نظرية النسبية الخصوصية

البحث الثالث

مبادئ الميكانيكا الحديثة

للدكتور اسماعيل أحمد أدهم

عضو أكاديمية العلوم الروسية

— ٦ —

القيمة التفاضلية فى الهندسة الأوقليدية لخط تعينها المعادلة :

$$غ ف^{2} = غ ك_{1} + غ ى_{1} + غ ز_{1}$$ معادلة (١)

وهذه القيمة التفاضلية تتغير فى كون « الزمان — المكان » أعنى فى عالم مينقوفسكى إلى ما تعينه المعادلة :

$$غ ف_{2} = غ ك_{1} - غ ى_{1} - غ ح_{1} + ح غ ت_{1}$$

معادلة (٢)

وهذه المعادلة تقابل كمية ثابتة « ث » التى هى نتيجة لمعادلة التقلص التى كشف عنها لورانتز [1]

— ٧ —

قلنا[2] فى البحث الأول عن الزمان ونسبيته إن اينشتين غير موضوع الهندسة من الأشكال التى يرسمها انتشار النقط المادية الى الأشكال التى يخطها انتشار الأمواج النورية . وهذه الحقيقة قامت عليها هندسة مينقوفسكى معتبرة طول جسم ما ضرباً من مباحث علم الحركة

فى نظر هندسة مينقوفسكى أن المادة ليست إلا مجموعة متواليات الحوادث « Events » فى نقطة واحدة . ومجموع توالى الحوادث فى نقطة يشكل خطاً من خطوط عالم مينقوفسكى . وهذا الخط ينشأ داخل كون « الزمان — المكان » من تحرك نقطة « حادثة Event » والقانون الذى يعين طول خط يصل بين حادثتين الأولى مثل « ا » والثانية مثل « ب » تعينها المعادلة التفاضلية

$$\left| \begin{matrix} ب \\ ا \end{matrix} \right. غ ف = ح \left| \begin{matrix} ب \\ ا \end{matrix} \right. غ ت$$ معادلة (١)

إذ فيها « غ ف » العنصر التفاضلى الثانى للرقم الأول : وهذه المعادلة تجرنا الى اعتبار المادة مجموعة الحادثات المنتظمة فى حركتها فى الفاصلة « غ ف »

لنتصور جزيئاً من المادة مستنداً الى نظام كونى ، فهذا الجزيء المادى كل نقطة فيه تحتفظ بمكانها النسبى تجاه محورها ، ويكون انطباقها على محورها فى المكان مشفوعاً بانطباقها فى الزمان ، فكل نقطة فى هذا الجزيء المادى تقع فى نظام معين بالنسبة للكون المسند اليه بصورة ثابتة . وكل حركة فى هذا الجزيء تتبع نظام الكون المنسوبة اليه ، فحوادث الماضى والحاضر والمستقبل تحدث بدقة على خط النظام المسيطر الشامل للكون الذى تحدث بالنسبة اليه الحوادث . فجزيء المادة ، لما كانت الفاصلة « غ ف » تساوى المركز « م » كان :

$$غ ف^{2} = ح^{2} غ ت^{2} - غ ظ^{2}$$ « معادلة رقم (١) »

فلو أبدلنا الرمز « ت » الدال على الزمان فى المعادلة السابقة إلى « T » كان :

$$غ ف = ح غ T$$ « معادلة رقم (٢) »

ومن هذه المعادلة نستنتج أن :

$$\left| \begin{matrix} ب \\ ا \end{matrix} \right. غ ف = ح \left| \begin{matrix} ب \\ ا \end{matrix} \right. غ T$$ « معادلة رقم (٣) »

حيث أن الرمز « غ T » رمز لفاصلة الزمان الخصوصية بجزيء المادة المسند للنظام الكونى فى صورة ثابتة

وإذا حولنا المعانى الرياضية التى فى المعادلات السابقة إلى عبارات عادية أفادت مساواة خط جزيء المادة بحاصل ضرب سرعة النور فى الزمان الخاص لهذا الجزيء المادى المسند للنظام المادى ، أو بتعبير آخر أن العلاقة بين فاصلة الحوادث لعالم ما وسرعة النور توجد معنا الزمان الخاص بجزيء المادة ؛ بمعنى أن قياس الزمن فى جزيء مادى مسند إلى نظام كونى يكون بساعة أو كرونومتر مستندا إلى هذا النظام نفسه بصورة ثابتة [1]

(١) البحث الأول « الزمان ونسبيته » وفقرة (١) من هذا البحث

(2) Edham (I. A) Mathematik und Phycik., P. 118-120 Ehre-Ehrenfest. (E). Where is Science Going ?. P. 38-,1935

(I) Levi Civita : Scientia « Revue Internationale ee Synthére Scientifique. in 8 o Bologne. vol. XIV. P. 215.

