

انكماش الكون

الكون ينكمش لا يتوسع!

يحيى محمد

أعدَّ الصور ومقتبسات أوائل الفصول ومسرد المصطلحات
العلمية

علي عبدالحسين شحاته

العلم علمان: ممارسة وحصيلة

فالعلم الأول مقدس ومتعالم.. فيما العلم الثاني قابل للشك والطعن!

7	مقدمة
القسم الأول: الإنفجار العظيم تحت المجهر		
الفصل	الأول:	تاريخ النظرية
وأدلتها	11.....	
الفصل	الثاني:	مشاكل التنبؤ والرصد
الفلكي	35.....	
الفصل	الثالث:	مشاكل التفسير النظري (عائق
المجرات)	57.....	
الفصل	الرابع:	اعتراضات الفيزيائيين والبحث عن
بديل	87.....	
الفصل	الخامس:	معضلة المفردة
الكونية	99.....	
القسم الثاني: نظرية الإنكماش الكوني		
تمهيد	117.....	
الفصل	السادس:	الأساس المنطقي للنظرية
	121.....	
الفصل	السابع:	التخلُّق الكوني
الفصل	الثامن:	القوى الفاعلة في الفراغ
	147.....	الفصل التاسع: قانون الترموداينميك
	159.....	وانكسار التناظر
الفصل	العاشر:	أصل الجسيمات
وتوحيدها	173.....	
ملحق:	رسالة	مفتوحة إلى المجتمع
العلمي	213.....	
مسرد بعض المصطلحات العلمية	217.....	
المصادر	223.....	

لكل نظرية علمية مشاكل خاصة تجعلها عاجزة عن تفسير كافة القضايا الموضوعية المناطة بها. وقد تتفاقم هذه المشاكل إلى درجة يصبح من الصعب الاحتفاظ بها، لكن ذلك يتوقف على وجود البديل المناسب، ولو لم يتوفر الأخير فس يبقى الحال على ما هو عليه من دون تغيير.

هذا هو الأساس المعتمد عليه لدى الأوساط العلمية، وفيه استبعاد لوجهة نظر القليل من العلماء والفلاسفة القائلين بالتحيز العلمي وغياب الموضوعية، بل والمؤامرة أحياناً.

ويتجسد الخلاف السابق في الموقف من نظرية الانفجار العظيم. فبرغم الكثير من المشاكل التي أصابها فإنها ما زالت حية وقوية لدى الأوساط العلمية طيلة قرن من الزمان. ويعود السبب في ذلك - وفق ما يراه غالبية الفيزيائيين - إلى عدم توفر ما هو أفضل منها لحد الآن. فيما يذهب القليل منهم إلى وجود تحيز فاحش ازائها لأسباب مختلفة.

وفي بحثنا الحالي سنعمل على تجلية المشاكل العلمية لهذه النظرية مع ما تمّ طرحه من بدائل مناهضة، مثل اطروحة الحالة الثابتة، والبلازما الكونية، والانكماش الكوني. وهو ينقسم إلى قسمين رئيسيين؛ يتضمن كل منهما خمسة فصول، ويتناول الفصل الأول من القسم الأول عرضاً تاريخياً لتلك النظرية مع أدلتها المعتمدة، أما الفصول الأربعة الأخرى فمخصصة لنقدها وإبراز مشاكلها وتطوراتها. في حين يتناول القسم الثاني التعريف بنظرية الانكماش الكوني ومقتضياتها الميتافيزيقائية مع مبرراتها المنطقية والفيزيائية وما يسفر عنها من نتائج تخمينية. وفي آخر الكتاب ملحق لرسالة مفتوحة موجهة من قبل مجموعة من العلماء طالبوا المجتمع العلمي بقطع الصلة عن نظرية الانفجار لكثرة افتراضاتها من دون أدلة رصدية.

ونشير إلى أن أبحاث هذا الكتاب قد سبق نشرها كمقالات مختلفة لدى موقع فلسفة العلم والفهم الإلكتروني، وذلك منذ (عام 2016) وحتى (عام 2018).

كما نشير إلى ما تضمنته الطبعة الثانية من صور ومقتبسات لأوائل الفصول مع مسرد لجملة من المصطلحات الواردة في الكتاب، كما أعدها جميعاً الكيميائي الشاب علي عبدالحسين شحاته مشكوراً. وقد احتوت هذه الطبعة على القليل من الزيادات والتنقيحات. تمّ تجديد المقدمة للطبعة الثانية في 2021-9-15.

يحيى محمد

www.philosophyofsci.com

info@philosophyofsci.com

القسم الأول
الإنفجار العظيم تحت
المجهر

الفصل الأول: تاريخ النظرية وأدلتها

...إنه عصر مثير بالنسبة لعلماء الكونيات،
فالإكتشافات تترى، والآراء تمور، والأبحاث
لاختبار هذه الأفكار قائمة على قدم وساق. لكنه
عصر مربك أيضاً، إذ قد لا تكون الآراء
المطروحة صحيحة، بل إنها ليست متماسكة مع
بعضها بعضاً! فكيف يسع المرء ان يحكم
بشأنها.

جيمس بيبلز James Peebles
في افتتاحية الملف الخاص بعلم الفلك والكونيات لمجلة ساينتفك
أمريكان، عدد 12، سنة 2002.

أ- تاريخ النظرية

تصف التصورات الفيزيائية منذ
قرون وحتى بداية القرن العشرين ان
الكون يمثل قبة ضخمة ساكنة وانه لا
يتعدى مجرتنا (درب التبانة)، ولم
يتخيل أحد بأن هناك ما يزيد عليها
بأعداد كبيرة جداً تصل اليوم إلى أكثر
من (400 مليار مجرة، أي: 10×4

¹¹)، وفي تقدير آخر انها (10¹⁰ مجرة) ضمن مسافة منتشرة تُقدّر حالياً
بحوالي (10²³ كم)¹، أو ان المسافة بيننا وبين أبعد المجرات المعروفة هي
حوالي (10⁴⁰ مرة من حجم البروتون)². وأول فلكي استطاع اظهار أن كوننا
لا يقتصر على مجرة (درب التبانة) هو إدوين هابل (Edwin Hubble) الذي
كشف عن الكثير من المجرات خلال العشرينات من القرن الماضي. بل زاد
على ذلك اكتشاف تباعد بعضها عن بعض وازدياد سرعاتها بما يصل إلى سبع
سرعة الضوء³، حيث عرّض بعضاً منها إلى الفحص والاختبار للتعرف على
مسافاتهما؛ معتمداً في ذلك على شدة اضاءاتها، فكلما كان الضوء الواصل منها
خافتاً كلما دل على كونها بعيدة، ومن حيث الدقة يتناسب السطوع عكساً مع
مربع المسافة.

1: في يوم 12-7-2022 عرض تلسكوب جيمس ويب الفضائي James Webb Space Telescope صورة
فضائية مذهلة عن المجرات، ثم أعقبها بأربعة صور أخرى سرعان ما تم تداولها في جميع وسائل التواصل
الاجتماعي، ثم استمر في ارسال صور أخرى جديدة. لكن من الواضح ليس في الصور معلومات جديدة هامة من حيث
المقررات الفيزيائية. والجديد فيها هو تمكن التلسكوب لأول مرة من تصوير أعماق صورة للكون متمثلة في مجرات
كثيرة ضمن حيز ضيق جداً، وكما وُصف بأنه مثل حبة رمل في طول ذراع، ولزمن بعيد جداً يقترب من زمن
الانفجار العظيم قبل أكثر من (13 مليار سنة). وهو ينسجم مع التقديرات الحديثة بوجود أكثر من (400 مليار مجرة)،
والمتوقع ان التقدير سيزداد مع الوقت، مثلما حصلت الزيادة على ما سبق باضطراد.

2: انظر: روجر بنروز: العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، تصدير مارتن غاردنر، ترجمة محمد وائل الأتاسي
وبسام المعصراني، مراجعة محمد المرابطي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الأولى، 1998م، ص390، عن مكتبة
الموقع الإلكتروني: www.4shared.com. ونيل ديجراس تايسون ودونالد جولدسميث: البدايات، ترجمة محمد
فتحي خضر، كلمات للترجمة والنشر، مصر، الطبعة الأولى، 2014م، ص82.

3: فرانك كلوز: النهاية: الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، عالم المعرفة
(191)، 1415 هـ - 1994م، ص227، عن مكتبة المصطفى الإلكترونية: www.al-mostafa.com.



إدوين هابل (1889-1953)، فلكي أمريكي أتى
بالدليل الرصدي على تعدد المجرات في الكون

وصنّف هابل مجرّاتٍ عديدةً إلى فئتين رئيسيتين: منتظمة وغير منتظمة، والمنتظمة تنقسم إلى حلزونية واهليلجية. وتتصف المجرات الحلزونية بالدوران، فكما فسّر ها ستيفن هوكنج (Stephen Hawking) انه لشدة الجاذبية عليها من الخارج قد جعلها تنقلص وتزداد سرعة، مثل المتزحلق على الجليد فانه يزداد سرعة بضمّ ذراعيه للداخل. في حين تتصف المجرات الاهليلجية بالسكون، وتم تفسير ذلك بأنها تتوقف عن التقلص فيكون شكلها بيضوياً ساكناً، لأن الأجزاء المفردة منها تلفّ بثبات حول مركزها، في حين ان المجرة ككل ليس لها دوران¹. وهناك عناقيد المجرات البعيدة جداً، وهي ليست موزعة بانتظام، بل انها على صورة نموذج شبكي على سطح فقاعات هائلة الحجم؛ مؤلفة مما يبدو انها فضاءات فارغة².

لقد تغيرت النظرة نحو الكون بحسب هذه الاكتشافات، فمن كون سكوني يحمل مجرة واحدة فقط إلى كون داينمي لا يستقر على حال ويحمل في جعبته مئات المليارات من المجرات. ويعتبر هذا التغير الجذري ثاني أعظم تغير في الفيزياء بعد ثورة كوبرنيك (Copernican Revolution).

إن كوناً يبدي تباعداً واتساعاً مضطرباً، كما بينت الكشوفات الفلكية، لا بد من ان يوحي بأنه قد بدأ من نقطة مضغوطة اطلق عليها المفردة (singularity)، فمنها بدأ تشكل الكون عبر افتراض وجود انفجار هائل جعل الكون يتسع ويتمدد، لذلك تم اطلاق نظرية الانفجار العظيم (big bang) على هذه الفكرة التي ترى ان الكون أخذ بالتوسع منذ بداية تجلّيه في الوجود. وقد

1: ستيفن هوكنج: تاريخ موجز للزمان، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2006م، ص108، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: (www.4shared.com).

2: لويد موتز وجيفرسون هين ويفر: قصة الفيزياء، ترجمة طاهر تريبدار ووائل الأتاسي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الثانية، 1999م، ص371-372، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com

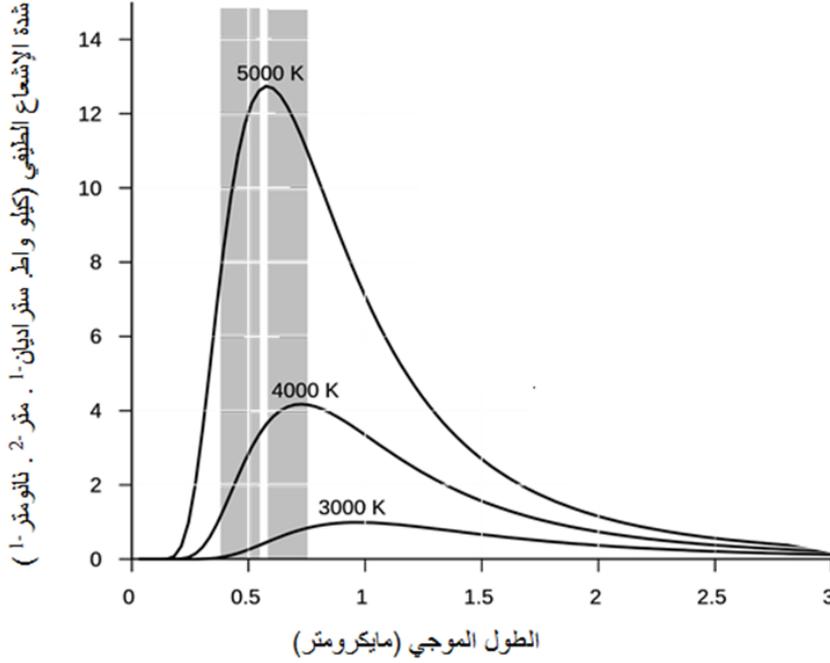
دلّت النظرية بداية الأمر على مجرد التوسع الكوني (cosmic expansion)، لكنها تعدلت منذ ثمانينات القرن الماضي لتدل على التضخم الكوني (Cosmic inflation) وليس مجرد التوسع فحسب، ثم أخذت نهاية التسعينات وإلى يومنا الحالي منحىً ثالثاً هو التسارع..

وإلى هذه اللحظة لا يُعرف على نحو التأكيد سبب هذا الانفجار الضخم. وهو انفجار مخصوص دون ان يكون عادياً بالمعنى المألوف، فهو ليس كالانفجارات التي نسمع عنها أو نشهدها كل لحظة ودقيقة عبر الاعلام على مدار الساعة. لا اقصد بخصوصية ضخامة الانفجار الموصوفة بلا حدود، بل من الصعب تسميته انفجاراً، فهو انفجار فيه كل الخير بما لا يتفق مع مفهومنا عن الانفجار المقترن بالموت والدمار، انه بحسب تعبير البعض انفجار ناعم جداً جداً، أو ان الاشعاع الناتج عنه منتظم بدرجة تدعو للدهشة¹. فرغم بداية الكون العنيفة فانه منتظم لغاية الحدود. ووفق هذا الانتظام تجمعت النجوم ضمن مجرات، وهذه ضمن عناقيد، والعناقيد ضمن العناقيد الفائقة، وهذه ضمن مركبات عناقيد فائقة. وقد تم الاستدلال على ذلك بأن اشعاع الخلفية الكونية (Cosmic background radiation) يماثل اشعاع الجسم الأسود (Black-body radiation)، فهو ينبئ بأنه حين كان الكون بدائياً كان منتظماً جداً بتفاوتات ضئيلة هي جزء من مائة ألف من الفروقات والتموجات التقلبية (Diffraction ripples)، كما سنرى. فاشعاع الخلفية الكونية يحمل هذه التموجات والاضطرابات الباقية التي هي صدى لتقلبات كمومية (quantitative fluctuations) خلال مرحلة الكون البدئي. ولو كانت هذه التقلبات الكمومية المعبر عنها بالرمز (Q) أقل فسوف تمنع تشكيلات المجرات والنجوم، ولو كانت أكثر لأصبحت المجرات اكدف مسببة التصادمات النجمية، وقد يتشكل منها ثقوب سوداء². وفي الحالتين سيمنع ذلك من خلق الحياة ووجودنا نحن البشر.

المنطقة المرئية من
الطيف

¹: رينشارد موريس: حافة العلم: عبور الحد من الفيزياء إلى الميتافيزيقا، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، اصدارات المجمع الثقافي، ابو ظبي، ص51، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com. كذلك: بول ديفيز وجون جريبن: اسطورة المادة، ترجمة علي يوسف علي، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب، ص86، عن الموقع الإلكتروني السابق.

²: بول ديفيز: الجائزة الكونية الكبرى، ترجمة محمد فتحي خضر، مراجعة حسام بيومي محمود، كلمات عربية للترجمة والنشر، القاهرة، الطبعة الأولى، 2012م، ص199.



منحنى إشعاع الجسم الأسود عند درجات حرارة مختلفة (5000 كلفن، 4000 كلفن، 3000 كلفن).

مع ذلك لا يرد في مخيلتنا كيف يكون الانفجار ناعماً ومنتظماً؟ فكل الانفجارات التي نراها هي مدمرة وخشنة وعشوائية وليست ناعمة ومنتظمة، ولو كان ناعماً ومنتظماً بالفعل لبدى مشرفاً سلفاً لينبئ عن أحداث عظيمة ما زال العقل حائراً في وصفها وفهمها، وذلك على شاكلة ما تصفه الاطروحة الأصلية للمبدأ الانساني (Anthropic Principle) كما جاء به الفيزيائي النظري الاسترالي براندون كارتر (Brandon Carter) خلال الستينات من القرن الماضي.

لقد عبّرت مقالة الانفجار العظيم عن الفوضى العارمة، فليس من المعهود ان يصنع انفجار نظاماً قط، وهو بطبيعته يتنافى مع مبدأ الانتروبيا (principle of entropy) أو القانون الثاني للثرموداينميك. فالانفجار هو تناثر عشوائي سريع المدى وليس من المتصور ان يكون منتظماً وهادئاً ومسالمًا ومثمرًا في الوقت ذاته.



براندون كارتر (1942-)، أول من طرح المبدأ الانساني، والذي أعتبر من قبل بعض العلماء كبديل علمي عن فكرة التصميم الإلهي ونظرية شبه دينية.

تصور لو قيل لك بأنه شوهد انفجار أخذ يتفاعل ببطئ شديد استمر لمدة يوم كامل وسط ركام من الأشياء المختلفة، فبدل من ان يعمل على تثارها في كل اتجاه بعشوائية تامة؛ اذا به يصنع منها شيئاً جميلاً ومنظماً مثل زهرة تسر الناظرين!. لذلك كان الرياضي البريطاني روجر بنروز (Roger Penrose) من القلائل الذين اعتقدوا بأن الشروط الابتدائية للكون قد اختيرت بعناية؛ فكانت ناعمة ومنتظمة ولم تكن عشوائية فجأة¹.

من الطريف حقاً ان يكون أصل مصطلح (الانفجار العظيم) جاء من فلكي شديد المعارضة قيل انه استهدف بهذا اللفظ تسخيف النظرية والسخرية منها. فقد نقد الفيزيائي المعروف فريد هويل (Fred Hoyle) هذه النظرية، وعبر عنها بهذا المصطلح بما يبدو منه الحط من شأن فكرة التوسع الكوني التي تقترض وجود نقطة محددة بدأ منها التطور، إلا انه نفى - فيما بعد - ان يكون قصده السخرية من النظرية، فهو أول من صاغ المصطلح في برنامج اذاعي على شبكة الاذاعة البريطانية (عام 1949)². لكن المصطلح أخذ يشيع حتى استقر كدلالة على تلك النظرية إلى يومنا هذا.

¹: روجر بنروز: فيزياء العقل البشري والعالم من منظورين، بالتعاون مع أبتر شيموني ونانسي كارتر ايت وستيفن هوكنج، تحرير مالكوم لونجير، ترجمة عنان علي الشهاوي، مراجعة ايمان عبد الغني عبد الصمد، كلمة وكلمات عربية، بيروت، 2009م، ص12-13. وبول ديفيز: الاقتراب من الله، ترجمة منير شريف، مراجعة عبد الرحمن الشيخ، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2010م، ص110.

²: بيتر كولز: علم الكونيات، ترجمة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م، ص61-62.



فريد هويل (1915-2001)، فلكي بريطاني، وهو من مقترحي نظرية الحالة الثابتة للكون.

لم تكن نظرية الانفجار العظيم مقنعة في بداية ظهورها، ولم يُعط لها شيء من الاعتبار إلا بعد أربعينيات القرن الماضي، حيث حدثت مراجعة جذرية لقياس المسافات. وأبرز سبب جعل الفيزيائيين لا يعولون عليها يتعلق بتقدير ثابت هابل (hubble constant) الذي قيس خلال الثلاثينات والاربعينات، وكان يقدر حينذاك بحوالي (170 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية. فاعتماداً على هذا الثابت تم استنتاج ان عمر الكون يساوي أقل من ملياري عام، طبقاً للقانون المعتمد عليه، وهو مقلوب ثابت هابل. في حين ان أعمال أرنست رذرفورد (Ernest Rutherford) حول النشاط الإشعاعي أظهرت بأن عمر الأرض يُقدر بحوالي (4.6 مليار سنة)، ما يعني ان عمر الأخيرة أقدم من عمر الكون. وحتى عندما تمّ تعديل هذا الثابت وتخفيضه خلال خمسينيات القرن الماضي فإن عمر الكون قد قارب عمر الأرض وحتى أقل منه، ففي (عام 1958) أشار هايزنبرغ Werner Heisenberg إلى أن عمر الكون يبلغ حوالي أربعة مليارات عام فقط¹، فيما قياسات أخرى كانت جارية آنذاك تبدي ان عمر بعض المجرات قد زادت على عشرة مليارات سنة، أي انها أكبر من عمر الكون بكثير. كذلك تبين بأن عمر بعض النجوم يناهز القياسات الحديثة المعتمدة على ثابت هابل². وهذا ما أدى إلى الشك في دلالة ما أتى به هابل حول عمر الكون أو التمدد، سواء ما يتعلق بقانونه وثابته، أو ما اعتمد عليه

¹: فيرنر هايزنبرج: الفيزياء والفلسفة، ترجمة وتقديم خالد قطب، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2014م، ص125.

²: جون جريبين: المجرات، ترجمة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م، ص60. وفيليب دوبر وريتشارد مولر: الانفجارات الثلاثة العظمى، ترجمة فتح الله الشيخ واحمد السماحي، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، الطبعة الأولى، 2001م، ص237.

حول ظاهرة دوبلر والازاحة الحمراء، بل والتشكيك في أصل نظرية الانفجار العظيم كما سنرى..

على ذلك كانت فكرة وجود كون استقراري ساكن هي المعول عليها لدى الكثيرين حتى بعد ان شاعت اكتشافات هابل خلال ثلاثينات القرن الماضي. وفي نهاية الأربعينات أعقبتها فكرة أخرى جذبت الفيزيائيين، تدعى نظرية الحالة الثابتة (Steady State theory)، وهي لعدد من العلماء، وعلى رأسهم فريد هويل وتوماس جولد (Thomas Gold) وهيرمان بوندي (Hermann Bondi) وجاينت نارليكار (Jayant Narlikar). فقد وجد فيها الفيزيائيون ضالتهم المنشودة والند الذي ينافس نظرية الانفجار العظيم. ولم ينحسم التنافس بينهما إلا عند منتصف الستينات بعد ان تم اكتشاف اشعاع الخلفية الكونية المايكروني (Cosmic Microwave Background)، اذ كان لنظرية الانفجار العظيم الانتصار الحاسم، رغم انها ظلت تواجه مشاكل كثيرة، مثل تخبطها في تقديرات عمر الكون وان لها دلالة على العشوائية الواضحة، اذ كيف يمكن لانفجار عشوائي ان يخلق لنا نظاماً دقيقاً؟ كما كيف يمكن التوفيق بينها وبين مبدأ الانتروبيا والقانون الثاني للترموديناميك؟ على ذلك بدت فكرة الحالة الثابتة أكثر قبولاً ومنطقاً، فهذه النظرية تفترض ان الكون يتمدد في فضاء وزمان غير متناهيين من دون انفجار، ويبقى يمتلك نفس الخصائص الكونية الثابتة رغم مرور الزمن، ويكون معدل التمدد ثابتاً أيضاً. وهي تفترض وجود مجال لخلق المادة بمعدل ثابت لتبقى كثافة الكون ثابتة عند التمدد، وتسمى العملية بالخلق المستمر (continuous creation)، حيث يتم خلق حوالي هايدروجين واحد لكل متر مكعب على مدار عمر الكون¹.

إذاً، بحسب هذه النظرية ان الخلق مستمر من دون حاجة للبداية والانفجار، أو ان المادة ليس لها بداية ولا نهاية. ففي الكون وسيلة ثابتة لتزويد نفسه بالطاقة إلى الأبد، بحيث يبقى متوسط كثافة الكون ثابتاً. فنتكون المجرات وتموت ويعاد تكوينها وهكذا دون انقطاع. وقد قام فريد هويل بدعم هذه الفكرة نظرياً، واعتبرت طوال أكثر من عقد بأنها المنافس الأهم لنظرية الانفجار الكبير.

لقد أصبحت نظرية الحالة الثابتة جذابة عند ظهور اختلاف مقادير عمر

¹: علم الكونيات، ص62.

الكون - تبعاً لثابت هابل - بين فترة واخرى، إلى ان حلّ منتصف الستينات من القرن العشرين، حيث تبين خطأ النظرية تبعاً لاكتشاف اشعاع الخلفية الكونية المايكروي (CMB)؛ لِمَا له من دلالة على اختلاف ظروف بداية الكون عما عليه الآن. وبالتالي اعتبرت النظرية تناقض مقاييس علم الفلك، لذلك تم التخلي عنها، لكن هويل لم يتقبل ما أفضت إليه نتائج الاكتشاف المتعلق بهذا الاشعاع، بل عزا ذلك إلى مسببات أخرى، وظل على رأيه حتى مماته¹. واليوم حاول البعض ان يجد فيها أو في نموذج آخر على شاكلتها بديلاً عن اطروحة الانفجار العظيم، مثل نظرية البلازما الكونية (Plasma Cosmology theory).

ولا عجب من ان يؤيد بعض اللاهوتيين الغربيين نظرية الحالة الثابتة دفاعاً عن الخلق المستمر من قبل الله دون انقطاع ولا بداية، مع تجاهل إحد أصحابها. وعلى الصعيد الاسلامي انها تتسجم مع فكرة الإله الفعال: ((فَعَالٌ لِمَا يُرِيدُ))². وقد كان ابن تيمية الحراني من اللاهوتيين المسلمين يعتقد بهذه الفكرة، وهي ان الله فعال وخالق أزلاً وأبداً من دون انقطاع، فهو يحيي ويميت على الدوام، وهي النظرية التي أكد عليها الفلاسفة القدماء³.

ومعلوم انه لا تضارب بالضرورة بين الفكرة الأخيرة المعبرة عن دوران الخلق واستمراريته ازلاً وابدأ؛ وبين الاعتقاد الفيزيائي بمرور الكون بحالات مختلفة منذ نشأته وحتى يومنا الحالي، كالذي يظهره اشعاع الخلفية الكونية، فالاختلاف الذي يلاحظه العلماء ضمن زمن محدد يقارب (14 مليار سنة) قد يعبر عن دورة كونية سبقتها دورات بلا بداية، وستتلوها دورات بلا نهاية. ويمكن ان تتسق هذه الفكرة مع ما جاء في النص القرآني: (يَوْمَ نَطْوِي السَّمَاءَ كَطَيِّ السِّجِّلِ لِلْكُتُبِ كَمَا بَدَأْنَا أَوَّلَ خَلْقٍ نُعِيدُهُ وَعَدَّا عَلَيْنا إِنَّا كُنَّا فَاعِلِينَ (104))⁴.

¹: البدايات، ص44-45.

²: القرآن الكريم، سورة البروج\16.

³: انظر: يحيى محمد: النظام الوجودي، ضمن سلسلة المنهج في فهم الإسلام (3)، مؤسسة العارف، بيروت، 2018.

⁴: القرآن الكريم، سورة الانبياء\104.

ب- أدلة النظرية

يمكن تحديد الأدلة التي اعتمدها نظرية الانفجار العظيم بثلاثة أساسية، هي: دليل ازاحة دوبلر، واشعاع الخلفية الكونية المايكروني، والعناصر الخفيفة. وتفصيل الحديث عنها سيكون كالتالي:

1- ازاحة دوبلر

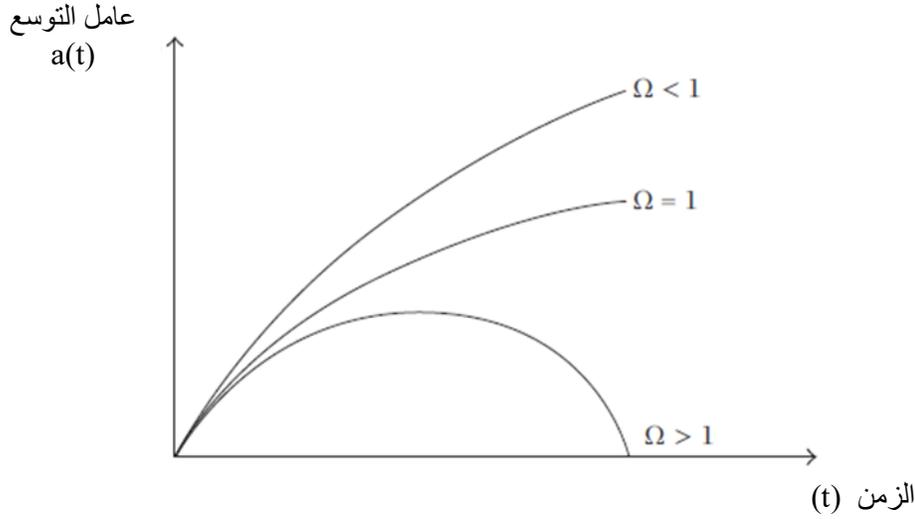
وهو دليل تباعد المجرات باضطراد بعضها عن بعض بتسارع يعتمد على طول المسافة فيما بينها، ومن ذلك التباعد الملاحظ من الأرض اعتماداً على اكتشافات هابل او اخر عشرينات القرن الماضي. وقبل ذلك تنبأ عالم الكونيات الروسي المعروف الكسندر فريدمان (Alexander Friedmann) بتوسع الكون (عام 1922)، بل ورأى ان المناطق البعيدة في الكون هي أسرع من غيرها، وان العالم متماثل في جميع الجهات. وجاءت هذه التنبؤات قبل اكتشافات هابل بخمس سنوات¹. وقد طرح ثلاثة نماذج متنافسة حول شكل ما يتصف به الكون، فهو إما ان يكون مفتوحاً كسرج الحصان فيستمر التمدد فيه إلى الأبد، أو مغلقاً كالكرة أو الفقاعة أو البطاطس وفق الطريقة الاينشتاينية؛ فيفضي به إلى الانسحاق من جديد، أو مسطحاً يتراوح بين الانفتاح والانغلاق.



إلكسندر فريدمان (1888-1925)، رياضي روسي، وأول من اشتق الحلول الكاملة لمعادلة أينشتاين.



¹: ستيفن هوكنج وليونرد ملوندينوف: تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ترجمة أحمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ، دار العين للنشر، ص 67-71، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.



مخطط بياني لنماذج فريدمان الثلاث، وهي مبنية على عدم وجود الثابت الكوني وتجانس الكون. حيث يُمثل الرمز الإغريقي أوميغا "Ω" النسبة بين الكثافة الحقيقية والكثافة الحرجة، فإذا كانت القيمة أكبر من واحد - ومع مرور الزمن "t" - سيتوقف تمدد الكون وينهار على نفسه (كون مغلق)، وإذا كانت أقل من واحد فسيتمدد الكون إلى الأبد (كون مفتوح)، أما إذا كانت مساوية للواحد فسينتج عنه كون منبسط (مسطح).

لقد اعتمد هابل في اكتشافاته على ازاحة دوبلر، وهي الظاهرة المكتشفة على يد الفيزيائي النمساوي كريستيان دوبلر Christian Doppler (عام 1842)، حيث طبّقها على كل من الصوت والضوء باعتبارهما أمواجاً متنقلة، لكنه أخطأ التطبيق فيما يخص الأمواج الضوئية عندما اراد ان يفسر سبب ظهور الكواكب ملونة، فظاهرة دوبلر لا تنبئ من خلال العين المجردة قط، وهي بذلك تختلف عن التطبيق المتعلق بالأمواج الصوتية. فبحسب الأخيرة تتصف الظاهرة بأنها مألوفة تماماً، فإذا كان هناك مصدر متحرك يحمل صفارة صوتية، كما في حالة سماعنا لسيارة الاسعاف، فاننا ندرك من خلالها اقتراب المصدر أو ابتعاده، فإذا زادت حدة الصوت المسموع باضطراد فسيبدل ذلك على اقتراب المصدر منا، وعندما تنخفض هذه الحدة أو تخفت



كريستيان دوبلر
(1853-1803)

باضطراد فانه يتباعد عنا. كذلك هو الحال مع الضوء، فلو كان هناك مصدر يبتعد عنا بسرعة فائقة؛ فإن الضوء الذي سيصلنا منه سيبدو أحمر، ويزداد الأحمار كلما ازداد بعداً، ولو اقترب المصدر منا فسيبدو أزرق، ويزداد زرقة كلما اقترب أكثر فأكثر باضطراد. وتفسير هذه الظاهرة هو ان الأمواج الضوئية في حالة الابتعاد تزداد طولاً؛ لذلك تبدو حمراء، فيما تتقلص أكثر فأكثر عند الاقتراب فتبدو زرقاء. وبالتالي يحدث الانزياح

نحو الأحمر بسبب تمدد الضوء فيتطلب زمناً أطول ليصل إلينا، فيما يحدث الانزياح نحو الأزرق بسبب انضغاط الطول الموجي للضوء فيتطلب زمناً أقصر ليصل إلينا.



أ - السيارة في حالة سكون وكلا الراصدين على الجانبين يستلمان من منبه السيارة الموجات الصوتية بنفس التردد والطول الموجي.



ب - السيارة في حالة حركة باتجاه الراصد على جهة اليمين، لذا سيستم تردادات اعلى وطول موجي قصير لصوت المنبه بخلاف الراصد في الجانب الاخر.

ظاهرة دوبلر وتعني تغير التردد "المسموع" حيث يزداد حدةً أو يميل للخفوت بسبب حركة منبع الصوت والراصد (السامع) أو أحدهما باتجاه بعضهما البعض أو باتجاه معاكس.

وربما يكون الفلكي البريطاني وليم هايجنز (William Huggins) هو أول من وظّف هذه الظاهرة في معرفة أبعاد النجوم واتجاه حركاتها، ففي (عام 1868) اثبت بأن الخطوط المعتمدة في أطيف بعض النجوم الأكثر لمعاناً منحرفة خفيفاً نحو الأحمر أو الأزرق تبعاً لاوضاعها الطبيعية في الطيف الشمسي، وقد فسّر ذلك تبعاً لابتعاد أو اقتراب النجم. فمثلاً ان طول موجة كل خط من الخطوط المعتمدة في طيف النجم كابيلا (Capella star) هو أكبر من طول موجة الخط المعتم الموافق له في طيف الشمس، وذلك بنسبة (0.01%)، مما يشير إلى انه يبتعد عنا بنفس هذه النسبة من سرعة الضوء¹.

¹:ستيفن وينبرغ: الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ترجمة محمد وائل الأتاسي، وزارة الثقافة، دمشق، الطبعة الأولى، 1986م، ص22 و23.



ويليام هايجنز (1824 - 1910)، فيزيائي وفلكي بريطاني، مبتكر المطيافية النجمية.

وقد صاغ هابل مع مساعده الشاب ملتون هوماسون (Milton Humason) قانونه استناداً إلى هذه الظاهرة¹، فاستنتج بأن هناك علاقة مضطردة تربط السرعة بالمسافة بين المجرات، فكلما كانت المسافة بعيدة كلما كانت السرعة أكبر، إلى درجة ان بعضها يحمل سرعة عظيمة تقارب (1\7) من سرعة الضوء لكثرة البعد. وتبين فيما بعد ان بعضها يسير بأكثر من (90%) من سرعة الضوء. واليوم تقدر سرعة بعض المجرات البعيدة بأنها أعظم من ذلك، وافترض العديد من الفيزيائيين بأنها تنتهك سرعة الضوء وتتجاوزها، لهذا فمن المحال رؤيتها. وبذلك توصل هابل إلى ان المجرات تتباعد عنا بسرعات متفاوتة اعتماداً على بعدها عنا. وهذا ما دعاه إلى تحديد نسبة ثابتة بين المسافة والسرعة، سميت ثابت هابل (hubble constant). ومعلوم ان هذا الثابت يتغير مع تغير الزمن طالما ان الكون في تطور وحركة اتساع. لكن تغيره لا يحدث إلا ضمن فترات طويلة جداً، وبالتالي يعتبر ثابتاً بالنسبة لنا. وبحسب هذا الثابت يمكن قياس سرعة ابتعاد المجرة، حيث تساوي ثابت هابل (H_0) مضروباً في المسافة (D) بيننا وبين المجرة. ومن الناحية الرياضية تكون معادلة قانون السرعة (V) كالتالي:

$$V = H_0 D$$

ورغم أهمية اكتشافات هابل إلا انه لم يربط بينها وبين التمدد الكوني، فلم يتصور ان لذلك دلالة على التوسع والتمدد، فكل شيء يتباعد عن كل شيء باضطراد. لكن أول من وظّف هذه الاكتشافات في اثبات هذا التوسع هو الفيزيائي والقس البلجيكي جورج ليميتير (Georges Lemaître)، ورتّب على

¹: لقد كان هوماسون بغالاً يساعد في نقل المعدات الفلكية ولم يكن متخصصاً، لكنه أصبح فيما بعد عالماً فلكياً بامتياز.

ذلك انه لا بد من ان يكون الكون قد بدأ من نقطة تمثل بداية الانطلاق والتوسع. ففي ورقة نشرها (عام 1927) فسّر فيها ازاحة دوبلر الضوئية بأنها دالة على تمدد الكون، اذ عمل على حل معادلات النسبية العامة لاينشتاين، وتنبأ بأن الكون يتمدد، وبدت الفكرة غريبة حتى نقل عن اينشتاين بأنه احتج وقد أحمر وجهه بتصريح مفاده : «معادلاتك الرياضية صحيحة، لكن فيزياءك فظيعة». وفي (عام 1930) اقترح ليميتز بأن كوننا المتمدّد قد بدأ من نقطة متناهية في الصغر اطلق عليها الذرة الأولية (primordial atom)¹، وهي المسماة فيما بعد بالمفردة (singularity) والتي منها بدأ الانفجار العظيم ثم أخذ بالتمدد والتوسع كما يفسره قانون هابل.



جورج ليميتز (1894 - 1966)، يُعتبر الأب الروحي لنظرية الانفجار العظيم.

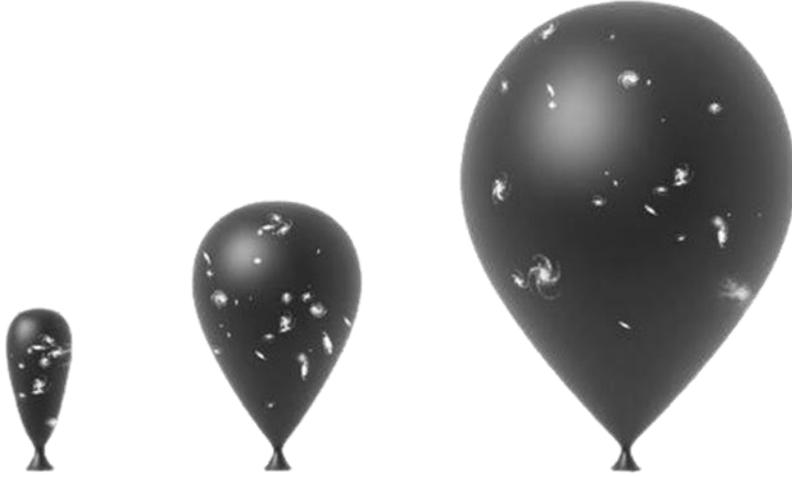
وقد كان ليميتز يرى ان بداية تاريخ الكون تتصف بالبرودة، لكن عدداً من الفيزيائيين منهم رالف أشر ألفر (Ralph Alpher) وجورج جامو (George Gamow) قاموا بطرح نموذج بديل يتحدث عن بداية حارة للكون، فهي تمثل فرناً بديئاً للتخليق النووي.

وكثيراً ما يُمتل على هذا التوسع وعلاقته بتباعد المسافات بالبالون المنقّط، وأول من فعل ذلك هو عالم الفلك البريطاني آرثر ادنجتون Arthur Eddington (عام 1931)، فكلما زاد نفخه زاد تباعد المسافات بين النقاط باضطراد. وهي تعني تزايد سرعة تباعد النقاط البعيدة عن مصدر النفخ مقارنةً بالقريبة ضمن نسبة ثابتة. كما كثيراً ما يشار إلى ان هذا التباعد يعبر عن تمدد الفضاء وليس ابتعاد المجرات ذاتها، مثلما هو الحال مع البالون

¹: لورانس كراوس: كون من لا شيء، مع تعليق ريتشارد دوكينز، ترجمة غادة الحلواني، منشورات الرمل، مصر، الطبعة الأولى، 2015، ص30، عن مكتبة الموقع الإلكتروني طريق العلم:

http://www.books4arab.com/2016/03/pdf_40.html

المنقّط، وهي فكرة مضللة.



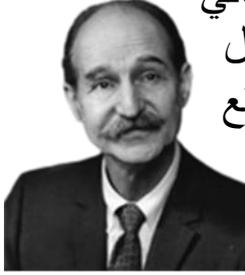
تمثيل لتمدد (اتساع) الكون، حيث تمثل النقاط المنتشرة على سطح البالون الأجرام السماوية، وعند ملئ البالون بالهواء يتسع حجمه فتتباع تلك النقاط فيما بينها

2- اشعاع الخلفية الكونية المايكروي CMB

يفترض هذا الدليل ان الكون نشأ وهو مليء باشعة جاما الحارة جداً قبل تشكل المادة عبر الذرات، ومع مرور الزمن أخذ الكون يبرد شيئاً فشيئاً، وعند حد معين تمّ لهذه الأشعة ان تنفذ وتساfer في الفضاء بحرية، فأخذت حرارتها تنخفض باضطراد إلى ان وصلتنا بعد رحلة طويلة استغرقت مسافة تُقدر حالياً بأكثر من (13 مليار سنة ضوئية)، فأصبحت درجة حرارتها منخفضة للغاية وقريبة من الصفر المطلق. ان سفر الأشعة وامتدادها عبر هذه المليارات من السنين مع انخفاض درجة حرارتها لها دلالة على التمدد الكوني. فعلى خلفية نظرية التوسع الكوني تنبأ كل من رالف أشر ألفر وروبرت هيرمان Robert Herman (عام 1948) بتدبر فكرة وجود خلفية اشعاعية كونية قوية في حقبة التخليق النووي (nucleosynthesis)، اذ لو كان هناك توسع بالفعل لكان يفترض ان يصلنا منه اشعاع يبلغ من البرودة اقصاه، وهو ما قدره هذان الفيزيائيان بدرجة حرارة (5 كلفن)، وذلك قبل اكتشافه خلال الستينات صدفة¹.

¹: علم الكونيات، ص66.

فقد لفت انتباه هذين العالمين ان هناك وفرة كثيرة من الهليوم ما لا يكفي ان تكون النجوم قد قامت بتخليقه من الهايدروجين. فالهليوم المصنع داخل النجوم يبقى



روبرت هيرمان
(1914-1997)

حبيساً فيه، مع انه منتشر في كل مكان. وبالتالي افترضنا ان الهليوم مخلق في الأساس قبل صنع النجوم والمجرات، وانه من المتوقع على هذا الأساس ان يكون هناك ما يدل على هذه العملية عبر الاشعاع الواصل إلينا منذ تلك الفترة البدائية. لذلك تمّ



رالف أشر
1921 - 2007

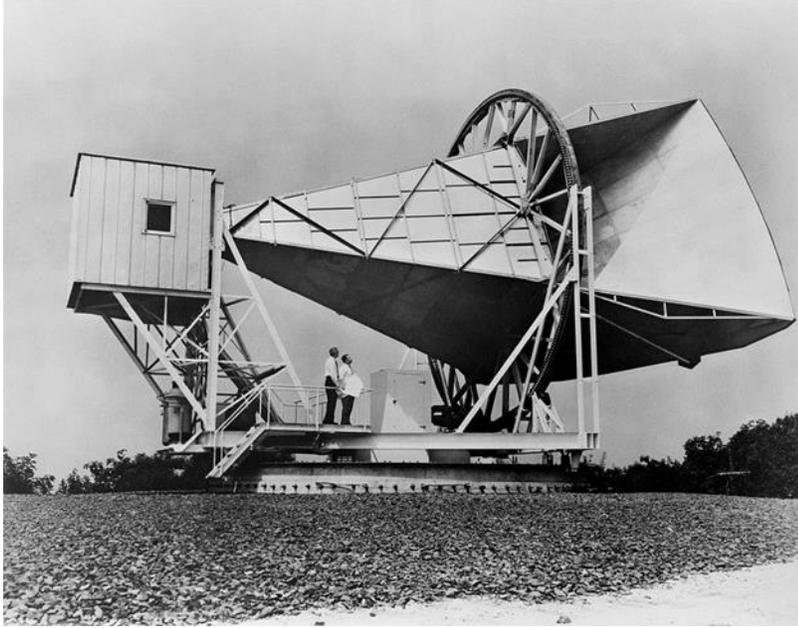
حمل بصمات ما كان عليه الكو
الهليوم.

وتبدأ قصة اكتشاف هذه الأمواج الراديوية أو الأشعة المايكروية عبر نوع من الضجيج (عام 1965). فقد كان الفلكيان الشابان بنزياس (penzias) وويلسون (Wilson) يستخدمان هوائي أمواج راديوية للاتصال مع أول قمر صناعي حديث للاتصالات، وعندما وجدا مجموعة غامضة من الأمواج المشوشة، ظنّا في البداية انه قد يكون هناك راديو بالقرب من نيويورك، أو فضلات طيور تغطي هوائي الأمواج الراديوية الخاص بهما، وبعد أشهر من الحيرة والارتباك في البحث والتدقيق تمكنا من الكشف عن أهم ظاهرة كونية بعد اكتشاف هابل لتمدد الكون، رغم أنهما لم يدركا أهمية هذا الاكتشاف.

لقد تم تفسير اشعاع الخلفية الكونية بأنه اشعاع جسم أسود تبلغ درجة حرارته أقل من (3 كلفن). فهو طويل الموجة، وهو اشعاع حراري بارد جداً يصدر عن جسم أسود لأن فيه كل صفات الاشعاع الحراري المنطلق من فرن درجة حرارته بالغة الضآلة، اذ له طيف يعبر عن طريقة تغير لمعان الضوء

حسب تغير طاقته، لذا ينطبق عليه صفات هذا الجسم¹.

فمع تمدد الكون يمتد طول موجة كل شعاع ضوئي، أو يتزايد طول موجة كل فوتون مع توسع الكون. وحيث ان درجة حرارة اشعاع الجسم الأسود تتناسب عكساً مع طول موجة الاشعاع؛ لذا فإن هذه الدرجة ستتناقص خلال توسع الكون مع تزايد طول الموجة. ومن ذلك يمكن حساب مقدار ما عليه الكون من حرارة وزمن سابقين بعد ان قيست درجة حرارة اشعاع الخلفية بما يقرب من (3 كلفن) وان طول موجة الاشعاع هو (7.35 سم). وتعتبر طاقة الفوتون الواصل إلينا ضئيلة جداً مقارنة بطاقة كتلة الجسم النووي، فطاقته عند درجة حرارة (3 كلفن) هي (0.0007 الكترون فولت). أما في درجات الحرارة العليا لدى الازمنة الأولى للكون فإن طاقة الفوتون كانت أكبر من ذلك بكثير. في حين ان طاقة البروتون والنيوترون لم تتغير عما كانت عليه في السابق مثلما عليه حالياً، وتساوي (939 مليون الكترون فولت)².



الهوائي المركب في هولميدل في ولاية نيوجيرسي، الذي التقط الأشعة الكونية لأول مرة في التاريخ، ويقف عنده بنزياس وويلسون مكتشفا الأشعة في ستينيات القرن العشرين.

وفي أوائل التسعينيات وصل قياس الخلفية الاشعاعية الكونية ذروته عبر

¹: قصة الفيزياء، ص368. وماركوس تشاون: نظرية الكمية، ترجمة يعرب قحطان الدوري، دار العربية للعلوم ناشرون، الطبعة الأولى، 1429 هـ - 2008م، ص176، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com
²: الدقائق الثلاث الأولى، ص79-78 و89.

القمر الصناعي (مستكشف الخلفية الكونية COBE) التابع لناسا (NASA). وقد أكد الفيزيائيون والفلكيون بدرجة عالية من الدقة ان الكون مليء بأشعاعات مايكروية درجة حرارتها حوالي (2.7) فوق الصفر المطلق (-270 درجة مئوية). وبذلك يكون اشعاع الخلفية الكونية أبرد شيء في الطبيعة بحسب الباحث ماركوس تشاون (Marcus Chown)¹، رغم ان العلماء استطاعوا التوصل إلى بلوغ حرارة أقل من ذلك بكثير.

وعموماً ان الأمواج المايكروية هي ضوء غير مرئي يميز الأجسام الباردة للغاية. والذي جعلها تتصف بذلك هو سفرها الطويل الصادر منذ نشأة الكون، اذ تمثل صدى لحظة الانفجار العظيم، وبالتالي فهي موجودة في كل مكان كإحفورة تُنبئ عن نشأة الكون البدئي وتطوراته. فكل متر مكعب من الكون يحتوي في المتوسط على (400 مليون فوتون)². ومن آثار هذه الأشعة ما يظهر في التلفزات القديمة من تشويش ملفت للنظر قبل وبعد البث المباشر، حيث يوجد ما يقارب (1%) منها ضمن هذا التشويش الضوضائي الشبيه بالثلج.

هكذا لم يجد الفيزيائيون فرضية أفضل من ان يفسروا فيها طبيعة الاشعاع المايكروبي طبقاً لافتراض انه أثر احفوري مرّ برحلة سفر طويلة منذ زمن سحيق حتى انتهى إلينا، وذلك خلال مدة تزيد على (13 مليار عام). وهو يكشف عن ان الكون قد بدأ ساخناً ثم تمدد ونما في الحجم حتى برد شيئاً فشيئاً بدلالة هذا الاشعاع الكوني الذي وصلنا. فهو الاثر البارد لآخر اشعاع تشتت بواسطة الالكترونات في حقبة اعادة الاتحاد الذري³.

أما لماذا لم يصلنا هذا الاشعاع منذ بدء الانفجار العظيم؟ فسبب ذلك يعود إلى انه لم يُتخ له التحرك بحرية بداية نشأة الكون بسبب معوقات التفطيت الاشعاعي، وذلك قبل تشكل الذرات والمادة. ومعلوم انه خلال دقائق محدودة من عمر الكون تكونت أنوية العناصر الخفيفة ضمن ما يسمى بالتخليق النووي البدائي (Primitive nucleosynthesis). فقد كانت الحرارة والكثافة الجسيمية

¹: نظرية الكمية، ص176.

²: برايان غرين: الكون الأنيق: الأوتار الفائقة والأبعاد الدفينة والبحث عن النظرية النهائية، ترجمة فتح الله الشيخ، مراجعة أحمد عبد الله السماحي، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، الطبعة الأولى، 2005، ص380-381، عن

الموقع الإلكتروني: www.4shared.com

³: انظر: نظرية الكمية، ص176. وعلم الكونيات، ص64 و105.

وقت الانفجار العظيم عالية جداً، وكانت الفوتونات تواجه مشكلة في حركتها لشدة صدامها بفعل هذه الكثافة الجسيمية، حيث يجد الفوتون في طريقه الكثير من الإلكترونات الحرة أو المتأينة التي تعمل إما على امتصاصه أو نثره وتشتيته. فكان الحال أشبه بثقب أسود يمنع فوتونات الضوء من التحرر، فلكونها ذات طاقة ضخمة؛ اتصفت بهيجان عشوائي عنيف منعت من خلاله أي فرصة لتخليق الذرات، وذلك بفعل اصطداماتها العنيفة بالإلكترونات وغيرها. لهذا كانت الهيمنة والغلبة للإشعاع على المادة لتفتيته لها ومنعها من التجمع والتماسك. لكن مع مرور الزمن ضعفت طاقة الفوتونات من أن تمنع تجمع المادة وإيقاف التآين، واختفت بذلك الإلكترونات الحرة بعد أن صارت أنوية العناصر الخفيفة تقتنصها لتشكل بذلك أولى الذرات المتعادلة الشحنة.

ويؤرخ لهذه الحقبة عادة بحوالي (380 ألف عام) بعد الانفجار، وذلك عند درجة حرارة منخفضة تقدر بحوالي (3000 كلفن). ويعتبر هذا الزمن مفصلياً بعد الدقائق المحدودة من عمر الكون. فهو يشير إلى الانتقال من عصر طغيان الإشعاع إلى عصر طغيان المادة. فبحسب التقديرات الفيزيائية أنه لم يحصل آنذاك شيء ذو أهمية يمكن أن يشار إليه بعد هذه الدقائق، إلى أن حلت تلك الحقبة المفصلية التي كان فيها الكون أصغر مما هو عليه اليوم بحوالي ألف مرة وأشد كثافة بمليار مرة. وقبلها كان الكون معتماً ومليئاً بحساء متأين وخليط من المادة والإشعاع ذي الطاقة العظيمة من دون تمايز، ثم أصبح الكون منذ تلك الحقبة شفافاً أمام الأشعة المتحررة من العتمة الخانقة، والتي وصلتنا منهكة الطاقة على هيئة إشعاع الخلفية الكونية، فيما تركت خلفها الذرات الأولية لتتجمع وتتماسك تبعاً لجاذبية بعضها للبعض الآخر، فتكونت منها المجرات ومن ثم عناقيدها بالتدرج. وبذلك تمت هيمنة المادة وغلبتها بكثرة ما أنتجته من المجرات وشرائطها العنقودية.

