اطارات الكون . . فالأمس قد

يعنى غذا ، وفدا قد يعنى الأمس .. كل على حسب
اطاره .

دعنا نوضح ذلك بمثال : لنفرض أن الفصيح وبهانة
قد توجهها لزيارة عالم فلكى فى مرصده للاطلاع على بعض
أسرار الكون ، وبينما هم يتناقشون لمع نجم فى السماء
لمعانا شديدا ثم انفجر ، وفى نفس اللحظة التى سجلت
فيها صورة الانفجار على اللوح الفوتوغرافى الحساس المثبت
بالمظار الفلكى حدث لبهانة هبوط فى القلب وماتت ..
عندئذ قد يضرب الفصيح كفا بكف ويقول : انا لله وانا
اليه راجعون .. يا للمصادفة الغريبة ، لقد انتهت حياة
النجم فى نفس اللحظة التى انتهت فيها حياة بهانة !

وقد يتقابل الفصيح بعد ذلك مع العالم الفلكى
ويسأله ان كان يؤمن بمسألة « التنجيم » ، فيمط الفلكى
شفتيه ممتعضا ، ثم يسأل الفصيح : ما الذى دعاك الى
هذا السؤال ؟

الفصيح : هل تذكر أن بهانة قد ماتت فى نفس
اللحظة التى انفجر فيها النجم وسجلته لوحاتك فى نفس
مكانه فى السماء ؟

الفلكى : نعم أذكر ذلك .. ولكن ، ماذا تعنى بنفس
اللحظة ، ونفس المكان فى السماء ؟

الفصيح : ان سؤالى واضح ولا يحتاج الى تفسير .

•• ان « الآن » هنا تعنى ماضيا بعيدا •• والعكس أيضا صحيح •

التفصيح : وماذا تعنى بقولك « والعكس أيضا صحيح » ؟

الفلكى : لنفرض ان شمسنا قد انفجرت •• عندئذ لن نعرف أنها انفجرت الا بعد مرور ثمانى دقائق وتلت •• لان الضوء الئدال على الانفجار لن يصل الينا الا بعد ان يقطع ٩٣ مليوناً من الاميال ، وهى المسافة التى تفصلنا عن الشمس (أى ٨٣ دقيقة ضوئية) - ولكن كوكب عطارد سيرى نفس الحدث قبلنا ، ويراه المريخ بعدنا ! (فعطارد أقرب الى الشمس منا ، والمريخ أبعد من الشمس عنا) •

أو دعنا نفترض أن نجما يبعد عنا بمقدار ألف سنة ضوئية ، وأن لهذا النجم كوكبا يدور حوله وتسكنه مخلوقات عاقلة ترصد أمور الكون كما نرصدها •• عندئذ لو انفجرت شمسنا فى يوم ١٥ أكتوبر عام ١٩٧٠ ، وسجلنا هذا الحدث على أرضنا فى نفس اليوم ، فإن سكان هذا الكوكب البعيد لن يشهدوا الحدث الا فى يوم ١٥ أكتوبر عام ٢٩٧٠ •• أى أن الآن أو أمس بالنسبة لنا تعنى مستقبلا تمتد جذوره حوالى ألف عام ، أو عشرة آلاف أو مليون أو بليون عام والعكس أيضا صحيح .

وهنا يبتسم التفصيح ويتساءل : ولكن لماذا تعترض على عندما قلت لك ان الحدث قد تم فى نفس المكان ؟

الفلكي : لان كل الأجرام السماوية تتحرك بالنسبة لبعضها بسرعات منتظمة ، ولهذا لا يوجد في الكون كله مكان ثابت لشيء فيه . . . لأن مواقعها باستمرار متغيرة بالنسبة لبعضها نتيجة لحركتها . . . وان بدت الامور لنا غير ذلك . . . ولهذا فان الزمن متغير ، والمكان أو الموقع متغير ، والأطوال متغيرة . . . وعلى هذا الأساس فلا بد لكل من في الكون أن يسجل أموره في الاطار الذي يعيش فيه ، وبزمنه وموقعه وحركته في ذلك الاطار !

ولنترك الفلكي والفصيح لتعرض لنسبية الزمن كما عبر عنها أينشتاين بمعادلته التي قد تحدث ضنكا في العقول . . . لأن العلماء في نظرتهم للزمن والحركة والفضاء (أو المكان أو الكون) يضطرون الى الابتعاد أكثر فأكثر عن « الحقائق » الظاهرية التي تبدو لنا وكأنها أشياء منطقية ومعقولة ، ولا تقبل جدلا أو مناقشة !

ان كل شيء متحرك يحمل معه زمنه انخاص به ، ولا نعى بذلك أنه يحمل ساعة أو « منبها » ، أو أى شيء من تلك الآلات التي نقيس بها الزمن على أرضنا ، والتي صنعناها على هوانا ، وأوضحنا فيها الثواني والدقائق والساعات لتكون مناسبة لحياتنا اليومية ، ولكن نعى بذلك الزمن الكوني . . . الا أننا لا نستطيع أن نرى ذلك الزمن ، رغم أنه بعد من الأبعاد الأربعة التي تدخل في نسيج المعادلات الرياضية ، وتدخل كذلك في نسيج الكون

•• ورغم أننا نعيش في عالم « الأبعاد الأربعة » - كما عبر عن ذلك العالم مينكوفسكى - أستاذ أينشتاين - تم من بعده أينشتاين الذى أخذ فكرة أستاذه وطورها •• ورغم وجود هذا العالم الغريب ، الا أننا لا نستطيع أن نرى الا في أبعاد ثلاثة ، أما البعد الزمنى فقد حجب عنا ، ولو ظهر لنا ، فربما يقودنا الى رؤية أحداث المستقبل قبل أن تقع •• ولكن علينا أن نعود وننبه الى أن البعد الزمنى ليس بعدا بالمعنى الذى نعرفه في حياتنا ، ولكنه شيء منسوج بطريقة أو بأخرى فى هذا الكون ذى الأبعاد الأربعة ، وأن هذا البعد قابل للانكماش اذا زادت السرعة •• ودعنا من كل ذلك الآن ، لنعود الى المعادلة التى تتعرض لنسبية الزمن ، لنرى ماذا يعنى مضمونها •

نعود مرة أخرى الى حالة الفصيح وبهانة فى الفضاء •• ان بهانة تنطلق بالنسبة للفصيح بسرعة تعادل ٩٠٪ من سرعة الضوء •• ولقد رأينا كيف تؤثر هذه السرعة على الأطوال فى اطاراتها ، فتجعلها تنكمش ، كما تؤثر على الكتلة ، فتجعلها تزيد •• فهل ياترى ستتؤثر على الزمن ؟ واذا أثرت ، فكيف نقيسه ونحن لا نعرف له بعدا ؟

