التواقت

أجمل نظريات النسبية وأفكهها

Simultaneity

الحادثان المتواقتان في وقت واحد بالنسبة اليك
يسبق احدهما الآخر بالنسبة الى غيرك

لفرنك الحراد

يراد بكلمة «التواقت» حدوث حادثين متباعدين في وقت واحد كقولك مات فلان في الهند وولد آخر في الصين في وقت واحد ، اي في نفس الثانية والدقيقة الخ . فيقال ان هذين الحادثين متواقتان . او كقولك ان القمر خسف في الدقيقة الفلانية لان خسوفهُ حادث ووقوف عقرب الساعة عند الدقيقة المذكورة حادث آخر . فهما متواقتان . فهل يمكن ان يعدّا متواقتين في نظر كل من الناس ام ان التواقت أمر نسبي يختلف باختلاف المراقبين المتباعدين احدهما عن الآخر وعن الحوادث انفسها ؟ لعلك تستهجن القول ان حادثين معينين متباعدين يكونان بالنسبة الى زيد من الناس متواقتين وبالنسبة الى عمرو احدهما حدث قبل الآخر . ولكن التمثيل يجلو لك حقيقة ناصعة لم يكن ليفطن لها احد قبل اكتشاف ناموس النسبية . ولعلّ قضية التواقت هذه أغرب قضايا النسبية وأعجبها وأفكهها

لقد فهم القارىء من مقالاتي السابقة ان نظرية النسبية لا شأن لها بالمادة المجردة من الحركة بل شأنها خاص بحركة المادة. فأي حركة مادية (غير عقلية) مهما كان نوعها او قدرها او اتجاهها او تأثيرها تعد حادثاً . والنسبية « ناموس الحوادث » في المكان والزمان معاً (لا في أحدهما دون الآخر) بالنسبة الى المراقبين المتباعدين مسافةً . فاذا كان مراقبان في مكان واحد شهدا معاً حادثين متواقتين . ولكن اذا كان احدهما بعيداً عن الآخر ومتحركاً بالنسبة الى الآخر اختلف وقت المشاهدة بينهما لان تباعدهما في المكان يستوجب تباعدهما في الزمان [1]

وهنا وجه الغرابة . ولكن اذا فطن القارىء الى ان خبر الحادث لا يصل الى المراقب الأ

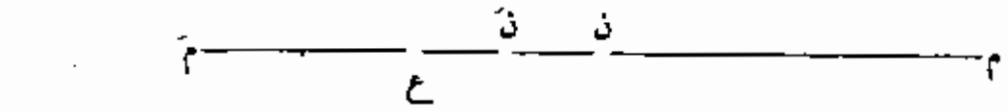
---

(1) من أبسط الشواهد على ان تباعد المكانين يستلزم تباعد الزمانين انه لما كنت في نيويورك قرأت في احدى الصحف الساعة الحادية عشرة قبل الظهر تلغرافاً لخواجه ان ملكة اسبانيا ولدت صبياً في الساعة الثانية بعد الظهر من ذلك النهار . فكاني قرأت خبر الحادث قبل حدوث الحادث نفسه

عن طريق بصره او سمعه بواسطة امواج النور (او الاشعاع المغنطيسي الكهربائي الذي يعد النور من انواعه العديدة — كاللاسلكي) او امواج الصوت الهوائية تمهد له السبيل الى فهم كيف ان تباعد المكانين يستوجب اختلاف الزمانين

ان النور الذي ينقل خبر الحادث المنظور الى بصرك يسير بسرعة ٣٠٠ الف كيلو متر في الثانية (في الفراغ) ، والصوت الذي ينقل خبر الحادث المسموع الى اذنيك يسير بسرعة ٣٣١ متراً في الثانية . فسرعة النور نحو مليون مرة كسرعة الصوت تقريباً . ولذلك يرى المشاهد ومض البرق قبل ان يسمع رعده . كما انه يشاهد لهبة المدفع قبل ان يسمع دويه . ويسمع رجع الصدى بعد صدور الصوت بوقت طويل او قصير بحسب بعد المكان الذي يرجع الصدى . فنحن اذن نميز بسهولة استغراق الصوت للوقت . ويتعذر علينا ان نميز استغراق النور للوقت ولهذا نبدأ بالتمثيل على قضية التوافق بمثل صوتي لكي تقرب النظرية لفهم القارىء ما امكن . وثم ننتقل الى التمثيل بالنور بالنيابة عما يؤاخيه من انواع الاشعاع التي تنتقل اخبار الحوادث بواسطتها كاللاسلكي والراديو

