كراسات « عروض »

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم اجتهادات حديثة حول العلم والمستقبل

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى　　مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات : المكتبة الأكاديمية

١٢١ ش التحرير – الدقى – القاهرة ت : ٣٤٨٥٢٨٢ – فاكس ٣٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

obeikandl.com

اصطياد الكون

obeikandl.com

اصطياد الكون

تأليف

مايكل هوكنز

عارض الكتاب

د. مصطفى إبراهيم فهمى

الناشر

المكتبة الاكاديمية

١٩٩٩

obeikandl.com

هذه الكراسة : تقدم عرضاً تفصيلياً لكتاب :

Michael Hawkins :

HUNTING DOWN THE UNIVERSE

The Missing Mass, Primordial Black Holes, and other Dark Matters.

by ADDISON WESLEY (1997)

obeikandi.com

حقوق النشر | الطبعة الأولى : ١٩٩٩

حقوق الطبع والنشر © ، جميع الحقوق محفوظة للناشر :

المكتبة الأكاديمية

١٢١ شارع التحرير – الدقى – القاهرة

تليفون : ٣٤٨٥٢٨٢ فاكس : ٣٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

لا يجوز استنساخ أى جزء من هذه الكراسة بأى طريقة كانت إلا بعد الحصول على إذن كتابى مسبق من الناشر .

رقم الإيداع | ٩٩/٢٥٥٦

الترقيم الدولى | 977-281-082-4

مطابع الدار الهندسية تليفون : ٥٤٠٢٥٩٨

هذه السلسلة

هى الثالثة فى مشروع « الكراسات » ، الذى تصدره « المكتبة الأكاديمية » . والكراسات تعنى بمحورين كبيرين : العلم والمستقبل . لذلك فقد حملة السلسلة الأولى عنوان « كراسات مستقبلية » ، وقد بدأ ظهورها عام ١٩٩٧ ، وفى عام ١٩٩٨ ظهرت السلسلة الثانية تحت اسم « كراسات علمية » . وقد فكرنا فى البداية أن تضم السلسلتين ، بجانب التأليف والترجمة ، عروضا مطولة لبعض الإصدارات الهامة ، التى لا تلاحقها حركة الترجمة . إلا أن أنشط أعضاء أسرة الكراسات ، وللكراسات أسرة ممتدة ترحب دائماً بالأعضاء الجدد ، أقول أن أنشط الأعضاء الصديق الدكتور محمد رؤوف حامد ، الأستاذ بهيئة الرقابة الدوائية ، اقترح أن تصدر العروض فى سلسلة خاصة بها . وقد كان اقتراحاً موفقا كما أرجو أن يوافقنى القارئ .

والكتب المختارة للعرض فى السلسلة لا تأتى فقط من اقتراحات هيئة التحرير ، حيث قدم أعضاء الأسرة مقترحاتهم التى حظيت بالترحيب . والباب مفتوح لكل من يرغب فى المشاركة . وإذا كانت السلسلة قد بدأت بمجموعة من الكتب الصادرة بالإنجليزية ، فإننا نطمح أن تشمل العروض القادمة كتبا تصدر فى لغات أخرى ، لا تشملها عادة خطط الترجمة كاليابانية والروسية والصينية ، بالإضافة إلى الفرنسية والألمانية . فرغم أن الأخيرتين أكثر حظاً نسبياً ، إلا أن كم المترجم والمعروض لايقارن بما يتم بالنسبة للإنجليزية .

والحديث عن « العروض » يذكرنا بالجهود السابقة ، التى لا تنكرها ، بل نحاول أن نكمل مسيرتها . فبالنسبة العروض الموسعة ، تذكر جهود الهيئة العامة للاستعلامات بالنسبة للمجالات التى تهمها . كما أن العروض المتوسطة ، التى أصدرتها هيئة الكتاب فى التسعينيات ، ضمن سلسلة « تراث الإنسانية » لايمكن إغفالها . وهما مثالان يقصد بهما الإعتراف بفضل السبق ، دون أن ندعى الحصر وإن كنا ، فى نفس الوقت ، نظن أن السلسلة الحالية هى الأولى التى تعنى بالعرض التفصيلى للكتب .

هذه الكراسة :

يعرض فيها الدكتور مصطفى فهمى ، الأستاذ بالأكاديمية الطبية العسكرية : كتاب مايكل هوكنز **Hunting Down the Universe** . وفيه يعرض نظريته الجديدة عن الكون . لقد سئل المؤلف عما إذا كان يعتبر هذه النظرية هى الأهم فى

المجال ، فلم يستبعد ذلك ، إذا ما أُحسن استيعابها وقبولها . والكتاب يوضح ذلك ، حيث يقوم بعرض طبيب جذبه مجال الكونيات ، وترجم فيه أكثر من كتاب ، من بينها أكثر كتب الثقافة العلمية شهرة ، وهو كتاب « التاريخ الموجز للزمان » للمؤلف الظاهرة ستيفن هوكنج . والدكتور مصطفى فهمى بدأ معنا مشروع الكراسات ، بالمشاركة فى سلسلة « كراسات مستقبلية » ، حيث ترجم كتاب « البيولوچية كايديولوچيا » .

أحمد شوقى

obeikandl.com

المحتـــويات	الموضـــــوع	الصفحة
	مقدمة	٩
	المنهج العلمى والحقائق العلمية	١١
	عرض الكتاب	١٣

obeikandl.com

obeikandl.com

مقـــدمـــة

مؤلف الكتاب مايكل هوكنز عالم فلك في المرصد الملكى بأدنبره ، فى أسكتلندا . وقد عمل أولا كملاح فى الغواصات ، ثم درس الرياضيات فى أوكسفورد وحصل من كمبردج على دكتوراه الفلسفة فى علم الفلك . وكتابه هذا هو حصيلة جهده لعشرين سنة فى تجميع معطيات وأدلة علمية ، انتهى منها إلى نظرية يرى أنها تحل إحدى المشكلات الكبرى فى علم الفلك ، وهى مشكلة كتلة الكون كله والمادة التى تكون هذه الكتلة أو معظمها .

عرف الفلكيون لما يزيد عن خمسين سنة أن الكون يحوى نوعا غامضا من المادة، لا تستطيع التليسكوبات الكشف عنه مثلما تكشف عن الكواكب والنجوم والمجرات ، وإنما تعلن هذه المادة الغامضة عن نفسها بما تمارسه من شد جاذبى على الأجرام المرئية فيؤثر فى حركتها . وعن طريق رصد هذه التغيرات فى سرعة حركة الأجرام المرئية ، أمكن للعلماء حساب الكتلة اللازمة لذلك . وكمثل ، فإنه أثناء دراسة لتجمع كبير من المجرات فى كوكبة الذؤابة تبين للعلماء أن المجرات التى فى التجمع مشدودة معا فى حركتها ، بواسطة الشد الجذبوى المتبادل فيما بينها ، وبحساب الكتلة الموجودة فى النجوم المرئية فى هذه المجرات وجد أنها توفر فقط جزءاً من الكتلة اللازمة لذلك ، وبالتالى فإن ثمة مشكلة حول باقى الكتلة اللازمة ، أو ما سمّى فى أول الأمر « بالكتلة المفقودة » . على أن الفلكيين يفضلون الآن مصطلح « المادة المظلمة » بدلا من الكتلة المفقودة ، لأنه ليس هناك فى الواقع أى شئ مفقود ، وإنما هناك مادة من الواضح من تأثيرها الجذبوى أنها موجودة بالفعل ، ولكننا لا نستطيع رؤيتها ، وهذه المادة نسميها المادة المظلمة ليس لأنها قاتمة فى لونها ولكن لأنها لا تبعث ضوءاً ، ويمكننا أن نسميها أيضا « المادة الخفية » . وحسب التقديرات الحالية فإن المادة المظلمة ، يبلغ مقدارها ما يتراوح بين ٩٠ و ٩٩ ٪ فى المائة من كتلة الكون .

وهناك الآن نظريات كثيرة عما يمكن أن تكونه المادة المظلمة ومالا يمكن أن تكونه ، ومن بينها نظرية مايكل هوكنز مؤلف هذا الكتاب . والمؤلف لا يقتصر فى الكتاب على عرض نظريته عرضا سلبيا للقارئ غير المتخصص ، وإنما هو أيضا يطوف بنا في رحلة تبين لنا ما يجرى فى المجتمع العلمى من صراع بين العلماء يتعلق بالأسس السياسية والاجتماعية والفلسفية لنظرة العلماء إلى الكون ، وهو يرى أن الأفكار العلمية أبعد من أن تكون نتيجة لمجرد علم خالص موضوعى ، فهى تتأثر أيضاً بالنواحى الذاتية البشرية ، والعلماء إنما هم أفراد من البشر يتعرضون للأهواء والميول المتحيزة نفسها التى تسود فى سائر المجتمع وثقافته . وهو يقول إن النظريات العلمية كثيرا ما تصاغ لتكون متسقة مع أوجه الاتفاق أو الإجماع العلمى السائد .

وهوكنز فى كتابه « اصطياد الكون » يعترض بعنف على الأفكار المقبولة والمؤسسات الراسخة وما يُسمى بالشخصيات القوية ، التى كثيرا ما تكون عقبة أمام إرساء الأفكار الجديدة مثل أفكاره كما يراها .

وإذاً فهذا كتاب يعرض نظرية ومنهجاً وصراعاً .

د. مصطفى إبراهيم فهمى

obeikandl.com

المنهج العلمى والحقائق العلمية :

سوف نناقش هنا بعض الآراء عن المنهج العلمى والحقائق العلمية . وقد سألنى أحد الصحفيين هل أعتبر نظريتى أهم إنجاز فى علم الفلك فى هذا القرن . وكان ردى « لا ، ولكن لو أنها حازت قبولا عاما فقد تكون كذلك » . وفُسرت إجابتى هذه تفسيرات عديدة ، ولكن أقصد لا غير أن أطرح أنه لا توجد حقائق علمية مطلقة أو على الأقل أنه لا توجد أى طريقة موضوعية تقرر نهائيا ما يكونه الحال حقا . فنحن نتفق مؤقتا على مصداقية وأهمية الاكتشافات العلمية فى نوع من إجماع الآراء . وعندها فإننا نقول أو ينبغى أن نقول « هذه هى أفضل فكرة لدينا حتى الآن ، ولكننا سنبذل الجهد فى محاولة تبديلها أو تفنيدها بفكرة أفضل » ، وليس لنا أن نقول «إن الأمور تكون هكذا حقًا وأن هذه هذه الحقيقة التى أثبتها البرهان » ؛ فالنظريات العلمية لا يمكن قط أن تثبت حقيقتها بما يتجاوز أى شك يعقل ، أما ما هو ممكن فهو دحض هذه النظريات . على أنه فى نهاية الأمر يثبت عادة أنه حتى أفضل النظريات سنجد أنها غير وافية . وإما أقر بأنى مثل الكثيرين من زملائه متأثر ببعض آراء الفيلسوف كارل بوبر ، الذى نادى بأن جوهر العلم هو الشك الدائم ، وأن العلم ليس فيه إلا أقل مجال لليقين ، والنظريات العلمية تُولد وتعيش ثم تُطور أو تموت .

على أن هناك شيئا واحدا يمكننا إلى حد معقول أن نتيقن منه ، وهو أن أفرد البشر أكثر ذكاءً عن الكون ؛ فالطبيعة لا عقل لها وهى فى ذاتها أساسا غير متسقة وذات شواش . إنها فقط تمدنا بالمادة الخام لتفكيرنا فيما تكون عليه الأمور ، ومش أى صيغة فى الحياة ، فإن الحقيقة تمثل التنظيم : إنها نتاج عقولنا المجمعة لإضفاء النظام على الطبيعة . والحقيقة هكذا تعكس تركيبنا النفسى ، وما لدينا من بنية اجتماعية وسياسية ، وهذه كلها مظاهر للتطور الجماعى للبشر . وبالتالى فإن الحقيقة كيان دائم التطور . وكما أن التطور ليس له هدف فبمثل ذلك لا توجد فكرة «صواب» عن الحقيقة . إن اتباع طريق العلم لم يعد يعتبر رحلة تهدف الوصول إلى الحقيقة المطلقة ، وإنما أصبح الطريق نفسه هو الهدف . وهذا يشبه ما يفعله هواة تسلق الجبال ، فهم لا يعشقون قمة الجبل بقدر ما يعشقون التسلق نفسه .

ونحن عندما نشير إلى « حقائق علمية » فإننا نقصد فى الواقع أنها الأكثر تكيفا وجمالا وأناقة من بين كل ما ينجو باقيًا من النقاش والفحص العلميين . ومع هذا إلا أننى أفضل التفسير العلمى للكون عن التفسير الفلسفى ، لأن النظريات العلمية على الأقل من حيث المبدأ ، مفتوحة دائماً للنقاش ، والبراهين العلمية يمكن تفنيدها بالأدلة ، والأدلة دائما تقبل التفسير ؛ فالعلم يتعرض دائماً لبيئة معادية دينامية ضابطة له بدرجة أكبر مما تتعرض له المنظومات المطلقة ، ونحن نتشكك فى

أى نظام معرفى عن الوجود (إنطولوجى) يزعم أنه يعطى لنا حقائق لا يمكن تحديها. وعندما يزعم العلماء أنهم يعطون لنا مثل هذا اليقين .. فإنهم يحرّفون الهدف الحقيقى للعلم ، وهو استمرار منظومة البحث الدينامية المتفتحة .

وحتى نواصل مهمة فحص ونقاش الطريقة التى تكون عليها الأشياء فى العالم الخارجى يجب أن نتخذ ثلاثة فروض لا تقبل الجدل ولا الإنكار ، وهى أن هناك حقيقة موضوعية فيزيقية ؛ وأننا نستطيع من حيث المبدأ كشف طبيعة هذه الحقيقة: وأن المنهج الوحيد لذلك هو المنهج العلمى . هذا ومعظم الناس يؤمنون بأن الكون على ما هو عليه بصرف النظر عن طريقة إدراكنا له . وقد يخطئ العلماء بشأن ما تكون عليه الأمور ، ولكنهم حتى يتمكنوا من أداء لعبة العلم لا يمكنهم الشك فى وجود حقيقة موضوعية يمكن أن يخطئ المرء بشأنها . ومع أن الحقائق العلمية تتقرر بنوع من إجماع الرأى ، إلا أننا نتصرف وكأنها قد تقررت بأدلة خارجية . وهناك كثيرون من الناس يعتقدون أن العلماء يتعاملون بالحقائق المطلقة ، وأنهم موضوعيون تماماً ، وشبه معصومين ، فى حين أن العملية العلمية فيها الكثير من الذاتية وعدم اليقين ، وبغير ذلك فإنها تصبح جد مملة . وإذا كان بعض الناس يعتقدون أن العلماء من صنف يعلو على سياقه التاريخى والبشرى ، فإننى على عكس ذلك أعتقد أنهم بشر لا غير ، وإن تعالى بعضهم هكذا هو نوع من الهروب من الناس إلى الأبراج العاجية ؛ بسبب عدم القدرة على التوافق مع مافى المعتقدات العلمية من عدم اليقين والهشاشة ، ولعدم تقبلهم لأن يعرف الناس ذلك .

بعد أن قلت هذا سوف أعرض بعد ذلك نظريتى بأن مادة الكون تكاد تكون مصنوعة كلها من ثقوب سوداء* صغيرة ، وأعتقد أنها نظرية فيها من الجدة ومن الإثارة ما يتيح لها أن تمثل حكاية شيقة نتابع فيها حالة الجبل بنظرية علمية جديدة وولادتها والنضال من أجل بقائها حية ، وهذا هو المركز البؤرى للكتاب . على أنى بالإضافة سوف أتعرض للصراع بين الطريقة العقلانية لتناول العلم والطريقة الأمبريقية فالناس يختلفون فيما إذا كان الطريق إلى الحقيقة يكون من خلال العقل أو من خلال التجربة ، وفهم ذلك أمر مهم لفهم العملية العلمية .

* الثقب الأسود ينتج عن تقلص المادة على نفسها فى حيز صغير جداً ، بحيث تصبح لها جاذبية شديدة ، تجذب كل شىء لداخل الثقب ولا يخرج منه شىء ولا حتى الضوء ، فلا يمكن رؤيته ، وإنما تحس فقط جاذبيته .