ليس أمامنا فى الواقع - الا أن نتخيل وجود ساعات دقيقة ، فهى على أية حال تبين فترات زمنية محددة ، ولنتصور أن الفصيح يستطيع أن يسجل زمن بهانة وهى تمر به بسرعتها الرهيبة ، كما أنها تستطيع أن تسجل

• زمن الفصيح وهو يمر بها أو تمر به .. فالأمران سيان •

لو أن الفصيح نظر الى « آلة » الزمن في سفينة بهانة ، لوجد أن عقارب ساعاتها لا تتحرك كما تتحرك عقارب ساعته ، فكل ثانيتين تسجلهما ساعته، لا تسجل ساعة بهانة الا ثانية واحدة .. يعنى هذا أن ساعة من زمن الفصيح تساوى نصف ساعة من زمن بهانة ، وسنة من عمر الفصيح ، تساوى شهورا ستة من عمر بهانة •

ويظن الفصيح أن فى الأمر شيئا ، فكل ساعاته المثبتة حوله مضبوطة تماما ، ولا بد أن الحلل فى ساعة بهانة ، عندئذ قد يتبادلان لأفكار عن بعد ويقول الفصيح: يا بهانة .. يا بهانة .. كل شىء عندك قد أصابه الحلل .. حتى الزمن !

بهانة (بدهشة) : ماذا تعنى ؟ .. لا بد أن الحلل فى عقلك وحدك •

الفصيح : شكرا على هذه الأخلاق الأرضية .. ومع ذلك فان زمن ساعتك لا يتفق وزمن ساعتى رغم أنهما كانا يوضحان نفس الزمن تماما ونحن على الأرض .. غريب أن الوقت يسرى عندك ببطء شديد !

بهانة : راجع نفسك يا رجل ، فعندى ثلاث ساعات كلها تبين نفس الوقت ، ولا بد أن الحلل فى ساعتك !

الفصيح : أبدا وحياتك عندي .. كل ساعاتي مضبوطة .. انظري .. انظري الي ساعاتي .

بهانة : أما غريبة ؟ .. أنت تقول أن الزمن يسرى عندي ببطء ، ولكنني أرى أن زمنك أنت هو الذي يسرى بطيئا بالنسبة لزمني .. لابد أن في الأمر سرا .

والواقع أن السر يكمن في الحركة .. لأن سريان الزمن يختلف بالنسبة لاثنين يتحركان بسرعتين مختلفتين*، الا أننا لا نستطيع أن نلاحظ ذلك على أرضنا ، فسرعة أى شيء على الأرض بطيئة جدا بالنسبة لسرعة الضوء .. فالصاروخ الذي ينطلق من الأرض الى القمر بسرعة سبعة أميال في الثانية (وهي أكبر سرعة منظورة توصل اليها الانسان حتى الآن) يبطؤ زمنه بمقدار جزء من ٢٠ ألف

* المعادلة التي تحكم كل هذه الامور نكتبها هكذا : $z = z$

حيث z تساوى الزمن الذي يراه الفصيح مثلا في $\frac{z}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

سفينته بهانة (أو العكس) ، $z =$ الزمن الذي يراه الفصيح في سفينته ، $v =$ سرعتها النسبية ، $c =$ سرعة الضوء ، وانت تستطيع في أى حالة من الحالات أن تعوض عن هذه الرموز بقيم معروفة .. فزمنك معروف ، والسرعة النسبية معروفة ، وكذلك سرعة الضوء ، وبهذا تستطيع أن تحصل على z في الاطار الذي يتحرك بالنسبة لك .. فتجده دائما أقل من زمن اطارك .

جزء من الثانية فى يوم كامل ، وهذه فترة زمنية جد
قصيرة ، ولهذا لا نستطيع تسجيلها بأدق الساعات .

وهنا قد يتساءل البعض : أى الاثنين على حق ؟ .. هل
زمن بهانة هو الذى يبطل ، أو زمن الفصيح ؟

ورغم أن هذا السؤال يبدو منطقيا ومعقولا ، الا أنه
سؤال ساذج ، تماما كمن يتساءل ويقول : هل الانسان
كبير الحجم أو هل هو ضئيل ؟ .. ان الجواب يتوقف على
نسبة حجم الانسان الى شىء آخر .. فنقول انه كبير
الحجم جدا بالنسبة لبرغوث أو صرصار ، ولكنه ضئيل
الحجم بالنسبة لدينا صور أو حوت .

ان سريان الزمن يتوقف على من يسأل ، وعلى من يجيب .
ويتوقف أيضا على حركة اطار بالنسبة لاطار آخر .. فعندما
يقول الفصيح لبهانة ان سريان الزمن عندها بطيء بالنسبة
لزمانه ، فهو على حق ، وعندما تقول بهانة نفس الشىء ..
فهى أيضا على حق ! وقد يبدو أن فى ذلك تناقضا واضحا
ولكن ليس هناك ما يدعونا الى مثل هذا التفكير .. فلقد
سبق أن ذكرنا أن الفصيح فى الفضاء لا يعرف ان كان
يتحرك أو لا يتحرك ، فليس هناك شىء حوله يعطيه احساسا
بالحركة .. وكذلك بهانة تحسب نفسها لا تتحرك ، وأن
الفصيح هو الذى يتحرك ويمر بها بهذه السرعة الرهيبة ،
ولهذا يرى كل منهما زمنه منطقيا ومعقولا (لأنه لا يتحرك

بالنسبة لنفسه ولا هي كذلك) ، ولكن الامر يختلف اذا سجلت زمن اطار متحرك بالنسبة لاطارك . . وما دامت كل حركة نسبية ، فلا بد أن يكون كل زمن نسبي . . فهذا يعتمد على ذلك !

لو أن الفصيح قد تحرك بنفس السرعة التي تتحرك بها بهانة ، لما وقعا في مأزق الزمن ، لأن سرعتهما النسبية ستصبح في هذه الحالة صفرا ، وعندئذ سيسجل الفصيح زمن بهانة ويراه مطابقا لزمته ، وكذلك الحال بالنسبة لبهانة (لأنك لو عدت الى المعادلة وعوضت عن الرموز بالأرقام ، ستجد أن $Z - = Z \cdot \cdot$ جرب ذلك) .