لقد أعتبر إشعاع الخلفية الكونية أقوى دليل على نظرية الانفجار العظيم، حيث أستبعد أن يكون مصدره نابعاً من مجرتنا، باعتباره يتصف بالانتظام، في حين أن أشعة مجرتنا ليست منتظمة، أو أن درجة الانتظام فيها ليست موزعة بالتساوي في السماء. وعليه استنتج الفيزيائيون أن هذا الإشعاع يأتي من خارج مجرتنا باعتباره متماثلاً في جميع نقاط الأرض ولا يتأثر بالفصول ولا بالليل

والنهار.

ورغم ان الفيزيائيين اعتبروا اكتشاف اشعاع الخلفية الكونية خلال منتصف الستينات أعظم دليل على نظرية التوسع الكوني، لكنهم واجهوا فيما بعد صعوبة في تفسير حالة الكون غير المتجانسة. فرغم ان صفات هذا الاشعاع تبدي دلالة على التوسع الكوني؛ لكنها في الوقت ذاته لا تتسق مع ما يتصف به الكون من عدم التجانس. فهناك مناطق مكتظة بالمجرات وعناقيدها، فيما هناك مناطق أخرى فارغة، فكيف يمكن تفسير وجود هذه التجمعات الضخمة من دون ان يكون هناك شيء من الأثر الحاصل على الخلفية الاشعاعية؟ لذا لا بد من افتراض شيء من التفاوت في الكثافة لدى بداية الكون لتبرير صنع المجرات وعناقيدها الضخمة، وبالتالي يلزم ان ينعكس هذا الحال من التفاوت على اشعاع الخلفية الكونية الذي وصلنا.

هكذا يلاحظ ان الأشعة الخلفية التي جعلها الفيزيائيون أعظم دليل على نظرية التوسع هي ذاتها أثارت أمامهم – فيما بعد - مشاكل لم يتمكنوا من حلها. ففي البداية وجدوا في تجانس هذه الأشعة ضالتهم المنشودة؛ فهللوا لهذا الاكتشاف باعتباره الدليل الذي كانوا ينتظرونه للعودة بهم إلى بداية الانفجار العظيم قبل تكون المجرات والمادة. لكنهم واجهوا فيما بعد مشكلة تتعلق بأن هذا الدليل ينبئ بكون مبكر متجانس تماماً طالما ان الاشعاع الذي اكتشفوه يتصف بالتجانس، وهو بهذا الحال عاجز عن ان يفسر كيف ظهرت المجرات الضخمة من كون متجانس؟ وهذا ما دفع الفلكيون إلى ان يبحثوا عن شيء مخالف لما ارادوه في البداية. فقد كان تجانس الاشعاع الخلفي ضالتهم على التوسع الكوني، فيما تمنوا بعد ذلك ان يعثروا على أشعة خلفية تظهر بعض الفروقات التي يمكن من خلالها تفسير صنع المجرات.

لقد تغيرت ملامح نظرية الانفجار العظيم من اطارها القديم المتمثل بالتوسع الكوني إلى اطار جديد مفترض سمي بالتضخم الكوني (Cosmic inflation)، وقد بدأ طرح هذا الاطار الجديد في مطلع ثمانينات القرن الماضي، وهو يتنبأ بوجود مثل تلك الفوارق لدى اشعاع الخلفية الكونية. لكن كلما بحث الفلكيون من خلال الاقمار الصناعية وغيرها وجدوا ان الخلفية الاشعاعية ما زالت تنبؤهم بالتجانس مع فروقات ضئيلة جداً لا تقوى على تفسير هذه المجرات وعناقيدها الضخمة، كما سنعرف لاحقاً..

3- العناصر الخفيفة

هو دليل يتعلق بصنع العناصر الخفيفة خلال دقائق محدودة من عمر الكون، وهي ثلاثة: الهايدروجين والهليوم والليثيوم. أما العناصر الأثقل منها فتكونت جميعها بعد نشأة النجوم واستقرارها، إذ افترضت نظرية الانفجار العظيم ان الكون مكّون في الأساس من الهايدروجين وبحوالي (23%) من كتلة الهليوم. وقد قدّر الفيزيائي النظري ستيفن هوكنج ان هذا الحساب صحيح¹، لكننا سنجد بعض الاختلافات في التقدير والحساب. وبحسب الفيزيائي النظري جم بيبلز (Jim Peebles)؛ كان الكون في الدقائق الثلاث الأولى مليئاً بالإشعاع الذي يمنع من تشكل زيادة هامة في العناصر الأثقل من الهايدروجين². فهذا الإشعاع كان يملأ الكون وله حرارة مكافئة بالغة الارتفاع، وطول موجته قصيرة جداً. لكن درجة حرارته المكافئة أخذت بالهبوط مع توسع الكون باستمرار؛ إلى ان ظهر حالياً على شكل ضجة خلفية راديوية تملأ جميع الاتجاهات بالشدة نفسها. ولاحظ بيبلز انه لو لم توجد خلفية شديدة للإشعاع خلال الدقائق الأولى للكون لحدثت التفاعلات النووية بسرعة تكفي لأن يتحول قسم كبير من الهايدروجين إلى عناصر أثقل، وهو خلاف الواقع، حيث تشكل كتلة الهايدروجين حوالي ثلاثة أرباع مادة الكون، وعدد ذراته حوالي (90%).

وتم افتراض ان تكون بعض النظائر الخفيفة للعناصر (Isotopes of the light elements) قد تشكلت قبل تكون المجرات والنجوم بزمن بعيد طبقاً لهشاشتها وانها تحتاج إلى حرارة قوية للتكون، كما هو الحال مع الديوتيريوم (deuterium) الموجود بقلّة في الكون مقارنة بالعناصر الخفيفة الأخرى، وهو هايدروجين ثقيل يتكون من النيوترون المتحد مع البروتون. إذ لوحظ بأن نواة الديوتيريوم هشة لا يستقر صنعها في النجوم، خلافاً للهليوم والليثيوم. فما يجري في النجوم هو تدمير الديوتيريوم بمعدل يفوق معدل انتاجه، لأن المجالات الإشعاعية القوية داخل هذه الأجرام تكسّر الديوتيريوم إلى مكوناته الأصلية من البروتونات والنيوترونات. ويفهم من ذلك انه لا بد ان تكون وفرة هذا العنصر قد تم تخليقها قبل ولادة النجوم والمجرات. فعند بداية الكون الحارة جداً كانت أنوية الديوتيريوم المخلّقة تتمزق وتتفكك بفعل الإشعاع إلى بروتون

¹: ستيفن هوكينج وليونارد مولدينوو: التصميم العظيم، ترجمة ايمن احمد عياد، دار التنوير، بيروت، الطبعة الأولى، 2013م، ص158.

²: إذ يُفترض انه لم يتكون خلال هذه الدقائق غير العناصر الخفيفة الثلاثة فحسب.

ونيترون منفصلين. وهكذا تُدمّر هذه الأنوية بمجرد تخليقها، ويطلق على ذلك اسم عنق زجاجة الديوتيريوم (deuterium bottleneck). وما دام هذا الاختناق المروري النووي موجوداً فإنه لا يمكن تخليق أي ذرة هليوم. وبحسب الفيزيائي النظري بيتر كولز (Peter Coles)؛ انه عندما قلّت درجة حرارة الاشعاع عن المليار كلفن فإنه لم يكن للاشعاع القوة الكافية لتفكيك الديوتيريوم. لكن في حساب آخر، كالذي سجّله ستيفن واينبرغ (Steven Weinberg) من قبل، ان ذلك قد حصل عندما كانت درجة الحرارة لا تقل عن ثلاثة مليارات كلفن¹. وفي البداية تتم عملية خلق (الهليوم -3) من خلال تلاحم ذرتي الديوتيريوم مع اطلاق نيترون، ثم يستطيع هذا الهليوم اقتناص نواة الديوتيريوم وتكوين ذرة (هليوم -4) مع اطلاق بروتون، وهو الهليوم المتوفر في الطبيعة بما تساوي كتلته بحسب بعض التقديرات (25%) مع بقاء آثار بسيطة للديوتيريوم و(الهليوم -3)².

لقد كان تأثير القوة النووية الشديدة (strong nuclear force) خلال الدقيقتين الأوليين من عمر الكون بارزاً في تكوين أنوية الهيدروجين وغيرها. فبعد دقيقة واحدة بدأ الكون يبرد بما يكفي لاندماج البروتونات والنيوترونات مكونة أنوية الذرات. وأول ما نشأ من الأنوية هي تلك المتعلقة بالديوتيريوم، حيث فيه بروتون واحد مع نيترون واحد. ولما انخفضت الحرارة لما دون عتبة الاندماج النووي كان قد نتج هليوم واحد مقابل عشرة أنوية للهيدروجين، وقليل جداً من عناصر أخرى. أي تمخضت العملية عن تكوين (90%) من عدد أنوية الهيدروجين مع (10%) من الهليوم وعدد قليل جداً من الديوتيريوم والتريتيوم والليثيوم. وسبب توقع هذا التقدير يعود إلى وجود هذه النسبة في النجوم، فعشر مكوناتها من الهليوم³. وهناك نسبة ضئيلة جداً من الهليوم أخذت تتخلق في هذه الأجرام السماوية نتيجة الاندماج النووي للهيدروجين، حيث يميل الديوتيريوم إلى الاندماج فيها بسرعة إلى الهليوم إن لم يتحطم بفعل الاشعاعات النجمية المتوالية.

¹: الدقائق الثلاث الأولى، ص122.

²: علم الكونيات، ص66-67.

³: حافة العلم، ص60. والبدائيات، ص31 و58.

الفصل الثاني: مشاكل التنبؤ والرصد الفلكي

معظم المشاكل إما لها إجابات عديدة أو ليس لها إجابة. فقط عدد قليل من المشاكل التي لها إجابة واحدة.

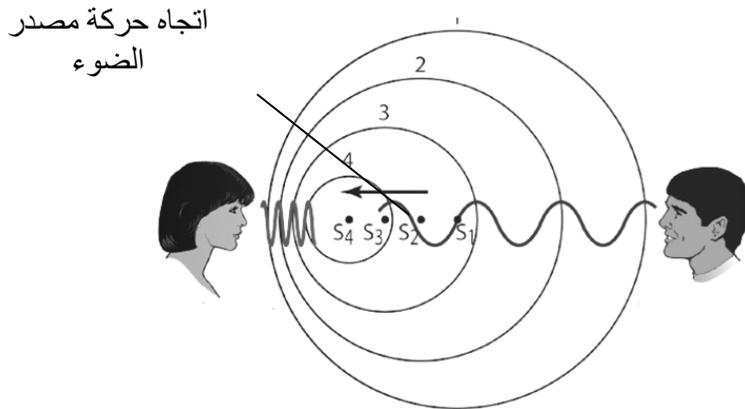
إدموند سي. بيركلي Edmund C. Berkeley (1909-1988)، نظري في علم الحاسوب.

يمكن تصنيف المشاكل المتعلقة بنظرية الانفجار العظيم إلى صنفين مترابطين، أحدهما مناط بالتنبؤات القائمة على الأرصاد والملاحظات الفلكية، فيما يرتبط الثاني بالتفسير النظري للظواهر الكونية الكبرى. وسوف نتحدث عن كلا هذين الصنفين من المشاكل خلال هذا الفصل وما بعده..

فسبق ان عرفنا ان أدلة النظرية المتعلقة بالصنف الأول من المشاكل هي ثلاثة: دليل الازاحة الحمراء واشعاع الخلفية الكونية والعناصر الخفيفة. وجميعها لا يخلو من خلل وثغرات كما يتبين كالتالي..

أ. الازاحة الحمراء

يعتمد دليل الازاحة على ظاهرة دوبلر وفقاً للانحراف نحو الطرف الأحمر لضوء الطيف عندما تكون النجوم والمجرات مبتعدة عنا، كالذي مرّ علينا في السابق.



يتحوّل الضوء المنبعث من الجسم المتحرك بعيداً عن الراصد إلى ترددات أقل، أي انزياح نحو الطرف الأحمر من طيف الضوء. أما الضوء المنبعث من الأجسام التي تقترب من الراصد، فيتحوّل إلى ترددات أعلى، أي انزياح نحو الطرف الأزرق من الطيف، وهذا تطبيق لظاهرة دوبلر (في الموجات الصوتية) على الموجات الضوئية.

هو الوحيد المسبب للازاحة الحمراء، فهناك أسباب أخرى تسبب الانحراف اللوني المذكور من دون ان يكون لها علاقة بالابتعاد. فقد تحصل هذه الازاحة بسبب تقدم العمر ولا علاقة لها بمفعول دوبلر. كما قد تحصل لوجود غبار يسبب عتمة النجم بدل التعويل على كون النجم بعيداً، تماماً مثلما تحمرّ الشمس والقمر بسبب الغبار في الغلاف الجوي. ويعتقد الفلكيون بأن أغلب الخطوط الطيفية الخاصة التي رصدت تعود إلى وجود غاز منتشر ورقيق جداً يُظهر الانحراف نحو الأحمر. كما قد يحصل هذا الانحراف بسبب حقل الجاذبية الشديدة التي تنهك طاقة الضوء المغادر منها، كالثقوب السوداء هائلة الحجم في مراكز بعض المجرات¹. هذا بالإضافة إلى وجود أسباب أخرى - قد يكون لها صلة بالفيزياء النووية - تعمل على توليد الازاحة الحمراء وليس بسبب الابتعاد والسرعات المتفاوتة.

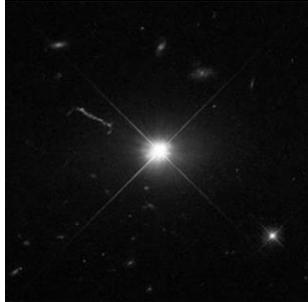
وطبقاً لما سبق شكك عدد من الفلكيين البارزين في ان يكون لهذه الظاهرة صلة بمفعول دوبلر أو بتوسع الكون. واغرب ما في الأمر هو ان هابل نفسه صاحب الاكتشاف المتعلق بهذا الصدد كان كثير التشكك فيما تعنيه الازاحة الحمراء، ففي أواسط الثلاثينات من القرن الماضي انهمك في جدل محتدم مع عدد من علماء الكون النظريين بشأن التفسير المناسب لانزياح طيف الضوء الوارد من المجرات الهاربة نحو الأحمر. فقد كان هابل يشعر بأن قياسات هذا الانزياح لم تكن جديرة بالثقة بسبب الإحكام الذي يجب القيام به لمعادلة نقصان طاقة الضوء الوارد من المجرات المرصودة، فهذا النقصان يجعل الضوء يبدو أكثر وهنا مما يمكن ان يكون. وعليه رفض ان يفسر الازاحة الحمراء كدليل على ابتعاد المجرات عنا بسرع أقل من سرعة الضوء، وقد أدى به الرفض المشار إليه (عام 1936) إلى الاستنتاج القائل بأن المجرات ساكنة بلا توسع، فتعرض استنتاجه إلى هجوم من قبل العديد من علماء الكون النظريين، رغم ان أعمال هابل الرصدية كانت موضع ثقة واعتماد من دون اعتراض². وهو موقف يذكر بالمنقول - لدى بعض المذاهب الاسلامية - عن وصية الامام الحسن العسكري في بني فضال من الشيعة الفطحية: خذوا ما رووا وذرّوا ما رأوا..

¹: جورج جونسون: بحث في نظام الكون، ترجمة أحمد رمو، منشورات وزارة الثقافة السورية، ص53-55، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com. وكارل ساغان: الكون، ترجمة نافع ايوب لبس، مراجعة محمد كامل عارف، سلسلة عالم المعرفة (178)، 1993م، ص212-213.
²: قصة الفيزياء، ص372.

ومن هذه التشيكيات ما أشار إليه الفلكي الأمريكي البارز هالتون آرب (Halton Arp)؛ من وجود تجمعات مجرية في السماء يشعّ بعضها انحرافات طيفية مختلفة جداً عن البعض الآخر، فإذا كانت متجمعة مع بعض فانه يصعب ان تكون سرعاتها مختلفة للغاية، كما لا يمكن افتراض ان تكون المسافات بينها شاسعة.

وعلى هذه الشاكلة اكتشف الفلكي الاسترالي برين شميدت Brian Schmidt (عام 1964)؛ ان لبعض أصناف الأجرام مظهر النجوم؛ إلا انها تظهر انحرافات طيفية هائلة نحو الأحمر قد تبلغ (300%)، وهي تعني انه اذا كانت هذه الأجرام بعيدة جداً إلى الحد الذي يشير إليه انحرافها فلا بد من ان تشع طاقة هائلة خارقة. ويصعب في هذه الحالة تعيين العلاقة بين السرعة والمسافة لشدة البعد. ويطلق عليها أشباه النجوم أو الكوازارات (Quasars). فهي أجرام يُفترض انها بعيدة جداً عنا، بل هي أبعد النجوم وفي غاية اللمعان والضياء، إلى درجة ان الكوازار الواحد يعادل ضياء (100 مجرة)، لذلك لا يُعرف لحد الآن مصدر هذه الطاقة الضخمة، فلا يُعرف عن حقول القوى أو الجسيمات التي يمكن ان تفسر منابع الطاقة المركزة كهذه. ومن الكوازارات ما يصل بُعده إلى (10 مليار سنة ضوئية)، ويزداد عددها كلما كانت أكثر بعداً عنا¹.

وفي مطلع ثمانينات القرن الماضي وجد الفلكيون ان اعتمادهم على القياسات النسبية الخاصة لاينشتاين، الازاحة الحمراء تجعلهم ينتهكون أحياناً السرعة الثابتة للضوء كصورة كوازار 3C 273 مأخوذة النسبية الخاصة لاينشتاين، الكوازارات تبعث على بأسرع من الضوء، وهذا ذلك ويعتبر الكون أصغر



¹: الدقائق الثلاث الأولى، ص 42-41. وقصة الفيزياء، ص 368.

انه لم يقترح أحد – آنذاك- الانقلاب على نظرية النسبية الخاصة في دعواها بثبات سرعة الضوء¹، وتم رفض أي سرعة مع الأخيرة واعتبارها من الاوهام البصرية، كما هو الحال فيما يخص بعض الكوازارات النفاثات الفائقة السطوع².

وهناك من نقد طريقة هابل وما توصل إليه من نتائج قبل تشكيكه فيها، ومن هؤلاء الفيزيائي الأمريكي الشهير ستيفن واينبرغ الذي شكك فيما توصل إليه الأول من ارتباط بين المسافات والسرعات المجرية. وأشار إلى انه في (عام 1929) قدر هابل المسافة لثمانية عشرة مجرة فقط اعتماداً على التألق الظاهري لأكثر نجومها لمعاناً، ووازن بين هذه المسافات والسرعات الموافقة لها تبعاً لانحرافات دوبلر، واستنتج بأن هناك علاقة خطية بينهما. فهذه هي نظرية هابل التي اعترض عليها واينبرغ قائلاً: «الحقيقة ان فحص المعطيات التجريبية التي كانت بحوزة هابل تجعلني في حيرة حول الطريقة التي استطاع بها ان يتوصل إلى هذا الاستنتاج، اذ يبدو انه ليس ثمة ارتباط بين المسافات وبين السرعات المجرية، هذا فيما عدا ميل خفيف إلى تزايد السرعات مع المسافات. في حقيقة الأمر يجب ان لا نتوقع علامة تامة بين المسافات والسرعات من اجل ثمانية عشرة مجرة، وان هذه المجرات قريبة جداً منا، اذ لا يبعد كل منها أكثر من كومة العذراء (Virgo Supercluster). ويصعب علينا ان لا نخلص من ذلك ان هابل كان قد عرف الجواب الذي كان يريده، باعتماده على الحجج البسيطة التي سقناها اعلاه، أو على التفصيلات النظرية التي ترتبط بها»³.

ومعلوم ان ثابت هابل وقانونه يتضمنان بعض المشاكل والانحرافات. فعلاقة القانون بالتمدد لا تصح بدرجة مثالية إلا بالنسبة للأجرام المتحركة داخل كون متجانس ومتوحد الخواص. لكن الكون ليس متجانساً تماماً، لذا فبعض المجرات تحيد عن تدفق هابل (hubble flow) وهو ما يسبب التششت. وعليه اذا كانت علاقة السرعة بابتعاد المجرات تزودنا بثابت هابل، ففي

¹: ما مذكور ينافي ما اقترحه الفيزيائي النظري آلان جوث من سرعة التمدد الأولية للكون بما يفوق سرعة الضوء بكثير. لكن الفيزيائيين النظريين قاموا بتبرير نظرية جوث من خلال تأويل فرضية اينشتاين حول السرعة القصوى للضوء وتقييدها ضمن السرعات الخاصة بالجسيمات دون تمدد الكون أو الفضاء، دفعاً للمفارقة والتناقض، كما سنعرف لاحقاً.

²: بحث في نظام الكون، ص55.

³: الدقائق الثلاث الأولى، ص38-39.

المقابل ان الانحرافات عن هذه العلاقة تقتضي تقوس الفضاء¹.

لقد تعرض ثابت هابل إلى الكثير من التغير والتبديل نتيجة المزيد من الاكتشافات والملاحظات الرصدية. وفي البداية كان قياس هذا الثابت وبالاً على اكتشافات هابل نتيجة بعض الأخطاء، فخلال الثلاثينات والاربعينات من القرن الماضي تم قياس هذا الثابت بحوالي (170 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية من المسافة. لكن سرعان ما تبين بأن هذا التقدير خاطئ، وأنه على أساسه يكون عمر الأرض أكبر من عمر الكون بأكثر من ضعفين. وتبين فيما بعد ان تقدير ثابت هابل هو أقل بكثير مما كان يتصور كما سبق ان عرفنا، ومع ذلك نجد تقديرات مختلفة حوله، اذ كان يُقدر بحوالي (15 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية، حيث قاس الفلكيون أبعاد المجرات البعيدة بعشرة أمثال ما قدره هابل، وهكذا أصبح الثابت يساوي (15 كم في الثانية) لكل مسافة مليون سنة ضوئية، ورغم ان هذه النتيجة تبدي بأن عمر الكون سيساوي (20 مليار سنة)، وهي اقصى ما توصل إليه الفيزيائيون وفق هذا الثابت؛ إلا ان ستيفن واينبرغ اعتبر عمر الكون الحقيقي أقل من هذه المدة التقديرية، لأن المجرات لا تمتلك السرعة ذاتها دائماً، بل ان حركاتها تباطأت تحت تأثير جاذبيتها المتبادلة². كما تمّ تقدير ذلك الثابت بأنه (16 كم في الثانية)³. وبحسب التقديرات الحديثة طبقاً لبيانات مسبار ويلكينسون (WMAP) المقدمة لعام 2010، فإن ثابت هابل يساوي ما يقارب (70 كم في الثانية) لكل مليون فرسخ فلكي، أي أنه يساوي حوالي (21 كم في الثانية لكل مليون سنة ضوئية)⁴. وحالياً هناك من حدده بمقدار (66.5 كم في الثانية) لكل ميگا فرسخ فلكي، أي لكل (3.26 مليون سنة ضوئية)، وآخر حدده بمقدار (73 كم في الثانية)، كما هناك من قدره بأنه يتراوح اجمالاً بين (60-70 كم في الثانية) لكل ميگا فرسخ فلكي⁵، وآخر قدره بأنه يتراوح بين (70-75 كم في الثانية)... الخ. فهذه التقديرات خاضعة للمراجعة بين حين وآخر اعتماداً على اكتشاف المزيد من المجرات وأبعادها وتقدير سرعاتها.

¹: علم الكونيات، ص52. والبدايات، ص66.

²: الدقائق الثلاث الأولى، ص39-41.

³: قصة الفيزياء، ص372.

⁴: انظر حول ذلك:

http://en.wikipedia.org/wiki/Wilkinson_Microwave_Anisotropy_Probe

⁵: علم الكونيات، ص57 و58.

إن كل ذلك ينعكس على اختلاف التقادير المتعلقة بقياس عمر الكون، وكذلك الكثافة الحرجة (critical density) إلى درجة التخبط. فقد قُدرت الكثافة الحرجة بأنها تتناسب مع مربع ثابت هابل مقسوماً على ثابت الثقالة الكوني (Cosmic gravity constant)، فمثلاً لو كان هذا الثابت عبارة عن (16 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية فستكون الكثافة الحرجة عبارة عن (4.5×10^{-30}) غرام سم³، أي بروتون واحد لكل (400000 سم³) من الفضاء¹. أما عندما يتغير هذا الثابت فإن الكثافة الحرجة ستتغير كذلك. وبالتالي تبقى النظريات الفلكية وعلم الكونيات في تغير وعدم استقرار مع أي اكتشاف جديد.

وننتهي مما سبق إلى انه لا يمكن التعويل على الازاحة الحمراء ولا على ظاهرة دوبلر في تبيان التوسع الكوني المفترض.

كذلك فإن تباعد المجرات عن بعضها البعض لا يدل على نظرية الانفجار العظيم. فكثافة المجرات تعتبر ضئيلة جداً مقارنة بحجم الفضاء المنظور، وفي بعض التقديرات انها لا تزيد على (10%) من الفضاء الكوني المرصود. وبالتالي اذا كانت نظرية الانفجار صحيحة؛ فلا بد من اثبات تباعد سحب البلازما والغازات التي تملأ هذا الفضاء.

ولو عولنا على النسبية العامة لاقتضى ذلك صعوبة أخرى، وهي اثبات تمدد الفضاء ذاته كوعاء هندسي. لكن كيف يمكن اثبات ذلك؟ اذ نعتقد ان الفضاء كوعاء مكاني لا يخضع للتمدد والتقلص والتغير، فكل ذلك نعتبره من المحالات العقلية، وكتعويض عنه يمكن افتراض شيء ما كالأثير هو الذي يتمدد ضمن الفضاء، ويصبح له ذات الخواص الفيزيائية التي تعزى عادة لهذا الوعاء أو الفضاء، ومن ذلك التمدد والتقلص وحمل الطاقات الضخمة كالتي تبشر بها ميكانيكا الكوانتم، فكل شيء يصبح اسير هذا الأثير الكوني، مع ضرورة الحفاظ على وجود المكان من دون خصائص فيزيائية معينة سوى كونه وعاءاً صرفاً ذا ثلاثة أبعاد.

علماً بأن الفيزياء الحديثة قد شهدت تبادل أدوار في الخصائص الفيزيائية بين الأثير والوعاء المكاني. ففي الماضي كانت فكرة الأثير هي السائدة وفقاً

¹: قصة الفيزياء، ص375.

للمنموذج النيوتني، ثم أعقبتها فكرة الوعاء تبعاً للنموذج الاينشتايني. ورغم ذلك بقي عدد من العلماء البارزين غير مقتنعين بما قدمه اينشتاين من رفض فكرة الأثير، وكان على رأس هؤلاء الفيزيائي الشهير هندريك لورنتز (Hendrik Lorentz). بل ان اينشتاين نفسه قد تحدّث في النسبية العامة عن الفضاء كما لو انه الأثير ذاته من دون مايزر. فمن وجهة نظره ان هناك شيئاً ما غير مرئي، وهو حقيقي موجود يعمل على حدوث التسارع، ومن ثم فالأثير موجود، وفي نص له (عام 1920) يعترف ان بدونها لا يمكن تفسير معايير المكان والزمان والفواصل الزمكانية. كما كتب إلى لورنتز (عام 1916) قائلاً: «اتفق معك في ان النظرية العامة للنسبية تعترف بفرضية الأثير»¹.

وعلى هذه الشاكلة صرح الرياضي الشهير بول ديراك (Paul Dirac)؛ بأن هناك أسباباً معقولة لتقبّل فكرة الأثير، وان النظرية النسبية لم تستبعده. وكما قال (عام 1951): «اذا فحصنا المسألة فحصاً جديداً في ضوء معارف راهنة، فاننا نجد ان الأثير لا تستبعده النظرية النسبية أبداً، وان ثمة امكاناً في أيامنا هذه لتقديم أسباب وجيهة للتسليم بوجوده»².

واليوم ان الذين عولوا على الفضاء اللامتناهي لا يسعهم منح هذا الفضاء الخصائص الفيزيائية من التمدد والتقلص والتغير، واذا كان لا بد من وجود هذه الخصائص فينبغي ان تكون للأثير وليس للفضاء أو الوعاء المكاني الصرف؛ دفعاً للمفارقات والتناقضات..

ب - اشعاع الخلفية الكونية

لقد واجهت نظرية الانفجار العظيم معضلة كبيرة تتعلق بالمجرات وعناقيدها الضخمة، فكيف أمكن لهذه التكتلات ان تتكون وتتجمع مع بعض في ظروف يفترض انها كانت متجانسة وفي فترة زمنية قصيرة غير كافية لتكوين هذه التكتلات؟ فالمفترض في مثل هذه الحالة ان يكون الكون مليئاً بطبقة رقيقة من غاز الهايدروجين والهليوم وليس المجرات والنجوم. وهذا ما سنلقي عليه

¹: للتفصيل انظر الفصل السادس من كتابنا: منهج العلم والفهم الديني، مؤسسة الانتشار العربي، بيروت، 2014م.
²: إيمر لاکاتوس: تاريخ العلوم ومنهجيتها، ترجمة وجيه اسعد، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، 2011م، ص190.

الضوء فيما بعد. لكن ما يهمنا هنا هو ان تخلق المجرات يقتضي ان يسبقه تفاوت في الكثافة المادية التي تعمل على تهيئة صنع هذه الهياكل الضخمة. لذا نسأل: ما هو الدليل على مثل هذا التفاوت؟ وهو الاثر الذي يفترض ان يظهر كبصمة في اشعاع الخلفية الكونية، ومن دونه فلا دليل على التوسع الكوني ولا الانفجار العظيم.

وهنا تأتي أهمية اشعاع الخلفية الكونية، فمن خلاله برزت آثار نظرية الانفجار العظيم وتصورات ما كان عليه العالم في بداية التشكلات الكونية وتطوراتها، وعلى رأسها عملية صنع الذرات والمجرات. فقد ترسخت كل هذه المعلومات المكتشفة عن تاريخ الكون عبر البيانات المستمدة من رصد هذا الاشعاع الاحفوري.

هكذا ادرك أصحاب نظرية الانفجار العظيم انه لا بد من ان تظهر آثار من البقع الساخنة على اشعاع الخلفية الكونية، فهي تمثل علامة للدلالة على التكتلات المادية في الماضي السحيق. فلهذا الاشعاع أهمية عظيمة، حيث من خلاله تتم دراسة تشكل المجرات والماضي البعيد، فبعض المناطق حارة فيما البعض الآخر باردة أو أقل حرارة، كما انه يحدد لنا المناطق ذات الكثافة العالية مقارنة بالاقل منها، حيث يتولد في بعضها فوتونات أكثر من البعض الآخر، فتكون أكثر كثافة وحرارة، وهو ما ينعكس على اشعاع الخلفية الكونية، باعتباره انعكاساً للماضي ويحمل آثار الكون البدائي. فهذا هو المقصود من عدم تجانس الاشعاع وتناسقه، وهو الفرض الذي عولت عليه نظرية التضخم الكوني كشرط من شروط صحتها، واصلاح لما كانت عليه نظرية الانفجار في نسختها الأولية (initial version)، اذ لم تضع في الحسبان ان صنع المجرات يقتضي وجود تكتلات مادية سابقة في زمن مبكر جداً من تاريخ الكون. وعليه تداركت نظرية التضخم هذا الحال، بل وقبل ذلك كان هناك احساس لدى بعض علماء الكون النظريين بضرورة وجود تكتلات متفاوتة الكثافة تسبق عملية تكوين المجرات، ومن ثم لا بد من ان يظهر ذلك كبصمة في اشعاع الخلفية الكونية.

لكن ما تفاجأ به الفلكيون هو انه لا توجد مثل هذه التكتلات القوية للاشعاع، كما سنرى..

أما ما توقعه علماء الكون النظريون فهو عدم تماثل شدة الاشعاع في جميع النواحي، إذ قد تحدث تقلبات (fluctuations) في هذه الشدة يصحبها تغيرات صغيرة في هذا الاتجاه أو ذاك، وتنشأ هذه التقلبات عن الطبيعة الحبيبية للكون لحظة بث الاشعاع، خاصة عند بداية تشكل المجرات مثلاً. كما توجد حالات عارضة تجعل شدة الاشعاع غير متماثلة لاعتبارات مختلفة، فمثلاً ان بسبب حركة الأرض بالنسبة إلى بقية الكون تتغير شدة الاشعاع قليلاً في السماء. فالارض تدور حول الشمس بسرعة (30 كم في الثانية)، والمجموعة الشمسية تدور بسرعة تقارب (250 كم في الثانية). ولو ان سرعة الأرض تعادل (300 كم في الثانية) بالنسبة إلى التوزيع الكوني للمادة، وبالتالي بالنسبة إلى الخلفية الكونية، فإن طول موجة الاشعاع الواصل نحو الأرض امام حركتها أو خلفها سيزيد أو ينقص بتلك النسبة إلى سرعة الأرض، أي ان مقدار التغير يساوي: (0.1%)، لذا تتغير درجة حرارة الاشعاع¹.

لقد قيست درجة حرارة الاشعاع (عام 1965) فبدت متوحدة الخواص في السماء، ولاحقاً تم اكتشاف ان ثمة تفاوتاً واسع النطاق في درجة الحرارة عبر السماء يبلغ جزءاً واحداً في الالف (1\1000)، وهو ما يعرف بتأثير دوبلر الذي يسببه دوران الأرض حول نفسها عبر المجال الاشعاعي المتخلف عن الانفجار العظيم، اذ تبدو السماء أكثر دفئاً بقليل في الاتجاه الذي نتحرك صوبه، فيما تبدو أبرد قليلاً في الاتجاه الذي نبتعد عنه. لكن اذا نحينا هذا التفاوت جانباً والذي يطلق عليه (ثنائي القطب)، فسيبدو الاشعاع وكأنه يأتي على نحو متساو من كل الاتجاهات. ولوقت طويل والمنظرون يشككون في وجود بنية في اشعاع الخلفية الكونية المايكروني على صورة أنماط متذبذبة من البقع الحارة والباردة.

لقد اقتضى تشكل المجرات والعناقيد الضخمة ان تسبقه تكتلات صغيرة بداية نشأة الكون، ويفترض ان تنطبع على اشعاع الخلفية الكونية بصورة ذبذبات أو تقلبات. وبدأ الوعي بذلك منذ (عام 1967) لدى كل من بيبلز وجوزيف سلك (Joseph Silk)؛ الذين اعتقدا بأن وجود تكتلات بدائية متفاوتة قبل صنع المجرات ينبغي ان تُرى كتقلبات في السطوع أو درجة الحرارة لدى اشعاع الخلفية الكونية، فلا بد من ان تكون درجة الحرارة أو السطوع لدى هذا

¹: الدقائق الثلاث الأولى، ص85-86.

الاشعاع غير موحدة أو منتظمة. وفي (عام 1970) تم حساب الاختلاف في الحرارة فتبين انه ينبغي ان تكون (5 أو 6) أجزاء من الالف. لكن لم تكن القياسات في ذلك الوقت دقيقة بما يكفي لاختبار هذا التوقع. وفي (عام 1973) كشف الراصدون عن ان هذه الاختلافات ليست بأكثر من جزء من ألف (1000\1). وطوال السبعينات فإن الراصدين الفلكيين يخفّضون باستمرار هذه التباينات حتى انها تكاد لا توجد أو انها ضئيلة للغاية. وقد انعكس هذا الفعل على عمل المنظرين في تعديل نظرياتهم تبعاً لهذه الحدود التباينية.

وفي النهاية ادرك المنظرون بأن هناك القليل جداً من المادة التي لا تكفي لصنع المجرات استناداً إلى حاجتها للجاذبية القوية، وبالتالي حاجتها إلى مادة كثيرة، في حين ان كثافة المادة التي قاسها الفلكيون آنذاك تعادل ذرة واحدة لكل عشرة امتار مكعب فقط. ولا تكفي هذه الكمية الضئيلة لتكوين التكتلات القادرة على صنع المجرات بداية نشأة الكون، وعليه كانت الحاجة إلى مائة ضعف ذلك المقدار من المادة لتتاح الفرصة لصنع المجرات عبر الجاذبية. إذ تُقدر كثافة المادة في هذه الحالة بحوالي عشرة ذرات لكل متر مكعب، فهذا ما يمكن ان يوقف التوسع لتمكن المجرات من التشكل عبر الجاذبية بالسرعة الكافية. وعليه احتاج المنظرون إلى افتراض مادة مؤثرة وان لم ترصد فلكياً، وبذلك تم التعويل على ما يسمى المادة المظلمة (Dark Matter) لتفي بهذا الغرض¹، رغم ان الجذور الأولية المتعلقة بفكرة هذه المادة تعود إلى (عام 1932) كما سنعرف..

لقد ظهرت نظرية التضخم الكوني (عام 1980) كنسخة بديلة للصيغة الأولية لنظرية الانفجار العظيم، فافترضت وجود مادة مظلمة تهيمن على الكون كله، حيث بفضل جاذبية هذه المادة الغريبة تتكون المجرات والتكتلات الضخمة، فيما لم يكن للمادة العادية ذلك الاثر على تكوينها، أو انه كان لها أثر ضئيل يتمثل بالتكتلات المادية السابقة على صنع هذه الأجرام. لذا جاء افتراض المادة المظلمة كتعويض عما يفترض ان تكون هناك تقلبات قوية لاشعاع الخلفية الكونية، فاكتفى العلماء في البحث عن فروقات بسيطة لتلك التقلبات. وأصبحت مهمة المادة المظلمة تتحدد في تفسير كيف أمكن للمجرات

¹: Eric J. Lerner, The Big Bang Never Happened, p.33. PDF Book. Look: <http://fuelrfuture.com/science/lerner-nobigbang.pdf>

وعناقيدها الضخمة ان تنشأ بسرعة بعد ان تعسر على الملاحظات الفلكية تفسيرها وفق ما عولت عليه الصيغة الأولية لنظرية الانفجار.

فقد تنبأت نظرية التضخم - حتى في صورتها المعدلة - بوجود عدم انتظام ضخم في الكون المبكر بحيث لا يتفق مع التجانس الملحوظ في الموجات المايكروية الكونية¹، وادعت ان هناك مناطق ذات عيوب طوبولوجية (Topological defects) تزداد فيها كثافة الجسيمات احادية القطب المغناطيسي (magnetic monopole)؛ استناداً إلى ما توقعته نظريات التوحيد العظمى لقوى الطبيعة (GUT) Grand Unified Theory، لكن التجارب والارصاد لم تكشف عن وجود هذه الجسيمات، لذلك اضطرت النظريات الأحدث للتضخم ان تقلل من كثافة الاستقطاب المغناطيسي إلى مستو صغير ليصبح خارجاً عن الرصد تماماً بعد ان عمل التضخم الهائل على ازالة مناطقه المشوهة.

كما افترضت هذه النظرية بأن الكون في مقاييسه الكبرى يتصف بالنعومة والتجانس، لكن تبين خلال منتصف الثمانينات ان في الكون كتلاً وشرائط ضخمة من العناقيد المجرية، ما لا يتفق مع اعتبار الكون متجانساً في تلك المقاييس، ومن ذلك ما اكتشفه الفلكي برينت تولى Brent Tully (عام 1986) من وجود هياكل عنقودية يبلغ طولها حوالي مليار سنة ضوئية، وعرضها حوالي (300 مليون سنة ضوئية)، وسمكها مليون سنة ضوئية². ثم توالى الاكتشافات بعد ذلك بما هو أعظم من هذه المقادير بكثير.

وفي (عام 1992) أظهر القمر الصناعي المسمى مستكشف الخلفية الكونية (COBE) ان الفروقات المتعلقة بتقلبات اشعاع الخلفية الكونية هي ضئيلة جداً، فقد نشر هذا القمر لاقطاته الحساسة بهدف رصد أي تفاوتات في درجة حرارة الخلفية الكونية في السماء³، وتبين انها أقل مما جرى قياسه خلال السبعينات بمائة مرة، أي انها جزء من مائة الف، وليس جزءاً من ألف كما كان في السابق. وتم التأكد لاحقاً من هذه النتيجة بواسطة المعدات الأكثر دقة المحمولة على المناطيد وعلى المسبار (WMAP).

¹: الانفجارات الثلاثة العظمى، ص237.

²: Eric J. Lerner, p.15.

³: علم الكونيات، ص100.

وفي جميع الأحوال ظهر ان التفاوتات المعتادة لا تزيد عن بضعة أجزاء في المائة ألف من الدرجة أعلى أو أدنى من متوسط حرارة اشعاع الخلفية الكونية¹.

هكذا كان (عام 1992) مميزاً لدى الداعمين لنظرية الانفجار العظيم، وقد ابرزت الصحف حول العالم هذا الاكتشاف المثير والمتعلق بالاثار الطفيفة في درجة الحرارة للاشعاع الكوني مع توحيد الخواص (isotropic) تقريباً. وقد بين الكشف عن هذا الاشعاع بأن الكون شبه متجانس (Semi homogeneous)، فهناك انحرافات طفيفة عن التجانس العام، فقد تبدو الحرارة والكثافة أكثر أو أقل قليلاً، واعتبر ذلك دليلاً يؤيد المبدأ الكوني (cosmological principle) المتمثل بمجموع مبدأي التجانس (homogeneous) وتوحيد الخواص (isotropic). فمبدأ التجانس يعني عدم وجود مركز محدد، فكل شيء متماثل في كل مكان، مثل محتويات اللبن، ويؤيد ذلك هو ان اشعاع الخلفية المايكروني يتصف بالثبات والتساوي في كل مكان تقريباً. لكن من الواضح اننا لو افترضنا التجانس في جميع الاتجاهات، فإن الكون سيفتقر إلى مركز محدد، وبذلك يكون اصطلاح الانفجار العظيم غير مناسب، كما هي ملاحظة عدد من الفيزيائيين. ومن وجهة نظر بول ديفيز انه لكي يكون المصطلح السابق ملائماً فانه ينبغي افتراض وجود مكان ما لا تتحسس به التلسكوبات المتوفرة لدينا، مثل ان يكون مدفوناً تحت كومة من المجرات؛ ما يجعله غير قابل للرصد².

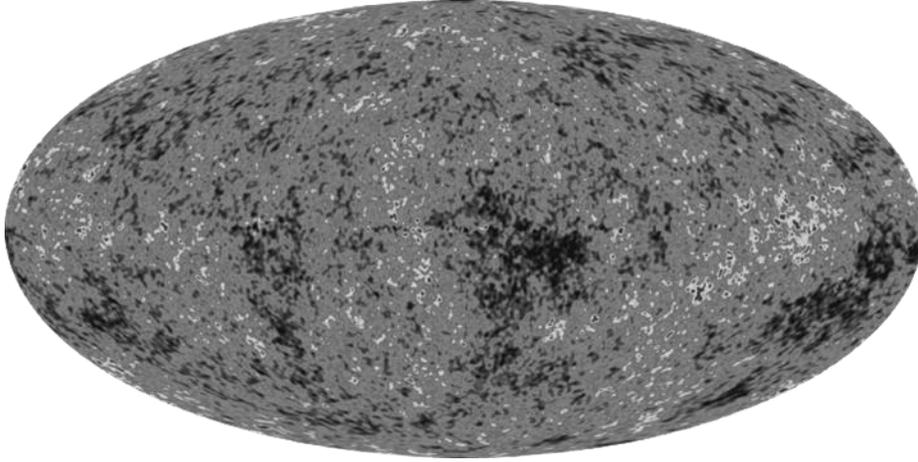
هذا ما يخص مبدأ التجانس، أما الكون المتوحد الخواص فيعني بأن الشكل يبدو نفسه من أي اتجاه، وفي هذه الحالة لن يكون الفضاء متجانساً إلا اذا كان متوحد الخواص. وتبين أخيراً انه في الشرائح الكونية الضخمة هناك تجانس مع توحيد الخواص، لكنهما ينعدمان في الشرائح الصغيرة، ومن ذلك ان مجرتنا درب التبانة - مثلاً - لا تتسم بهما. وطبقاً للحسابات الفلكية تم تقدير التجانس وتوحيد الخواص لدى شرائح كبيرة كل واحدة منها بقدر (300 مليون سنة ضوئية)³. أما لدى كل شريحة من هذه الشرائح فانها تحمل اختلافاً في الصفتين المذكورتين بفعل اختلاف التوزيع لدى المجرات وعناقيدها، وقد كان لهذا الاختلاف دور مهم في خلق الحياة. مع ذلك فإن ما يحيد عن صفة توحيد

¹: البدايات، ص109.

²: الجائزة الكونية الكبرى، ص42 و44.

³: انظر حول ذلك: البدايات، ص75-76 و102-104. وعلم الكونيات، ص64 و35.

الخواص هو ما تبين بأن هناك خريطة ببيضاوية للسماء رسمت باستخدام الحرارة لا الضوء، كما تم تقديمها (عام 2003) من خلال مسبار ويلكنسون (WMAP)، والتي شاعت لدى مواقع الانترنت. فالشكل البيضاوي يُظهر بأن الجهات الكونية ليست متماثلة من جميع الجهات. ومن حيث التفسير تم التعويل على نظرية الكوانتم استناداً إلى العشوائية التي جعلت بعض التفاوتات في توزيع المادة عشوائياً، حيث تظهر الجسيمات وتختفي بسرعة وهكذا تكونت بعض الجسيمات الأكثر كثافة في بعض المناطق وجذبت اليها المزيد من الجسيمات مقارنة بغيرها، وبذلك ظهرت التكتلات الضخمة¹.



صورة حرارية ذات شكل بيضوي للكون المرئي التقطها مسبار ويلكينسون عام 2012 م، ويدل التباين اللوني على الاختلاف الطيف لدرجات الحرارة بين مناطق الكون .

لقد أثار اكتشاف الفروقات الضئيلة لاشعاع الخلفية الكونية رصداً وقناعة للمؤيدين لنظرية الانفجار، فقد اعتبروا هذه التقلبات أو التفاوتات الطفيفة للكثافة (10^{-5}) كافية لتكوين المجرات وعناقيدها. وبالتالي كان هذا الحال مرضياً تماماً لدى العلماء على خلفية افتراضهم للمادة المظلمة والتي تم تقدير تأثيرها آنذاك بمائة ضعف تقريباً قبل المادة الكونية المرئية وغير المرئية. حيث صورت بأنها تشكل حوالي (99%) من كثافة الكون المادية، وفي تقدير آخر حوالي (90%)، واغلب ما تبقى يعود إلى المادة غير المرئية كالثقوب السوداء وما إليها، كما هناك من رأى أنها تتراوح بين (90 - 99 %). فهذه

¹: البدايات، ص106.

القوة الضخمة المفترضة هي التي عوّضت عن النقص الملاحظ في تقلبات اشعاع الخلفية الكونية، فهي تمثل قوة ثقالية أعظم لتسريع نمو الهياكل الضخمة للمجرات، وبدونها يصعب كيف أمكن لها ان تتشكل بسرعة، بل وفي زمن قصير نسبياً يتراوح بين (10-20) مليار سنة، فبدون ذلك سيحتاج تكوينها إلى أضعاف كثيرة من هذا الزمن المفترض.

أما بنظر الناقدین لنظرية الانفجار فإن كل ذلك لم يبلغ المشاكل المتعلقة بتكون المجرات، فحيث ان هذه الآثار طفيفة فانها لا تفسر كيف أمكن ان تؤدي إلى تكوين الهياكل الضخمة للعناقيد المجرية ضمن فترة زمنية لا تعد كافية، فكيف نمت هذه الهياكل بسرعة؟ ولا تفسر كيف ان الكون كان أصغر عمراً من بعض النجوم العائدة إليه، فمثلاً تم تقدير بعض نجوم مجرة درب التبانة بحوالي (14 مليار سنة)¹، وانه تبعاً لبعض القياسات الفلكية يصل عمر بعض المجرات إلى عشرات المليارات من السنين، بل ان بعضها يفوق المائة مليار عام، كما سنعرف. هذا بالإضافة إلى ان هذه النظرية تعجز عن تفسير كيف ان الكميات المفترضة للعناصر الخفيفة كانت خاطئة. لم يتوقف الحال على افتراض المادة المظلمة لحل مشكلة التقلبات وتكوين المجرات، فمع ان هذا الحال كان مرضياً تماماً (عام 1992) وما بعده، إلا انه اتضح في نهاية التسعينيات من القرن الماضي ان شكوكاً تجددت في قياسات اشعاع الخلفية الكونية، ما جعل فهم الكون بنظر الكثير من العلماء غامضاً، فاما ان تكون القياسات المعتمدة على هذا الاشعاع خاطئة، أو ان هناك ظاهرة فيزيائية مجهولة تعمل على توسعة الفضاء بنسبة (9%) أكثر من المتوقع، مثلما لوحظ من خلال المستعرات العظمى (السوبرنوفات Supernovae) التي تشير إلى التسارع، ومن خلال مشاهدة الاشعاع المذكور. وقد عبّر الفلكي الأمريكي المعاصر ألكس فيليبينكو (Alexei Filippenko)؛ بأن الكون ربما يخدعنا، أو ان فهمنا للكون ما زال ناقصاً². وعلى أثر ذلك تم التوصل إلى اثبات الطاقة المظلمة (Dark energy) كأحد الاركان الهامة للفيزياء (عام 1998)، وذلك على يد ثلاثة من رواد علم الفلك، وهم: آدم ريس (Adam Riess) وسول بيرلماتر (Saul Perlmutter) وبرين شميدت (Brian Schmidt)، وقد تقاسموا جائزة نوبل في الفيزياء (عام 2011) لتقديمهم الأدلة على تسارع

¹: حافة العلم، ص107.

²: Robert Sanders, Universe expanding faster than expected (2016). Look: <http://news.berkeley.edu/2016/06/02/universe-expanding-faster-than-expected/>

الكون وليس تباطؤه، واليوم تُقدر الطاقة المظلمة بحوالي (70%) من مكونات الكون، فيما تقدر المادة المظلمة بربع مكوناته تقريباً.

آدم ريس
(1969 -)

برين شميدت
(1967 -)

سول بيرليمانتر
(1959 -)



2011م، عن عملهم وأبحاثهم في الكون.

المهم لدى
ان لا تنافس
المادة المظلمة

كان من
الفيزيائيين
هذه الطاقة

بداية نشأة الكون، إذ لو كان الأمر كذلك لكانت هناك حاجة إلى وجود مادة كونية مؤثرة بما فيه الكفاية للتعويض عن فقدان أثر المادة المظلمة قبال الطاقة المظلمة المتصاعدة.

فبحسب الافتراض الجديد ان الكون بدل ان يتباطأ بفعل المادة المظلمة فانه أخذ يتسارع ويتشتت، ولو كانت الطاقة المظلمة هي السائدة بداية نشأة الكون لما أُتيح للمجرات فرصة الصنع والتكوين. لذا افترض الفيزيائيون وجود علاقة تطويرية بين هذه الطاقة وتمدد الفضاء، بل أصبحت العلاقة بينهما جدلية، فأحدهما يؤثر في الآخر، حيث يتمدد الكون تزداد كمية الطاقة المظلمة، وبزيادتها تعمل على المزيد من التمدد الكوني، وهكذا دواليك..

ففي بداية الانفجار العظيم كانت الطاقة المظلمة تقارب الصفر؛ تناسباً مع حجم الفضاء الضيق مقارنة بالفترات اللاحقة، وكانت نسبة الكثافة المادية تقدر بما يقارب الواحد (100%)، وظلت ضمن هذه الحدود حتى عندما وصل عمر الكون إلى مليار سنة تقريباً، وحينها كان الكون يتباطأ، لكن مع مرور الزمن تضاعفت هذه النسبة وانخفض التباطؤ ونمت في قبالها كثافة الطاقة المظلمة،

وتساوت الكثافتان عند حوالي (5-6) مليار سنة مضت، مما يعني انها وصلت الذروة في التسطح، وبعدها أصبحت الكثافة لصالح الطاقة واخذت تتصاعد باضطراد حتى بلغت أكثر من (72%)، وهو ما يجعل الكون منفرجاً بعد أن كان مقوساً. وبحسب بعض التقديرات فإن معدل تمدد الكون يتراوح بين (5-10%) لكل مليار سنة¹. ويُفترض ان المستقبل سيشهد المزيد من الطاقة المظلمة مع شدة الانفراج الكوني، وستبلغ الطاقة قريباً من الواحد في قبال ما يقارب الصفر للمادة، حيث يبلغ توسع الكون وتشتته أعظم قدر ممكن، وتصبح الأشياء لا ترى لأنها ستتمزق وتكون أسرع من سرعة الضوء. وهو الحال الذي يعاكس ما كان عليه الكون في البداية.