مرآتان



التوافق الصوتي

لو كنت واقفاً امام خط سكة حديدية مستقيم عند ن مثلاً وامامك مرآتان ظهراهما متعامدان وهما ماثلتان الى الخط كما ترى في الرسم بحيث ترى فيهما في وقت واحد لمعتين صادرتين من جانبي الخط م — مَ . ثم شاهدت اللمعتين . وبعد هنيهة سمعت طلقتي مدفعين موجودين عند م . و . مَ في وقت واحد معاً . فاذا سألتك : هل انطلق المدفعان في وقت واحد معاً ، فاذا تجيب ؟

قد تقول : لا ريب عندي انهما انطلقا معاً لاني سمعت الطلقين في نفس اللحظة

قد يتراءى هذا القول مقنعاً أو مفحماً . ولكن لنفرض ان شخصاً آخر واقف عند يسارك عند ع مثلاً وسألناه فقال سمعت صوت المدفع مَ قبل صوت المدفع م . ولذلك اعتقد ان ذاك انطلق قبل هذا فهل ترفض حكمه ؟

لعلك تتردد هنا برهة في الجواب ثم تقول . لا يخفى عليك ان انتقال الصوت يستغرق نحو ٣٣١ متراً في الثانية . فاذا كان هو قد سمع مَ قبل م فلأنه اقرب الى ذاك منه الى هذا — حسن . اذاً للمسافة تأثير في الوقت بين السامع ومصدر الصوت لان المسافة تساوي حاصل

السرعة مضروبة بالوقت . فلو فرضنا فرضاً آخر وهو انك قست المسافة بينك وبين كل من المدفعين ووجدت ان موقفك كان اقرب قليلاً الى م منه الى م . عند ذ مثلاً . ولكن موقع ع اكثر قرباً منك الى م . وهو سمع م قبل م وانت سمعت الطلقتين معاً في وقت واحد فهل تحكم ان المدفعين اطلقا معاً ؟

لعلك تجاوب على الفور قائلاً : لا . لا بد ان يكون م قد اطلق قبل م بمقدار مسافة الفرق بين مسافتي بعدي عن المدفعين . وهذا الفرق في المسافة يستغرق مدة الفرق بين وقتي الطلقتين تماماً . ولذلك بلغت الطلقتان الي في وقت واحد

— حسن جداً . وهنا يترتب عليك ان تحدد لي ماذا تعنيه « بالتواقت » اي بحدوث الطلقتين في وقت واحد معاً بحيث استطيع ان اطبقه على كل حادث . لانك في الفرض الاول حكمت ان المدفعين اطلقا في وقت واحد لانك سمعت طلقتيهما في وقت واحد . وفي الفرض الثاني حكمت ان م اطلق قبل م مع انك سمعت الطلقتين في وقت واحد . فظرف السمع هنا لم يتغير . فلماذا اختلف الحكمان؟

تقول قول المنتصر في المناقشة: ولكن ظرف موقفي بالنسبة الى مسافتي المدفعين عني تغير في الفرض الثاني عنه في الفرض الاول . فلا بد اذن من اختلاف الحكمين

— حسن . وحسن . فاذا تعني اذاً بالتواقت ؟ اتعني ان سمعك لمدفعين في وقت واحد بصرف النظر عن وقت انطلاقهما يدعى تواقتاً ؟ ام ان انطلاقهما في وقت واحد بصرف النظر عن سمعك لهما يدعى تواقتاً . انبهك . هل ميزت الفرق بين السؤالين ؟

— ميزته جيداً . الاول صوتان بلغا الي معاً . والثاني صدورهما البعيدان عني حدثا معاً