ولكن ليس معنى ذلك أن زمنيها سيطابقان زمننا الارضى ، فبهانة (أو الفصيح) تبتعد عنا بسرعة ١٦٣ ألف ميل في الثانية ، ولا جناح عليها اذا قالت ان الأرض هي التي تبتعد عنها بسرعة ١٦٣ ألف ميل في الثانية . . عندئذ سيكون لها زمنها ولنا زمننا ، ولكونها تتحرك بعيدا عنا ، فسوف يظهر لنا زمنها وهو يسرى بطيئا ، ولكنها تؤكد أن زمنها لا غبار عليه ، وأن زمننا هو الذى يسرى بطيئا . . فأى الزمنين يسرى ببطء ؟ . . زمنها أو زمننا ؟

مرة أخرى نقول : ما دامت كل حركة نسبية ، فكلما الرأيين صحيح . . تماما كما لو تساءلت : هل القطار القادم من بنها الى القاهرة يقترب من محطة القاهرة أو

هل محطة القاهرة تقترب منه ؟ .. الأمران هنا سيان ،
وكذلك الحال مع الزمن ، لأنه يتوقف على الاطار الذي ننظر
منه الى اطار آخر متحرك بالنسبة لنا .

والواقع أن مضمون المعادلة يشير الى أن أى شيء
يتحرك أسرع ، يبطيء زمنه أكثر (بالنسبة لاطار غير
متحرك) .. يعنى لو أن بهانة قد اقتربت من سرعة
الضوء ، لطال عمرها أكثر بكثير من أهل الأرض .. فكل
شيء فى اطارها (كما يبدو لنا من أرضنا) يتأثر بهذه
السرعة الفائقة .. الأطوال والكتل والزمن والفاعلات
الكيميائية والعمليات الحيوية التى تجرى فى جسمها ..
حتى الذرات التى تبنيها وتبنى كل شيء حولها تتباطأ فى
اهتزازاتها ونشاطها الذرى ، وكأنما قد أصابها الوهن ..
ولكن بهانة لا تستطيع أن تلاحظ أى شيء غير عادى فى
اطارها (لأن كل ما فيه لا يتحرك بالنسبة لنفسه) ..
نفس الحيوية والشباب والحركة والزمن يسرى بالنسبة لها
كما لو كانت تعيش على الأرض ، رغم أن أهل الأرض يرون
غير ذلك .

ولكن .. ماذا يحدث لو أن بهانة قد انطلقت فى
الفضاء بسرعة الضوء ؟

لو حدث ذلك ، وطبقت أصول المعادلة ، لتبين لك
ولكل راصد فى الكون أن الزمن الذى نسجله لبهانة
يساوى صفراً ، أو بتعبير آخر نقول : ان زمن بهانة

سيتوقف ، ولن تصاب بالشيخوخة أبدا ، وسيبقى لها
شبابها أبديا خالدا طالما هي تتحرك بسرعة ضوئية .
وهل هذا شيء معقول ؟

طبيعي شيء لا يعقل .. لأنه لا يعقل أن تتحرك بهانة
بسرعة الضوء .. ولا كذلك أى جسيم مادي ، وعليه فإن
الزمن لا يتوقف ، بل يبطيء الى أبعد الحدود طالما هي تتحرك
بسرعة قريبة جدا من سرعة الضوء .

دعنا نوضح ذلك أكثر : لو أن بهانة تحركت بسرعة
منتظمة فى حدود ٩٠٪ من سرعة الضوء (بالنسبة لنا) ،
لتباطأ زمنها بنسبة ٥٠٪ من زمننا الارضى ، ولو ارتفعت
سرعتها الى ٩٨٪ من سرعة الضوء ، فإن سنة « بهانية »
(منسوبة الى بهانة) تساوى خمس سنوات ونصف سنة
أرضية ، ولو زادت سرعتها عن هذه النسبة أكثر وأكثر ،
فإن يوما عند بهانة يساوى عشرات أو مئات أو آلاف
السنين مما نعد على أرضنا * .. كل ذلك يتوقف على
مدى اقترابها من سرعة الضوء !

ان ذلك يدعونا الى تقديم صورة أخرى أكثر اثاره ..

* قد يشير البعض الى أن نسبة الزمن قد وردت فى القرآن
الكريم بدليل قوله تعالى «وان يوما عند ربك كالف سنة مما تعدون» ..
وقوله « تعرج الملائكة والروح اليه فى يوم كان مقداره خمسين الف
سنة » .. والواقع أننى لا أميل الى التعرض لما ليس لى به علم ..
كل ذلك متروك لتقديرك ، والله أعلم .

فلو تصورنا أن بهانة كانت متزوجة من الفصيح ، وأنه ضايقها جدا بفصاحته ، فتركته وولدها البالغ من العمر عشر سنوات ، واستقلت سفينة فضائية وانطلقت بها الى رحلة كونية ، بسرعة شبه ضوئية ، وأقسمت بأنها لن تعود الا بعد سنتين ٠٠ سنة فى الذهاب ، وسنة فى الاياب ، لعل هذه الرحلة تفرج عن نفسها بعض الكروب الارضية ، ويمر الوقت بطيئا ٠٠ ثم تنتشر الانباء بأن بهانة التى تركت الأرض وعمرها ثلاثون عاما ، ستعود بعد أيام ٠٠ وذهب أهل الأرض - بما فيهم أقارب بهانة - ليستقبلوها ، وعندما تهبط سفينتها وتخرج الى الجموع المحتشدة ، لا تجد بينهم من تعرفه ٠٠ لم يكن هناك الفصيح ولا ابنها ولا أخوها ولا أحد ممن ودعوها . فى استقبالها ٠٠ كذلك يفاجأ المستقبليون، بوجود بهانة أمامهم وهى فى عز شبابها .

وتلاحظ بهانة شيئا عجوزا يتقدم نحوها وهو يتوكأ على عصا ، ثم يأخذها بالأحضان وهو يرحب بها قائلا : حمدا لله على سلامة العودة يا جدتى العزيزة ! ٠٠ غيبة طويلة جدا يا جدتى الرحيمة ٠٠ لقد مرت علينا مائة عام وأنت عنا بعيدة ! ٠٠

وتظن بهانة أن الذى يأخذها بالأحضان شيخ مخرف لا لوم عليه ، فتبتسم وهى تحديق بدهشة فى المستقبلين وتقول : أهلا يا « جدو » ٠٠ متشكرة يا « جدو » .

وعندئذ يبادر الناس بتصحيح الاوضاع فيقولون بصوت واحد : انه حفيدك يا سيدة بهانة . . هذا ابن ابنتك الذي تركته وعمره عشر سنوات . . لقد مات جميع من كنت تعرفينهم من عشرات السنين . . ويغمى على بهانة ، ويتوقف نبضها من هول الصدمة ، وتموت وكأنما الموت أراحها ، لأنها لا تستطيع أن تعيش في زمان غير زمانها ، وكأنما قصة أهل الكهف تتكرر بصورة أخرى مختلفة .

