

الكون يكبر

العوامل منتشرة على مهبز كروي محروود ولكنه بنسج

للدكتور محمد محمود غالى

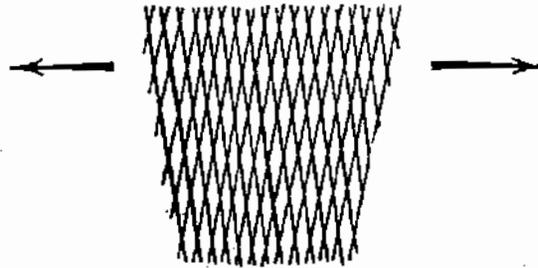
— — — — —

العوامل كالأسماء على شبك الصيد — أو كجسيمات على سطح كرة تنتفخ —
أثر تعديل ابنتان لمادلاته — الجير الكروي والعوامل كون محدود —
في دراسة صورة الكون تجري المعارف أوسع الخطوات

لو أن سياداً ألقى شبكته في الماء ، فتعلق بها عدد من السمك ،
فما لا شك فيه ، تتوقف المسافة بين سمكة وأخرى على حالة الشبكة .
قد يكون الصيد حسن الحظ ، بحيث تتعلق سمكة على رأس كل
معين في الصف المشار إليه بالسهمين : شكل ١ الذي يمثل هذه
الشبكة ، عندئذ يتحقق القارى بنفسه أن الصيد قد وُفق إلى
اصطياد ١٦ سمكة . ولو أن السمك في عداد الكائنات ، يرى ويفهم
ويتصور ، فإنه لا يعدم وسيلة ، يتحقق بها من المسافة الواقعة
بينه وبين كل سمكة .

نفرض بعد ذلك ، لسبب خاص بمهنة الصيد كسهولة إخراج
هذه الأسماك ، أن الصيد شد شبكته من الجهتين : اليمنى واليسرى
في اتجاه السهمين بحيث اتخذت هذه الجبائل الشكل الثاني ،
الذي لا يختلف عن الشكل الأول إلا في أنه ممدود ، فإن
أى سمكة ترى جارتها الأولى ابتعدت عنها بمسافة معينة ؛ ولكنها
ترى الجارة التي تليها ابتعدت بضعف هذه المسافة ، بحيث أن السمكة
العاشرة مثلاً ترى كأنها قطعت عشرة أمثال ما قطعت السمكة الأولى ،
وعندئذ تعتقد هذه السمكة التي افترضنا أنها متاملة أن الأسماك
كلها تتباعد عنها بالذات ، أو أنها تهرب منها ؛ وأنه كلما كانت
الأسماك بعيدة عنها كانت سرعة ابتعادها كبيرة .

يتأتى هذا الإحساس للسمكة ، لو أننا فرضنا أن الصياد قام
بعملية شد الشبكة داخل الماء ، وأن السمكة التأملة لا ترى جبائل
الشبكة أو قاع البحر أو أى شيء غير جيرانها من السمك الذي
وقع مثلها في الجبائل . ولو أن السمكة التأملة رأت كائنات آخر
كالصياد أو شجرة أو شيء ثابت ، أو لو أنها رأت الجبال نفسها
لأدركت أنها هي أيضاً تناولتها الحركة بقدر ما تناولت السمك
جميعه ، وأن الأقدار شاءت لها هي أن تتباعد عن جاراتها بقدر
ابتعادها عنها ، وأنه ليس هناك مركز خاص للابتعاد ، بل إنها
وإخوتها جميعاً قد وقع لها نفس الحوادث



(شكل ١) جبائل الصيد قبل شد الشبكة

أمران أود أن يطلق بذهن القارى :

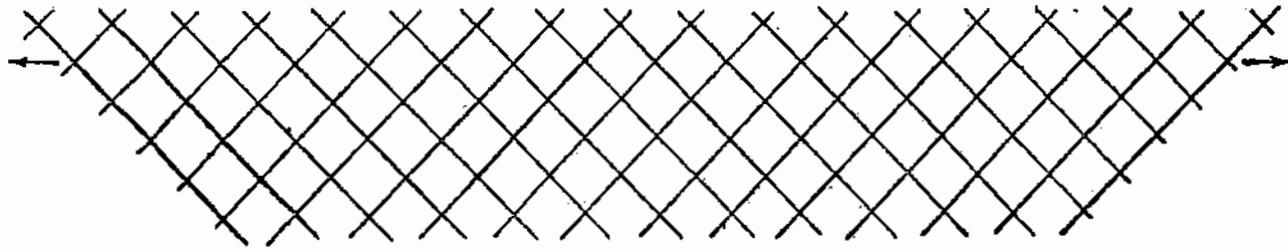
الأمر الأول : هو أن السمكة التأملة إن لم تر من الكون
إلا الأسماك الست عشرة التي تحدّد عوالمها ، فلا أرضاً ترى ولا ماء
ولا سياداً ولا شجرة ، تصل إلى نتيجة تتلخص في ابتعاد كل
الأسماك عنها بسرعة تزايد كلما كانت المسافة بعيدة