وعموماً أصبح الكون - بحسب الافتراضين المتوازيين للمادة والطاقة المظلمتين - واقعاً بين كماشتي التباطؤ والتسارع، أو التكتف والتشتت، وان كان مفعول الأخير صار اليوم يعادل ما يقارب ثلاثة أضعاف مفعول الأول. في حين اقتضت الضرورة ان تكون السيادة للمادة المظلمة بداية نشأة الكون، فبدون ذلك سوف لا يمكن تفسير كيف أمكن للمجرات وهيكلها الضخمة ان تتكون كما سنعرف.

أخيراً وبعد انتهاء القرن العشرين تم اكتشاف ان اشعاع الخلفية الكونية مختلط بالغبار الدائر في مجرتنا (درب التبانة)، لذا بدا غير متجانس تماماً، فأصيب الدليل بالضعف ومن ثم ضعف النظرية القائمة عليه.

وأهم اشارة بهذا الصدد هو ان الفلكيين وجدوا في مارس (عام 2014) ان نصف الكرة الجنوبي من الأرض يحمل استقطاباً للاشعاع المايكروني Polarization of microwaves، وهو التواء الاشعاع المتمثل بمزيد من الدفاء والاحمرار، وقد سمي باستقطاب نمط (ب) B-mode polarization. وفي البداية هللوا لهذه النتيجة ظناً منهم انها تدل على آثار الأمواج الثقالية التي تنبأ بها اينشتاين من قبل والتي سببها التضخم الكوني، وقد اعتبرت من أعظم الاكتشافات العلمية كما اعلنتها صحف العالم آنذاك. لكن بعد أشهر من هذا الاكتشاف تبين ان هناك شكوكاً تتعلق بحدة هذا الاستقطاب، وأصبح الظن بأنه نتاج الغبار الذي يلاقيه اشعاع الخلفية الكونية عند مروره داخل مجرتنا. وقد

¹: تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ص73-74.

زادت هذه الشكوك فيما بعد، وتم الميل إلى هذا الاقتناع المخيب والمتعلق بظاهرة الغبار. وعليه وصفت نظرية الانفجار العظيم وفق هذه الشكوك والاعتقادات بأنها متخبطة. وقد دفعت هذه النتائج جماعة من الباحثين إلى الاعتقاد بأنه وفقاً لها ينبغي للكون ان ينهار على نفسه بعد الانفجار العظيم بفترة بسيطة جداً¹.

ومن الطريف ان للعالم الفلكي الشهير فريد هويل نظرية تقارب فكرة الغبار الكوني المسبب لظاهرة اشعاع الخلفية المايكروني، فقد طرح في كتابه (الكون الذكي) عام 1983 ان ما يسبب هذه الظاهرة هو وجود غبار من البكتيريا المنتشرة في كل أرجاء الكون، إذ توجد بعض انواعها في أغلفة بأطوال محددة تعمل على تحويل ضوء النجوم إلى موجات راديوية. ومن حيث التفصيل، ان اشعاع الخلفية كان الحصيلة النهائية للسيرورة الحرارية للطاقة الناتجة عن تحوّل الهيدروجين إلى هيليوم في النجوم، حيث تتحول طاقة ضوء النجوم أولاً إلى الأشعة تحت الحمراء بواسطة الغبار العادي او الطبيعي في المجرات، ثم بعد ذلك تتحلل الأشعة تحت الحمراء بدورها إلى موجات راديوية عبر ما تقوم به بعض انواع البكتيريا، كشعيرات حديدية بطول مليمتر، من امتصاص هذه الاشعة واعادة انبعاثها من جديد. لذلك اشار هويل إلى انه يبدو من الخيال أن نقترح أن الكائنات الحية الدقيقة هي المسؤولة عن هذه الخلفية².

ج - العناصر الخفيفة

لقد أثار موضوع العناصر الخفيفة الكثير من الجدل المتعلق بنظرية الانفجار العظيم. فهناك مشاكل مزمنة تتعلق بالديوتيريوم والليثيوم، كما هناك بعض المشاكل التي تثار حول الهليوم، لكنها ليست بالقدر المتعلق بالعنصرين الأولين. فالتوقعات المتعلقة بهما لم تكن سليمة كما ينبغي. وقد أثبتت بعض هذه المشاكل منذ سبعينات القرن الماضي واستمرت تتفاقم حتى يومنا هذا، كما

¹ Jake Hebert, A Fuss Over Dust: Planck Satellite Fails to Confirm Big Bang 'Proof'.

Look:

<http://www.icr.org/article/fuss-over-dust-planck-satellite-fails>

²: Fred Hoyle, The Intelligent Universe, 1983, p. 182-3. Look:

<http://library.lol/main/96EC35BFD3A2E4C87F5798D558A10954>

Also: Chandra Wickramasinghe, A Journey with Fred Hoyle: The search for cosmic life, 2005, p. 189. Look:

<http://library.lol/main/F357E1CEC793349ED3EF3040250CDCC6>

هو الحال مع الديوتيريوم، فتوزيعه لدى المجرات يتخذ أشكالاً غير منتظمة كما تبين خلال العقد المشار إليه. فمثلاً لوحظ ان هذا العنصر يتوزع لدى مجرة درب التبانة بانماط من الاختلاف من دون تماثل، ففي اتجاه تكثر كميته فيما تقل في اتجاهات أخرى لأسباب غير معروفة، في حين يفترض انه يتخذ شكلاً من التساوي في جميع الاتجاهات. وكما قال الفلكي جيفري لينسكي Jeffrey Linsky: «لقد كنا منذ السبعينات غير قادرين على تفسير لماذا تختلف مستويات الديوتيريوم في كل مكان»¹.

وخلال (عام 2006) أظهر القمر الصناعي الخاص بناسا ان تركيز الديوتيريوم المحلي في مجرة درب التبانة هو أكثر مما كان متوقفاً بكثير. وقد تفاجأ الفلكيون حيث وجدوا كميات كبيرة لم تحرق في النجوم، ليس كما هو المتوقع في السابق..

أما الليثيوم فله مشكلة ثابتة، اذ لم يجد العلماء ما توقعوه من الوفرة المفترضة له، وهم لا يعرفون سبب ذلك على وجه التعيين، وان كانت هناك بعض التكهانات المتعلقة بتحديد السبب؛ مثل افتراض وجود كثرة من الفوتونات أدت إلى تدمير الليثيوم. وفي تقرير منشور (عام 2015) تبين بأن تقدير العلماء لكمية الليثيوم المفترض هو ثلاث مرات أكثر من المرصود فلكياً².

وبحسب الناقدین لنظرية الانفجار العظيم فإن افتراض المادة المظلمة قد خلق عدداً من المشاكل ومن بينها ما يخص العناصر الخفيفة والتناقضات التي تتضمنها التوقعات مقارنة بالملاحظات الرصدية. ففي الماضي كانت التنبؤات حول هذه العناصر معقولة ومتفقة إلى حد ما مع الارصاد الفلكية، فأعتبر ذلك ما يدعم نظرية الانفجار³، لكن ابتداء من ابريل (عام 1991) أصبحت المشاهدات الرصدية تتنامى عدداً ضد تلك التنبؤات، فهناك كمية أقل من الهليوم في الكون مقارنة بالتنبؤات المطروحة، وكميات أقل كثيراً من الديوتيريوم والليثيوم. ومعلوم ان نسب هذه العناصر بعضها يؤثر في البعض الآخر، فعندما يكون الهليوم صحيحاً (ويقدر بحوالي 23% في الكون) فإن

¹: http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/fuse_stars.html

²: Lisa Zyga, Loophole in theory offers insight into the 'lithium problem'. Look: <https://phys.org/news/2015-03-loophole-theory-insight-lithium-problem.html>

³: كانت تقديرات الفلكيين لنسب هذه العناصر هي: (24% للهليوم، وواحد من مائة ألف للديوتيريوم، وواحد من عشرة مليارات لليثيوم (Eric J. Lerner, p.27).

توقع نسبة الديوتيريوم سيصبح في مثل هذه الحالة ثمانية مرات أكثر وفرة من الملحوظ. لذلك تم افتراض انه تعرض للاحتراق في النجوم ولم يبق منه سوى (8\1)، كمحاولة لتعليل النقص في وفرة هذا العنصر¹.

وبلا شك ان توفر العناصر الخفيفة يعتمد على ما عليه كثافة المادة الكونية، فلو كانت المادة المظلمة مادة عادية فإن الحساء النووي للانفجار العظيم سوف ينتج لنا الكثير جداً من الهليوم والليثيوم مع كمية غير كافية من الديوتيريوم، وذلك قبل اكتشاف الطاقة المظلمة أو افتراضها. ففي هذه الحالة ستكون نسبة الكثافة أو الاوميگا Omega حوالي (02 أو 03) أكثر مما هو مشاهد، أي ان الكون سيكون مقوساً. وبالتالي فإن حاجة نظرية الانفجار في صيغتها التضخمية هي ان تبلغ نسبة الكثافة أو الاوميگا واحداً تقريباً ليكون الكون مسطحاً بدل التقوس²، مع وجود انحراف طفيف جداً لتفسير تخلق المجرات، فلو كان الكون مسطحاً بشكل مطلق لما أمكن صنع هذه الهياكل الضخمة. لهذا تم افتراض وجود مادة مظلمة غريبة ليس فيها الكترونات ولا بروتونات؛ كي لا تؤدي إلى تلك النسبة العالية من الكثافة المادية، ولكي يمكن حل مشكلة تكوين المجرات.



هانز ألفن (1908-1995)

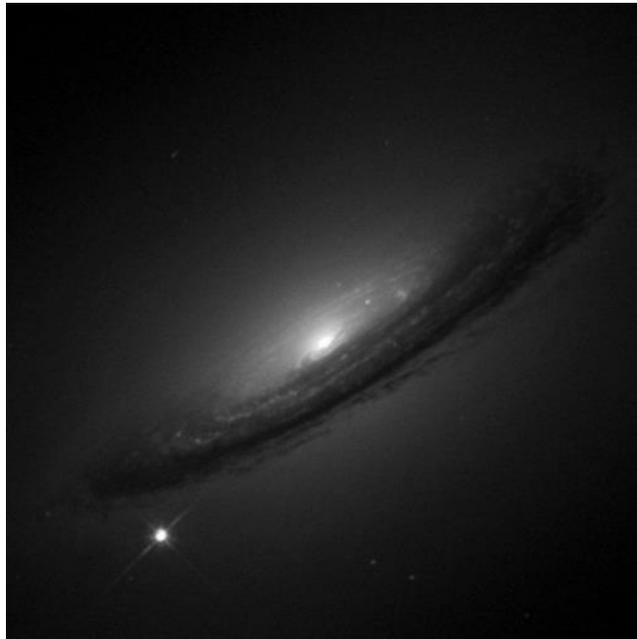
يبقى ما يخص الهليوم، فقد طُرح تفسير آخر يعلل وفرة هذا العنصر وكذلك

¹ : Eric J. Lerner, Introduction.

² : Ibid; p.34.

طابع التجانس الحاصل في اشعاع الخلفية الكونية، فكلاهما يمكن ان يفسرا بنفس السبب طبقاً لنظرية البلازما الكونية بزيادة الفيزيائي السويدي هانز ألفن (Hannes Alfvén). اذ تتنبأ هذه النظرية بأن هناك كمية ضخمة من النجوم هي التي انتجت تلك الوفرة. ففي (عام 1978) اقترح الفيزيائي الفلكي البريطاني مارتن ريس (Martin Rees)؛ بأن هذه النجوم قد انتجت في بضعة ملايين سنة (24%) من الهليوم كما نراها اليوم. فبعد ان تحول قسط من الهيدروجين إلى هليوم انفجرت النجوم إلى مستعرات عظمية (Supernovae) وتوزع الهليوم في الفضاء¹. وفي وقت لاحق تكونت نجوم صغيرة من غاز الهليوم المخصب، وتم امتصاص الطاقة المنتجة للنجوم الضخمة من قبل الغبار ما بين النجوم والتي يمكن ان تظهر في اشعاع الخلفية الكونية².

على ان التنافس بين النظريتين (البلازما الكونية والانفجار العظيم) ما زال قائماً حول طبيعة ما يتميز به اشعاع الخلفية الكونية، فهل هناك تجانس تام لهذا الاشعاع كما تفترضه النظرية الأولى، أم ان هناك تقلبات في هذا الاشعاع كما يفترضه المؤيدون لنظرية الانفجار العظيم في نسختها التضخمية؟..



¹ : بحسب الفلكي البريطاني ادنجتون فإن استقرار النجم يتم طبقاً لقوانين الغازات، فهو يتصف بالاستقرار عندما تتراوح كتلته بين (10^{32} - 10^{35}) غرام (جون جريبيين: الحياة السرية للشمس، ترجمة لبنى الريدي، مراجعة محمد زاهر المنشاوي، طبع الهيئة المصرية العامة للكتاب، الطبعة الأولى، 2008، ص69).

² : Eric J. Lerner, p.50.

سوبرنوفنا SN 1994D (النقطة المضيئة في أسفل اليسار) ضمن مجرة NGC 4526،
وُنتج نجوم السوبرنوفنا بسبب الجاذبية الهائلة بداخلها والتي تؤدي الى انهيار النجم على نفسه
فتتولد طاقة كبيرة.

عند حلّ مشكلةٍ ما سنُخلق مشاكل جديدة،
وعلى الفور ستكشف المعرفة المستحدثة
مساحات جديدة مجهولة... .

جورج بورتير George Porter
(1920-2002)، كيميائي بريطاني.

عائق المجرات

تواجه نظرية الانفجار العظيم مشاكل ترتبط بعائق المجرات، ويندرج ضمنها مشكلتان رئيستان، احدهما تتعلق بتكوينها وتجمعها، والثانية بأعمارها، كما سنعرف..

مشكلة الصنع والتكوين:

إن أبرز مشكلة واجهتها نظرية الانفجار العظيم هي تلك المتعلقة بنشأة المجرات. فكيف تكونت هذه الهياكل الضخمة والتحمت ضمن عناقيد وشرائط عظيمة؟ فرغم وجود بعض الأدلة التي تبدو مناسبة لهذه النظرية لكنها في المقابل اصطدمت ببعض المشاكل المستعصية بهذا الخصوص.

فإذا كان الكون قد بدأ بعشوائية صرفة من خلال الانفجار المفترض، كيف أمكن للمادة ان تتجمع في بعض الأماكن لتكوين تلك الهياكل دون ان تتوزع توزيعاً متساوياً؟ وهي المسألة التي أفضت مضاجع الفيزيائيين، اذ بحسب قانون التوسع ان المادة تنتشت وتتنافر دون ان تتجمع، كما يفترض انها تتباعد عن بعضها البعض بطرق متشابهة وسرعات متماثلة دون ان تتخذ مسارات مختلفة، وذلك على شاكلة ما يحصل من تناثر لجزيئات الغاز في الفضاء أو لدى كرة مغلقة، حيث لا تنجذب نحو طرف دون آخر، ولا يتميز بعضها عن البعض الآخر.

فبحسب السيناريو الفيزيائي ان الكثير من المجرات الصغيرة تقاربت وتداخلت واندمجت من خلال الاصطدام فيما بينها لتكوين مجرات كبيرة، في حين انتهجت الأخيرة باستثناء عدد محدود للغاية نهجاً آخر معاكساً، وهو انها تباعدت عن بعضها البعض، رغم التوقع بأنها تزداد قرباً بفعل ثقالياتها الضخمة، فهي أولى بالالتحام من المجرات الصغيرة وفقاً للجاذبيات الكبيرة.

فالفكرة السائدة اليوم هي ان كل المجرات تتباعد عن بعضها البعض عدا

تلك التي تؤلف الجماعة المحلية (our local group)، وهي تشمل مجرتنا وكل ما جاورها. فجميع المجرات تبدي ازاحات حمراء باستثناء ازاحتين زرقاوين. وأول ملاحظة تتعلق بذلك كانت (عام 1921)، حيث وجد الفلكيون (43 ازاحة حمراء) مقابل ازاحتين زرقاوين. وقيل انه لا توجد غيرهما¹، وهما دالتان على التقارب خلافاً للازاحات الحمراء الدالة على التباعد، وفقاً لمفعول دوبلر. ويبدو ان المقصود بالازاحتين الزرقاوين ما تعودان إلى المجرات الكبيرة، فالبيانات الفلكية تبين بأن أغلب مجرات الجماعة المحلية هي ذات ازاحة زرقاء، اضافة إلى مجرات كثيرة بعيدة عنّا تبدي - هي الأخرى - الازاحة ذاتها، ومنها ما تتصف بالتشوه وتعدد النوى نتيجة التصادم والتداخل فيما بينها. ويقدر عدد المجرات المعروفة التي تبدي هذه الازاحة بحوالي مائة فقط لدى كوننا المرصود، وذلك في قبال مليارات المجرات ذات الازاحة الحمراء².

إن أبرز ازاحة زرقاء مكتشفة هي تلك المتعلقة بجارتنا العملاقة سديم المرأة المسلسلة (M31)، أو ما تعرف بسديم الأندروميديا (Andromeda)، وهي أقرب المجرات الكبيرة إلينا، وأقرب منها المجرة القزم كانيس ميغور (Canis Major Dwarf Galaxy). وتقدر سرعة اندفاع الأولى مع مجرتنا باتجاه بعضهما البعض الآخر بحوالي (100 ميل) في الثانية³، وفي تقدير آخر بحوالي (300 كم) في الثانية⁴.

¹: ستيفن هوكنج: الكون في قشرة جوز، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، سلسلة عالم المعرفة (291)، الكويت، 2003م، ص75، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com. وجون جريبين: المجرات، ص19.
²: انظر مثلاً:

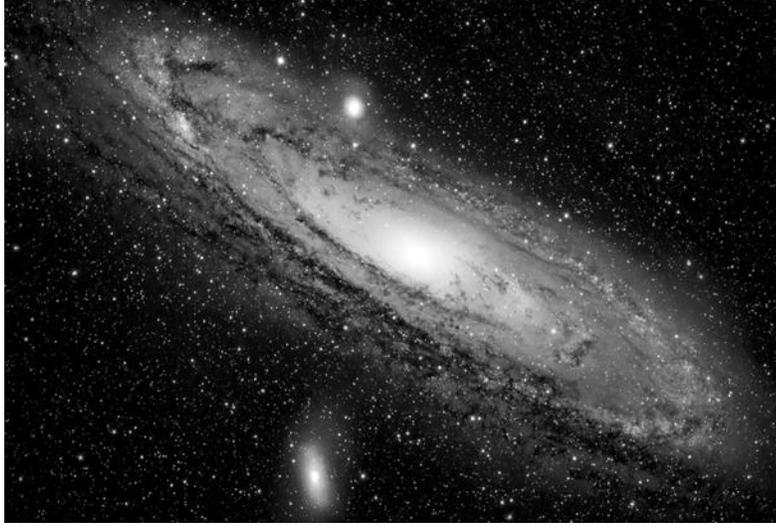
<http://curious.astro.cornell.edu/about-us/97-the-universe/galaxies/cosmology/539-why-are-there-blue-shifted-galaxies-intermediate>

كذلك:

<http://www.infoplease.com/encyclopedia/science/blue-shift.html>

³: النهاية، ص234.

⁴: الدقائق الثلاث الأولى، ص28.



مجرة سديم المرأة المسلسلة "الاندروميديا"، وهي أقرب مجرة حلزونية عن مجرتنا.

وبلا شك ان وجود استثناء لتقارب بعض المجرات وسط عدد كبير منها يثير استغراباً لعدة هذا الشذوذ؛ ان لم تكن مقاييس الازاحة لا علاقة لها بمفعول دوبلر، أو التباعد والتقارب، ومن ثم لا دليل على التوسع الكوني.. ومن ذلك علاقة الازاحة الحمراء بالجاذبية، فكلما اشتدت الأخيرة بدت الازاحة أكثر أحمراراً. فمثلاً ان الضوء الصادر عن النجوم عندما يقترب من الشمس فإنه ينحني وتزداد ازاحته الحمراء تبعاً لشدة انحنائه، حيث تتباطأ الذبذبات الضوئية أو ما يعبر عنه بتباطؤ الزمن.

لهذا من الممكن تفسير الازاحة الحمراء وشدها وفقاً لشدة الثقالة (Gravity) التي يمر من خلالها الضوء الصادر عن المجرات البعيدة. وسبق للباحث جيرولد ثاكر (Jerrod Thacker) ان شكك في نظرية التوسع لدى كتابه (الكون المخادع The Deceptive Universe)، ومن ذلك انه اعتبر الازاحة الحمراء لا تدل على التباعد والتسارع، بل لأن الضوء الصادر عن المجرات البعيدة يمر بقرب مجرات أخرى فإنه يتسبب بفعل حقول جاذبيتها الكبيرة إلى انحناءات الضوء، ومع كثرة هذه الانحناءات خلال سفر الأخير فإنه يبدو أكثر أحمراراً، وكل ذلك لا علاقة له بتوسع الكون ولا التباعد والتسارع. لذا عاب على الفلكيين تجاهلهم لهذه الحقيقة عند تعاملهم مع الازاحة الحمراء.

وعموماً ان تخلّق المجرات وتجمعها وتداخلها وتصادمها لا ينسجم مع

التمدد الكوني، ولا يبرره القول بسوء توزيع عشوائي لكثافة المادة؛ باعتبار ان الكون بدأ متجانساً بصورة تامة أو شبه تامة؛ وفقاً للافتراضات الفيزيائية.

وبعبارة ثانية، ان تصادم المجرات وتقارب بعضها من بعض مع تماسك العناقيد والشرائط الضخمة؛ كلها تشكل عائقاً امام التفسير التوسعي للكون. والغريب ان الفيزيائيين يفسرون هذا التقارب والتماسك بفعل قوى الجذب المتبادل بين المجرات¹. وهو زعم لا ينطبق على غيرها من التكتلات التي يتباعد بعضها عن بعض، فلماذا هذا التباعد لدى البعض، والتماسك والاقتراب والتصادم لدى البعض الاخر؟

فكيف يخضع بعضها للتمدد؛ فيما يخضع البعض الآخر للتجاذب؟

لقد شكلت التكتلات الضخمة للمجرات معضلة أمام البحث حول طبيعة ما كان عليه الكون في البداية، اذ لا يمكن في هذه الحالة ان يكون ناعماً ومتجانساً تماماً كما افترضته الصياغة الأولية لنظرية الانفجار. فالنعومة والتجانس هما المشكلتان اللتان اصطدمت بهما تلك النظرية، فاذا ما بدأ الكون ناعماً جداً؛ كيف تخلفت هذه الهياكل الضخمة؟ وعليه ادرك الفيزيائيون ضرورة البحث عن شيء من التموجات المادية مهما كانت ضئيلة لتبرر حالة التجمع والتلاحم فيما بينها، مع الحاجة إلى قوة جاذبة عظيمة تدفع هذه التموجات إلى الانهيار داخلياً لشدة الثقالة، وهكذا حتى ينتهي الحال لصنع المجرات وعناقيدها الضخمة. اذ يفترض في هذه القوة ان تكون أعظم بكثير من قوة التمدد الكوني الذي يعمل على نثر المادة وتشتيتها في كافة الاتجاهات.

مشكلة العمر:

تتعلق مشكلة العمر بالزمن الذي تحتاجه الهياكل المجرية للصنع والتكوين. فخلال سبعينات القرن الماضي ابتكر الفلكيان برينت تولى وفشر (Brent Tully and Fischer)؛ طريقة جديدة لتحديد المسافات بين المجرات غير تلك التي كانت لهابل، وهي تربط بين سطوع المجرة وبين القوة الرابعة لسرعة دورانها، وذلك عبر مقارنة الازاحة الحمراء لجوانبها المختلفة، فكان من الممكن تحديد عمرها وسمكها وحجمها مع بعدها. وطبقاً لخرائط تولى اكتشف

¹: علم الكونيات، ص 51.

الفلكيون (عام 1986) مجرات ضخمة للغاية لا تنبؤ عن سلاسة الكون البدئي ونعومته كما افترضه علماء الكونيات، فبعضها يحتاج إلى ما يقارب (100 مليار سنة)، وهو ما يعارض نظرية الانفجار التي اقصى ما قدمته من عمر لا يتجاوز (20 مليار سنة) فقط. لذلك كان رد الفعل الأولي للعلماء هو رفض حسابات تولي وتخطئة ما قدمه من بيانات. لكن في (عام 1990) تم التأكد من وجود هذه الشرائط الضخمة من المادة القديمة التي تدحض فكرة نعومة الكون البدئي وتجانسه، إلى درجة اعترف الفلكي الأمريكي جورج فيلد (George B. Field)، وهو من المنظرين لنظرية الانفجار، بأن هناك أزمة حقيقية¹.

وعلى هذه الشاكلة ثمة مشكلة تتعلق بما يطلق عليه السور العظيم (Great Wall) للمجرات، مثلما تم الاعلان عنه (عام 1989)، فسمك السور المكتشف آنذاك يقدر بحوالي (20 مليون سنة ضوئية). وما زالت هناك هياكل أضخم وأكبر من السابق كما اكتشفها فريق عالمي مؤلف من فلكيين امريكيين وبريطانيين وهنغاريين، اذ قاموا في مطلع تسعينات القرن الماضي بدراسة المجرات فوجدوا مجاميع عنقودية ضخمة تتحرك ببطئ شديد جداً، بحيث لا تتجاوز سرعتها (500 كم في الثانية). وقد قدروا من خلال هذه الدراسة ان عمرها لا يقل عن (150 مليار سنة)، وهو ما يفوق التقديرات المعاصرة بأكثر من عشر مرات. وعلى أثر هذه الاكتشافات الفلكية بدأ العلماء بطرح مفاهيم جديدة مؤسسة على قوانين فيزيائية جديدة لسد الفجوة بين المشاهدات ونظرية الانفجار. وأصبحت هذه الحالة ظاهرة شائعة في علم الكونيات، فكل تناقض جديد هناك افتراض علمي جديد.

وبحسب التقديرات الفلكية فإن السور العظيم لهذه العناقيد يحتاج إلى سرعة (2000 كم في الثانية) ليتمّ صنعه، كما تحتاج هياكله الفائقة للتكوين إلى سرعة (3000 كم في الثانية)، والمجموع هو (5000 كم في الثانية). هذا من حيث التوقعات النظرية، أما من حيث الرصد الفلكي فقد لوحظ ان السرعة الحاصلة لا تتجاوز مقدار (500 كم في الثانية)، لذا وجد علماء الكونيات تفسيراً أو تأويلاً يخدم نظرية الانفجار العظيم، وهو ان هناك تباطؤاً قد حصل دون ان يدفع بالسرعة المفترضة إلى أقصاها. لكن السؤال الذي طُرح بهذا الصدد هو

¹: Eric J. Lerner, p.12-18.

كالتالي: أين ذهبت الطاقة حينما تحولت من طاقة حركية إلى حرارة عند تخفيض السرعة، كالذي يحصل في حالة فرامل السيارة من تحول الطاقة الأولى إلى الثانية؟

وكان الجواب هو افتراض انها تنتشر على هيئة أشعة اكس (x)، وبالتالي ينبغي ان تظهر في الأشعة عندما تصل إلينا. لكن عند فحصها وُجد ان تحول الطاقة أقل من المفترض بمائة مرة، فأين ذهبت بقية الطاقة؟

وكجواب على ذلك خمن المنظرون بأن هناك عملية ثالثة غير معروفة ربما حولت طاقة أشعة اكس (x) الهائلة إلى نوع آخر من الأشعة الراديوية. وقد لاحظ علماء الفلك نوعاً من الإشعاع الراديوي الشديد بما يكفي لاحتواء كمية هائلة من الطاقة التي من شأنها أن تنجم عن الفرملة المفترضة، فحيث ان هياكل المجرات كلها تكونت بعد صدور هذا الإشعاع الخلفي فانه يتوقع ان يكون حاملاً شيئاً من طاقة هذه الهياكل الضخمة التي انخفضت سرعتها كما يفترض. لكن النتيجة كانت مخيبة¹.

كذلك اكتشف الفلكيون في بداية (عام 1991) وجود عناقيد مجرية ضخمة يحتاج تكوينها إلى ما يقارب (60 مليار سنة)، وهو ما يفوق عمر الكون - بحسب التقدير الحالي - بأربعة أضعاف تقريباً². كما توالت الاكتشافات المؤدية إلى ذات النتيجة، ومنها اكتشاف أعمار لنجوم كثيرة تناهز عمر الكون ذاته، ومنها ما يقع في مجرتنا درب التبانة. إضافة إلى ما ثبت بأن من المجرات ما هو قريب العهد من الانفجار العظيم وفق التقديرات الكونية الحالية، فبعضها بلغ عمرها أكثر من (13 مليار عام)، وبعض منها لا يتجاوز الوقت بينها وبين الانفجار سوى (500 ألف عام) فقط، وكل ذلك لا ينسجم مع القياسات المبنية على نظرية الانفجار العظيم³، اذ تفترض ان نشأة المجرات قد تمت بعد حوالي

¹: Eric J. Lerner, p.40 and 24-28.

: Ibid; Introduction.²

³: انظر بهذا الصدد:

<http://www.foxnews.com/science/2016/03/04/astronomers-spot-galaxy-record-13-4-billion-light-years-from-earth.html>

كما انظر:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3069061/New-record-set-DISTANT-galaxy-Object-13-1bn-light-years-away-universe-just-5-current-age.html>.

ملياري عام من الانفجار¹. وفي تقديرات حديثة ان المجرات الصغيرة الأولى تكونت بعد حوالي (400 مليون عام)، وفي حساب آخر بعد (200 مليون عام)²، وهي حقبة ما تسمى بفجر الكون (dawn of the universe)، ثم استمرت عملية التكوين وصنع المجرات الكبيرة إلى ما يقارب ملياري عام³.

وأخيراً تم العثور على آثار للاوكسجين في فترة مبكرة تقدر بحوالي (500 مليون عام) بعد الانفجار العظيم⁴، الأمر الذي فاجأ الفلكيين باعتباره يجعل من تولد المجرات والنجوم زاحفاً نحو الخلف، خلافاً للتوقعات السائدة.

وفي الحالة العادية خلقت هذه الاكتشافات أكثر من مشكلة، أحدها ان عمر الكون المقدر لا يكفي لتكوين هذه التكتلات الضخمة من المادة، حيث لم تكن الجاذبية قوية إلى الدرجة التي يمكنها القيام بصنعها، لذلك كثرت التكهّنات في ايجاد الفروض اللازمة لتفسير نشأة مثل هذه المجرات وعناقيدها الضخمة. فلا بد من وجود قوة عملت على جمع هذه التكتلات بدلاً من تمددها اسوة ببقية ما في الكون، وكان من بين التكهّنات ما افترضه البعض من وجود قوة خامسة لمساعدة المادة على الالتحام، فيما اقترح بعض آخر ادخال تعديلات على قوانين الجاذبية لتحويلها إلى قوة أشد سطوة، كذلك افترض أغلب الفيزيائيين وجود مادة مظلمة هي التي سببت التهام المادة العادية وخلق التكتلات الضخمة. وقد حاروا أيضاً في تبيان طبيعة هذه المادة، لكن البحث انتهى إلى كون الأخيرة ليست باريونية (non baryonic matter)، بمعنى انها ليست كمادتنا العادية مؤلفة من بروتونات ونيوترونات، فقد تكون مؤلفة من النيوترينوات (neutrinos)، أو الأوتار المفترضة (supposed strings)، أو من جسيمات لم تكتشف بعد، أو هي مجهولة التكوين تماماً.

هذه هي فرضية المادة المظلمة المجهولة التكوين، وقد اعتمدت عليها نظرية التضخم كما طرحها الفيزيائي الامريكي آلان جوث (Alan Guth) لأول مرة في مطلع ثمانينات القرن العشرين. فبحسب هذه النظرية ان الكون بدأ في التوسع بقوة رهيبه تجاوزت سرعة الضوء بكثير خلال كسر ضئيل جداً

¹: حافة العلم، ص 119 و 145.

²: First galaxies were born much earlier than expected (2011). Look:

<https://www.spacetelescope.org/news/heic1106/>

³: The Beginning of the Universe. Look <http://firstgalaxies.org/the-early-universe>

⁴: <https://www.independent.co.uk/news/science/oxygen-star-universe-formation-aml-a-vlt-discovery-age-a8354811.html>

من الثانية، ثم أخذ بعد ذلك بالتباطؤ فجأة لأسباب مجهولة، أو لأن حقل التضخم لم يكن مستقراً، وكان هناك عصاً سحرية قامت بكبح سرعة الكون المروعة ليتمدد ببطئ شديد. وبدأت عملية كبح السرعة عند زمن (10³²-ثانية)، فتسببت بخلق الجسيمات المادية في حساء ممتزج مع أشعة جاما، وبعد ذلك ظهر تأثير المادة المظلمة التي عملت على تكثيف التموجات الكمومية لصنع المجرات¹.

آلان جوث (1947 -)،
صاحب نموذج التضخم الكوني

اندرية ليند (8)
المؤسس الرئيسي
لنموذج التضخم

ولفرضية التباطؤ لدى نظرية التضخم أهمية بالغة، فلولاها ما كان يمكن للمجرات ان تتخلق ولا الحياة ان تنشأ، بل لكان مصير الكون التشتت والتمزق. كما ان بفعلها تمكن الفيزيائيون من تخفيض عمر الكون إلى مدة لا تزيد على (20 مليار سنة). اذ لم تكن المادة المتوفرة بالضخامة التي



تجعلها تبطئ التسارع الكوني، ولا بإمكانها جمع جزيئات المادة وصنع المجرات. ففي الحالة العادية أظهرت القياسات الفلكية ان تكتلات المجرات الضخمة تحتاج إلى عمر يزيد على تلك المدة المذكورة بكثير. وكان ذلك مدعاة إلى ان يفترق العلماء



إلى نهجين مختلفين كالذي أشار إليه الفيزيائي اريك لينر (Eric Lerner)، مع اهمال نهج ثالث مفاده التشكيك بأصل نظرية الانفجار ونماذجها المختلفة بالكامل.

¹ : الجائزة الكونية الكبرى، ص88. والكون في قشرة جوز، ص90.

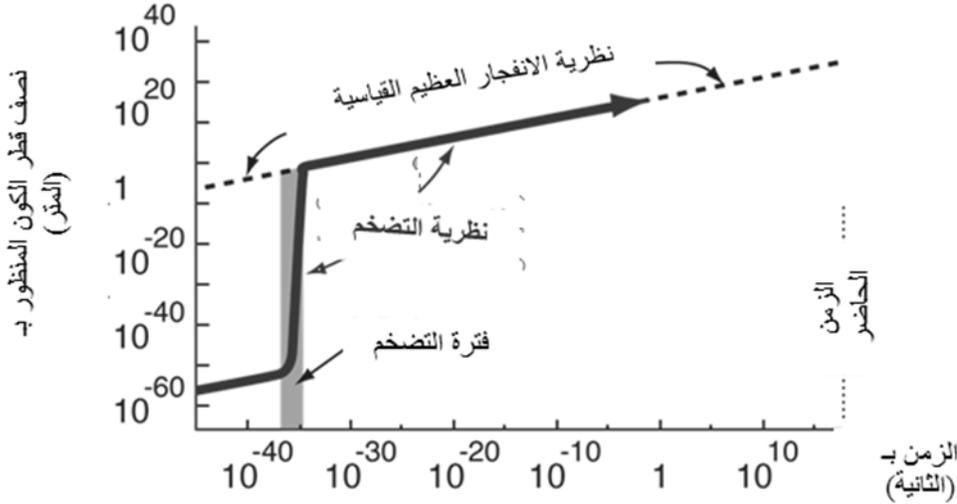
فمن جانب قال العديد من أنصار النظرية انه من الصحيح اننا نعجز عن تفسير صنع هذه الهياكل الضخمة من المجرات، لكن ذلك يعود ببساطة إلى مشاكل متعلقة بالتفاصيل من دون ان تؤثر على صحة أصل النظرية نفسها. أما النهج الثاني، وهو يحظى بشعبية متزايدة، فإنه يضيف فرضيات جديدة تساعد نظرية الانفجار على البقاء، والغرض منه جعل بداية الكون لا تتجاوز مدة محددة تقدر بين (10-20) مليار سنة فحسب، وذلك عبر افتراض قوة من أصل غير معروف تعمل على ابطاء التوسع الكوني مع تسريع نمو هياكل المجرات كي يتناسب مع العمر المشار إليه. وتمثلت هذه القوة الغامضة في المادة المظلمة¹.

نظرية التضخم

إن الهدف من ظهور نظرية التضخم الكوني هو اعادة صياغة التصور الأولي للانفجار العظيم، فهي بحاجة إلى تفسير صنع المجرات وتحديد أعمارها، فأول ما افترضته هو الانتفاخ الهائل باعتباره مسؤولاً عن كل التموجات الصغيرة في كثافة حساء المادة والاشعاع بداية الانفجار، ومن ثم حدث التباطؤ فجأة فتحوّلت طاقة الانتفاخ إلى حرارة هائلة بفعل عملية الكبح، مثلما يحدث في حالة ايقاف سيارة مسرعة أو تبطئة حركتها. وبسبب هذه الحرارة تخلقت الجسيمات المادية المختلفة وفقاً لقاعدة اينشتاين الشهيرة حول علاقة الكتلة بالطاقة. إذ تم خلق الجسيمات المتضادة التي سرعان ما أخذ بعضها يفني البعض الآخر مع بقاء نسبة قليلة لصالح المادة وفناء مضادتها، ونتجت عن هذه العملية أشعة جاما التي ملأت الكون كله، وبذلك احتفظ الكون بحساء من المادة والاشعاع. ثم ظهر بعد ذلك تأثير المادة المظلمة في جذب هذه التموجات الكمومية وزيادة تكتلها وانضغاطها لشدة الثقالة، وهو ما هيء الفرصة لصنع المجرات ومن بعدها الحياة. فلولا هذا الانحراف من التموجات والتقلبات المادية التي خلفها الانتفاخ الهائل ما كان يمكن للمجرات والحياة ان تتخلق. لذلك فإن الكون ليس مسطحاً تمام التسطح، ولا ان قيمة اوميگا تساوي واحداً بالتمام والكمال. وعليه تنبأت هذه النظرية بوجود فوارق تظهر كبصمات على اشعاع الخلفية الكونية. وبعد البحث وجد الفلكيون ان هناك شيئاً

¹ : Eric J. Lerner, Introduction.

من عدم التجانس الضئيل، وهو ما يشير إلى تفاوت التموجات الكمومية بعد مرحلة التضخم العظيم.



مخطط بياني لنموذج نظرية التضخم، موضح فيه التمدد الهائل في حجم الكون بعد هُنيئات من الانفجار الكبير

لقد اخسب بصريه الصحيح عن السوسع الحوي حو صبيعه ما كان عليه الكون البدئي، اذ تفترض الأخيرة ان الكون بدأ متجانساً ومتوحد الخواص والاتساق مطلقاً، وقد جاء اشعاع الخلفية الكونية مؤيداً لها خلال منتصف الستينات من القرن الماضي، لكن المشكلة التي اعترضتها هي كيف يمكن تفسير ظاهرة المجرات وعناقيدها اذا ما كان الكون في بدايته متجانساً ومتسقاً تماماً؟ وقد دفع هذا الاشكال إلى تصحيح النظرية إلى نموذج التضخم (Inflation model) كمسؤول عن التقلبات الكمومية (quantitative fluctuations) الصغيرة التي أدت إلى تكوين المجرات. وما زال هذا النموذج موضع اعتماد الفيزيائيين إلى يومنا هذا، رغم كونه اتخذ صيغاً مختلفة كثيرة منذ البداية. وتعود نسخته الأصلية إلى الفيزيائي جوث، حيث افترض وجود كسر سريع للسمترية (symmetry) أو التناظر المتجانس مع تكوين الفقاعات، فقد كانت مادة الكون قبل التضخم متصلة، لكنها تحولت بعد هذه المرحلة إلى مناطق كونية متقابلة ومتقطعة¹. وفي قبال هذه النسخة طرح آخرون فكرة التفسير البطيء للسمترية، ومن هؤلاء الفيزيائي الروسي المعروف أندريه ليند (Andrei Linde)؛ قبل ان يستعيب بدلها بنموذج آخر سمي التضخم

¹ بول دافيز: الله والفيزياء الحديثة، ترجمة هالة العوري، صفحات للدراسات والنشر، الطبعة الأولى، ص217.

الشواشي chaos inflation (عام 1983). وقد قدّر الفيزيائي جواو ماكيويجو (João Magueijo) تعدد النظريات التفصيلية حول الموضوع بمئات النماذج¹.

وعليه ان من ضمن مهام نظرية التضخم، كما في النسخة الأصلية لجوث، هو تفسير نشوء المجرات والكتل العنقودية الضخمة ضمن زمن معقول، وقد واجهت بهذا الصدد ثلاث مشاكل هي التسطح والافق (اي التجانس في التوزيع) والاستقطاب. وهي تفترض وفق حساباتها الرياضية بأن حجم الكون المرصود هو أصغر من حجم الكون الكلي بما لا يقل عن $(10^{23}$ مرة)². ومع ان لهذه النظرية افتراضات كثيرة، لكن من الممكن التركيز على الرئيسية منها ضمن افتراضين هامين: الانتفاخ الخارق لسرعة الضوء، والتباطؤ المفاجئ بعد مرحلة الانتفاخ الأول. ولكل من هذين الافتراضين تفريعات ضمنية استهدفت تفسير تطور الكون دون الانشغال بكيفية انبثاقه. وبالتالي كان لا بد من عرض هذين الافتراضين وفق الفقرتين التاليتين:

1- الانتفاخ الخارق:

لقد افترض جوث وجود فقاعات أولية بدأت بالتمدد مثل فقاعات الصابون، ومن ثم اتصلت فيما بينها فكونت فقاعة ضخمة هي ما تمثل هذا الكون العظيم. وتنبأت بهذا الصدد بوجود جدران لمناطق اتصال هذه الفقاعات، وان المناطق المفردة ينبغي ان تكون أصغر بكثير من الكون الذي نرصده. لكن الفلكيين لم يروا أي شيء من هذه التنبؤات³.

كما اشترط هذا الفيزيائي ان يكون الانتفاخ الكوني ضخماً ومفاجئاً ضمن فترة زمنية ضئيلة للغاية، وهو لم يرَ حرجاً في انتهاك سرعة الضوء القصوى، اذ كان في حاجة إلى هذا الافتراض ليبرر حصول تطور منتظم ومستقر عبر تجاوز الكون لمراحل عديدة دفعة واحدة؛ ليتمكن التخلص من مشاكل العشوائية فيما لو كانت السرعة بطيئة، وهي النتيجة التي تبعث على حل لمشكلة التسطح والتساوي مع الكثافة الحرجة من دون تقلص انسحاق، ولا انفتاح تمزقي

¹: جواو ماكيويجو: أسرع من سرعة الضوء، تعريب سعيد محمد الاسعد، شركة الحوار الثقافي، الطبعة الأولى، لبنان، ص301، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

²: http://www.physicsoftheuniverse.com/topics_bigbang_inflation.html

³: حافة العلم، ص76-75.

للكون، فمعدل طاقة الجاذبية فيها لا بد ان يكون صفراً. مع ذلك وضعت نظرية التضخم هامشاً ضئيلاً للغاية لا يجعل التسطح تاماً بشكل مطلق، وذلك بغية تهيئة ما سيسفر إليه الحال من تجمع المادة وتخلق المجرات.

وقد تباينت التقديرات التي دونها الفيزيائيون حول حجم التضاعف الكوني وفق هذه النظرية ليكون الكون مسطحاً، أو ان الاوميگا Omega تساوي واحداً تقريباً. فهناك من رأى ان الكون تضاعف منذ البداية وحتى زمن (10⁻³⁰ ثانية) بحوالي (10³⁰ مرة)¹. ومنهم من اعتبر انه منذ زمن (10⁻³⁵ ثانية) إلى زمن (10⁻³³ ثانية) تضاعف نصف قطر الكون بمقدار (10⁵⁰ مرة). أو ان التضخم الأول من عمر الكون تمدد بهذا المعدل². وهناك تقدير آخر هو انه منذ زمن (10⁻³⁶ ثانية) إلى زمن (10⁻³⁴ ثانية) تمدد الكون بمعدل هائل وبنسبة مئوية أكبر مما تم خلال (15 مليار سنة) منذ تلك اللحظة³. كما هناك من اعتبر التضخم قد حصل بمعامل أكبر من (10²⁸) خلال كسر من الثانية من عمر الكون⁴.

ورغم اختلاف هذه المقادير لكنها ليست متضاربة بالضرورة، وهي تتفق جميعاً في كون السرعة الضخمة التي تم فيها انتفاخ الكون قد فاقت سرعة الضوء بكثير، وبالتالي تم انتهاك فرضية اينشتاين في النسبية الخاصة، لكن بعض الفيزيائيين لم يبالِ بذلك، لشكه في مصداقية فرضية السرعة النهائية للضوء، خاصة وان مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ يتيح امكانية ان تتحرك الجسيمات بما يتجاوز سرعة الضوء ضمن فترة زمنية صغيرة جداً. فيما أظهر آخرون تأويلاً لهذا الانتهاك الصارخ. ويمكن ان نجد تأويلين بهذا الخصوص، أحدهما قد ركز على ان السرعة القصوى للضوء انما تتعلق بالنسبية الخاصة دون العامة، أي انها لا تنطبق على قوى الجذب الضخمة التي قد تكون فيها السرعة أعظم من سرعة الضوء.

أما التأويل الآخر فيعتبر ان مسلمة اينشتاين تتعلق بالأجسام والجسيمات وليس نسيج الفضاء الزمكاني، كما هي ملاحظة عدد من الفيزيائيين النظريين

¹: تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ص 82-83.

²: ميشيو كاكو وجنيفر ترينر: ما بعد اينشتاين، ترجمة فايز فوق العادة، مراجعة محمد دبس، اكاديميا انترناشيونال، بيروت، الطبعة الأولى، 1991م، ص 174. كذلك: البدايات، ص 68.

³: الكون الأنيق، ص 388.

⁴: لورانس كراوس: كون من لا شيء، ص 133-134.

مثل ستيفن هوكنج وجون جريبين Gribbin وبرين غرين Brian Greene وتايسون Tyson وجولدسميث Goldsmith وآخرين كثيرين، فيما اعتبر ستيفن واينبرغ ان هذه الفكرة مضللة، فما يجري هو تباعد المجرات بعضها عن البعض الآخر وليس توسع الفضاء¹. فلقد حاول هؤلاء الفيزيائيون ان يلتفوا على السرعة الثابتة للنسبية ليبرروا التضخم بداية الكون بانتهاك سرعة الضوء، معتبرين انه لا تعارض بين الموضوعين، فسرعة الضوء الثابتة لا تنطبق على تمدد الفضاء الصرف لخلوه من الكتلة. اذ يمثل التمدد الكوني توسعاً للمكان أو الفضاء وليس ابتعاد الأجرام عن بعضها، كما يحتفظ هذا التمدد بحجم المجرات دون تمددها².

وبحسب هذا التأويل رأى البعض انه لا مانع من ان يتباعد فوتونين كل منهما عن الآخر في نسيج فراغ يتمدد بسرعة تفوق سرعة الضوء. فمثلاً في اللحظة التي أصبح فيها الكون شفافاً لأول مرة، أي بعد حوالي (300 ألف سنة) من عمر الكون كان يمكن للمواقع في السماوات التي تبعد عن بعضها بحوالي (900 ألف سنة ضوئية) ان يؤثر بعضها في بعض كالتأثير بالحرارة حتى لو كانت المسافة بينها تتعدى (300 ألف سنة ضوئية). وقد جاء معامل الزيادة بمقدار ثلاثة أضعاف نتيجة تمدد النسيج الفضائي³.

وأرى ان كلا التأويلين الانفي الذكر لا يعبران عن مضمون فكرة اينشتاين. فمن حيث التحليل رفض اينشتاين أي تجاوز لسرعة الضوء القصوى باطلاق. فقد كان من ضمن مناقشاته مع مدرسة كوبنهاغن لميكانيكا الكوانتم، ومثل ذلك موقفه من جاذبية نيوتن، هو انه رفض التأثير اللحظي باعتباره انتهاكاً صارخاً للسرعة القصوى كما تتمثل بسرعة الضوء. كذلك انه في مجال الجاذبيات الضخمة اكدت النسبية العامة على تباطؤ السرعة وليس زيادتها، بدلالة انعطاف سرعة ضوء النجوم وتباطؤها عند الاقتراب من الشمس، مثلما تم التأكد من ذلك (عام 1919)، وذات الشيء يحصل في حالة الضوء الداخل في الثقب الأسود.

وقيل ان هناك أربع ظواهر تنتهك سرعة الضوء المعروفة، احدها: النسيج

¹: ستيفن واينبرغ: أحلام الفيزيائيين، ترجمة أدهم السمان، دار طلاس، الطبعة الثانية، 2006م، ص38، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

²: التصميم العظيم، ص154 و159. والمجرات، ص56. والبدائيات، ص106.

³: الكون الانيق، ص386.

الفضائي الفارغ كما حصل لدى التضخم الكوني عند النشأة الأولى للكون، ومبرر هذه السرعة الفائقة يأتي من ان الفضاء يخلو من الكتلة تماماً، فحاله في ذلك كحال فوتونات الضوء التي تخلو من الكتلة أيضاً. والثانية: التأثير اللحظي للجسيمات البعيدة بعد عملية التعالق أو التشابك الكمومي (Quantum entanglement) فيما بينها، وهو التأثير المعبر عنه بالشبحي¹. والثالثة: في حالة سفر الضوء في بعض الأوساط الكثيفة، كما في الماء والزجاج، حيث تبلغ سرعته في الماء حوالي (75%) من سرعته في الفراغ، في حين تمكن العلماء من زيادة سرعة الالكترونات في هذا الوسط بحيث بلغت أعظم من سرعة الضوء النسبية المشار إليها. والرابعة: في حالة الثقوب الدودية المفترضة لدى الانحناءات الضخمة للنسيج الزمكاني².

هكذا كان لا بد من افتراض التضخم الأولي المنتهك لسرعة الضوء خلال جزء بسيط من الثانية الأولى من عمر الكون، وذلك للتخلص من مشاكل العشوائية وحل معضلة التسطح الكوني ومن ثم الاستعداد للمرحلة الثانية المناطة بصنع المجرات وعناقيدها..

2- التباطؤ المفاجئ:

لقد افترضت نظرية جوث حدوث تباطؤ حاد بعد مرحلة الانتفاخ الضخم مباشرة؛ ليتاح للمجرات فرصة التشكل والتخلق بانتظام. وبحسب هذه النظرية ان المادة المرئية للكون ليست كافية؛ لا من حيث الزمن المتوقع ولا من حيث القوة لأن تدفع باتجاه صنع المجرات وعناقيدها الضخمة، كما انها ليست كافية لجعل الكون مسطحاً، باعتبارها قليلة سرعان ما تنشئت وتتبعثر، اذ ينبغي ان يكون هناك قدر كبير من المادة أكثر مما يبدو لنا، وان المادة الوهاجة الساطعة التي تجمعت في نجوم ومجرات ليست إلا جزءاً

¹: في التعالق أو التشابك بين جسيمين أوضحت تجربة الفرنسي آلان أسبكت ان سرعة أي اشارة تتفوق على سرعة الضوء. في حين بينت تجربة نيكولاس جيسين بأن الاشارة تنطلق بسرعة تعادل مائة مليون ضعف سرعة الضوء. لكن مع ذلك يعتقد الفيزيائيون ان الاشارة لحظية أو لا نهائية (أمير أكزيل: التعالق، ترجمة عنان علي الشاهوي، مراجعة مصطفى ابراهيم فهمي، المركز القومي للترجمة، الطبعة الأولى، 2008م، ص224-225 و238)، وهو ما لا يمكن اثباته تجريبياً.

²: Jessica Orwig, These 4 Cosmic Phenomena Travel Faster Than the Speed of Light

(2016). Look:

[http://uk.businessinsider.com/what-can-travel-faster-than-the-speed-of-light-2016-1.](http://uk.businessinsider.com/what-can-travel-faster-than-the-speed-of-light-2016-1)

ضئلاً منها، لذلك كان لا بد من قوة مادية تعمل على تجميع المادة وصنع الهياكل الضخمة، ومن ثم جعل الكون مسطحاً كما يبدو في الأفق. لكن حيث ان هذه القوة غير ملحوظة فانه تم التنبؤ بوجودها كمادة مظلمة غير باريونية. ووفقاً لها أصبحت كثافة الكون المتنبأ بها تقارب (99 مرة) من الكثافة التي لاحظها الفلكيون من حساب المجرات خلال ثمانينات القرن العشرين وما بعدها.

