نظرية النسبية الخصوصية

المقال الثانى

وحدة قوانين الطبيعة والبعد الرابع فى النسبية

للدكتور اسماعيل احمد أدهم

عضو أكاديمية العلوم الروسية

عناصر البحث

(١) الحد الرابع للمادة فى النسبية
(٢) ثبات النور ووحدة قوانين الطبيعة
(٣) النظام الدالمبلى وقوانين التحويل اللورانتزية

— ١ —

تصور سطحاً فى حيز منه نقطة مثل « ح » ، وأنك تريد تحديد مكانها ، فلا شك أنك ستقيس بعدها عن الحافة اليمنى للسطح أو اليسرى ، ثم بعدها عن حافة السطح الأمامى أو الخلفى ، وبواسطة خطين تحدد مركز النقطة على السطح . أما إذا كانت النقطة المرغوب تحديدها فى حجم فلا بد من خطوط ثلاثة تنتهى عندها لتحدد مكانها بالضبط

لنتصور مكعباً ضلعه ١٠ أمتار ، ولنفرض به نقطة مادية مثل (ح) فى المكان « م » ، ولنشرع فى تحديد مكان هذه النقطة المادية ، فلا بد من أن نقيس الخط العمودى الساقط على هذه النقطة من السطح السفلى للمكعب ، ولنفرض أنه كان مترين ، فهذا الخط بمفرده لا يصح أن يكون محدداً لمكان النقطة إذ فى الامكان تحريك هذه النقطة حركة أفقية ويبقى الخط الممتد من السطح السفلى للمكعب حتى النقطة « ح » مترين بدون أن يلحقها أى تغيير ؛ فلا بد من حدّ ثان بخط يمتد من السطح الأيمن أو الأيسر إلى النقطة « ح » . فلنفرض أنه كان ستة أمتار ، فلنا أن نتساءل : هل فى الامكان الاكتفاء بهذين الخطين لتحديد موضع النقطة ؟

إن من السهل تحريك النقطة المذكورة فى خط مواز للسطح الأيمن أو الأيسر بحالة لا يختل معها طول الخطين . فلابد من حد ثالث ، هو بعد النقطة عن السطح المعامد للجدار الأيمن والأيسر ، ولنفرض أننا ألفيناه ثلاثة أمتار ؛ فعليه يمكن تحديد أية نقطة فى حجم بثلاثة أبعاد تتعامد على بعضها فى النقطة المرغوب تحديد مكانها ، وهذا النظام يعرف بنظام المتعامدات الديكارتية[1]

إن المشاهد الذى يقوم بعملية القياس سيلجأ إلى قواعد فيثاغورس فى الهندسة ليحدد أبعاد الخطوط الثلاثة المحددة من مكان النقطة . وقاعدة فيثاغورس التى ترجع اليها هذه المسئلة نظريتان :

الأولى : أن مربع الوتر فى المثلث القائم الزاوية يساوى مجموع مربع الساقين

الثانية : أن مربع الوتر فى مكعب يساوى حاصل جمع مربع خطوط الطول والعرض والعمق

فتكون المسافة من المشاهد إلى النقطة « ح » :

$$\sqrt{٢٦ + ٢٣ + ٢٧}$$

— ٢ —

لنفرض أنّ النقطة المادية « ح » تحرّكت من وضعها الأول فى (م) إلى وضع آخر ، وليكن (م١) بمعدل سرعة متر واحد فى الدقيقة الواحدة ؛ ثم لنفرض أنها بلغت وضعها الجديد بعد دقيقتين من تحركها ، فالمسافة « م ـ م١ » يستغرق قطعها زمناً . وهذا بلا شك[2] يثبت أن الزمان يتداخل فى المكان ويندمج به ليكوّنا البعد الرابع للمادة

هذه قضية البعد الرابع فى النسبية الخصوصية فى أبسط صورها ، ولكنها ليست كل شىء كما سنرى

— ٣ —

لا يمكن فصل الزمان عن المكان ولا المكان عن الزمان ، لأنك لا تتصور حادثة إلاّ وتتصور آوان حدوثها ، ولا تتمثل فى ذهنك حركة إلاّ ويتطرق إلى وعيك الزمن الذى استغرقه الجسم فى الحركة

إنه لا يمكن تصور شىء فى الوجود لا يشغل مكاناً ولا يحدث فى زمن . فالبعد الرابع فى النسبيّة ليس إلا إدماج الحركة فى المسافة ، إذ تُعبر عن المسافة بحاصل ضرب معدل السرعة فى وحدة زمانية بوحدة زمانية أخرى

(1) Edhem (G. K) : Mathematik und Physik., P' 139.
(2) Weyl (Hermann) ; Raum, Zeit, Materie. Berlin 1921 P. 129.