الأمر الثاني : هو أن السمكة العاقلة ترى من العوالم المحيطة
بها جبائل الشبك ورمال الشاطئ ، بل ترى الصيد والشجرة ،
وكل هذه أشياء ثابتة بالنسبة لها فتدرك أن أمراً آخر قد حدث :
ذلك أن الجبائل كلها قد امتدت ، وأن الحركة تناولتها والأسماك
بدرجة واحدة فليس هناك فرار بالمعنى الأول ، بل شاءت الأقدار

التي نعرفها حتى الآن ، ثم ننقل إلى تعرف الحيز الحامل لنا ، هذا الحيز الموجود في إطاره كل العوالم الطبيعية ، والذي سنرى أنه يختلف عن حيز أقليدس اللانهائي .

أوضحنا أننا نستطيع أن نعرف اقتراب أو ابتعاد قاطرة عنا من سماع صفيحها ، كذلك يمكن معرفة اقتراب أو ابتعاد مجموعة من النجوم عنا من موضع خطوطها الطيفية على الطيف العادي ، ففي حالة ابتعاد هذه النجوم تقترب خطوط طيفها من الجهة الحمراء ، وفي حالة اقترابها تقترب من الجهة الأخرى ، وتنعين سرعة ابتعاد النجم أو اقترابه من درجة اقتراب خطوطه الطيفية من أحد الطرفين .

وذكرنا أن العلوم النظرية والتجريبية قد برهنت على ابتعاد جميع العوالم عنا ، كما برهنت على زيادة سرعة ابتعادها مع بعدها ،



(شكل ٢) جائل الصيد بعد شدّها

فالعوالم ، التي تفصلنا عنها مسافة يقطعها الضوء في ٣ ملايين سنة ، تبعد عنا بسرعة ٥٠٠ كيلو متر في الثانية تقريباً ، أما العوالم المفصولة عنا بمسافة ١٥٠ مليون سنة ضوئية فتباعد عنا بسرعة ٢٥ ألف كيلو متر في الثانية .

وتساءلنا لماذا تباعد كل العوالم عنا ، وأعطينا الآن صورة للكون الذي نعلم عنه أن كل عالم فيه يتباعد عنا ، وأن سرعة الابتعاد تتزايد كلما كان بعيداً . هذه خلاصة ما وصلنا إليه ، على أننا نخطو بالقاريء خطوة أخرى إلى الأمام .

مهجا يمكن من الأمر فإنه لم يكن هناك غير طريقين لنجد تليلاً لهذه المرعة الكبيرة للعدم التي تباعد كلها عنا .

(١) إما أن هناك قوة للخارج (Force Repulsive) تدفع هذه الكائنات إلى الصباق والتنافر .

أن تقع على كون هو جائل الشبك ، وأن هذا الكون يمتد قد نستطيع الآن أن ننقل من جائل الصيد إلى الكون ، فكما أنه ليس هناك في الجائل المتقدمة مراكز ثابتة بل إن كل جزء منها امتد فابتعدت كل سمكة عن الأخرى ، وكما أنه يترامى أن السمكة البعيدة تزيد سرعة ابتعادها عن سمكة معينة رغم أن جميع الأسماك تتناثر بقدر واحد ، كذلك الكون لسنا فيه مركزاً لا ابتعاد العوالم ، وهناك حيز يحملنا جميعاً هو الذي يمتد ، ولا يمنع امتداده أن نلاحظ ازدياداً في سرعة العوالم كلما كانت بعيدة عنا هذه السمكة العاقلة اتخذتها مثالاً للكون الذي نعيش فيه ، نحن كسمكة من ملايين ملايين الأسماك ، ممتدة على جائل أوسع من هذه ، وهناك سيادماهر لآزاه ، يتصرف بالعوالم كما يتصرف صياد السمك بالست عشرة سمكة التي كانت من نصيبه ، ويبحث العلماء فعل الصياد وأثر القوة الخفية التي تقوم بهذه العملية