أظنك الآن قد شممت رائحة الروايات السينمائية الخيالية التي تتعرض لنسبية الزمن (مثل آلة الزمن وكوكب القروذ) . . وفيها يصور كاتبوها - على أساس علمي - كيف أن الزمن يبطل بالنسبة لرواد الفضاء وهم ينطلقون بسرعة قريبة من سرعة الضوء ، ثم يعودون بعد سنوات طويلة الى أرضهم ، فلا يعرفون ان كانت الارض أرضهم (لأن كل ما فيها قد تغير) . . أو أنهم على كوكب غريب وقد يظهر هنا فهلاو ليتساءل : فكرة؟! . . اذا كان الامر كذلك ، فلماذا لا يقوم العلماء بالتعجيل بصناعة صواريخ جبارة لتركبها جماعات جماعات ، ونطلق بها بسرعة شبه ضوئية ، فيبطؤ زمننا ، وتطول أعمارنا ، ونبتعد عن هذه الأرض التي تسرع بنا الى شيخوخة محتومة ؟

ليفكر فهلاو كيف يشاء ، وليتخيل كما يريد ، ولكن عليه أن يعرف أن مثل هذه الصواريخ بعيدة المنال ، فانطلاقها بسرعة شبه ضوئية ، فكرة شبه مستحيلة ، لا

جميع امكانياتنا الارضية لن تسعفنا . . فكل شيء محسوب
مقدما * . . ثم ليعلم فهلاو أن من ينطلق بسرعة شبيهه
ضوئية ، لن يعود الى هذه الأرض مرة ثانية . . فنظرية
النسبية تتطلب شروطا خاصة : ان الزمن يبطل فقط اذا
سارت السفينة بسرعة منتظمة وبخط مستقيم . . واذا
خالفت هذه الشروط ، ضاعت عليك فرصة تباطؤ الزمن ،
وانتهت حياتك بعيدا عن أرضك .

وقد تتساءلون بدوركم : ولكن ما يدرينا أن كل هذا
صحيح ؟ . . وهل هناك دليل واحد نستطيع أن نعتمد عليه
لنشهد تباطؤ الزمن مع زيادة السرعة ؟

نعم . . هناك أكثر من دليل . . فلقد وجد العلماء
دليلهم في تلك الجسيمات الكونية التي تندفع الى أرضنا
بسرعة رهيبية ، وهي التي نطلق عليها اسم « الأشعة
الكونية » (لأنها تأتينا من أعماق الكون) . . بعض هذه
الجسيمات الذرية يندفع نحو ذرات غلافنا الهوائي في طبقات
الجو العليا ، فتضربها في « قلوبها » (نوباتها) فتتفتت
القلوب وتتحطم ، لتنتقل منها جسيمات أخرى تطلق عليها
اسم الاشعة الكونية القانوية ، وهذه تنطلق نحو أرضنا

* ارجع الى ذلك في كتاب « هل لك في الكون نقيض ؟! » -
للمؤلف ، ليتبين لك ان كانت الفكرة ممكنة التنفيذ .

بسرعة كبيرة حتى تصل اليها ، وتخترق كل شيء فى طريقها
دون أن نحس بها .

ان الذى حير العلماء طويلا أن بعض هذه الجسيمات
قصير العمر جدا . . . وهى تتبع عائلة اسمها « الميزونات »
. . . بعض افرادها لا يعيش على حالته التى ظهر بها الالجزئين
اثنين من مليون جزء من الثانية . . . وبعضها لجزء واحد من
ألف مليون جزء من الثانية ، وغيرها أقل من ذلك بكثير . . .
ولهذا فان الزمن اللازم لوصولها الينا من طبقات الجو العليا
أطول من أعمارها . . . والحسابات الدقيقة تؤكد أن مثل
هذه الجسيمات لا يمكن أن تصل الى أرضنا * ، ولا بد أن
تولد هناك وتموت هناك ، ولكنها مع ذلك تصل الينا ،
بدليل أننا نكتشفها ، ونستخدمها مثلا فى الكشف عن
الاهرامات وما حوت ، لأنها تستطيع أن تخترق المباني
والجبال والصخور .

عندما استخدم العلماء معادلة النسبية الخاصة بتباطؤ
الزمن ، وقدروا سرعة هذه الجسيمات بالنسبة لأرضنا ،
وجدوا أن الزمن قد تباطأ بالنسبة لها ، ولهذا تعيش أطول

● الواقع أنها لو سارت بسرعة الضوء فانها لاستطيع أن
تقطع أكثر من ميل واحد وبعدها تموت أو تتحلل ، ولكنها تقطع
مئيرة أميال كاملة ، وهى مازالت على هيئة ميزونات حتى تصل الى
أرضنا .

نتصل الى أرضنا ، وهي تنطلق بسرعة قريبة من سرعة الضوء .

أضف الى ذلك أن العلماء يعيشون مع هذه الجسيمات فى مفاعلاتهم الذرية ، كلما انطلقت فيها أسرع . عاشت أطول من جسيم فى حالة سكون . . تماما كما تنبأت بذلك نظرية النسبية !

كذلك يعرف العلماء - وربما أنت أيضا - أن للذرات اليكترونات تدور حولها فى مدارات ، وعندما تهتز الاليكترونات ، فانها ترسل موجات كهرومغناطيسية محددة تماما كما تهتز الاوتار باصبع الموسيقى لتعطى موجات صوتية محددة نستقبلها على هيئة نغمات متفاوتة . . كذلك تنبعث موجات الراديو من محطات الارسال نتيجة لاهتزازات الاليكترونات فى مداراتها ، ولا علينا من كل ذلك ، انما الذى يهمنا أن العالم الذرى « ايف » قد استفاد من هذه الحقيقة ، وقارن اهتزاز اليكترونات ذرات الايدروجين وهي فى حالة سكون (نسبي) ، مع ذرات تنطلق بسرعة كبيرة ، فوجد أن الذرات السريعة « تنبض » على فترات طويلة . . أى من الزمن قد تباطأ فى السريعة عن الساكنة وهذا دليل آخر يضاف الى الأدلة السابقة .

ولقد قام بعض العلماء الانجليز بالتقاط اكتشاف تقدم به العالم الألماني رودلف موسباور فى عام ١٩٥٨

(وحاز به جائزة نوبل) ، وأشار فيه الى امكان استخدام التردد الموجى للذرات المشعة بمثابة ساعات دقيقة غاية الدقة . . وأن هذه الترددات الناتجة من ذرات مرتبطة ارتباط وثيقا في بلورات تبقى ثابتة الى أبعد الحدود .
ومن هنا بدأ العلماء البريطانيون فى اجراء تجربة أخرى لاثبات صحة نظرية النسبية ، ونحن لا نريد أن ندخل هنا فى تفاصيل التجربة ، ولكن يكفى أن نقول انهم استطاعوا أن يثبتوا صحة ما نادى به اينشتاين ، أى أن الزمن يتباطأ بالنسبة لشيء متحرك أكثر من تباطؤ الزمن فى شيء ساكن أو متحرك بسرعة نسبية أقل .