— حسن . فاي الامرين تعنيه تواقتاً ؟

— اعني تطابق الامرين معاً اي يجب ان يكون المدفعان قد انطلقا في وقت واحد كما اني سمعتهما في وقت واحد فيكون هذا التطابق تواقتاً بكل معنى الكلمة . ولكن اذا سمعتهما في وقت واحد مع ان احدهما انطلق قبل الآخر كما فرضت في الفرض الثاني فلا يسمى هذا «تواقتاً»

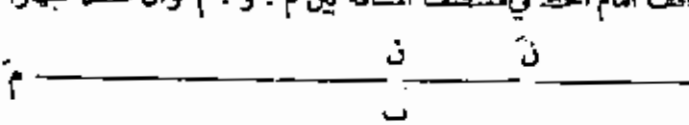
— كيف تعرف ان الانطلاق والسمع متطابقان في التواقت ؟ بل كيف تعرف ان المدفعين انطلقا في وقت واحد

وهنا وجمت وبعد قليل قلت : — اذا سمعت الطلقتين في وقت واحد اقيس المسافة بيني وبين كل من المدفعين فان وجدت المسافتين متساويتين اي اني في وسط المسافة بين المدفعين افهم انهُ لابد ان تكون سرعتا انتقال الصوتين متساويتين ايضاً وبالتالي لابد ان يكون المدفعان قد انطلقا في وقت واحد . لذلك احدد لك معنى « التواقت » هكذا : اذا كان السامع في وسط المسافة بين مصدري صوتين فسمع الصوتين في وقت واحد فلا بد ان يكون انطلاق المدفعين

قد حدث في وقت واحد ايضاً . فان لم يكن السامع في وسط المسافة فلا اعتبار لسماعه سواء كان متواقتاً او متفاوتاً

- حسن . فلنرَ : هل هذا التعريف يصح ان يُطلَق على كل حادث ؟ الى هنا فرضنا انك ثابت عند الخط ، وان المدفعين ثابتان ايضاً ، وان الهواء الذي تنتقل به امواج الصوت ثابت ايضاً . كلكم ثابتون بالنسبة الى الارض (ولكنكم لستم ثابتين بالنسبة الى الشمس وسائر الاجرام . وبالاجمال لستم ثابتين بالنسبة الى الفضاء المطلق)

فلنغضّ الطرف عن تحرُّك الهواء والارض والنظام الشمسي الخ وتقتصر على النظر الى الحركة على خط السكة الحديدية فقط . ولنفرض ان قطاراً يسير على الخط الحديدي بسرعة ٣٣ متراً في الثانية (عُشر سرعة الصوت) من جهة مَ الى جهة م وان ن موجود في القطار . ولنفرض ان ب واقف امام الخط في منتصف المسافة بين م . و . مَ وان عندهُ جهازاً كهربائياً



يمتد منهُ سلكان الى المدفعين بحيث انهُ اذا ضغط على زرّ ينطلق المدفعان . فبالطبع يلتقي صوتا الطلقتين في اذنيه في وقت واحد . ولنفرض انهُ ضغط على الزر حينما مرَّ ن امامه . فما قول القارىء : هل تكون الطلقتان متواقتتين لكل من ب . و . ن لان كلاً منهما كان في منتصف المسافة حين ضغط ب على الزر ؟

اذا فكّر القارىء قليلاً يكتشف ان ب سمع الطلقتين في وقت واحد بلا شك . ولكن ن سمع م قبل ان سمع مَ . لماذا ؟ لانهُ لما وصل صوتا م ومَ الى موقف ب كان ن قد اجتاز مسافة (قل) ٣٣٠ متراً في مدة عشر ثوانٍ (١٠ + ٣٣) فبلغ الى نَ مستقبلاً صوت م قبل ان يدركه صوت مَ فيسمع ذاك قبل هذا في عشر ثوانٍ

فترى مما تقدَّم ان وجود المراقب في وسط المسافة بين مصدري الصوتين لا يضمن التواقت له اذا كان متحركاً بالنسبة الى ب . ففي هذا المثل كان كلٌّ من ب . و . ن في منتصف المسافة بين المدفعين ومع ذلك تواقتت الطلقتان للرقيب ب ولم تتواقتا للرقيب ن . ولو تواقتت الطلقتان للرقيب ن لسبقت احداها الاخرى في مسمع ب