قد يترض القاريء أن أسماكاً ، في صفوف أخرى ، تقترب في الوقت الذي تتناثر فيه الست عشرة سمكة المتقدمة ، ولكن عليه أن يتصور أن جائل الشبكة من مادة تميز التمدد في جميع الجهات

مثال آخر يُقَرَّبُ للقاريء الصورة التي يمتددها العلماء في الكون ، ذلك أن تصور ككرة من المطاط ، انتشرت على سطحها وفي داخل ثورتها جسيمات صغيرة جداً شكل (٣) ، فإنه عندما تنتفخ هذه الكرة ، تباعدت هذه الجسيمات الواحدة عن الأخرى وفق القانون المتقدم ، بحيث يبدو ونحن عند جسيم معين ازدياد ابتعاد الجسيمات الأخرى كلما كانت بعيدة عنه

هذه صورة الكون الذي يُفسر مشاهداتنا إلى حد ، ولا يزال علينا أن نعرف مدى ما يساعد عليه العلم النظري من التثبت من هذه الصورة ، ولعلنا قبل أن نبدأ هذا الشرح أن نلخص الوقائع

الذي يتفق في الحدود المادية مع نظريات نيوتن القديمة^(١) ، على أن أينشتاين قد واجه في ذلك الوقت بعض الصعوبات التي لكي يُدللها ، عدل معادلاته بحيث أصبحت تسمح بتفوس الحيز للمسافات البعيدة ، فحذف ببقرته فكرة اللانهاية التي كانت تشغل دوراً في العلوم ، بحيث إذا سرنا في حيز أو كون أينشتاين الجديد دائماً للأمام ، رجعتا للنقطة التي بدأنا منها السير

هذه المعادلات الجديدة الخاصة بالجاذبية ، نرى فيها ثابتاً جديداً يطلقون عليه الثابت الكوني La Constante Cosmique على أن الذي يهمننا أن هذا الطرف الجديد في معادلات أينشتاين خاص بوجود تنافر بين مجموعات الأجرام السماوية ، يتناسب مع المسافة ، تنافر كوني (Repulsion Cosmique) ، ليس له مركز خاص ، أي أنه قوة متعلقة بالثابت الكوني وتناسب معه

ومما هو جدير بالذكر أن المسألة التي نحن بصددنا الخاصة باتساع الكون وتعاظم مسافته ، لم تكن قط موضع نظر أينشتاين ولم تكن بين المبررات التي دعت له للتعديل الذي قام به هذا العالم الذي لم يهتم للثابت الكوني بقدر اهتمام البروفيسر فايل Weil له فيما بعد.

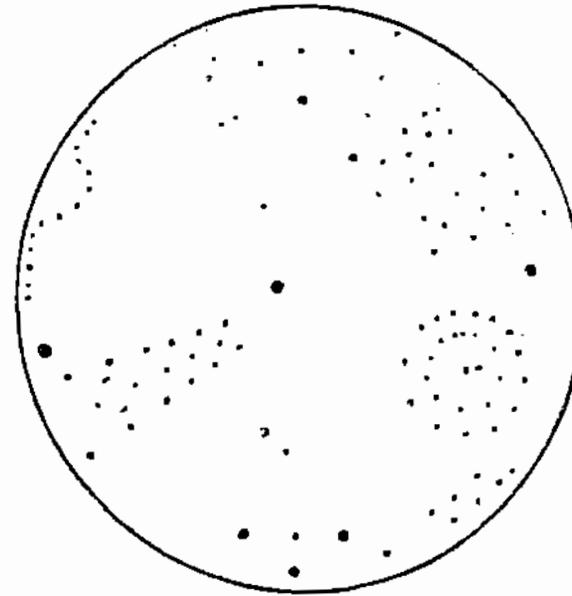
على أن تفكير أينشتاين هذا ، أفاد في معارفنا فيما يخص الكون ، وخرج بنا من غير قصد من مصاعب كان لا بد أن نلقاها ، ذلك أنه إذا اعتبرنا المسافات البعيدة عن الـ ١٥٠ سنة الضوئية التي كانت آخر حدود رؤيتنا^(٢) نصل إلى أجرام تقرب سرعتها من سرعة الضوء ، وليس هنا المجال لنذكر ما في ذلك من تناقض للنظريات الحديثة ؛ ولعل القارى يدرك الآن كيف ينعنا أينشتاين الذي كان لا يعرف هذه الصعوبة القائمة أمامنا ، من التوغل في الكون بشكله الذي نستوعبه ، لأن الكون منلق على نفسه ولأننا لا نلبث أن نعود من حيث نظن أننا لا زلنا نتوغل فيه