وقد يتدخل الفصيح هنا ويقول : ما لنا ولهذه الادلة الذرية ؟ . . أننا نريد دليلا من واقع عالمنا . . نريد أن نرى أعمارنا وهى تطول . . أن يبطؤ الزمن بالنسبة لنا ، لا بالنسبة للذرات أو جسيمات ذرية تتحرك بسرعة كبيرة .

وردنا : أنه لا يوجد انسان على هذه الارض يستطيع أن يقوم فى الوقت الحاضر باجراء تجربة على اطالة الاعمار الا اذا توصل الى فكرة صاروخ ينطلق فى الكون بسرعة شبه ضوئية وفى خط مستقيم ، حتى لا يعود أبدا .

ومع ذلك ، فما دامت المعادلات – رغم غرابتها – قد أظهرت صلاحيتها على مستوى الجسيمات الذرية والذرات ،

فان ذلك يدفعنا الى القول بأنها ربما تثبت صلاحيتها
للجزيئات والخلايا والمخلوقات . . كل ذلك يتوقف على
ما يمكن أن تأتي به الاجيال القادمة من أفكار جديدة
وابتكارات جديدة . . وقد تكون نظرية النسبية بداية لعهد
آخر جديد ، ولا شك أن أجيالنا أو الاجيال القادمة ستطور
هذه النظرية ، كما جاء آينشتاين منذ أكثر من ٦٥ عاما
ليضع لنا بعض أسرار الكون على هيئة معادلات ، ويحدث
بها تطورا في أفكار نيوتن وجاليليو وكل من جاء بعدهم من
أجيال العلماء . . وعندما يأتي هذا الجيل ، ويطور نظريته
بالنسبة للزمان والمكان والحركة والكون ، فلا شك أنه
سينظر الى أفكار أجيالنا ، كما كنا ننظر الى أفكار الاجيال
التي سبقتنا بمئات السنين .

علينا أن نعود الآن الى سر بعض التناقضات التي
وقعنا فيها عندما كنا نتعرض للحركة والسرعة ، وكيف أننا
طبقنا قوانينها كما نفعل في حياتنا اليومية (أي نضيف
السرعات أو نطرحها) . . ولكن معادلات النسبية أشارت
الى أن ذلك ليس صحيحا تماما ، وفيه أخطاء قد لا تظهر
لنا بالنسبة لما تعودنا عليه في أرضنا ، ولكن
الخطأ سيبدو فاحشا عندما نتعرض للسرعات الكونية
العالية . . ويكفي هنا أن نشير الى مثال قصير ، لنعيد
الذكريات التي سبق أن قدمناها . . ولنفترض أن سفينة
الفصيح قد تعطلت في الفضاء (مجرد فرض) ، فتوقفت

عن الحركة ، وجاءت بهانة بسفينتها لتنتقل خلفه ثم تمر بجواره بسرعة ١٨٠ ألف ميل في الثانية ، وفي اللحظة التالية تكون بهانة قد قطعت ١٨٠ ألف ميل أمام سفينة الفصيح الذي أراد أن يعطيها اشارة ضوئية لتنتقل خلف سفينتها بسرعة ١٨٦ ألف ميل في الثانية عندئذ لو نظرت بهانة وهي تنطلق أمام الضوء بسرعة ١٨٠ ألف ميل في الثانية ، فانها لن ترى الضوء وهو يلهث وراءها بسرعة ستة آلاف ميل في الثانية ، بل تراه يندفع خلفها بسرعه المعهودة - أي ١٨٦ ألف ميل في الثانية ، رغم انها تنطلق أمام الضوء بسرعة ١٨٠ ألف ميل في الثانية .

ان طرح السرعات هنا أمر منطقي ومعقول لكل من لا يعرف شيئا عن النسبية ، وهذا هو سر التناقض . . رغم انه لا يوجد في الواقع تناقض . . لأننا لم ندخل في حسابنا تباطؤ الزمن بالنسبة لبهانة كما يراه الفصيح أو كما نراه نحن على أرضنا . . لأن ثانية من زمن بهانة تختلف في طولها عن ثانية من زمننا الأرضي . . ان تمدد الزمن عندها يعطيها احساسا بأن الضوء ينطلق نحوها بسرعه المعهودة . . كلما جرت أمامه أسرع ، تباطأ زمنها أكثر ، وعلينا أن نعوض تمدد الزمن (أو انكماشه) في كل حساباتنا ، وعندئذ لن نجسد هناك ما يدعو الى التناقض .

اننا نعتبر الثانية فترة زمنية محددة ، ولكننا نستطيع

أن نعتبرها مسافة أو بعدا من أبعادنا المعروفة ، فنقول ان مسافة ١٨٦ ألف ميل تعادل ثانية ضوئية ، أو ان القمر يبعد عنا بمقدار ثانية وثلاث ضوئية ، وان أقرب نجم (بعد الشمس) تفصلنا عنه مسافة ٤٣ سنة ضوئية (حوالى ٢٦ مليون مليون ميل) . . وان مجرة « المرأة المسلسلة » تبعد عنا مليونى سنة ضوئية . . كأنما الزمن هنا بعد من أبعاد الكون ، وهو يتمدد أو ينكمش ، ولكننا لا نستطيع أن نراه منكمشا كما ينكمش الفأر أمام القط أو كما ينكمش الثوب الجديد بعد غسيله . . ولكوننا لا نراه كبعد من الأبعاد التى تحدد عالمنا ، فان هذا لا يعنى أنه غير موجود ، ووجوده لا يعنى أن يكون بالصورة التى ننظر بها الى الزمن فى ساعاتنا ، رغم أننا استخدمناها ونحن نتحدث عن الزمن لتبسيط الامور . . أضف الى ذلك أنه لا يوجد أمامنا شىء بديل نحدد به ما نود أن نصل اليه .

ومهما ناقشنا هذا الموضوع باللغة التى نستخدمها فى حياتنا ، فإننا سنكون كمن يدور فى حلقة مفرغة . . ولن تصل الى طبيعة الزمن أو نستوعبه كما تصوره لنا المعادلات الرياضية . . ولو كانت المعادلات الرياضية نسيجا من وحى الخيال ، أو أنها لا تقوم على أساس ، لما فتحت لنا أسرار الكون لننظر اليه حيث يجب أن يكون ، لا حيث تصوره لنا عقولنا !