اذن لا بد من التسليم بنظرية النسبية وهي ان التواقت نسبيٌّ ايضاً . فاذا كان متواقتاً لزيد لا يكون متواقتاً لعمرو اذا كان الاثنان متباعدين واحدهما متحركاً بالنسبة الى الآخر

ينتج من ذلك ايضاً ان لكل جسم منسوب اليه كالخط الحديدي او القطار او من كان مقيماً عندها وقتهُ الخاص مختلفاً عن وقت جسم آخر او رقيب آخر اذا كان احدهما متحركاً بالنسبة الى الآخر . واذا لم يذكر جسم (او رقيب) منسوبٌ الحادثُ اليه فلا معنى للقول

ان الحادث حدث في وقت كذا . فاذا قلنا ان الطلقتين صدرتا في وقت واحد او ان احداهما صدرت قبل الاخرى وجب ان نقول بالنسبة لمن كان وقت الحدوث هذا ، لان فلان سمع في الثانية الفلانية وفلاناً آخر سمع في ثانية اخرى

قد تعترض قائلاً ان شرط التواقت كما علمنا آنفاً هو ان يكون المراقب للطلقتين في وسط المسافة بين مصدريهما تماماً . وهذا الشرط لم يتم للشخص الذي في القطار لانهُ لما بلغت الطلقتان اليه لم يكن باقياً في منتصف المسافة المذكورة بل صار اقرب الى م منه الى مَ فلذلك لم يسمع الطلقتين معاً : اذن لا يكفي للتواقت ان يكون الشخص في منتصف المسافة حين صدور الطلقتين كما حددت معنى «التواقت» سابقاً بل يجب ان يبقى في منتصفها حين يصل الصوتان اليه ايضاً. واذا بقي ن عند ب كانا في ظرف واحد فكأنهما شخص واحد وكان التواقت هذا منحصراً في موقف واحد لا يختلف فيه السماع مع تعدد الرقباء . فلا نسبية هنا . وانما اذا كان ن متحركاً وب ثابتاً صار التواقت نسبيًّا لكل منهما يختلف للواحد عنهُ للآخر

التواقت النوري

الى هنا قصرنا التمثيل على الحوادث الصوتية اي التي تنتقل اخبارها بواسطة الصوت ، لسبب اننا نستطيع ان نميز الفرق في المدة بين صوت وصوت اذا اختلفت مسافة مصدريهما عنا . فاذا رمنا ان نمثل بالنور بدل الصوت ، اي اذا شئنا ان نراقب لمعتي المدفعين بدل صوتيهما وجب اما ان تكون لنا قوة احساس نظري تميز الفرق بين اللمعتين في جزء من مليون من الثانية — والحس البصري لا يستطيع هذا التمييز — او ان تكون المسافة بين مصدرين للنور ملايين الكيلومترات . وهذا ما يتعذر علينا قياسه كما نقيس المسافة بين المدفعين . وانما تقاس هذه المسافات العظيمة بوسائل اخرى يمارسها علماء الطبيعة والفلك ولا محل لشرحها هنا . ولان هذه الوسائل ينحصر اجراؤنا لها في ارضنا فقط اي على جرم واحد من اجرام الكون فهي تجعل نسبية التواقت امراً محتوماً لا مناص منه ، لاننا نحسب كل حركة من حركات الاجرام بالنسبة الينا فقط . وهي تختلف بالنسبة الى اي جرم آخر

ثم ان الفرق العظيم بين طبيعة النور وطبيعة الصوت تجعل «نسبية التواقت» اشد حتمية كما سنرى . الصوت ينتقل امواجاً هوائية والهواء لا يكون على وتيرة واحدة . فتارة يكون ساكناً واخرى متحركاً وتارة كثيفاً واخرى لطيفاً او بارداً او حاراً . وكل ذلك يجعل سرعة الصوت مختلفة باختلاف هذه الاعتبارات . اما النور (وكل اشعاع كهربائي مغنطيسي) فله سرعة واحدة في الفضاء لا تتغير . ثم ان الصوت يكتسب مع سرعته سرعة الارض التي