نست الآن بصدد أن أذكر القارى أن الرياضيين توصلوا منذ أكثر من مائة عام إلى فرض حيز مقوس يختلف عن حيز أفليدس ، وليس في نيتي في هذه الأسطر أن أستعرض علماء من أهم العلوم المعروفة اليوم ، هو هندسة ريمان (Reimann) وهندسة لوباتشيفسكي

(١) لقد أعلن أينشتاين منذ أربعة أيام ، أي ساعة كتابة هذا المقال ، تفسيراً جديداً للجاذبية وعلاقتها بالمادة والناطيلية ، ويحدد العالم الكبير أنه في طريق اكتشاف قانون عام يفسر التركيب الكوني ، وما نحن في المادة والاشعاع ، ولعل إعلانه هذا لمناسبة بلوغه السبعين

(٢) هذه الحدود الـ ١٥٠ مليون كانت حدود رؤيتنا في سنة ١٩٣٤ والظاهر أنها بلغت هذا العام ٥٠٠ مليون (راجع مجلة الاكتشاف كبرج — يناير سنة ١٩٣٩ ص ٣٦)

(٢) أو أن تكون هذه السرعة موجودة ولازمة لهذه العوالم منذ التطور الأول للخلقة ، ومن يدري ما فيها ؟ فقد تكون أكبر من ذلك بكثير .



(شكل ٣) كرة من اللطاط أو الكون بعد أن ازداد حجمه بقدر خمسة أضعاف حجم الأول

على أني لا أريد أن يفوت القارى ، أن هذه السرعات الكبيرة ، قد نلت النظر إليها البحث النظري قبل البحث التجريبي هذا البحث النظري الذي بدأ بمعادلات « أينشتاين » عن النسبية في وضعها العام ، والذي تبعمه دراسة « دي ستير » الذي توقع هذا التنافر للعوالم البعيدة. ولنعد بكلمة أخرى إلى عمل « أينشتاين » لرى العلاقة بين عمله وبين صورة الكون

عندما نشر أينشتاين نظرية النسبية في وضعها العام سنة ١٩١٥ التي تناول فيها فيزيقة المجال^(١) ، والتي درس فيها المادة والكهرباء والإشعاع والجهد ، كان أهم جزء في نظريته قانون الجاذبية ،

(١) أهم العالم في ذلك الوقت بنظرية الكم Quanta الخاصة بالجسيمات المنتاهة في الصفر ، وستكلم عنها فيما بعد ، ولقد كان للأستاذ ديراك P. A. M. Dirac سنة ١٩٢٨ الفضل الأكبر في وضع العلائق بين نظريات أينشتاين في النسبية ونظرية الكم ، وذلك بمعادله الموجية النسبية الهامة بالألكترون Equation ondulatoire relativiste de l'électron

بالطريقة التي يختلف فيها سطح الكرة عن سطح مستو غير محدود كل ما أريد أن يعلق بذهن القارئ، هو أن يعتقد أن الحيز التقوس نتيجة رياضية، ونتيجة عملية في آن واحد، وتكرار القول أن الحيز الطبيعي الذي نحن فيه، حيز من شأنه أن خطأ ما، أو موجة ضوئية أو كهربائية، تعود إلى النقطة التي بدأت منها، بعد أن يكون كل منها قد دار حول الكون.

صحيح قد دلتنا التجارب حتى اليوم على أن التقوس صفة ضرورية ولازمة في جزء من هذا الحيز، هو جزء محدود بمحدود رؤيتنا فهل يتقدم العلم التجريبي تقدماً يثبت فيه أن هذا الحيز محدود وأنه مغلوق؟ هذا ما يمتقده العلماء.

هذا الحيز التقوس والمقفل على نفسه، يعتقدون أنه كروي، وأن وجود المادة فيه من آن لآخر يحدث اختلافات فيه عندها، كما يحدث الجبال اختلافات في كروية الأرض، وكما أن المساحة الجانبية للكرة الأرضية محدودة، كذلك حجم الحيز الكروي للكون محدود، ولكنه يكبر