هكذا يتلخص سيناريو التضخم بأن الكون بدأ أولاً بالانتفاخ المروع ضمن فترة وجيزة هي كسر ضئيل جداً من الثانية، ثم تحول بعد ذلك إلى تباطؤ مفاجئ لأسباب مجهولة، وقد أدى ذلك إلى خلق الجسيمات المختلفة، وبعدها ظهر تأثير المادة المظلمة المسؤولة عن تجمع الجزيئات المادية لتخليق المجرات وعناقيدها. فالكون في هذه المرحلة يحتاج إلى قوة جذب لا تفسره الكثافة المادية العادية باعتبارها قليلة لا تكفي لصنع المجرات قبال قوة الدفع المضاد نحو الخارج.

فخلال (عام 1989) قام الفلكي شيا (shaya) بحساب كثافة المادة من خلال استخدام خرائط تولي، فتوصل إلى انها تقدر بحوالي ذرة واحدة لكل عشرة امتار مكعبة من الفضاء، كما اشرنا إلى ذلك من قبل¹. ومنذ الثمانينات والى يومنا هذا تعتبر المادة العادية للكون هي الجزء الأقل من مكونات سائر ما في الكون من قوى، فحتى منتصف التسعينات كانت المادة المرئية تقدر بحوالي (1%) من الكثافة الحرجة²، وانه باضافة المادة غير المرئية من الثقوب السوداء وما اليها فإن الكثافة لا تزيد على (10%)، وتبقى الحاجة إلى حوالي (90%) أو أكثر لتفسير التسطح والتعادل بين الكثافتين المادية والحرجة، لذلك اعتبرت هذه النسبة من نصيب المادة المظلمة وهيمنتها الثقالية؛ مما يجعل الكون مسطحاً بين الانغلاق والانفتاح، أي انها تشكل حوالي عشرة أضعاف المادة العادية أو أكثر. وحديثاً تغيرت هذه التقديرات فأصبحت المادة المظلمة تقدر بحوالي ستة أضعاف المادة العادية أو أقل قليلاً، اذ تباينت التقديرات، فتارة انها تعادل (22%) من كثافة الكون³، وثانية اعتبرت حوالي (24%)، ثم تم تقديرها أخيراً وليس آخراً بحوالي (26.8%)، وما تبقى هو من نصيب الطاقة المظلمة كما سنعرف.

¹ : Eric J. Lerner, p.26.

²: حافة العلم، ص125.

³: الجائزة الكونية، ص167-169.

وتعود الجذور المتعلقة بافتراض المادة المظلمة إلى الفلكي الهولندي جان أورت (Jan Oort) (عام 1932)، ومن بعده الفلكي فريتز زويكي (Fritz Zwicky) (عام 1933). إذ أظهرت القياسات في ذلك الوقت ان هناك كتلة مفقودة مؤثرة على حركة النجوم والمجرات دون ان تكون قابلة للرؤية والرصد. إذ تبدو سرعة بعض المجرات أعظم مما يفترض تأثيره من القوة الموجودة لدى النجوم داخلها. ومع ذلك فانها لا تعاني من الافلات عن مداراتها.



جان اورت (1900-1992)



فريتز زويكي (1898-1974)

ومعلوم ان سرعة الافلات (escape velocity) تتناسب عكساً مع قوة الجذب والثقالة (gravitational force)، ولها علاقة رياضية تعرف بمعادلة سرعة الافلات، وتساوي جذر ضعف كتلة الكوكب مضروباً في ثابت جاذبيته العامة مقسوماً على نصف قطره. فمن خلال هذه المعادلة يمكن تحديد سرعة افلات الأجسام من الأجرام الكونية بسهولة. فمثلاً تساوي سرعة افلات الجسم من الشمس حوالي (617.5 كم في الثانية)، ومن الأرض (11.2 كم في الثانية)، ومن القمر (2.3 كم)، ومن عطارد (4.3 كم)، ومن الزهرة (10.3 كم)، ومن المريخ (5.0 كم)... الخ¹. ولو ان كتلة الشمس تركزت في كرة قطرها ربع قطر الشمس الحالية لكانت سرعة الافلات ضعف ما عليه². لذلك فإن سرعة الضوء العظيمة عاجزة عن الافلات من الثقب الأسود لهول الجاذبية فيه؛ استناداً إلى القانون المشار إليه قبل قليل. على ذلك لوحظ ان حركة النجوم حول المجرة تختلف عن حركة الكواكب

¹: https://en.wikipedia.org/wiki/Escape_velocity

²: روجر بنروز: العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، مصدر سابق، ص394.

حول الشمس. فالأخيرة تتحرك طبقاً لكون البعيد بطيئاً خلافاً للقريب. أما في النجوم فلا فرق في ذلك، أو ان الأبعد عن مركز بعض المجرات يكون أسرع من الأقرب للمركز خلاف المتوقع، وهو أمر لا تفسره جاذبية المادة العادية. فسرعة النجوم في الأطراف تجعلها تفلت من المدار طبقاً لقانون الافلات، حيث اذا زادت سرعة دورانها عن الحد المطلوب سينحرف المسار إلى الخارج بعيداً، ومن ذلك ان النجوم في المجرات الحلزونية (Spiral Galaxy) تسير بسرعة أكبر من ان تسمح لها بالبقاء، كذلك المجرات التي تدور بعضها حول البعض الآخر، فبعض مجرات العناقيد تتحرك بسرعة أكبر من سرعة الافلات، كما في مجرات عنقود الهلبة (Coma supercluster). لذا عبّر زويكي عن وجود مشكلة تتعلق بالكتلة المفقودة¹. أو ان هناك قوة شد غير مرئية تجعل هذه المجرات والنجوم لا تنفطر وتفلت عن مداراتها.

هذا هو المقصود بالكتلة المفقودة، أو ما سميت فيما بعد بالمادة المظلمة باعتبارها غير مرئية تماماً، ويفترض انها هي التي تمسك الأجرام السماوية الضخمة دون ان تدعها تفلت، مثلما تجعلها تدور بشكل أسرع مما هي عليه في الحالة العادية. وحالياً استخدمت بعض التقنيات للكشف عن المناطق التي تتركز فيها هذه المادة، ففي (عام 2015) وجد عدد من الخبراء الفلكيين تسع مناطق تمتلك كتلاً هائلة التركيز، كل واحدة منها تقدر بما يقارب كتلة عنقود من المجرات، وذلك استناداً إلى ما تم تحليله من حجم انحناء ضوء المجرات الخلفية وتشوّه صورها عندما يمر الاشعاع من خلالها².

أما لماذا تم افتراض المادة المظلمة دون سواها؟ فهناك تفسيرات مذكورة؛ مثل ان قوتها الضخمة لا يمكن تعليلها بكثرة الكواكب المظلمة، ولا بثقب أسود ولا بسحب داكنة. كما هناك من حاول تفسير الحال عبر افتراض البلازما الكونية التي تملأ الفضاء بكثافة هائلة، وهي تقدر بأكثر من (99%) من مادة الكون المرئي. ويعنى بالبلازما بأنها خليط جماعي من الجسيمات السالبة والموجبة الشحنة خلافاً للذرات المادية المتعادلة، لذلك تعتبر حالة رابعة للمادة، وهي أشبه بالسحابة الغازية المختلفة الاشكال والاحجام والكتل. وتتميز بحالة التفاعل والتأثير فيما بين جسيماتها، اعتماداً على كثافتها وحالة التجاور والقرب فيما بينها.

¹: حافة العلم، ص108-109.

²: Dark matter map begins to reveal the Universe's early history. Look: <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150702112045.htm>

ومنهم من افترض بأن المادة المظلمة هي ذات جسيمات النيتريانو، ومنها تكونت المجرات عبر التكتل والتكاثف بفعل أعدادها الكبيرة، لكن لوحظ بأن كتلتها صغيرة للغاية أو انها خفيفة لا يسعها تفسير مثل هذه الجاذبية العظيمة، كما ان الزمن المطلوب لتكوين المجرات الضخمة عبر افتراض تكونها من النيتريانو المتكثف أو المادة المظلمة الباردة هو زمن طويل جداً لا يتناسب مع ما يدل بأنها وجدت بعد الانفجار العظيم بملياري عام، كما اشرنا من قبل. وترى إحدى (نظريات كل شيء) ان ما نسميه بالمادة المظلمة هو عبارة عن كون آخر مواز وقريب من كوننا، لذا فهو يؤثر عليه بالجاذبية فقط، وهو غير قابل للرؤية على الاطلاق¹.

والطريف ان هناك من اعتبر المادة المظلمة قد أنشأت مادة أخرى تدعى المادة الظل، لذلك تم افتراض وجود شمس شبحية مظلمة قرينة لشمسنا، سميت نمسيس². وهنا تبدو الافتراضات بعضها يجرّ إلى البعض الآخر، وكلما كثر عددها زاد ضعفها بحسب منطق الاحتمالات.

كذلك هناك من حاول ان يعيد النظر في تصحيح معادلة نيوتن بالنسبة لاحجام المجرات لتفسير الجاذبية الزائدة بعيداً عن افتراض المادة المظلمة؛ كما هو الحال مع الفيزيائي الاسرائيلي ميلجروم (milgrom) وأائل الثمانينات، لكن المحاولة لم تقنع أحداً³. ثم ظهر مؤخراً من حاول اعادة النظر في الجاذبية برمتها، معتبراً اياها من الأوهام، وحتى النسبية العامة التي تنبأت بموجات الجاذبية ومن ثم حصد الكشف عنها جائزة نوبل (عام 2017) قد تكون خاطئة، خاصة وانها تعجز عن تفسير السلوك الغريب للمجرات، الأمر الذي اضطر الفيزيائيين إلى افتراض المادة المظلمة. على ذلك قدّم الخبير الهولندي من أصحاب نظرية الأوتار إريك فيرليند (Erik Verlinde) ورقة بحثية جديدة حول اطروحة سماها الجاذبية الناشئة (Emergent gravity)، وذلك (عام 2010)، فالجاذبية لدى فيرليند تختلف عن الجاذبية التقليدية بصورتها النيوتنية والاينشتاينية، حيث اعتبرها ليست قوة أساسية للطبيعة، وانما ظاهرة ناشئة بالطريقة نفسها التي تنشأ بها درجة الحرارة من حركة الجزيئات المجهرية، اذ تنبثق من التغيرات الحاصلة في أجزاء المعلومات الأساسية المخزنة في بنية الزمكان ذاته. وربما على هذا الأساس ان من الممكن ادماج الجاذبية مع

¹: البدايات، ص61.

²: حافة العلم، ص122. والنهاية، ص168.

³: البدايات، ص54-56.

الفيزياء الكوانتية الذي استعصى على العلماء علاجه منذ حوالي قرن من الزمان وحتى يومنا هذا. وهي بذلك معدة لتفسير السلوك الغريب للمجرات من دون حاجة لافتراض ما وصفه فيرليند بالوحش الاسطوري للمادة المظلمة، معتبراً انها قد تمثل نسجاً من جهلنا الذي سيتلاشى عندما نستكشف الطبيعة بشكل أكثر شمولاً. وعليه احتمال بأن من الممكن لهذه النظرية ان تفسر لنا - أيضاً - التوسع المتسارع للكون من دون حاجة لافتراض الطاقة المظلمة.

وقد عمل هذا الفيزيائي مع مجموعة من العلماء على مراجعة هذه الاطروحة، وقال بأنه تم إحراز بعض التقدم الكبير، مستشرفاً بأن من الممكن ان نقف على حافة ثورة علمية جديدة يمكنها ان تغيّر وجهات نظرنا جذرياً حول طبيعة الفضاء والزمن والجاذبية¹.

وبعيداً عن الاقتراحات التي سبق عرضها، فقد استقر الأمر على أرجحية وجود مادة مجهولة الهوية، وهو الافتراض الذي ما زال ساري المفعول إلى يومنا هذا، فبدونه تسقط نظرية الانفجار العظيم وتذهب ريحها، أو تكون في عداد النظريات المقبورة.

وما زالت هذه المادة الغامضة تعتبر لغزاً كبيراً يواجهه الفيزيائيون. اذ لا يعرف عنها شيء سوى ان لها مواصفات لا تجعلها مادة عادية بالمعنى المعروف، فهي لا تمتلك بروتونات ولا نيوترونات. ولهذا الافتراض مبرراته، اذ لا يوجد أي أثر للتفاعل فيما بينها وبين المادة العادية سوى الجذب الذي تؤثر فيه على المادة، بمعنى انها لا تتفاعل مع قوى الطبيعة الأساسية باستثناء قوة الجاذبية. فهي لا تتفاعل مع القوة النووية الشديدة؛ وبالتالي ليست مسؤولة عن تكوين الأنوية وتماسكها. كما لا تتفاعل مع القوة النووية الضعيفة؛ وبالتالي ليست مسؤولة عن التفاعلات النووية ونشاطاتها الاشعاعية. كذلك انها لا تتفاعل مع القوة الكهرومغناطيسية؛ ومن ثم فانها ليست مسؤولة عن تكوين الجسيمات وانها لا تمتص الضوء أو تطلقه أو تعكسه أو تشتته.

وصوّرت بأنها تشكل نوعاً من الهالة المحيطة بالمجرة بأسرها، وهي توجد ضمن المسافات بين المجرات والشرائط العنقودية².

وقدّرت كميتها خلال القرن الماضي بحوالي (90%) من الكون أو أكثر. أما اليوم فتقدر جاذبيتها بأقل من السابق، وتعادل ستة أضعاف ما للمادة

¹: <http://www.sci-techuniverse.com/2017/10/gravity-is-illusion-theory-that.html>

²: البدايات، ص 61 و 54-53.

العادية، وذلك بعد ان تم اكتشاف قوة أخرى أعظم منها هي الطاقة المظلمة.

مع هذا فقد أظهرت الدراسات اليوم انه تمّ اكتشاف احدى المجرات التي تفتقر لهذه المادة المفترضة، وقد نُشرت ورقة بعنوان: مجرة تفتقر إلى المادة المظلمة (عام 2018) لدى مجلة الطبيعة (nature)¹. وتسمى المجرة اختصاراً (DF2). لذا قال البروفيسور روبرتو أبراهام (Roberto Abraham) من جامعة تورنتو والمؤلف المشارك للورقة التي تصف الاكتشاف: «كنا نظن أن جميع المجرات تتكون من نجوم وغازات ومادة مظلمة التي هي مسيطرة دوماً.. لكن ما يبدو الآن هو أن بعض المجرات - على الأقل - تتوفر فيها الكثير من النجوم والغازات ولا يكاد يكون فيها أي مادة مظلمة (فقط 1\400).. إنها غريبة جداً». والآن يجري البحث حول ما اذا كانت هناك مجرات أخرى على هذه الشاكلة، اذ قد تمثل قمة جبل الجليد المخفي تحت الماء. لقد اعتبرت هذه الورقة تحدياً للأفكار القياسية حول كيفية تفكيرنا في عمل المجرات، فالمقترح الجديد وفق هذه النتيجة يرى ان هناك أكثر من طريقة لصنعها، كالذي أشار إليه المؤلف الرئيسي للورقة البروفيسور بيتر فان دو كوم (Pieter van Dokkum) من جامعة بيل².

يبقى ان أهم افتراضات نظرية التضخم الكوني هو اعتبار الكون مسطحاً، فلا هو بالمقوس الموجب، ولا بالمنفرج السالب، بل وضعه أشبه بقلم قائم على رأسه من دون ان يسقط، اذ تتساوى القوى المؤثرة عليه دون سيطرة بعضها على حساب البعض الآخر، فهذا التعادل هو ما يجعله قائماً لا يسقط. وكذا هو حال التسطح الكوني، حيث تتعادل قوى التقوس والانفراج، أو ان معدل الجاذبية فيه يكون صفراً. وتمثيل ذلك بالبالون الضخم المنتفخ، فكل مكان فيه يبدو مسطحاً لضخامة الانتفاخ. فهو أشبه بما نعيشه على الكرة الارضية، حيث الاحساس بالتسطح في أي نقطة نقف عليها، رغم ان الأرض صغيرة بما لا تقاس بحجم الكون المنتفخ. وقد كشف مسبار ويلكينسون (WMAP) بأنه رغم وجود الكتل الضخمة للمجرات التي تعمل على حني الفضاء إلا أن هناك شيئاً غامضاً يجعل الفضاء يتقوس في الإتجاه المعاكس، ويؤمل أن تكون المحصلة لمتوسط الإنحناء تساوي صفراً، حيث المتصور ان هناك طاقة للجاذبية السالبة

¹: <https://www.nature.com/articles/nature25767>

²: <http://www.dunlap.utoronto.ca/how-do-you-make-a-galaxy-without-dark-matter/>

تعاذل طاقة المجرات الموجبة؁ وتقدر كل منهما بحوالي (10⁵⁰ طن) موجبة وسالبة؁ ومن ثم فالكون يزن صفراً أو لا شيء¹. رغم أن هذا التقدير لم يأخذ بعين الاعتبار فاعلية كل من الطاقة والمادة المظلمتين.

والسؤال الذي يطرح بهذا الصدد: كيف تهبأ للكون ان يكون مسطحاً دون الخضوع لهيمنة الثقالة أو التوسع المفتوح اللانهائي؟

ان مشكلة الفضاء المسطح هي ذاتها مشكلة الكثافة الحرجة؁ فلكي يكون الكون مسطحاً لا بد من ان تكون كثافته حرجة بين حدين دقيقين؛ أحدهما لصالح الكون المغلق؁ والآخر لصالح الكون المنفرج المفتوح.

فبحسب نموذج التضخم (Inflation model) هناك دقة في هذه الكثافة؁ وهي المقدار المتعلق بسرعة الانتفاخ والتمدد؁ فلا بد من ان تكون هذه السرعة بين حدين دقيقين للغاية؁ طاوية خلفها مراحل كثيرة دفعة واحدة بلا مجال للعشوائية والانحراف؁ وهو الحد المعبر عنه بقيمة اوميگا؁ حيث تم ضبطها بدقة ضمن اللحظات الأولى من عمر الكون؁ كالذي سبقت الاشارة إليه؁ وهي بحسب بعض التقديرات تعادل جزءاً من (10¹⁵) عند زمن ثانية واحدة من الانفجار العظيم. فلو ان كثافة المادة اختلفت عن الكثافة الحرجة بما يزيد قليلاً عن هذا العامل؁ أي جزء من (10¹⁵)؁ في الاتجاه الآخر لكانت الجاذبية أقوى وسيوقف التمدد ويتقلص الكون في انسحاق كبير دون أدنى فرصة للحياة؁ وبالتالي فنحن موجودون في كون قليل الاحتمال جداً. أما قبل الزمن المشار إليه؁ أي عندما كان عمر الكون كسراً من الثانية فإن الضبط الدقيق لقيمة اوميگا هو جزء من (10⁵⁰) وليس جزءاً من (10¹⁵)². بل تم تقدير قيمة اوميگا عند أول لحظة زمنية وهي زمن بلانك planck time الذي أصبح للزمان فيه معنى؛ بما يساوي جزءاً من (10⁶⁰)³. وتعتبر هذه الدقة العظيمة مذهلة بما يفوق التصور والخيال.

ويعود أصل تحديد قيمة اوميگا - المشار إليها عند بداية نشأة الكون - إلى الفيزيائي روبرت ديك (Robert Dick)؁ فقد قدرها بحوالي جزء من (10¹⁷) عندما كان عمر الكون ثانية واحدة؁ ثم جاء جوث متأثراً بما قدمه ديك؛ فقدّر تلك القيمة عند زمن بلانك بحوالي جزء من (10⁶⁴)⁴.

وبلا شك لم تستطع نظرية الانفجار الأولية ان تفسر هذه الدقة العظيمة.

1 : الجائزة الكونية الكبرى؁ ص63-64.

2: حافة العلم؁ ص66-67.

3: بول دافيز: الله والفيزياء الحديثة؁ ص217.

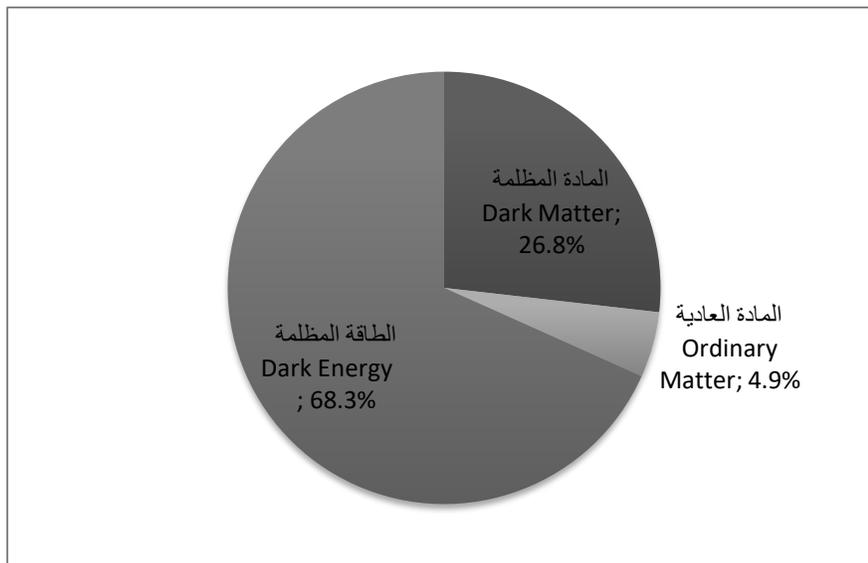
4: انظر: منهج العلم والفهم الديني.

فهي لا تقول شيئاً عن السرعة التي ينبغي ان يحدث بها التمدد، وهو النقص المسمى بمشكلة التسطح، فهي لا تتنبأ أو تفسر كيف ينبغي ان تكون كثافة المادة قريبة من القيمة الحرجة. لذلك جاءت نظرية التضخم لتسد هذا النقص، اذ تتنبأ ان تكون كثافة المادة قريبة جداً من الكثافة الحرجة لتحل بذلك مشكلة التسطح عبر الانتفاخ الهائل المتجاوز لسرعة الضوء. وقد استدعاها الأمر إلى التنبؤ بوجود مادة غير باريونية تملأ معظم الكثافة الكونية كما عرفنا.

مرحلة التسارع الكوني

ما ان انتهى القرن العشرين حتى تبين ان القياسات التي اعتمدها نظرية التضخم في التوسع لحل مشكلة التسطح هي غير صحيحة، فقد برزت قوة جديدة مفترضة تساهم في التخلق الكوني بما يفوق غيرها من القوى. الأمر الذي أثر على قياسات التسطح والكثافة الكونية، ولم تعد افتراضات نظرية التضخم الأساسية كافية ومقنعة. ففي (عام 1998) تم الكشف عن كون متسارع أكثر قليلاً مما كان متوقعاً، وذلك عبر رصد المستعرات العظمى (Supernovae) ومن خلال مشاهدة اشعاع الخلفية الكونية. اذ بدت هذه المستعرات اخفت بقليل من المتوقع، أي انها أبعد في المسافة مما هو مفترض، وهو ما يفسر تسارع الكون بقدر أعظم. وقد اقتضى ذلك افتراض وجود طاقة

غامضة
في
الفضاء
الخاوي
عليها
المظلمة
(Dark)



كامنة
أطلق
الطاقة

(energy). الأمر الذي يتوافق مع وجود قيمة غير صفرية للثابت الكوني (cosmological constant).

مخطط بياني يُوضح مكونات الكون مع نسبة وجودها فيه حسب التقديرات العلمية الأخيرة

وطبقاً للبيانات الفيزيائية انه بدأت عملية توسع جديدة بعد مرور عدد من مليارات السنين من عمر الكون بفعل الطاقة المظلمة التي حولت تباطؤ الكون إلى تسارع. فقد برز تأثير هذه الطاقة متأخراً دون ان يكون لها دور في نشأة الكون البدئي وتوسعه. وتقدر فترة هيمنتها على التمدد الكوني منذ حوالي خمسة أو ستة مليارات سنة مضت.

إن الطاقة المظلمة هي قوة مضادة للجاذبية، وأعظم بكثير من سائر القوى الكونية، لذلك انها تعمل على تمدد الكون وتوسعه باضطراد، وكانت تقدر بحوالي: (74-72%) من قوى الكون او كثافته، وفي قبالها تعادل المادة المظلمة: (24-22%)، والمادة العادية: (4%). أما اليوم فنقدر تلك الطاقة بحوالي: (68.3%)، والمادة المظلمة: (26.8%)، في حين تعادل المادة العادية: (4.9%)¹.

والغريب ما يذكر من وجود علاقة جدلية بين التمدد والطاقة المظلمة، بحيث ان أحدهما يؤثر في الآخر. فبتمدد الكون يظهر المزيد من هذه الطاقة، وهي بدورها تساعد على التمدد والتسارع باضطراد، ما يعني ان الكون سوف لا ينكمش أو يعيد نفسه كدورة ثانية بحسب نشاط هذه الطاقة².

ويعتقد الكثير من الفيزيائيين بأن للطاقة المظلمة ارتباطاً سببياً مع الجسيمات الافتراضية التي تظهر وتختفي بسرعة جداً، اذ تفضي هذه العملية إلى توليد تلك الطاقة. ويسمى ظهورها وفناؤها بالتفاوتات الكمومية للفراغ (quantum vacuum fluctuations)، أو رغوة الفئجان وزبد الزمكان (Spacetime foam) بحسب الاصطلاح الذي صكّه الفيزيائي الأمريكي جون

¹: https://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy

²: البدايات، ص 74 و 78.

ويلر (John Wheeler). فهي صنيعة الفراغ الوهمي أو الزائف (false vacuum)، واليوم أعلن عن اثبات نشوء هذه الجسيمات، ففي كانون الثاني (يناير) عام 2022 تمكّن باحثون في جامعة مانشستر من ملاحظة هذا النشوء، فسمي بتأثير شوينجر¹. لكن طاقة الفراغ التي تولدها هذه الجسيمات ضعيفة جداً بحيث لا تكفي ان تكون مسؤولة عن الطاقة المظلمة الضخمة.

لقد عادت مشكلة تسطح الفضاء والكثافة الكونية من جديد. إذ يعتمد التسطح على مجموع نسبتي كثافة المادة (العادية - المظلمة) والطاقة المظلمة، فكلما اقترب المجموع من واحد صار تقوس الفضاء أقرب إلى الصفر أو التسطح، حيث اجمالي الكثافة الفعلية يساوي الكثافة الحرجة، وتكون الطاقة المجملة للفضاء مساوية للصفر.

ومعلوم ان ما تفعله الطاقة المظلمة هو على عكس ما تقوم به المادة العادية والمظلمة، فالمادة تجذب وتقوس وتكثف، فيما تعمل الطاقة المظلمة على التمدد المضطرد وتخفيف الكثافة. وقد استجاب مسار الكون إلى هذين التأثيرين المتعارضين: الجاذبية الكابحة التي تعمل على تكتل المادة من جهة، والتمدد الذي يفضي إلى تخفيفها. وهناك فضل للمادة المظلمة في تكثيف المادة العادية باعتبارها تعادل ستة أضعافها، ولولاها لتشتت الأخيرة في كل اتجاه بفعل الطاقة المشار إليها.

وسبق ان عرفنا انه لم يكن للطاقة المظلمة أي تأثير يذكر على الكون بداية نشأة الكون؛ لصغر حجم الفضاء مقارنة بالفترات التالية، ومع توسع الفضاء شيئاً فشيئاً بدأ تأثير هذه الطاقة يزداد باضطراد، ولم يظهر تغلبها على الكثافة المادية إلا بعد مرور حوالي ثمانية مليارات عام من عمر الكون. فعلى مدار هذه الأعوام كانت الكثافة المادية (العادية والمظلمة) أكبر من الطاقة المظلمة بملايين ثم آلاف ثم مئات المرات، وبعد ذلك تحولت إلى ان تكون أقل منها باستمرار، حتى أصبحت اليوم تساوي بحسب بعض التقديرات حوالي (27%)، في حين تقارب كثافة الطاقة المظلمة (73%)²، وفي تقدير أحدث انها تعادل حوالي (31.7%) في قبال (68.3%) للطاقة المظلمة كما عرفنا.

¹: Ethan Siegel, 70-year-old quantum prediction comes true, as something is created from nothing, september 13, 2022. Look:

<https://bigthink.com/starts-with-a-bang/something>

fromnothing/?fbclid=IwAR2OebwbGKLnsxtK1ceUIZiGj5jAtOsc5dF6Ur93XjDW99RZCKKR-GLCuI

²: البدايات، ص83.

وبذلك انخفضت الكثافة المادية مع مرور الزمن بشكل ثابت، فيما ارتفعت كثافة الطاقة المظلمة بشكل مضطرد.

هكذا أثر اكتشاف الطاقة المظلمة على تخفيض نسبة المادة المظلمة، إذ كانت لا تقل عن (90%) من الكثافة الكونية، في حين عند اكتشاف تلك الطاقة أصبحت تقدر بحوالي ربع الكثافة الإجمالية، وأكثر ست مرات من المادة العادية، وما تبقى فيعود إلى الطاقة المظلمة. ومع مرور الزمن سيستمر انخفاض الكثافة المادية باضطراد حتى يصل إلى ما يقارب الصفر، فيما ترتفع في المقابل الطاقة المظلمة إلى قريب من الواحد الصحيح. وهو الحال الذي يصبح فيه الكون ممزقاً أشدّ تمزيق، وسوف لا يُرى منه شيء باعتبار أن سرعته ستفوق سرعة الضوء بكثير.

مع هذا اعتقد الكثير من الفيزيائيين ان الكون مسطح رغم الكشف عن تسارعه ووجود دليل على القيمة غير الصفرية للثابت الكوني¹. فبحسب هيمنة الطاقة المظلمة يتصف الكون بالانفراج وعدم التسطح، حيث تحولت كثافة المادة إلى نسبة قليلة.

فقيمة متوسط كثافة المادة الملحوظة هي أقل من القيمة الحرجة بشكل ملحوظ. وبحسب ستيفن واينبرغ إن الكثافة الحرجة تعادل كتلة ثلاث ذرات هايدروجين لحجم قدره ألف لتر²، أو حوالي (3000 جسيم نووي) في كل مليون لتر. في حين لوحظ انه في درجة حرارة (3 كلفن) للإشعاع الراديوي الميكروني، وعلى نحو أدق (2.7 درجة)، يوجد حوالي (550 ألف فوتون) في اللتر الواحد. وعليه يوجد (500 جسيم نووي) في مليون لتر، إذ قبال كل جسيم نووي في الكون هناك ما يقارب مليار فوتون، وهذه النسبة – أي 500 جسيم – أقل بكثير من الكثافة الحرجة، فهي أقل بحوالي ست مرات، وبالتالي فالكون مفتوح ويتوسع للأبد³. وفي محل آخر أشار ستيفن واينبرغ إلى أن هناك ضعفاً في تباطؤ المجرات البعيدة، مما يعني أنها تبتعد عنّا بسرعة تفوق

¹: البدايات، ص73.

²: ستيفن واينبرغ: الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ص47 و50.

³: الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ص130. ومن المقرر علمياً أنه يتناسب عدد الفوتونات في حجم موحد عند كل درجة حرارة عكساً مع مكعب طول الموجة النموذجية للإشعاع، وطرذاً مع مكعب درجة الحرارة. فدرجة حرارة واحد كلفن تحتوي على أكثر من (20 ألف فوتون) لكل لتر، والخلفية الإشعاعية عند درجة (3 كلفن) ستحتوي لهذا القياس على ما يقرب من (550 ألف فوتون) في اللتر الواحد، أي ($3^3 = 27$ مرة) أكبر. وحالياً يوجد ما بين 100 مليون إلى 20 مليار فوتون مقابل كل جسيم نووي؛ بروتون أو نيوترون، لأن كثافة الجسيمات النووية في الكون الحالي محصورة بين (0.03 و 6 جسيم) في كل ألف لتر. والعدد (6) هو ضعف الكثافة الحرجة (الدقائق الثلاث الأولى، ص87).

سرعة افلاتها، وبالتالي فالكون مفتوح لا مغلق، وهو يتفق مع تقدير الكثافة الكونية، فالمادة المرئية في المجرات لا تتجاوز بضعة أجزاء من مائة من الكثافة الحرجة، لكنه مع ذلك إستدرك ورأى أن هذه النتائج ليست يقينة لإكتشاف ازدياد كتل المجرات، ولإحتمال وجود غاز بين المجرات للهيدروجين المتأين مما يجعل الكثافة الكونية حرجة¹. في حين إنه بحسب مصادر أخرى، وطبقاً لنظرية الكون الإنتفاخي، فإن الكون يبدو قريباً جداً من الحد الحرج، أي الخط الفاصل بين التقلص واستمرار التمدد²، أو هو شبيهه بالمسطح مما سمح للحياة أن تنشأ وتطور، إذ لو كانت كمية المادة أكثر من الكمية الحرجة فسيؤدي الشد الجذبوي بين المجرات إلى إبطاء سرعتها وإيقافها فتتهاوى على بعضها البعض، في حين لو كانت كثافة الكون أقل من القيمة الحرجة ففي هذه الحالة ستضعف الجاذبية وتندفع المادة خارجاً بالتوسع السريع ومن ثم التواصل في التمدد إلى الأبد، وفي كلا الحالين سوف لا يكون هناك مجال لنشأة الحياة والإستقرار ومنها الحياة الذكية كما هي الحال في الإنسان³.

وسبق أن عرفنا أن للكثافة الحرجة تقديرات مختلفة استناداً إلى كونها متناسبة طردياً مع مربع ثابت هابل، فقد قدرها ستيفن واينبرغ بحوالي $(5 \times 10^{-30}$ غرام) لكل سنتيمتر مكعب، اعتماداً على تقدير ثابت هابل آنذاك، وهو (15 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية. وقريب من ذلك نسبياً ما قدره الباحثان لويد موتز وجيفرسون هين ويفر، وهي أنها تساوي $(4,5 \times 10^{-30}$ غراماً) لكل سنتيمتر مكعب من الفضاء⁴. كما قدرها العالمان بول ديفيز وجون جربين بصورة أخرى، وهي حوالي $(10^{-30}$ غرام) لكل سنتيمتر مكعب، أي ذرة هايدروجين لكل لتر من الفضاء تقريباً⁵. كذلك قدرها الفيزيائي برايان غرين بشكل مختلف وهي حوالي $(10^{-29}$ غرام) لكل متر مكعب⁶. ورغم هذه الاختلافات في التقدير، وفقاً لتغيرات تقدير ثابت هابل، إلا أن المتفق عليه هو أن الكثافة الحرجة أكبر من كثافة المادة، بمعنى أن الكون منفرج أو مفتوح.

1 : المصدر السابق، ص53.

2 : النهاية: الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون، ص230-231.

3 : حافة العلم: عبور الحد من الفيزياء إلى الميتافيزيقا، ص65-66. والكون في قشرة جوز، ص92. وانظر أيضاً:

تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ص66.

4 : قصة الفيزياء، ص375.

5 : Davies, Paul. and Gribbin, John. The Matter Myth: Beyond Chaos and Complexity. London, Penguin Bookks, 1991, p. 113.

6 : برايان غرين: الكون الأنيق: ص260-261.

لكن يُعتقد ان هناك دليلاً نظرياً وتجريبياً قوياً على ان الكون يعج بمادة مظلمة تجعله يميل إلى التسطح، رغم ان الأمر غير واضح لحد الآن. وعموماً سكتت نظرية الانفجار العظيم عن ان تجيب على عدد من الأسئلة، ومنها ما يتعلق بمصير الكون، فهل سيتسارع أو يتمدد إلى الأبد¹؟ أم أنه سينكمش بفعل ضغط المادة المظلمة، أو يبقى حاله متأرجحاً ضمن حد التسطح لتكافؤ القوتين المتنافستين، المادة والطاقة المظلمة؟

من جهة أخرى تعرضت فكرة التسارع والطاقة المظلمة خلال السنوات الأخيرة الماضية إلى الكثير من التشكيك والانتقاد. فمثلاً ظهرت دراسة جديدة في دورية الطبيعة (Nature) لدى فريق من جامعة اكسفورد (عام 2016) بزعامة البروفسور الهندي ساركار (Sarkar)؛ حول خاصية التسارع الكوني استناداً إلى ما تدفعه الطاقة المظلمة من تمدد، اذ تمت دراسة (740) مستعمرة عظمى (Supernovae) ضمن عدد من المجرات المختلفة، أي أكثر من عشرة أضعاف العدد الاصيلي الذي تم دراسته لاثبات التسارع نهاية القرن الماضي، وتم الحصول على جائزة نوبل طبقاً لهذا الاكتشاف المزعوم، وتبين خلال البحث الجديد ان الكون يتمدد بطريقة ثابتة من دون تسارع، لذلك أخذ العديد من الفيزيائيين يشكون بفرضية الطاقة المظلمة التي تدفع الكون نحو التسارع، واعتبروا الأدلة المطروحة حولها غير مقنعة. ومن وجهة نظر ساركار انه يمكن تفسير حالة عدم التجانس التام للكون الذي يظهر في الخلفية الاشعاعية، وان محتواه المادي لا يتصرف كغاز مثالي، من دون حاجة إلى تلك الطاقة المزعومة².

¹: الكون الانيق، ص260-261. وعلم الكونيات، ص42.

²: Stuart Gillespie, The universe is expanding at an accelerating rate – or is it?. Look: <http://www.ox.ac.uk/news/science-blog/universe-expanding-accelerating-rate-%E2%80%93-or-it>

من المستحيل أن يكون الانفجار العظيم غير صحيح.

جوزيف سيلك Joseph Ivor Silk، 1988.

يسقط الانفجار العظيم. افتتاحية مجلة الطبيعة Nature، علم 1989.

لقد كانت نظرية الانفجار العظيم وليدة اكتشاف هابل لتوسع الكون نهاية العشرينات، ومع ان فكرة التوسع الكوني تطورت منذ الثمانينات إلى التضخم الكوني، لكن المسائل الفيزيائية ظلت مستعصية عن الحل

لدى أي نموذج يريد ان يفسر كيف نشأ النظام الكوني وصنع المجرات، فالكون البدئي كما تصوره نظرية الانفجار العظيم يتصف بالنعومة والتجانس مع العشوائية والصدفة منذ نقطة التفرد (singularity) وما بعدها.

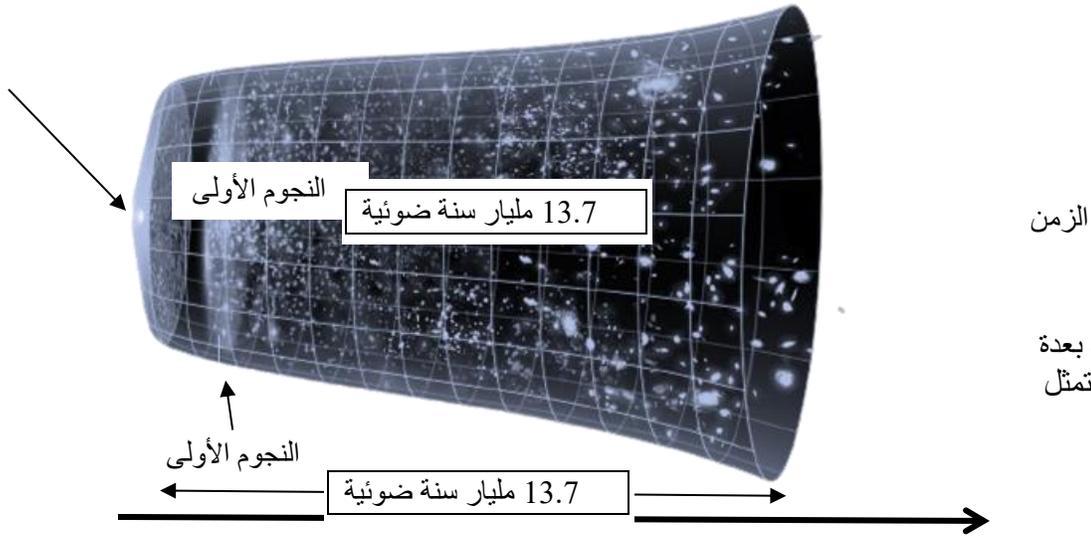
ومعلوم انه ليست هناك أي أدلة تجريبية أو رصدية تؤكد صحة هذه النظرية، ومنها نماذج التضخم الكوني، رغم تمكنها من تفسير عدد من الظواهر الفيزيائية، ولهذا اعتبرت مقبولة. فالعلماء متمسكون بها لغياب البديل الأنسب، خاصة وان الفيزيائيين النظريين يميلون إلى الاخذ بالنظرية الموحدة الكبرى Grand Unified Theory (GUT) للجسيمات، وهي ما تفسر الزيادة الملحوظة للمادة في الكون على مصادتها، لذلك تعتبر أساس نظرية التضخم.

إن لاطروحة الانفجار العظيم نسخاً (versions) كثيرة مختلفة، ومنها النسخ المتعلقة بالتضخم الكوني التي سادت منذ ثمانينات القرن الماضي وحتى يومنا هذا؛ رغم كثرة افتراضاتها وتنبؤاتها من دون دليل رصدي أو تجريبي يثبت ذلك، وهي من وجهة نظر العلماء تعتبر نموذجاً (model) مقترحاً وليست نظرية بالمعنى الدقيق للكلمة. فالنظرية يتوقع لها ان تكون مستقلة بذاتها تماماً، خلافاً للنموذج الذي يتصف بالنقص¹.

حجم الكون المنظور

ظهور المجرات والكواكب... الخ.

¹: علم الكونيات، ص 61.



إن العيوب التي تنتاب نظرية الانفجار بنسخها الكثيرة تجعلنا نعود لنتساءل عن حقيقة ما قد قيل بأن الكون يتوسع ويتمدد؟ فـنـمـوـذـج الكون السكوني قد لا يقل قيمة عن الكون التوسعي، طالما لا يوجد في الأفق دليل مباشر أو ملزم بأن الكون يتوسع سوى علامات وقياسات عرضة للتفسير والتغيير على الدوام. ولكل من النموذجين مبرراته. لذلك ما زال بعض الفيزيائيين ينكر فكرة التوسع ويحتفظ بصورة الكون الساكن كما هو التصور التقليدي الذي سبق عشرينات القرن الماضي.

وانقل بهذا الصدد انه صادف ان احتدم الجدل بين الفيزيائي المعاصر نيل توروك Neil Turok (المولود عام 1958)، والمعروف بأنه أبرز المعارضين لفكرة التوسع الكوني، وفيزيائي آخر أصرَّ على ان هذا التوسع هو الحل الوحيد لمشكلتي التسطح والأفق (التجانس)، فأنكر عليه نيل توروك قائلاً: ان لديّ آفاً من التأويلات والافكار البديلة تتصل بالغاز الانفجار العظيم. افترض انه عند ولادة الكون نشأ شيء ما، مبدأ يؤكد ان لا وجود إلا لكون أقرب ما يكون

إلى التناظر، إلا يفرض ذلك كوناً متجانساً ومسطحاً؟ وهذا في حد ذاته حل للغزي الأفق والتسطح¹.

وما زالت فكرة الكون السكوني مطروحة في بعض الأوساط التعليمية، ومن ذلك ان بعض المجالس الاكاديمية في امريكا ما زالت تحتفظ بمثل هذا الاعتقاد من دون تغيير².

ومع ان النظريات قد تصاب بصدام مع الاكتشافات العلمية، لكنها ليست خاطئة بالضرورة؛ طالما من الممكن اصلاحها بما يتفق مع هذه الاكتشافات الجديدة. واذا أخذنا بعين الاعتبار ان عموم علم الفلك يخضع للتغيير والمفاجئات باستمرار، وبعضها يعتبر من المفاجئات الانقلابية، كتلك المتعلقة بالتوسع الكوني، لذا لا يمتنع من اننا قد نواجه في المستقبل فكرة أخرى مختلفة قد تعود بنا إلى ما كنا عليه قبل عشرينات القرن الماضي.. أو ان يكون التأييد العلمي لصالح نظرية أخرى مختلفة، وربما معاكسة لفكرة التوسع، مثل نظرية الانكماش الكوني التي نقترحها.

لقد سبق ان نشرت الصحف والمجلات العلمية العديد من العناوين التي تتضمن فشل نظرية الانفجار العظيم وانهارها. فمنذ نهاية الثمانينات تزايدت البحوث الرافضة لهذه النظرية، ويكفي انه خلال ثلاث سنوات من ذلك الوقت ظهرت الكثير من هذه العناوين اللافتة للنظر، ومن بينها ما يلي:

فلتسقط نظرية الانفجار العظيم. نظرية الانفجار العظيم تتجرف نحو الانهيار. نظرية الانفجار العظيم تُنسف. للأسف؛ نظرية الانفجار العظيم تفشل. خريطة التحديات لنظرية الكون. بيانات الفلكيين الجديدة قد هزّت الجزء الحيوي من نظرية الانفجار العظيم. تكتلات الكوازار أو هنت النظرية الكونية³.

¹: أسرع من سرعة الضوء، ص129-130.

²: كون من لاشيء، ص28.

³: لقد جاءت العناوين المذكورة بالشكل التالي:

Down with the Big Bang. The Big Bang Theory Goes Kerplooy. The Big Bang Theory Explodes. Sorry, Big Bang Theory is a Dud. Map Challenges Theory of Universe. Astronomers' New Data Jolt Vital Part of Big Bang Theory. Quasar Clumps Dim Cosmological Theory. Look:

Duane Gish, The Big Bang Theory Collapses (1991). Look:

<http://www.icr.org/article/big-bang-theory-collapses/>

لقد اعتبرت نظرية الانفجار العظيم غير مقبولة ولا متوقع أن تبقى حية خلال عقد التسعينات، مثلما جاء في افتتاحية مقالة (فلتسقط نظرية الانفجار العظيم) المنشورة في مجلة الطبيعة البريطانية (عام 1989)¹، وهي للباحث جون مادوكس John Maddox الذي اعتبر هذه النظرية متخبطة بما يجعلها ليست أكثر علمية من فكرة الخلق الواردة في الكتاب المقدس².

وبحسب الفيزيائي اريك لينر انه منذ بداية التسعينات بدأت الأدلة ضد هذه النظرية تنمو بقوة، وأصبح مستكشف اشعاع الخلفية الكونية (COBE) بعيداً عن ان يثبتها، معتبراً انه اذا كانت هذه النظرية خاطئة فإن أساس الفيزياء الجسيمية سينهدم أيضاً، ومؤكداً بأن هذه الفيزياء تواجه تناقضات أيضاً بين النظرية والتجربة. وقد تساءل: لماذا كل هذا الاهتمام بنظرية الانفجار العظيم؟ حتى قضى علماء الكون حياتهم في اتباعها؛ فأصبحت لديهم مقالاً من الايمان وليست فرضية يمكن اثباتها أو نفيها بحسب الدليل.

إن الدفاع (الايماني) عن هذه النظرية جعل لينر يتهم اتباعها بالتواطؤ في مؤامرة تشترك فيها سلطات ثلاث: العلم والسياسة والدين. فقد أخذ علماء الكونيات لا يبالون بما تتحدث عنه المشاهدات الفلكية، بل ويعتبرون كل مخالفة للنظرية بدعة غير مقبولة، شبيهه بما حدث من تضيق على غاليليو عندما هاجم النظام البطليمي قبل أربعة قرون. واليوم يتكرر الحال نفسه في جعل الاعتقادات الكونية قائمة على الايمان لا المشاهدة.

لذلك شدد هذا الفيزيائي على ضرورة العودة إلى طريقة البحث الجارية لدى كبلر وغاليليو التي تعتمد على المشاهدات والملاحظات مع التجارب دون الافتراضات والأطر الرياضية المجردة³. فهي طريقة تتمسك بالمنهج الاجرائي التقليدي في قبال المنهج الافتراضي الحديث وفق تقسيمنا لنظم الفكر العلمي⁴.

هذا ما كان عليه الحال نهاية القرن الماضي، أما اليوم فقد تعالت الكثير من

¹: <https://www.nature.com/nature/journal/v340/n6233/pdf/340425a0.pdf>

²: <http://www.science-frontiers.com/sf066/sf066a04.htm>

³: Eric J. Lerner, p.4-6 and Introduction.

⁴: انظر حول تقسيمنا لنظم الفكر العلمي: منهج العلم والفهم الديني.



الأصوات الداعية إلى التخلي عن نظرية الانفجار واستبدالها بغيرها. ومن ذلك تمّ توقيع أكثر من ثلاثين صوتاً من أعضاء المؤسسات العلمية ضدها، وهم فيزيائيون وفلكيون ومهندسون أغلبهم من الولايات المتحدة الأمريكية، وقد طالبوا بالكف عن التمسك بها بعدما كثرت افتراضاتها من دون اثبات، وأصبحت

عقيدة من الصعب زعزعتها. ففي (عام 2004) كتب الفيزيائي اريك لينر مقالة في مجلة العالم الجديد New Scientist بعنوان (معارضة الانفجار العظيم Bucking the big bang)¹، وبعدها نُشرت كرسالة مفتوحة إلى المجتمع العلمي مذيلة بتوقيع (34 عالماً) وعلى رأسهم الفيزيائي الشهير هالتون آرب، وقد طالبوا بضرورة التغيير الجذري للنظرية المشار إليها. ثم أعقب ذلك زيادة عدد الموقعين من العلماء والمهندسين وغيرهم فبلغ المئات لدى بعض المواقع الالكترونية²..



هالتون آرب (1927-2013)،
فيزيائي وفلكي أمريكي

إريك لينر (1947-)
ومخترع أمر

ونواجه بهذا الصدد سؤالاً يتعلق بمشكلة البديل، فهل يوجد ما هو أفضل من نظرية الانفجار العظيم؟

بلا شك ان أغلب العلماء غير متحمسين للتخلي عن هذه النظرية رغم الاعتراف بأنها تحمل عدداً من العيوب والتنبؤات التي لم يتم اثباتها لحد الآن. مع هذا فهناك عدد من الفيزيائيين قدّموا بعض الاطروحات البديلة القائمة على

¹: <https://www.newscientist.com/article/mg18224482-900-bucking-the-big-bang/>

²: انظر ترجمة نص الرسالة وبذيلها الموقعين الأساسيين في الملحق خلف الكتاب.

نفي بداية محددة للكون، كالذي دعت إليه نظريات عديدة في الوقت الحاضر، فبعضها كان يدعو إلى فكرة الشكل الدوري من توسع الكون وانكماشه دون المرور بنقطة نهائية، فيما دعا بعضها الآخر إلى فكرة مرور الكون بحالات أزلية من خلق المادة والطاقة من دون بداية، وذلك على شاكلة ما اقترحته نظرية الحالة الثابتة لفريد هويل ورفاقه منتصف القرن الماضي، وقد كانت المنافس الأعظم لنظرية الانفجار قبل ان يتم التخلي عنها بعد منتصف الستينات، كما عرفنا.

ولعل أبرز هذه النظريات ما يعرف بالبلازما الكونية كما طرحها عدد قليل من الفيزيائيين. وكان أول كتاب تعرّض لهذه النظرية بالتفصيل هو الانفجار العظيم لم يحدث أبداً (The Big Bang Never Happened) عام 1991.. فهو أول جهد لوصف هذه الثورة الفيزيائية وما ترتب عليها من آثار.

ووفقاً لهذه النظرية فإن التطورات الكونية حاضرة على الدوام من دون بداية ولا نهاية، كما انه ليس هناك شيء يظهر من العدم طبقاً لاعتبارات السببية. فهي تعول على الكثرة الهائلة من البلازما الحارة التي تتأسس على القوة الكهرومغناطيسية. فخلال ثلاثينات القرن العشرين شرع الفيزيائي ألفن بدراسة وشرح الطرق المتعددة للبلازما والتيارات الكهربائية والمجالات المغناطيسية التي تعمل على تركيز المادة والطاقة؛ لجعل الكون دينامياً ومعقداً وغير متكافئ.

ومنذ أواخر الستينات تم التأكد من وجود الخيوط الكهرومغناطيسية والتياراتها لدى المجموعة الشمسية. وبحسب ألفن فإن ما ندرسه لهذه الخيوط والتيارات في المختبر نراه في نظامنا الشمسي، كما نراه لدى استخداماتنا اليومية، وبالتالي لماذا لا يكون الحال هو ذاته في نظام الكون كله، ولكن بشكل أعظم وأكبر؟.

ولوحظ ان ما تنتجه التيارات الكهرومغناطيسية هو هياكل من الفتائل والخيوط غير المتجانسة في الفضاء. ففي (عام 1979) استطاع توني بيرات (Tony Peratt)، وهو أحد طلبة ألفن السابقين، ان يولد تيارات كهربائية قوية من البلازما في المختبر، ورأى ان هذه التيارات تتطور إلى خيوط ملتوية شبيهة بمجرة حلزونية صغيرة.