يسير في هوائها . ولهذا تختلف سرعتهُ بالنسبة الى الفضاء . فاذا كانت سرعته على الارض ٣٣١ متراً بالثانية فهي في الفضاء بالنسبة الى الشمس ٣٠ كيلو متراً مع ٣٣٠ متراً في الثانية لان الارض تسير بهاتيك السرعة . واما النور فلا يكتسب سرعة الجسم الذي يصدر منه او الذي يمر عليه . فأيّما سار والى اي جهة اتجه تكون سرعته واحدة بالنسبة الى الفضاء . فسرعته في الفضاء تعد « سرعةً مطلقة » تنسب اليها سائر السرعات وتقاس بها . اقول ان سرعته مطلقة بالنسبة الى الفضاء على اعتبار ان الفضاء ساكن ولكن كيف نعلم ان كان الحيز الفضائي الذي تجول فيه الاجرام ساكناً او متحركاً . فلا مناص من النسبية اذاً . ولذلك سيرى القارىء ان نسبية التواقت النوري ابعد غوراً وأعظم شأناً وأكثر تعقداً من نسبية التواقت العرفي وهي التي تتمشى مع ناموس النسبية

فتمثيل على نسبية التواقت النوري في الابعاد السحيقة اضرب مثلاً ضربه الاستاذ تيرينغ المساوي في كتابه «النسبية بلغة بسيطة»

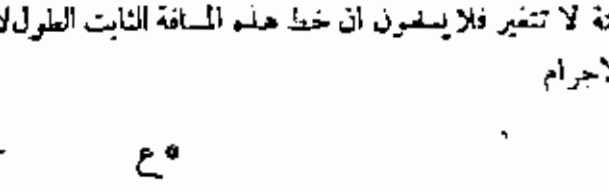
في ٢١ فبراير سنة ١٩٠١ ظهر للفلكيين نجم جديد في كوكبة برساوس Perseus فسماه الفلكيون نوفا برساي Nova Persei اي جديد برساوس . هذا النجم الذي كان قبلاً مظلماً او خفيًّا لسبب مجهول ضاء بغتة لسبب مجهول ايضاً واصبح منظوراً

ولا يخفى عليك ان سطوع هذا النجم استغرق وقتاً قبل ان ظهر للفلكيين . فتأخر وصوله الى الارض يساوي المدة التي قضاها النور في رحلته من النجم الى الارض . وقد حسب الفلكيون مسافة بعده عنا فاذا هي ثلاثون سنة نورية . اي ان النور يقضي ٣٠ سنة منذ صدوره عنه الى ان يصل الينا . وهذه المسافة تساوي نحو ٢٨ ٨٣٩ ٨١٦ ٨٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ كيلو متر = سرعة النور مضروبة بعدد ثواني الثلاثين سنة

ولذلك تساءل الفلكيون وعلماء النسبية منهم : اي تاريخ في ارضنا يطابق اول سطوع لذلك النجم ؟ بحسب حساب الفلكيين لبعد ذلك النجم (٣٠ سنة) يكون اول سطوعه قد حدث في ٢١ فبراير سنة ١٨٧١ اي ان مولد ذلك النجم واليوم الحادي والعشرين من فبراير سنة ١٨٧١ يعتبران حادثين متوافقين . فهل هذا الاعتبار صحيح في نظر علماء النسبية ؟

بحسب رأي علماء الفلك الطبيعي الرياضي هذا الاعتبار صحيح لان ناموس سرعة النور لا يتغير في زمان ولا في مكان والرصد دقيق ومضبوط والحساب مضبوط ايضاً . ولكن لعلماء النسبية رأياً آخر . لانهم ينظرون الى اعتبارات اخرى تجعل شكًّا في هذا الاعتبار . هؤلاء يسلمون بحساب الفلكيين ولكن الفرق بين الفريقين ان الفلكيين اعتبروا النظام الشمسي (الذي ارضنا ضلع منه) وذلك النجم ثابتين كلاً في موقعه ، او على الاقل ان المسافة بينهما ثابتة . وبناء على هذا الاعتبار بنوا حسابهم . ولكن علماء النسبية اذا سلموا بأن المسافة بين

النجم والارض ثابتة لا تتغير فلا يمكن ان خط هذه المسافة الثابت الطول لا يختلف موقعه بالنسبة الى سائر الاجرام