قد يتساءل القارئ: مالي ولكل هذا؟ لماذا هذه الصورة من الكون التي تمنعني تصوراتي من استيعابها؟ أو نحن في حاجة لهذه الصورة المعقدة، لفهم تمدد العوالم وإتساعها الواحد عن الآخر؟ ألا يكفينا الفراغ الأفليديسي القديم الذي اعتدناه في المدارس، والذي فهمناه على أيدي مدرسين قديرين، قطعوا السنين الطويلة في تلقيننا صورته، والذي دخلنا من أجله عشرات الامتحانات؟ ألا يكفيني حيز أفليديس الذي أتصور فيه الطول والعرض والارتفاع لأي كائن كما أتصور فيه المسافات مهما بعدت؟ وجوابنا أن عالمنا الأفليديسي لا يكفي لفهم الظواهر الجديدة في تمدد العالم، ويتناقض مع معارفنا الحالية، ولاني إذا كنت أجهت نفسي في أن نفهم مما كونا كروياً، كروياً ليس كالكرة المتادة، فلأن لذلك صلة كبرى، إن لم تكن بتمدد الكون في ذاته، فعلى الأقل بالنتائج التي تترتب على هذا التمدد... نتألم سيدهش لها القارئ عند ما أدله عليها في المقال القادم

ومع كل ذلك فليس ثمة سبب جدي لهجر كون محدود وحيز متكور، للرجوع إلى حيز أفليديسي غير محدود وهو بهذا غير معقول، مادام العلم النظري يميز الحيز الجديد والعلم التجريبي يحتمه هب أن أحد المؤرخين، مهما علت مكانته، وصف لنا مقبرة خوفو بالجيزة مخروطاً قائماً في الصحراء، وهب أننا رأينا رأي

Lobatchevski التي تعتمد كلاهما على تقوس الحيز، ويختلف عن الهندسة التي اعتدنا حل مسائلها في المدارس، والتي لا وجود فيها للخطين المتوازيين، إنما أريد أن ألقت نظر القارئ إلى أن دراسة دقيقة للحيز الطبيعي أوصلت العلماء لخاصية تقوسه، كما أوصلت ريمان لنفس النتيجة. أما ريمان فوصل لهذا التقوس لعدم إمكان إثبات نظرية واحدة، من بين الأربعة والعشرين نظرية لأقليدس التي تعلمناها في المدارس، وهي نظرية خاصة بالتوازيات. أما الطبيعيون فقد وصلوا لهذا التقوس بتجارب سنأتى عليها عندما نتكلم عن النسبية وهكذا ظهر لنا حيز أفليديس المستقيم مقوساً، وظهر لنا أن هذا التقوس صفة طبيعية تسمح التجارب اليوم بالتحقق منها، كما تتحقق من وجود المجال المغناطيسي دون أن نراه

وهكذا كما نصادف في الطبيعة سطوحاً منحنية، نصادف فيها حيزاً منحنيًا، أي أن له هذه الخاصية من التقوس الممكن قياسه ولكن يوجد فرق جوهري بين التقوسين، ذلك أنه يجوز لنا في السطوح أن نعد لها أي منحرف خاصة الانحناء منها، وذلك بالقيام بعملية مما كسة للانحناء، ولكن لا نستطيع في الحيز أن نجعله يتخلص من هذه الخاصية، أي أنه لا يمكن تعديل صفته الطبيعية كما هو الحال في السطوح

هذا الحيز أو الفراغ في حالته البسيطة حيز ذو أربعة أبعاد، وهذا البعد الرابع هو الذي ينحني الحيز في اتجاهه — هذا التمثيل الرباعي الأبعاد، في الحالة البسيطة المتناسقة، يصبح سداسياً أو ذا عشرة أبعاد عندما تنتقل من الحيز العادي إلى الحيز في الزمن، وليس للقارئ أن يرتبك بهذا الحيز الأخير وعلى حد قولهم — إن ما يميز العالم الرياضي من غيره أن الأول يرى الأشياء في أربعة حدود، إنه لا شك أن ثمة صعوبة في تخيل الحيز ذي أربعة الأبعاد، ويتصور أدنجتون (Edington) لذلك فقاعة كبيرة، هذه الفقاعة ذات أربعة حدود، حيث الطول والعرض والارتفاع، موجود كله في القشرة المكونة لها^(١)

هذا الحيز ذو الثلاثة الأبعاد الموج في حيز ذي أربعة أبعاد، يعطينا الرياضيون عنه خواص تتصل بفهمنا للكون، منها أن التقوس كاف ليعطينا حيزاً مغلقاً يختلف عن الحيز المفتوح اللانهائي

(١) ليس لنا أن نتصور إمكان دوران هذه الفقاعة حول أحد المحاور المروقة إذ لا يمكن أن نستوعب دوران أبعاد حول محور واحد، ويدل التحليل الرياضي أن فقاعة في أربعة أبعاد كهذه لا يمكن أن تدور حول أحد أبعادها وإعنا حول اثنين من هذه الأبعاد أي ثلاثة حول مستو — هذه نتيجة إن عرفناها لا نستطيع أن نتخيلها