وفي (عام 1984) اكتشف الفلكي الإيراني فرهاد يوسف زاده (Farhad Yusef-Zadeh) من جامعة كولومبيا، مع عدد من زملائه، مناطق كبيرة من الخيوط الدوامة المغناطيسية في قلب مجرتنا درب التبانة. وعليه تم افتراض هذا الحال في جميع أركان الكون. حتى قالت الفلكية مارغريت هاينز (Margaret Haynes): ان الكون هو مجرد وعاء من المعكرونيا.

ومن حيث المقارنة مع نظرية الانفجار العظيم تتأسس اطروحة البلازما الكونية على القوة الكهرومغناطيسية أساساً، فيما تتأسس الأولى على الجاذبية فحسب. ومن هذه الناحية فإن الأولى تهتم بالكتل الضخمة وتفصل فصلاً تاماً بين السماوي والأرضي، لذلك أصبح علم الكونيات مفصلاً تماماً عن الاتصال بالأرض وتطبيقاتها الجارية يومياً، خلافاً لاطروحة البلازما المعتمدة على القوة الكهرومغناطيسية، ومعلوم ان لها مجالات واسعة للدراسة المباشرة على الأرض، كما لها استخدامات كثيرة لدى حياتنا اليومية والعملية.

كما انه بحسب نظرية الانفجار العظيم يتصف الكون بالسلاسة والتجانس وهيمنة الجاذبية، في حين تتصف البلازما بأنها ذات طبيعة غير متجانسة. لذلك اعتقد ألفن ان المجالات المغناطيسية والتيارات الكهربائية يمكنها ان تعمل على تركيز المادة والطاقة بشكل أسرع وأكثر تأثيراً من حقل الجاذبية. فبإمكان الخيوط المغناطيسية ان تتحرك بسرعة اللف والدوران، وتزداد السرعة كلما زادت كتلة الانقباض أو اللف، مثل مترحلق الجليد الذي يسحب ذراعيه إلى الداخل، وهو ما يولد قوة طرد مركزية لمحاربة التقلص والانكماش، في حين ان الجاذبية لا يمكنها فعل ذلك.

وعليه فبنظر ألفن لا يحتاج التوسع الكوني إلى الانفجار العظيم، فهناك عدد من الامكانيات التفسيرية لعلاقة هابل من دون حاجة إلى هذا الافتراض المكلف. ورغم انه لا شيء يؤكد حتى الآن أياً منها، لكن هناك اقتراح بسيط قد تمسك به هذا الفيزيائي واستأذه السابق اوسكار كلاين (Oskar Klein)، ويتعلق بفكرة المادة والمادة المضادة كما نعرضها كالتالي:

في (عام 1971) وسّع كلاين ما بدأ به ألفن من قبل، وتم طرح ما يعرف بنموذج (ألفن - كلاين) أو (ما وراء المجرة metagalaxy)، وهو مصطلح يميز بين الكون ومجرة درب التبانة. والفكرة العامة حول النموذج المطروح

هو ان الكون يتألف من مناطق واسعة ومتساوية الكمية من المادة والمادة المضادة، مثلما يظهر توليدهما في المختبر، لكن تفصلهما مجالات كهرومغناطيسية مؤلفة من طبقات مزدوجة. ولدى المناطق الحدودية الرقيقة تكون المادتان المتضادتان شديدي الحرارة ورقیقتي الكثافة مما يسهل تفاعلها بسرعة؛ فينتج عن ذلك الأشعة ومنها تتكون البلازما. وقد اقترح ألفن الطبقة المزدوجة المتفجرة كآلية ممكنة لتوليد الأشعة الكونية، وانفجارات الأشعة السينية (x) وأشعة جاما.

واستخدم هذا الفيزيائي مصطلح (أمبي بلازما ambiplasma) للإشارة إلى البلازما التي تتكون من تفاعل المادتين المتضادتين والطبقات المزدوجة للمجالات الكهرومغناطيسية. ومن ثم تم تطوير هذه الفكرة إلى (الأمبي بلازما الثقيلة) المؤلفة من البروتونات ومضاداتها، و(الأمبي بلازما الخفيفة) المؤلفة من الإلكترونات والبوزيترونات.

وبحسب شرح الفيزيائي لينر انه منذ مليارات السنين كان الكون يقدر بحوالي عُشر حجم ما عليه اليوم، ومن ثم بدأت المادة والمادة المضادة تختلطان لدى زاوية صغيرة من الكون اللامتناهي، وأدى ذلك إلى فنائهما ومن ثم توليد كميات ضخمة من الطاقة الالكترونية والبوزيترونية. وكانت هذه الجسيمات محاصرة في حقول مغناطيسية، فقامت الجسيمات المشار إليها بسوق البلازما خلال مئات الملايين من السنين، وكانت التفجيرات لطيفة بما يكفي ان لا تحطم الخيوط البلازمية التي سبق تكوينها. وما زالت هذه البلازما القديمة موجودة إلى يومنا هذا، وتتصف بالتوسع، كالتصميمات المطبوعة على بالون وهو في حالة تضخم.

لقد فسّر نموذج (ألفن - كلاين) غياب المادة المضادة لدى الكون الذي نعيش فيه بأن كانت هناك حالة أولية للتماثل والتساوي بين المادة والمادة المضادة ضمن جيوب منفصلة للأمبي بلازما الآخذة بالتوسع نحو الخارج، إلا ان الفناء الحاصل بسبب التفاعل بينهما - عند الطبقة المزدوجة في الحدود - جعل بعض هذه الجيوب تقتصر على المادة في الغالب، فيما غلب على الجيوب الأخرى ان تتألف من المادة المضادة.

فهذا هو ما يعلل سبب عدم التماثل بين المادتين كما يلاحظ لدى عالمنا

الخاص. كما ان بسبب الفناء والانفجارات الحاصلة عند الحدود بين الجيوب المتضادة فإن الأخيرة خضعت للتوسع باستمرار. وهو ما يفسر حالة التوسع الهابلي الملاحظ لدى الكون الذي نعيش فيه، فهو بحسب ألفن عبارة عن مرحلة خاصة بكوننا المحلي من تاريخ أكبر من ذلك بكثير.

ويعترف ألفن بأن هناك انفجاراً عظيماً، لكنه ليس ذاته ذلك الذي صنع المادة والفضاء والزمان، فهو مجرد انفجار ضخم في جزء معين من الكون اللامتناهي، وقد حدث ضمن فترة تتراوح من عشرة إلى عشرين مليار سنة مضت خلال التوسع الهابلي.

لقد حاولت هذه النظرية تفسير ظهور التجانس والنعومة لدى اشعاع الخلفية الكونية وذلك برده إلى الضباب الراديوي الكثيف والمتوهج لدى الأماكن التي تتوسط المجرات القريبة الحالية، فهو ضباب كثيف ويبدو ناعماً في كل اتجاه دون ان يكون له علاقة بما كان عليه الكون في البدء بعد الانفجار العظيم. اذ لو كان هذا الاشعاع قادماً إلينا من مكان بعيد عبر المجرات ومليارات السنين؛ لكان هناك امتصاص للأمواج الراديوية، وهو ما يشوّه طيف الجسم الأسود من اشعاع الخلفية، في حين ان هذا الطيف كما أظهر مستكشف اشعاع الخلفية (COBE) لم يُشوّه، وبالتالي ينبغي ان يكون مصدر الأمواج الراديوية قريباً عناً، وذلك لدى الأماكن التي تتوسط بين المجرات، فهي ما تنتج طيف الجسم الأسود المرئي فقط¹.

هذه هي نظرية البلازما الكونية كما طرحها جملة من العلماء وعلى رأسهم ألفن، لكنها لم تقنع معظم الفيزيائيين، ففيها جملة من الثغرات والعيوب، منها انها لم تقدم تنبؤات محددة دقيقة يمكن على ضوءها اخضاع النظرية للاختبار، ولم تفسر العديد من الظواهر الكونية، كما انها تفترض بأن هناك طاقة كونية كبيرة وشديدة للفوتونات قد نتجت عن تفاني المادة والمادة المضادة عندما اختلطا مع بعض، لكن المشكلة هي انه لم يتبين أين ذهبت هذه الطاقة التي لم يظهر منها إلا الشيء القليل عبر المشاهدة والرصد. في حين لجأت نظرية الانفجار العظيم إلى اعتبارها مصدر ما تحوّل فيما بعد إلى هيئة اشعاع الخلفية

¹: لقد اعتمدنا في عرض نظرية البلازما الكونية على:

The Big Bang Never Happened, p.41-53. Also:
https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_cosmology

الكونية المايكروية كما عرفنا. يضاف إلى ان تضعيفها لأثر الجاذبية لم يقنع الفيزيائيين والفلكيين، فمن الواضح ان للكتل الكونية العظيمة قوة ثقالية ضخمة يمتد أثرها عبر المسافات البعيدة، وهي تتفوق في ذلك على غيرها من القوى الطبيعية بما فيها التيارات الكهرومغناطيسية، رغم ان للأخيرة قوة عظيمة للتفاعل لدى المسافات القريبة، فاذا ما كانت هذه المجرات مؤلفة في الغالب من البلازما - كما هو حاصل بالفعل - فإن تأثيرها الكهرومغناطيسي سيفوق تأثير قوة الجاذبية على مستوى التفاعلات الداخلية.

وسبق أن علّق عالم الكونيات الكندي الامريكي جم بيبلز - وهو من رواد نظرية الانفجار العظيم - في نقده لهذه النظرية فقال: ان آراء ألفن هي مجرد أفكار سخيفة. وفي (عام 1993) انتقد هذا العالم تلك النظرية واعتبر نتائجها لا تتسق مع الخواص الكونية لإشعاع الخلفية الكونية وخلفيات الأشعة السينية (X). واعتبر ان نماذج ألفن لا تتنبأ بقوانين هابل، ولا بوفرة العناصر الخفيفة، ولا بوجود خلفية مايكروية كونية¹.

يبقى ان هناك اطروحة جديدة أوسمناها (نظرية الانكماش الكوني)، وهي تمثل صياغة فكرية معاكسة لما تقوله نظرية الانفجار العظيم بجميع نسخها، مع الاحتفاظ بذات القوانين الفيزيائية، اذ لا يختلف حال هذه القوانين سواء في التوسع أم الانكماش، وقد خصصنا لها القسم الثاني لهذا الكتاب، حيث أبرزنا فيه المبررات المنطقية والفيزيائية التي تجعل حال الكون يسير نحو الانكماش لا التوسع والتضخم، كما سنرى..

¹: عن نفس المصدرين السابقين.

...إذا كانت نظرية النسبية العامة صحيحة، فإن أي نموذج معقول للكون يجب ان يبدأ بـ "المفردة"، وهذا يعني أن العلم يمكنه التنبؤ ببداية الكون، إلا أنه لا يسعه التنبؤ بكيفيتها...

ستيفن هوكينغ Stephen W. Hawking
(1942-2018)، فيزيائي نظري بريطاني

لقد سبق لنظرية النسبية العامة لاينشتاين ان جعلت عملية التأثير الكوني وليدة العلاقة بين هندسة الزمكان والطاقة أو المادة، وعندما تم اكتشاف توسع الكون نهاية العشرينات من القرن الماضي أخذت التصورات

النسبية تبدي بأنه لا بد من الرجوع إلى بداية لا تسبقها بداية أخرى، وهي تمثل نقطة شبه مكانية ولحظة شبه زمانية مرافقة، وتحمل هذه النقطة كتلة طاقوية هائلة. فمن خلال تلك الحالة المعبر عنها - فيما بعد - بالمفردة بدأ الانفجار العظيم ومن ثم التوسع أو التضخم الكوني كما عرفنا. فالمفردة هي نقطة مضغوطة إلى أبعد حد من التكثف المادي. وبحسب النسبية تُقدّر كثافة المادة وطاقاتها بأنها غير متناهية ضمن هذه النقطة التي يكون فيها الزمن والمكان منعدمين أو صفرين.

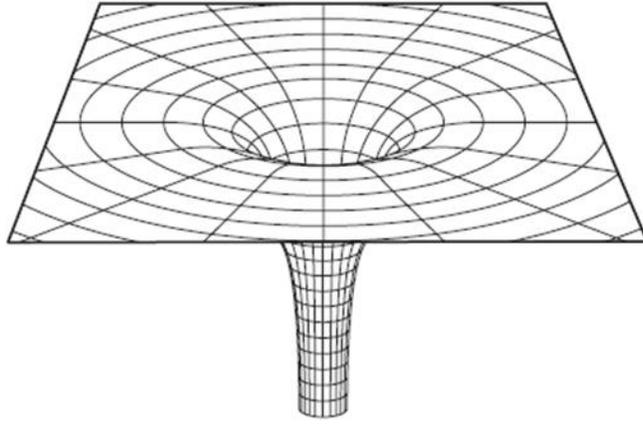
هذا ما يلزم عن النسبية العامة، فالمفردة هي نتاج هذه النظرية، وعلى الأقل انها معتبرة طبقاً لنماذج التوسع الكوني والانفجار العظيم. وكما عرفنا ان القس البلجيكي جورج ليميتير هو أول من استنتج وجود هذه النقطة البدئية استناداً إلى معادلات تلك النظرية مع توظيف اكتشافات هابل حول تباعد المجرات عن بعضها البعض. فقيم الطاقة لدى المفردة تبقى قيماً لا متناهية، ومن هذه البداية جاء التأثير السببي ضخماً للغاية، وما زالت آثاره سارية إلى يومنا الحالي من دون ان نعرف حدود هذا التأثير ومخلفاته واللحظة التي سيتوقف عندها مستقبلاً، فلحد الآن لا يجزم الفيزيائيون أي شكل من الأشكال الذي يتوجه إليه التوسع الكوني، فهل سينتهي إلى حد ثم يعود إلى النقطة التي بدأ منها، أم انه يستمر إلى ما لا نهاية له من دون توقف؟ أم سيتخذ شكلاً آخر ممكناً؟

ليس من شك ان المفردة قد حيرت علماء الكون إلى يومنا هذا. فلو اردنا ان نسترجع التوسع الكوني إلى الوراء حتى نصل إلى لحظة البدء بالتقلص شيئاً فشيئاً، فسيعني ذلك ان الزمان والمكان سيتحولان إلى تلك المفردة دون تعديها، اذ بدأ التأثير من هذه النقطة الكونية من دون زمان ولا أبعاد مكانية محايدة. إن من المفارقة ان تكون المفردة من لوازم النسبية العامة في الوقت الذي

تكون مناقضة لمضامينها، فهي الحالة التي تكشف عن خطأ هذه النظرية وعدم امكان تطبيقها عليها. فالنسبية تنبأ بالمفردة حيث تكون درجة الحرارة والكثافة والانحناء فيها لا نهائية، لذلك اعتبرت لدى الفيزيائيين خاطئة تماماً. فعند الرجوع إلى الورا زمنياً فإن الجسيمات تتقارب فيما بينها شيئاً فشيئاً حتى الوصول إلى نقطة التفرد، وعند هذا الحد ينبغي ان تكون الطاقة غير متناهية وفقاً للقوانين الفيزيائية المتعارف عليها. فمثلاً لما كانت المسافة بين الجسيمات في حالة المفردة أو النقطة عبارة عن صفر، فإن تعيين قوة الثقالة بين الجسيمات ستكون لا نهائية طبقاً لقانون الجاذبية، اذ القوة تتناسب عكساً مع مربع المسافة بين الجسمين.

ولا تقتصر هذه المشكلة على المفردة الكونية لدى النشأة الأولى، أو ما يعرف بظروف الانفجار العظيم، وانما تلوح أيضاً ما يحصل لدى الثقوب السوداء (Black holes)، فهي أيضاً تمتلك مفرداتها الخاصة، وفي الحالتين تعجز معادلات النسبية العامة عن معالجتها.

فلمفردتين صفات مشتركة، فسواء في بداية الكون أو في حالة الثقب الأسود يحصل التفرد بفعل الجاذبية الضخمة، حيث تندك الكتلة والطاقة العظيمتان فيسبب ذلك اعوجاجاً هائلاً من التحذب اللانهائي لدى النسيج الزمكاني، فلا زمان ولا مكان، فكلاهما ينعدمان لدى قلب المفردة. ومعلوم ان الفيزيائيين عندما يتحدثون عن المفردة الكونية (البديئية) فانهم لا يميزونها من حيث الكثافة المادية عن تلك التي لدى الثقوب السوداء. مع ان هذا الحديث يتضمن شيئاً من المفارقة، فرغم انه في الحالتين هناك مفردة وجاذبية ضخمة، لكن ما يحصل هو شيء معاكس. ف للمفردة الثقبية صفة الابتلاع لكل ما حولها بفعل الجاذبية الضخمة، في حين يحصل العكس في حالة المفردة الكونية (البديئية)، اذ يتولد منها انفجار عظيم يدفع كل شيء في حوزتها إلى الخارج.



رسم توضيحي لانحناء نسيج الزمكان بسبب ثقب أسود

ويعود تاريخ الحديث عن الثقوب السوداء إلى (عام 1783)، فقد طرح جون ميتشل (John Michell) بحثاً حول النجوم من حيث أحجامها وأبعادها وكتلتها، وقام بقياس تأثير جاذبيتها على الضوء المنبعث من أسطحها، وذلك استناداً إلى النظرية الجسيمية للضوء كما عرضها نيوتن، وقد توصل إلى ان من الممكن ان تكون هناك نجوم لها كثافة لا تقل عن كثافة الشمس وان أقطارها أكثر من (500 مرة) قدر قطر الشمس، وفي هذه الحالة ستعمل الجاذبية على تقي الضوء دون ان تسمح له بالخروج والوصول إلينا، لذلك تبدو مظلمة أو غير مرئية، ومن ثم سميت بالنجوم المظلمة.



جون ميتشل (1724-1793)، فلكي بريطاني يُعد أول من تنبأ بوجود الثقوب السوداء.

وفي (عام 1796) نشر العالم الرياضي المعروف بيير سيمون لابلاس (Pierre-Simon Laplace) كتاباً طرح فيه بحثاً عن (النجوم غير المرئية)، وجاء مشابهاً لفكرة ميتشل من دون علم بما قام به الأخير، حيث كشف فيه عن

أثر الجاذبية في جعل بعض النجوم مظلمة أو غير مرئية لعدم تمكن الضوء من الإفلات من شدة الثقالة. لكن هذه الفكرة اختفت من طبعة كتابه (عام 1808) وما بعدها من الطبعات، وذلك بعد ان شاعت أبحاث يونغ وفرزنل التي أثبتت بشكل قاطع بأن الضوء عبارة عن موجات وليس جسيمات خاضعة للجاذبية¹. أما خلال القرن العشرين فقد قدّم الفلكي الألماني كارل شوارزتايلد (Karl Schwarzschild) أول محاولة علمية جادة لاستنتاج الثقوب السوداء من النسبية العامة (سنة 1916)، أي بعد ان نشر اينشتاين نظريته في نفس السنة، وقد أبدى الأخير عدم اقتناعه بالفكرة الجديدة، وفي (عام 1939) طرح تفسيراً أنكر فيه مثل هذه الثقوب واعتبر الفكرة مجرد تلاعبات رياضية مبنية على معادلاته في النسبية فخرجت عن الحد المعقول. لكن تبين لدى عدد من العلماء خلال الستينات بأن ما وصفه شوارزتايلد هو الواقع الصحيح، وكان منهم فريمان دايسون (Freeman Dyson) وستيفن هوكنج وروجر بنروز وجون ويلر الذي يعود إليه الفضل في صك مصطلح الثقوب السوداء على هذه النجوم²، وقبل ذلك كانت تسمى النجوم المظلمة وبعدها النجوم المتجمدة، بسبب توقف الزمن عند حافة النجم. ومع ان الكثير من الفيزيائيين اعتبروا هذه الثقوب خيالية، لكنها لقيت ترحيباً خلال التسعينات من القرن المنصرم لتزايد الأدلة حولها³.

والمعروف ان الثقب الأسود يتكون من النجم اذا ما كانت كتلته كبيرة جداً، فأحياناً تبلغ هذه الكتلة عشرات المرات من كتلة الشمس أو أكثر، وهي ما تجعل قلب النجم شديد التكتل، فتزداد جاذبيته ويصبح مهيباً للتحويل إلى ثقب، اذ تبدأ عملية التكون بعد ان تستنفد التفاعلات النووية الحرارية للنجم طاقتها، اذ تتغلب قوة الجاذبية في قلب النجم على هذه التفاعلات التي كانت تقاومها، فنُسحب المادة إلى الداخل ومن ثم يتقلص حجم النجم ويتكثف، ومنه يتكون الثقب، حيث يقوم بابتلاع كل ما حوله بسبب ضخامة هذه القوة⁴.

¹: جون جريبن: الكشف عن حافة الزمن، ترجمة علي يوسف علي، نشر المجلس الأعلى للثقافة، مصر، 2001م، ص26-28، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

²: والتر إيزاكسون: أينشتاين حياته وعالمه، ترجمة هاشم أحمد محمد، نشر دار كلمة وكلمات عربية، الطبعة الأولى، 2010م، ص260-261.

³: برايان غرين: الكون الأنيق: ص99-100. والواقع الخفي، ترجمة محمد فتحي خضر، مكتبة كندل العربية، عن مكتبة موقع كوكب الكتب: <https://www.booksplant.com/>.

⁴: فرانك كلوز: النهاية، ص190.



كارل شوارزتشايلد
(1873-1916)



جون ويلر (1911-2008)
أول من صك مصطلح الثقب الأسود

مع ذلك فالثقوب السوداء ظلت مفترضة لصعوبة أن يدل عليها شاهد أو دليل تجريبي مباشر، فبحسب النسبية انه لا يمكن رؤيتها أبداً، حيث يستحيل ان ينفذ منها أي شيء حتى الضوء تحت وطئة ثقالة الجاذبية، وهذا ما يجعلها عصية على الاثبات والاستشعار. لكن هناك طريقة لستيفن هوكنج ذكر بأنها اشرفت عليه في لحظة اكتشاف هي أشبه ما يكون بالالهام العرفاني (عام 1974)، فقد حاول ان يثبت بأن هذه الثقوب تشع بعض التيارات الضوئية دون ان تكون مظلمة تماماً، وذلك اعتماداً على نظرية الكوانتم.

فبحسب الكوانتم ان المجالات الفضائية ليست صفرية لعدم اليقين، فالفضاء مليء بخلق وفناء الجسيمات الزوجية المتضادة، المسماة بالتقديرية أو الوهمية، حيث تظهر بشكل أزواج متضادة، لكن سرعان ما يفني الجسيما أحدهما الآخر، وهو ما يحدث أيضاً في المنطقة القريبة من الثقب الأسود، فهناك جسيمات زوجية (تأثير شوينجر) حول الثقب، ومنها الزوج المتعلق بالفوتونات، فكتافة الطاقة السلبية لأفق الثقب الأسود تحني الزمكان، مما تجعل أشعة الضوء يتباعد أحدها عن الآخر، على عكس الكثافة الايجابية للطاقة التي تجمع الأشعة كما هو مرئي. أي ان المقدره الهائلة لجاذبية الثقب يمكنها ان تحقن طاقة في زوج الفوتونات فتبعدهما عن بعض في منطقة الفضاء المجاورة لأفق حدث الثقب الأسود، اذ يمكن ان يسحب أحدهما ليهوي داخل الثقب قبل تفانيه مع نظيره المضاد، فيما يفلت الثاني بالاندفاع نحو الخارج بعيداً¹. لذلك يتكون منه تيار مستمر من اشعاعات منبعثة للخارج، مما

¹: ستيفن هوكنج: الكون في قشرة جوز، ص 137 و 136.

يجعل الثقوب السوداء مشعة. وتولد هذه الظاهرة ما يُعرف بالاشعاع الهوكيني (hawking radiation) نسبة لهوكنج، ويسمى أيضاً بإشعاع بيكنشتاين نسبة إلى جاكوب بيكنشتاين (Jacob Bekenstein). وعليه فالثقوب السوداء ليست سوداء تماماً.

فهذا ما تنبأ به هوكنج وبيكنشتاين، وهو ان الثقوب السوداء تصدر اشعاعات باستمرار تجعل من طاقة الثقب أو كتلته تتناقص، وكلما قلت كتلة الثقب زادت حرارته، وبالتالي زاد انبعاث الاشعاعات منه، إلى ان تتبخر تماماً فيكون حالها كحال سائر مناطق الكون العادية.



جاكوب بيكنشتاين
(2015-1948)

ستيفن هوكينج
(2018-1942)

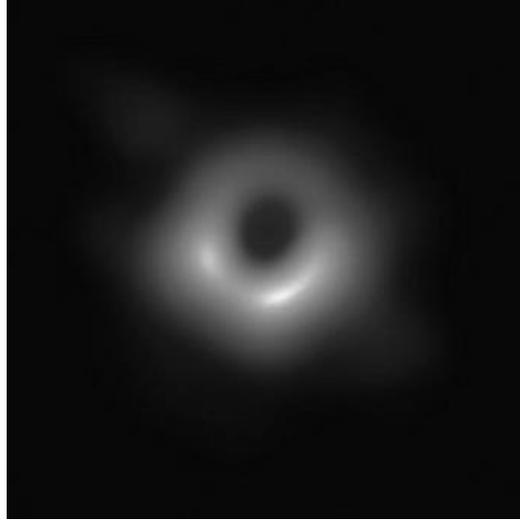


مع ذلك فإلى ما قبل عام 2019 لم يتمكن أحد من رؤية هذه الثقوب ولا التحسس باشعاعاتها المفترضة وفقاً للحسابات الرياضية التي أتى بها هوكنج؛

لا ضوئياً ولا حرارياً، فقد جاب الفلكيون بحثاً عن مثل هذه الاشعاعات لكن دون جدوى، اذ لم يجدوا أيّاً من هذه الاشعاعات المركزة في نطاق أشعة جاما¹. لكن خلال السنة المذكورة لوحظ أول دليل مرئي مباشر لظل ثقب أسود من قبل علماء الفلك العاملين على تلسكوب أفق الحدث (EHT). إذ تمكن الباحثون من الحصول على صور بالقرب من النقطة التي لا تستطيع فيها

¹: الكون الانيق، ص368.

المادة والطاقة الهروب بما تسمى بأفق الحدث. وبالاعتماد على البيانات وبعض الخوارزميات ظهرت لديهم صورة حلقة ساطعة قيل انها تشكلت عندما ينحني الضوء في الجاذبية الشديدة حول ثقب أسود أكبر بمقدار 6.5 مليار مرة من الشمس. وهو يقع في مركز مجرة Messier 87 الضخمة، على بعد 55 مليون سنة ضوئية من الأرض¹.



أول صورة تم التقاطها لأفق حدث للثقب الأسود ، تم نشرها – بعد معالجة بياناتها والتي استغرقت سنتين - في 10 نيسان 2019 م.

إن التثنية الكون كله قد يكون واقعاً في ثقب أسود عملاق، كالذي أفاده جون ويلر². كما رأى الفيزيائي الأمريكي لي سمولين (Lee Smolin) ان ظروف الانفجار العظيم تتشابه مع مراكز الثقوب السوداء، وعليه اقترح ان كل ثقب أسود هو نواة لعالم جديد يخرج للوجود عبر انفجار هائل، لكنه محتجب عن انظارنا للأبد من خلال أفق حدث الثقب الأسود.

وعلى عكس ما ذهب إليه ويلر وسمولين فإن كل هذه التشابهات والتماثلات بين ظروف المفردتين الثقبية والكونية البدئية لم تبرر للفيزيائيين ان تكون لوازمهما متحدة أو متماثلة. فبين هاتين المفردتين فارق كبير في النتائج المترتبة عنهما. فالمفردة الثقبية تبتلع ولا تنفجر أو تتمدد، فيما المفردة الكونية

¹: First images of a black hole unveiled by astronomers in landmark discovery, 10 Apr 2019. Look:

<https://physicsworld.com/a/first-images-of-a-black-hole-unveiled-by-astronomers-in-landmark-discovery/>

² : بول ديفيز: الجائزة الكونية الكبرى، ص12. كذلك: لويد موتز وجيفرسون هين ويفر: قصة الفيزياء، ص367.

تتفجر أو تتمدد، وحتى الاشعاعات التي تبثها المفردة الثقبية وفقاً لحسابات هوكنج فانها تعتبر شحيحة جداً إلى درجة انه يصعب اكتشافها تجريبياً، لذلك فانها تختلف تماماً عما يحصل في حالة المفردة الكونية من الهيمنة الاشعاعية. وقيل انه لا يعلم لحد الآن اذا كانت الجاذبية القوية التي تعمل على اعوجاج الفضاء - كما في الثقوب السوداء - تؤدي إلى زيادة في الاضطراب أو الانتروبيا (Entropy) أم إلى انخفاضها. فالرياضي البريطاني روجر بنروز يرى ان الانتروبيا تنخفض، فمثلاً ان الثقوب السوداء لما كانت أجساماً بسيطة فانه يفترض على ذلك ان تكون الانتروبيا فيها منخفضة. فيما يرى ستيفن هوكنج العكس بما يطابق ما كان يقوله بيكنشتاين، ففي عام 1974 اعتبر انه كلما زادت كتلة الثقب الأسود زادت انتروبيته، وهو يعكس الكمية الهائلة من عدم الترتيب المتضمنة داخل الثقب. وهناك من اقترح حلاً من خلال وجود المحتويات المجهرية، واعتبر ذلك نجاحاً لنظرية الأوتار، وهي طريقة تدعم تنبؤات هوكنج ومن قبله بيكنشتاين. وقد قال غلاشو الخضم الأكبر لنظرية الأوتار: «عندما يتكلم منظرو نظرية الأوتار عن الثقوب السوداء فانهم غالباً ما يتكلمون عن ظاهرة يرونها، الأمر الذي يثير الاعجاب»¹.

لكن ما زال الغموض يكتنف هذه الناحية من دون وضوح، فليس هناك ما يؤكد انخفاض الانتروبيا أو ارتفاعها لدى الثقوب السوداء. وكل ذلك له انعكاساته على تحديد درجة الحرارة، اذ تتناسب الانتروبيا طردياً مع ارتفاع درجة الحرارة وعكسياً مع انخفاضها. ووفق هذا الربط؛ إما ان تكون المفردة الثقبية ذات انتروبيا مرتفعة ما يعني ان درجة حرارتها عالية بما لا يختلف في ذلك عن المفردة الكونية وفقاً للمسلم به، أو تكون ذات انتروبيا منخفضة ومن ثم فدرجة حرارتها منخفضة أيضاً. وفي الحالة الأولى سوف لا يكون تمايز بين المفردة الثقبية والكونية، أما في الحالة الثانية فسند فرقاً ضمناً لدى المفردتين، اذ توصف المفردة الثقبية أحياناً بأنها بالغة البرودة إلى درجة انها تقترب من الصفر المطلق، فمثلاً ان الثقب الأسود ذي الكتلة الأكبر من الشمس ثلاث مرات له درجة حرارة صغيرة جداً، فهي أعلى من الصفر المطلق بحوالي جزء من مائة من المليون درجة. فيما المفردة الكونية بالغة الحرارة بما لا يعادلها أي ظاهرة حرارية في الكون.

وهذا يعني ان هناك ما يبرر للفيزيائيين القول بحالة التعاكس بين المفردتين اذا ما اعتبرنا المفردة الكونية وظروفها التالية تحمل من الطاقة الحرارية ما لا

¹: الكون الاثنيق، ص368-369 و371.

تتحملها قوة الجاذبية؛ قبل وبعد تحررها أو تميزها عن وحدة قوى الطبيعة المعروفة، لذلك حصل الانفجار أو التمدد لتفوق الطاقة الحرارية على الجاذبية. فهذا هو ما يفسر لماذا حصل الانفجار أو التوسع في حالة ظروف المفردة الكونية فيما يحدث العكس في حالة المفردة الثقبية. ولو اننا عولنا على النظرية القائلة بأن الكون بدأ بارداً للغاية وليس حاراً كما هو السائد، أو ان المفردة فيه قد اتصفت بالبرودة القصوى، ففي هذه الحالة ستكون ظروف المفردة الكونية مشابهة لظروف مركز الثقب الأسود أو المفردة الثقبية، وعليه سوف يتمتع ان يكون هناك انفجار وتوسع أو تضخم في الكون الأولي. وان كانت هناك اعتبارات قد تعيد الثقة بأن الكون قد نشأ نشأة باردة، أو انه يتصف بالأزلية والتراوح بين البرودة والسخونة عبر دورات مستمرة من دون انقطاع. لقد سبق ان قلنا بأن النسبية لم تتمكن من حل مشكلة التفرد؛ سواء في حالة الثقوب السوداء أو في حالة النشأة الكونية. فمن الناحية الرياضية تتصف المفردة بطاقة وكثافة لا نهائيين. وفي حالة النشأة الكونية ان التمدد يفترض التفرد كمنطلق، والتفرد يقتضي اللانهاية ومعزلتها الرياضية، لذلك تبطل النسبية عند هذه النقطة الفريدة.

إن معضلة المفردة البدئية لا تقتصر على الجانب الرياضي للتحليلات الفيزيائية، انما هناك مشكلة أخرى فلسفية تلوح النظريات الكونية عموماً والنسبية العامة خصوصاً، فالسؤال الميتافيزيائي يطرح نفسه من أين أتت المفردة الكونية وكيف تولدت وهي تحمل في جعبتها طاقة الكون الضخمة كلها؟

لم يكن لدى النسبية ما تتحدث عنه قبل تلك المفردة المعقدة غاية التعقيد. فليس باستطاعتها ان تتحدث عن فضاء وزمان سابقين ومقترنين بالطاقة المضغوطة بأعلى مستويات الضغط الكوني الهائل. فالزمان والمكان مقترنان بالطاقة والمادة، واذا لم يكن من الممكن تقسيم المفردة أو الرجوع بها إلى حالة أبسط، اذ كل ذلك يفضي إلى التسلسل اللامتناهي، فانه ليس من الممكن أيضاً الحديث عن زمان ومكان سابقين، وبالتالي ليس من سبيل سوى افتراض ان المفردة قد ولدت من العدم التام، وبالتعبير الرياضي انه قد ولدت من الصفر المطلق؟

ليس من شك ان عصر اينشتاين قد حسب الحديث عما يسبق المفردة هو من القضايا الفلسفية والميتافيزيقية التي ليس لها علاقة بالعلم. فالعلم رهين بوجود الواقع الفيزيائي، وان هذا الأخير متشكل من الزمكان والطاقة، فاذا ما كان هذا

التشكل صفرًا فإنه ليس هناك واقع فيزيائي، وبالتالي لا مجال لأن يكون هناك علم بالتبع.

فهناك قلق يعبر عن كيف يمكن للعدم أو الصفر المحض ان يولد شيئاً مهولاً من الطاقة الضخمة لدى حيز ضيق للغاية من نقطة الفضاء، هكذا فجأة من دون مرور بوسائط تطويرية تسمح بتجمع الطاقة الهائلة، ومن ثم تفترض شيئاً من الفضاء الواسع؟ كيف أمكن ان تكون هناك نقطة تحمل كل شيء كوني دفعة واحدة، وهي غير قابلة للانقسام والارتداد؟ ان هذه النقطة أو المفردة ليست بالأمر البسيط، فهي تحمل طاقة الكون كله بقواه المختلفة، فكيف تولدت فجأة من لا شيء؟ كيف أمكن للصفر ان يولد عدداً، مثل ان يولد واحداً مركباً أبلغ حالات التركيب، حيث يحمل في طياته أعداداً لا متناهية من الكسور الحدية؟.

فباعتبار ان المفردة تمثل شيئاً واحداً، وفي الوقت ذاته انها مركبة أبلغ حالات التركيب من الطاقة الضخمة، فهذا يعني ان الصفر المتمثل بالعدم قد انتج ما لا نهاية له من دون مرور بالأرقام التصاعدية..؟

انه وفقاً للنسبية لا مجال لافتراض شيء من الفضاء والزمان السابق للطاقة والكتلة، وبالتالي فوجود المفردة بطاقتها الضخمة هي البداية الأولى لصنع الزمكان، فهي تمثل زمكاناً كمونياً خالياً من الأبعاد الفعلية. فالمفردة هي النقطة الفضائية الأولى غير القابلة للتقسيم والارتداد رغم كونها تحمل طاقة الكون كله.

يا للمفارقة.. فكل هذه الطاقة قد جاءت دفعة واحدة من الصفر من دون تفكيك، اذ لا مجال لافتراض ان تكون المفردة ذات طاقة ضئيلة جداً، أو باردة للغاية.

والنتيجة هي ان خلق الكون من لا شيء يعني خلق ما لا نهاية له من الصفر المطلق. فالعدم يساوي صفرًا، ووجود الشيء يساوي واحداً، لكن هذا الشيء ليس بسيطاً وهو يحمل تلك الطاقة الضخمة للغاية، وبالتالي فالواحد هنا هو تعبير عن اللانهاية، وهو ما يعني ان من الصفر قد نتج الواحد اللامتناهي، فعملية المرور من العدم إلى الوجود هي مرور سلسلة لا متناهية من الطاقة، وهو ما يجعل المشكلة ميتافيزيقية.

هكذا لم يتبين وفق نظرية المفردة الكونية من أين أتت الطاقة الضخمة إلى الوجود رغم عدم وجود أبعاد زمكانية. فهي من هذه الناحية تثير مشاكل ميتافيزيقية، وتبطل عندها المعادلات والقوانين العلمية؛ طالما انه ليس لها

معنى محصل بحسب الفهم الفيزيائي. لذا ليس من الغريب ان يبدأ العلم الفيزيائي بقوانينه المعروفة من لحظة ما بعد المفردة. فاول لحظة معتبرة لدى الفيزيائيين هي - كما عرفنا - زمن بلانك (10⁻⁴³ ثانية)، وهي أقل فترة زمنية محسوبة على الاطلاق، ومن حيث تاريخ الكون يمثل زمن بلانك أول لحظة مقررة فيزيائياً دون ان يسبقها لحظة مستقلة سوى المفردة، وتقدر درجة الحرارة عندها بحوالي (10³² كلفن)، وفي تقدير آخر ان أعظم درجة حرارة كونية مفترضة هي (10³⁰ كلفن)¹. وفي هذه اللحظة بدأت الجاذبية بالتححرر قبل بقية قوى الطبيعة المعروفة (الكهرومغناطيسية والقوة النووية الضعيفة والشديدة)، ومنها بدأ الكون يتمدد ومن ثم يبرد ويزداد توسعاً بالتدريج مع اضطراد الزمن.

ان من المبرر للفيزيائيين ان يعتبروا الكون في زمن بلانك هو بداية الانفجار العظيم. لكننا نتفاجأ عندما نجد الفيزيائيين لويد موتز وجيفرسون هين ويفر يذكران بأن علماء الكون قد بدأوا دراساتهم عندما كان عمر الكون (10⁻¹⁰ ثانية)³⁵، فهذه هي البداية وليس بالامكان الرجوع إلى ما قبلها، فهي بنظرهما تمثل لحظة الانفجار العظيم².

والحقيقة ان هذه البداية ليست مقنعة، فقد سبقتها حقبة زمن بلانك التي منها بدأ الكون بالتمدد بعد تحرر قوة الجاذبية واستقلالها، بمعنى ان في هذه الحقبة بدأ الزمكان بالظهور والتمدد بأبعاده الأربعة. وبحسب التحليل الفيزيائي ظهرت بعد هذه الحقبة لحظة ثانية مستقلة، وذلك عندما أصبح عمر الكون (10⁻³⁵ ثانية)، حيث تناقصت عندها درجة الحرارة فأصبحت (10⁻²⁷ كلفن)، وفيها تحررت القوة النووية الشديدة عن سائر القوى. وليست هذه الحقبة هي بداية التطور الكوني أو الانفجار العظيم، فكل ذلك كان متوقفاً على تحرر الزمكان الذي يمثل الأصل في التمدد الكوني، وهو ما يدين إلى تحرر قوة الجاذبية واستقلالها، كالذي حدث خلال الحقبة الزمنية الأولى المتمثلة بزمن بلانك. أما قبل هذا الزمن فيفترض انه لم يحدث شيء مميز سوى وجود المفردة بطاقتها اللانهائية.

¹: Hells Yeah, Are there physical limits in the universe other than the speed of light? .

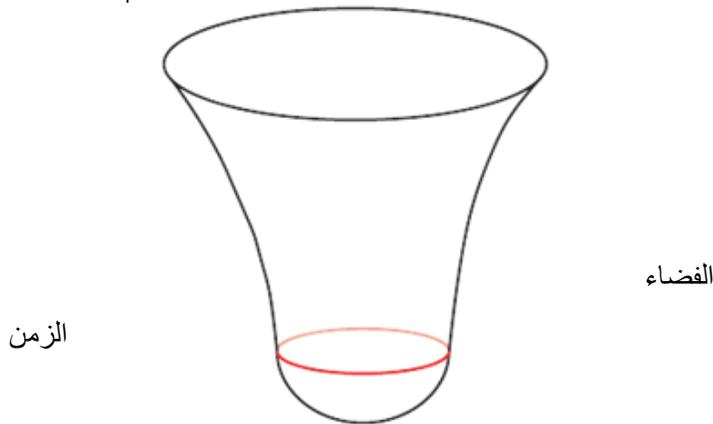
Look:

<http://www.askamathematician.com/2010/03/q-are-there-physical-limits-in-the-universe-other-than-the-speed-of-light/>

²: قصة الفيزياء، ص 377.

لقد أفضت مشكلة التفرد إلى ان تقوم نظريات عديدة بالالتفاف عليها ضمن معالجات افتراضية مختلفة، وذلك تجنباً للدخول في متاهات القضايا الميتافيزيقية، فضلاً عن العمل وفق القوانين الفيزيائية المتعارف عليها من دون شائبة. وقد اتخذت حالات الالتفاف والنفي أشكالاً مختلفة، منها نظرية القفزة الكمومية، وهي تفترض ان الكون انبثق دفعة واحدة كقفزة من الفراغ المتصل أو الزمكان اعتماداً على نظرية الكوانتم. فالكون بهذا الاعتبار قد نشأ من لا شيء، وأصل الفكرة يعود إلى أيام الحرب العالمية الثانية، ثم تم تطويرها بداية سبعينات القرن الماضي، حتى توجت أخيراً لدى لورانس كراوس حالياً. وبلا شك ان هذه النظرية قد تجاوزت اعتبارات النسبية العامة، حيث تقوم على زمكان مينكوفسكي الخالي من الجاذبية وترتبط بالنسبية الخاصة وهندستها الاقليدية.

كما منها نظرية عدم التحديد لهارتل وهوكنج، اذ تفترض بأن الكون نشأ من دون بداية محددة ولا زمن محدد، فالبداية منبسطة وسط مجموعة من النقاط المتساوية بلا مركز معين، كما ان الزمن كان مجرد متصل مكاني.. فلا زمن موجود ولا مفردة محددة حتى يقال من هنا بدأ النفخ في النار أو الانفجار العظيم. وتعتمد هذه النظرية على كل من النسبية والكوانتم، فمن خلال الاعتماد على النسبية تم التخلص من الزمان بتحويله إلى مكان، كما من خلال الاعتماد على الكوانتم تم التخلص من أي مفردة معينة لنشأة الكون طبقاً لمبدأ عدم اليقين. فالبداية تنطلق من لحظة زمن بلانك، وقبلها لم تكن هناك لحظة زمنية ولا بداية محددة، فهناك نقاط غير قابلة للتحديد وفقاً لإحتمالات الكوانتم، وهي تعبر عن المتصل المكاني الرباعي قبل نشأة الزمان.



توضيح مبسط لنموذج هارتل - هوكينج، فبحسبه لم ينشأ الكون من مفردة وحيدة. واستبدلت في الرسم الأعلى بطبق مدور باللون الأحمر نصف قطره يُمثل طول بلانك، وهو ناتج عن تطبيق نظري لمبدأ الريبة على المفردة الكونية.

لكن من المعلوم ان زمن بلانك يمثل اللحظة التي تحررت فيها الثقالة أو الجاذبية من سائر قوى الطبيعة المعروفة. وبالتالي يقتضي ان يبدأ الامتداد المكاني من هذه الحقبة لا قبلها، إلا اذا أصبحنا نتحدث عن زمان مينكوفسكي المعلوم الثقالة، وهو ما أبطلته النسبية العامة.

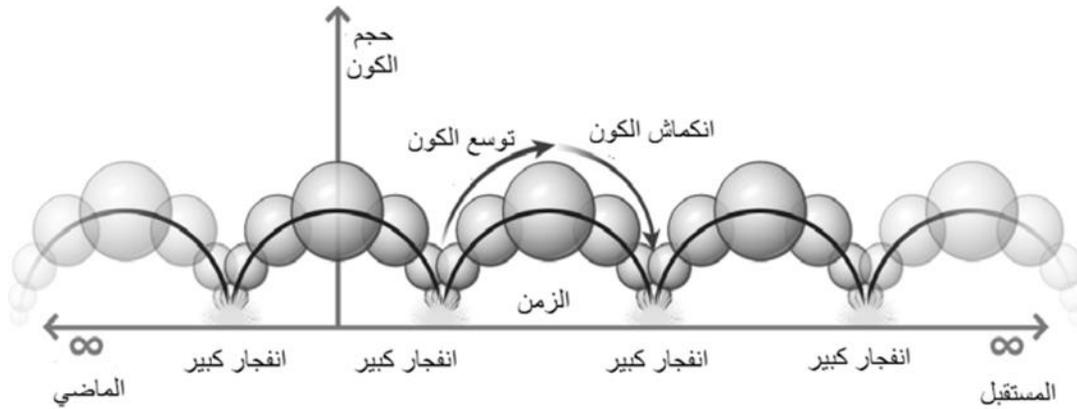
كما هناك نظريات التفاعل التي تفترض بأن كوننا قد نشأ بفعل التصادم أو الاتحاد بين أشياء موجودة سلفاً كما تبديها نماذج التضخم الكوني، من دون حاجة لافتراض التفرد، بل بحسب الفيزيائي الفلكي إيثن سيجل Ethan Siegel انه لا يمكن للتضخم أن ينشأ من حالة مفردة، لأن المنطقة المتضخمة يجب أن تبدأ دائماً من حجم محدود¹. واستناداً الى هذا المعنى ترى بعض النظريات أن كوننا هو نتاج انفجار ضخم حصل بفعل تصادم فقاعتين كونيتين فنتج عنهما كوننا الحالي، كالذي يخمنه جماعة من أصحاب نظرية الأوتار. كما تفترض نظرية أخرى بأن الانفجار حصل بفعل اتحاد جسيمات ثقيلة جداً سميت اونيتونات (Unitons)، فقد تولد من هذا الاتحاد جسيمات النكليونات - كالبروتونات والنيوترونات - في الوقت الذي تخلف عن ذلك انفجار عظيم هو سبب نشأة الكون، وتعود هذه النظرية إلى الباحث الفيزيائي لويد موتز (Lloyd Motz)، حيث اعتقد بأن من الممكن ان يتكرر هذا السيناريو في المستقبل من دون حاجة لافتراض مفردة بدئية². لكن هذا التقدير لا يحظى بموافقة النظريات الفيزيائية الأساسية، كالنسبية والكوانتم، فكما عرفنا بأن النسبية ترد الكون إلى المفردة كنقطة أخيرة من دون امتداد ولا تباعد جسيمات أو اتحاد فيما بينها، فيما ان الكوانتم تشير إلى حالة التراوح الكمومي وفقاً لمبدأ عدم اليقين، وهو ما جعل الكون ينبثق من العدم..

كذلك هناك نظريات الارتداد الكوني، وتفترض ان للكون دورات أزلية يمر بها من خلال نقطة ارتداد بلا حاجة للأخذ بفكرة التفرد. فعند العودة بالزمن إلى

¹ : James B. Glattfelder, Information– Consciousness–Reality, 2018. p.489. Look: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-03633-1.pdf>

²: قصة الفيزياء، ص378.

الوراء يصل الكون إلى أدنى حجم له ثم يتمدد مجدداً. وقد كان عالم الكونيات الروسي زلدوفتش Zeldovich (1914-1987) يرى بأن الكون يتوسع وينكمش ثم يعود فينفجر بالتوسع وهكذا إلى ما لا نهاية له، وفي كل مرة يزداد حجمه ويدوم أكثر. وقد جاءت هذه النظرية للتخلص من مشاكل نظرية الانفجار العظيم، لكن زلدوفتش اعترف عند تدليله على نظريته الارتدادية انه أخفق وان الكون الارتدادي لا يصلح حلاً لمشكلات الانفجار، بل انها تتزايد باستعماله¹.



نموذج الكون الدوري أو المتذبذب (∞ ...توسع، انكماش، توسع، انكماش... ∞).

ثم تكررت مثل هذه المحاولة لدى أصحاب نظرية الأوتار، وذلك بالاستعانة بزمين وحيز فيزيائيين ضيقين ونهائيين للغاية مع وجود كتلة وطاقة يحملانها، وهو زمن بلانك ومسافة بلانك أو حجمه كأقصى حدود الانطلاق الزمكاني. وبالتالي فكل حركة وانتقال وتغير وتأثير لا يمكنها ان تتجاوز هذه (الحدود البلانكية). فمن خلال هذه التحديدات يمكن التخلص من القيم اللامتناهية، كما يمكن التخلص من فجوة ظهور الحادثة من لا شيء. وتقتضي نظريات الارتداد ان يكون الكون أزلياً من دون بداية ولا نهاية محددة.

اضافة إلى ان هناك نظرية الحالة الثابتة (أو الثبات الكوني) التي لا تعترف بوجود مفردة كونية، بل تسلم بأن الكون أزلي غير متناه في زمانه ولا فضائه، وهو من هذه الناحية ليس بحاجة إلى افتراض مفردة ولا إلى انفجار عظيم.

¹: جواو مكيويجو: أسرع من سرعة الضوء، ص 128-129.

وكما عرفنا ان هذه النظرية كانت جذابة وشائعة لدى الفيزيائيين لمدة عقود قبل ان يتم التخلي عنها منذ منتصف ستينات القرن الماضي، وذلك بعد اكتشاف اشعاع الخلفية الكونية الدال على ان للكون بداية تتمثل بالمفردة. هذه هي مجمل النظريات التي التفتت على نظرية المفردة الكونية أو انكرتها، وكلها تمثل سيناريوهات تخمينية مفترضة دون ان تمتلك أدلة فيزيائية معتبرة..

القسم الثاني

نظرية الإنكماش الكوني

تتميز النظرية العلمية في الفيزياء بمحورين مهمين، هما المحتوى الفكري والعلاقات الرياضية. ويمثل الأول أساس النظرية باعتباره يعبر عن منظومة الأفكار الخاصة بتفسير الظواهر الكونية، ومن دونه لا يبقى لها شيء، وليس هو الحال مع المحور الثاني، فمن دونه لا تغيب النظرية لكنها تصاب بالنقص والقصور. وعليه اذا كان المحتوى الفكري ضعيفاً فسوف لا تشفع له الصياغة الرياضية القائمة عليه.

ويتخذ كل من المحورين أشكالاً مختلفة. فلو بدأنا بالمحور الأخير لوجدنا ان للرياضيات الفيزيائية وظائف واستخدامات متعددة يمكن اجمالها كالتالي:

1- التسجيل الدقيق للظواهر الفيزيائية كما تصورها النظرية. وأبرز مثال على ذلك قانون التناسب العام للجاذبية النيوتنية.

2- التعبير عن المحتوى التأويلي والخيالي للنظرية، مثلما حصل مع النسبية العامة التي بدأت بخواطر خيالية مفادها: لو ان شخصاً سقط سقوطاً حراً فإنه سوف لن يشعر بوزنه. فهذه الفكرة الخيالية التي ظهرت (عام 1907) هي ما دفعت اينشتاين إلى تأسيس نظريته في الجاذبية (عام 1915)¹.

3- قد تشكل الرياضيات أساساً للمضمون الفكري للنظرية، سواء كانت العلاقة بين المحورين متطابقة أو مشوشة، كالذي جرى مع الكوانتم، فالأساس الذي قامت عليه هذه النظرية هو الجانب الرياضي الصوري، ومن ثم بُني عليه المعنى الفكري بتأويلاته المختلفة.

4- قد تشكل الرياضيات مصدراً للإلهام والاكتشاف، كالذي أكد عليه ديراك، ومن ذلك زعمه (عام 1928) بأن «إحساسه العارم بالجمال – الرياضي - هو الذي مكنه من ان يحزر معادلة الإلكترون»². ومعلوم ان هناك من يعتقد بوجود عالم رياضي خارجي مستقل على الطريقة الافلاطونية لا يقل واقعية عن وجود الكراسي التي نجلس عليها. الأمر الذي حفّز الكثير من الفيزيائيين على البحث في المجالات الرياضية لايجاد صيغ مناسبة للكشف عن أسرار الكون، كالذي سعت إليه نظرية الأوتار الفائقة حتى يومنا هذا.

5- قد تشكل الرياضيات نسقاً مصطنعاً دون ان يعزى لها واقع فيزيائي. فمثلاً وفقاً للمعادلات الرياضية أظهر بول ديفيز وجون بارو - خلال ثمانينات القرن

¹: للتفصيل انظر: منهج العلم والفهم الديني.

