نظرية النسبية الخصوصية

بقية البحث الأول

الزمان ونسبيته

للدكتور اسماعيل احمد أدهم

عضو أكاديمية العلوم الروسية

— ٣ —

علل هذه الظاهرة فتزجرالد[1] بقوله إن المتحركات تتقلص فى اتجاه سرعتها ، فالأرض تتقلص فى اتجاه سرعتها بقدر الفرق النظرى بين رحلتى الشعاعتين بحيث تعودان كما هما عمليا فى وقت واحد . وقام العلامة لورانتز الهولندى فاستخرج مقدار هذا التقلص فى عملية رياضية دقيقة

لو رمزنا بالرمز « ر » لمسافة رحلة الشعاعة « س ، » ، وبالرمز « ر ، » لرحلة الشعاعة « س ، » ، وبالرمز « صـ » لسرعة الضوء ، وبالرمز « س » لسرعة الأرض ، لكان :

(1) Y. Fitzgerald: Annalen der Physik., Leipzig p. 137 (1907).

تعلو صخرة ، أو تهبط حفرة ، أو تغوص فى رملة ، لما وردوا الماء وجدوه جافاً ، فعلم أن معنى أكيس : أنك تبقى بلا ماء تموت

* * *

ثم نظر فرأى الفجر قد انبثق ، فأيقظ المؤذن ، وكان قوى الحنجرة حسن الصوت ، فأذن فزلزل البادية بـ « الله أكبر » فلما قال « أشهد أن محمداً رسول الله » ، لم يتمالك صاحبنا نفسه أن تضطرب وقلبه أن يخفق ، وعينه أن تدمع :

هذا آخر يوم من أيام البادية . لم يبق بيننا وبين المدينة إلاّ نصف مرحلة ... فهل يكتب لنا أن ندخل من باب السلام ونقوم أمام الحجرة ونسلم على رسول الله صلى الله عليه وسلم ؟ ...

على الطنطاوى

$$ر = \sqrt{١ - \frac{س^٢}{صـ^٢}} \quad \text{... ... ... « معادلة ٤ »}$$

وهذا معناه تقلص الأرض حتى تصير بمقدار :

$$\frac{١}{\sqrt{١ - \frac{س^٢}{صـ^٢}}}$$

وبذلك تقرر استحالة استخراج الحركة المطلقة للمتحرك ، وبذا صار من المحال معرفة التواقت

— ٤ —

لابدّ من فاصلة[1] زمانية لمعرفة سرعة الضوء ؛ هذا إلى أن معنى الزمان قائم على معرفة سرعة انتشار النور . هذا التضاد استخدمه العلامة ألبرت اينشتين فى سبيل استخلاص مبادئه الأولى فى النسبية الخصوصية

لنفرض كوناً مثل « ك » به نقطة مثل « ا » ثابتة ، وبهذه النقطة راصد ومعه ساعة ؛ ولنفرض أن هذا الراصد يعين حدوث الحادثات فى كونه بموجب زمن الساعة التى يحملها ، ولكنه بلا شك يفشل فى تعيين زمان الحادثات عينها بالنسبة لنقطة ثابتة فى كون آخر يتحرك حركة انتقالية ازاءه ؛ مالم يوحّد سير ساعته مع سير ساعة الراصد القائم فى الكون الآخر

وتوحيد سير الساعتين لا يقوم إلا على اشارة ضوئية ؛ والضوء كما قلنا سرعته واحدة فى كل الجهات ؛ ومعنى هذا أن الفترة التى تستغرقها شعاعة الضوء لقطع المسافة من الكون الأول الى الثانى هى عين الفترة التى تستغرقها للعودة من الكون الثانى الى الأول

هكذا يتحول معنى المسافة الممتدة بين النقطتين « ا » فى الكون الأول ، و« ب » فى الكون الثانى من امتداد الأجسام الصلبة إلى أمواج النور ، أعنى أنها تتحول من خط امتداد الأجسام الصلبة الى المسافة التى تقطعها أمواج النور فى آماد متساوية