— ٨ —

لنفرض نقطة مادية مثل « ف » فمبدأ الاستمرار يقرر أن هذه النقطة المادية تتحرك حركة مستقيمة منتظمة إذا لم يؤثر فى حركتها مؤثر . ولنفرض حادثتين : الأولى مثل « ا » والثانية مثل « ب » فى خط حركة النقطة المادية « ف » ، ولنفرض أن الحادثة الأولى « ا » تسبق الحادثة الثانية « ب » ، ولما كان هنالك خطوط المجال الانتشارى بين الحادثتين فاننا نرمز لمجموعها بالرمز « غ س » ولواحدها بالرمز « غ » . فلتعيين خط من هذه الخطوط نبدأ من عند الحادثة « ا » التى حدثت فى النقطة « م » ، ولنفرض أن هذا الخط مسنود بصورة ثابتة لنظام مثل « ظ » ومتحرك بالنسبة لآخر مثل « ظ١ » ، وإذا انتهينا بالخط عند الحادثة « ب » التى حدثت فى النقطة « م١ » حيث يقوم بها متحرك مثل « ف١ » يتحرك من « م١ » إلى « م »

وإذا فرض[1] أنه كان خط حركة النقطتين المتحركتين « ف » و « ف١ » منطبقين على بعضهما تمام الانطباق ، وكانت النقطة المادية المتحركة المرموزة لها بالرمز « ف » منطبقة على النقطة « م » ، والنقطة المتحركة « ف١ » منطبقة على « م١ » فخطوط الحركة بين هاتين ستكون مختلفة إذا ما تحركتا ، وحركة « ف » تكون منتظمة وسيرها مستقيما ، كما أن « ف١ » تكتسب تعجيلا خلال حركتها من « م١ » إلى « م »

فاذا فرض أن حدثت الحادثة « ا » فى الآونة « ت١ » والحادثة « ب » فى الآونة « ت٢ » فستكون حركة كل من النقطتين الماديتين «Matierial Points» « ف » ، « ف١ » محصورة بين الآونتين « ت١ » و « ت٢ » والنقطة المادية « ف١ » تتخذ الوضع الذى ينتج عنه الرموز الرياضية

ل + غ ل ؛ ى + غ ى ؛ ز + غ ز

فى الآونات « ت١ » و ت غ » و « ت » فيكون معنا المعادلة :

غ = غ ت ... ... معادلة (١)

هذه المعادلة تعين خطوط حركة الحادثتين عند الانتقال من خط سير النقطة المادية « ف١ » إلى خط سير النقطة المادية « ف » كما وأنها تعين أصغر أقواس الخطوط التى تربط النقطة ببعض . والفاصلة « غ ف٢ » تعينها المعادلة

غ ف٢ = — غ ل٢ — غ ى٢ — غ ز٢ ∋٢ غ ت٢

فاذا ما حولنا الرمز « غ ف » إلى الرمز « ∋ غ ت » لنا معنا المعادلة :

$$\text{غ ف}^2 = \partial^2 \text{غ ت}^2 \left\{ 1 + \left[\frac{\text{غ ك}}{\text{غ ت}}\right]^2 + \left[\frac{\text{غ ى}}{\text{غ ت}}\right]^2 + \right.$$

$$\left. \left[\frac{\text{غ ن}}{\text{غ ت}}\right]^2 \right\} = \partial^2 \text{غ}^2 \text{T} \quad \text{... ... معادلة (١}$$

فلو رمزنا بالرمز « س » إلى سرعة النقطة المادية المتحرك « ف١ » فى آوان الزمان « ت » كانت المعادلة الدالة عليه :

$$\partial^2 \text{غ}^2 \text{T} = \partial^2 \text{غ ت}^2 \left(1 - \frac{\text{س}^2}{\text{ن}^2}\right) \text{ ... ...معادلة (٢}$$

أو أن :

$$1 - \frac{\text{س}^2}{\text{ن}^2} = \frac{1}{\partial^2} \quad \text{... ... معادلة (٣}$$

فيكون معنا أن :

$$\partial^2 \text{غ}^2 \text{T} = \frac{\text{ن}^2 \text{غ ت}^2}{\partial^2} \quad \text{... ... معادلة (٤}$$