عرض الكتاب

سأحاول أن أرسم للقارئ صورة سريعة لمجتمع علم الكونيات فى النصف الثانى من القرن العشرين . وأهم نظريتين لهذا العلم فى هذه الفترة ، هما : نظرية الانفجار الكبير وزعيم أنصارها العالم ستيفن واينبرج ، أما النظرية الأخرى فهى نظرية الحالة المستقرة وكبير مؤيديها هو فريد هويل . ولن تذكر هنا تفاصيل كثيرة عن النظريتين بقدر ما نصور خلفية النزاع الشديد بين أنصارهما ، اللذين تبادل كل جانب منهما اتهام الآخر بأن نظريته ليست من العلم فى شىء . ونظرية الانفجار الكبير كانت ومازالت النظرية الأكثر شيوعاً بين معظم علماء الفلك والكونيات فى حين لم يؤمن بنظرية الحالة المستقرة إلا قلة منهم . وعندا أول اشتغالى بعلم الفلك كانت نظرية الانفجار الكبير بمثابة العقيدة فى المؤسسة العلمية ؛ بحيث إن أى محاولة لتأييد أو حتى مجرد ذكر نظرية الحالة المستقرة ، كانت تعد عند أفراد المؤسسة هرطقة لاغير .

كان فى اكتشاف العالم الأمريكى هابل لتمدد الكون المدخل لظهور نظرية الانفجار الكبير . فمادام الكون يتمدد فإنه إذاً كان أصغر وأصغر . وتصل النظرية إلى أن الكون كله بدأ فى حالة انضغاط شديد وحرارة عالية جداً ، أدت إلى انفجاره فى التو ؛ فالكون قد أتى إلى الوجود فى لحظة انفجار واحدة أدت إلى تمدده وتطوره ؛ لتصبح له معالم مختلفة فى مراحل تاريخه المختلفة . وفى مرحلة مبكرة تتمايز قوى الكون المعروفة ومنها الجاذبية ، وتعمل الجاذبية مفعولها فى شد جسيمات المادة معاً لتكوّن فى النهاية النجوم والمجرات . ومن الطريف أن الذى أطلق اسم الانفجار الكبير على هذه النظرية هو هويل أشد معارضيها ، وذلك من باب السخرية ، ولكن الاسم ظل لصيقاً بالنظرية حتى الآن .

وأهم نقطة ضعف فى نظرية الانفجار الأصلية قبل تعديلها هى عدم قدرتها على تفسير التوازن المبكر بين قوة التمدد التى بدأ بها تشكيل الكون ، وبين قوة الجاذبية التى يفترض أنها تؤدى إلى تقلص الكون . ودون هذا التوازن الرهيف جداً بين القوتين ، فإن النتيجة هى أن تتغلب إحداهما على الأخرى مبكرا . وإذ تغلبت الجاذبية فإن الكون يتقلص إلى ثقب أسود أو يعود إلى بدايته فى حالة من الانضغاط الشديد ، أما إذا تغلب التمدد فإن الكون ينتهى إلى فراغ وخواء . « والكون قبل تمدده بالانفجار الكبير يكون فى حالة حيث تكون له كثافة لا متناهية وانحناء لا متناه فى المكان والزمان ، وهى حالة تسمى المفردة تنهار عندها كل القوانين المعروفة للعلم . وهذه كارثة للعلم ؛ لأنها تعنى أن العلم غير قادر على تفسير المفردة ذاتها » . ولم يسعد العلماء بهذا الاستنتاج ، وجرت محاولات عديدة لتجنب وجوب أن تكون هناك مفردة انفجار كبير وبالتالى بداية للزمان . وإحدى هذه المحاولات هى نظرية الحالة المستقرة .

حسب نظرية الحالة المستقرة فإن الكون وزمانه لا يبدآن أو لا يتخلقان بانفجار كبير ، فالكون لا متناه فى الزمان والمكان ، وبالتالى .. فإنه بالنظر إليه على النطاق الأوسع يكون متماثلاً فى كل مكان وزمان . ويفسِّر ما يرصد من تمدد الكون بأن هناك تكويناً مستمراً للمادة فى كل مكان . وأثناء تراجع المجرات إحداها مبتعدة عن الأخرى تتكون مجرات جديدة فى المسافات ، التى بينها من هذه المادة التى تتخلق باستمرار ؛ فالكون موجود وسيظل موجودا للأبد وهو بدرجة أو أخرى فى الحالة نفسها التى هو عليها الآن » . والنظرية هكذا تجعل كثافة الكون ثابتة فى المتوسط ، بحيث لا حاجة لافتراض حال مبكر من توازن رهيف بين التمدد والجاذبية ، كما يلزم فى نظرية الانفجار الكبير ، حيث التوازن لايمكن تفسيره إلا باللجوء للميتافيزيقا. على أنه بعد ١٩٨٥ حدث تقدم كبير فى فيزياء الجسيمات الدقيقة (الذرة وما تحت الذرة) أدى إلى أن يطرح هويل نموذجاً معدلاً للحالة المستقرة ، تحدث فيه تفجرات خلقية متقطعة فى مجالات معينة تسمى مجالات (خ) رمزا للخلق أمـــا النظرية الأصلية فكانت انسياباً مستمراً من الخلق ، يتفق رياضيا مع نظرية أينشتين للنسبية العامة ، ولكن هذا الحال فى النهاية لايمكن فيزيائياً الإبقاء على استمراره .

وحتى نعطى صورة عن الصراع بين أتباع نظرية الانفجار الكبير السائدة ، ونظرية الحالة المستقرة المضطهدة سأروى ما حدث أثناء عملى ١٩٨٠ فى مرصد أدنبرة . عين للمرصد مدير جديد ، واستضاف المعهد عالم كونيات كبيراً ؛ لإلقاء محاضرة عن المشاكل المصاحبة لتركيب بنية الكون على النطاق الكبير . وسألت المحاضر عما إذ كان يتفق فى الرأى مع نظرية الحالة المستقرة ، وإذا بالمدير الجديد يلتفت إلى الوراء فى كرسيه ، ويظل يرمقنى زمناً ، بما يدل على اشمئزازه لمجرد ذكر نظرية الحالة المستقرة فأى مناقشة عن بنية الكون ينبغى ألا تكون لها علاقة بهذه النظرية ، وإنما ينبغى أن يكون أساس المناقشة هو الانفجار الكبير ، الذى أصبح بمثابة العقيدة عند المؤسسة العلمية . وهذا الأسلوب فى رأيى نوع من الأصولية الأيديولوچية . على أنه أيضا أعطى بعض العذر للمدير الجديد للمرصد ؛ حيث إنه كان يطمح فى أن يكون للمرصد حق المشاركة فى تليسكوب الفضاء الجديد هابل ومديروه فى أمريكا يؤمنون بنظرية الانفجار الكبير ! وقد كانت هناك أيضا صراعات أخرى تدور مثلا بين علماء الجامعات وعلماء المراصد والمعاهد الحكومية ، وبين علماء أدنبره وعلماء كمبردج ، وأيضا فيما بين علماء كمبردج أنفسهم . وهذه الصراعات وإذا كانت تدور فى شكل نقاش علمى ، إلا أنها كثيرا ما اصطبغت بانفعالات لاعقلانية وحجج غير علمية .

ولو لخصنا الخلاف بين نظريتى الانفجار الكبير والحالة المستقرة ، سنجد أنه أساسا خلاف فلسفى . فالأمر كله يتعلق بتقبل أو عدم تقبل وجود لحظة واحدة من الخلق ، فمعارضى الانفجار الكبير وعلى رأسهم هويل يرون أن فكرة بداية لكل شئ هى أساسا غير متماسكة . ومن الغريب أنه رغم هذا الاختلاف مالبثت أن أُدخلت تعديلات على كلتيهما ، النظريتين قللت إلى حد كبير من الاختلافات العلمية بين أنصارهما ، وليس من الاختلافات الفلسفية . والآن فإن نظرية الحالة المستقرة ترى الكون على أنه مجموعة لا متناهية من الانفجارات الصغيرة ، بينما ترى نظرية الانفجار الكبير أن هذا الانفجار قد يكون جزءاً من كل أكبر حيث تتكون الانفجارات الكبيرة عند توفر الظروف الملائمة .

ومن الطريف أنه على الرغم من هذا التقارب بين النظريتين إلا أن أنصارهما ظلوا مثابرين على الاختلاف . بل إن كلا من الجانبين كان يتهم الآخر بأنه لا يتوافق مع التوصيفات التى وضعها بوبر للعلم . وأنصار الانفجار الكبير يزعمون أن نظرية هويل عن الحالة المستقرة تفندها الأدلة ، بينما يزعم هويل أن الانفجار الكبير نظرية غير قابلة للتفنيد ، وبالتالى فهى غير علمية وفيها جانب ميتافيزيقى . وفى اعتقادى أن كلا الجانبين لم يكن مصيباً . كما أن رأى بوبر فى العلم فيه مبالغة فى التبسيط . ومن الواضح أن الأدلة التفنيدية ليست بالضرورة كافية لأن تمحو مصداقية النظرية ، فالأدلة نفسها قد تكون موضع شك ، ويعتمد تفسيرها على مفاهيم مسبقة لنظرية منافسة . أما هويل فهو لا يلبث أن يناقض نفسه ، فبعد أن كان يزعم أن الانفجار الكبير نظرية ميتافيزيقية لا تقبل التفنيد ، يعود فيقول أن هناك قدرا كبيرا بين الأدلة التى تفند النظرية يمكن لو توفرت الإرادة أن يتم جمعها بسهولة . ولكن المؤسسة وأغلبية علمائها يؤمنون بنظرية الانفجار الكبير ، وبالتالى فإنه يتكرر التغاضى عما فيها من أخطاء .

وفى ضوء كل هذه الصراعات يصبح من الواضح أنه لا يمكن الفصل بين النقاش العلمى الخاص ، وبين القضايا السياسية والاجتماعية والثقافية والفلسفية والشخصية التى تتدخل كلها فى تشكيل فكرتنا عن الكون . ومع ذلك فإن النقاش العلمى مازال مهما فى حد ذاته ، وإن كان علينا أن نعى ظروف نشأته وتطوره والبيئة الدينامية التى يتم فيها ذلك .

* * * *

وقد بيّنا فى الفصل السابق المشهد العام للصراع بين نظريتى الانفجار الكبير والحالة المستقرة ، أنه قد آن الوقت لإلقاء نظرة قريبة على بعض أحداث هذا الصراع.

تتناول النظريتان موضوعا واحدا هو محاولة تفسير التوازن الدينامى بين قوى التمدد والانكماش فى الكون . والنظريتان كلتاهما عقلانيتان أو واقعيتان ، وتعتمدان على ما وجد فى وقتهما من معلومات الفيزياء الفلكية التى مكنت علماء القرن العشرين من أن يجعلوا علم الفلك يتجاوز نطاق التخمينات التقليدية الفلسفية والميتافيزيقية ، التى كانت تحكمه قبلها . ومع ذلك فإن النظريتين ما تزال فيهما دوافع أيديولوچية ولا تخلوان من رغبة الإنسان التقليدية فى خلق صورة متماسكة عن الكون . وعلم الكون يتسم بأنه لا يمكن أن يلجأ فى إثبات مصداقية حججه إلى إجراء تجارب فى ظروف قابلة للتكرار ، أو إجراء اختبارات معملية . فعلم الفلك عليه أن يعتمد إلى حد كبير على ما لتنبؤاته من ترابط منطقى ، وهذا أمر يعتمد كثيرا على إصدار الأحكام بأولى من أن يعتمد على حقائق موضوعية . وبالتالى فإن الكثير من الأفكار فى علم فلك القرن العشرين تكاد تكون مما لا يمكن تفنيده تفنيداً حاسماً . ورغم إيمانى بأن ميكانزم الخلق فى نظرية الخلق المستقرة تتفوق فيه الناحية الأمبريقية عما فى نظرية الانفجار الكبير ، إلا أن الاختلاف الأهم بين النظريتين هو حقا اختلاف فلسفى وإجمالى . إن النظريتين معا مؤسستان على النسبية العامة لأينشتين . على أن نظرية الانفجار الكبير تتبع التراث اليهودى – المسيحى من أن الكون قد خلق من لا شئ عند زمن محدد فى الماضى ، بينما نظرية الحالة المستقرة تعيد إلى الذهن فكرة الكون الأفلاطونى الأبدى الكامل ، كون يتماثل عموماً خلال كل الزمان والمكان ، ويبدو اليوم مثلما كان عليه منذ بلايين السنين .

وتفسيرات التوازن بين تمدد الكون والجاذبية التى تقلصه مرت بعدة مراحل تاريخية .

عندما ظهرت النسبية العامة لأينشتين كان الظن وقتها أن الكون ساكن ، وهذا ما آمن به أيضا أينشتين . ولكن العالم الروسى فريدمان بيّن أن المعادلات الرياضية التى تعتمد على النسبية العامة تدل على أن الكون ليس ساكنا ، وإنما هو إلى تمدد أو تقلص . ولم يرض أينشتين بهذا التفسير لنظريته الذى لا يتفق مع عقيدته . وحتى ينفيه أضاف إلى معادلات نظريته ما أسماه الثابت الكونى ليثبت سكون الكون . وعندما أثبتت متباعدات هايل بعدها أن الكون يتمدد وليس ساكنا ، قال أينشتين أن الثابت الكونى أكبر خطأ ارتكبه فى حياته . وأصبح الأمر يتطلب تفسيراً لما عليه الكون من توازن دينامى بين التمدد والجاذبية . وظهر النموذج المبكر لنظرية الانفجار الكبير ليقدم تفسيرا معقولا لذلك ، إلا أن نظرية الانفجار الكبير نفسها لم تستطع تفسير الظروف الابتدائية لتخليق الكون ، والتى يلزم حسب النظرية أن يكون فيها

توازن رهيف بين التمدد والجاذبية ، وإلا فإنه لو تغلبت الجاذبية مبكرا لتقلص الكون على نفسه سريعاً بعد خلقه ، ولو تغلب التمدد لكان الكون منذ زمن طويل قد تمدد سريعاً ليصل إلى فراغ لا نهائى . ولحل هذه المشكلة خرج آلان جوث بنظرية الانتفاخ فى ١٩٨١ التى يبدأ فيها تمدد الكون بالانتفاخ بسرعة لا تُتخيل . وتوفر نظرية الانتفاخ ميكانزما يفسر التوازن الرهيف منذ بدء الكون بين التمدد والجاذبية ، كما تتضمن النظرية ، أيضا أن الكون فى حالة حرجة ما بين التمدد اللانهائى والانتهاء بالتقلص ، كما بينت أن الكون يحوى من المادة قدرا أكبر مما نرصده .

من الناحية الأخرى ، كان هناك الحل الذى قدمته نظرية الحالة المستقرة ، وهو حل له ميزته فى أنه لا يحتاج إلى طرح مفردة ، لا تخضع لأى قانون فيزيائى يتم عندها خلق كل شئ . وحسب الحالة المستقرة نجد أن طاقة الخلق لها نتاج متصل ، وقوة الجاذبية يتم التغلب عليها دائما بضغط تمدد المادة الجديدة التى يتواصل تخليقها . على أنه ظهرت اعتراضات على النظرية تعتمد أساسا على المشاهدات . وأولها ما أثبته رايل من أن عدد الاجرام الفلكية التى تبث موجات راديو ، كان فيما مضى أعظم كثيرا مما بعدها ، الأمر الذى يتنافى تماماً مع استقرار حال الكون حسب النظرية . كما أن النظرية ليس فيها حلول تتماشى مع ما يلاحظ من درجة وفرة العناصر الخفيفة كالهيليوم والليثيوم ، وإن كانت هذه الحلول موجودة فى نظرية الانفجار الكبير . ويضطر هويل هنا إلى مراجعة نموذج الحالة المستقرة . وبدلاً من الخلق المستمر للطاقة والمادة داخل النجوم ، فإن الكون أصبح بمثابة نوع من فقاعة تتذبذب ، فيحدث لها نوع من « انفجار كبير مصغر » يؤدى إلى التمدد ، ثم يعقبه ثانية التقلص ، وهلم جرا تباعا . وهذا حل بدا ولا شك أن فيه تحايلاً .

أما العامل الحاسم فى النزاع بين النظريتين ، فهو ما تم اكتشافه فى ١٩٦٥ من وجود إشعاع ميكروويفى متناسق ويسود الكون كله ، هو إشعاع خلفية الكون . وقد تنبأت نظرية الانفجار الكبير بهذا الإشعاع قبل اكتشافه . وبهذا أصبحت اليد العليا للانفجار الكبير ، ولم تعد نظرية الحالة المستقرة تشكل أى تحد جدى .

ومع ذلك بقيت بعض نقاط ضعف فى نظرية الانفجار الكبير ، منها أن عمر الكون حسب النظرية (حوالى ١٥ بليون عام) لا يكفى لتكوين بعض المجرات والأجرام الكبيرة حسب ما يرصد عمرها بالمشاهدة . ولحل هذه المشكلة ، رجع العلماء ثانية إلى استخدام الثابت الكونى الذى ينتج زيادة عمر الكون بمقدار كبير . ولكن هذه الزيادة فى عمر الكون تؤدى إيضا إلى توقع زيادة فى عدد المجرات والكوازارات البعيدة زيادة تتجاوز ما نرصده . وأدى هذا إلى افتراض أن مادة الكون تتوزع بين مادة متكتلة نراها ومادة مظلمة منتشرة باتساق ، ولانراها ، وهى القدر الأكبر من مادة الكون .