(1) Albert Einstein and M. Grossmann "Kosavazeignschaften der feldgleichungen der Gravetatioustheorie" L. M. Physik. 6-3-1941 P. 215

هذا التبدل يؤدى الى تغيير موضوع الهندسة الأوقليدية ، إذ تتحول الأشكال والخطوط الأوقليدية التى ترسمها الأجسام الصلبة فى تحركها الى الأشكال والخطوط الاينشتينية التى يرسمها سير أمواج الضوء

— ٥ —

لقد رجع اينشتين بعالم الحادثات الى الهندسة . ومن المعلوم أن هنالك ضربين من الرياضيات : ضربا ذهنيا محضا ، وضربا حسيا . فالضرب الأول هو الذى تقوم عليه مبادئ الرياضة ، وخاصة التحليلية منها ، والضرب الثانى يتفق والأول فى الماهية الرياضية ، إلا أنه يختلف فى كونه راجعاً الى الحس والتجربة . والمدرسة الأكسيوماتيكية تجد فى مكان الرياضة المحض مكان المنطق الصورى والذهن الخالص

على هذا الأساس لو مضينا ندقق موضوع الهندسة الأوقليدية لألفيناها هندسة ترجع لخواص الأجسام الصلبة وعلاقاتها ببعض ، فهى ضرب من الهندسة التجريبية ، وبذا تعد ضرباً من الطبيعيات . والهندسة الأوقليدية ليست قضاياها منطقية تحليلية فحسب ، بل هى تنطوى على أحكام تجريبية مستمدة من الاختبار والمشاهدة ، وبذلك كانت بعيدة عن ساحة الهندسة الصرفة

وهنا يتبادر الى الذهن سؤال من حول الهندسة الأوقليدية وعمليتها بمعنى : هل هى تلتئم من حول حوادث هذا العالم ؟ وللاجابة على هـذا السؤال نلجأ للتجربة ، فهى الأداة العلمية الوحيدة التى تمكننا من الاجابة على هـذا السؤال ، فان قياس أى طول فى علم الطبيعة يرجع لمبدأ انتشار النور فى خطوط مستقيمة ، وبذا فان الأطوال ترجع إلى ضرب من الرياضة التجريبية ؛ وهذه الحقيقة نخرج منها بنتيجة هامة . فالنقطة والخط ..... ؛ ليس من المهم أن نقول إن معرفتنا بها عقلية ، لأننا فى الحقيقة نفرض صحة بعض المبادئ ، ومن حول هذا الفرض تقيم هندستنا الصورية التى لا ترجع معرفتنا بمبادئها الى التجربة ؛ إذ هى مبادئ أوجدها العقل الانسانى وصرح بامكانها . غير أنه من المهم أن نقول إننا بارجاعنا الهندسة إلى مبدأ انتشار الضوء نقرر ضمناً ارجاع الهندسة الى الطبيعيات الحديثة أو العكس ، ويكون مقدار ما فى الهندسة من الصواب بمقدار ما فيها من المرونة للالتئام من حول حقائق العالم الخارجى ،

وهكذا نرى الهندسة الأوقليدية تنهار حيث لا تتفق ومبدأ انتشار النور [1]

— ٦ —

« موضوع النسبية الخصوصية : تقوم على أساس أولى فى تحويل موضوع الهندسة من الأشكال التى ترسمها الأجسام الصلبة اللامتغيرة الى الأشكال التى ترسمها الأمواج النورية الثابتة » برتر اندرسل

لنفرض ساعة فى نقطة مثل « ا » حيث صدرت منها شعاعة نور فى الآونة « ا ، » الى النقطة « ب » فوصلتها فى الآونة « ب ، » ثم رجعت الى « ا » فى الآونة « ا ، » فنكون :