اننا نقع فى المتناقضات ، وقد نرجع ذلك الى أن
قوانين الطبيعة ليست واحدة فى كل الاطارات . . وليس
العيب فى القوانين ولا فى النظام البديع الذى يسير عليه
الكون ، انما العيب أننا فى تحليلنا لأمر انكون نفصل البعد
الزمنى عن الأبعاد الثلاثة المعروفة لأحاسيسنا والابعاد
الثلاثة تكون الفراغ الذى تنتشر فيه الاجرام السماوية ،
فترى الكون أمامنا بعمقه واتساعه واتجاهاته ، ولكننا
لانستطيع أن نستوعب البعد الزمنى أو الرابع كما
يطلقون عليه ، وتضيفه الى الأبعاد الثلاثة لنقول أننا
نعيش فى كون تحكمه أبعاد أربعة ، منسوجة مع بعضها
بطريقة أو بأخرى . . ولكننا لا نراها على حقيقتها مجتمعة
. . ولو رأيناها . . دعنا اذن نتعرض لذلك فى باب آت
مستقل ، لنختتم به موضوعنا .

كون غريب بأبعاد أربعة !

« ان كل من ليست له صلة بالعلوم الرياضية ، سوف تفتابه رعدة غامضة عندما نذكر له وجود أشياء تتصف بصفات الأبعاد الأربعة ، ومع ذلك فاننا لا نستطيع أن نجد في لغتنا كلمة مألوفة نعبر بها عن ذلك أكثر من قولنا ان العالم الذي نعيش فيه ليس الا استمرارا للزمان والمكان * في أبعاد أربعة ! »

هكذا عبر أينشتاين عن الكون كما يراه من خلال معادلاته الرياضية ، وكما يراه علماء الرياضة الآخرون . .

* يعبر العلماء العرب عن ذلك أحيانا بلفظ واحد «الزمان» .
ناتج من ادماج الزمان والمكان في كلمة واحدة لتدل على أنهما شيان متصلان أو مستمران . (Space-time-continium)

فبهذه اللغة وحدها - لغة العلوم الرياضية - يستشفون صورة مقربة لما يمكن أن تكون عليه طبيعة الكون الممتد حولنا في جميع الاتجاهات ، ومع ذلك لا نستطيع أن ندركه بعقولنا ، أو نتصوره بخيالنا .

ولكى نصل الى جوهر ما يعنيه أينشتاين عن الكون المحكوم بأبعاد أربعة ، دعنا نقدم صورا ملموسة بخيالنا . . . ولنتخيل وجود مخلوقات تعيش في كون يحكمه بعد واحد لا غير . . . عندئذ لن ترى هذه المخلوقات عالمها كما نرى نحن عالمنا . . . فهي عندما تتحرك فان حركتها لا تحيد عن صراط أو خط مستقيم . . . انها لا تعرف كيف تتجه يمينا أو يسارا ، لأنها لا تدرك معنى اليمين ولا اليسار . . . كل ما تعرفه هو ذلك البعد الواحد أو الخط الرفيع الذى يجب عليها أن تتحرك فيه . . . فقط الى الأمام أو الى الخلف . . . كما تتحرك النملة على خيط طويل ورفيع ، أو كما يتحرك لاعب الأكروبات على حبل مستقيم منصوب فى الفضاء بعيدا عن أى مساحة من الارض يستطيع أن يتجول عليها كما نتجول . . . وكذلك تكمن مخلوقات الكون ذى البعد الواحد . . . فلقد ولدت فيه ، وعاشت وتناسلت وتأقلمت عليه ، ولهذا لا تجد فيه شيئا خارجا عن المألوف . . . انه عالم منطقي وواقعي . . . تماما كما ننظر الى عالمنا .

ولنفرض أن عالما رياضيا قد ظهر فى هذا العالم المحكوم ببعد واحد ، وأنه كان على درجة كبيرة من الذكاء

عندئذ قد ينظر الى كونه نظرة عميقة من خلال تحليلات رياضية ، ثم نراه يتوصل الى وجود بعد آخر يطلق عليه «العرض» . . وعندما يذيع ما توصل اليه بين مخلوقات عالمه ، قد يجد منهم من يقول له « فى عرض دينك دعنا من هذه الفلسفة ، فانا بما تقول لكافرون » .

وقد يناقشه بعض العقلاء فى الامر ، ويقولون : وماذا تعنى بهذا البعد الذى تطلق عليه « العرض » ؟ . . فيقول : ان ذلك يعنى وجود مسطح أو مساحة نستطيع ان نتجول عليها فى أى اتجاه نريد . . فيقولون : وماذا تعنى بمسطح ، وماذا تقصد بكلمة اتجاه ، ونحن لا نستطيع أن نستوعب بعقولنا الا هذا البعد الواحد الذى قدر علينا ألا نحيد عنه ولا نميل ؟ . . فيقول : انكم تستطيعون تصور ذلك من معادلتى الرياضية ، لأنها توضح أن الخط المستقيم لو أصبح له عرض ، فانه ينبسط وينبسط حتى يصبح مسطحا . . مثل ماذا ؟ . . مثل ماذا ؟ . . (طبعا بالنسبة لنا نقول مثل هذه الورقة مثلا ، فلها طول وعرض) .

ويتوقف العالم عن الكلام ، لأنه لا يجد فى عالمه نموذجا حيا لشيء مسطح . . فكل ما فيه خطوط مستقيمة ولم تر المخلوقات هناك الا بعدا واحدا لا غير ، وعندئذ قد يقول هذا العالم الرياضى « اننى فى الواقع لا أستطيع أن أجد كلمة مألوفة أكثر من قولى ان العالم الذى توصلت اليه من خلال معادلاتى ليس الا استمرارا للطول والعرض فى

بعدين اثنين » . . ومهما قال فان أحدا منهم لا يستطيع أن يتصور ذلك على الإطلاق . . فعقولهم محدودة ببعد واحد لا غير .

علينا أن نتخيل بعد ذلك وجود مخلوقات تعيش في عالم يحكمه بعدان اثنان : طول وعرض . . وهذان البعدان يكونان مساحة مسطحة ، وعليها تتحرك تلك المخلوقات في أى اتجاه تشاء ، ولكنها لا تستطيع ان تقفز الى أعلا ، أو أن ترى لكونها عمقا . . فكل ادراكها مقصور على هذين البعدين . . فاذا سقطت كرة في عالمهم ، فانهم لا يرونها كما نراها . . بل تظهر أمامهم على هيئة دائرة كالتى نرسمها على الارض أو على أى شىء مسطح . . أى أنهم يرون كل شىء أمامهم كما نرى نحن الظلال على أرضنا وليس للظل على الارض ارتفاع أو عمق . . وبالاختصار فان هذه المخلوقات لا تعرف فوقا من تحت ، لأن ادراكهم محكوم ببعدين متصلين . . طول وعرض .