وعموما ، ظلت هناك بعض المشاكل المزعجة فى نظرية الانفجار الكبير ، إلا أنها بقيت النظرية السائدة ، على أنى أعتقد أن نظرية الانتفاخ التى حلت الكثير من مشاكل الانفجار الكبير ، فيها الكثير من الأفكار المشتركة مع نظرية الحالة المستقرة المنبوذة ، وبالنظر وراء سنجد أن كثيرا من الأفكار الحالية عن بنية الكون بالمقياس الكبير تقلل إلى حد كبير من أوجه الاختلاف بين النظريتين ، وتبين أن أيا من النظريتين ليست على صواب كامل أو خطأ كامل .

على الرغم من أن نظرية هويل عن الحالة المستقرة قد نُبذت فإن فيها بعض جوانب صحيحة ، استخدمت فى تعديل نموذج الانفجار الكبير . وبصرف النظر عن هذا كله ، فإن هويل له إنجازات فلكية تجعله يستحق جائزة نوبل ، منها أنه من بين أول من استخدموا فى علم الفلك الفيزياء النووية ، ونسبة أينشتين ، كما أن له الفضل فى التنبؤ بوجود الكوازارات . وقد رُشح فعلا للجائزة فى ١٩٨٣ ولكنه لم ينلها ، وقيل أن ذلك بسبب تقرير ظالم من علماء كمبردج أرسلوه للجنة الجائزة . وهذا يبين مرة أخرى أن هناك عوامل غير موضوعية تعمل تأثيرها فى المجتمع العلمى.

وعندما تسود نظرية علمية ما بين العلماء ، فإن تفسير تقبلها بالعوامل الموضوعية وحدها لا يكفى ، فهناك أيضا عوامل أخرى مثل توفر موارد مالية كبيرة للبحث ، والعمل على زيادة المكانة القومية ومكانة المؤسسة ، ومحاولة أفراد المجتمع العلمى لأن يحافظ كل واحد منهم على عمله . ورغم أن هذه الميكانزمات الاجتماعية شائعة ، إلا أن المجتمع العلمى نادرا ما يتبنيها ، خاصة عند من يبالغون فى تقدير موضوعية العلم . وكمثل ، فإن بوبر ووابنبرج قد ثارا حنقًا حينما طرح البعض أن العلم عملية اجتماعية تكتنفها مصالح مادية وصراعات شخصية على السلطة ، وما يسمى «بالحقيقة» العلمية إنما هو أمر يتقرر باتفاق الآراء وأحيانا بتآمر الآراء . وإذا كان بوبر ووابنبرج يعترضان على ذلك ، إلا أن الواقع أنها أمور تحدث بالفعل كما يبدو واضحًا فيما حدث فى مشروع تليسكوب الفضاء هابل ، وإنفاق البلايين فيه وترويج الإعلام له .

* * * *

أما الآن فإن الوقت قد حان لأن نتأمل ونبحث بعض القضايا الفلسفية مثل العلاقة بين النظرية والأدلة ، وهى علاقة فى الأساس من الاختلاف بين نظريات علم الكون ، بل فى الأساس من العلم كله .

سوف أعرض هنا بعض الآراء فى تصنيف العلم والعلماء فلسفيا . وهناك مدرستان رئيسيتان فى الفكر العلمى ، وإحداهما نشأت عند أفلاطون الواقعى المثالى العقلانى ، والأخرى بدأت بأرسطو الأمبريقى الاستقرائى .

على الرغم من أن علماء كثيرين يزعمون أن العلم قد انفصل عن الفلسفة واستقل عنها تماماً ، إلا أن العلم مازال فرعا من الفلسفة ، الأمر الذى يبدو واضحاً فى معظم الكتابات العلمية والخلافات بين النظريات العلمية ، وأفلاطون يعتقد أن الطريقة الوحيدة لإدراك الحقيقة الجوهرية هى بالعقل والتخيل ؛ لأن العالم المادى الذى نخبره فيه شواش ونقص ولا يقين . أما الحقيقة المطلقة فهى ذات كمال ونظام والرياضيات تمثل بنية الحقيقة ، وأفلاطون لا يهتم بالأدلة الملموسة .

ومن الناحية الأخرى فإن أرسطو يبنى صورة للحقيقة تعتمد على المشاهدة والتجربة ، وغير ذلك من الأدلة ، وعملية الاستقراء هى أساس الأمبريقية . ويرى علماء كثيرون أن هذا الاستقراء الأرسطى ينبغى أن يكون الفلسفة الأساسية للمنهج العلمى .

وأينشتين يمثل المدرسة الأفلاطونية ، الأمر الذى جعله يتخلى سريعاً عن مجال ميكانيكا الكم ؛ لأنها خضعت لتأثير مدرسة فبينا الأمبريقية للمنطق الوضعى التى كان يتزعمها وينجنشتين . وقد نجح أينشتين بعدها فى صياغة النسبية العامة ؛ فالنظريات العلمية الجيدة هى دائما نتاج العقل وليست نتاج التجربة الحسية الفعلية . والمدرسة الأفلاطونية تضم أيضا ستيفن هوكنج فيزيائى التنظير البريطانى الذى يُعد من أساطين نظريات الكونيات ، رغم أنه لم ينظر من خلال تليسكوب إلا مرة واحدة فى حياته أصابة بعدها دوار . والأفلاطونية تخللت كل الثقافة الأوروبية حتى أن كارل بوبر نفسه يصوغ فكرته عن العملية العلمية حسب خطوط الأفلاطونية ، فقمة العلم حسب بوبر هى النظرية المستمدة من العقل فى حين أن معطيات المشاهدات هى والأدلة التجريبية ليست إلا خدام النظرية التى تهدم بإسقاطها من على العرش عندما تُختبر بها النظرية . ومن أهم النظريات فى هذا المجال الأفلاطونى النسبية العامة التى بُنيت عليها نظرية الانفجار الكبير .

ومن الناحية الأخرى فإن داروين يقدم أفضل مثل للمدرسة الأرسطية ، التى تهتم بالتجربة وجمع الأدلة والاستقراء . وعالم الوراثيات ريتشارد دوكنز هو الممثل

الحديث للأرسطية . والأرسطيين مثل داروين لا يهتمون بأن تتفق أفكارهم مع الأفكار الراسخة ، وإنما يهتمون فقط بإيضاح الأمور حسب ما تكون عليه ، وتقديم الأدلة على ذلك . وداروين مثلا حين تعارضت معطياته مع عمر الكون ، كما يُحسب من الإنجيل تبنى المبدأ الغريب الذى طرحه آنذاك الجيولوچيون الأمبريقيون من أن عمر الأرض على الإنجيل فى حساب عمر كل ما هو مخلوق . ونظرية الحالة المستقرة تعد من النوع الأرسطى .

والنظريات الأفلاطونية تكون عادة شاملة متسقة جميلة ، بينما تبدو النظريات الأرسطية بسيطة دميمة خرقاء . على أن الجمال لا يعنى دائماً الصواب ، كما أن هناك من يرون مثل دوكنز أن بساطة الداروينية هى سر جمالها ، وهكذا فإن العلماء يختلفون حتى فى تعريف ما هو جميل والنظريات الأفلاطونية تُخضع الجميع بجمالها حتى أنهم يتسابقون لتلفيق ما يثبت النظرية ، وتلفيق الإثباتات يبدو وكأنه من تقاليد علم الفلك ، مثلما كان يفعل بطليموس لدعم نموذجه الكونى ؛ حيث الأرض هى المركز . وكذلك فعل إدينجتون فى كسوف الشمس المشهور الذى فسر ادينجتون مشاهداته بأنها تؤيد النسبية العامة ، وثبت بعدها خطأ تفسيره .

وهناك مثل حديث لهذا الاتجاه وهو اعتبار أن بصمة الحامض النووى دنا دليل حاسم فى الطب الشرعى ، وهو دليل يستمد مصداقيته من السلطة الآمرة للنظرية الوارثية الحديثة . ويزعم علماء الوراثة أن كل فرد لديه بصمة دنا خاصة به ولا يمكن أن تتكرر عند شخص آخر إلا باحتمال جد ضئيل يبلغ فرصة واحدة من ٤٨ بليون فرصة . وهذا استنتاج لا يعتمد على قاعدة بيانات وافية ، وإنما يعتمد فحسب على بحوث أجريت على مئات معدودة من الأفراد ، وهكذا فإن هذا الاستنتاج إنما يعتمد حقيقة على النظرية ، وعلى فروض لم تُختبر الاختبار الكافى .

وأخيرا فعلى الرغم من أننا نلجأ عند التصنيف إلى الفصل بين النظرية والدليل ، إلا أن هذا الفصل تعسفى ، فالعلاقة بين النظرية والدليل معقدة وتثير البلبلة ، ويكاد يكون من المستحيل فك الاشتباك بينهما ، أو أن نصنف ببساطة إحدى الأفكار على أنها تنتمى فقط إلى هذا الجانب أو الآخر . والعالم الواحد قد يكون فيه جانب عقلانى أفلاطونى وآخر أمبريقى أرسطى . كما أن النظرية والدليل يعتمد ، أو ينبغى أن يعتمد ، كل منهما على الآخر اعتماداً شديداً .

أما فى الفصلين التاليين ، فسأوضح حقيقة أن بعض علماء الفلك المشتغلين بالرصد أو المشاهدات يشتركون مع علماء الفلك المنظرين فى الإيمان المضللين بأن دليل المشاهدة هو دليل موضوعى ومستقل ، وهو أمر يبدو واضحاً فى فرصة ثابت هابل .

أحد أعظم الاستثمارات الفلكية هو بناء وإطلاق التليسكوب الفضائى الذى سمى هابل على اسم عالم الفلك المشهور ، والتليسكوب يسمى اختصارا « هتف » أى هابل تليسكوب الفضاء . وميزة هتف أنه يعطى صوراً فيها وضوح وتحدد أكثر من المراصد الأرضية التى يؤثر فى صورها الجو المحيط بالأرض . فهذا الجو بما فيه من اضطراب الهواء تكون صوره مضببة نسبيا وأقل وضوحا فى التفاصيل الدقيقة . وقد أفاد هتف بالفعل فى الحصول على صور زادت من ثراء معلومات علماء الفلك فى بعض المجالات ، مثل ما يحدث من تغير فى تركيب المجرات البعيدة عن مجرتنا . كذلك أفاد هتف فائدة جوهرية فى تغيير تصورنا لتوزيع الكتلة فى المجموعات العنقودية للمجرات . على أن وسائل الإعلام كانت أحياناً تبالغ كثيرا فى إنجازات هتف ، وكثيراً ما زعمت أن صور هتف قد أدت إلى الكشف عن حقائق جديدة ، فى حين أنها حقائق معروفة أو مكتشفة قبل أرصاد هتف ! من ذلك مثلاً ما ذُكر مرة من أن علماء هتف قد كشفوا عن أن النجوم ذات الكتلة المنخفضة ليس لها إلا إسهام قليل فى كتلة الهالة المحيطة بالمجرة ، فى حين أتى قبل إعلان ذلك بشهور حضرت مؤتمراً فى أمريكا ، أعلن فيه جيم ليبرت عالم المراصد الأرضية هذا الكشف نفسه ، دون استخدام هتف .

وأكبر مثل على المبالغات أو الإدعاءات الزائفة بإنجازات هتف ما يزعم من أن أرصاده قد أدت إلى التحديد الدقيق لثابت هابل . وثابت هابل هذا أحد المقادير الرياضية التى لها أهميتها فى تقدير عمر الكون . اكتشف هابل ١٩٢٠ أن الكون يتمدد ، وأنه كلما كانت إحدى المجرات أكثر بعدا عن الأرض ، زادت سرعة ارتدادها بعيداً عنا . وتمدد الكون هكذا يتبع نمطا خطيا أو تناسبا طرديا ، بمعنى أنه إذا تضاعفت مسافة بعد إحدى المجرات عنا تضاعفت سرعة ارتدادها عن الأرض . وكل تناسب هكذا له معامل ثابت ، وقد سمى هذا الثابت هنا بثابت هابل . ومعرفة مقدار هذا الثابت ضرورية لتقدير المسافات فى الكون ، فلو عرفنا سرعة ارتداد إحدى المجرات لأمكننا أن نعرف من ذلك مسافة بعدها عنا . وثابت هابل مطلوب لمعرفة عمر الكون حسب نموذج الانفجار الكبير . فعندما نعرف مسافة بعد المجرات عند سرعة ارتداد معين ، يمكننا حساب الوقت الذى استغرقته المجرات للوصول إلى المسافة التى تبتعد بها عنا ، ويمكننا بالتالى تحديد عمر الكون . وكلما كان ثابت هابل صغيراً ، زاد ضياء المجرات وزاد عمر الكون .

حاول هابل نفسه تحديد هذا الثابت باستخدام حساب المثلثات فى قياس ما يسمى « اختلاف الوضع الظاهرى للنجوم » . فعند تغيير نقطة المشاهدة يحدث اختلاف ظاهرى فى موقع النجم المرصود . ويمكن استخدام ذلك فى حساب مسافة

بعد النجم عنا . وأول خطوة هى أن نقيس أولا بهذه الطريقة مسافة بعض النجوم الفردية القريبة ، ثم نستخدم النتائج فى قياس مجموعات قريبة من النجوم ، بما يعطينا مسافة بعد المجموعة وضياء نجومها ، بما فى ذلك النجوم التى تسمى بالنجوم متغيرة الضياء . وهذه نجوم يتغير ضياؤها فى دورة زمنية ، بحيث يمكننا رصد هذه الدورة من قياس بعد النجوم . ثم يقارن سطوع هذه النجوم بنجوم متغيرة أخرى على مسافة أبعد ، نعرف أن لها الضياء نفسه ، وبهذا نقدر مسافة بعد المتغيرات الجديدة ، وهذه تستخدم فى تقدير بعد مجرات أبعد ، فيها نجوم متغيرة الضياء أيضا بقدر معروف ، وهكذا دواليك ، وكأننا نرتقى درجات سلم تقودنا كل درجة منها إلى قياس الدرجة السابقة . وقدر هايل فى ١٩٢٧ أن ثابت هابل بهذه الطريقة هو ٥٥٠ كيلو متر فى الثانية فى الميجافرسخ ، والميجا فرسخ يبلغ حوالى ٣ ملايين سنة ضوئية. وبكلمات أخرى فإن سرعة ارتداد المجرات البعيدة هى الرقم السابق ، وهذا يعطى عمرا للكون أقل كثيرا مما نعرفه الآن . ثم تبين وجود خطأ أساسى فى تقدير الثابت سببه خطأ فى تقدير ضياء النجوم المتغيرة ، التى تستخدم كشموع قياسية ، وعند تصحيح هذا الخطأ ، أصبح ثابت هابل يساوى ١٠٠ . ومع استخدام الصور الأوضح التى يلتقطها هتف صححت قيمة الثابت ثانية فأصبحت ٨٠ .

هل يعنى استخدام هتف ، ذلك التليسكوب الباهظ الثمن ، أن قيمة ثابت هابل زادت اقترابا من الحقيقة بما يتجاوزكل خطأ ؟ الحقيقة أن الأمر مازال أبعد من أن يحسم . هناك عوامل كثيرة يمكن أن تؤثر فى دقة تقدير ثابت هابل ، وهى عوامل تتعلق بالتحركات الكبيرة للمجرات بالمقاييس الكبرى للكون ، وهذه التحركات لا نعرف عنها حاليا سوى القليل . وعموما مازال من المتفق عليه أن أصعب شئ فى تحديد ثابت هابل ، هو قياس مسافات بعد هذه المجرات ، فى حين أن معرفة هذه المسافات هى المطلب الأول لعملية تحديد ثابت هابل .

كان أول تقدير لعمر الكون حسب ثابت هابل ما قدر فى العشرينيات من أن هذا العمر يبلغ بليونى سنة ؛ حيث قيمة الثابت هى (٥٥٠) ، وهذا عمر يعد أقل مما يحسب من المشاهدات الأمبريقية فى علمى الچيولوچيا والبيولوچيا ، وكذلك أقل مما يقدره علماء الفيزياء الفلكية .

ومع تصحيح ثابت هابل إلى ١٠٠ ، أصبح عمر الكون بقدر بسبعة بلايين عام، وهو عمر كان يتفق مع تقدير علماء الفيزياء الفلكية وقتها . ولكن هذا الاتفاق لم يستمر طويلا . فقد استخدمت وسائل جديدة من الفيزياء الفلكية دلت على أن عمر الكون حوالى ١٥ بليون سنة . وفى الستينيات راجع آلان ساندیج طريقة حساب ثابت هابل ، وخرج بنتيجة جديدة يقدر فيها الثابت بما بين ٤٠ – ٥٠ ، وهذا مرة

أخرى يتفق مع القول بأن عمر الكون ١٥ بليون سنة . على أن طريقة ساندیج لقياس الثابت لم يكن فيها ما يدل على أنها فى الحقيقة أحسن أو أسوأ من الطرق الأخرى التى قدرت الثابت بأنه ١٠٠ .