لنفرض ان ر الارض (او النظام الشمسي) و ن النجم نوقا برساي وع العيوق . ولنفرض ان خط المسافة بين ر ـــ ن ثابت (٣٠ سنة نورية) غير متغير اي ان الارض والنجم يسيران في اتجاه واحد وبسرعة واحدة بحيث تبقى المسافة بينهما كما هي . ولكن خط المسافة هذا بالنسبة الى ع وغيره من الاجرام العديدة (التي اتينا العيوق منها) متحرك او هي متحركة بالنسبة اليه او كلاهما متحركان الواحد بالنسبة الى الآخر حركات مختلفة السرعة والاتجاه. ففي حين من الزمان يصبح النجم ع عند غ مثلاً . فاذن كل من ر . و . ن . يتغير موضعه في الحيز الكوني وان لم تقصر المسافة بينهما او تطول. ولكن هذا التغير في وضعهما لا يؤثر شيئاً في مسير النور وسرعته

فمتى صدر النور من النجم ن اصبح حراً في سرعته وانتشاره الى جميع الجهات. ولذلك يصل الى ر بعد ان يتم رحلته بمعدل ٣٠٠ الف كيلو متر في الثانية . فكم استغرقت رحلته ؟ هل استغرقت ٣٠ سنة ؟ فلنر اذا كان خط المسافة ر ـــ ن يسير في اتجاه السهم د من جهة ن الى ر بسرعة س (قل ١٠ كيلومترات بالثانية) فالنور الصادر من ن يصل قبل ٣٠ سنة تساوي $\frac{س}{ن}$ × ثواني ٣٠ سنة تقريباً باعتبار ان ن ترمز سرعة النور . وان كان الخط المذكور يسير في اتجاه السهم ل بسرعة س اي بعكس الفرض الاول تأخر وصوله بذلك القدر لان الارض (مع النظام الشمسي) تقرب الى النور القادم اليها فتختصر المسافة والمدة في الفرض الاول وتبتعد عنه في الفرض الثاني فتطول المسافة والمدة

لو كان في الامكان ان نكتشف سرعة ذلك الخط (المسافة بين الارض والنجم) بالنسبة الى الحيز الفضائي لاستطعنا ان نعلم بالضبط المسافة التي قطعها النور بين الجرمين . ولكن من يستطيع ان يكتشف هذا الاكتشاف المستحيل ؟ لانه ليس في الفضاء جرم ثابت تنسب اليه مواقع الاجرام وحركاتها لنعلم كم ميل يبعد ذلك الخط عن الجرم الثابت او يقرب اليه ، فاذا اكتشفنا سرعة هذا الخط بالنسبة الى ع العيوق او غ نبقى جاهلين سرعته الحقيقية بالنسبة الى الفضاء المطلق . لان العيوق نفسه سائر ايضاً بسرعة خاصة. لقد عرف الفلكيون ان النظام

الشمسي يسير بسرعة ٢٠٠ الى ٤٠٠ ميل في الثانية بالنسبة الى مركز المجرة. ولكن المجرة نفسها غير ثابتة بل هي متحركة في الكون مع سائر مجراته المتحركة بسرعات مختلفة . اذاً يستحيل ان نعرف سرعة تحرك الخط بين ر و ن بالنسبة الى الفضاء . ولذلك يستحيل ان نعرف في كم سنة يقضي النور رحلته بينهما . فاذا قال الفلكيون ان بيننا وبين النجم الذي نحن بصدده ٣٠ سنة نورية فان هذا القول يصدق على المراقب الارضي فقط وفي حين الرصد فقط. فلو امكن ان ينتقلوا بغتة الى ذلك النجم ويرصدوا الارض منه لاختلفت نتيجة حسابهم اختلافاً كبيراً . فتقرير يوم مولد النجم المذكور انما هو نسبي ، اي بالنسبة الى الارض فقط

التواقت المتحرك

ذلك على افتراض ان المسافة بين النجم والارض تبقى واحدة مدة طويلة من الزمان او على الاقل لا تزال كما هي منذ سطع نور النجم الى ان وصل نوره الى الارض . ولكن هناك احتمالات اخرى تقصر مدة رحلة النور او تطيلها