²: العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، ص 493.

الماضي - أن مستقبل الكون يؤول إلى التمدد اللامتناهي، وهو ما يفضي إلى تمزق كل شيء. لكن أُعيد طرح هذه الفكرة بشكل جدي (عام 2003) على يد روبرت كالدويل Robert Caldwell بعنوان (التمزق الكبير Big Rip)¹.

6- استخدام الرياضيات كحيلة لحل بعض المشكلات الفيزيائية فيما يعرف بالحيل الرياضية، دون ان تعبر عن الواقع الفيزيائي الحقيقي. ومن ذلك استخدام ما يسمى باعادة التطبيع (Renormalization) لتلافي ما قد ينجم عن النظرية الفيزيائية من مشكلة اللانهائيات، فيتم معالجتها بتقسيم مثلها عليها ومن ثم الحصول على اجابة معقولة، كالذي يظهر في الداينميكا اللونية الكمومية (QCD) وغيرها.

أما المحتوى الفكري للنظرية فله أشكاله المختلفة أيضاً، وذلك كالتالي:

- 1- أن يكون المحتوى مستدلاً عليه بالتجربة والاستقراء، وهو ما يسمح ان يتم التعبير عنه بدقة وفق الرياضيات كما في الشكل الأول المشار إليه سلفاً.
- 2- أن يكون للمحتوى الفكري طابع خيالي وتأويلي للواقع الموضوعي قبل صياغته رياضياً، كالذي اتصفت به النسبية العامة لاينشتاين.
- 3- أن يشكل المحتوى النظري صورة مصطنعة للحيل التي تخدم الاطار النظري المطروح ضمن ما سميناه في (منهج العلم والفهم الديني) بالحيل الخيالية، وقد يُدعم بالصياغة الرياضية، خاصة عند معالجة القضايا الكونية بداية التوسع الكوني أو الانفجار العظيم. وكمثال على ذلك الحيلة الخيالية التي تتضمن تحول المكان إلى زمان أو العكس وفقاً للاتصال الزمكاني، والتي استفادت منها اطروحة (هارتل وهوكنج) للتخلص من المشكلة الميتافيزيقية المتعلقة ببداية الانفجار العظيم.
- 4- أن يكون المحتوى الفكري مجرد افتراضات تخمينية غير قابلة للتجربة والاختبار، مثل النظريات التي تتحدث عما قبل الانفجار العظيم، ومثل النظرية التي تقول ان ما تظهره نتائج القياسات حول الجسيمات لها ما يقابلها في كون آخر. ففي مثال قطة شرودنجر، اذا أظهرت القياسات ان القطة حية؛ فستكون في كون آخر ميتة، والعكس بالعكس. وهناك أفكار مختلفة يدلي بها العلماء هنا وهناك دون ان تتخذ اطاراً نظرياً متماسكاً، مثل الفكرة التي ترى اننا مبرمجون

¹: بول ديفيز: الجائزة الكونية الكبرى، ص173-174، وكذلك:

Keith Veronese, The Big Rip Theory says the universe could end in tears. Look:
<https://io9.gizmodo.com/5919193/the-big-rip-theory-says-the-universe-could-end-in-tears>

من قبل كائنات سامية الذكاء، أو تلك التي ترى ان كل فكرة تدور في رؤوسنا لها واقعها في كون آخر مختلف. وقد توطر هذه الأفكار التخمينية بالصياغات الرياضية أو تكون خالية منها.

5- قد تتضمن النظرية نسقاً مفترضاً ومدعوماً بدلالات منطقية وفيزيائية مختلفة، حتى وإن لم تتأطر بالشكليات الرياضية، كما هو حال ما سنقدمه حول أطروحة الانكماش الكوني.

الفصل السادس: الأساس المنطقي للنظرية

الفكرة هي نقطة البدء أو المحرك الأول لكل استدلال علمي، وهي الغرض الذي يسعى إليه الذهن في طموحه نحو المجهول.

كلود برنارد (1813-1878). طبيب فرنسي

لو اعتمدنا على القاعدة المنطقية القائلة بأن البسيط هو أساس المركب ومتقدم عليه، فسيمكننا بسهولة ان نردّ كل شيء مركب إلى أجزائه

البسيطة. والعلوم الطبيعية تعمل بهذه الخاصية الأساسية ازاء الأشياء المادية والحياتية. فالكائنات الحية المعقدة كالحوانات اللبونة مردها إلى كائنات أبسط منها، فجسم الحيوان مكون من أجهزة، وهذه من أعضاء، ثم ان هذه مؤلفة من أنسجة، والأخيرة تتكون من خلايا، والخلية هي وحدة الكائن الحي، وهي بدورها تتألف من عناصر أبسط منها، حيث فيها النواة والسايبتوبلازم فضلاً عن الغشاء الذي يحيطها، وكل منها يتكون من عناصر أبسط، حتى يصل الأمر إلى البروتينات، ومثلها الكربوهيدرات والدهون، ومن ثم الأحماض الأمينية، وبعدها العناصر الكيميائية، مثل الاوكسجين والهيدروجين والكربون والنايتروجين. كما تتحلل هذه العناصر إلى ما هو أبسط منها حتى تصل إلى الهيدروجين كأبسط عنصر كيميائي، وهو بدوره يتألف من جسيمي الالكترين والبروتون، والأخير مؤلف من الكواركات وقواها الداخلية، مثلما ان لالكترين قواه الكهرومغناطيسية. وعلى هذه الشاكلة سائر الجسيمات الذرية.

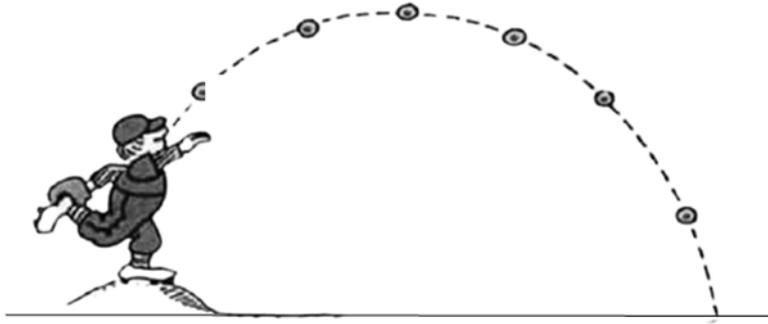
ومبدئياً ان عالمنا الكبير قابل للتحليل إلى عالم صغير للغاية يصل إلى مرحلة الجسيمات الذرية، وليس من الممكن ان نقول العكس، فنعتبر اننا لو حللنا الجسيمات البسيطة فانها ستنتج لنا عالماً كبيراً. ويعتبر هذا الأمر المنطقي أساس ما تعول عليه العلوم الطبيعية، ومن ذلك ان الخلية هي أساس جسم الكائن الحي المتعدد الخلايا وليس العكس.

ويمكن تطبيق القاعدة السابقة على عالم الرياضيات، فنقول بأن الواحد هو أساس الأعداد المؤلفة منه وليس العكس، فالخمس يمكن تحليلها إلى وحدات بسيطة هي تكرار للواحد ذاته. أما العكس فغير ممكن، بمعنى انه لا يمكن تحليل الواحد لينتهي إلى خمسة أو إلى ما هو مركب منه. فالكل قابل للتحلل إلى الأجزاء المكون منها، لكن الجزء لا يمكنه ان يتحلل إلى الكل الأعظم منه.. ففاقد الشيء لا

يعطيه، رغم انه قد يكون أحدهما حاكياً ومعبراً عن الآخر، كتعبير المعلول عن علته وحكايته لها وفق الاعتقاد الفلسفي القديم.

وعموماً ان أغلب تعاملنا مع الظواهر الطبيعية قائم على مثل هذا القدر الواضح والشفاف، مع ذلك لا يلتفت إلى ظواهر أخرى تخضع إلى المنطق ذاته؛ إما لأننا لم نفكر فيها، أو لأن تعاملنا معها جارٍ بشكل مقلوب. ويمكن ان أبين ذلك من خلال عدد من الظواهر الفيزيائية، وسأبدأ بظاهرة الحركة الجسمية كالتالي:

إن أي حركة جسمية حينما يكون لها بداية ونهاية فانها تمر بتدرج من البسيط إلى المركب؛ إن لم تكن هناك قوى أخرى تؤثر عليها خلال الرحلة. فالحجر الذي أرميه رمية أفقية أو إلى تحت أو فوق لا بد ان يتحرك بتسارع، وبدونه تستحيل الحركة. كما لا بد ان يتسلسل هذا التسارع من البسيط فالمركب حتى يصل الذروة، ومن ثم ينعكس الحال فيتحول من الأسرع فالأقل سرعة وهكذا حتى يستقر.. فمثلاً لو ان حركة الحجر تسارعت خلال مدة اقصاها (20 ثانية) ثم عادت فتقهقرت حتى استقرت، فما يحصل هو ان سرعته خلال اللحظة الأولى هي ليست كسرعته خلال اللحظة الثانية أو الثالثة وهكذا. ففي اللحظة الثانية يكون الحجر أسرع مما هو خلال الأولى، والثالثة أسرع مما هو خلال الثانية وهكذا. وليس من الممكن ان يحصل العكس، فتكون سرعته الطبيعية من دون مؤثر خارجي طارئ خلال اللحظة الثانية أعظم من سرعته خلال الثالثة أو الرابعة.. فالاستحالة هنا واضحة، وانه لا بد من التدرج من البسيط فالمركب. فالمسافة التي يجتازها الحجر خلال اللحظة الأولى هي أقل من تلك التي يجتازها خلال اللحظة الثانية، وهذه أقل من اللحظة الثالثة، وهكذا سائر اللحظات والثواني. ولو فرضنا ان كل لحظة تكشف عن تسارع مضاعف، فاذا كانت السرعة لدى اللحظة الأولى تجتاز متراً فقط، فإن ما تجتازه خلال اللحظة الثانية تعادل مترين، وخلال اللحظة الثالثة تعادل أربعة أمتار وهكذا حتى تصل الذروة ثم تعود فنتباطاً بالتدريج؛ ما لم تكن هناك قوة مؤثرة تعمل على التسريع كالجاذبية مثلاً.



تمثيل لحركة جسم تم قذفه، فتتسارع حركته بمرور الوقت ليصل إلى الذروة، ومن ثم تبدأ بالهبوط أو ما يُسمى بالتسارع السلبي.

هذا هو المقصود بتدرج السرعة أو الحركة من البسيط إلى المركب، وعندما يقال ان سرعة سيارة معينة قد بلغت حوالي (100 كم في الساعة)، فذلك يعني ان هذا الحساب مأخوذ من حيث المعدل العام لهذه السرعة، وان المسافة التي تجاوزتها من أول سنتيمتر واحد - مثلاً - لا يمكن ان تتساوى مع جميع المسافات الأخرى المماثلة، فلا بد في البداية ان تكون السرعة قليلة وبسيطة ثم بعدها تتضاعف، ولا يمكن ان تكون هذه السرعة خلال الثانية الأولى أو جزء ضئيل منها هي بمقدار ما تساوي السرعة في الأزمان اللاحقة. فالتسارع هو التعجيل وزيادة السرعة، ولا يمكن القفز بالسرعة من دون ان تمر بمراحل تطوي خلالها المسافة بشكل أكبر وأعظم حتى تصل الذروة.

وعندما يصل الحديث إلى العالم الجسيمي للفيزياء فانه يكون أدق مما استعرضناه للإيضاح والتبيان، لكن الحال لا يختلف في النتيجة عما يحصل في عالمنا المشهود. حيث تخضع الجسيمات إلى التعجيل بسبب بعض الطاقات التي تكتسبها من خلال التفاعل مع قوى طبيعية، أو من خلال ما يزودها الانسان من طاقة كما في المعجلات أو المصادمات. فعندما تزود بعض الجسيمات بطاقة عالية فانها تزداد حركة وتسارعاً، وانها في هذه الحالة تمر بذات التبيان الذي عرضناه فيما يخص رمي الحجر.

ومعلوم ان أقصر مسافة هي تلك التي يشير اليها الفيزيائيون بعنوان طول بلانك (10⁻³³ سم)، وان أقصر زمن هو زمن بلانك (10⁻⁴³ ثانية)، أما أقل سرعة في الكون فهي غير محددة ضمن ثوابت بلانك ومشتقاتها، ففي هذه المشتقات نجد سرعة بلانك، وهي عبارة عن قسمة طول بلانك على زمن بلانك، وتساوي ذات

سرعة الضوء الثابتة من دون اختلاف. وبلا شك لسنا بحاجة إلى هذه السرعة العظيمة، فما نحتاج إليه هو أقل سرعة ممكنة.. وهذا ما يدعوننا إلى ان نفترض بأن اجتياز مسافة طول بلانك، وهو أقل مسافة ممكنة، يحتاج إلى زمن طويل نسبياً كي تكون السرعة وكمية الحركة أقل قدر ممكن، إلى درجة ان أي زمن يفترض أطول من ذلك فانه يكون قد تجاوز مسافة طول بلانك بمرتين فصاعداً. فأبسط حركة وسرعة هي تلك التي تجتاز مسافة طول بلانك ضمن أكبر قدر ممكن للزمن. وللأسف يبدو انه ليس هناك تقدير فيزيائي لهذا الزمن كي يمكن حساب أقل سرعة ممكنة، لكن المعنى حاضر ودال على المطلوب.

وينطبق هذا الحال على الطاقة الحرارية، فعندما نتعامل مع زيادة هذه الطاقة أو نقصانها نفترض ان هناك وحدات حرارية تبدأ من البسيط فالمركب، حالها حال قطع المسافة والزمن والتسارع. وعليه لا يمكن القفز بالطاقة الحرارية من دون التدرج فيها، فالحرارة المرتفعة هي تركيب مؤلف من أجزاء بسيطة تمثل الأصل الذي تركبت منه هذه الطاقة. وأقل درجة حرارة مفترضة هي ما يطلق عليها الصفر المطلق، أي صفر كلفن، وتساوي (-273°C). فقد يكون هناك ما هو أقل من هذه الدرجة، ولحد الآن لم يتمكن العلماء من الوصول إلى هذه الدرجة، لذا فهي تمثل القيمة النهائية المفترضة لأبرد شيء في الكون. أما أقل درجة حرارة تم الوصول إليها فهي جزء ضئيل جداً من كلفن واحد. فالرقم القياسي العالمي لأدنى درجة حرارة تم التوصل إليها لحد الآن هي (0.0000000001 كلفن).

ويفترض انه لدى درجة الصفر المطلق تكون الحركة صفراً، أي يتحقق عندها السكون المطلق من دون زخم ولا طاقة، لكن عندما نأخذ مبدأ عدم اليقين بعين الاعتبار فإن من الممكن الحصول على حركة صغيرة دون التمكن من بلوغ نقطة السكون المطلق، وبحسب القانون الثالث للديناميكا الحرارية (Third law of thermodynamics) ان من المحال بلوغ الصفر الكلفيني، وبالتالي فلا بد من وجود حد أدنى للطاقة والحرارة والحركة مهما كانت بسيطة. ومبدئياً ان أدنى حركة مفترضة هي تلك التي تكون عند تلك الدرجة القياسية لأدنى درجة حرارة كما أشرنا إليها¹.

¹: Hells Yeah, Previous reference.

وينطبق ما سبق ذكره على مختلف حالات الطاقة. ومعلوم ان أقل وحدة للطاقة هي ثابت بلانك، وتساوي (6,6262 × 10⁻³⁴ جول على الثانية، أو كيلو غرام متر مربع على الثانية)، وعلى هذه الوحدة الثابتة تتأسس مركبات الطاقة.

هكذا فكل الظواهر الطبيعية المكشوفة تثبت حالة التدرج في التصاعد والهبوط. فما لم تكن بعض الظواهر ثابتة أو تتغير كيفياً فانها تخضع للتصاعد والهبوط التدريجي.

لكن هذه القاعدة تتنافى مع ما يذكر حول بداية الانفجار العظيم من حركة وحرارة وطاقة عظيمة للجسيمات خلافاً للشواهد الطبيعية المألوفة. فالحرارة والحرارة والطاقة عموماً لم تتدرج من الأقل فالأكثر، بل ما يُذكر هو العكس تماماً، فقد تم تصوير انها كانت في البدء في أقصى درجات الحركة والحرارة والطاقة من دون اختزال، ثم بعد ذلك توالى انخفاض هذه الدرجات باتساق. في حين يفرض علينا التفكير المنطقي ان يكون العكس هو الصحيح، لا بمعنى التشكيك فيما كان عليه الكون من حركة وحرارة وطاقة قصوى، بل بمعنى انه لا بد من ان يسبق ذلك شيء من التدرج الحركي والحراري والطاقي حتى وصل الحال فيما وصل إليه من ضخامة. وعليه فالأولى ان يقال بأن الكون البدئي كان بارداً أدنى درجات البرودة، مع بداية حركة هي أدنى حالات السرعة، ومثل ذلك عموم الطاقة، ومنها بدأ الازدياد لعوامل معينة حتى وصل الحال إلى الاشتباك والتفاعل وتوالي الانفجارات..

إذ كيف يمكن للمركب ان يحدث دفعة واحدة من دون اختزال أو مرور بالبساط؟ فمع ان الفيزيائيين اعتمدوا على التفكير المنطقي لدى استنتاجاتهم بأن البساط المادية قد سبقت مركباتها، فالإلكترونات ومجمل الجسيمات كانت موجودة قبل ان تتكون الذرات، كما ان الذرات سبقت الجزيئات، وان الأخيرة كانت أساس الهياكل المجرية والنجمية التي تكونت منها، كما ان العناصر الكيميائية قد بدأت بأبسطها تركيباً وهو الهيدروجين، ومثل ذلك ما كان عليه التفكير التطوري للأحياء كما لدى داروين وغيره من العلماء، فالكُل يتفق على ان الحياة نشأت من أبسط وحدة ممكنة وان التعقيد أخذ يتدرج شيئاً فشيئاً، مع نفي ان تكون هناك ظاهرة حية غير قابلة للاختزال، حتى انتهى الأمر إلى الانسان الذي يمثل أحدث نتاج تطوري عبر الزمن.

مع ذلك فإن التفكير الفيزيائي لم يتصف على الدوام بالمنطقية، فهناك ظواهر

يذكرها غير قابلة للاختزال بالفعل. فما رأيناه من تفكير منطقي متعلق بتركيب العناصر والجسيمات المادية لم يُطبَّق على بسائط الطاقات ومركباتها، ومنها الطاقة الحركية والحرارية، فقد تم افتراض ان هذه الطاقة كانت ضخمة للغاية منذ بداية الكون المتمثلة بالمفردة، وبالتالي فانها تعتبر ظاهرة غير قابلة للاختزال. فمن المعقول ان يبدأ الكون بارداً ثم يزداد حرارة لأسباب معينة، أما أن يبدأ فجأة بحرارة ضخمة فهو ما يتنافى مع قاعدة ان المركب يحتاج إلى بسيط يسبقه وجوداً؛ سواء كان السبق ذاتياً أم زمانياً. فالحرارة الضخمة ومطلق الطاقة لا يمكن ان توجد ما لم يسبقها وجود ما هو أبسط منها، فليس من المعقول وجود طاقة وحرارة عاليتين فجأة من دون مرور بالتدرج الطاقوي والحراري.

والملاحظ اننا لو افترضنا ان النشأة الأولى للكون كانت حارة؛ فسيستدعينا ذلك للبحث عن علة وجود هذه الحرارة والطاقة. ولحد الآن يعجز الفيزيائيون من تفسير هذه الحالة، وانها لا تخضع للقوانين الفيزيائية المعروفة. أما لو افترضنا ان الكون كان بارداً منذ البدء؛ فسوف لا يستدعي ذلك البحث عن علة هذه البرودة، اذ ليست هناك حرارة أو طاقة مركبة تحتاج إلى تفسير فيزيائي. فالتفسير يأتي تباعاً بعد ان تظهر الحرارة والطاقة المركبة، خاصة عندما تكون ضخمة ضمن حيز فضائي ضيق. وعليه نفترض ان الكون بدأ بطاقة بسيطة حدية غير قابلة للتحليل والتبسيط، مثل طاقة ثابت بلانك، وبسرعة هي أدنى سرعة، وبدرجة حرارة تعتبر أولى بعد الصفر المطلق. فكل ذلك يمثل بسائط طاقيّة مفترضة كأساس لسائر مركبات الطاقة، والبحث فيها يدخل ضمن اطار أعمق للميتافيزيا العلمية.

وبهذا الصدد يمكن ان نستنتج بأن النشأة الباردة تشير إلى كون فضائي لا متناه، فيما تشير النشأة الحارة إلى كون فضائي متناه.

لكن اعتبار الكون ذا فضاء متناه يثير أسئلة يصعب على الذهن البشري حلها، اذ كيف يمكن تصور حدود هذا الفضاء من دون ان يكون وراءه شيء؟.. وعلى عكس ذلك ان من الممكن تعقل الفضاء اللامتناهي مثلما يمكن تعقل الزمن اللامتناهي للوجود، لذلك ثمة من أشار إلى أن معظم الناس يعتقدون اليوم أن الكون لانهائي من الناحية المكانية أو الفضائية¹. فالكون المتناهي يثير أسئلة ميتافيزيائية مستعصية بخلاف الكون اللامتناهي. وكذا فيما يخص الكونين الحار

¹: James B. Glattfelder, 2018. p.489.

والبارد، فالكون البارد لا يثير مشكلة في طرح أسباب ما يجعله بارداً، فيما يثير الكون الساخن مشكلة حول مصدر طاقته الساخنة.

ونشير إلى ان فكرة الزمان غير المتناهي قد أصبحت اليوم مألوفة لدى الدراسات الحديثة، ومن ذلك ما تتأسس عليه البحوث المتعلقة بعلم الديناميكا الحرارية (الثرموداينميك thermodynamics)، وحيث انها مألوفة فلا مناص من اعتبار هذا الزمان مرتبطاً بفضاء غير متناه أيضاً، اذ لا معنى لوجود زمان غير متناه من دون ان يكون تعبيراً عن وجود شيء ما غير متناه مثله، لذلك ليس من شيء فيزيائي أولى من وجود فضاء غير متناه.

وسبق أن عرفنا بأن اطروحة النشأة الباردة للكون تعود إلى مؤسس نظرية التوسع والانفجار العظيم القس الفيزيائي جورج ليميتير، لكنها لم تقنع الفيزيائيين الذين استبدلوها باطروحة النشأة الحارة للكون. فقد وجدوا ان للهليوم وفرة كبيرة هي ما جعلت كلاً من ألفر وهريمان (عام 1948) يتنبأ بفكرة وجود اشعاع الخلفية الكونية المنبعث من حقبة التخليق النووي والتي ينبغي ان تحمل بصمات الكون الأولى بوفرة الهايدروجين والهليوم.

وفي قبال الاطروحتين السابقتين اقترح غابريل فينيزيانو (Gabriele Veneziano) من دعاة نظرية الأوتار الفائقة، بأنه قد يكون هناك عالم لا نهائي في فضاء سابق على بداية كوننا هذا، أو في عصر ما قبل الانفجار العظيم، وقد وصف الكون في تلك المرحلة بأن العالم بدأ أساساً بارداً من دون سخونة شديدة في فضاء غير متناه، كما كان مجدداً بشدة، وقد تعرض هذا العالم لعدم ثبات؛ دافعاً كل نقطة في الكون إلى التباعد بعضها عن البعض الآخر بسرعة كبيرة، وسبب هذا الحال تحديداً أكثر للفضاء مما أدى إلى زيادة هائلة في الحرارة والطاقة. وبعد بعض الوقت تكونت منطقة ثلاثية الأبعاد في حجم ملمتر داخل هذا المدى الشاسع، مثل كتلة كثيفة ساخنة جداً ومنبثقة من تمدد جوث التضخمي¹.

وفي (عام 2016) ظهرت نظرية أعادت إلى الأذهان النقاش قبل حوالي (100 عام) والدائر حول نفي ان يكون الكون قد أتى عن طريق الانفجار العظيم. فبحسب هذه النظرية ان حدوث الكون كان بفعل انكماش كون سابق توسع نتيجة

¹: الكون الأنيق، ص394-395. كما لاحظ: منهج العلم والفهم الديني.

قفزة كبرى، وهكذا بشكل دوري من دون انقطاع إلى ما لا نهاية له، وان الانكماشات والانهيئات المتكررة لا تفضي إلى التدمير الشامل للكون استناداً إلى مبدأ عدم اليقين في اللاتحدد. فحاله في ذلك حال منطاد يتوسع وينكمش باستمرار عبر قفزة كبرى. وقد تم دعم هذه النظرية بمحاكاة حاسوبية وضعها فريق فيزيائي من بريطانيا وكندا. وشرح ستيفن جيلين (Steffen Gielen) أحد أعضاء هذا الفريق من جامعة امبريال في لندن مؤكداً بأن الميكانيكا الكمومية ستنتقدنا حال انهيار كل شيء وتفككه. فهي ستحمي الذرات وتمنع الالكترونات من ان تندفع نحو الداخل لتدميرها، وبذلك قد يمكنها انقاذ الكون من البدايات والنهايات العنيفة كما يحدث للانفجار العظيم. فعند الانهيار يكفي وجود مادة واشعاع قليلين لكي يعود الكون بقفزته من جديد عبر التطبيق المفترض للميكانيكا الكمومية..

كما قال عضو الفريق نيل تيرك (Neil Turk) من كندا: «ان المفاجأة الكبرى في عملنا هي أنه يمكننا توصيف اللحظات الأولى للانفجار العظيم الحار طبقاً للميكانيكا الكمومية، في ظل حد أدنى من الافتراضات المعقولة جداً حول المادة الحاضرة في الكون. ووفقاً لهذه الافتراضات فإن الانفجار العظيم قد ارتد بقفزة من الانكماش نحو التوسع والامتداد».

ويتطلع الفريق الآن لمعرفة ما اذا كان يمكن لهذا النموذج ان يفسر في نهاية المطاف تخلق الأجرام السماوية كالمجرات والنجوم أم لا؟..

وليست هذه هي المرة الأولى التي ادعى فريق من العلماء أن الانفجار العظيم كما نعرفه لم يحدث أبداً. بل سبق ذلك في شهر فبراير من العام ذاته ان ابتكر فريق من الباحثين من مصر نموذجاً يتضمن بأن الكون يتشكل على الدوام من دون بداية ولا نهاية، عبر استخدام ميكانيكا الكوانتم والنسبية العامة معاً¹. والمقصود بذلك الباحث المصري الشاب احمد فرج علي (Ahmed Farag Ali) ومساعديه.

كما سبق ذلك ظهور نظرية البلازما الكونية، وخلصتها انها تعوّل – كما رأينا - على الكثرة الهائلة للبلازما الساخنة في الكون، ولأن البلازما حارة فإن الالكترونات تكون قد جردت من الذرات لتتحرك بحرية. وترتد البلازما في

¹: JOSH HRALA, Physicists Just Showed That the Big Bang Might Have Been a 'Big Bounce' (12 JUL 2016). Look: <http://www.sciencealert.com/researchers-say-the-big-bang-might-have-been-a-big-bounce>.

الأساس إلى القوة الكهرومغناطيسية، من دون حاجة إلى انفجار عظيم ولا مادة مظلمة ولا طاقة داكنة ولا بداية زمنية محددة للكون، فالتطورات الكونية تحدث على الدوام بلا بداية ولا نهاية، وبالتالي ليس هناك شيء ينبثق من العدم أو الفضاء الصرف.

وبغض النظر عن هذه التفاصيل المفترضة نميل إلى الاعتقاد باننا نعيش في حيز مكاني ضيق من فضاء بارد وغير متناه.. ومع ان الحديث عن أي سيناريو يتعلق بالتخلق الأولي للكون يتصف بأنه اسطوري تكثر فيه التكهّنات، خاصة وان المعلومات الفيزيائية حول الموضوع ما زالت ضحلة للغاية، لكن ذلك لا يمنع من طرح افتراضات أولية رغم صعوبة حسم الموضوع فيها، وبالتالي كان لا بد من تقديم صورة منطقية لدى تعاملنا مع هذا الحال. فنقول انه لا غنى من افتراض بداية باردة جداً للكون، وهو ما نرجحه بقوة. ونعتبر هذا الافتراض شرطاً ضرورياً لجعل التفكير الفيزيائي يتخذ صورة منطقية.

لم يكن الانفجار العظيم هو البداية، بل كان هناك شيء ما قبله...

روجر بنروز Roger Penrose (1931 -) في الحوار الذي أجرته صحيفة ديلي تليغراف The Daily Telegraph معه بعد فوزه بجائزة نوبل 2020 م

على الرغم من ان الفضاء اللامتناهي يتصف بالبرودة التامة، لكن ثمة أسباباً جعلت بعض المناطق تلتف حول نفسها لتصنع جيوباً ضيقة أو بقعاً حارة. فالفضاء بحسب شموليته العامة

متجانس لكونه غير متناه، إلا ان فيه بؤراً من تموجات الكثافة المادية وخلخلاتها ما يجعلها غير متجانسة، وهو في هذه الحالة أشبه ببحر هادئ رغم بعض المناطق الهائجة فيه هنا وهناك، وهي ما تولد الأكوان المختلفة، ومنها كوننا المحلي..

إن هذا الكون مليء بالمناطق الباردة الساكنة مثلما هو مليء بالمناطق الحارة المتفاعلة، وان هناك أطيفاً مختلفة المستويات للبرودة والحرارة ومن ثم التفاعل، وكلها تؤيد وجهة النظر التي نتحدث عنها..

إن من الطبيعي ان تكون أولى حالات تخلق الجسيمات هي تلك التي تحتاج إلى أقل درجة حرارة مقارنة بغيرها، رغم أننا لا نعرف بالضبط ما هو نوع الجسيمات الأولية المتواجدة في الأصل، فما زال الفيزيائيون يعولون على وجود عدد من الجسيمات البسيطة التي لم يتمكنوا بعد من معرفة ما اذا كان يمكن تحليلها إلى أبسط منها، أو ما اذا كان لها أصول أصغر وأقل كتلة أو طاقة، كالفوتونات والالكترونات والنيوترينوات (neutrinos) والكواركات (quarks) والغلونات (gluons). فقد قام الفيزيائيون باختزال وتخفيض المادة إلى بعض الكتل التي تتمثل بنيتها النهائية بكل من اللبتونات والكواركات وناقلات الطاقة المتمثلة بكل من الفوتونات والكرافيتونات (المفترضة) والغلونات ووسطاء القوة الضعيفة المعروفة بـ (W و Z). وجميع هذه الجسيمات الوسيطة مرتبطة بالقوى الأربع الأساسية في الطبيعة، أي القوة الكهرومغناطيسية والجاذبية والقوة النووية الشديدة والضعيفة.

مع ذلك ما زال الفيزيائيون يتعاملون مع الجسيمات المذكورة بوصفها أصولاً أولية. وعليه من الممكن افتراض انها كانت وما زالت منتشرة بكثرة قديماً وحديثاً، وأغلبها يتمثل بالفوتونات والنيوترينوات والالكترونات. وبحسب

بعض التقديرات لنسب الجسيمات، لدى الكون البدائي، ان كل بروتون واحد أو نيوترون واحد يقابل مليار الكترون أو بوزيترون أو نيتريينو أو فوتون¹. وفي تقدير أحدث ان البروتون الواحد يقابل عشرة مليارات فوتون². ومن هذه النسبة البسيطة للبروتونات وأشكالها من الباريونات وعموم الفرميونات (Fermions) تخلق كوننا وحياتنا الغنية³.

فبفعل احتكاك هذه الجسيمات المنتشرة ضمن سحب البلازما تولدت بؤر للتجمع نتيجة تفاعلاتها الناتجة عن التأثير الكهرومغناطيسي والجاذبي، ما جعل هذه المناطق تسخن وتزداد حرارة لكثرة ضغط التجاذبات والتفاعلات. وقد سمحت الحرارة المرتفعة بحدوث صدمات شديدة فيما بينها، وهو ما جعلها تولد جسيمات أخرى. فالتفاعل الشديد في بعض المناطق الملتفة أدى إلى صدمات والتحامات فيما بينها، وأبسط الصدمات الحاصلة هي تلك التي بين الفوتونات، وهي عندما تحمل طاقة شديدة فإن صدامها سيسفر عن توليد الالكترونات والبوزيترونات، فاصطدام فوتونين لهما طاقة كافية يولدان زوجاً من الالكترون والبوزيترون، أي تتحول الطاقة إلى كتلة هذين الجسيمين، أو ان طاقة الفوتونات الكبيرة تتحول إلى قدر بسيط من المادة والمادة المضادة وفق قاعدة اينشتاين حول الطاقة والمادة. لكن ما ان تنشأ هذه الجسيمات المتضادة حتى يفني بعضها البعض الآخر مع توليد طاقة فوتونية شديدة من جديد، مقدارها $2(mc^2)$ ، وهي عبارة عن تفجيرات لأشعة جاما المدمرة. وفي بعض الاحيان تتولد النيتريونات ومضاداتها بدل الفوتونات الضوئية⁴.
وحيث ان هناك كواركات فستقضي الطاقة الحرارية المتعاضمة بفعل تصادم الفوتونات وغيرها من الجسيمات إلى عملية التخليق النووي للبروتونات والنيترونات عبر نشاط القوة النووية الشديدة المتمثلة بالكليونات المصاحبة للكواركات.

وما نفترضه هو ان الجسيمات الأولية كانت تتحرك في البداية ببطء شديد

¹: ستيفن واينبرغ: الدقائق الثلاث الأولى، ص15.

²: بيتر كولز: علم الكونيات، ص68.

³: انظر بهذا الصدد مقالنا: الانبثاق الكوني والنظريات الضمنية (1)، المنشور في موقع فلسفة العلم والفهم بتاريخ (2017-4-24):

<http://www.philosophyofsci.com/index.php?id=126>

⁴: Hells Yeah, Previous reference.

بفعل البرودة القصوى، وينطبق هذا الحال على سرعة الضوء بما يتفق مع الاكتشافات الحديثة التي بينت انها تتناقص عند البرودة باضطراد، كما انها ترتفع عند الحرارة، لكنها لا تتجاوز السرعة القصوى المعروفة. ففي (عام 1998) تم تبطئة الضوء إلى (17 متر في الثانية) عند امراره على ذرات غاز الصوديوم البالغة البرودة، وقد نشرت تفاصيل هذه العملية في مجلة الطبيعة Nature (عام 1999)¹. وفي (عام 2001) استطاع الفيزيائيون ايقاف الضوء تماماً لمدة كسر من الثانية، وفي (عام 2004) استطاع الباحثون من تبطئة الضوء إلى (9.7 كم في الثانية)². ثم بعد ذلك تمكنوا من ايقافه لمدة (16 ثانية)، وفي (عام 2013) تم ايقافه لمدة دقيقة واحدة³. وقد حدث كل ذلك بفعل تأثير البرودة، بمعنى ان ازدياد سرعة الضوء تتناسب عكسياً مع البرودة، وطردياً مع الحرارة.

ويمكن تخيل ان الفضاء اللامتناهي يمتاز بالبرودة القصوى، وقد تتوافر فيه مناطق تبلغ درجة الصفر المطلق أو ما يقاربه، فأى حركة للجسيمات في هذا الفضاء البارد ستكون في غاية البطء، ثم يأتي التسارع بعد ذلك بفعل تجاذباتها مع بعض، مما قد تؤدي إلى تكوين كتل حارة جداً، أو بؤر كثيفة من البلازما، فيبدأ عند ذلك كسر التناظر الاولي. ومنذ تلك اللحظة تبدأ عملية طبخ الجسيمات بجعلها ملتحمة لصنع الأنوية، وذلك من خلال التحام الكواركات وتكوين أنوية الهيدروجين كأبسط العناصر الكيميائية. ويمكن توقع ان عملية التخليق النووي تسفر عن انفجارات كبيرة كالبراكين الهائلة التي تقذف ببعض حممها إلى الخارج، ثم تأخذ هذه الحمم والمنتوجات بالابتعاد فتسهل بذلك عملية اصطياح الالكترونات الهائمة هنا وهناك، وبذلك تتكون الذرات الأولية وعلى رأسها ذرة الهيدروجين. وبهذه الطريقة أيضاً يمكن للعناصر الخفيفة ان تتخلق عبر الاندماج النووي ومن ثم ذراتها.

أما ما يتعلق بسحب المجرات والنجوم الفتية فيمكن تصور انها تتشكل من

¹: Nature 397, 594-598 (18 February 1999). Look:

<https://www.nature.com/nature/journal/v397/n6720/full/397594a0.html>

²: https://en.wikipedia.org/wiki/Slow_light

³: Jacob Aron, Light completely stopped for a record-breaking minute (25 July 2013).

Look:

<https://www.newscientist.com/article/dn23925-light-completely-stopped-for-a-record-breaking-minute/>

خليط عائد إلى البلازما وذرات العناصر الخفيفة وعلى رأسها الهيدروجين والهليوم. فقد لوحظ ان التيارات الكهرومغناطيسية تولد لفائف من الخيوط المشابهة للمجرات الحلزونية. وهو ما يعني ان لهذه التيارات تأثيراً ملحوظاً على صنع المجرات جنباً إلى جنب التأثير الجاذبي. وعندما يزداد تجاذب وتفاعل سحب البلازما أكثر فأكثر فإنه يؤدي إلى اندماج النجوم والمجرات فيما بينها، وعند ذلك تنشأ المجرات الكبيرة. وهكذا الحال مع المجرات العنقودية الضخمة.

لقد حدثت هذه العمليات بفعل التلاحم والتجاذب وازدياد الحرارة لا الاتساع والتنافر والتبريد. ولحد الآن تمثل المجرات والنجوم الضخمة أعظم حالات درجات الحرارة والطاقة بفعل كثافتها المروعة. فما زالت مشكلة صنع هذه الهياكل الضخمة تقف حائلاً لا ينسجم مع فكرة التوسع الكوني المتجه نحو التبريد. فالتخليق النووي يحصل داخل هذه الهياكل مثلما يفترضه الفيزيائيون بداية الانفجار العظيم، وبالتالي ليس بالضرورة ان تكون عملية التخليق النووي مشروطة بذلك الانفجار. فدرجات الحرارة العالية متوفرة في قلب النجوم، كما انها متوفرة لدى غازات البلازما الساخنة المحيطة بها. ففي النجوم تبلغ درجة الحرارة (10 مليون كلفن) فاكثر، وهي كافية للتخليق النووي وصنع العناصر الخفيفة وبرزها الهليوم من خلال الاندماج النووي للهيدروجين وتحرير الطاقة. وعندما تزداد حرارة النجم فإن الاندماج النووي يزداد أكثر فأكثر حتى يصل إلى انتاج العناصر الثقيلة المشعة كاليورانيوم..

فمن المعلوم انه تبلغ درجة حرارة قلب بعض أنواع المستعرات العظمى (Supernovae) حوالي مائة مليار كلفن، أي أكثر من حرارة قلب الشمس بـ (10000 مرة)¹. وبلا شك انه يصعب تفسير ذلك طبقاً لعالم يسير باتجاه التوسع والتبريد. في حين يسهل هذا التفسير وفقاً لعالم متجه نحو الانكماش ومن ثم الاحترار.. فلولا حالة التسخين المتصاعد للحرارة إلى درجات ضخمة جداً ما تهيئت الفرصة لصنع العناصر الثقيلة المشعة.

¹: https://en.wikipedia.org/wiki/Type_II_supernova

وانظر أيضاً:

Paul Seaburn, Mysterious Black Hole Reaches 18 Trillion Degrees (April 19, 2016).

Look:

<http://mysteriousuniverse.org/2016/04/mysterious-black-hole-reaches-18-trillion-degrees/>

وينطبق هذا الحال على البلازما، فهي أيضاً تحمل درجات حرارة مرتفعة لدى الكثير من المناطق الكونية، إلى درجة ان الفيزيائيين تمكنوا من تقليد هذا الحال بصنع كمية منها ذات درجات حرارية عالية تفوق بكثير تلك التي في قلب الشمس. فقد بلغت درجة سخونتها حوالي (7.2 تريليون فهرنهايت)، أي ما يعادل أربعة تريليونات درجة مئوية، في حين تصل الحرارة في قلب الشمس إلى تسعة مليارات درجة فهرنهايت، أي ما يعادل خمسة ملايين درجة مئوية فقط¹.

لذا يتكرر ذات الإشكال: كيف أمكن لهذه الدرجات الهائلة ان تحدث اذا ما كان الكون يتجه نحو التبريد؟ فلماذا يحدث هذا الحال في مختلف مناطق كوننا المحلي، سواء تعلق الأمر بالمجرات أم البلازما؟

فما زالت النجوم والمجرات تحمل هذه الطاقات الهائلة، وانها اتخذت سبيلاً معاكساً لعملية التوسع والتبريد. والفيزيائيون يعترفون بأن المجرات والنجوم والكواكب قد تكونت بفعل الانقباض التدريجي مع تشظي السحب الغازية الضخمة للهيدروجين والهليوم². وكل ذلك يبرر عملية الانكماش والاحتراق دون التمدد والتبريد.

كما يعترف الفيزيائيون بأن التجمعات العنقودية للمجرات تتشكل وتتبخر باستمرار. ومن هذه التجمعات ما هو حديث العهد³. وكل ذلك ينسجم مع الفضاء غير المتناهي الذي تتشكل فيه المجرات وتتبخر باستمرار هنا وهناك، خلافاً لما رآه البعض من ان هناك دليلاً على ولادة المجرات جميعاً بنفس العمر أو في حقبة واحدة من تاريخ الكون، وذلك لظهور نجوم لدى كل مجرة قديمة بنفس العمر، رغم انه أشار قبل ذلك إلى وجود مجرات تتصف بأنها أقل عمراً بالنسبة لبداية الكون باعتبارها بعيدة عنّا، فكلما كانت المجرات أبعد كانت أقل عمراً بالنسبة لبداية الكون وبالتالي أكثر حرارة⁴.

كذلك فبحسب التصور الحديث ان النجوم ما زالت محتفظة بذات الطاقة التي يتحول فيها الهيدروجين إلى هليوم مثلما كان الحال بعد الدقائق الأولى من الانفجار العظيم. والحال ان هذا التصور يبدي تناقضاً، فاذا كان الكون يتوسع

¹ : <https://futurism.com/make-plasma-grapes-microwave-video/amp/>

²: الله والفيزياء الحديثة، ص24.

³: النهاية، ص166.

⁴: قارن: البدايات، ص95 و47.

ويزداد برودة كيف أمكن للنجوم ان تحتفظ بذات الطاقة تقريباً دون ان يؤثر فيها مفعول القانون الثاني للثرموداينميك؟ في حين ان اعتبار العملية معاكسة يحل هذا الاشكال، حيث تزداد النجوم والمجرات حرارة عما كانت عليه من قبل؛ بفعل الزخم المتزايد للبلازما الكونية.

إن من دلالات الاندماج الكوني هو ان العناصر الكيميائية كلما زاد عددها الذري (عدد البروتونات) كلما احتاجت إلى طاقة أعظم لتكوينها. واذا كانت العناصر الثقيلة قد تكونت في اجواء الطاقة المرتفعة والانفجارات التي تنتاب النجوم الضخمة مثل السوبرنوفا البالغة الحرارة، وليس قبلها كما هو معلوم لدى الفيزيائيين، فهذا يدل على ان حرارة النجوم وطاقتها أعظم بكثير مما كان عليه الأمر قبل تكوينها، خلافاً للتصور الفيزيائي الذي يرى ان هذه الفترة قد شهدت حالة من التبريد بسبب التمدد الكوني، وانه بفضل هذا التمدد نشأت المجرات والنجوم وظلت مستعرة ومتألقة. فصنع العناصر الثقيلة يوحي بأن الكون متجه من البرودة نحو السخونة، وان هذه العملية جعلت صيرورة الاندماج النووي تزداد أكثر فأكثر، وقد أفضى الحال إلى ان تكون بعض العناصر غير مستقرة لكثرة الاندماج؛ فسهل بذلك قابليتها على الانشطار، كما في العناصر المشعة التي تفوق الحديد بأعدادها الذرية.

وبذلك فإن للكون مساراً معاكساً لما تقوله نظرية الانفجار العظيم، فهو متجه نحو التسخين وتجميع الطاقات الضخمة وليس العكس.. وكل ذلك بفضل التجمع المستمر للجسيمات والبلازما الكونية.

وبلا شك ان الطرح السابق حسب اطروحة الانكماش الكوني يتجاوز تماماً نظرية النسبية العامة لاينشتاين، فهذا الأخير يعول على كون متناه، على الأقل فيما يخص النشأة الأولى. كما يتجاوز نظرية الانفجار العظيم برمتها. فالكون لم ينشأ من انفجار أولي ضخم، أي انه لم ينشأ من توحيد فاندفع إلى الانشطار والتشتت، بل العكس هو الصحيح، أي انه نشأ من تجمع ضمن فضاء لا متناه. وعقلياً يترجح ان يكون الكون ناشئاً بفعل الاندماج والتجمع من البسيط إلى المركب وليس العكس؛ باعتباره غير قابل للاختزال كالذي تزعمه نظريات الفيزياء المعاصرة. ولا يمنع العقل ان تكون هناك أكوان كثيرة نشأت على شاكلة هذه الصورة من تجمع الجسيمات الأولية بعضها مع بعض، ومن ثم كونت تراكيباً على هيئة أكوان مختلفة أو متعددة. ويمكن التمثيل على ذلك بجزيئات الأبخرة

والسحب، حيث تتحرك وتتلاقى ومن ثم قد يتهىء لبعضها فرصة التحول إلى
مطر يختلف من حيث الكم والنوع، هنا وهناك.

هكذا جرت عملية التخليق لدى اطروحة الانكماش الكوني بشكل معاكس
للتصور السائد حول علاقة الطاقة بخلق الجسيمات والاندماج النووي. فمن
المنطقي ان يبدأ الحال من الأبرد فالأكثر سخونة، أما التصور الحديث فقد رأى ان
هذه العملية تمت تبعاً لانخفاض الحرارة وليس ارتفاعها. وهناك وصف لهذا
السيناريو وفق درجات الحرارة والزمن خلال الثانية الأولى وما بعدها من
الانفجار العظيم، كالذي قدّمه الفيزيائي الشهير ستيفن واينبرغ لأول مرة خلال
سبعينات القرن الماضي (1977)، ثم توالى بعده وصف العملية لدى آخرين
بتقديرات أخرى مختلفة بعض الشيء.

وبحسب واينبرغ، انه بعد الانفجار العظيم بلحظات لا يعلم عنها شيء، بدأت
المادة الكونية من البلازما الأولية المتجانسة والمتوهجة تشكل دوامات وتجمعات
ضمن درجة حرارة تفوق عتبة (1500 مليار كلفن)، وكان الكون خلالها يحتوي
على جسيمات تتبادل التأثير بقوة شديدة جداً مع الجسيمات النووية، وتدعى باي
ميزونات (π mesons)¹، وتقدر كتلتها بحوالي (1/7) من كتلة الجسيمات
النووية، وهي المسؤولة عن قوى جذب تماسك الجسيمات الأخيرة، فهي تقفز
ذهاباً واياباً بين البروتونات والنيوترونات فتكون سبب القوة الشديدة التي تمسك
بالنواة².

وبعد حوالي جزء من مائة من الثانية أصبحت الأشياء باردة بما يكفي لتجمد
بلازما الجسيمات وتجمع الكواركات معاً في مجموعات من ثلاثة متحدة لتكوين
الهادرونات (hadrons) من البروتونات والنيوترونات وغيرهما. وفي تقدير
أحدث بدأ انجذاب الكواركات إلى بعضها بعد جزء من مائة ألف من الثانية لتشكيل
البروتونات والنيوترونات³، كما في تقدير آخر بدأ الانجذاب المذكور بعد جزء من
مليون من الثانية لعمر الكون⁴.

¹: تختصر باي ميزونات بمصطلح بيونات (pions)، وتم اكتشافها من قبل الفيزيائي الانجليزي سيسيل فرانك بويل
Cecil Frank Powell (عام 1947)، وهي شبيهة بالغلونات (gluons)، فكلاهما من البوزونات الحاملة للطاقة
النوية الشديدة.

²: ليون ليديرمان وكريستوفر هيل: التناظر والكون الجميل، ترجمة نضال شمعون، المنظمة العربية للترجمة،
بيروت، الطبعة الأولى، 2009، ص458 و460.

³: الكون الانيق، ص378.

⁴: البدايات، ص30.

وقد كانت الحرارة آنذاك تقدر بحوالي مائة مليار كلفن (10^{11})، وهي درجة كافية لمنع تكوين نواة ذرة نموذجية. فالصدمات العنيفة وسط هذه الحرارة سرعان ما تجعل الأنوية تنهدم فور تخلقها. فكل جسيم كان يتعرض لصدمات سريعة جداً من الجسيمات الأخرى، وكان الكون مليئاً بحساء غير مميز من المادة والإشعاع، وكان عدد المقادير المصانة للشحنة الكهربائية والعدد الباريوني والعدد اللبوني؛ كلها تقدر بالصفير تقريباً.

وبعد عدد قليل من الثواني انخفضت الحرارة إلى ستة مليارات كلفن، وهي تمثل بحسب واينبرغ عتبة الإلكترونات والبوزيترونات (Threshold of electrons and positrons)، حيث تعبر عن حد النصاب لتولد هذه الجسيمات من الإشعاع الضوئي أو الفوتونات. ففي هذه العتبة وما فوقها تتولد تلك الجسيمات بحرية نتيجة تصادم الفوتونات مع بعضها، وهو ما يجعل أعدادها كبيرة جداً. وفي تقدير حديث ان درجة حرارة العتبة لخلق الإلكترونات والبوزيترونات من الفوتونات هي أقل من السابق وتساوي (4 مليار درجة مئوية)¹. وخلال هذه الحقبة تشكّل هذه الجسيمات مع الفوتونات والنيترينوات ومضاداتها العدد الأكبر مقارنة بغيرها، وكانت الأعداد فيما بينها متقاربة النسبة من دون زيادة بعضها على البعض الآخر، وليس هو الحال بالمقارنة مع الباريونات. فقد كان كل بروتون أو نيوترون يقابل مليار فوتون أو إلكترون أو نيترينو. لذلك كان الكون في هذه الحقبة مكوناً بشكل رئيسي من الفوتونات واللبتونات $liptons$ - كالإلكترونات - واللبتونات المضادة، مع شيء قليل من الكواركات والكواركات المضادة².

أما عندما انخفضت درجة الحرارة إلى ثلاثة مليارات كلفن فقد أمكن لبعض الأنوية الخفيفة ان تتخلق؛ مثل نواة الهليوم. وخلال الدقائق الثلاث الأولى أصبحت الأنوية السائدة عبارة عن الهايدروجين والهليوم مع قليل من أنوية العناصر الخفيفة الأخرى، وتعرف هذه الفترة بالتخليق النووي البدائي (primordial nucleosynthesis)، أو التخليق النووي للانفجار العظيم (BBN). وحديثاً هناك من يقدر ان تخلق أنوية هذه العناصر تمّ خلال

¹: Hells Yeah, Previous reference.

²: الدقائق الثلاث الأولى، ص 96 و 112 وما بعدها.

العشرين دقيقة الأولى¹. وبعد مرور هذه الدقائق وصلت درجة الحرارة إلى حوالي مليار كلفن، وفي هذه الحقبة اختفت معظم الإلكترونات والبوزيترونات، وبقي الكون يتألف بشكل رئيسي من الفوتونات والنيترينوات ومضاداتها، ورفعت الطاقة المحررة من تفاني الإلكترونات والبوزيترونات درجة حرارة الفوتونات إلى حوالي (35%) مقارنة بالنيترينوات. وعند حوالي (34 دقيقة و40 ثانية) بلغت درجة الحرارة (300 مليون كلفن)، وفي هذه الحقبة تفانت الإلكترونات والبوزيترونات كلها باستثناء نسبة طفيفة للإلكترونات نجت من الفناء (annihilation)، وتقدر بواحد من مليار فقط، ومن هذه النسبة الضئيلة بُني كوننا الحالي. وقد ساعدت الطاقة المحررة من الفناء على رفع درجة حرارة الفوتونات إلى حوالي (40%) بالنسبة إلى حرارة النيترينوات. أما التخليق الذري فقد بدأ - بحسب واينبرغ - بعد حوالي (700000 عام)². لكن الحسابات الحديثة اعتبرت المدة التي تم فيها هذا التخليق تقدر بحوالي (380000 عام) بعد الانفجار العظيم. ومنذ تلك الحقبة أصبح الكون شفافاً نتيجة سفر الفوتونات الضوئية بحرية، وقبل ذلك كان هناك حساء متأين غير متميز من المادة والإشعاع.