وما لبثت أرصاد علماء الفيزياء الفلكية أن قدرت عمرًا للكون عند حوالى ١٣ بليون سنة . أما الفلكيون الذين استخدموا مؤخرا معطيات هتف ، فقد طرحوا أن عمر الكون هو فقط حوالى ٩ بلايين سنة ، وكان زعيم هؤلاء الفلكيين الراصدين هو جيرارد دى فوكولير . وكثيرا ما يحدث أن يحاول فلكيو الرصد تفصيل نتائجهم على الغد لتلائم النظريات السائدة . ولكن دى فوكولير قائد فلكيى هتف لم يكن من هذا النوع ، وأعلن نتائجه ، على الرغم من أنها تتعارض مع عمر الكون حسب نموذج الانفجار الكبير .

ترى أى التقديرين أصح تقدير ساندیج أم تقدير دى فوكولير ؟ إن الخلاف بينهما يرجع فى الكثير منه إلى اختلافهما فى تعيين خصائص المجرات التى يمكن استخدامها لقياس ضيائها . والاختلاف فى اختيار الخصائص المستخدمة يتيح فرصاً لا حصر لها فى اختيار عينات يزعم أنها غير متحيزة ، فى حين أن كل جانب يتحير العينات التى تؤدى للنتيجة التى يفضلها . وهناك الآن محاولات لاتباع منهج أقل ذاتية وأكثر موضوعية فى انتقاء العينات . ولكن هذا سوف يستغرق زمنا ، وإلى أن يتم ذلك ، فإننا لا يزال لدينا هذه التناقضات فى عمر الكون ما بين حسابه بالأرصاد وحسابه بنموذج الانفجار الكبير . وإما أن هناك خطأ ما فى حسابات الرصد بهتف وغير هتف ، أو أن هناك خطأ ما فى نظرية الانفجار الكبير هى ، ونظرية الانتفاخ التى ابتكرت لتصحيحها . ولو اعتبرنا أن نتائج هتف هى الصحيحة . فإن هذا سينتهى بنا إلى تقدير كثافة الكون بمقدار أصغر من أن يتفق مع نتائج نظرية الانتفاخ .

عقد فى ١٩٩٦ مؤتمر لعلماء الفلك فى انجلترا ، وفى محاولة بطولية لحل هذا التناقض لجأ مارتن ريز إلى حل ميتافيزيقى ، هو استخدام ما يسمى المبدأ الإنسانى . فعلى الرغم من أن نظرية الانتفاخ تتطلب وجود كثافة حرجة معينة للكون ، إلا أن الانتفاخ يمكن حسب المبدأ الإنسانى أن يحدث مع الكثافة الأقل حسب هتف . والمبدأ الإنسانى هذا له صياغات عديدة إحداها أن الكون موجود بما نراه عليه لأننا نحن الذين نقوم برؤيته . وفى رأيى أن هذا يماثل أن نقول إن الكون قد تطور ليلائمنا ، وليس أننا قد تطورنا لتلائم الكون ، وهذا أمر يثير السخرية .

إن الأدلة المستقاة من هتف توجه ضربة خطيرة للنموذج التقليدى للانفجار الكبير ، ولعل فى هذا ما يفيد فى أن يهز العلماء ذوى النزعة الأصولية ليخرجوا من حالة رضاهم عن ذاتهم ، ويتيحوا قدرا أكثر من الليبرالية فى علم الفلك . ومع ذلك فإنه على الرغم من روعة وجمال صور هتف ، إلا أن علماء الرصد بهتف قد اتبعوا الطريق الخطأ فى محاولة العثور على ثابت هابل .

بعد انتصار نظرية الانفجار الكبير على نظرية الحالة المستقرة ، ساد الاعتقاد بأنه قد تم حل المشاكل الرئيسية فى علم الكونيات ، ولم يتبق لعلماء الكون سوى أن يصلوا إلى قيم بعض المعلمات المصاحبة للانفجار الكبير ، وأهمها ثابت هابل وعجلة التباطؤ ، والأخيرة هى التعبير الهندسى عن قوة الجاذبية التى تعمل على إبطاء تمدد الكون . وقوة الجاذبية تعتمد مباشرة على متوسط كثافة الكون الذى يعبر عنه علماء الكون بمصطلح أوميجا أو . وإذا عرفنا عمر الكون ومتوسط كثافته ، يمكننا من ذلك استنباط ثابت هابل . وبالمثل فإن معرفة ثابت هابل وعمر الكون سيعطينا متوسط الكثافة الأمر ، الذى يدلنا على مقدار مافى الكون من مادة .

ومن الصعب جدا أن نقيس بدقة متوسط كثافة . وعمليا يمكننا فقط الحصول على أدنى حد له . وقد سبق إيضاح صعوبة قياس ثابت هابل سواء نظريا أو من معطيات الرصد . وهكذا فإن علماء الكونيات مازالوا مشغولين بمحاولة تدقيق قيمة ثابت هابل ، ومتوسط كثافة الكون وعمر الكون ، والتوفيق بينها بحيث لا تناقض إحداها الأخرى . ونظرية الانتفاخ لجوث تساعد على إيجاد حل ، ولو نظريا ، حيث إنها تثبت قيمة أوميجا أو متوسط الكثافة ، عندما يسمى بالكثافة الحرجة . وقد أدى هـذا إلى تقدم كبير فى الثمانينيات . ولكن نتائج أرصاد التليسكوب الفضائى «هتف» أدت إلى عودة الخلاف حول القيم الثلاث ، فأنصار الأبحاث النظرية يشككون فى قيمة ثابت هابل الناجمة عن أرصاد هتف ، فى حين يرى أنصار الرصد ، والرصد بهتف بالذات الباهظ الثمن ، أنه بدلا من التشكك فى أدلة مشاهدات الرصد فإن الأولى أن نتشكك فى أن الكون له حقا كثافة حرجة . والمناهـج المتبعة فى إيجاد قيمة أوميجا فيها الكثير من أوجه القصور بما يجعلها غير موثوق بها ، مثلها فى ذلك مثل طريقة سلم المسافات ، التى تُستخدم لإيجاد قيمة ثابت هابل .

والكون يُوصف بأنه مسطح أو منحنى حسب كثافته ، فلو كانت كثافة الكون الفعلية هى الكثافة الحرجة ، حيث يكون هناك ما يقرب من التوازن بين قوتى الجاذبية والتمدد .. فإن الكون سيظل متزنا هكذا لزمن يكاد يكون لا نهائيا ، ويقال عنه إنه كون مسطح ، وتكون هندسة الكون هندسة مسطحات حيث مجموع زوايا المثلث يساوى ١٨٠° . أما إذا زادت كثافة الكون أو أوميجا عن الكثافة الحرجة فإن الكون يكون منحنيا على نفسه كالدائرة ، وهو إلى انكماش أى مغلق ، وإذا قلّت أوميجا عن الكثافة الحرجة ، يتغلب التمدد ويصبح الكون متمددا إلى خواء أو مفتوحا وله انحناء مثل السرج . وإذا لم يكن الكون مسطحاً وإنما له انحناء على نفسه (مغلق) أو انحناء كالسرج (مفتوح) ، فإن زوايا مثلثات الكـــون الضخمـة لا يكون مجموعها ١٨٠° . ويحاول العلماء استخدام هذا المبدأ فى معرفة كثافة

الكون ، وذلك بمحاولة قياس زوايا مثلثات كونية هائلة تصل أضلاعها بين المجرات أو الكوازارات أو النجوم المتفجرات المسماة بالسوبرنوفا . كما أن هناك محاولات أخرى لقياس كثافة الكون باستخدام خلفية الكون من الميكروويف ، وقياس ما فيها من تراوحات على النطاق الصغير ، والشكل العام لهذه التراوحات يعتمد اعتمادا كبيرا على كثافة الكون ، وبالتالى يمكن قياس الكثافة عن طريقه ، ولازالت نتائج هذه الأبحاث غير حاسمة بسبب صعوبات عملية ونظرية .

وهكذا فبعد أبحاث استمرت لثلاثة أرباع القرن ، لم نصل بعد إلى حل نهائى لقيمة كثافة الكون ولا ثابت هابل ولا عمر الكون . على أنه بوجه عام فإن الأدلة الأقوى فى صف أن كثافة الكون أقرب لقيمة الكثافة الحرجة . أما ثابت هابل فإن تحديده بطريقة سلم المسافات له عيوب كثيرة ، والأفضل أن يحدد بطريقة مباشرة عملية . وهذا ما يحاوله البعض الآن بدراسة الصور المتعددة لكوازار واحد ، والتى تظهر لنا كنتيجة لتعرض الضوء الخارج من الكوازار بظاهرة عدسة الجاذبية ، وهى ظاهرة تنجم عن وجود مجال جذبوى شديد لمجرة ضخمة فى طريق الضوء الصادر من الكوازار ، فيحنى الضوء ويؤثر فيه تأثير عدسة فى مسار الضوء ؛ بحيث نرى أكثر من صورة واحدة للكوازار الواحد . ويمكن من رصد ذلك اتخاذ طريقة مباشرة لقياس ثابت هابل . أما عمر الكون فمن الأفضل أن نعتمد فى تحديده على دليل الأرصاد ، وليس الدليل النظرى .

* * * *

نعود فى هذا الفصل إلى بعض المناقشات الفلسفية عن العلم ؛ لأنها تساعدنا على إدراك العملية العلمية وعلى فهم النموذج الحالى عن الكون . وستكون هذه المناقشات من خلال عرض للصراع بين الثنائيات المتقابلة كالعقلانية إزاء الأمبريقية ، والأفلاطونية إزاء الأرسطية ، وأصحاب النظرية مقابل أصحاب المشاهدة أو الرصد ، ثم أصحاب النظرة المغرقة فى الأمبريقية ، أى أتباع المنطق الوضعى وميكانيكا الكم مثل فيلز بوهر وهايزنبرج . وكل جانب من هذه الثنائيات فيه ما يتعارض مع الجانب الآخر . وهناك محاولات للتوفيق بين أفلاطونية الفيزياء الكلاسيكية وأرسطية أو أمبريقية فيزياء الكم ولكنها محاولات لم تنجح ، بل وأحيانا تؤدى إلى البلبلة .

والخلاف فى نظرية المعرفة بين العقلانيين والأمبريقيين يمكن تشبيهه بمملكة للعميان بأنى إليها من يرى حتى ولو بعين واحدة ، فيشكك العميان فى مفاهيمهم عن الكون ، ثم لا يلبثوا هم أن يتشككوا فى هذا الغريب الطارئ ، وربما انتهى بهم الأمر إلى رفض ما يقوله .

ولعل فى هذا المثل بعض المبالغة فى التبسيط ، ولكن هناك خلافات من هذا النوع تظهر بالفعل بين العلماء . فأينشتين الكلاسيكى النزعة انشق على ميكانيكا الكم ، رغم أنه نال جائزة نوبل عن إنجازاته فيها ، وخرج أيضا على مدرسة المنطق الوضعى فى ڤينيا ، عندما رأى أن هذه المدرسة وهذه النظرية فيها تشكك وعدم يقين يتعارضان مع نظرته للكون ، ويؤديان إلى انقلاب فى الاستدلال العلمى بحيث لاينتج عن ذلك إلا فوضى عقلية .

وعلى الرغم من رفض أينشتين للمفاهيم الأساسية لفيزياء الكم إلا أن العلم الحديث ولاشك قد تأثر فى صياغته بفلسفة المنطق الوضعى ، وما تفرع منها مثل مبدأ كارل بوبر بالقابلية للتفنيد أو القابلية للاختبار ، وأصبح من المتفق عليه عموما أن ما يميز العلم عن الميتافيزيقا أو الصوفية هو الأمبريقية ، أو ما يترتب عليها من الدليل الموضوعى . ومع ذلك فإن علم الكون ، كما رأينا فيما سبق وكما سوف نرى يتأسس أصلا على أفكار عقلانية فى جوهرها كأفكار نيوتن وأينشتين ، بل وأحيانا تقترب هذه الأفكار من أن تكون صوفية . ولما كان من الصعب الحصول على دليل أمبـريقى عن تصـورنا للكون ، فإننا نعتمد اعتماداً كبيراً على التنظير والنظريات البعيدة ، وإن كان الكثير من هذه النظريات يعتمد أيضا فى ترسيخه على أبحاث علماء الأرصاد أو المشاهدات الفلكية ، الأمر الذى يجعل هذه النظريات تعلو عن أن تكون من الميتافيزيقا ولو علواً جزئياً .

النظرية التى مازالت سائدة فى علم الكونيات ، هى نظرية الانفجار الكبير ، مع إدخال تعديل الانتفاخ الهائل المبكر . وهناك الآن عدة أدلة أمبريقية مهمة تدعم هذه النظرية وأولها ما أثبته هابل من تمدد الكون وارتداد المجرات إحداها عن الأخرى بما يدل على أنها قبل ذلك كانت متجمعة فى مفردة . ثم هناك إشعاع الميكروويف فى خلفية الكون كله ، وهو بمثابة بقايا توهج الانفجار الكبير . ومع فصم الاقتران بين الطاقة والمادة فى سحابة معتمة متوهجة ، أصبح اللون شفافا ، وبدأ تكوين المادة بتخليق نوى الذرات . وهناك فترة زمنية جد قصيرة ، تقاس بأجزاء من المليون من الثانية تقع ما بين انطلاق الطاقة وتكون الأجرام ، تضطر النظرية فيها إلى اللجوء للتخمين دون دليل أمبريقى ملموس . نظرية الانفجار الكبير إذاً تعلو على أن نكون مجرد ميتافيزيقا ؛ حيث إنها تستند إلى ثلاثة أدلة أمبريقية هى تمدد الكون وخلفية الميكروويف والتخليق النووى . ولعل الدليل الرابع سيكون الوصول إليه على أساس فكرتى بأن معظم الكون يتكون من ثقوب سوداء بدائية .

والثقوب السوداء البدائية يفترض أنها تتكون قبل تكوين العناصر الخفيفة مثل الهيدروچين والهليوم . ونحن نستطيع الآن رصد المادة الذرية الموجودة فى الكون ، الأمر الذى يجعل فكرة التخليق النووى قابلة للتدليل عليها أمبريقيا ، بينما ظلت فترة اللحظات المبكرة جدا السابقة للتخليق النووى موضع التخمين لاغير .

أما أفكارنا عن الكون بعد انفصام المادة عن الطاقة (الضوء) ففيها يقين أكثر . ومن الواضح أن الكون المرئى فيه عدم تجانس ، ذلك أننا نرى المادة وقد تكتلت تكتلا قويا فى مجرات وبنى أكبر من المجرات . وعلى الرغم من أن الكون يعد أملس أو متسقا بمقاييسه الكبيرة إلا أن وجود هذه التكتلات يعنى أنه بالمقاييس الأصغر ، لابد وأنه وجدت تراوحات صغيرة جدا فى كثافة الكون المبكر تعمل بمثابة البذور لهذه التكتلات . وأحد أوجه الجمال فى نظرية الانتفاخ أنها تفسر معا كيف أن الكون أملس بمقاييس المسافات الكبرى ، كما أنه بالمقاييس الأصغر فيه التموجات الصغيرة اللازمة لتشكيل البنى . وهذا أمر قد ثبت بالمشاهدة من رصد خلفية الميكروويف . فقد تبين أيضا أن هذه الخلفية مع أنها منتظمة فى اتساق بالمقاييس الكبيرة ، إلا أنها فيها أيضا بالمقاييس الأصغر تراوحات أو تموجات صغيرة . وقد أثبت ذلك مجموعتان مستقلتان من العلماء فى الوقت نفسه تقريباً من عام ١٩٩٢ . وإحداهما هى مجموعة فى وكالة ناسا الأمريكية يرأسها چورچ سموت ، كانت أرصادها للخلفية الكونية من خلال قمر صناعى .

أما المجموعة الأخرى فبريطانية يرأسها ردو دافيز واستخدمت فى أرصادها

تليسكوب أرضيًا لاسلكيًا ، وهو أرخص كثيرا من القمر الصناعى ، وإن توصلت لنفس النتائج نفسها .