عندئذ لو ظهر فيهم عالم رياضى ، وقال لهم - من خلال معادلاته - انه استطاع أن يحدد بعدا ثالثا تظهر به الأشياء مجسدة . . عندئذ يهزون رهوسهم بدهشة ويقولون : وماذا تعنى بشىء مجسد ؟ . . فيقول : أى أن له بعدا ثالثا يعطيه عمقا ؟ . . فيقولون : وما معنى العمق ؟ . . فيقول : انه البعد الثالث أو الارتفاع الذى يظهر لنا الكون كفراغ تنبث فيه أشياء مجسدة . . مثل . . مثل

ماذا ؟ .. ويتوقف العالم الذي يعيش في كون لا تستطيع مخلوقاته أن تدرك إلا بعدين اثنين ثم يقول « الواقع أنني لا أستطيع أن أجد كلمة مألوفة أكثر من قولي ان العالم الذي توصلت اليه بمعادلاتي ليس الاستمرارا لأبعاد ثلاثة : طول وعرض وعمق » .. ومهما تحدثت عن معنى البعد الثالث أو العمق ، فإن أحدا من عالمه لا يستطيع أن يتصور وجود بعد ثالث ، لأن عقولهم لم تنهياً إلا لادراك بعدين اثنين .

ولنتعرض بعد ذلك لعالم تحكمه أبعاد ثلاثة : طول وعرض وعمق ، وفيه يظهر كل شيء مجسداً .. تلال وأشجار وبيوت وعربات وطائرات وصواريخ وفضاء واسع يتطلعون اليه بعيونهم ومناظيرهم ، فيرون في أعماقه وفي كل اتجاهاته نجومها وسدما ومجرات .. انه عالمنا الذي نعيه بادراكنا ، ونعيش فيه بأحاسيسنا ، حتى يظهر بيننا علماء الرياضيات الذين يتحدثون - من خلال معادلاتهم - عن وجود بعد رابع يطلقون عليه البعد الزمني . ليدخل في نسيج واحد مع الأبعاد الثلاثة التي ندركها بأحاسيسنا ومشاعرنا ، فنقول : وما هي طبيعة هذا البعد الزمني ؟ فيقولون : انه ينكمش أو يتمدد ! .. فنقول : وكيف ذلك يكون ؟ .. فيقولون : لأنه يعتمد على الحركة والسرعة ؟ فتقول : وهل نستطيع أن نراه ؟ فيقولون : فقط من خلال المعادلات الرياضية ، والهندسة الفراغية للزمان

والمكان .. وكأننا نعود بذلك الى قول اينشتاين « ان كل من ليست له صلة بالعلوم الرياضية ، سوف تنتابه .. الى ان يقول : ومع ذلك فاننا لا نستطيع ان نجد في لفتنا كلمة مألوفة نعبر بها عن ذلك أكثر من قولنا : ان العالم الذى نعيش فيه ليس الا استمرارا للزمان والمكان فى ابعاد أربعة .. مثله فى ذلك كمثل العالم الذى كان يعيش فى عالمه ذى البعد الواحد ، وأراد ان يصور لقومه معنى عالم ذى بعدين .. وكصاحبه الذى يعيش فى عالم يحكمه بعدان ، ثم يريد أن يطور نظرتهم الى عالم فراغى فيه استمرار للطول والعرض والعمق (أو بما نعبر عنه بالمكان .. لأننا نشغل فيه حيزا مجسدا) . ان أى انسان فى هذا العالم لا يستطيع ان يرى فى ابعاد أربعة مستمرة فى الزمان والمكان (أو الفراغ بأبعاده الثلاثة المعروفة) .. لأن ادراكنا عن ذلك قاصر ، ولو أدركنا حقيقة الابعاد الاربعة ، لربما تجلى لنا المستقبل بكل أحداثه القادمة والماضى بكل صورته الزائلة .. ولكن حمدا لله أن حجب عنا ذلك ، والا لكأنت مصيبتنا ثقيلة وفادحة .. ولك وحدك أن تتصور ماذا قد يعنى ذلك ، ان الله حلیم ستار .. و « لو علمتم الغيب ، لاخترتم الواقع » .. ويكفيننا ذلك ، لأننا لا نود أن نخوض فيما ليس لنا به علم .

علينا الآن أن نتساءل : هل اذا نظرنا الى الكون فى الزمان والمكان .. فهل نراه على حقيقته ؟ .. الواقع أننا

لا نرى الحقيقة لا في الزمان ولا في المكان . . اننا نرى النجوم
لا حيث تكون الآن ، ولكننا ننظر الى الماضي . . الى حيث
كانت هناك في مواقعها منذ سنوات ، أو عشرات السنوات
أو مئات أو آلاف أو ملايين السنين . . فالذي يحدد لنا
وجودها ، أشعة الضوء الواصلة منها . . وهذه تقطع
مسافات تقدر بالسنين أو ملايين السنين الضوئية . . أى
أن ما يصل اليها الآن من ضوءها ليس الا ضوءا بعثته منذ
زمان طويل . . ونحن لا نستطيع أن نحدد وجودها
ومواقعها حيث تكون الآن ، بل حيث كانت منذ زمان
طويل ، لأنها تتحرك دائما في الزمان والمكان ، ولكوننا
لا نستطيع أن نستوعب الزمان والمكان في ومضة خاطفة ،
فنشهد كل شيء في الكون على حقيقته ، فذلك مرده الى
عقولنا القاصرة ، والى حواسنا التي لا تسمع ولا ترى الا
في حدود جد ضيقة . . وهذا موضوع طويل ترانا في حل
من التعرض له هنا لضيق المجال .

هذه اذن قشور سطحية عن نظريته النسبية الخاصة
لأن معناها الرياضى أعمق من ذلك بكثير ، ولكننا لا نريد
أن نزج بالقارىء في معمعة علمية لا يعرف لها قرارا ، ولى
في ذلك بعض العذر ، وأرجو أن أكون قد وفقت فيما
قدمت .

وقبل أن نطوى هذه الصفحات ، كان لا بد أن نقول
ان الله وحده هو الذى يحيط بكل شيء علما ، فيرى كونه

على حقيقته المطلقة من أوله الى آخره في لمحة خاطفة ، وقد منحنا عقولا لتبحث في أسرار الكون العظيم عليها تصل يوما الى الحقيقة . . . وهنا قد يتساءل البعض وماذا نقصد بالحقيقة بعد ان اظهرت لنا نظرية النسبية ان كل شيء نسبي ؟ . . . فاذا كان الأمر كذلك ، فهل يتوصل الانسان الى الحقيقة المطلقة يوما ؟ . . . واذا وصل ، فماذا يعنى هذا ؟

لو فرضنا أن الانسان قد وصل الى الحقيقة المطلقة فسيكون في مرتبة خالقه ، ولا يمكن بطبيعة الحال أن يرقى بال مخلوق الى مرتبة الخالق . لأنه جزء من كل ، ولهذا فكل ما يتوصل اليه الانسان إنما هو حقيقة نسبية لا مطلقة ، لأن المطلق لله وحده . . . وكل ما عداه فهو نسبي .