ومن خلال العرض السابق يلاحظ ان الجسيمات المادية قد تخلقت خلال جزء بسيط من الثانية، وان صنع أنوية العناصر الخفيفة لم يستغرق أكثر من بضع دقائق محدودة من عمر الكون، في حين ان صنع ذرات العناصر قد تأخر مدة طويلة جداً تقارب ثلث مليون سنة. فطيلة هذه المدة الكبيرة لم يحدث شيء مهم سوى التمدد والتبريد، وهو ما هيء الفرصة للتخلق الذري. فقد انخفضت درجة الحرارة حتى وصلت إلى حوالي (3000 كلفن)، وعندها بدأ اسر الإلكترونات الحرة الهائمة واقتناصها لتصنيع الذرات، وهي المرحلة التي أصبح فيها الكون شفافاً، فأصبح من المتاح للإشعاع الضوئي السفر بحرية من دون ان تعترضه سحب الإلكترونات الهائمة. ومع مرور الوقت أصبح الحال مهيباً لتكوين المجرات والنجوم عبر السحب الكثيفة للهيدروجين مع شيء قليل - نسبياً - من الهليوم. وقبل ذلك لم يكن من الممكن للمجرات ان تتكون في ظل انعدام الذرات والجزيئات وسطوة الحساء البلازمي المظلم، أو غير المتميز للمادة والإشعاع.

فبعد انخفاض حرارة الكون وبلوغها بضعة آلاف من الدرجات؛ انخفض

¹: Lisa Zyga, , Previous reference.

²: الدقائق الثلاث الأولى، ص122-126.

ضغط الاشعاع وأصبح لا يقاوم تجمع المادة أو جاذبيتها، ومن ثم أصبح تخلق المجرات لا يحتاج في مثل هذه الحالة سوى الوقت الكافي للمزيد من التجمع والتجاذب، اذ تقدر فترة تخليق المجرات الكبيرة بحوالي ملياري عام، أما المجرات البدائية والصغيرة فقد صُنعت بعد ما لا يقل عن (200 مليون عام).

هذا هو السيناريو السائد حول تخلق الجسيمات والذرات والمجرات وفق معايير نظرية الانفجار. فبحسبها ان عامل التمدد والتبريد هو ما أفضى إلى خلق الجسيمات، ومن ثم الذرات، ومن بعدها المجرات والنجوم. وهي تفترض ان لكل حقبة من التخلق خضعت إلى قوة من قوى الطبيعة الأساسية، فقد بدأ الدور الأول مع القوة النووية الشديدة لتخليق الأنوية عندما كانت درجة الحرارة مرتفعة جداً، ثم بعد ان انخفضت هذه الحرارة برز دور القوة الكهرومغناطيسية لتخليق الذرات، ثم هيمنت بعد ذلك قوة الجاذبية لتخليق المجرات والنجوم. ومع ذلك فإن اطروحة الانفجار العظيم، وفق نظرية التضخم، واجهت صعوبة تتمثل بأن التضخم المفاجئ للكون البدئي يسبب انخفاضاً شديداً لدرجة الحرارة، وقد يقترب الانخفاض إلى الصفر المطلق. ومن وجهة نظر بعض الفيزيائيين انه لا شيء يمنع من حدوث تجمد تدريجي ومن ثم تقييد الانتفاخ أو كبحه دون مواصلته إلى الحد المفترض. وقد أشار جوث في رؤية مبكرة إلى هذه الفكرة المتعلقة بإمكانية مرور الكون بفترة تعرف بالتبريد الشديد¹.

أما بحسب نظرية الانكماش فلا حاجة لمثل هذه الحقب والأزمان الفاصلة بين التخلق النووي والذري. فقد بدأ التخلق الأخير بعد ان انتهى الأول مباشرة دون حاجة لافتراض الفترة الزمنية الطويلة التي اقترحها الفيزيائيون استناداً إلى فرضية تحول الكون مما هو ضيق وحار جداً إلى كون منبسط شفاف وبارد نسبياً.

فبحسب سيناريو الانكماش تعتبر تلك الافتراضات مجانية للصواب لابتنائها على مقالة الانفجار العظيم التي تقتضي ان يكون الكون قد بدأ بطاقة وحرارة عظيمتين للغاية.

وحقيقة لو كان هناك انفجار فريد أو تضخم بالفعل، كما يشار إليه عند زمن بلانك من عمر الكون، لكان الانشطار والتشتت والفوضى العارمة بلا حدود. في حين ان ما حصل ليس انشطراً بل انكماش واندماج تدريجي عمل على تكوين

¹: الله والفيزياء الحديثة، ص218.

الأنوية بفعل القوة النووية الشديدة، ومن ثم الذرات لالتحام الالكترونات بالأنوية عبر القوة الكهرومغناطيسية، وبعد ذلك أخذت الذرات تتجمع بفعل تأثير الجاذبية التي ازدادت سلطتها مع وفرة البلازما فقادت إلى صنع المجرات والنجوم؛ حيث التجاذبات المستمرة بين البقع والجيوب الضيقة المتفاعلة والمحاطة بالبلازما الكونية في كل مكان..

ففي الفضاء تكثر المناطق التي تحتوي على قوى الجذب والتفاعل الكهرومغناطيسي المفضية إلى تكوين بقع حارة قابلة للتطور باستمرار، ومن ذلك تتخلق الأنوية والذرات والجزيئات ومن ثم المجرات والنجوم. وكل ذلك لا يحتاج إلى انفجار كوني ليتم صنع الأنوية والذرات وسائر الأشياء تبعاً لعملية التمدد وانخفاض الحرارة. فما حصل - وما زال يحصل - هو العكس تماماً. إذ ترتفع عملية تخليق الأنوية والذرات إلى التجاذبات الحاصلة بفعل الانكماش المؤدي إلى الاندماج الكوني وليس الانشطار والتناثر. ففي البداية تتعاضد الطاقة بفعل تجمع طاقات بسيطة باردة حتى تصل الذروة فيحدث الالتحام والاندماج، ويبقى الحال هكذا حتى بعد وجود المجرات والنجوم التي تتم فيها عملية تخليق العناصر الثقيلة ومنها العناصر غير المستقرة لكثرة الاندماج وارتفاع الحرارة، كما عرفنا.

إن عملية التخليق النووي والذري والمجري وغيرها من الأشياء جارية أبداً دون انقطاع، وإن توافر الجسيمات وتصادمها وقابليتها على صنع تلك الأشياء مستمر على الدوام.. فالخلق لا ينقطع فعله ودوامه، رغم انه لا نعرف لحد الآن أين ذهبت المادة المضادة للجسيمات المتخلقة، فهل استقلت بحالها لتصنع هياكلها الخاصة بعيداً عن مادتنا المألوفة؟

ولا يستبعد ان تكون المجرات أكواناً وعوالم مختلفة - وربما الحال نفسه مع المادة المضادة -، واننا نعيش ضمن عالم مواز لها، دون ان يتطور بعضها من البعض الآخر. فهي أشبه بالفقاعات الكثيرة التي أخذت تنمو وتتطور باستقلالية مع امكانية ان تتجاذب وتتصادم لتكوين ما هو أعظم منها، كما هو الاعتقاد الفلكي الحديث.

وقد يرد السؤال: لماذا لا تسقط المجرات والنجوم بعضها فوق البعض الآخر بفعل الانكماش؟ وبحسب الاجابة الحديثة وفقاً لنظرية الانفجار العظيم فإن السبب يعود إلى ظاهرة التوسع الكوني أو اندفاع المجرات بعضها عن بعض، كالذي كشف عنه قانون هابل. أما بحسب اطروحة الانكماش الكوني فهو ان المسافات الشاسعة التي تفصل فيما بينها يجعلها لا تتأثر كثيراً بجاذبية بعضها للبعض

الأخر، فهي كالفقارات التي تفصلها البحار والمحيطات العظيمة.. وتمتاز حالة الاندماج لدى الكثير من الظواهر الطبيعية بأنها أسهل من حالة التفكك والعودة إلى عناصرها الأولية. فمن السهل مثلاً خلط الفواكه مع بعض لتكوين عصير (كوكتيل) منها، لكن من الاستحالة عملياً ارجاع الخليط إلى مكوناته الأصلية، ومثل ذلك خلط السكر بالشاي. وكذا هو الحال مع العمليات الاندماجية المعقدة مثل المركبات الكيميائية، فهي تتلاحم ضمن ظروف خاصة، لكن يصعب اعادتها إلى ما كانت عليه. فمثلاً من السهل على الهيدروجين والاكسجين ان يندمجا سوياً بطرائق عديدة لتكوين الماء دون حاجة لحرارة كبيرة¹؛ وفق المعادلة الكيميائية التالية:



فيما يصعب العكس، إذ تبلغ حرارة تفكك الماء أكثر من (2000 درجة مئوية) ليتحلل إلى هذين العنصرين وفق المعادلة المعاكسة التالية:



والحال ذاته ينطبق على الكثير من العمليات الفيزيائية النووية، فمن المعلوم ان الهيدروجين يندمج ضمن حرارة معينة ليتحول عبر مراحل إلى هليوم، ولأن الهليوم مستقر جداً فمن الصعب عليه ان يعود إلى ما كان عليه كهيدروجينات مضاعفة، وهي العملية التي ساعدت على كثرة الاندماج النووي إلى حد الاشباع والاستقرار كما في حالة الحديد الحاوي على (26 بروتون) مع (30 نيوترون)، رغم انه أعلى العناصر اضطراباً أو انتروبياً، إذ عند التحول إلى الحديد يكون النجم قد تسبب في زيادة كبيرة في العشوائية أو الانتروبيا وذلك باطلاق طاقته المحبوسة². ثم بعد ذلك يبدأ الخط التنازلي للعناصر بعدم الاستقرار؛ استناداً إلى زيادة الحشر والانضمام، ومن ثم تصبح قابلية التفكك والتحلل سهلة لكثرة هذا الحشر والامتزاج. وتمثل العناصر المشعة أبلغ حالات القابلية على التفكك، كالذي يحصل مع (اليورانيوم - 235) الحاوي على (92 بروتون) مع (143 نيوترون).

هكذا يمثل الحديد العنصر الوسط في سلسلة الأنوية الذرية، فهو يقع بين العناصر الخفيفة التي تقبل الاندماج؛ كالهيدروجين والهليوم والليثيوم

¹: حول طرق تحضير الماء انظر مثلاً:

<https://www.thoughtco.com/making-water-from-hydrogen-and-oxygen-4021101>

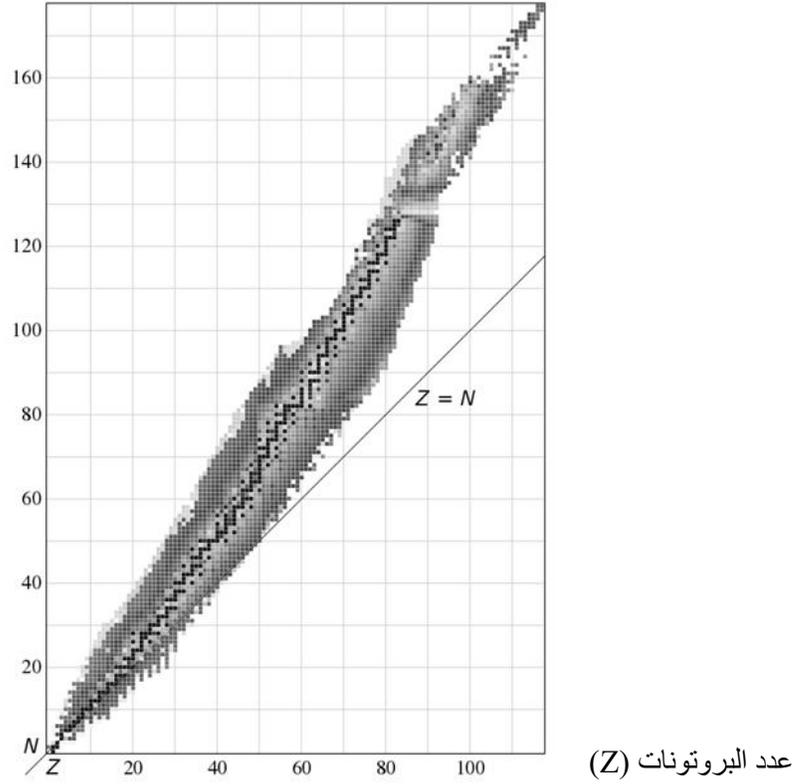
²: اسطورة المادة، ص113.

والاوكسجين والكاربون، والعناصر الثقيلة التي تقبل الانشطار؛ كالمواد المشعة وغيرها. لذلك يجري استخدام التفاعل النووي كما في صنع القنابل النووية إما بقذف الأنوية الثقيلة للتحويل إلى أنوية أكثر ثباتاً مع اطلاق طاقة عظيمة، أو العمل على دمج الأنوية الخفيفة لتصبح أكثر ثقلاً وثباتاً مع اطلاق طاقة عظيمة أيضاً، كالحال مع القنبلة الهايدروجينية التي تتحول فيها ذرات الهايدروجين إلى هليوم مثلما يحصل في قلب النجوم. ولحد الآن لم يستطع العلماء سوى محاكاة الخطوة الأولى لهذا التحول من دون التمكن من التحكم في التفاعل، بل يجري تركه حتى النهاية، حيث يستخدم فيه التفجير الانشطاري لليورانيوم ليدفع ضغط طاقته الضخمة نحو أنوية الهايدروجين، وبذلك تتلامس وتندمج؛ ومن ثم تقود التفجير الاندماجي الثاني الأكثر ضخامة. وقد تستخدم مجالات مغناطيسية قوية لتمسك بالأنوية المشحونة، وكذا نبضات من الضوء الليزري لتقوم بعصر الأنوية معاً¹.

والقاعدة العامة التي تتحكم في الانشطار والاندماج تعتمد على التنافس بين القوتين الكهرومغناطيسية والنوية الشديدة في البروتونات. ففي حالة الحديد يكون التأثير متساوياً بين هاتين القوتين، وإذا كانت القوة الأولى أكبر من الثانية فستصبح النواة قابلة للانشطار، والعكس بالعكس، حيث اذا كانت أضعف فستكون النواة قابلة للاندماج. ومعلوم ان للقوة الكهرومغناطيسية تأثيراً على المسافات البعيدة في النواة لدى البروتونات باعتبارها مشحونة، فيما يقتصر تأثير القوة الشديدة على المسافات القصيرة، اذ تتلاشى بعد مسافة من رتبة (10⁻¹⁵ متر)، وعليه يضعف تأثيرها عندما تزداد المسافة بين البروتونات، كالذي يحصل في حالة زيادة عددها. ويقدر عدد بروتونات الأنوية غير المستقرة بأكثر من (83 بروتون)، حيث يطغى فيها تأثير القوة الكهرومغناطيسية. لذلك فإن نسبة العناصر غير المستقرة تعتبر قليلة مقارنة بالمستقرة.

عدد النيوترونات (N)

¹: جون جريبين: البحث عن قطة شرودنجر، ترجمة فتح الله الشيخ واحمد عبد الله السماحي، كلمة وكلمات عربية للنشر، الطبعة الثانية، 1431هـ - 2010م، ص153-154.



مخطط بياني موضح فيه ما يُسمّى بجزيرة الاستقرار أو الثبات (island of stability) لنظائر العناصر الكيميائية، ويتنبأ المخطط بوجود نظائر مستقرة فائقة الثقل غير مصنعة أو مكتشفة لحد الآن.

مع ذلك يعتقد الفيزيائيون ان بعض الأنوية المستقرة تمتاز بكثرة بروتوناتها بما يفوق العدد المذكور بكثير، وهي تعود إلى ما يطلق عليه الأعداد السحرية (magic numbers). ويُقصد بها تلك التي تتميز أغلفتها أو قشورها (nuclear shell) بأنها ممتلئة بجسيمات النيوكليونات (البروتونات أو النيوترونات) على شاكلة ما موجود لدى الالكترونات، لذلك تكون محظوظة بشدة استقرارها، وتمتاز بكثرة نظائرها في الطبيعة مقارنة بالأعداد القريبة منها. ويتوفر منها لدى الطبيعة - بحسب المعلومات الحالية - سبعة أنوية أغلبها مقدر بحسب عدد البروتونات، وهي الهليوم (2)، والاكسجين (8)، والكالسيوم (20)، والنيكل (28)، والقصدير (50)، والرصاص (82)، بالإضافة إلى نواة (126)، والاخيرة انما مقدره بحسب النيوترون وليس البروتون. لكن الفيزيائيين تنبأوا بالإضافة إلى ذلك بوجود أنوية مستقرة رغم انها فائقة الثقل، وهي أنوية تحمل الأعداد السحرية التالية: (114 و 122 و 124 و 164 للبروتونات)، ويقابلها (184

و196 و236 و318 للنيوترونات)¹. مع هذا لم يتم لحد الآن اكتشاف هذه الأنوية في الطبيعة ولم يتم صنعها في المعجلات. رغم أنهم أنتجوا أنوية ثقيلة جداً غير مستقرة وسرعان ما تتفكك إلى أنوية أخرى، وتمتاز بأنها أكثر من الأنوية الطبيعية من حيث عدد البروتونات، مثل نجاحهم في إنتاج أنوية تمتلك (106 بروتون)². كذلك أصبح من المعلوم ان (اليورانيوم – 238) يتصف بالاستقرار مقارنة بغيره من نظائر اليورانيوم المتصفة بالانشطار، فله نصف عمر يُقدّر بحوالي عمر الأرض، أي (4.5 مليار سنة)³.

ويلاحظ انه لولا العملية الخطية لاندماج الأنوية بنحو الاجمال لما أمكن تخلق النجوم، ولما كان من الممكن صنع العناصر الثقيلة ومن ثم خلق الحياة بعدها. بمعنى لولا ان عملية الاندماج هي أسهل من التفكك والعودة إلى الأصول؛ لما تكونت الذرات ولا المجرات والنجوم ولا العناصر الثقيلة ولا الحياة، بل لأصبح الكون مليئاً بغاز الهيدروجين فحسب.

كما ان اضطراد تحول الهيدروجين إلى الهليوم كما في النجوم يدل على ان أغلب ما في الكون من مادة متجه نحو الاندماج والانكماش.

¹: https://en.wikipedia.org/wiki/Magic_number_physics

²: البحث عن قطة شرودنجر، ص149.

³: https://en.wikipedia.org/wiki/Isotopes_of_uranium

الفصل الثامن: القوى الفاعلة في الفراغ

في الفيزياء الحديثة، لا يوجد ما يُسمى بـ (لا شيء)، فحتى في الفراغ التام يتم باستمرار تخليق جسيمات تقديرية ثم افنائها.. ورغم أنه لا يمكن ملاحظتها بشكل مباشر، إلا أن ما تخلقه من تأثيرات لهو حقيقي تماماً...

ريتشارد موريس Richard Morris (1939-
2003)، فيزيائي وكاتب علمي أمريكي

مبدئياً ان للاندماج صوراً وأشكالاً مختلفة، يبدأ بالاندماج النووي ثم الذري ثم الجزيئي حتى يصل الحال إلى الالتحام بهيئة نجوم ومجرات ذات أحجام وأنواع مختلفة. ففي كل صورة من هذه الأشكال ترد مناطق مهیئة للتفاعل والاتحاد باستمرار بفعل وجود البلازما الكثيفة المنتشرة في الفضاء

الواسع. وبالتالي فالكون المحلي يتقارب بالتدرج وفقاً لجاذبية هذه البلازما، وان هناك عوالم مختلفة للمجرات تكونت بشكل مستقل هنا وهناك، مثل طبقات سُحب بخار الماء وتنوعها ومن ثم التحامها وتحولها إلى مطر مختلف الاشكال في شتى مناطق الأرض.. وما زالت هذه الصيرورة سارية المفعول حاضراً ومستقبلاً، وهي تمدنا بظواهر جديدة قد لا تكون بالحسبان. فقد تعبر هذه الصيرورة الاندماجية عن تصادمات بين المجرات بفعل الضغط الذي تمارسه البلازما عليها فتتخلق منها مجرات كبيرة، أو جعلها تتجاذب وتلتحم ضمن عناقيد وشرائط مجرية ضخمة. وعليه فالكون أخذ بالانقباض والتقلص والتضييق لا التمدد والانتساع. ونتوقع على هذا الأساس ان المسافة بين الشمس والأرض اليوم، ومثلها سائر الكواكب، هي أقرب مما كانت عليه بعد ان استقرت في مدارها منذ أكثر من أربعة مليارات سنة مضت. فالكون المحلي يتقارب بعضه من بعض، وهو كلما ازداد تقارباً ازداد حرارة. فالكون أخذ بالاحترار وتكثيف الطاقة نتيجة هذا التقارب والانكماش، وليس التباعد والتنافر والتبريد وتخفيف الطاقة.

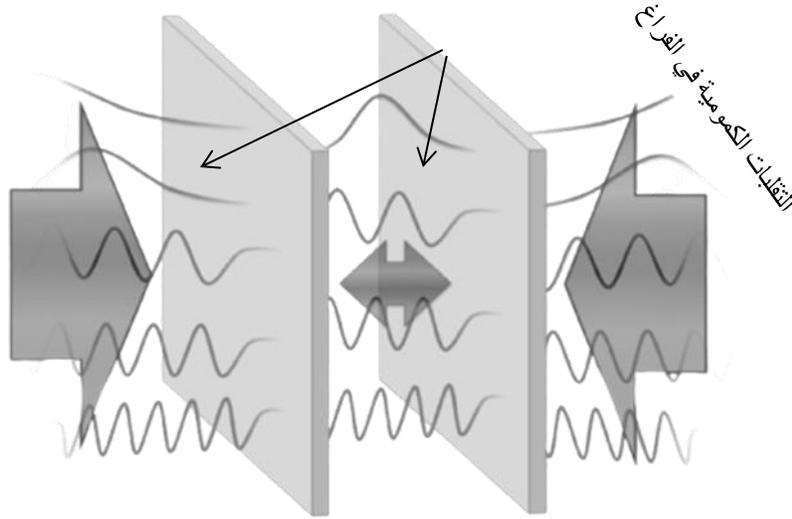
ولعل من آثار هذا التكثف ما تم الكشف عنه من وجود قوى فاعلة في الفراغ الخاوي، فالكون مليء بهذه القوى والجسيمات البسيطة التي تتقارب فيما بينها لتصنع المزيد من التجاذبات. فلقد أثبتت بعض التجارب ان هناك طاقة اضافية بسيطة يحتويها الفراغ الصرف، اذ لا فراغ من دون طاقة مهما كانت ضئيلة، وتم تفسيرها طبقاً لوجود حقول طاغوية وتموجات للفراغ نفسه، حيث تظل التذبذبات الكمومية باقية، وهي طاقة غير محددة فعلياً وفقاً لمبدأ عدم اليقين

لهايزنبرغ، ولا يمكن تفريغها¹، ومن ذلك ما يعرف بتأثير كازيمير Casimir (effect) نسبة للفيزيائي الهولندي هندريك كازيمير (Hendrik Casimir)، الذي تنبأ بهذا الحال (عام 1948)، ثم أثبتت بعض التجارب صحة هذا المفعول، وتم تفسير التأثير المشار إليه تبعاً لحقول الفراغ وعلى رأسها الحقل الكهرومغناطيسي الذي يولد ما يعرف بالفوتونات الافتراضية ذات التأثير الضاغط الضعيف.



هندريك كازيمير (1909-2000)،
فيزيائي هولندي، تنبأ بالتأثير الذي
يحمل اسمه عام 1948م.

صفحتان معدنيان كبيرتان غير



رسم توضيحي لنشوء قوى كازيمير، وتنشأ بفعل الجسيمات الافتراضية التي تملأ
الفضاء تعمل على ضغط اللوحين نحو بعضهما.

اذ ثبت انه في حالة وجود لوحين معدنيين عاديين غير مشحونين وقريبين
من بعضهما في فراغ تام فانهما يتجاذبان. فاقترح انهما متأثران بقوى
الفوتونات الافتراضية ضمن ما يعرف بالمجال الكهروديناميكي الكمومي
(QED). فمن خلال هذا المجال تقوم الفوتونات بالضغط على اللوحين من

¹: فرانك كلوس: العدم، ترجمة فائقة جرجس حنا، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة
الأولى، 2014م، ص100-101.

الخارج.

ومعلوم انه في الثلاثينات وُصفت التفاعلات الكهرومغناطيسية بلغة تبادل الفوتونات بين الجسيمات المشحونة. وفي الأربعينات حُلَّت بعض التناقضات المتعلقة بذلك فانبثقت نظرية المجال الكهروديناميكي الكمومي بالاستعانة بمبدأ عدم اليقين، وذلك على يد ريتشارد فاينمان (Richard Feynman) الذي قام بجمع نظريتي النسبية الخاصة والكوانتم معاً. وبحسب مخطئه في الكهروديناميكي الكمومي يقوم الالكترتون باصدار الفوتونات وامتصاصها من قبل الآخر. وأظهر هذا المخطط أو نظرية (QED) تنبؤات توافقت بدقة مذهلة مع خصائص الجسيمات المشحونة التي قيست في التجارب كالالكترونات، وتم حساب الفارق بين النظرية والتجربة فكان عبارة عن نسبة جزء واحد من عشرة مليارات. وبهذا المقياس فإن الكهروديناميكا الكمومية هي انجح نموذج في العلم كله، فحتى قانون الجاذبية لنيوتن لم يصل اختباراه إلى مثل هذا الحد من الدقة. وبالتالي فإن تفسير هذه النظرية في وجود بحر هائج من الجسيمات الافتراضية أو التقديرية (تأثير شوينجر) مثل الفوتونات أو الالكترونات يحظى بالتقدير والقبول. وتمت الاستفادة منها في التوحيد مع القوة النووية الضعيفة. وعلى أثرها حاول الفيزيائيون الاستفادة منها ثانية في التوحيد مع القوة النووية الشديدة، لكن المحاولة لم تنجح لوجود تعقيد يتعلق بحاجة عملية التفاعل إلى ثمان جسيمات تبادلية أو أكثر للصق النيترونات والبروتونات ببعضها كما سنعرف¹.



وتأييداً لما سبقت الإشارة إليه حول تأثير كازيمير؛ نجاح العلماء في جامعة تشالمرز للتكنولوجيا (عام 2011) من

ريتشارد فاينمان (1918-1988)، فيزيائي نظري أمريكي، نال جائزة نوبل 1965 م بالتشارك مع آخرين.

الكشف عن فوتونات الضوء المنبعثة من استناداً إلى تبطئة سرعة الضوء عبر المجال



وقد لاحظ هؤلاء ان بعض الفوتونات تظهر وتختفي في الفراغ كتأكيد لما تنص عليه نظرية الكوانتم من ان الفراغ

مليء بالجسيمات التي تنبجس وتتعدم باستمرار، ونجحوا من تحويل ما كان يعتبر فوتونات افتراضية وفقاً لتأثير كازيمير إلى فوتونات حقيقية. وسبق للفيزيائي مور

¹: جريبين: قصة الكون، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي، كلمات عربية للترجمة والنشر، القاهرة، الطبعة الثانية، 1432هـ - 2011م، ص31-32. والجائزة الكونية الكبرى، ص136-138.

(Moore) ان توقع (عام 1970) حدوث هذا الحال اذا ما سمح للفوتونات الافتراضية ان ترتد قبال مرآة تتحرك بسرعة معينة¹.

إن رد طاقة كازيمير إلى التقلبات الكمومية (Quantum Fluctuations) يذكرنا بالاعتقاد الذي ساد قبل تجارب لويس باستير (Louis Pasteur) حول التوليد الذاتي للمادة الحية من الميتة، طالما لم تدرك الأسباب الحقيقية آنذاك، فكان التعويل على الاقترانات الظاهرة فقط. وهو الحال الذي تكرر في تفسير مفعول كازيمير حول انتاج الفراغ للطاقة، مع ان المعقول هو ان طاقة الفراغ موجودة أصلاً من دون توالد بينهما، ولسنا نعرف علة هذه الطاقة لعدم توفر وسائل الكشف الكافية، وهو ما جعل الفيزيائيين ينيطون السببية بعلاقتها بالفراغ. وكم كان الفيلسوف الفيزيائي ديفيد بوم (David Bohm) محقاً عندما اعتبر ان ما يظهر لنا من مظاهر تخفي وراءها طبقات باطنية هي المسؤولة عما يظهر.

ومن حيث التحليل، لو ان التجربة كشفت عن تنافر بين اللوحين المعدنيين لكان المتوقع ان يقال بأن ذلك دال على الثابت الكوني أو الطاقة المظلمة التي تسبب التوسع والتنافر، كما لكان المتوقع ان يقال أيضاً بأن تضيق الفضاء هو ما جعل ظهور الطاقة يبرز وفقاً لمبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ، اذ هناك ضيق في الفراغ بين المعدنين مقارنة بما حولهما.

لكن ما حصل هو عكس ذلك تماماً. ونرى ان أقرب تفسير لتلك الظاهرة هو انها نتاج امتلاء الكون بالجسيمات البسيطة، ومن ذلك وجود حقول البلازما المنتشرة في الفضاء الكوني، فهي غاز كثيف من الجسيمات المحتشدة في كل مكان. فهذه هي أكثر أشكال المادة انتشاراً في الكون، دون الذرات والجزيئات ومركباتها المألوفة. وتقدر بأكثر من (99%) من مادة الكون، وفي أحدث التقديرات لعام (2017) يشار إلى انها تعادل (99.999%) من مادة الكون². ولو افترضنا ان المجرات مؤلفة من الذرات فقط؛ لكان يعني ان مجرات الكون التي تقارب بحسب التقديرات الحالية (400 مليار مجرة) تعادل حوالي (0.001%) من مادة الكون، وهي نسبة تقترب من الصفر والعدم مقارنة بحجم البلازما التي تملأ الكون الشاسع. لكن البلازما متوفرة بكثرة في المجرات والنجوم مثلما متوفرة

¹: Scientists create light from vacuum. Look:
<https://phys.org/news/2011-11-scientists-vacuum.html>

²: انظر مثلاً:

https://www.plasma-universe.com/99.999%25_plasma

في فضائها المحيط وفي كل مكان.

لذلك ينظر الكثير إلى ان وجودنا على الأرض يمثل استثناءً بمعنى الكلمة، فالسائد هو سحب البلازما المنتشرة في أرجاء الكون.

فهذا الحجم الهائل من البلازما والجسيمات التي تملأ الفراغ هو ما يشكل سبباً في التأثير الجذبي كما يظهر في مفعول كازيمير، وأغلبه يعود إلى تأثير الفوتونات والالكترونات ضمن الحقل الكهرومغناطيسي. وهو التأثير الذي ينسجم مع مقالة نظرية الانكماش الكوني باعتباره دالاً على وجود قوة جاذبة وليست نافرة..
وبعبارة ثانية، تدعم تجربة كازيمير فكرة التجاذب الكوني من دون حاجة لافتراض قوة تنافرية للفضاء أو وجود ثابت كوني أو طاقة مظلمة أو غيرها من المزاعم المفترضة.

ومعلوم ان النظريات الموحدة الكبرى تشير إلى ضرورة وجود تنافر كوني في المرحلة البدئية الحارة بعد حوالي (10³⁵-10³⁵ ثانية) من عمر الكون، حيث كانت الحرارة خلالها عظيمة جداً، وتقدر بحوالي (10²⁸ كلفن). وهي الحقبة التي تعبر عن انفصال القوة النووية الشديدة من الاتحاد الذي كان يربطها بالقوتين النووية الضعيفة والكهرومغناطيسية. لهذا توقع علماء الكون ان قوة تنافرية تغلبت على آثار قوة الجاذبية لتدفع بالكون إلى التضخم العنيف، وهو التضخم الذي جعل حجم فقاعة الكون الأولية يتضاعف كل (10³⁵-10³⁵ ثانية)، وذلك خلال كسر من الثانية حتى انتهى إلى حدوث كبح شديد فتحول إلى مسار متباطئ من التوسع. فمرد هذه النظرية إلى اطروحة التنافر الكوني، لكنها لم تجد أي دليل فلكي يثبت هذا المدعى¹.

وكبديل عن ذلك يمكن افتراض ان انتشار البلازما بكثافة في كل مكان هو ما يجعل كوننا المحلي متجاذباً. وبلا شك ان ازدياد التجاذب سيؤدي في النهاية إلى انفجارات هائلة تفضي إلى تمدد هذه المناطق من جديد، كالذي يحدث في النجوم، أو لدى الصدمات الكبيرة كما تبديها مختبرات المعجلات، وبسبب هذه الانفجارات تكونت الحياة عبر انتقال عناصرها الكيميائية من مخلفات النجوم إلى الأرض. مما يعني ان من الممكن ان يكون الحال معبراً عن شكل دوري

¹: الله والفيزياء الحديثة، ص216-217.

من الانكماش والتمدد من دون انقطاع.. وهي نتيجة تقترب من النظريات التي تقترح هذه العملية الدورية وفقاً للكوانتم. فهناك من يعتقد بأن الكون سينتهي فيما بعد إلى حالة انكماش وانعكاس للزمن، ويكون الانكماش في البداية بطيئاً ثم يتسارع. ولدى كل تقارب وانقباض تزداد درجة الحرارة حتى يفضي الحال إلى تحطم الذرات والأنوية، ومن ثم يعود الكون إلى الجسيمات الأولية مثل الكواركات وما شاكلها، وهو ما يطلق عليه (الانكماش العظيم Great contraction) المفضي إلى الإبادة الجماعية وخلق المفردات بفعل الجاذبية الضخمة. فمثلما كانت الجاذبية سبباً في تولد الكون فستغدوا سبباً في دماره واندثاره¹.

إن حالة الانهيار المفرط للكون تفسح المجال للتكهّنات، ويعود أحد هذه التكهّنات إلى جون ويلر، فهو يعتبر الانكماش والتوسع الانفجاري الدوري يعمل على معالجة الاخفاقات الكونية، فكل دورة جديدة من التوسع والانكماش بمثابة اتفاق جديد يتم من خلاله إعادة تغيير الشروط المادية بشكل عشوائي. وهناك تكهن آخر يفترض ان ما موجود هو كون واحد غير دوري ولا متعدد، وان الفضاء فيه غير متناه، وهو قريب من التوازن من دون بنية ولا نظام، لكن تحدث تقلبات عرضية هنا وهناك يجعلها مهينة للنشوء الكوني، وهو قريب الشبه بما نتحدث عنه وفق نظرية الانكماش الكوني².

وسواء قلنا بسيناريو التمدد أو الانكماش، فبلا شك ان ذلك لا يؤثر على طبيعة القوانين الفيزيائية، فعلى الرغم من المعاكسة في شروط ما يحصل من التخلق والتحويلات الكونية في حالة التمدد والانكماش، إلا ان القوانين تظل كما هي لا تختلف فيما لو كان الكون يتمدد أم ينكمش. وسبق لبعض الفيزيائيين ان صرح بأننا قد لا نعرف ان كان الكون يتمدد أم ينكمش؟ فالقوانين الفيزيائية تصدق في الحالتين من دون فرق³.

مع ذلك فمن الناحية المنطقية انه لو كانت هناك دورات من التمدد والانكماش فإن الأساس المنطقي يبدأ – كما اسلفنا - بالانكماش، وهو ما يفترض ان يكون الفضاء بارداً وغير متناه.

¹: المصدر السابق، ص 241-242.

²: المصدر نفسه، ص 203.

³: علم الكونيات، ص 119.

هكذا تنسجم فكرة الفضاء اللامتناهي مع الكون البارد دون الحار، فيما تنسجم فكرة الفضاء المتناهي مع الكون الحار. وبالتالي تكون الثنائية: إما كون غير متناه فيلزم ان يكون الفضاء بارداً، أو كون متناه فلا بد ان يكون حاراً. لكن من حيث التحليل ينبغي ان يسبق هذه الحرارة ما هو أقل منها حتى نصل إلى أضعف درجة ممكنة، فليس من المعقول ان تظهر فجأة أو دفعة واحدة بلا مقدمات متدرجة طالما انها غير ثابتة.

ومنطقياً ان التدرج في الاحترار لا يحدث ضمن فترة ضئيلة جداً من عمر الكون، كجزء من الثانية مثلاً، فهذه الفترة الضئيلة لا تفسر تحولات الطاقة الهائلة من الكون البارد إلى الحار. فبمجرد افتراض انها محشورة بكثافتها الضخمة في حيز ضيق جداً؛ فذلك يعني ان لها طاقة رهيبية بفعل تفاعلها وتجاذبها الضخم، وهو ما يناقض اعتبارها باردة في الأصل. وعليه فهناك حاجة إلى فضاء وزمن كبيرين لتحصل حالة التدرج واختزال الطاقة عوض افتراضها موجودة دفعة واحدة من دون سبب ولا اختزال. فالفضاء الواسع يتيح للجسيمات الأولية أو البلازما التحرك والاحترار بالتدريج بفعل اقتراب بعضها من البعض الآخر، ومن ثم خضوعها لمختلف أنواع التفاعلات، كالتفاعل الكهرومغناطيسي والجاذبي..

ومعلوم ان أعظم الطاقات المحشورة في نطاق البنية المادية هي تلك الموجودة داخل البروتونات والنيوترونات، فلا توجد طاقة أعظم منها، وهي ليست قابلة لأن تمثل البداية الأولى التي تحمل طاقة الكون كله لا سيما اذا كان المجال هو أضيق بكثير جداً من البروتون. لذلك لم يقتنع الفيزيائيون ان تكون حسابات نظرية الكوانتم لمقدار طاقة السنتمتر المكعب الواحد من الفضاء صحيحة، باعتبار ان هذا المقدار كان ضخماً للغاية بما لا يعقل، اذ أظهرت الحسابات ان هذه الطاقة عند تحويلها إلى كتلة فستعادل (10⁹³ غرام لكل سم مكعب)، وهو مقدار ضخم للغاية. وهي المشكلة المعبر عنها بمعضلة الثابت الكوني، وتعتبر أكبر فشل للتنبؤ النظري في تاريخ الفيزياء. فالفراغ الخالي لا يحمل سوى أقل قدر ممكن من الطاقة، وهي المسماة بالحالة القاعية.

واصل هذه الفكرة يعود إلى بول ديراك (Paul Dirac) الذي افترض بأن الفراغ غير خاو، وهو افتراض يدين بدوره إلى مبدأ باولي للاستبعاد (Pauli)

(exclusion principle)¹. اذ على ضوء هذا المبدأ قدّم ديراك اقتراحه الآنف الذكر. ولايضاح الصلة بينهما لا بد من التعرف على طبيعة المبدأ المشار إليه. فهو ينص على ان من المحال ان يحتل جسيمان من الفرميونات - كالألكترونات - في مجموعة واحدة نفس الحالة الكمومية للطاقة، أي انه لا يمكن لجسيم الفرميونات ان يتواجد في الوقت نفسه مع جسيم آخر في نفس المكان، وبالتالي لا يمكن ضغط الفرميونات كثيراً بقرب بعضها، لذلك يزودنا مبدأ الاستبعاد بالسبب الذي تمتلأ بها الأغلفة في الذرات كلما زادت ثقلاً. ومن آثار هذا المبدأ جمود المادة وبنية الذرات وقوانين الكيمياء واستقرار النجوم وغيرها. بمعنى انه لولا اختلاف الفرميونات في الحالة نفسها لانهارت المادة تبعاً للاستبعاد. وكل ذلك يأتي خلافاً للبوزونات (bosons) ذات اللف الصحيح والتي يمكن ان تتواجد جسيماتها متزامنة في المكان نفسه، مثل ان تتكدس فوق بعض كما في الليزر عبر تكثيف الفوتونات معاً².



بول ديراك (1902-1984)، فيزيائي نظري بريطاني. نال جائزة نوبل بالتشارك، عام 1933 م.

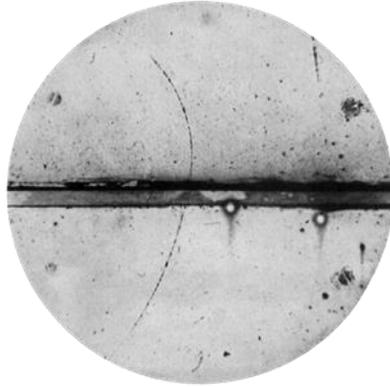
فعلى هذا الضوء تنبأ ديراك بعدم وجود فراغ محض من دون مادة أو طاقة، فيما ان الفراغ يحتوي على قيم سالبة وموجبة للألكترونات، وان مبدأ الاستبعاد يحيل ان تتواجد الإلكترونات وغيرها من الفرميونات في محل واحد

¹: للاطلاع على مبدأ باولي للاستبعاد انظر:

https://en.wikipedia.org/wiki/Pauli_exclusion_principle
²: حول اشارتنا لمبدأ الاستبعاد انظر المصادر التالية: العدم، ص103. والبحث عن قطة شرودنجر، ص113. والجائزة الكونية الكبرى، ص150. والعقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، ص330-333. وليزا راندل: الطرق على أبواب السماء، ترجمة أميرة علي عبد الصادق، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م، ص342.

في الوقت ذاته، لذا افترض فراغاً مملوءاً بعدد لا نهائي من الالكترونات التي تشغل طاقاتها كل القيم السالبة والموجبة، وهي ذاتها الحالة القاعية، فاذا فُقد الكترون واحد في بحر الالكترونات فانه سيترك ثقباً أُطلق عليه فيما بعد (البوزيترون). فهذا الذي يحصل مع الالكترونات وعموم الفرميونات لا يحصل مع البوزونات التي لا يؤثر تبديل بعضها ببعض، مثل تحول الشحنة إلى عكسها تبعاً للسبين عند الدوران الكامل.

هذا ما تفترضه الفيزياء الحديثة حول علاقة الفراغ بالطاقة، أما على ضوء نظرية الكون البارد اللامتناهي فإن الفراغ سيكون ممتلئاً بالجسيمات البسيطة مثل الفوتونات التي وظيفتها الجذب المستمر كما يظهره تأثير كازيمير، وهي من هذه الناحية يمكن اعتبارها محددة دون ان ينطبق عليها مبدأ عدم اليقين بالضرورة.



أول صورة في التاريخ شوهدت للألكترون المضاد أو الموجب (البوزيترون) في ثلاثينيات القرن العشرين، حيث يُمثل الخط الغامق مسار الجسيم في الغرفة السحابية.

ونستنتج مما سبق ان الفضاء لا بد ان يكون واسعاً لاجل التدرج في الحركة والاحترار وتصاعد الطاقة، وهو ما يبرر اعتبار الفضاء غير متناه، ومن ثم فهو بارد. وتبقى هذه الصيرورة من التحول سارية المفعول من دون انقطاع، حيث التحول من البارد إلى الحار، ومن البسيط إلى المركب ضمن البؤر المحصورة التي تفضي إلى التخلق الكوني. وبذلك فإن فكرة الفضاء البارد اللامتناهي هي الحل المناسب للمسألة المطروحة.

وبعبارة ثانية، لا شيء يدعو إلى بداية حارة وفقاً للصورة المنطقية كما

عرضناها سلفاً، ومن ثم لا غنى من ان تكون النشأة الأولى باردة، الأمر الذي يقتضي كون الفضاء غير متناه.

وكما أسلفنا ان عملية التخلق الكوني تبدأ بحسب اطروحة الكون البارد على عكس ما يقوله الفيزيائيون حول تمدد الكون واتساعه، اذ بدأ صنع الكون بفعل التقارب والانقباض ومن ثم التجاذب والاندماج. وتختلف هذه النظرية عن السيناريوهات الثلاثة التي وضعها الفيزيائي الروسي الكسندر فريدمان (Alexander Friedmann) مطلع عشرينات القرن العشرين، مثلما تختلف عن نظرية التضخم والتسارع الكوني بفعل الطاقة المظلمة المفترضة.

وباعتبار ان هذه الاطروحة تستلزم عملية الانكماش؛ لذا فانها لا تتسجم مع فكرة طاقة المبدأ الكوني المسؤول عن التناثر. كما لا حاجة للطاقة المظلمة مادام الكون ينكمش ضمن نطاقاته المحلية من دون توسع، بل هي اليوم في وضع لا يحسد عليه من حيث الشك في وجودها.

كما ان وجود كميات ضخمة من البلازما الحارة يكفي للقيام بعمليات الجذب والانقباض التدريجي من دون حاجة للمادة المظلمة. فكما عرفنا ان نسبتها من الكون المرصود تقارب (100%). ويمكن الاستعاضة عن افتراض هذه المادة - التي لم يتم اثباتها - بسحب البلازما الكثيفة، فهي معتمة أو لا ترى لتشتيتها للضوء بقوة، وحالتها - من حيث العتمة - لا يختلف عن حال المادة المظلمة. ومعلوم انه بسبب هذه الظاهرة نحن نعجز عن رؤية ما بداخل الشمس خلف الوهج السطحي¹.

هكذا فما يعوض عن الافتراضات السابقة هو التواجد الكبير لسحب البلازما والزمن الطويل المتكفل بجعلها قادرة على تخليق المجرات والنجوم.

كذلك فانه بحسب اطروحة الكون البارد اللامتناهي فإن كسر التناظر والسمتريّة جاء معاكساً لرؤية الفيزيائيين السائدة. ومعنى التناظر هو ان الشيء يظهر كما هو من دون اختلاف عند النظر إليه من أي اتجاه أو زاوية معينة، أو انه يكون متماثلاً لدى جميع مكوناته، كالكرة والفضاء الخالي وصورة الشخص في المرآة. ولأول مرة ظهر للفيزيائيين انكسار التناظر تلقائياً في نظرية هايزنبرغ الكمومية عن المغناطيسية الدائمة (عام 1928). فعندما نبرد الحديد إلى ما دون (770 درجة مئوية) ينشأ تلقائياً حقل مغناطيسي في اتجاه محدد كاسراً التناظر بين

¹: الجائزة الكونية الكبرى، ص47.

الاتجاهات المختلفة. كما ان التمغنط يزول من الحديد عندما نسخنه إلى أكثر من (770 درجة مئوية)، حيث يسترد التناظر فعله بين شتى الاتجاهات¹.

ومعلوم انه تم طرح فكرة كسر التناظرات ضمن نظرية توحيد القوى باشكالها المختلفة، بما فيها تلك التي تعرضها نظرية الأوتار الفائقة. فمن خلال هذا الكسر ظهرت القوانين الفيزيائية المألوفة، كما وظهر واقعا المؤلف بأبعاده الأربعة ومثل ذلك طبيعة التأثيرات السببية. ولولا ذلك لكان حال الوجود ينتابه الفوضى الكونية والعماء الشامل. ومن هنا تتبين أهمية كسر التناظر وفق التصورات الفيزيائية الحديثة. فنشأتنا ونشأة كل ما نحفل به من جمال وتنوع مدين إلى هذا الانكسار، وهو من وجهة نظر الفيزيائيين قد حصل عبر التحولات الحرارية نحو التبريد والتجمد. اذ افترضوا ان الكون بدأ متماثلاً تماماً لشدة حرارته، ثم بدى عليه الانكسار بالتدرج عندما تحول من الحار إلى البارد، لذلك ظهرت الأشياء متغايرة ومتمايزة وأفضت إلى تكوين مختلف أشكال الكون ومنها الحياة. فلولا هذا التحول والانكسار لكانت الأشياء على ما هي عليه من التماثل والتناظر التام، اذ بدونها لم يظهر الاختلاف، ولا كانت هناك ذرات ومجرات، ولا أرض ولا سماء.

لقد طرح الفيزيائيون علاقة وثيقة بين درجة حرارة الكون والتناظر، فكما كانت الحرارة كبيرة ازداد التناظر والبساطة باضطراد، وعلى عكس ذلك عندما تكون درجة الحرارة منخفضة، حيث تنكسر التناظرات، ويظهر الاختلاف والتعقيد بين الأشياء. وهو المعنى الذي يفترض سلفاً وجود وحدة متناظرة سابقة للكون، وهي تمثل أساس ما ظهر من تمايزات عبر انكسار تماثلها. وقد تم تبرير هذا الانكسار من خلال القانون الثاني للديناميكا الحرارية (2nd law of thermodynamics). وهذا ما يجعلنا نفرّد فصلين مستقلين أحدهما يتعلق بهذا القانون وعلاقته بانكسار التماثل المفترض وفقاً للنظرية السائدة اليوم ومقارنتها باطروحة الفضاء المفتوح كما تفترضه نظرية الانكماش الكوني. أما الفصل الآخر فيتعلق باصل الجسيمات وفقاً للنظريتين المتنافستين الأنفتي الذكر..

¹: أحلام الفيزيائيين، ص156 و158.

الفصل التاسع: قانون الترموداينميك وانكسار التناظر

لا تنتصر الحقيقة العلمية الجديدة نتيجة لإقناع خصومها، بل لأن خصومها يموتون ويظهر مكانهم جيلٌ جديدٌ يألف هذه الحقيقة.

ماكس بلانك Max Plank (1858-1947)، فيزيائي ألماني، في معرض خلافه مع الفيزيائي بولتزمان حول مبدأ تزايد الإنتروبي

للقانون الثاني للداينميكا الحرارية تعابير وصيغ مختلفة ظهرت منذ وقت اكتشافه وحتى الآن. فقد صيغ لأول مرة من قبل المهندس الفرنسي سادي كارنو Sadi Carnot (عام 1829).

واستمرت صياغته بأشكال مختلفة كتعبير عن مداليه الخاصة، مثل تلك التي قام بها الفيزيائي الألماني كلاوزيوس Clausius واللورد كلفن وبوانكاريه. وكان كلاوزيوس قد أنشأ صياغة هذا القانون على لاعتكوسية سريان الحرارة التلقائي من الجسم الحار إلى البارد، فنصّ على القانون بما مفاده ان من المستحيل ان تسري الحرارة من الجسم البارد إلى الحار بطريقة تلقائية من دون مؤثر خارجي. أما اللورد كلفن فقد ركز على هذا القانون بتعبير آخر يتعلق بتحول الحرارة إلى شغل أو عمل، وكان مفاده هو انه لا يمكن الحصول على شغل من دون سريان الحرارة، ولا يمكن ان تسري هذه الأخيرة إلا اذا وجد اختلاف في درجتها.



سادي كارنو (1796-1832)، فيزيائي نظري فرنسي.

وقد اعتبرت الصياغتان لكلاوزيوس وكلفن متكافئتين. مع هذا فقد اكتشف كلاوزيوس - أخيراً - كمية فيزيائية قابلة للقياس يمكن ان تتغير في اتجاه واحد فحسب، وسماها انتروبيا المنظومة (entropy system)، وهي عبارة عن

درجة العشوائية في النظم الفيزيائية. وأصبحت اليوم أفضل وأيسر وسيلة للتعبير عن هذا القانون.

كما كشف كلاوزيوس عن كيفية قياس تغير الانتروبيا عندما تحدث السيرورة، فأصبحت أعم من صيغة القانون الثاني كما يلي:
لا يمكن لمنظومة معزولة – عن أي نظام آخر - ان تتناقص انتروبيتها ابداً عند وصولها إلى حد التوازن الحراري، أي عندما تكون درجة حرارتها واحدة في جميع أجزائها.

فالقانون الثاني يشير إلى ان التغير يمكن ان يستمر في المنظومة المعزولة. فثمة شرطان يفرضهما ذلك القانون على هذه المنظومة، هما: ان لا تتغير طاقتها الكلية ابداً، وان تزداد انتروبيتها الكلية دائماً¹. وليس من الممكن حصول العكس ما لم يكن هناك جهد مبذول. وعليه تم استنتاج انه لا يمكن بناء أي آلة تعمل بحركة أبدية. فاتجاه التغيير فيها يكون غير معكوس، ومن ثم تحصل الفوضى وتزداد العشوائية والانتروبيا. وان الطاقة تتوزع بشكل متساو بمرور الزمن فتتوقف عند الفوضى والعشوائية التامة. ويعبر عن ذلك بالموت الحراري للكون (heat death of the universe)، حيث تتساوى درجة الحرارة لدى جميع الأجسام فلا يحصل فيها انتقال.

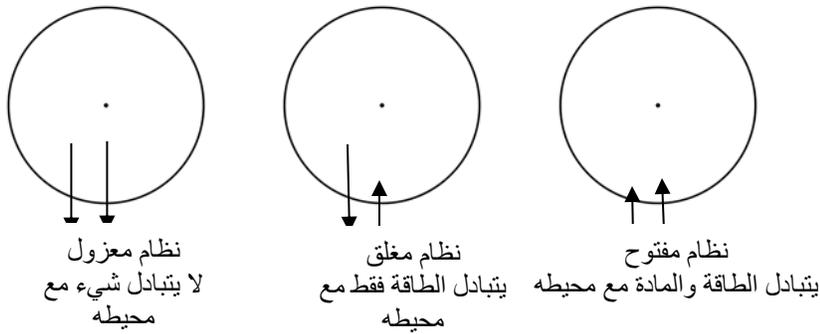
تلك هي الانتروبيا والقانون الثاني للثرموداينميك، وقد مرت على الأخير فترة أصبح فيها من المسلمات التي تُرفض على أساسه كل نظرية أو تجربة مخالفة له من دون نقاش. حتى ان الفلكي البريطاني ادنجتون قال مرة (عام 1928): إنني بهذا لا اقضي بعدم صحة القانون الثاني، ولكن أقول بأنه لا يسري على النظم غير المستقرة حين يكون للجاذبية دور فعال².