ومن هذه المعادلة نستنتج أن

$$\text{غ T} = \frac{\text{غ ت}}{\partial} \quad \text{... ... معادلة (٥}$$

ولو حولنا[1] هذه العبارات الرياضية إلى عبارات عادية لأفادت أن خط العالم الواقع بين الحادثتين « ا » و « ب » والمنطبقة على خط حركة النقطة المادية « ف١ » يكون زمانه بالنسبة لنظام مثل « ظ » تتحرك إزاءها حركة انتقالية مستقيمة أقل من مقدار الزمان بين الحادثتين . وكلما ازدادت سرعة النقطة المادية « ف » بالنسبة إلى النظام « ظ » أخذ الزمان فى التقلص حتى يتساوى شطرا المعادلة رقم « ٥ » فيكون معنا المعادلة :

$$\left| \text{غ T} \right|_{\text{ا}}^{\text{ب}} = \left| \frac{\text{غ ت}}{\partial} \right|_{\text{ا}}^{\text{ب}} \quad \text{معادلة (٦)}$$

ولو حولنا هذه المعادلة إلى كلام عادى لأفادت أن النقطة

(15) : Moore « G. E. » Principes new Mathematics., 1908 P. 138-140; Cincinati hress.

(5). (Edham. I. A.) : Die Grundlangen der Relativitaets-theorie; vol.3, P. 175—178.

ية « ق ١ » فى حركتها من « ا » إلى « ب » كلما أخذت الانحراف عن خط سير الحركة المنتظمة المستقيمة كانت عتها بالنسبة إلى « ق » أكبر . ولما كانت الفترة الواقعة بين ونتين « ت ١ » و « ت ٢ » ثابتة لا تتغير فزمان النقطة ق ١ » يتناقص بهذا المقدار ويكون الخط المنطبق على خط ر النقطة المادية المتحركة حركة مستقيمة منتظمة أطول خط ى هاتين النقطتين (١)

— ٩ —

من المعادلات التى سبق ذكرها نستنتج المبادىء الآتية :

أولاً : سرعة النور سرعة محدودة لا تتغير لا فى المكان ولا الزمان . وسرعتها مستقلة عن حركة مصدرها ، وتنتشر فى الفضاء بين الأكوان بسرعة ثابتة

ثانيا : قوانين الميكانيكا الكلاسيكية « مبادئ نيوتن » لا تسرى على حركة وسرعة النور والأمواج الكهربائية والالكترو مغناطيسية ، ولا على حركة وسرعة الحادثات التى تقرب فى سرعتها من سرعة النور ، وإنما يسرى عليها قوانين اينشتين الميكانيكية

ثالثاً : ليس للزمان حقيقة منفصلة عن المكان بل كلاهما يتحدان فى فاصلة واحدة هى الفرق بين مربع الفاصلة المكانية وحاصل ضرب سرعة النور بمربع الفاصلة الزمانية ، وهذه الفاصلة هى الفاصلة المطلقة الوحيدة فى عالم الحادثات

رابعاً : أطوال الأجسام تتبع حالات مشاهديها وتتغير تبع حركتهم وسكونهم فالأطوال نسبية للمشاهدين

خامساً : ليست المادة كما يعبر عنها العلم الطبيعى الكلاسيكى بأنها كل ما كان لها امتدادات ثلاثة فى المكان ، بل المادة مجموعة توالى الحادثات فى نقطة واحدة ، بمعنى أن العالم ليس إلا مجموعة من الحادثات ، وتوالى عدد من هذه الحادثات فى نقطة واحدة يلقى فى روعنا معنى المادة

سادساً : الزمان الخاص بحادثة ما هو مجرد العلاقة بين فاصلة الحادثة وسرعة النور

سابعاً : الخط المستقيم الواصل بين حادثتين هو أطول خط بين هاتين الحادثتين

(تم البحث الثالث)

اسماعيل أحمد أدهم

(١) حسنى حامد : اينشتاين نظرية لرينك على قيمى استانبول ١٩٢٨ صفحة ٥٩

صالح ذكى : اينشتاين وابتكاره . دار الفنون ، فيزيق شعبه سى ، فيزيق رياضيات محاضره لرى ١٩٢٥

تصحيح خطأ

جاء فى المقال السابق نشره فى العدد ١٣٨ خطآن مطبعيان نصححهما فيما يلى :

الأول وقع فى ص ٣٠١ سطر ٢٣ بالمعادلة رقم ٢

خطأ	صواب
$س_{٢} = \frac{س + س_{١}}{١ + \frac{س \times س_{١}}{ح^{٢}}}$	$س_{٢} = \frac{س + س_{١}}{١ + \frac{س \times س_{١}}{ح^{٢}}}$

كما أنه فى السطر الثانى من الفقرة (٤) ص (٣٠٢) بالعمود الثانى وقع :

خطأ	صواب
ا ح ا ء	ا ز ا ء