اولاً . يحتمل ان النجم والارض (او بالاحرى النظام الشمسي) يتقاربان ميلاً واحد (او اكثر اذا شئت) كل ثانية . وهذا الاحتمال يتضمن احتمالين آخرين : الاول ان النظام الشمسي يسير بسرعة س (قدّر ما شئت من الارقام) نحو النجم والنجم نفسهُ يسير في نفس الاتجاه ولكن بسرعة (س — ١) . وباختلاف هذا التقدير يختلف طول خط المسافة التي يقطعها النور لكي يبلغ الى الارض اذ يقصر في كل ثانية ميلاً . ولكن رحلة النور تقصر ليس بقدر هذه المسافة بل بقدر نسبة سرعة النظام الشمسي المطلقة في الفضاء الى سرعة النور لانهُ مقبل على النور اي بقيمة $\frac{س}{ن}$ من الاميال كل ثانية . فاذا فرضنا ان سرعة النظام الشمسي في الفضاء ٣٠٠ كيلو متر في الثانية (وهو فرض يستحيل تحقيقهُ او تستحيل معرفة السرعة المطلقة في الفضاء . وانما نفرض فرضاً لسهل الحساب) فتقصر رحلة النور بقيمة $\frac{٣٠٠}{٢٠٠٠٠٠} = \frac{١}{١٠٠٠}$ من الميل كل ثانية . الاحتمال الثاني بالعكس اي ان النجم يسير بسرعة (س — ١) فيتقاربان ويقصر خط المسافة بينهما كل ثانية ميلاً . ولكن رحلة النور تطول بنسبة سرعة النظام الشمسي المطلقة س الى سرعة النور ن كما تقدم حسابها لان النظام الشمسي مبتعد عن النور الوارد اليه من النجم . ولكن من يستطيع ان يكتشف قيمة س

ثانياً يحتمل ايضاً ان النظام الشمسي وذلك النجم يتباعدان (لا يتقاربان كما فرضنا سابقاً) ولنفرض انهما يتباعدان بسرعة ميل (وان شئت فاكثر) . وهذا الاحتمال يتضمن احتمالين

آخرين ايضاً . الاول : قد يكون النجم والنظام الشمسي سائرين في اتجاه واحد معاكس لاتجاه نور النجم كاتجاه السهم د واما سرعة النجم تزيد على سرعة النظام الشمسي ميلاً (او اكثر) في الثانية وبذلك تطول المسافة ميلاً كل ثانية. ولكن رحلة النور تقصر بقدر سرعة النظام الشمسي من نحوها (قدّرها ما شئت). لانهُ متى تركت لمعة النور النجم لا يبقى لسرعة النجم شأن فيها سواء كانت بطيئة او سريعة وسواء كان النجم متجهاً الى هنا او هناك . الثاني قد يكون اتجاه سير النظام الشمسي والنجم كاتجاه السهم ل المسير لاتجاه النور واما سرعة النظام الشمسي تزيد على سرعة النجم ميلاً (او اكثر) وفي هذه الحالة يتباعدان كل ثانية ميلاً واما رحلة نور النجم تطول لان النظام الشمسي مبتعد امامها — تطول كنسبة س الى ن (ومن سرعة ن نسبة اي $\frac{س}{ن}$ من الميل

***

ترى مما تقدّم ان مدة رحلة النور بين النجم والنظام الشمسي لا تتوقف على تطاول خط المسافة بينهما او تقاصره بل على مقدار سرعة النظام الشمسي المطلقة في الفضاء ان كان مقبلاً نحو نور النجم او مدبراً عنهُ . ولكن من يستطيع ان يعلم كم هي سرعة الشمس او اي جرم في الفضاء المطلق ؟ اذا استطعنا ان نكتشف سرعة الشمس بالنسبة الى سرعة النجم او الى مركز المجرة فلا نستطيع ان نتحقق ان كانت هذه السرعة هي نفس سرعة الشمس المطلقة في الفضاء فقد تكون اكثر او اقل . ولذلك يستحيل ان نعلم ان النور قد قضى ٣٠ سنة في رحلته من النجم الى الارض او اكثر او اقل، لاننا ما دمنا نجهل اين كان موقع النجم حين رحلت اول لمعة منه الينا واين كان موقع الارض حينئذٍ واين صار موقعهُ وموقع ارضنا حين وصلت اللمعة اليها فيستحيل ان نستطيع تقرير المدة لرحلة مسافة النور والمسافة بين الجرمين . فالمدة التي حسبها الفلكيون لرحلة النور بينهما انما هي نسبية بحسب حساب سرعة النور على الارض