وهكذا فإن الخلفية الميكروويفية تبين وجود تراوحات بسيطة فى كثافة الكون . وهذه التراوحات لابد وأن تحدث عند انفصام اقتران المادة بالإشعاع ؛ أى عندما أصبح الكون شفافًا . ولكن إذا كان تكثف المادة لم يبدأ إلا بعد أن أصبح الكون شفافًا ، فلن يتوفر الوقت لتطور المادة إلى ما يكونه الكون الآن . ذلك أنه مع وجود الإشعاع فإنه بمجرد تكثف المادة إلى جسميات أولية سوف يفجرها الإشعاع . وإذًا لن نتمكن من تفسير تكثف المادة فى الظروف المتطرفة للكون المبكر ، إلا بأن نلجأ إلى نظرية وجود أشكال من المادة لا تتأثر بالإشعاع . فهذه إذًا مادة مظلمة ، ولا تتكون من الذرات المعروفة لنا ، وإنما هى غير ذرية أو « غير باريونية » وهذه المادة المظلمة الأولية التى لا تتأثر بالأشعاع يكون لها القدرة على التكثف قبل انفصام المادة العادية عن الضوء ، وهى بهذا تهيئ البذور لتشكيل كل الأجرام والبنى . وبهذا فإن المادة المظلمة غير الباريونية تكون قد أخذت تحدد شكل الكون قبل انطلاق المادة العادية منفصلة عن الإشعاع ، فالمادة المظلمة بما لها من شد جذبوى ستساهم فى تكاثف المادة العادية إلى أجرام مدموجة ومجرات وتجمعات عنقودية ؛ مما يشكل الكون المرئى المعروف لنا . وهكذا فإن المادة الأولية المظلمة تتخلل الكون كله وهى تفسر تكثف المادة العادية ، كما أنها تفسر ما نعرفه من أن كتلة الكون المرئى وحدها لا تكفى لتبرير ما يحسب كوزن كلى للكون .

وطبيعة المادة المظلمة الأولية غير معروفة إلا بالتخمين ، حتى ظهرت دعاوى بأنها ثقوب سوداء بدائية ، تنتشر فى كل زمان ومكان بين الكون . وقد أُجريت أبحاث كثيرة فى محاولة للإجابة عن عدد من الأسئلة الأساسية . هل المادة المظلمة باريونية (ذرية) أم غير باريونية ؟ هل هى مادة حارة ، ليس بمعنى درجة الحرارة وإنما بمعنى الحركة السريعة ، أم أنها باردة أو بطيئة ؟ وإذا كانت باردة هل تكون فى شكل أجرام مدموجة كالثقوب السوداء البدائية ، أو هى فى شكل جسيمات أولية ؟ وتعيين طبيعة أو هوية المادة المظلمة البدائية أمر مهم لتوصيف مادة الكون ، ولإلقاء الضوء على حالة الكون فى لحظاته الباكرة جدا .

ها نحن فى وضع حيث النظرية العقلانية تحتاج لدليل أمبريقى من المشاهدة . ويعتقد كل من أينشتين وبوير أن « النظرية يمكن إثباتها بالتجربة ، ولكن لا يوجد أى طريق يبدأ بالتجربة ليؤدى إلى ميلاد نظرية » . ولكن ما يحدث بالفعل هو أن النظرية والدليل الملموس يعتمد كل منهما على الآخر ، وقد يسبق أحدهما الآخر أو يتعايشان معًا فى اعتماد متبادل . وكمثل فإن رصد هابل لتمدد الكون قد اعتمد على نسبية أينشتين ودون نظرية أينشتين لظلت مشاهدات هابل مجرد أمر شاذ

غامض . وبما يساوى ذلك فإنه بدون أصحاب مشاهدات كهابل فإن أفكار أينشتين كانت ستظل مجرد تجريدات رياضية ليس لها تلك الأهمية ، التى اكتسبتها الآن فى علم الفلك .

حسب نظرية الانتفاخ فإن متوسط كثافة الكون لابد وأن يكون جد قريباً من الكثافة الحرجة أو ما قيمته (١) . وهذا يؤدى إلى حساب وزن للكون أكبر كثيرا من وزن الكون المرئى المعروف لنا . ولو صحّ هذا الطرح فإنه يعنى أن ما يزيد عن ٩٠٪ من الكون مظلم تماماً ، وليس مصنوعاً من المادة العادية . وقد أثبت بريس وجود ظاهرة العدسة الجذبوية عند كل حط للرؤية . والعكس صحيح ، إذا كانت هناك عدسة عند كل خط رؤية ، فإن قيمة متوسط الكثافة (أوميجا) يجب أن تقترب من الواحد . وعلى هذا الأساس سوف نرى من أدلتى أن كل خط رؤية توجد عندة ظاهرة عدسة جذبوية ، وبالتالى فإن دليلى هذا فيه إثبات لنظرية الانتفاخ . وأبحاثى لم تكن أصلاً موجهة لإثبات الانتفاخ ولا للعثور على المادة المظلمة . فكل ما كان يهمنى وقتها هو فحص طبيعة الكوازارات .

فى ١٩٨٢ أشار كروفورد وشرام أنه إذا وجدت الظروف الملائمة ، يمكن أن تتكون ثقوب سوداء ، كتلتها مثل كوكب المشترى أكبر كواكبنا ، ويكون تكونها فى الوقت الذى تبدأ فيه جسيمات الكوارك فى التكاثف فى بروتونات ونيوترونات (هادرونات) . على أن أحدا لم ينظر إلى هذا الاقتراح نظرة جدية ، ولم يكن هناك أى تنبؤ نظرى بأن الثقوب السوداء موجودة بوفرة . ولهذا فإن دلالات اكتشافى ، كانت فيها مفاجأة لى أنا نفسى مع سائر مجتمع علماء الكون . ولما كان هذا الاكتشاف يتعارض مع النموذج البويرى لسياق عملية العلم ، فقد قوبلت استنتاجاتى بالشك . وفى الوقت نفسه اهتم مجتمع الكونيات اهتماما أكبر بإجراء أبحاث عن جسيمات من أنواع شتى ، تصلح لأن تتكون منها المادة المظلمة ، كجسيمات الويمبات ، وهى جسيمات ثقيلة ضعيفة التفاعل تتنبأ بها بعض النظريات ، وإن لم يثبت مفعولها ، وكذلك جسيمات النيوترينو إذا كان لها وزن . والنيوترينو نوع من اللبتونات أو أشباه الإلكترون ، ولم يثبت بعد دوره كمادة مظلمة .

حلت نظرية الانتفاخ الكثير من مشاكل الانفجار الكبير . ومع ذلك فإن نظرية الانتفاخ نفسها لها مشاكلها ، مثل مشكلة تحول القوى الموحدة إلى قوى منفصلة . وظهر أكثر من نظرية معدلة للانتفاخ لعلاج هذه المشاكل الجديدة . ومنها نظريات الكون الفقاعة والأكوان العديدة الفقاعية ، وهى أكوان لا يدرى أحدها عن الآخر شيئاً ، وبالتالى انتقدها البعض بأنها تعد غير موجودة ، مادمنا لا نستطيع أن نعرف عنها شيئا .

عموماً النظرية الرئيسية السائدة لازالت للآن هى نظرية الانفجار الكبير مصحوبة بتعديل الانتفاخ . وحسب هذه النظرية الأخيرة فإن متوسط كثافة الكون قريب من الكثافة الحرجة أو من الواحد . ولهذا فإنى أتشكك فى نتائج الرصد بهتف ، التى تقدر ثابت هابل بأنه ٨٠ كم/ثانية/ميجافرسخ ، فهذا مقدار أكبر مما تسمح به نظرية الانتفاخ .

* * * *

بعد أن قلنا كل ما سبق ، فإن هناك أسباباً أكبر أهمية لاعتقادنا بأن الكون موجود كمادة مظلمة فى معظمه . إن البحث عن طبيعة المادة التى تشكل الكون كان مدفوعاً فى الأصل باعتبارات من مشاهدات الرصد بأولى من الاعتبارات النظرية. على أن نظرية الانتفاخ ، وهى تستلزم أن يكون للكون كثافة حرجة ، فإنها بذلك تضيف دافعاً جديدا للبحث عن الكتلة المفقودة ، وهو هنا دافع نظرى يقف إلى جانب دوافع الرصد .

obeikandl.com

كما أن هناك أدلة نظرية على وجود المادة المظلمة ، فإن هناك أيضا أدلة من الرصد أو المشاهدة . فنظرياً يتضمن الانفجار الكبير مع الانتفاخ أن ٩٥٪ من الكون على الأقل هو مادة مظلمة . ومن حيث المشاهدة فإن رصد ديناميات حركة النجوم والمجرات يدل على أن أجرام الكون المرئية لا تكون إلا نسبة ضئيلة من مادته .

ونظرية الانفجار الكبير تضع حدودا ضيقة لمقدار المادة الذرية العادية . والتخليق النووى حسب النظرية يحدث سريعاً بعد ميلاد الكون بالانفجار ، فتتشكل مادة ذرية بدائية ويتكون منها الهيدروچين والهيليوم اللازمان لبناء النجوم . أما ما يوجد من مادة لا ذرية بدائية ، فيمثل المادة التى أخفقت فى التكثف إلى ذرات بدائية قبل وأثناء فترة التخليق النووى . وقد دلت المشاهدات فى السبعينيات عن مدى وفرة الهيليوم والهيدروچين ، على أن المادة الذرية لا يمكن أن تسهم بأكثر من ١٠٪ من كثافة الكون الحرجة ، وإذاً فإن أغلب مادة الكون تتكون من مادة لا ذرية بدائية ، وجدت تقريباً منذ لحظة الخلق ، وهى مادة لا تتفاعل مع أى شكل من الإشعاع الكهرومغناطيسى ، ولا تبث ولا تعكس أى نوع من الإشعاع وبالتالى فهى مظلمة ، والطريقة الوحيدة لرصدها هى من خلال تأثيرها الجذبوى على المادة الذرية .

ونحن نستطيع قياس كتلة الأرض من خلال دراسة ديناميات مدار القمر حولها وسرعته ومسافة بعده . كما أن كتلة المنظومة الشمسية يمكن حسابها من دراسة مدار الكواكب حول الشمس . وهناك حسابات مشابهة ، ولكن أكثر تعقداً لمعرفة كتلة المجرة ، فالأمر هنا يتعلق بكتلة بلايين من النجوم ، تدور معاً وكل منها تحت تأثير جاذبية متبادلة مع الآخرين . وقياس كتلة مجرة يعتمد أساسا على قياس سرعة دورانها منسوبة إلى نصف قطرها ، وتقاس كتلة المجموعات العنقودية للمجرات بطريقة مشابهة . وتدل دراسات المجرات الفردية على أن المادة المظلمة تبلغ حوالى ١٠ أمثال المادة المرئية . أما دراسات عناقيد المجرات فتدل على أن المادة المظلمة قد تبلغ ١٠٠ مثل للمادة المرئية . وهذا الاختلاف فى تقدير المادة المظلمة قد يرجع إلى أن معظم هذه المادة يقع خارج المجرات المرئية .

وقد ظهرت نظريات عديدة عما يمكن أن يسهم فى تكوين المادة المظلمة من المادة غير المدموجة كسحب غاز ساخنة أو غاز جد بارد فى شكل جزيئات ، وأن نتائج عمليات الرصد بأشعة إكس تنفى احتمال المادة غير المدموجة . وهناك فكرة شائعة أخرى بأن المادة المظلمة يمكن أن تكون فى شكل أجرام مدموجة من المادة الذرية العادية ، ولكننا لا نراها لأن ضياءها ضعيف جداً . من ذلك مثلا النجوم جد الشاحبة ، والجذوات الخابية للنجوم الصغيرة التى تموت محترقة ، والنجوم الأقزام البنية والبيضاء . وتوضع كل هذه الأجرام تحت عنوان « الأجرام المدموجة الثقيلة

فى هالة المجرة » أو أجرام « الماتشو » حسب الحروف الأولى للكلمات الإنجليزية على أن التيار الرئيسى فى النماذج الكونية يدل على أن أجرام الماتشو لن تشكل إلا جزءاً هيناً من المادة المظلمة ، أما الجزء الأعظم منها فهو غير ذرى . إلا أن هذا الجزء الذرى الهين نال اهتمام بعض الفلكيين ، خاصة وأنه مادام ذرياً يصبح من المحتمل ، مع تحسين وسائل الرصد ، أن نتمكن من مشاهدته . وهكذا حظيت أنا شخصيا بفترة تمجيد وجيزة من وسائل الإعلام فى ١٩٨٩ ، عندما سجلت اكتشاف ما يبدو أنه قد يكون مجموعة من النجوم القزمة البنية ، وهى نجوم كتلتها أصغر من أن تقدح زناد التفاعلات النووية الحرارية ، التى توفر طاقة النجوم العادية فتمنع تقلصها . والأقزام البنية تستمد كل طاقتها من طاقة تقلصها الابتدائية ، وهى باردة جدا . وفى ١٩٩٣ اكتشف الكوك وزملاؤه نجوماً صغيرة الكتلة فى هالة مجرتنا ؛ مما سبب هياجاً كبيراً فى أنحاء العالم . ومهما كانت هذه النتائج خلابة إلا أنها لا تتناول إلا الجزء الأصغر من المادة المظلمة ، أما الجزء الأكبر من المادة المظلمة، فمهما تحسنت وسائل الرصد والتليسكوبات فإنها لن تتمكن من رؤيته مباشرة ، فهذه الوسائل لا تستطيع مثلاً إن تكشف عن أجرام مظلمة مثل الثقوب السوداء .

والثقوب السوداء كيانات تمثل الحالة النهائية لتقلص المادة . وعندما ينفذ وقود نجم له كتلة بعينها ، فإن قوة جاذبيته تتغلب على تمدده ، ويموت النجم متقلصاً على نفسه فى مفردة . والمفردة حالة من كثافة لا نهائية فى حجم لا نهاية لصغره؛ حيث تبيد الذرات متحولة إلى أشكالها البدائية . والثقب الأسود له جاذبية شديدة ، تجذب كل شئ لداخله ، ولا تسمح بخروج شئ منه ولا حتى الضوء ، فتصبح سوداء . والثقوب السوداء هكذا لم تعد بعد ذرية ، وإنما تعد كيانات مدموجة غير ذرية . ومع ذلك فإن كتلتها تحسب كجزء من كتلة المادة الذرية لأنها كانت أصلا ذرية ، وبذلك فإنها تعد من أجرام الماتشو . أما الثقوب السوداء التى تعد مادة سوداء غير ذرية ، فهى الثقوب السوداء البدائية ، التى تتكون مع بداية الكون بالانفجار الكبير ، والتى نرى أنها تشكل الجزء الأكبر من المادة المظلمة .

من أهم نتائج نسبية أينشتين أن الأجرام ذات الجاذبية الشديدة يمكنها أن تجذب الضوء فينحنى مساره ، ومن بين نتائج هذا الانحناء أنه قد يؤدى إلى ظهور أكثر من صورة لمصدر الضوء ، وتسمى هذه الظاهرة بالعدسة الجذبوية . وقد تبين فى النهاية أن هذه الظاهرة من أهم وسائل الكشف عن المادة المظلمة ، عندما تتجمع فى كتلة شديدة الجاذبية كالثقوب السوداء .

ظاهرة العدسة الجذبوية هى تطبيق عملى لنظرية النسبية العامة ، وهى الوسيلة النهائية للعثور على المادة المظلمة ؛ فعندما يوجد جرم له ما يكفى من الكتلة والكثافة فإنه يحنى الضوء الآتى من جرم آخر ، أبعد وموجود على خط الرؤية . وينتج عن هذا صورة مزاحة للجرم البعيد . وأحد أمثلة ذلك عندما تقع مجرة ضخمة مدموجة على خط رؤية أحد الكوازارات ، سوف ينحنى الضوء الآتى من الكوازار بفعل جاذبية المجرة ، وفعل المجرة هنا يعمل وكأنه عدسة زجاجية ، بحيث نرى صورتين أو أكثر للكوازار . وهناك شكل رائع لذلك يسمى صليب أينشتين حيث تبدو أربع صور لأحد الكوازارات ، وقد تعامدت متقاطعة فى شكل الصليب . وظاهرة العدسية الجذبوية التى تتعدد فيها الصور أو تزاح تسمى العدسية الكبرى وهى تنجم عن الأجرام الضخمة . فعندما نرصد صوراً عدسية ، فإن هذا يعنى أن وراءها جاذبية جرم كبير ، وإن كان هذا الجرم الجاذب ليس دائماً مرئياً . وأحيانا يكون الجرم الجاذب للضوء هو مجموعة عنقودية من المجرات تؤثر على الضوء الآتى من مجرات ورء المجموعة . وفى الظروف الملائمة قد تبدو صورة المجرة البعيدة ملفوفة فى شكل أقواس طويلة . وتحليل هذه الصورة العدسية يساعد فى فهم توزيع المادة فى الجرم الجاذب . وعندما يكون الجرم الجاذب ثقبا أسود لا يُرى وله كتلة هائلة ، فإنه يكشف عن وجوده غير المرئى بتأثيره العدسى على ضوء الأجرام الساطعة .

أما الأجرام الأصغر كتلة فلها أيضا تأثير عدسى على الأجرام الأبعد ، ولكنه تأثير على نطاق أصغر حيث ينتج عن انحناء مسار الضوء أن يرى الراصد تغيراً عاماً فى درجة سطوع أو ضياء الجرم البعيد مصدر الضوء ، وتسمى هذه الظاهرة بالعدسية الصغرى . وبينما يمكن لحدث العدسة الكبرى أن يظل باقياً لملايين السنين .. فإن حدث العدسية الصغرى قد لا يظل باقياً إلا لساعة واحدة .