« ب ، » — « ا ، » = « ا ، » — « ب ، » أو أن :

$$\text{« ب ، »} = \frac{\text{« ا ، »} + \text{« ا ، »}}{٢}$$

بمعنى أن الساعة التى فى « ا » تكون متساوية فى سيرها مع الساعة التى فى « ب » ويكون اعلان الساعتين للزمان واحداً . فلو أردنا أن نعين زمان الساعتين فى وقت واحد فما علينا إلا أن نرسل إشارة نورية بزمان النقطة « ا » إلى « ب » فتضبط استناداً عليها نقطة « ب » زمانها . وعليه تكون النقطتان متوافقتين فى زمانهما ، وهنا يوحى التواقت إلى الذهن فكرة أن الزمان ليس أكثر من مجرد الفواصل التعاقبية للحادثات [2]

— ٧ —

ما معنى التواقت ؟

حدثت حادثة مثل « ح » فى « ا » وحادثة أخرى مثل « ح ، » فى « ب » ؛ فما معنى تواقتهما ؟

(1) Albert Einstein : Geometry and Experience, 1935 P. 35-73

(٢) (إن تعاقب الحادثات فى النفس يكون فى الذات مفهوم الزمان الذاتى ، ويقابله فى الخارج الزمان الموضوعى الذى لا يخرج عن كونه تعاقبات الحادثات الكونية . فلو تصورنا مجموعة من الحوادث المتهائية وهى تطارق الوعى ؛ فهى بطبيعتها ستتبع حالة تعاقبية فى طرقها ؛ وحيث أن موضوع الذهن واحد لا يتغير ، فوصول حادثة قبل أخرى أو بعدها أو معها توجد علاقة ذهنية فى العقل تحدد مفهوم الزمن الذهنى ، بينما هذه العلاقة تحدد فى الخارج بمعنى تقديرى رياضى للحادثات تنزل منه منزلة الزمن الذاتى من الذات ، ولولا الحركة لما كان للزمن من مفهوم ، فتعاقب الحوادث بأسلوب نهائى يعرض على الذهن مع الحادثات ذاتها بشكل موضوع الزمان ، والتعاقب يجرى فى خط واحد فيتحد مع خطوط المكان الثلاثة فيكون الحدود الأربعة للمادة) ص ١٣٢ من كتابنا الشواهد للمباشرة للوجود ، طبعة ميلان — لندن ١٩٣٤

للاجابة على هذا السؤال نفرض أن الحادثة « ح١ » حدثت في الزمن « ا٢ » كما أن الحادثة « ح » حدثت في الزمن « ا١ » ، فلو كان سير ساعة النقطة « ا » هو سير ساعة النقطة « ب » ، وما تعلنه الساعة الأولى من الوقت هو ما تعلنه الساعة الثانية فالحادثتان متواقتتان

على هذا الأساس يمكننا أن نعرف الزمان إستناداً على إشمارات الساعات ؛ ولكن لنا أن نتساءل : هل يصح القول بتواقت حادثتين حدثت إحداهما في كون مستقل عن الآخر وهما يتحركان بالنسبة لبعض حركة انتقالية ؟

للاجابة على هذا السؤال نرجع لمثالنا السابق فندقق فيه النظر فسنرى أن ساعات كل كون يمكن أن تتساوى في سيرها مع آخر ، وعليه يمكننا تعيين زمان حدوث أية حادثة بأية ساعة في هذا الكون لانتشار النور خلاله بسرعة ثابتة ؛ أما في أكوان متعددة تتحرك بالنسبة لبعضها حركات انتقالية كما هو جار في العالم الخارجي فلا يمكن القول بالتواقت لانعدام واسطة استخراج الحركة المطلقة . ولبيان هذا نفرض خطاً يمتد من النقطة « م » إلى « م١ » طوله ٩٠٠٠ وحدة طولية ، وأن هنالك شعاعاً من النور يقطع هذا الخط من اتجاه « م » إلى « م » بسرعة ٣٠٠ وحدة طولية في الساعة ، ولنفرض كذلك طيارة بها راصد تتحرك من جهة « م » إلى « م١ » مع شعاعة النور بسرعة ٧٥ وحدة طولية في الساعة ؛ ولنرمز للراصد الذي بداخل الطيارة بالرمز « ص١ » ، ولنفرض أن في منتصف المسافة بين « م » و« م١ » على بعد ٤٥٠٠ وحدة طولية من كل من النقطتين يقوم راصد مثل « ص٢ » في النقطة « ح » ومعه جهاز كهربائي يمتد طرفاه إلى نهاية الخط من الجهتين ، وبكل طرف مصباح كهربائي يبعث بإشارة نورية تأتيه من الجهاز الكهربائي الذي مع الراصد « ص٢ » وبالطبع ستتلاقى الشعاعتان معاً عند « ص٢ » في آونة واحدة