***

ولعلّ النظرية تتجلى للقارىء اكثر اذا ضربنا المثل التالي :— تتصور ان ملاكاً سموياً يستطيع الاجتماع بنا ويروي لنا معلوماته . ونتصور انه انطلق لمعة نور حين صدرت من النجم وسارت به بسرعتها المعلومة الى ان وصل الى ارضنا . فنسألهُ : كم قضيت من الوقت في رحلتك بحسب حساب الوقت الارضي على فرض انه كان يحمل ساعة مضبوطة كساعاتنا ؟ ولنفرض انه اجاب : قضيت ٣٠ سنة بالضبط وبحسابنا لسرعة النور نعلم انه قطع نحو ٢٩ بليون بليون ميل

واذا سألناه : هل تعتقد ان هذه المسافة هي نفس المسافة بيننا وبين النجم ؟ يجيب لا ادري

— لماذا

— لاني لم أعلم اين كان موقع الأرض حين رحلت من النجم . ولا أدري الآن وقد وصلت الى الارض اين صار موقع النجم . فهما سائران بسرعة اجهلها ويستحيل عليَّ ان اقيسها لذلك نضطر ان نسلم بان ما ننسبه الى أي جرم من بعد المسافة واتجاه الحركة وسرعتها وصدور اي ظاهرة فيه وبلوغ خبرها الينا انما هو نسبي الى ارضنا فقط او بالاكثر الى نظامنا الشمسي . ولما كان النور الذي ينقل الينا أخبار حركات الاجرام لا يتأثر في اتجاهه وسرعته بأي مؤثر . فلا نستطيع ان نقرر مدة حقيقية بين سطوع ومضة من نجم ووصولها الينا . وانما نقرر ما نقرره بحسب ما يثبتنا به النور حال وصوله الينا لا حال صدوره من مصدره . وتقرير ما نقرره عن وقت صدوره انما هو بحسب وقتنا وبالنسبة الينا فقط

فالتوافق بين مولد ذلك النجم والتاريخ المطابق له في حسابنا انما هو نسبي لنا يختلف عن التاريخ الذي يراه أهل ذلك النجم لو كانوا في ظروف كظروفنا وظهرت لهم ومضة من نظامنا الشمسي

لا ريب ان الموضوع دقيق يحتاج الى سعة التصور وعمق التبحر . ولا يمكن ان ينبسط بابسط مما تقدم . فاذا كان للقارىء شيء من الصبر على التصور والتبحر فلا بدَّ ان ينجلي له الموضوع جيداً

***

وحاصل القول انك لا تستطيع ان تقول ان الحادث الفلاني وقت حادثاً آخراً او تاريخاً معيناً الاَّ اذا قرنت قولك بالقول انهُ حدث بالنسبة الى الموقع الفلاني . واما ان تقول على الاطلاق من غير ان تعين موقعاً تنسبهُ اليهِ فالقول لغوٌ لا معنى لهُ . اجل لا معنى للقول (على الاطلاق) ان حادثين حدثا في وقت واحد الاَّ اذا ذكر في هذا القول من قاله واين هو يقيم لكي ينسب التوافق اليهِ

ليس لاي كائن على الارض او في المريخ او في نوفا برساي او في السديم الاقرب او الابعد ان يقول ان حادثين حدثا معاً في وقت واحد على الاطلاق الاَّ اذا كان هذا الكائن مستقلاً عن الكون الاعظم ومشرفاً على حوادثهِ ويرى كل حادث حين يحدث نوًّا بغير واسطة النور. فكائن كهذا يستطيع ان ينبط تواريخ حوادث الكون المتباعدة المتتابعة بالنسبة الى نفسهِ وبنسبة كل حادثة في جرم الى حادثة في جرم آخر . واما اذا كان هذا الكائن لا يشعر بحوادث الكون الاَّ بواسطة النور فيكون قوله بتوافق حوادث الكون نسبيًّا كقولنا

شبرا نقولا الحداد