ورصد ظاهرة العدسية الصغرية فيها مشكلة أننا يجب أن نميز بين ما يحدث من تغير فى السطوع نتيجة هذه الظاهرة ، وبين تغير السطوع الناتج عن خاصية جوهرية داخلية للجرم ذاته ، كما فى النجوم المتغيرات . وهذا التمييز يتطلب خبرة فى الرصد ومعرفة بخصائص التغير فى النجوم الضياء بذاتها ، حيث يحدث هذا التغير فى تباينات ذات دورة محددة جيدا .

كانت القاعدة السائدة بين الراصدين الفلكيين هى أن أى تغير يُرصد فى سطوع أحد الكوازارات ، هو خاصية داخلية للكوازار . وقد ظلت أدرس تغاير سطوع الكوازارات طيلة ١٦ سنة ، وفى ذهنى هذه القاعدة وحدها ، دون أن يخطر لى أبداً أن تغير سطوع الكوازار قد لا يكون صفة جوهرية من داخله . ثم حدث فى نقاش مع إحدى الصديقات وهى راشيل وبستر ، أن طرحت لى أن هذا التغاير يشبه ما

يحدث فى الظاهرة العدسية الصغرى . وعندها خطر لى فجأة أننا ربما كنا طول الوقت نرصد لا غير أحداثًا من العدسية الصغرى ، وليس خاصية داخلية للكوازارات. وبدا لأول وهلة أنه لا توجد طريقة لاختبار هذه الفكرة المذهلة ، فهناك أوجه شبه عديدة من منحنيات الضوء المرصودة فى الحالين ، إلا أننى أدركت أن العدسية الصغرية ظاهرة هندسية دقيقة يمكن أن نخرج منها بعدد من تنبؤات جد المحددة بشأن خصائص مما ينتج عنها من منحنيات الضوء . وكمثل .. فإن الكيفية التى يتغير بها لون المجرم بتغير سطوعه تختلف اختلافًا كثيراً حسب سبب تغير السطوع ، وهل هو خاصة داخلية للنجم ، أو أنه ناتج عن العدسية الصغرى ؛ أى عن عامل خارجى .

هناك دلالات بعيدة المدى لنظريتى هذه بأن كل الكوازارات تقريبا يتأثر رصدها بالعدسية الصغرى . فحسب نظرية الانفجار الكبير والانتفاخ يجب أن تكون نسبة ضخمة من المادة المظلمة فى شكل أجرام مدموجة من كيانات لاذرية . وبالإضافة فإن هناك نظرية راسخة لبريس وجن تذكر أنه إذا كانت كثافة الكون قريبة من الكثافة الحرجة كما يرد فى نظرية الانتفاخ ، فإن كل خط للرؤية ستكون فيه ظاهرة العدسية الصغرى . ونحن حيثما ننظر للكون ، وتكون هناك كوازارات على خط الرؤية ، فإنه يبدو متغيراً فى سطوعه . وإذا كان هذا التغير نتيجة للعدسية الصغرى فإن هذا يثبت صحة نظرية الانتفاخ ، ويؤدى إلى أن نفهم هندسية الكون وطبيعة مادته ومقدارها . وظاهرة العدسية الصغرى بالنسبة للكوازارات تنبؤنا بمقدار المادة المظلمة على وجه التقريب ، كما أنها تبين لنا أيضا أن هذه المادة المظلمة تتكون كلها تقريباً من أجرام مدموجة . وهذا يتعارض تماما مع الفكرة الشائعة بأن المادة المظلمة قد تتكون من جسيمات أولية كالنيوترينو أو الويمب ؛ خاصة وأن هذه الجسيمات لا يتوقع منها أن تتشكل فى أجرام مدموجة ، كما يتعارض مع نظرية أجرام الماتشو .

فى ١٩٩٣ نشرت فى مجلة « نيتشر » تقريراً عن اكتشافى ، اقتصرت فيه على ذكر الحقائق المجردة ، فهناك تلك الأجرام التى تحدث العدسية الصغرى ، وهى أجرام موجودة فى كل مكان وزمان ، أجرام مظلمة لها كتلة مثل كتلة كوكب المشترى، ولم أضف لذلك شيئًا آخر ؛ لأن أى إضافة ستعنى الدخول فى مناقشات وتفسيرات. وقد أحسست أن هذا لا يتناسب مع بداية تقرير ينشر فى مجلة علمية مثل نيتشر تحبذ الأفكار الموجزة ذات الأسباب الداعمة القوية ، دون أى لمحة مما قد يعده المحررون تخمينًا ، وإن كان من المطلوب أيضاً أن تكون هذه الأفكار جديدة بل ومثيرة .

على أننى وبعض زملائى الحميمين حينما أعلنّا عن نتائجنا فى وسائل الإعلام العادية أمكننا أن نتوسع فى الحديث عنها ، الأمر الذى أثار الخلاف بشأنها ،

والنتيجة الرئيسية لنظريتى هى أن ٩٥٪ من كل مادة الكون يأتى فى شكل أجرام مظلمة ، لها كتلة تقارب كتلة المشترى ، وهناك مجال مهم للنقاش هنا بشأن ما تكونه بالضبط هذه الأجرام .

قال البعض إن هذه الأجرام ربما تكون من مادة ذرية ؛ أى إنها كواكب عادية، على أنه لا يوجد أى دليل رصد أو دليل نظرى على ذلك ، كما لا يوجد أى حل يبين لنا كيف تتكون هذه الأجرام . بينما تبين نظرية التخليق النووى القياسية أن هذه الأجرام من مادة لا ذرية ، ولا يمكن أن تكون إلا ثقوباً سوداء بدائية . ووجود هذه الأجرام وتوافرها وتماثلها فى تناسق يتوافق مع كل النظريات المتفق عليها حول ما حدث فى الكون المبكر .

وهكذا على الرغم من هياج قلة من علماء الفيزياء الفلكية ، الذين أحسوا أنه لا يصح لواحد مثلى من العاملين فى المراصد أن يدخل مملكة المنظرين ، على الرغم من هذا إلا أننا مضينا قدماً فى نشر فكرتنا المقنعة بأن الثقوب السوداء البدائية هى المكوّن الأساسى لمادة الكون . كان رد فعل أحد الفيزيائيين الفلكيين أن قال فى إيجاز « هذا هراء ! » وأعلن واحد آخر من الأساطين ذوى النفوذ أنه مقتنع بأن تغير سطوع الكوازارات خاصية داخلية فيها ، وأن نظريتى بالتالى لابد وأن تكون نتيجة لاستخدام منهج سئ للبحث . أما سائر أعضاء مجتمع الفيزياء الفلكية ، فكانوا أكثر حذراً ، ولجأوا إلى الأحكام المتحفظة . وكمثل فإن ستيفن هوكنج وبودان بازنيسكى أقرا بأنها نظرية معقولة ، ولو ثبت صحتها فى نهاية الأمر فإنها يمكن أن تكون مهمة جدا .

أما غالبية الفلكيين الذين اهتموا بالأمر ، فكانوا موضوعيين ومحترفين ، سواء منهم من أبدوا تأييدهم أو من أبدوا تشككهم ، وكلا الجانبين قد أسهما فى إثراء النظرية . وقد تأثرت على وجه خاص بموقف المجتمع الفلكى الألمانى ؛ فقد كان بين أعضائه من نقدوا نظريتى أعنف النقد ، كما كان منهم من دعموها دعماً لا هوادة فيه .

* * * *

ومن حيث المبدأ فإن الأجرام التى فى كتلة المشترى ولها تأثير العدسية الصغرى ، يمكن ألا تكون ثقوباً سوداء بدائية ، وإنما هى من شئ لم نفكر فيه من قبل . على أنه من حيث نظريات نشأة الكون التى نقر بها حاليا ، فإن الثقوب السوداء البدائية هى حتى الآن الأجرام الوحيدة التى يمكن على نحو معتدل أن توجد بهذه الوفرة وبهذه الكتلة المتناسقة بحيث تشكل أغلبية مادة الكون عموماً .

البداية الأولى لقصة هذا البحث كانت فى عام ١٩٧٧ ، بعد استكمال إنشاء تليسكوب أرضى ضخم من نوع شميدت ، فى أستراليا . وهذا التليسكوب آلة متخصصة لمسح مساحات كبيرة من السماء على ألواح للتصوير الفوتوغرافى . وقد بُنى فى أستراليا لمسح سماء نصف الكرة الأرضية الجنوبى ، وهى مهمة تشبه ما كان يقوم به مرصد مونت بالومار الأمريكى من مسح لسماء نصف الكرة الشمالى منذ الخمسينيات . وتليسكوب أستراليا – بالإضافة إلى مهمته الرئيسية فى مسح السماء الجنوبية – كان يسمح أيضا لبعض الباحثين بأعمال رصد فى غير مهمة المسح. وبعض أعمال الرصد هذه كانت مشروعات كبيرة لتحديد تركيب مجرتنا ، أو لعمل خريطة للكون بالمقياس الكبير ، أو أبحاث على الكوازارات السحيقة لفهم تطورها عبر الزمان الكونى .

وفى تناقض مع هذه المشاريع الكبيرة ، كان برنامجى الذى اخترت العمل فيه على التليسكوب برنامجًا جد متواضع . وكانت فكرتى أن أركز أرصادى على مساحة صغيرة من مجال التليسكوب تبلغ حوالى ٦ درجات ، لأتابع هذه المساحة الصغيرة فترة طويلة ، بحثًا عن الأجرام ذات الضياء المتغير أو المتغيرات . واخترت لذلك جزءاً من مجال التليسكوب ، ليس فيه أى شئ خصوصى ، ولا هيمنة فيه لمجرات أو عناقيد نجوم .

الصور الفوتوغرافية العميقة لتليسكوب شميدت الأسترالى رائعة الجمال . والنظرة الأولى للوح الفوتوغرافى الذى تبلغ مساحته ٣٥ سم٢ ، لا يبدو فيها سوى بقع قليلة معتمة فوق خلفية رمادية . أما تحت الميكروسكوب فإن اللوح يكشف عن عالم جديد ، فيه حشد من النجوم والمجرات ، بعضها شاحب وبعضها ساطع . ويمكن للمرء أن يبقى ساعات ، وهو يستكشف لوح الزجاج بالميكروسوب ، فى حين يناوشه تيار من الأسئلة المثيرة . وفيما مضى كانت الألواح الفوتوغرافية للرصد تمسح بالعين المجردة ، الأمر الذى يستغرق زمنا طويلا جداً ، وتنتج عنه بعض أخطاء من التفسيرات الذاتية . أما الآن فقد ابتكرت أدوات معينة لمسح الألواح ، منها نوع يسمى كوزموس له القدرة على مسح ألواح عديدة فى زمن قصير نسبيا ، ويقيس بدقة بضع معلمات للأجرام المرصودة ، مثل مسافة بعدها ودرجة سطوعها وشكلها وحجمها .

كانت خطتى أن أرصد المتغيرات فى المجال الصغير الذى اخترته ، والذى أعطى له رقم ٢٨٧ . وكان بحثى يعتمد اعتمادا كبيرا على القياسات بأداة المسح كوزموس. وقد أظهرت كوزموس كتالوجا يضم حوالى ٢٠٠٠٠٠ نجم ومجرة ، يتم قياس سطوعها على فترات زمنية مختلفة ، بحيث يمكن تمييز المتغيرات أو الأجرام التى يتغير سطوعها تغيراً له مغزاة .

كان أول أهدافى من هذا المشروع أمرا بعيد المنال إلى حد ما ، وهو الحصول على بيانات عن نجوم السوبرنوفا البعيدة عنا جدا وليست القريبة . وتعيين موضع أحد نجوم السوبرنوفا البعيدة له أهميته كأداة فى الأرصاد الفلكية ، ولكنها مما يصعب الكشف عنها . وقد بُذلت محاولات شتى لتحسين وسائل متابعتها بالتليسكوبات ، ولكنى عالجت أمرها بطريقة مختلفة نوعا . فقد خططت لالتقاط صور للمجال رقم ٢٨٧ فى كل ليلة ممكنة ، على فترة من أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع ، وقدرت حسابيا أنه من بين ما يقرب من ١٠٠٠٠٠ مجرة فى هذا المجال ، لابد وأن يكون هناك على الأقل واحدة منها تحوى انفجارا النجم سوبرنوفا ، يمكن متابعته أثناء فترة الرصد ، وبعد أسابيع عديدة وجدت ما بدا لى أنه ضالتى .

كان ما يهمنى هو أن أقيس سرعة اضمحلال السوبرنوفا ، أى السرعة التى يزداد بها شحوبه . ومن المعروف أنه عندما يكون نجم السوبرنوفا قريباً منا فإن درجة سطوعه تقل إلى النصف بعد ستة أيام من مرورها بمرحلة أقصى ضياء لها . أما السوبرنوفا السحيقة البعد التى أتعامل معها ، فمن المتوقع أن تشحب بسرعة أقل بسبب ظاهرة تسمى تمدد الزمن . وهذه الظاهرة هى إحدى نتائج النسبية العامة . فلو كنا نرصد ساعة فى مجرة سحيقة البعد ونقارنها بساعة مماثلة على الأرض ، سيبدو لنا أن الساعة البعيدة تدور ببطء أكثر . وبالمثل فإن الراصد من المجرة السحيقة سوف يرى ساعتنا الأرضية ، وهى تدور ببطء أكبر من ساعته . وكانت الفكرة فى بحثى هى أن أحاول رصد ظاهرة تحدد الوقت فى السوبرنوفا البعيدة . وقد وجدت بالفعل أن لدى نجم سوبرنوفا بعيداً تقل درجة سطوعه بأبطأ من المتوقع . ولكن المرء لا يستطيع أن يعمم من عينة واحدة . وللوصول إلى نتيجة محددة ، سأحتاج لعدة عينات أخرى ، كما أن هناك أيضا مشاكل نظرية أخرى ، جعلتنى أقرر ترك هذا المشروع لأتابع بحثا أكثر إثارة للاهتمام .

أصبح هدفى الآن هو قياس الطريقة التى تنقص بها أعداد النجوم فى هالة مجرتنا ؛ أى على مسافات هائلة البعد . وتطلب ذلك مسح صور المجال (٢٨٧) بحثاً عن نجوم متغيرات ، يكون تغيرها بنفس وضوح تغير نجوم كوكبة القيثارة ، لأحسب أعدادها على مسافات مختلفة من مركز المجرة . أما الجزء الثانى من برنامجى فهو عمل حساب لسرعات عيناتى من النجوم المتغيرة . وهذه السرعات تنتج عن الشد الخدبوى للمجرة . وتحديدها يجعل فى الإمكان تقدير كتلة هالة المجرة ، التى تسبب حركة النجوم ، أو بمعنى آخر تقدير كتلة المادة المظلمة . ومع كل ما قابلنى من صعوبات إلا أن النتائج كانت مثيرة . فقد ثبت أن أحد النجوم البعيدة له سرعة كبيرة جدا بما يدل على وجود كتلة كبيرة جدا من المادة المظلمة فى الأجزاء الخارجية من الهالة .

مع استمرار بحثى اتضح أن المتغيرات لأمد قصير تشكل فحسب نسبة صغيرة نسبيا من نجومى . وكان هذا يتعارض مع مسوح سابقة ؛ حيث المتغيرات لأمد قصير هى الأكثر عددا . فى حين أن معظم نجومى لاتظهر تغيرا ملموسا ، إلا بعد فترة طويلة تبلغ العامين ، وكان لابد من أن أجرى المزيد من الأرصاد ، وهذا أمر يصعب تحقيقه فى المراصد ، لأنه يعنى تقديم طلب للحصول على وقت إضافى للرصد ، أكثر مما فى الجدول الزمنى الأصلى . وكان علىّ أن انتظر ١٨ شهرا لأستطيع استخدام تليسكوب آخر مجاور لنا ، يبلغ قطر مرآته ٣,٩ متر . وهذا التليسكوب يمكّن من رصد طيفى للمتغيرات ، يؤدى إلى تحديد نوع الجرم حسب بصمة الخطوط ، التى تظهر فى طيف الجرم . وعندما حصلت على أطباق أجرامى من المتغيرات تبين لى أنها أطياف كوازارات وليست أطياف نجوم . والكوازار هو القلب المضئ لمجرة صغيرة السن ويتكون من قرص نمو ساطع ، يحيط بثقب أسود ثقيل الكتلة . وسطوع الكوازار يرجع إلى الإشعاع الذى ثبته المادة الساخنة ، وهى تهوى داخل الثقب الأسود . أذهلنى أن أتبين أن معظم أجرامى المتغيرة هى كوازارات ، وبدا أن تغير السطوع طريقة جديدة للكشف عن الكوازارات ، وأيقنت أنه مازال وراء ذلك أمور مثيرة .