لنفرض أن الراصد « ص٢ » ضغط على جهازه الكهربائي فصدرت منه إشارتان كهربائيتان إلى النقطتين « م » و « م١ » حينما صارت الطيارة بمحاذاته « ص١ » أمامه تماماً . فهل تبدو الشعاعتان الواردتان من المصباحين متواقتتين لكل من الراصدين « ص١ » و « ص٢ » لأن كلا منهما في منتصف المسافة بين « م » و « م١ » حينما ضغط « ص٢ » على الجهاز الكهربائي الذي معه ؟

إن الاشارة الكهربائية ستقطع المسافة من « ح » إلى كل من النقطتين « م » و « م١ » في ١٥ ساعة « $\frac{٩٠٠٠}{٢} \times \frac{١}{٣٠٠}$ » وستقطع الموجة النورية الصادرة من المصباح الذي في « م » المسافة من « م — ح » ومن « م١ — ح » في نفس المدة . فبعد ثلاثين ساعة يشاهد الراصد « ص٢ » الشعاعتين قد وصلتا أمامه في « ح » في آونة واحدة . هاتان الحادثتان متواقتتان للراصد « ص٢ » ، ولكن هل هما متواقتتان بالنسبة للراصد « ص١ » ؟

لا . لأن الراصد « ص١ » يكون قد غادر النقطة « ح » عندما ضغط « ص٢ » على الجهاز ، فيأخذ في الاقتراب من نقطة « م » بمعدل ٧٥ وحدة طولية في الساعة ، وحينما تتلاقى الشعاعتان عند « ص٢ » يكون هو قد قطع ٢٢٥٠ وحدة طولية ، ويستقبل الشعاعة الواردة من النقطة « م١ » قبلما تصل إلى « ح » ، فعنده تجري حادثة وقوع شعاعة « م١ » قبل أن تجري حادثة وقوع شعاعة « م » ؛ أعني أن الحادثتين غير متواقتتين عنده . ونستنتج من هذا أن التواقت نسبي حسب المشاهد وكذلك الزمان

— ٨ —

إن التواقت نسبي في أكوان تتحرك بالنسبة لبعضها حركة انتقالية كما هو حاصل في عالمنا هذا . ويصح التواقت بين حوادث كون ساكن ؛ أما في أكوان متحركة فلا يصح القول بالتواقت حتى ولو وصلت الحادثات إلى المشاهد متواقتة في وقوعها ، إذ يلزم أن تكون الحوادث في وضعها متواقتة ؛ ولما كان السبيل إلى ذلك قائماً على معرفة الحركة المطلقة للأكوان ، وكانت الحركة المطلقة مستحيلاً استخراجها ، كان القول بالتواقت المطلق لغواً ، وكان لكل حادثة زمان خاص نسبي لها حسب المشاهد ؛ كذلك يكون التواقت نسبياً حسب المشاهد ، فما هو متواقت عندك يكون غير متواقت عند غيرك

من هنا نخرج بأن الزمان نسبي ، وأن التواقت نسبي ، وأن زمان كل حادثة نسبي لمشاهدها

(تم البحث الأول)

اسماعيل أحمد أدهم