ومهما كانت الامور ، فان أسرار الكون لن تنتهى أبدا . . . فهي بمثابة بحر هائل لم نحصل منه الا على قطرة . . . وما زلنا حائرين في هذه القطرة ، وستبقى عقولنا دائما حائرة أمام أسرار الكون المتلاطمة . . . عقولنا كأنما يقول فيها الشاعر :

فسارت هباء واضمحلت كذرة
على الشاطئ المحموم والموج صاخب

الفهرس

الصفحة	الموضوع
٣	تمهيد
١٥	على موجات الأثير
٢٥	من حيث بدأ أنيشتاين
٤٥	تحرك أسرع .. تنكمش أكثر
٥٥	تحرك أسرع .. تثقل أكثر
٧٣	نسبية الزمن
١٠١	كون غريب بأبعاد أربعة

الطبعة الثقافية

رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٠٢ / ١٩٧٠

المهنية المصرية العامة للتأليف والنشر

ملزم التوزيع
في الجمهورية العربية المتحدة وجميع أنحاء العالم
الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر

مكتب الشركة بالجمهورية العربية المتحدة

العاشر	١٠٠١٧	شعار شريف	١ - فرع شريف
العاشر	٥٥٠٣٦	١١ شارع ٢٦ يوليو	٢ - فرع ٢٦ يوليو
العاشر	٤٦٣٨٣	٥ ميدان خراي	٣ - فرع ميدان خراي
العاشر	٢١١٨٧	١٣ شارع محمد عز العرب	٤ - فرع الميدان
العاشر	٤١٠٧١٢	٧٧ شارع الجمهورية	٥ - فرع الجمهورية
العاشر	٩١٤٢٧٣	١٤ شارع الجمهورية	٦ - فرع عادي
العاشر	٨٩٨٣١١	ميدان الحسين	٧ - فرع الحسين
اسوان	٧٩٣٠	١ ميدان الجزيرة	٨ - فرع الجزيرة
الإسكندرية	٧٥٩٢٥	السوق النياحي	٩ - فرع أسوان
طنطا	٢٥٩٤	١٩ ش. سعد زعزل	١٠ - فرع الإسكندرية
المنصورة		ميدان الساعة	١١ - فرع طنطا
أسيوط		ميدان انحنة	١٢ - فرع المنصورة
		شارع الجمهورية	١٣ - فرع أسيوط

مراكز وكلاء الشركة خارج الجمهورية العربية المتحدة

العراق	شارع بين ميدي العربي رقم ١١ مطرو	١ - مركز توزيع العراق
بيروت	شارع دمشق	٢ - مركز توزيع لبنان
جند	ميدان التحرير	٣ - مركز توزيع العراق
سوريا	شارع ٢٩ آيار - دمشق	٤ - عبد الرحمن الكيلاني
لبنان	ص. ب. رقم ٤٦٦٨ بيروت	٥ - الشركة العربية للتوزيع
العراق	مكتبه الشخصي - بغداد	٦ - قاسم الوجع
الأردن	وكالة التوزيع - عمان	٧ - وحا العيسى
الكويت	شارع للتوزيع ص. ب. ١٥٧١ الكويت	٨ - عبد العزيز العيسى
الكويت	وكالة المطبوعات	٩ - وكالة المطبوعات
بيضاوي	شارع عمرو بن العاص - ليبيا	١٠ - مكتب الوحدة العربية
طرابلس	٥٣ شارع عمرو بن العاص	١١ - محمد بشير العراشي
تونس		١٢ - الشركة الوطنية للتوزيع
تونس	شارع الرشيد	١٣ - وكالة الأهرام
تونس	المناحة - الخليج العربي	١٤ - المكتبة الوطنية
تونس	ص. ب. ٤٢ و ٦١	١٥ - مكتبة العروبة
تونس	المكتبة الأهلية ص. ب. ٢٦١	١٦ - عبد الله حيدر الرضاوي
تونس	ص. ب. ٢٧	١٧ - المكتبة الحديثة
تونس	المكتبة الوطنية ص. ب. ٢٥	١٨ - أحمد سعيد حداد
تونس	شارع عبد العلي ميدان الحبيب	١٩ - مكتبة دار العلم
تونس	ص. ب. ٨٢	٢٠ - عيسى إبراهيم شمر
تونس	ص. ب. ١٥٤٤	٢١ - عبد الله قاسم الحارثي
تونس	ص. ب. ٩٢٦	٢٢ - مكتبة ستر
تونس	ص. ب. ٨٤٥	٢٣ - عبد الله عامر محمد
تونس	ص. ب. ١٠٠	٢٤ - مكتب توزيع المطبوعات العربية
تونس	١٠ ش. كدهار ص. ب. ٢٠٠٤	٢٥ - المكتبة الجباري الشريفي
تونس		٢٦ - مكتبة مصر
تونس		٢٧ - مكتبة البحر
تونس	ص. ب. رقم ١٥٥	٢٨ - ركني حرجيس جليوي
تونس	مكتب العموم ص. ب. ١٨٥	٢٩ - إبراهيم عبد العموم
تونس	مكتبة دبور ص. ب. ٦٤	٣٠ - عيسى الله محمود دبور
تونس	المكتبة الوطنية ص. ب. ٢١٥	٣١ - عيسى عبد الله
تونس	ص. ب. ٤٢	٣٢ - مصطفى صالح

أسعار البيع للجمهور في الدول العربية

سوريا ٥٠ - مصر ٥٠ - لبنان ٥٠ - تونس ٥٠ - العراق ٥٠ - فلسطين ٥٠ - الكويت ٥٠
 فلسطين ٥٠ - السودان ٥٠ - ليبيا ٥٠ - قطر ٧٥ - درهم - البحرين ٧٥ - عمان ١٠٠
 سنغافورة ٥٠ - أديس أبابا ٥٠ - سنغافورة ٥٠ - العراق ٥٠ - مصر ٥٠



الدكتور عيد المحسن صالح

● دكتوراه في الميكروبيولوجيا من جامعة القاهرة

● استاذ مساعد الميكروبيولوجيا الصحية بكلية الهندسة - جامعة الاسكندرية .

● من مؤلفاته في هذه السلسلة : الميكروبات والحياة ، دورات الحياة ، الفطريات والحياة ، الفيروس والحياة ، اسرار المخلوقات المضيئة ، لماذا نموت ، معارك وخطوط دفاعية في جسمك .

الكتبة الثقافية

(جامعة حرة)

● علمية الفكر القومي والاشواق

● تحمل العرش من النهر

● المياه ، من طبعها على

● ارضنا في حلة الماء

● من طبعها على

● الدكتور حيدر محمد عبد



0210820

To: www.al-mostafa.com