والكوازارات تقع على مسافات سحيقة البعد عن الأرض ، والضوء الذى يصلنا منها يكون قد قطع رحلته إلينا فى زمن طويل جدا . ونحن عندما ننظر إلى أبعد كوازرا عنا نراه كما كان منذ بلايين السنين ، أى قبل أن تظهر الأرض للوجود . وبذا فإن دراسة الكوازارات هى وسيلة للنظر وراء فى الزمان ، ولدراسة الكون المبكر الصغير فى العمر .

كان الاعتقاد السائد أن الكوازارات يتغير سطوعها على فترات زمنية قصيرة تقاس بالشهور ولكن كوازارات مجال (٢٨٧) بدت أبطأ كثيرا فى تغيرها . وأخذت التقط صوراً للمتابعة ، مستخدما أقصى طول لموجة الأزرق ؛ حيث إن الكوازارات تبث فيضاً من الضوء عند هذا الطول ، وداومت ذلك بأخذ عدة صور فى كل سنة ، حتى يتضح لى نمط التغير البطئ على المدى الطويل . وتبين من ذلك أن نسبة صغيرة من حوالى ٢ ٪ من الكوازارات هى فقط ، التى تحدث فيها دورة التغير على مدى قصير . أما سائر الكوازارات فتكون فترة تغيرها الرئيسى على أمد طويل ، وإن صاحب ذلك تغير بسيط على المدى القصير لايكاد يلحظ بجانب تغيرات المدى الطويل .

لما كانت متابعة تغير الكوازارات تستغرق سنوات عديدة فإن هذا أتاح لى الفرصة لدراسة جانب آخر من مشكلة الكتلة المفقودة . ومنذ أبحاث جان أورث فى

الثلاثينيات ، أدرك العلماء أن الكون فيه قدر من المادة أكبر كثيرا مما نرصده فى شكل نجوم وغاز وغبار فى الفضاء . وفى أول الأمر كان الاعتقاد أن هذه الكتلة المفقودة تتكون من نجوم صغيرة الكتلة وشاحبة جدا ، بحيث لا تظهر فى الأرصاد ، أو أنها ربما تتكون من شكل فاشل للنجوم ، يسمى الأقزام البنية .

عند تشكيل النجوم الطبيعية ، تتكسر بعض السحب الغازية المتقلصة إلى شظايا صغيرة أو « نجوم بدائية » ، وتظل النجوم البدائية تتقلص على نفسها فيسخن غازها. وإذا كانت كتلة النجم البدائى كافية بما يصل إلى أكثر من ٨٪ من كتلة الشمس، فإن الحرارة المتولدة تكون كافية لأن تبدأ تفاعلات نووية – حرارية باندماج الذرات كما يحدث فى القنبلة الهيدروچينية ، ويحدث فى النهاية توازن بين تقلص النجم بالجاذبية وتمدده بالحرارة من فرنه الذرى ، ويبقى النجم مستقرا لفترة ممتدة ، تبلغ فى حالة الشمس عشرة بلايين عام . أما عندما تكون كتلة النجم البدائى أقل من ٨٪ من كتلة الشمس ، فإن التقلص لايولّد الحرارة الكافية لبدء تفاعلات نووية – حرارية . وسرعان ما يبرر هذا النجم ويتقلص إلى ما يعرف بحالة الانحلال ، وهذه الأجرام ذات الكتلة الصغيرة والوهج الخافت تسمى الأقزام البنية .

وضعت خطة لدراسة الأقزام البنية لمعرفة طبيعتها وطريقة توزعها خلال المجرة ، ومدى إسهامها فى المادة المظلمة للمجرة وخاصة عند الهالة . وأدت دراستى لدالة ضياء النجوم مع الصديق الاسترالى مايك بيسيل إلى اكتشاف مجموعة جديدة من النجوم ذات الضياء المنخفض عند أبعاد سحيقة ، واعتقدنا وقتها أنها قد تكون أقزاماً بنية . ولكن حتى فى يومنا هذا لم تتضح بعد بالضبط طبيعة هذه النجوم ومع صعوبة الكشف عن الأقزام البنية خاصة فى الهالة ، أصبحت مشكلة المادة المفقودة أكثر حدة . على أن النجوم ذات الكتلة المنخفضة ظلت تعد السبب المفضل للكتلة الخفية لهالة المجرة . وتطلب الأمر البحث عن طريقة جديدة للكشف عن النجوم الصغيرة الكتلة .

ظهرت هذه الطريقة على يد بودان بازينسكى . وهى تعتمد على ظاهرة العدسة الجذبوية . فمجرتنا يدور من حولها مجرات قزمة أكبرها تسمى السحابة الماجلانية الكبيرة . وفكرة بازينسكى أنه سيحدث أحيانا أن يكون موضع أحد النجوم فى هالة مجرتنا درب اللبانة ؛ بحيث يقطع خط الإبصار فيؤدى إلى ظاهرة عدسية صغرى ، بما يشوه صورة السحابة الماجلانية الكبرى ويكبرها على نحو يمكن حسابه بدقة .. وطُبقت فكرة بازينكسى عمليا باستخدام تليسكوب خاص ، له كشافات من نوع جديد دقيق . وبعد مضى سنة من أبحاث مشتركة لفريق من العلماء الأستراليين والأمريكيين نشر الفريق فى ١٩٩٣ مثلا كلاسيكيا جميلا لحدث من عدسية

صغرى . كما بينت أبحاث علماء آخرين وجود أحداث عديدة من ظاهرة العدسية الصغرى فى سحابة نجوم كثيفة قرب مركز المجرة تسمى نتوء المجرة . وهكذا أصبح من الواضح أن هناك شيئا غير متوقع ينتج عن هذه الأبحاث .

تعتمد ظاهرة العدسية الصغرى على كتلة العدسة ، وعلى الرغم من وجود عوامل أخرى تتدخل فى الظاهرة إلا أنه يمكن حساب متوسط كتلة العدسات وتوزيعها . وقد بينت الحسابات والتحاليل الإحصائية أن عدد الأحداث العدسية الصغرى فى هالة مجرتنا لا يكاد يكفى لتفسير كتلة النجوم المعروفة ، وهذا يستبعد فكرة أن الهالة تتكون من نجوم بنية . ومن الناحية الأخرى أدهش الجميع الكشف عن أحداث عدسية صغرى فى نتوء المجرة ، أكثر كثيراً من المتوقع .

إن الفكرة السائدة حاليا فى معسكر أنصار أجرام ماتشو هى أن هالة المجرة تتكون من أجرام لها نصف كتلة الشمس ، ولكن هناك صعوبة حتى الآن فى إيجاد تفسير معقول لذلك ، وأفضل الاحتمالات هو أن هذه الأجرام أقزام بيضاء . والأقزام البيضاء هى المنتج النهائى للنجوم الكبيرة الكتلة ، عندما تكمل دورة حياتها وتتقلص إلى قزم أبيض . ولكن لو أن أجرام ماتشو هى حقا أقزام بيضاء لنتج عن ذلك تلوث هالة المجرة تلوثا شديدا بالعناصر الثقيلة ، التى تنتج عن تكوين القزم الأبيض ، وهذا أمر لم يرصد حتى الآن . وللتغلب على هذه المشكلة ، طرح بعض الفلكيين من أنصار ماتشو أن هذه الأجرام التى تبلغ كتلتها نصف كتلة الشمس ، إنما هى ثقوب سوداء بدائية .

* * * *

أعتقد أن فيما سبق مثلاً جيدا لأوجه عدم اليقين ، التى كثيرا ما تلازم أى مشروع جديد مثير ، كما أنه أيضا مثل جيد جدا لتأرجح الآراء الذى كثيرا ما يحجب أمره عن الجمهور .

أخذت الألواح الفوتوغرافية للمجال (٢٨٧) تتراكم على نحو مطرد ، ومع هذا التراكم ، اتضحت تدريجياً خصائص منحنيات ضوء الكوازار ، فهى تظهر تموجات شبه منتظمة ، تنفصل قممها بفترات من ٥ – ١٠ سنوات . وكان فى هذا ما يتعارض مع النموذج المعروف للكوازار ، حيث ينبغى أن توجد التغيرات لمدة لا تتجاوز شهورا قليلة . وظللت طيلة ١٦ عاما أتأمل هذه المشكلة من حين لآخر ، وأناقشها مع عدد من المنظرين الذين يبحثون فى بنية الكوازار . وكان اتجاههم العام هو أنه قد تم بالفعل حل مشكلة التغيرات القصيرة الأمد ، أما هذه التغيرات طويلة الأمد فهى مجرد تفصيل غير مهم . وظلت المشكلة تناوشنى حتى عام ١٩٩٢ وأنا فى استراليا أجرى أبحاثا فى الرصد . وحضرت فى تلك السنة مؤتمرا مرحليا لعلم الفلك ، وتحدثت أثناءه إلى راشيل وبستر التى تخصصت فى البحث فى العدسات الجذبوية ، وتحول حديثنا إلى موضوع تغير سطوع الكوازارات ، ووصفت لها نتائج برنامجى والصعوبة التى ألاقيها فى تفسير تغيرات السطوع . وعندما وصفت لها منحنيات الضوء ، تساءلت هى عما إذا كنت فكرت فى العدسية الصغرى . وذكرت لى أن هناك عدداً من الأبحاث وخاصة فى ألمانيا يبين إمكان وقوع ظاهرة العدسية الصغرى ، عندما ننظر إلى مصدر ضوء بعيد مدمج مثل الكوازار ، وتعترض نمط الرؤية أجرام مثل نجوم فى المجرة . وقد أنشأت المجموعة الألمانية نموذج محاكاة لذلك على الكمبيوتر ، ونتج عن النموذج منحنيات ضوء تذكر راشيل أنها شديدة الشبه بأرصادى .

بمجرد عودتى إلى أسكتلندا بحثت عن نسخ من أوراق البحوث ، التى ذكرتها راشيل ، ووجدت بالفعل أن فيها مشابهة ملحوظة لأرصادى . ولأول مرة وجدت تفسيرا معقولاً لتغيرات سطوع الكوازار ، التى ظللت أرصدها طيلة الخمس عشرة سنة الماضية . لقد بينت الأدلة النظرية ومحاكاة الكمبيوتر أنه عندما تكون هناك أجرام عديدة لها فى الوقت نفسه معا تأثير العدسية الصغرى على أحد الكوازارات ، فإن تأثيرها معا يؤدى إلى تكبيرات واسعة ، مثل ما يحدث فيما رصدته من منحنيات الضوء .

كان لابد من العثور على أدلة ملموسة لتوطيد موقف نظرية العدسية الصغرى . وكان قد تجمعت لدى معطيات كثيرة من متابعة الكوازارات طيلة ١٧ سنة . وأجريت بحثاً عن علاقة مسافة بعد الكوازار بتغير ضيائه . وثبت لى أن هذا التغير لا يتأثر ببعد الكوازار . وبالتالى فإن هذا التغير ليس صفة داخلية للكوازار ، وإنما هو ناتج عن عدسية صغرى . فلو كان ناتجا عن صفة داخلية للكوازار لبدت ظاهرة تمدد

الزمان على تغير سطوع الكوازار ، بمعنى أن يكون زمن التغير أطول كلما زاد بعد الكوازار ، ولكن هذا لم يرصد .

شجعنى زجاج اختبار تمدد الزمان إلى النظر فى ناحية أخرى من فرض العدسية الصغرى . فقد اتضح لى أنه يمكن حساب كتلة العدسات من قياس المدى الزمنى للتغير ، واستنتجت من هذه الحسابات أن كتل العدسات يجب أن يكون مداها من عُشر إلى جزء من ألف من كتلة الشمس ، أى من وزن يزيد قليلا عن وزن النجم البنى إلى وزن يماثل كتلة المشترى .

الاستنتاج الثانى الذى توصلت له كان بشأن كتلة العدسات الصغرى . وحسب بحث رائع كتبه برس وجن فى السبعينيات ، إذا كان كل خط للرؤية تحدث فيه ظاهرة عدسية صغرى ، فإن مجموع كتلة كثافة العدسات يجب أن يساوى تقريباً الكثافة الحرجة للكون . وكان هذا سابقًا لتنبؤ نظرية الانتفاخ بكثافة مادة الكون . وإذا كانت نظريتى عن العدسية الصغرى للكوازارات صحيحة ، وحيث إن كل كوازار يظهر عدسية صغرى ، وحيث إن الكوازارات موزعة عشوائيا فى السماء ، فإنه يمكن للمرء أن يؤكد أن كل خط للإبصار ستظهر فيه عدسية صغرى . ومادة الكون المفقودة يمكن تفسيرها بأجرام صغيرة مدموجة تشكل معظم مادة الكون . وهذا كله سيتفق مع نظرية برس وجن ، ويتفق مع تنبؤ نظرية الانتفاخ بالكثافة الحرجة .

استشارنى أقصى استثارة هذا الخط من الاستدلالات ، وقررت أن أكتب عنه خطابا لمجلة ينتشر فى شكل ورقة ، تعرض أفكاراً بأكثر من أن تعرض نتائج فى نقاش محكم . على أن الذى أرسله لى محكمو المجلة قال إن هذه النتائج لو صحت لكانت غاية فى الأهمية ، ولهذا السبب طلبوا منى إعادة كتابتها مع مزيد من الدعم بالمشاهدة ، وطرح لى أحد الحكام وهو يواكيم وامسبسجانس إجراء اختبارين آخرين للعدسية الصغرى .

كان الاختبار الأول بشأن الكوازارات الأقرب إلى الأرض . فلو كانت نظرية العدسية الصغرى صحيحة فإنها ستظهر فحسب عند الكوازارات البعيدة ، أما الكوازارات القريبة من الأرض فإن مسافة قربها لا تسمح بظهور عدسية صغرى . ورجعت إلى أرصادى ووجدت بالفعل أن هناك فقط كوازارين صغيرين ، وكلاهما بالفعل لا يظهر تغيرات طويلة الأمد فى سطوعه ، كما يحدث فى العدسية الصغرى وهكذا تم اجتياز هذا الاختبار .

والاختبار الثانى كان يتعلق بشكل منحنيات الضوء ، فلو كان تغير سطوع الكوازار نتيجة خاصية داخلية فيه سيظهر منحنى الضوء ارتفاعاً حاداً فى السطوع

يعقبه انخفاض تدريجى . أما إذا كان تغير السطوع نتيجة عدسات صغرى تعمل معا فسيظهر المنحنى سمترياً بجانبين متماثلين . وأجريت الاختبار ، فوجدت أن منحنى الضوء سمترى كما هو متوقع من العدسية الصغرى .

عدلت ورقتى حسب الاختبارين ، وتم قبولها للنشر فى « نيتشر » ، وكانت الورقة تمثل محاجة قوية بأن قدرا كبيرا من المادة المظلمة موجود فى شكل أجرام مدموجة ، تعمل كعدسات صغرى للضوء الآتى من الكوازارات . ولكنى لم أذكر فيها شيئاً عما تتكون منه مادة الاجرام .

عندما كانت ورقتى فى طريقها للمطبعة ، كنت قد تمكنت من تقليل المدى الواسع الذى قدرته لكتلة جرم العدسة الصغرى ، وأصبح تقديرى لها أنها فحسب تقارب كتلة المشترى ، وحذفت من تقديراتى أنها قد تقارب النجوم البنية أو النجوم ذات الكتلة المنخفضة . وكان هذا نتيجة لتحاليل أجريتها مع زميل حميم هو يواكيم وامبسجانس الخبير بمحاكاة العدسية الصغرى .

وإذاً ماذا تكون هذا الأجرام ذات العدسية الصغرى ، والتى لها كتلة المشترى ؟ إنها كما سبق نقاشه لا يمكن أن تكون من مادة ذرية أو باريونية . وقد أجرى يواكيم وزميله بيتر أبحاث محاكاة بالكمبيوتر ، دلت على أنه حتى تكون هذه الأجرام قادرة على إحداث ظاهرة العدسية الصغرى عند كل خط للإبصار فإن إجمالى كتلتها سيجعل قيمة الكثافة أو قيمة أوميجا أكثر من ٠,١ ، وهذا لا يتفق مع السياق العام فى علم الفلك . وبالتالى ، لم أتقبل هذه النتيجة ، خاصة وأن نموذج المحاكاة عند يواكيم وبيتر كان يتكون من كوازار واحد ومجرة واحدة ، فى حين أن الوضع فى الكون أكثر تعقيداً من ذلك ، حيث تنتشر بطول خط الإبصار عدسات كثيرة وليس عدسية واحدة . وفوق ذلك فإن يواكيم وبيتر لم يحددا بالضبط إلى أى حد سترتفع قيمة أوميجا عن ٠,١ .