هذه العملية نظرية لأننا لم نعمل حساب الزمن الذى تستغرقه شعاعة النور فى التحرك لقطع المسافة من مكان وقوع الحادثة إلى المشاهد ؛ ذلك لأن المسافات على سطح كرتنا الأرضية قصيرة ، ولا يحس فرق زمنى إذا ما انسابت فى فضائها موجات النور . أما فى المسافات السحيقة بين الأجرام فالأمر يحتاج إلى حساب الزمن الذى تستغرقه شعاعة النور فى الوصول إلينا ، لأن هذا الزمن يتضخم حتى يبلغ ملايين السنين فى المسافات السحيقة . فمن المعلوم أن شعاعة النور تستغرق نحو ٩ دقائق للوصول إلى أرضنا من الشمس ، كما أن شعاعة تصدر من السدم اللولبية تحتاج الى مليون عام لتصل الينا ، وقد تحتاج أحيانا الى مائة مليون عام ؛ فهذا النجم يبعد عنا بنحو ١٢٤,٢٦٤,٨٠١,٦٢٥,٠٠٠ ميل . فاحسب كم عاما تحتاج له شعاعة الضوء لقطعه مع أنه قريب إلى أرضنا بالنسبة للسدم والمجرات

لا شك أننا لا نجد الشمس إذا نظرنا إليها إلا كما كانت قبل دقائق ؛ فلو فرضنا أن الشمس انكسفت فجأة فانها تنير لنا نحو تسع دقائق بعد كسوفها تكون خلالها الشعاعة الأخيرة التى صدرت من الشمس قد وصلت إلينا . فكأن المسافة قد تمددت بالنسبة لنا واندمج الزمان فى المكان

— ٤ —

إن قانون ثبات سرعة النور الذى هو نتيجة لتجربة « ميكلسون — مورلى » يقضى بأن قوانين الطبيعة الشاملة للحادثات ثابتة . لأن هذه القوانين قائمة على انتشار النور بسرعة ثابتة فى كل الاتجاهات . وما دامت سرعة النور ثابتة والنور يحدد من حدوث الحوادث فقوانين هذه الحوادث ثابتة . هذا المبدأ الذى استخلصه ألبرت اينشتين فى تيه من المعادلات الرياضية الفائقة[1] طبقه العالم مينقوفسكى Minkouvski على حادثات الكون والظاهرات الضوئية والالكترو مغناطيسية . وقد كان هذا المبدأ فى صورة أخرى ذائعاً فى علم الطبيعة الكلاسيكى إذ كانت تفرض أن الحوادث تحدث فى العالم بالنسبة للأثير دون أن تتأثر بحالات الأكوان التى تحدث خلالها من حركة أو سكون . هذا المبدأ المطلق كان موضوعاً جوهرياً فى علم الطبيعة الكلاسيكى .

(1) Einstein (Albert) : Ueber die spezielle und die allgemein Relativitaetstheorie., Braunschweig., 1933. P. 93 - 97

غير أن هنرى بوانكاريه[1] العالم الرياضى الفرنسى الشهير عدل عن هذا المبدأ وقرر أنه من المحال الاستناد إلى التجارب التى تجرى داخل عالم متحرك فى استخراج حركته المطلقة استناداً على تجربة « ميكلسون — مورلى » كما سبق

لقد عمل ألبرت اينشتين على أن يلائم بين سنة ثبات النور فى سرعتها ومبدأ ثبات قوانين الحادثات ، فقرر أن الضوء يتصف بسرعة ثابتة فى انتشاره فى جميع الجهات أيا كان الكون الذى ينتشر خلاله . ولتوضيح هذا القانون نفرض عالماً متحركاً مثل « ع » وعالماً آخر مثل « ع١ » ، ولنفرض أن سرعة الضوء فى العالم الأول « صه » وفى الثانية « صه١ » ، ولنفرض أن السرعة « صه » أكبر من السرعة « صه١ » ، فستكون سرعة النور فى العالم الأول أكبر منها فى العالم الثانى . فتكون السرعة النسبية إذن غير ثابتة فى كل الاتجاهات ، إذ تتأثر بحركات العوالم المنسوبة إليها والتى تنتشر خلالها . ولما كانت تجربة « ميكلسون — مورلى » قد أثبتت أن السرعة « صه » هى عين السرعة « صه١ » فاستناداً إلى قانون لورانتز فى التقلص ونتيجته فى استحالة استخراج الحركة المطلقة وثبات سرعة الضوء نقرر ثبات قوانين الحادثات ووحدتها

وهنا قد يتبادر إلى ذهننا سؤال : هل فى إمكاننا أن نؤلف بين سنة ثبات سرعة الضوء ومبدأ النسبية ؟

مبدأ النسبية الكلاسيكية يقرر أن الحادثات الكونية التى تحدث فى كون متحرك لا تتبع حركة الكون الذى تحدث فيه ، فكأنها تحدث فى عالم ساكن غير متحرك . فهل فى الامكان التوفيق بين هذا المبدأ النيوتونى وسنة ثبات انتشار الضوء فى الفضاء ؟

إن الاجابة على هذا السؤال ترجع بنا إلى مسألة التواقت التى توحى إلينا أن الزمان ليس بفكرة إنيّة a priori كما تقرر علوم الطبيعة الكلاسيكية ، وأن مفهوم السرعة مشتق منه ؛ بل إن سرعة النور وثبات هذه السرعة يجب أن يعدا من المبادىء الأولية ومنها يشتق مفهوم الزمان . فكأننا براصد الحادثات مقيد بآلاته يقرر حسبما تتراءى له الحادثات ، والزمان بالنسبة للمكان وليس هو بالشىء الوهمى الذى تصوره لورانتز بل له حقيقة موضوعية Odgective طبيعية

اسماعيل أحمد أدهم

(1) Henri Poincaré : Science et l' hypotheses, paris 1913 P. 93 et Derniferes Pensees, paris 1909. P. 139 — 143.