أجرى زميلى جون بيكوك تجارب محاكاة أخرى على الكمبيوتر ، مراعياً تعدد العدسات فى خط الرؤية ، وانتهت به تجاربه إلى استنتاج أن كتلة عدسات الكون مجتمعة تجعل قيمة أوميجا ٠,٣ على الأقل . وهذه قيمة أخرى أعلى كثيرا من قيمة ٠,١ ، التى تحسب من المادة الذرية أو الباريونية . وقال لى بيكوك وقد أدهشته نتيجته أن هذا يعنى واحداً من أمرين ، إما أن نظريتى عن العدسية الصغرى نظرية خطأ ، وإما أن ثلثى الكون على الأقل قد صنفا من مادة لاباريونية . وعندما سألت بيكوك عما يمكن أن تكونه عدساتى لو كانت نظريتى صحيحة ، أجاب أنها قد تكون ثقوباً سوداء بدائية . ولكنه يتشكك أصلا فى صحة النظرية ، ولا يتصور أنى بعد هذه النتيجة سأظل أؤمن بنظريتى وما تؤدى له من أن مادة الكون فى أغلبها

ثقوب سوداء بدائية . أما أنا فقد وجدت أن نتيجة جوث المذهلة هذه هى الحل الجذرى للعدسية الصغرى .

ناقشت الموقف مع صديقى أندى تايلور ، وكان يعمل فى قسم الفلك بجامعة أدنبرة فتحمس كثيرا لفكرة الثقوب السوداء البدائية ، وأشار إلى أنه منذ عشر سنوات ظهر بحث لشرام وكروفورد يناقشان فيه الآلية ، التى يمكن أن تتكون بها هذه الثقوب ، وذلك من خلال تراوحات بدائية فى كثافة الكون المبكر عند ابتدائه . ولكن الثقوب السوداء البدائية التى تتكون بهذه الآلية ، ستكون لها كتلات متباينة بمدى واسع ، فى حين أن عدساتى لها كتلة قريبة من كتلة المشترى .

حاول تايلور إيجاد حل لهذه المشكلة الجديدة ، وأمكنه أن يستنتج أن الكون عندما يصل عمره إلى جزء من المليون من الثانية ، يكون فى مرحلة تحول من جسيمات الكوارك إلى جسيمات الهادرون (مكونات نواة الذرة) . ومراحل التحول هذه تشبه ما يحدث للبخار حين يبرد فيتحول إلى قطرات ماء ، لا تلبث أن تتحول بمزيد من التبريد إلى ثلج . والكون عندما يمر بمرحلة تحول يدخل فى حالة شواش مضطرب ، وعند توافر الظروف الملائمة فإن أى تراوح هين فى الكثافة سيؤدى إلى ظهور ثقوب سوداء بدائية لها كتلة المشترى ، وأن هذه الظروف الملائمة قد تتوافر فى مرحلة التحول من الكوارك إلى الهادرون ، كان هذا تطورا مثيرا جدا بالنسبة للعدسية الصغرى ، ويوفر للنظرية خلفية جد معقولة .

* * * *

اقترب ميعاد نشر ورقة بحثى فى نيتشر ، وناقشت مع رئيس وحدة كوزموس هارفى ماك جيليفارى فكرة عقد مؤتمر صحفى عن الموضوع . ولخصت لهذا الغرض ورقة بحث نيتشر ؛ بحيث تكون مقبولة فى مؤتمر صحفى . وطلب المدير من جون بيكوك أن ينظر فى الأمر . ومن الغريب أن جون الذى لا يؤمن بنظريتى أصر على أن أذكر فى المؤتمر أن أهم ما يترتب على نظريتى أن الكون تتشكل مادته أساسا من ثقوب سوداء بدائية . وأضاف أنه دون ذكر ذلك سيكون المؤتمر الصحفى فاترًا خاويًا ، وأقنعنى جون أنه مادامت هذه هى نتيجة نظريتى ، فلابد من عدم إهمال ذكرها ، وإلا لكنت كمن يرى شيئا أمام عينيه ويتجاهله .

هكذا تحول المؤتمر الصحفى من مجرد مؤتمر لقلة من الصحفيين المتخصصين، وهواة علم الفلك إلى حدث إخبارى مثير ، على الرغم من أننا أحطنا عرض النظرية بالكثير من التحذيرات والمشروطات ، وأدهشنى ما أظهره الصحفيون من حدة الذكاء فى أسئلتهم ، وأن أكثرهم قد أدركوا سريعًا النتائج الغريبة لهذه النظرية ، التى تتناول مواضيع تثير اهتمامًا جماهيريًا : كوازارات وعدسات جذيوية وثقوب سوداء وما

يمكن أن يصوِّر فكرتنا عن الكون . بعد المؤتمر الصحفى أعدت رؤية قصتى فى الإذاعة والتليفزيون ، على أنى سرعان ما تبينت أن المؤسسة العلمية لا تشارك فى هذا الحماس .

دعت الصحف عددا من علماء الفلك المبرزين إلى التعليق . واتخذ معظمهم خطا محايدا إلى حد معقول ، وأقروا بأن الفكرة مهمة لو ثبت فى النهاية صحتها . إلا أن عالمين كبيرين كانا أكثر صراحة ؛ فالبروفيسور روبنسون بكلية الملكة مارى ، اكتفى بأن يقول « هراء » ، أما البروفيسور ريز بكمبردج فإنه نصح أحد الصحفيين بأن « يهمل الأمر » .

وبوجه عام سعدت كثيرا بما قوبلت به ورقة بحثى . ولعل تعليق ستيفن هوكنج كان فيه ما يمثل رد فعل معظم علماء الكونيات ؛ إذ قال إنه إذا كان تغير ضياء الكوازارات تسببه ثقوب سوداء صغيرة « فسيكون هذا حقا اكتشافاً مهماً جدا » .

قال بعض علماء كمبردج أنه لم يكن هناك داع للنشر عن نظريتى فى وسائل الاعلام ؛ لأنها فكرة لم تُقبل بعد فى المجتمع العلمى . وفى رأيى أن الأمر على العكس تماما فالجمهور نادرا ما يُسمح له بإلقاء نظرة على الجدل الحقيقى الذى يكمن فى الأساس من كل تقدم علمى حقيقى . وأعتقد أن هذا كما سبق أن قلت يرجع إلى أن هذه الصراعات ليست دائما جد نظيفة ، ولا تتفق مع صورة العملية العلمية كما تشجع عليها المؤسسة . وقد عبر أليك بوكسنبرج مدير المراصد الملكية وقتها عن وجهة نظر قريبة من رأيى ، فقال معلقا على ورقة بحثى « لن نفقد شيئا عندما يتم الإفصاح عن أمور كهذه ، وأنا أعتقد أن إبداء التشكك فيما يكون شاذا ، أفضل من أن يمر البحث العلمى دون أن يلحظه أحد » .

أعقب التغطية الصحفية لنظريتى اهتمام زائد بها من الفلكيين الآخرين ، ودُعيت إلى مؤتمرات عديدة لشرح نتائجى بالتفصيل . وكانت أول مجابهة لى مع المجتمع الفلكى فى مؤتمر عقد فى الكلية الجامعية بلندن ، تحت رئاسة روبنسون، الذى كان ناقدا جادا لبحثى . وتبينت من مناقشته أن أحد اعتراضاته الرئيسية ، هو أن الثقوب السوداء بطيئة الحركة . ولو كانت المادة المظلمة أساسا من الثقوب السوداء فإن هذا يعنى أنها مادة مظلمة بطيئة أو باردة . ووجود المادة المظلمة الباردة هكذا يتضمن تسلسلاً لأحداث تطور الكون ؛ حيث تتكون أولا البنى الأصغر لتتجمع فى بنى أكبر . وتطور الكون فى تسلسل كهذا يجعل الوقت غير كاف لتشكيل بنى الكون الكبيرة ، التى نراها الآن . على أن هذا الاعتراض جاء الرد عليه من بحث لأندى تايلور يعترض فيه أن المادة المظلمة خليط من ٢٠٪ من مادة ساخنة، هى جسيمات نيوترينو ذات كتلة ، و ٨٠٪ من مادة باردة من الثقوب السوداء البدائية ، وهذا يحل مشكلة تطور الكون .

بدا أن حديثى فى الكلية الجامعية كان له أثر جيد . وكان المؤتمر التالى الذى حضرته فى معمل روذرفود أبلتون ؛ حيث عقد اجتماع مشترك بين علماء الفلك وعلماء فيزياء الجسيمات . ووصفت نتائجى ثابتة مع تأكيد أكثر على الثقوب السوداء البدائية ، على أمل أن يؤدى ذلك إلى أن يطرح علماء فيزياء الجسيمات بعض الأفكار عن طريقة تكوينها . كان يجلس فى الصف الأمامى مارتن ريز ، الذى طلب من الصحفى إهمال نظريتى . وفى التو طرح ريز تحديه قائلا إن هناك كوازار قريباً من الأرض ، ومع ذلك يظهر تغيراً فى ضيائه ككل الكوازارات ، وهذا يتعارض مع العدسية الصغرى . ولكنى كنت أعرف من قبل أن اعتراضه غير صحيح ، فحسب ما أتذكره فإن الكوازار الذى ذكره لا يكاد يحدث تغيراً فى سطوعه . وبمجرد أن عدت إلى أدنبره ، رجعت إلى سجلاتى عن تغير ضياء هذا الكوازار على مدى ٢٠ سنة ، ووجدت أن ذاكرتى كانت صحيحة وأنه لا يكاد يتغير فى ضيائه . وهكذا فإن السجل الطويل لأرصادى الكوازارات كان دائماً مفيداً .

خلال ماتلى ذلك من شهور قليلة ، دعيت لطرح نظريتى فى معاهد كثيرة فى الوطن وفى الخارج . وكان هناك الكثير من المردود ، واقتراحات عديدة باختبارات جديدة للنظرية ، وأدركت أن نظرية العدسية الصغيرة قد نجت باقية ، وإن كان مازال أمامها الكثير لتنال تقبلاً عاماً .

كان على بعدها إعداد ورقة بحث فى ١٩٩٤ للمؤتمر القومى لعلم الفلك فى أدنبره ، وواصلت العمل جاهدا على اختبارات جديدة للعدسية الصغرى حتى أعرضها فى شكل متماسك . وكنت قلقا بعض الشئ ، لأنى لم أرد بعد على أحد

اعتراضات مارتن ريز ، فقد اعترض ريز بأن مقارنة أطباق الكوازارات القريبة والبعيدة فيها ما يتعارض مع نظريتى ، ولكنى أوضحت أن هناك أبحاث رصد عديدة تفسر هذه المقارنات بين أطباق الكوازارات بما يؤيد نظريتى .

وفى النهاية طرحت ورقة بحثى فى اجتماع أدنبره ، وكانت شاملة بما يدعم فرض العدسية الصغرى . ولخّص رئيس الجلسة بيتر شنيدر وضع النظرية الحالى . وقال إنه يظن أن الكثيرين من المستمعين مازالوا يجدون أن من الصعب تصديقها ، ولكنه قد أنفق ستة شهور فى محاولة لإثبات خطئها ، ولم يفلح فى ذلك .

وحدث بعدها فى مؤتمر عن العدسية الصغرى فى ملبورن ١٩٩٥ أن قدم بيل بريس نظرة استشراف من وقائع المؤتمر ، فأكد على أن المادة المظلمة فى شكل أجرام مدموجة أمر مهم ، كأساس لأبحاث تجرى فى المستقبل على العدسية الصغرى .

وفى رأيى أن ما يوجد الآن من أدلة على العدسية الصغرى فيها ما يقنع كثيرا ، ولكن لعلها مازالت ليست حاسمة بالكامل . وحاليا فإن هذه النظرية هى التفسير الوحيد القابل للحياة بالنسبة للأرصاد والمشاهدات . والخطوة التالية تتطلب إجراء أبحاث فى خطوط جديدة عديدة لإزالة أى شك باق .

إحدى وسائل التناول الجديدة لاختبار النظرية هى بتحسين محاكاة الكمبيوتر لهذه الأحداث . ويمكن لذلك استخدام ما يوجد فى المركز القومى بأدنبره من آلات تعمل بما يسمى المعالجة بالتوازى ، وهى آلات تختلف عن سائر الكمبيوترات بقدرتها على إجراء ما يصل إلى ٢٥٦ معالجة تتم كلها معاً ، وليس واحدة بعد الأخرى . وهذه الأجهزة تلائم تماماً بحث العدسية الجذبوية ؛ حيث تتعدد العدسات التى تؤثر معاً على خط الرؤية فيعالج أمرها كلها معاً . ونحن نأمل بذلك أن نحصل سريعا من محاكاة الكمبيوتر على نسخ لمنحنيات الضوء التى نرصدها ، وأن نحصل أيضا على نسخ لأى تغيرات تحدث فى الضياء ، أو الإزاحة الحمراء ، وسوف نحاكى أيضا تأثيرات تغير كتلة وتوزيع العدسات وإسهامها فى الكثافة الحرجة .

وأحد الاختبارات البارعة للعدسية الصغرى ، هو ما طرحه سجور ريفسدال ، ويعتمد هذا الاختبار على أن المقياس الزمنى لتغير سطوع الكوازار بالعدسية الصغرى سوف يتأثر بحركة الأرض إزاء الخلفية الكونية . وإذا نظرنا للكوازار فى اتجاه حركة الأرض فإن القياس يختلف عما لو نظرنا فى اتجاه عمودى على حركة الأرض . ورغم وجود صعوبات عملية فى هذا الاختبار إلا أنى أحاول مع ريفسدال القيام به .

هناك أيضا تحديات تواجهنا على الجبهة النظرية . سيساعدنا فى التقدم أن توجد نظرية عن بنية الكوازارات ، تعطى تنبؤات قابلة للاختبار بالنسبة لتغير الضياء كصفة

داخليـة للكوازار . وسوف يمكنّنا ذلك من التمييز بين التغير الداخلى والتغير الخارجى ، الذى يحدث بالعدسية الصغرى . ولدىّ بعض أفكار عن أبحاث لذلك لم أنفذها بعد .

وهناك مجال آخر للبحث فيما يتعلق بمرحلة تكوُّن الثقوب السوداء بكتلة مساوية للمشترى . والسؤال المهم هنا هو عن طبيعة فترة التحول من الكوارك إلى الهادرون بعد الانتفاخ ، وهناك أساسا احتمالان ، أن يكون التحول مما يسمى بمرتبة الدرجة الأولى ، أو يكون من مرتبة الدرجة الثانية ، وإذا كان التحول بمرتبة الدرجة الثانية فإنه يكون نسبياً سلساً أملس ، فلا تتكون ثقوب سوداء . أما إذا كان من الدرجة الأولى فسوف يصحبه اضطراب عنيف بما يؤدى إلى تكون ثقوب سوداء . وحتى وقت قريب ، كان الأمر غير محدد بعد . على أن هناك بحثاً يابانياً حديثاً يطرح بقوة أن التحول من المرتبة الأولى ، وبالتالى تتكون ثقوب سوداء .

أعتقد أن هذا كله فيه إثبات مثير للاهتمام للطريقة ، التى يتم العمل بها ليتقدم العلم . وكل هذا يوضح العلاقة الدينامية بين النظرية والدليل ؛ بحيث يستحيل فى بعض الأحيان أن نفرق بينهما . إن فكرتى عن الكون ما كنت أصل لتصورها لولا الأبحاث الأقدم لبيل بريس وجيم جن وسجور ريفسدال وبيتر شنيدر وكثيرين غيرهم . هذا بالإضافة إلى أن مصداقيتها تعتمد على كل إطار النظريات والمشاهدات فى نموذج الانفجار الكبير والانتفاخ . ولم تتنامى فكرتى إلا بمدخلات من راشيل وبستر ويواكيم وامبسجانس وجون بيكوك وأندى تايلور ، كما أن مستقبلها يعتمد على الأبحاث الجديدة التى ستجريها مجموعات مختلفة فى العالم كله ، وإن كان بعضها يجرى بهدف إثبات خطأ النظرية .

إن مهمة العالم ليست التماس التبصر فى الحقيقة ، وإنما هى محاولة أن يجمع معا من الأفكار المتنوعة فى زمنه تلك التى لها مغزاها فى حـل مشكلته . والعـالم لا يكمن رضاه فى تأمل الحقيقة تأملاً ميتافيزيقياً ، وإنما هو يرضى عندما يرى مفاهيم ومشاهدات متباينة ، وقد تقاربت معًا لتعطى صورة متماسكة وقمة الإثارة هـى أن يرى الارتباط الموجـود بين وجهـين للطبيعة يبدوان ظاهـريا ، وكأنهما لا تربطهما علاقة . وهذه هى الطريقة التى انبثقت بها صورتى عن كون يتألف كله تقريباً من ثقوب سوداء صغيرة . أما النجوم والمجرات التى تملأ أعيننا ، عندما تمسح الكون ، فليست سوى زبد يحد كوناً من الأجرام الثقيلة المظلمة التى لا نراها .