وأصبح من الثابت ان هناك تمايزاً بين النظم المغلقة والمفتوحة (Closed and open systems)، ففي النظم المغلقة لا يمكن للانتروبيا ان تقل خلافاً للمفتوحة التي تقل فيها الانتروبيا على حساب زيادة العشوائية في نظام آخر. ويمثل عليهما بالمقارنة بين أشكال الحياة والماكينة البخارية. فأشكال الحياة هي

¹: قصة الفيزياء، ص182.

²: جون جريبين: البساطة العميقة، عرض صبحي رجب عطا الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2013م، ص75.

نظم مفتوحة على عكس الماكينة البخارية التي تمتلك نظاماً مغلقاً، فلا شيء جديد يدخل أو يخرج في النظام المغلق، وقد تم استنتاج استحالة وجود محركات ذات حركة دائمة، أو لا يمكن للماكينة ان تعمل بكفاءة تبلغ (100%)، فلا بد من ضياع الحرارة شيئاً فشيئاً، وهي ظاهرة نتلمسها كل يوم عند احساسنا بحرارة اللابتوب أو التلفاز وغير ذلك من الأجهزة. في حين يتصف النظم المفتوحة بعدم التوازن. وتمتاز بحالتين متعاكستين للانثروبيا، حيث تزداد في مكان وتنخفض في مكان آخر. فخلق نظام في مكان ما يقتضي تصدير الانثروبيا إلى مكان آخر¹، كالذي نشهده في عالم الاحياء ومنه عالمنا البشري، حيث تنخفض الانثروبيا مع ازدياد شدة التنظيم المعقد، لكن لهذا ثمن يُدفع بتصريف الانثروبيا نحو الخارج، وهو عبارة عن تصريف الطاقة بعيداً.



تمثيل لمفهوم النظام في الفيزياء، حيث توجد ثلاث أنظمة، وحدود الشكل الدائري يمثل حدود النظام مع محيطه وهو حد افتراضي.

يبقى ان كل ذلك مشروط بوجود نظم سابقة، سواء كانت مغلقة أو مفتوحة، أي انها في الأساس تنطوي على القليل من الانثروبيا، ثم تزداد مع الزمن وفق القانون الثاني للثرموداينميك. في حين يختلف الحال عند افتراض أطر مرجعية (reference frames) ذات انثروبيا عالية كما سنرى..

هكذا ان ما يجري في الكون كمجمل عام هو لصالح تعاضل الانثروبيا، حيث تزداد في كل مكان وناحية بما في ذلك النظم المعقدة التركيب. ويضرب البعض مثلاً، وهو انه لو كان لدينا وعاء فيه نوعان من الذرات الحرة، فاذا ما تكونت جزيئة من هاتين الذرتين فإن ذلك سيزيد من الانثروبيا؛ لأن العملية

¹: انظر كلاً من: اسطورة المادة، ص110. والكون المرأة، ص119 و113-114. وبحث في نظام الكون، ص98.

تفضي إلى ان تنطلق طاقة نحو الخارج، ومن ثم تضاف انتروبيا هذه الطاقة إلى مادة الوعاء كلها. وبهذا تزداد توافقاً مع القانون الثاني للترموداينميك. وبالتالي لا تناقض بين هذا القانون وما يحصل لدى النظم المفتوحة المعقدة كما في الكائنات الحية. فكل زيادة للنظام في مكان ما له ثمن يدفعه في مكان آخر بزيادة الفوضى فيه. وتمتاز النظم الحية بانفتاحها على محيطها، فهي غير معزولة، والثمن الذي تدفعه هو الاضطراب في الخارج. وتبقى ان الكمية الكلية للاضطراب في النظام لا تنخفض أبداً. وإذا كان النظام معزولاً عن محيطه فإن أي تغيير يحدث سوف يرفع الاضطراب أو الانتروبيا إلى ان يصل درجة لا يحدث بعدها المزيد، حيث يكون النظام قد وصل إلى حالة توازن الديناميكا الحرارية¹.

ومن الناحية الرياضية فإن تغير الانتروبيا يساوي حاصل قسمة كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة على درجة حرارتها المطلقة عند حدوث الكسب أو الفقدان².

كيف تشكّل النظام الكوني؟

من الناحية الفيزيائية ان اختلاف مستويات الطاقة بحسب القانون الثاني للترموداينميك يتيح ان يكون هناك قابلية على تكوين الهياكل المنظمة. فانسياب الطاقة من المستوى العالي إلى الواطئ هو سر حدوث الانتظام في الكون، ومنه سر تكون الحياة وسائر النظم المعقدة التي تنخفض فيها الانتروبيا. فثمة علاقة بين الأخيرة وكمية الحرارة أو الطاقة، ففقدان الحرارة يؤدي إلى نقصان الانتروبيا ومن ثم تكوين الهياكل المنظمة. أما كسب الحرارة فيؤدي إلى ارتفاعها، اذ تنتشر الفوضى بفعل الحركة العشوائية.

فهذا هو المبدأ الأساس في الترموداينميك كما فهمه الفيزيائيون، وله علاقة واضحة بالتناظرات وكسرها. اذ تعاني الكثير من النظم تحولاً طورياً عندما تتعرض إلى الحرارة، اذ تزداد تناظراً عند ارتفاعها، في حين ينكسر هذا

¹: قصة الفيزياء، ص183. والله والفيزياء الحديثة، ص23.

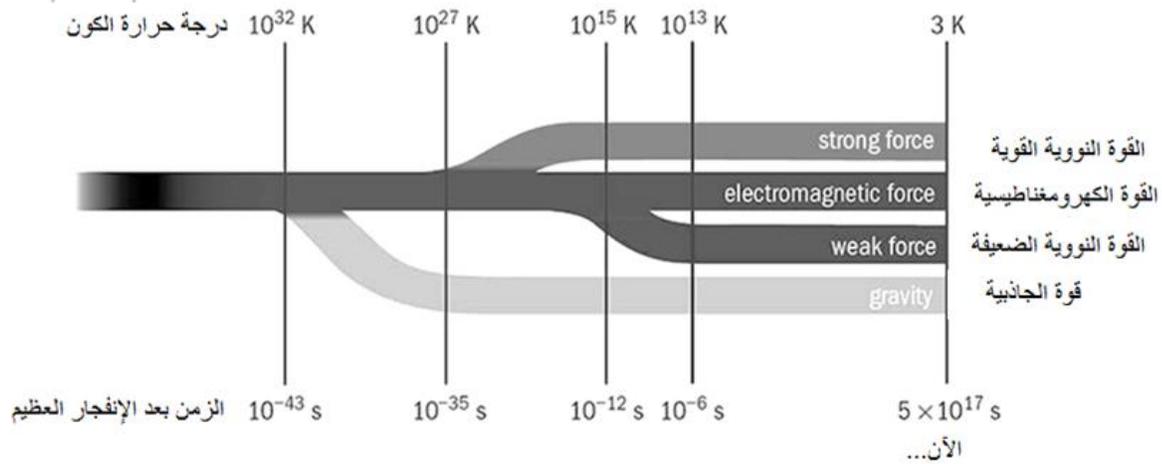
²: قصة الفيزياء، ص185.

التناظر أو ينخفض عند هبوطها. فمثلاً عندما يتبخر الماء تصبح جزيئاته أكثر تناظراً مما هو سائل؛ لتحررها وعدم تضمنها التمايزات والتجمعات. وعلى عكس ذلك عندما يتبرد ويتلج، اذ تتجمع جزيئاته على هيئة كتل من البلورات المختلفة بعض الشيء، فيكون أقل تناظراً من السائل والبخار. وهكذا يتدرج التناظر من البخار إلى السائل فالجليد.

كذلك هو حال الكون عند مقارنة ما كان عليه في البدء بما هو عليه الآن. فمظاهر الطبيعة تعبر عن كسر التناظرات رغم انها تخفي التماثل أو الوحدة من حيث الجوهر. وبالتالي فالكون أبسط مما نتوقعه وفق التناظرات الدفينة في بنيته الداخلية. وهناك من يتوقع ان هذه البساطة نابعة من الحتمية السائدة في كل أرجاء الكون بما فيها الجسيمات¹.

وينطبق الحال السابق على قوانين الطبيعة وقواها الأربع (الكهرومغناطيسية والجاذبية والقوة النووية الضعيفة والشديدة). فمن وجهة نظر الفيزيائيين انها تحولت إلى قوى متميزة ومختلفة عند انخفاض درجة حرارة الكون، ولم يحصل هذا التمايز والاختلاف عندما كانت الحرارة عالية جداً أول نشأة الكون. فالافتراض السائد هو ان مصدر القوى قد تمثل في قوة واحدة متحدة ومتناظرة من دون اختلاف، الأمر الذي يبرر وجود جسيم واحد في الأصل غير قابل للتحديد والتمييز، وهو ذات نقطة التفرد. فمن هذه النقطة والقوة الموحدة تحول الكون بالتدريج نحو الانكسار بعد انخفاض درجة الحرارة، فأفضى ذلك إلى خلق القوى الأربع المتفرقة عبر مراحل من الانقلابات الطورية طبقاً لمستوى التبريد. وبذلك تعددت الجسيمات والحقول بعدما كانت متحدة. فهي أشبه بوحدة الوجود الصوفية التي تتمظهر بمظاهر وأشكال مختلفة، بل حتى متضادة، لكنها تخفي في باطنها وحدة متماثلة لا شريك لها في العين.

¹: ما بعد اينشتاين، مصدر سابق، ص135.



انفصال قوى الطبيعة عن بعضها بعضاً (انكسار التناظر) بمرور الوقت وانخفاض درجة الحرارة
حسب نظرية الانفجار العظيم.

ويمثل زمن بلانك (10⁻⁴³ ثانية) أول حقبة لانكسار التناظر بانفصال قوة الجاذبية عن اتحاد القوى الأربع، وذلك عندما كانت درجة الحرارة تعادل حوالي (10³² كلفن)، وهو الزمن المقدر لبدء الانفجار العظيم والتمدد الكوني، حيث ما زالت بقية القوى متحدة ضمن مسافة يتساوى التأثير فيما بينها، وتقدر بحوالي (10²⁹ سم)¹، وكانت جسيماتها كلها عديمة الكتلة، أي تلك التي تتمثل بالالكترونات وجسيمات القوى النووية الضعيفة (W و Z) والكواركات، ولم تظهر الكتل إلا بعد ان تفرقت القوى. فقد انفصلت القوة النووية الشديدة عند زمن (10³⁵ ثانية)؛ وتقدر درجة الحرارة آنذاك بحوالي (10²⁷ كلفن)، وفي بعض المصادر (10²⁸ كلفن)². ثم بعد ذلك بقيت القوتان الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة متحدتين حتى بلغ الافتراق بينهما بكسر التناظر بعد واحد على مليار جزء من الثانية من عمر الكون، وفي تقدير آخر بعد واحد على عشرة مليارات جزء من الثانية، وذلك عند تخطي درجة حرارة (10¹⁵ كلفن). فمذ ذلك الوقت بدأت الفوارق تظهر بين الفوتون وجسيمات القوة النووية الضعيفة (W و Z) كما نلاحظها اليوم³. فتبادل الفوتونات مسؤول عن حمل ونقل القوة الكهرومغناطيسية، في حين ان تبادل الجسيمات (W و Z) مسؤول عن حمل ونقل القوة النووية الضعيفة، مثلما ان جسيمات الكليونات مسؤولة

¹: الكون الانيق، ص 201.

²: علم الكونيات، ص 114.

³: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص 124-125.

عن حمل ونقل القوة النووية الشديدة. ومعلوم انه بعد مدة من الزمن ظهر لكل من هذه القوى نوع من المسؤولية الوظيفية، فالقوة النووية الشديدة مسؤولة عن تماسك الكواركات ببعضها كالصمغ في البروتونات والنيوترونات، وكذا الاحتفاظ بالبروتونات والنيوترونات محشورة بشدة مع بعضها داخل النواة، بحيث تُقدر القوة الأخيرة داخلها بأشد من مليون مرة من القوى الكيميائية التي تربط الذرات داخل الجزيئات¹. أما القوة النووية الضعيفة فلها مسؤولية جديدة ظهرت بعد زمن طويل؛ كما تتمثل في التحلل الإشعاعي للمواد المشعة مثل اليورانيوم.

والغريب ان تسلسل انفصال القوى لم ينعكس على تسلسل شدة تأثيرها. فأقواها جميعاً هي القوة النووية الشديدة، فيما أضعفها هي قوة الجاذبية، مع أن الأولى انفصلت بعد الأخيرة مباشرة. وهناك اختلاف في تحديد النسب فيما بينها لدى المصادر الفيزيائية، فبعضهم يعتبر القوة النووية الشديدة أقوى من القوة الكهرومغناطيسية بحوالي (100 مرة)، ومن القوة النووية الضعيفة بحوالي (100 ألف مرة)، كما انها أقوى من الجاذبية بحوالي (10⁴² مرة)، ومن ثم تكون القوة الكهرومغناطيسية أقوى من الجاذبية بحوالي (10⁴⁰ مرة)². في حين في بعض المصادر تكون القوة الكهرومغناطيسية أكبر من الجاذبية بحوالي (10⁴² مرة)³. ولدى جون جريبين فإن القوة النووية الشديدة أقوى من الكهربائية بحوالي ألف مرة، ومن القوة النووية الضعيفة بحوالي (100 ألف مرة)، لذلك فإن القوة الكهربائية أقوى من الضعيفة بحوالي مائة مرة، وأقوى من الجاذبية بحوالي (10³⁸ مرة)⁴.

كما أحدث انكسار التناظر لجسيمات القوى القياسية الأنفة الذكر بعض الفوارق الهامة، فمثلاً ان الكليونات لا تتأثر بغيرها، خلافاً لجسيمات (z و w) التي تتأثر بالالكترونات والبوزيترونات والفوتونات⁵. كما ان الكليونات لا تظهر فرادى أبداً، خلافاً لسائر جسيمات القوى الأخرى.

¹: الدقائق الثلاث الأولى، ص153.

²: الجائزة الكونية الكبرى، ص196.

³: الكون الانيق، ص26-28.

⁴: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ترجمة وتقديم صلاح الدين ابراهيم حسب النبي، المركز القومي

لترجمة، القاهرة، 2010م، ص106.

⁵: العدم، ص117.

والحقيقة هي ان الحرارة سيف ذو حدين، فهي من جانب تعتبر مؤشراً على الفوضى عندما تنتشر في الفضاء وعند الأخذ بالمجمل الكلي بعين الاعتبار. لكنها من جانب آخر تفضي إلى تكوين الهياكل المنظمة، فمن دونها لا يمكن ان تتحقق الأخيرة. ويبقى تحديدها معتمداً على كمية هذه الحرارة، فبعض هذه الهياكل تحتاج إلى حرارة وطاقة مكتسبة كبيرة، فيما لا تحتاج هياكل أخرى إلى مثل هذه الكميات الضخمة.

وعليه، مثلما يمكن لانخفاض الحرارة ان تتسبب في تكوين الهياكل المنظمة وازدياد الانتروبيا نسبياً، كما يحصل في حالة انجماد الماء، فكذا يمكن تحقيق هذه النتيجة - في حالات أخرى - عند ارتفاع درجة الحرارة، كالذي يحدث في التفاعلات الكيميائية، اذ ان معدل سرعة التفاعل الكيميائي عادة ما يتناسب طردياً مع ارتفاع درجة الحرارة، وفقاً لمعادلة فان ت هوف (Van 't Hoff equation). لذا فارتفاع الحرارة من هذه الناحية لا يعتبر مؤشراً على زيادة الانتروبيا والفوضى. لذلك اعتبرنا تأثير الحرارة نسبياً. بل ان القانون الثاني في حد ذاته يعتبر نسبياً أيضاً، اذ انتقال الحرارة من الدرجات العالية إلى الواطئة لا يفضي دائماً إلى صنع التنظيم، اذ في حالات معينة قد يفضي إلى نشوء الفوضى وازدياد الانتروبيا. فانخفاض الحرارة إلى درجة الانجماد - مثلاً - يعمل على تدمير انسجة الكائنات الحية ويعطل نظمها الوظيفية. مع ذلك فالمجمل الكلي يميل إلى احلال الفوضى، اذ حتى في حالة صنع الهياكل المنظمة فإن هناك ثمناً يُدفع نحو الخارج بسبب تسرب الحرارة الضائعة التي لا يستفاد منها في تكوين هذه الهياكل، فتكون مصدراً للعشوائية والاضطراب.

وطبقاً لهذه الحقيقة يمكن ان نتصور ما عليه نشأة الكون بحسب افتراضين مختلفين، أحدهما وفق نظرية الانفجار العظيم، والآخر وفق نظرية الانكماش الكوني. فبحسب النظرية الأولى يفترض الفيزيائيون ان الكون كان مغلقاً وفي أقصى حالات طاقته المحبوسة، وكانت العشوائية التي تملأ هذه الطاقة الضخمة في أوجها. وبالتالي برز السؤال المحرج: كيف أمكن للنظام الدقيق ان يتكون من هذه العشوائية الرهيبة تلقائياً؟

لقد أثار ستيفن ستروغاتز Steven Strogatz صاحب كتاب (العلم الناشئ

عن النظام التلقائي) الذي صدر مؤخراً عام 2003¹، أثار مشكلة مستعصية حول وجود النظام التلقائي في الكون، وهو ما حير العلماء؛ لأن قوانين الديناميكا الحرارية تقرر عكس ذلك. إذ من المفترض أن يمر الكون بحالة قصوى من الاضطراب والتدهور باتجاه العشوائية والفوضى التامة. في حين نجد في كل ناحية من حولنا بنى كاملة ورائعة؛ كالمجرات والنظم الإيكولوجية والأحياء والكائنات البشرية².

وبلا شك ما زالت هذه القضية تعتبر معضلة لدى التفكير الفيزيائي. فبحسب القانون الثاني للترموديناميك ان التحول يتدرج من النظام إلى العشوائية من دون عكس، ما لم تكن هناك مؤثرات خارجية، أو ان يكون النظام مفتوحاً وليس مغلقاً، فيما ان الاطروحة السائدة تبدي ان الكون كان مغلقاً، حيث لم تتحرر الجاذبية بعد ولا بقية القوى الأخرى، ولم يكن الفضاء حادثاً، فكل ذلك يجعل من وجود الانفجار مبنياً على العشوائية الصرفة ضمن الأطر المعزولة، فيما ان النظريات الفيزيائية تعترف بضرورة ان يكون النظام الدقيق قد تشكل منذ البداية دفعة واحدة وبمنتهى الروعة، ولولا ذلك لما تخلّقت المجرات ولا الحياة. ولم تفسر لحد الآن كيف تشكّل هذا النظام من طاقة رهيبة تتضمن أبلغ درجات العشوائية والانتروبيا؟ وبحسب التفسير المنطقي فانه ينبغي ان تزداد الانتروبيا عندما تتحرر الجزيئات أو الطاقة عما كانت محبوسة، فعند تحررها تزداد العشوائية أكثر فأكثر دون امكان عودتها من جديد. فالحال أشبه بجزيئات الغاز التي تتحرك بشكل عشوائي فتؤدي إلى ازدياد الانتروبيا مع مرور الزمن باضطراب. وبالتالي يبدو من المستحيل تقريباً ان تتحرك الجزيئات والجسيمات تلقائياً من الفوضى إلى النظام.

وبحسب تعبير بعض الفيزيائيين ان هناك اتجاهاً واحداً للزمن يميز بين الماضي والحاضر والمستقبل، وهو مألوف لدينا حيث الأشياء يصيبها القدم والمعادن تتصدأ والناس تشيخ الخ.. وليس العكس. فالسير بحسب القانون الثاني يكون من النظام إلى العشوائية، حيث تزداد الانتروبيا، وعلى المدى البعيد فإن هذه الأخيرة ستربح دائماً. وان أي هدم لنظام معين يندّ عن ان يسترجع النظام الذي فقده.. فالقانون الثاني للديناميكا الحرارية يمنع اعادة الكون كما كان، وهو

¹: اسم الكتاب بالانجليزية هو: SYNC – the Emerging Science of Spontaneous Order

²: https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_and_disorder

ما يعبر عنه باللاعكوسية (irreversible)، حيث تحول النظام إلى فوضى أو تعادل الحرارة¹.

هكذا لو اننا اعتمدنا على بيانات نظرية الانفجار العظيم لكانت النتيجة تعني ان ما حدث كان على خلاف ما ينص عليه القانون الثاني لدى النظم المغلقة. فقد شهد انخفاضاً في الانتروبيا منذ البداية بدل تصاعدها، فيما يتطلب القانون الأنف الذكر نقص النظام مع الزمن وارتفاع الانتروبيا، وهو الأمر المعقول في تحول النظام إلى العشوائية لا العكس.

وسبق للرياضي روجر بنروز ان أشار إلى هذه المعضلة، دون ان يقتنع بنظرية التضخم الكوني. فقد افترض الفيزيائيون وفق هذه النظرية ان النظام قد تشكّل استناداً إلى التوسع خلال الاطوار المبكرة جداً للكون. لكن برأي بنروز انه اذا كانت البداية هي الفوضى العارمة والعشوائية فانه سيظل الوضع فوضى بالكامل، بل تزداد كلما زاد الاتساع وفقاً للانتروبيا والقانون الثاني للثرموداينميك. وبالتالي فانها لا تفسر لنا سبب النظام الدقيق للكون عند توسعه. فهذه هي الثغرة كما رآها هذا الرياضي البريطاني، واستنتج بأنه بحسب الانتروبيا ينبغي ان يكون الكون قد بدأ بنظام أدق ما يكون، ومع الوقت أخذ يتناقص هذا النظام وفقاً لها، أي انه بدأ بقصور حراري ضئيل للغاية². وبلا شك ان هذه الفكرة تخالف نظرية التطور الكوني والدارويني.

ولعلاج هذا التناقض احتمل البعض بأن الحل جاء من (سمات الجاذبية الخاصة). فمن المستحيل فيزيائياً عزل أي شيء عن الجاذبية، فيما ان القانون الثاني ينطبق على النظم المنعزلة أو المغلقة. كما رأى بعض آخر أن باستطاعة التوسع الكوني ان يخلق نظاماً لم يكن موجوداً من قبل. اذ كان الكون حاراً جداً، ثم بتوسعه أخذ الكون بالابتعاد، وهذا الاختلاف الحراري هو مصدر نمونجي للطاقة المفيدة. فمثلاً من خلال الابتعاد والتوسع تكونت نواة الهيدروجين ومن بعدها العناصر الخفيفة ثم الثقيلة³.

¹: اسطورة المادة، ص108 و109.

²: روجر بنروز: فيزياء العقل البشري والعالم من منظورين، ص63 و12-13.

³: الله والفيزياء الحديثة، ص66-68.

وعلى العموم لجأ الكثير من الفيزيائيين إلى اعتبار الكون لم يكن مغلقاً تمام الاغلاق، الأمر الذي أتاح الفرصة لحلول النظام بدل الفوضى العارمة. مع ان مقالاتهم تؤكد بأن الكون كان مغلقاً على الأقل قبل ان يتولد الفضاء، وان هناك معجزة نظامية حدثت بفعل التوسع مباشرة، كما تتعلق بقيمة اوميگا.

وسبق ان عرفنا انه بحسب نموذج التضخم (Inflation model) المعول عليه حالياً هناك دقة في الكثافة الحرجة، وهي المقدار المتعلق بسرعة الانتفاخ والتمدد، حيث لا بد ان تكون هذه السرعة بين حدين دقيقين للغاية، طوية خلفها مراحل كثيرة دفعة واحدة؛ بلا مجال للعشوائية والانحراف، أحدهما لصالح الكون المغلق، والآخر لصالح الكون المنفرج المفتوح، وهو الحد المعبر عنه بقيمة اوميگا، حيث تم ضبطها بدقة ضمن اللحظات الأولى من عمر الكون، منذ زمن بلانك وحتى الثانية الأولى، فقيمتها عند هذا الزمن تساوي جزءاً من (10^{60}) . وتعتبر هذه الدقة العظيمة مذهلة بما يفوق التصور والخيال¹.

ولو أردنا ان نكشف عن حجم الاعجاز الحاصل في هذه اللحظة الحاسمة؛ فلنعلم ان عدد ذرات الكون كله تقدر بأقل من هذا الرقم المذهل. وكتشبيه لحال الاعجاز، لو كانت السرعات الممكنة للكون بعدد ذرات الكون، وان كل ذرة مرقمة برقم محدد، بحيث يبلغ مجموع الارقام ذلك العدد المذهل، فإن على الكون ان يتخذ سرعة واحدة من هذا المجموع الضخم، وهذه السرعة هي بمثابة ذرة مخصوصة غير قابلة للتعيين وسط القدر الهائل من الذرات. لذلك لو اننا أطلقنا رصاصة من مسدس جسيمي نحو واحدة ما من هذه الذرات، لكانت قيمة احتمال ان تكون الذرة المستهدفة هي المطلوبة تساوي واحداً من مجموع ذرات الكون كله. وهو أمر في غاية الاستحالة. وكذا هو حال ما تم افتراضه من سرعة اعجازية مذهلة أدت بالكون إلى ان يمر بين حافتي التمزق والانسحاق العظيمين بسلام.

هذا فيما لو افترضنا نظرية الانفجار العظيم، أما لو التزمنا باطروحة الفضاء اللامتناهي فسيحقق الانفتاح التام، ومن ثم القابلية على التأثير الخارجي وبعد ذلك صنع النظام عبر التفاعل المستمر بين الجسيمات الأولية ذات الحركة الدائبة. أي

¹: لاحظ القسم الأول.

انه من حيث التحليل يعتمد التناظر والانكسار على ما عليه حالة البدء الكوني، فاذا كان الكون بارداً للغاية فيفترض ان يكون التناظر ملازماً له، ومن ثم يظهر بعد ذلك الانكسار عبر الاحترار ضمن حدود، والعكس صحيح فيما لو كان البدء يعبر عن الحرارة الضخمة، حيث ان انخفاضها هو ما يفضي إلى الانكسار ضمن حدود، وهي الفرضية التي اعتبرت أساس تخلق القوانين الكونية والتأثيرات السببية وغنى الحياة. وذلك على خلاف ما تفترضه نظرية الانكماش من ان كسر التناظر لم يحصل بفعل التحول من الحار إلى البارد، بل العكس هو الصحيح، أي ان التحول في الانكسار قد جرى من البارد إلى الحار.

لكن مع كل ما سبق ينبغي تحليل حالة الأطر المغلقة والمفتوحة. فما ينص عليه القانون الثاني هو افتراض ان يكون هناك نظام سابق، ولا ينطبق على الأطر التي تنفجر إلى هذا النظام سلفاً، سواء كان مغلقاً أو مفتوحاً. فليس كل اطار مغلق يفضي إلى العشوائية والانتروبية، كما ليس كل اطار مفتوح يفضي إلى التنظيم. فهناك نسبة تعتمد فيها على طبيعة الأشياء التي تتعرض إلى العشوائية أو النظام.

بمعنى ان من الصحيح تماماً ان يخضع النظام المغلق لمبدأ الانتروبية وارتفاع العشوائية باضطراد مع الزمن، دون ان يتحول تلقائياً إلى النظام أو مزيد منه. كما من الصحيح أيضاً ان النظام المفتوح قد يتعرض إلى ما يساعد على بقاءه أو زيادة التنظيم، وان كان ذلك ليس بالضرورة دائماً، والا لما شهدنا تعرض الكائنات الحية إلى الفناء رغم انها تعيش ضمن النظام المفتوح.

أما لو افترضنا انه لا يوجد نظام سابق لدى الأطر المغلقة والمفتوحة، بمعنى ان هناك عشوائية سائدة، ففي هذه الحالة قد تحصل أحياناً حالات من التنظيم بشكل أعظم لدى الأطر المغلقة مقارنة بالمفتوحة، وأبرز مثال عليها هو فيما لو عزلنا كمية من الذرات ضمن صندوق مغلق، فمن المتوقع ان تحصل حالات من التجمع الجزيئي داخل الحركة العشوائية للذرات، وهي حالة من التنظيم البسيط مقارنة بالذرات المفردة. في حين لو ان هذه الكمية من الذرات قد تسربت إلى الفضاء الخارجي المفتوح فإنها سوف تتباعد وتتناثر دون ان تشكل نظاماً مهماً كان بسيطاً. لذلك يحرص أصحاب التجارب العلمية على عزل الظواهر الطبيعية - نسبياً - لاكتشاف ما تسفر عنه من هياكل

منظمة من دون عوائق المؤثرات الخارجية التي قد تعمل على افساد النظام واضطرابه، كما في المختبرات الكيميائية وغيرها.

الفصل العاشر: أصل الجسيمات وتوحيدها

للطبيعة بساطة جوهرية، وذلك سرُّ
جمالها الرائع...

ريتشارد فاينمان Richard Feynman
(1918-1988)، فيزيائي

إن من أبرز المشاكل التي يواجهها
الفيزيائيون النظريون اليوم هي رد
الجسيمات إلى أصول موحدة. فقد

اصيبوا بالذعر عندما تم اكتشاف المزيد منها حتى بلغ عددها المئات، بعد ان
ظنوا بأنها لا تتجاوز أصابع اليد الواحدة، وعليه جرى تقسيمها إلى أصناف
مختلفة.

ومع ذلك واجهوا العديد من المشاكل المتعلقة بكيفية اختزال هذا العدد
الضخم، واعتمدوا في تقسيمهم الأساسي لها على الكتلة وطبيعة لفها المغزلي
(السين spin)، فصنفوها إلى مادية وحاملات الطاقة أو طاقوية، وسموا الأولى
الفرميونات نسبة إلى الايطالي إنريكو فيرمي (Enrico Fermi) الذي وصف
هو وديراك على انفراد احصاءاً لتوزيع الجسيمات على مستويات الطاقة
المختلفة؛ ضمن النظم التي تخضع لمبدأ باولي في عدم الاستبعاد. وتسمى
الظاهرة احصائيات فيرمي - ديراك (Fermi-Dirac statistics). اما الثانية
(الطاقوية) فهي البوزونات كما سماها ديراك - فيما بعد - نسبة إلى الهندي
ساتيندرا ناث بوز (Satyendra Nath Bose) الذي تنبأ مع اينشتاين منتصف
عشرينات القرن الماضي بتكاثف بعض أنواع ذرات الغاز ضمن حالة كمومية
واحدة عند انخفاض درجة الحرارة إلى ما يقرب الصفر المطلق. ولم يحظ هذا
التنبؤ بالنجاح المؤزر بالتجربة إلا في منتصف تسعينات القرن الماضي
(1995)، أي بعد فوات سبعين سنة كاملة. وتعرف الظاهرة بتكاثف بوز -
اينشتاين (Bose-Einstein Condensate).

وتنقسم الفرميونات إلى خفيفة هي اللبتونات مثل الالكترونات، وثقيلة هي
الباريونات مثل البروتونات والنيوترونات، والتي تتألف من الكواركات.. لكن
الفيزيائيين واجهوا عدداً من المشاكل في رد هذه الجسيمات بعضها إلى البعض
الأخر.

فمن جانب انهم واجهوا مشكلة تتعلق بتوحيد الفرميونات.. فما العلاقة التي

ترتبط الالكترونات – والنيتريونات التابعة لها - وهي من اللبتونات بالكواركات وهي من الباريونات؟ وهي مشكلة لم تحل لحد الآن.

وواجهوا مشكلة ثانية تتعلق بتوحيد البوزونات ذاتها.. فما العلاقة التي تربط الفوتونات بالكليونات مثلاً؟

كما واجهوا مشكلة ثالثة في توحيد العلاقة التي تربط البوزونات بالفرميونات. فللبوزونات لف مغزلي يختلف عن اللف المغزلي للفرميونات. فالاخيرة يساوي سببها نصف عدد فردي: (2\1 أو 3\2 أو 2\5...)، فيما يساوي سببها الأولى عدداً صحيحاً: (صفر أو واحد أو اثنين...). ولحد الآن لم يتم لهم توحيد ذلك أو رد بعضها إلى البعض الآخر.

وواجهوا أيضاً مشكلة رابعة تتعلق بالقوى الأساسية الأربعة للطبيعة.. فكيف يمكن توحيد هذه القوى؟ ولحد الآن لم يتم توحيد إلا قوتين بشكل دقيق هما الكهرومغناطيسية والقوة النووية الضعيفة.

يضاف إلى أنهم واجهوا مشكلة خامسة حول توحيد الجسيمات ككل.. فكيف يمكن رد الكثرة الكبيرة للجسيمات إلى عدد بسيط؟ أو ما هو التفسير المشترك لها جميعاً؟ وكيف يمكن تفسير اختلاف الكتل فيما بينها؟

لنبدأ بالمشكلة الأخيرة التي هي أهم المشاكل وأولها ظهوراً كما واجهها الفيزيائيون، إذ فوجئوا عندما اكتشفوا ان أعدادها في تزايد غير منقطع.. فهناك أسئلة ميتافيزيائية حول الغاية من وجود هذه الكثرة. فلماذا يوجد هذا العدد الكبير منها فيما يبدو ان غالبية الأشياء في العالم لا تحتاج سوى عدد قليل منها، هي: الالكترونات والكواركات العليا والسفلى؟ ولماذا تمتلك كتلاً مختلفة؟ فهل حدث ذلك بالصدفة أم باختيار قصدي؟.

وتبدأ قصة اكتشاف المزيد من الجسيمات منذ ثلاثينات القرن الماضي، فالمعروف منها في ذلك الوقت ثلاثة، هي: الالكترون والبروتون والنيترون، مع قوتين هما الثقالة والكهرومغناطيسية، اضافة إلى اكتشاف قوتين نوويتين بعد اكتشاف النيترونات بوقت قصير (عام 1932)، احدهما القوة النووية الضعيفة المسؤولة عن الاضمحلال الإشعاعي كما في تحول النيترون إلى بروتون، والثانية القوة النووية الشديدة التي اطلقت على القوة الجامعة داخل النواة، ولم تكن هاتان القوتان معروفتين جيداً آنذاك، حتى ان اينشتاين لم يكن يعرف عنهما إلا القليل، رغم انه كان مهتماً بتوحيد علاقات الطبيعة وقوانينها. وفي نهاية الثلاثينات تم اكتشاف جسيمة أخرى هي الميون (muon)، وهي

مثل الالكترن لكنها أثقل منه (200 مرة). ويُنقل بهذا الصدد ان الفيزيائي اسحاق رابي تعجب عندما سمع بوجود هذه الجسيمة الاضافية، حتى اشتهر عنه قوله: من أمر بها؟! واليوم تبين ان للميونات أهمية في التغيير الجيني¹. وبعد هذه الجسيمات اكتشف النيترينو في (عام 1953) وتم رصده في منتصف الخمسينات (عام 1956) على يد كل من راينز وكلايد كوان بادلة تجريبية حاسمة²، وذلك بعد أن تنبأ فولفنج باولي (Wolfgang Pauli) بوجوده بداية الثلاثينات (عام 1932) طبقاً لمبدأ حفظ الطاقة. فقد أراد تفسير الفقدان الغريب للطاقة في تفاعلات التحلل الاشعاعي، لذا خمن ان الطاقة المفقودة يحملها جسيم جديد. وبعد حوالي (20 سنة) تم اكتشافه. فقد لوحظ ان هناك فارقاً بين النوى المنتجة عن النوى الأصلية خلال النشاط الاشعاعي، وهو ما دفع باولي لافتراض فكرة هذا الجسيم الذي يصاحب الالكترن كمخرج يائس من المعضلة التي خلقها اصدار الكترن وحيد في حالة تفكك بيتا. وفي (عام 1933) أطلق فيرمي على هذا الجسيم مصطلح النيترينو³، ويعني في الايطالية بالنيترن الصغير فهو عديم الشحنة مثله، ولا يخضع إلا للقوة الضعيفة والثقالة⁴.

ثم جاء دور الكواركات.. ففي بداية الستينات تم التنبؤ بها، وكانت مسألة خلافية طيلة السنوات التي تلت افتراضها لصعوبة تقبل وجودها، ومن ثم أُكتشفت أواخر الستينات على يد موراي جيلمان (Murray Gell-Mann) الحائز على جائزة نوبل (عام 1969) لاكتشافاته المتعلقة بتصنيف الجسيمات الأولية وتفاعلاتها، وشوهدت البنى الكواركية لأول مرة في البروتون بداية السبعينات. وقد افترض ان لها شحنات كسرية هي (1\3) أو (2\3) من شحنة الالكترن؛ طبقاً لجعل البروتون موجباً والنيترن متعادلاً، وذلك خلاف المتوقع بأن للكتلة الكبرى الشحنة الكبرى، حيث تساهم الشحنة نفسها في الكتلة، لكن لوحظ في الكواركات غير ذلك⁵.

¹: بول ديفيز: الاقتراب من الله، ص238.

²: ما بعد اينشتاين، ص84 و85. وقصة الفيزياء، ص321-322.

³: قصة الفيزياء، ص321-322.

⁴: الأوتار الفائقة: نظرية كل شيء، إعداد بول ديفيس وجوليان براون، ترجمة أدهم السمّان، دار طلاس، دمشق، الطبعة الثانية، 1997م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

⁵: انظر حول ما سبق عرضه حول الكواركات المصادر التالية: التصميم العظيم، ص65. والتناظر والكون الجميل، ص465. وأحلام الفيزيائيين، ص36. وقصة الفيزياء، ص346 و347.



موراي جيلمان (1929-2019)، فيزيائي نظري وحائز على جائزة نوبل عام 1969 م.

وقد لاحظ الفيزيائيون ان الكواركات تحمل أعداداً كبيرة، فهي على ستة أنواع، في ثلاثة نكهات وبالتالي فمجموعها هو (18 نوع)، لكن النظرية ال أحدث تقول ان كل ثلاثة تندرج بنكهة واحدة، وبالتالي فإن هذه الستة تكون على نوعين فقط¹. هذا بالإضافة إلى وجود (8 غليونات)، وهي جسيمات ما زالت مفترضة وتتصف بأنها صمغية وعديمة الكتلة؛ وظيفتها ربط الكواركات مع بعضها البعض لتشكيل الميزونات والباريونات، وتتوسط التفاعلات القوية، وان التفاعل فيما بينها وبين الكواركات هو من القوة بحيث يصبح التمييز بينهما غير واضح².

وتعد الكواركات واللبتونات الأساس الذي تتكون منه المادة، وتقدر الأساسية منها بعدد كبير يصل إلى (48 جسيم)، وهي جسيمات نقطية غير ذات بنى داخلية³. وكمقارنة بين هذين النوعين، لا توجد الكواركات منفردة، بل موحدة في مجموعات خلافاً للبتونات، وتمتاز الأخيرة بأنها تشعر بالقوى الضعيفة وتخضع لها دون أن تشعر بالقوة النووية الشديدة، فيما تشعر الكواركات بالقوى الشديدة وتنقاد لها، كما تؤثر عليها القوة الضعيفة، وان اللبتونات ليس فيها كسور شحنة كهربائية، بينما تمتلك الكواركات هذه الكسور، حيث تتراوح شحنتها بين الثلث والثلثي وحدة، ويطلق عليها اللون في ثلاثة أنواع: أحمر وأزرق وأخضر، وتعتبر هذه التسميات اعتبارية دون ان

¹: سام تريمان: من الذرة إلى الكوارك، ترجمة أحمد فؤاد باشا، سلسلة علم المعرفة (327)، الكويت، 2006م، ضمن الفصل الثامن، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

²: الأوتار الفائقة، مصدر سابق، ص29-32. وفريتجوف كابرا: الطاوية والفيزياء الحديثة، ترجمة حنا عبود، دار طلاس، دمشق، الطبعة الأولى، 1999م، ص286-287، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

³: الله والفيزياء الحديثة، ص183.

يكون لها علاقة بالألوان.

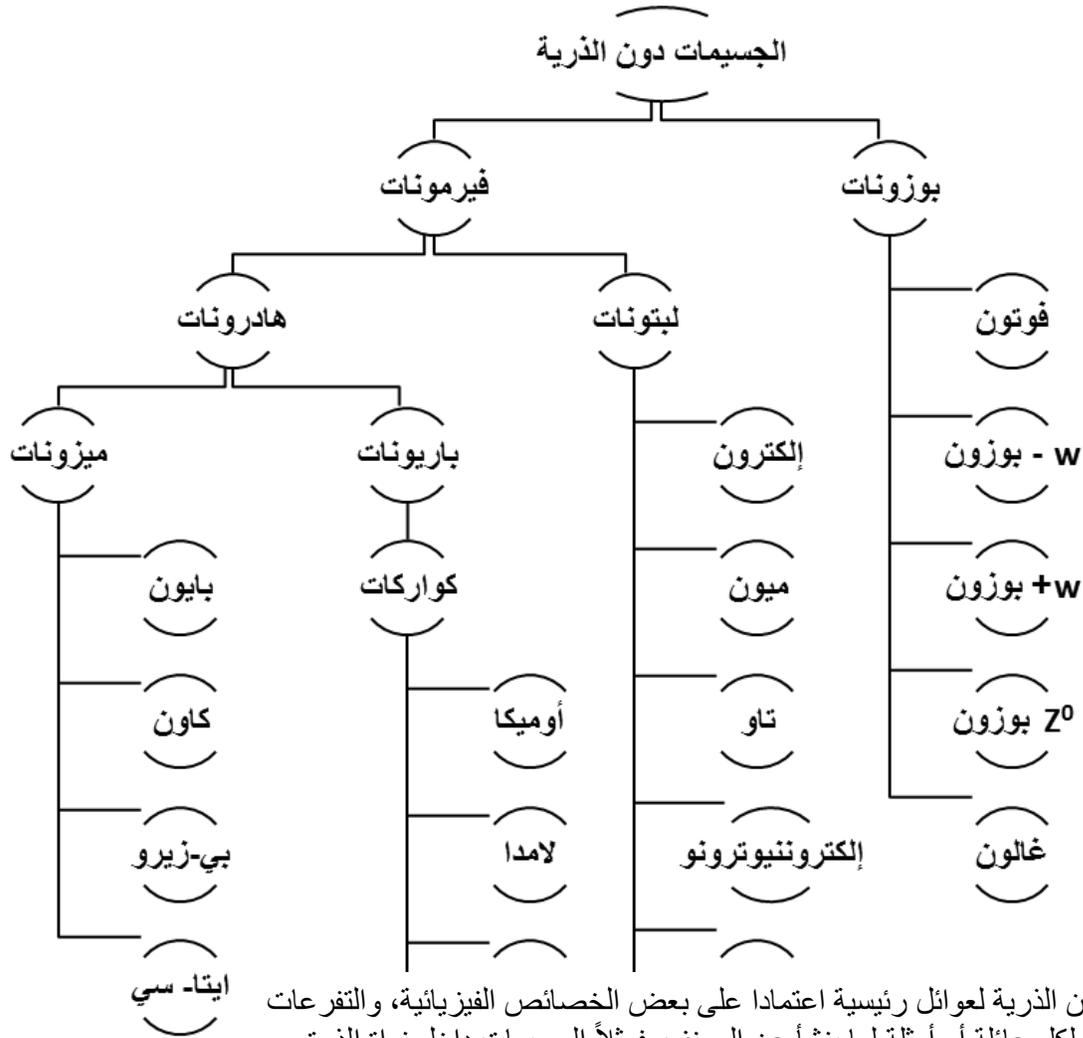
لقد ازداد اكتشاف المزيد من الجسيمات مع مرور الزمن، فتجاوزت المائتي جسيم، وتم تضمين توصيف كل منها فبلغت صفحاتها (304 صفحة)، وذلك بحسب النشرة التي صدرت عام 1984¹. وأغلب هذه الجسيمات غير مستقرة، فما أن تظهر حتى تختفي في جزء ضئيل جداً من الثانية. وما زال اكتشاف الجسيمات الجديدة قائماً، بالإضافة إلى افتراض الكثير منها لدى النظريات الفيزيائية التي لم يتم اكتشافها بعد.

وربما تكون هذه الكثرة المفترضة هي نتاج ميل الفيزيائيين لاقتراح الجسيمات الجديدة لأدنى دليل، كالذي نصَّ عليه ديراك في كتابه (اتجاهات الفيزياء)، وهو قوله: «الناس ميالون جداً لاقتراح جسيمة جديدة بأقل دليل على ذلك، سواء كان نظرياً أو تجريبياً»². كما رأى ديفيد بوم ان هناك أوهاماً تتعلق بتعدد الجسيمات، وقدّم مثلاً على هذه الأوهام مستمداً من حوض السمكة الذي يصور من جانبيين أفقي وعمودي، فيظهر الفم وكأن هناك سمكتين لا واحدة، أي في بعدين مختلفين لكل منهما ثلاثة أبعاد. وعلى رأي بوم ان هذا هو حال الجسيمات عندما نتوهم بتعددتها³.

¹: ما بعد اينشتاين، ص 92-93.

²: البحث عن قطة شرودنجر، ص 147.

³: الكون المرأة، ص 75-88.



تصنّف الجسيمات دون الذرية لعوائل رئيسية اعتماداً على بعض الخصائص الفيزيائية، والتفرعات الجانبية هي أمثلة لكل عائلة أو أمثلة لما ينشأ عن الصنف. فمثلاً الجسيمات داخل نواة الذرة هادرونات، الجسيمات خارج نواة الذرة لبتونات، بالإضافة لجسيمات حاملة للقوة...الخ.

قبول الجسيمات

الجديدة المفترضة التي يستدل على وجودها من الصور الاحصائية للبيانات التي تخص تشتت الجسيمات الأخرى، إلا ان فكرة ارجاع الواقع إلى جسيم غير قابل للملاحظة من حيث المبدأ هو أمر صعب على العديد من الفيزيائيين¹، ومثال على ذلك التنبؤ بوجود الكواركات، كالذي سبقت الإشارة إليه..

¹: التصميم العظيم، ص65.

ومن وجهة نظر أصحاب نظرية الأوتار الفائقة انه يمكن حل مشكلة كثرة الكواركات بافتراض عنصر وحيد مكون هو الوتر كلبنة أساسية للمادة ويملك التناظرات. كما وجد جيلمان ان عمليات توحيد بسيطة لثلاثة كواركات تفسر بشكل معجز مئات الجسيمات المكتشفة في المختبرات، بل وتنبأ بجسيمات أخرى¹.

ويلاحظ انه رغم الاختلاف بين الكواركات واللبتونات فانه توجد تماثلات رياضية أعمق تربطهما بمستويين آخرين ضمن جدول ما يعرف بعناصر النموذج القياسي أو المعياري (Standard Model). وقد تم طرح هذه العوائل وفق نظريات التوحيد العظمى (GUT). والمقصود بالنموذج القياسي هو البحث المتعلق بالعوائل الثلاث لجسيمات المادة ونظرية القوى الثلاث دون الثقالة لعدم خضوعها لاعتبارات الكوانتم. اذ تشكل الكواركات واللبتونات إلى جانب القوى الشديدة والضعيفة والكهرومغناطيسية جوهر النموذج القياسي. وفيه ان لكل جسيم ثلاث صور تحمل الشحنة نفسها، لكن كل جيل يكون أثقل وزناً من الجيل التالي له. بمعنى ان هناك أربعة جسيمات أساسية ضمن المستوى الأول، ثم يليها مستوى ثان فثالث، ويعبر المستوى الثاني والثالث عن استنساخ للمستوى الأول سوى انهما أثقل منه على التوالي². فمثلاً للالكترتون ثلاثة أنواع، فالميون يشبه الالكترتون جداً لكنه أثقل منه قليلاً. وكذا الحال مع التاو (tau)، وهو أثقل من الميون. وبذلك يكون مجموع الجسيمات عبارة عن (12 جسيم) في ثلاث عوائل أو مستويات، دون ان يُعرف لماذا كانت ثلاث عوائل أو عائلتين اضافيتين للعائلة الأصلية. الأمر الذي جعل الكثير من الفيزيائيين يشكون في بساطة الطبيعة، خاصة وان العائلة الأولى تعتبر مستقرة وكافية لصنع عالمنا المادي. فهل ان الطبيعة مسرفة، أم ان فهمنا ما زال قاصراً عن ادراك ما تحمله من أسرار ومفاجئات؟

¹: ما بعد اينشتاين، ص96.

²: الطرق على أبواب السماء، ص141 و277. والله والفيزياء الحديثة، ص183-184.

ثلاثة أجيال من المادة (الفرميونات)

	I	II	III		
الكواركات	$\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ u العلوي	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ c الساحر	$\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ t القمي	0 0 1 g غلوون	$\approx 125.09 \text{ GeV}/c^2$ 0 0 H هيغز
	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ d السفلي	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ s الغريب	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ b القفري	0 0 1 γ فوتون	
	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$ e إلكترون	$\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$ μ ميون	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ -1 $1/2$ τ تاو	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$ 0 1 Z بوزونات ضعيفة	
اللبتونات	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_e نيوترينو إلكتروني	$< 1.7 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_μ نيوترينو ميون	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_τ نيوترينو تاو	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ ± 1 1 W بوزونات ضعيفة	البوزونات البصرية

النموذج القياسي (المعياري) للجسيمات الأولية

وبحسب نظرية الأوتار الفائقة فإن اختلاف هذه العوائل الثلاث ناتج عن اهتزازات مختلفة للوتر. كما من وجهة نظر بعض أصحاب هذه النظرية فإن للجسيمات هندسة طوبولوجية، فمثلاً ان الأنواع الالكترونية الثلاثة تتعلق بثقوب مختلفة؛ كالذي يحدث عند لف جريدة كتعبير عن الهندسة الطوبولوجية المقترحة¹.

علماً بأنه تم تقسيم هذه الجسيمات إلى العوائل الثلاث بشكل متنسق عند اكتشاف البيونات والميونات. وكانت السبينات والكتل هي أولى الخواص المستخدمة في تقسيم الفئات². وكلها تمتلك من اللف المغزلي ما يقدر بنصف سبين. ويساوي السبين حاصل قسمة ثابت بلانك (h) على ضعف ثابت باي (2π) أو (2π)، أي ضعف نسبة محيط الدائرة إلى قطرها. ولو حظ ان هناك غرابة في اللف لدى الفرميونات، فهي أن أي جزء من أجزاء الجسم أو أي قطب منه لا يعود إلى مكانه في الدوران عند درجة (360)، بل عند ضعف

¹: الأوتار الفائقة: نظرية كل شيء، حوار مع جون إيليس، ص 145-146.

²: قصة الفيزياء، ص 333-334.

هذه الدرجة، أي عند دورتين، حيث يعود إلى ذات المكان¹.
 ما زال الفيزيائيون يعتقدون ان النموذج القياسي هو أفضل نموذج معمول به حتى الآن، وذلك لكثرة تفوقه في تفسير ظواهر كثيرة مع تكلفه بالنجاح في التنبؤ بالعديد من الجسيمات، ومنها انتصاره الكبير في اكتشاف ما تنبأ به من جسيمات بوزونات (Z و W) للقوة النووية الضعيفة، وكان آخرها اكتشاف بوزون هيجز Higgs boson (عام 2012) كحلقة مفقودة ضمن النموذج، وهو البوزون المعمول عليه في تفسير خلق الكتل المادية وتفاوتها عند انكسار التناظرات بداية نشأة الكون، والذي تم وصفه بالجسيمة الالهية (God particle).



بيتر هيغز (1929 -)، فلكي بريطاني وفيزيائي جسيمات أولية، نال جائزة نوبل 2012 م في الفيزياء.

ويعود التنبؤ بهذه الجسيمة إلى بيتر هيجز Peter Higgs (عام 1964). ففي ذلك الوقت ساد غموض حول نشأة كتل هذه الجسيمات والاختلاف فيما بينها خلال المراحل الأولى من عمر الكون، فظهرت على أثر ذلك ست اطروحات متقاربة، منها اطروحة هذا الفيزيائي. وبحسبه ان جميع الجسيمات بدأت عديمة الكتلة لغياب ما سمي بمجال هيجز (Higgs field)، لذلك كانت حركاتها بسرعة الضوء، لكن حيث ان الكون بدأ يمتلئ بهذا المجال الأثيري الجديد بما لا يخطر على بال؛ لذا فقد تفاعل مع الجسيمات ليمنحها الكتل المختلفة، وهذا ما جعلها تتباطؤ في حركاتها، ولولاه لظلت هذه الحركات لا تقل عن سرعة الضوء مع استحالة ان تتوفر فرصة ممكنة لصنع الكون. في حين بقي الفوتون محافظاً على كتلته الصفرية لعدم تفاعله مع ذلك المجال في جميع أنحاء الكون،

¹: الجائزة الكونية الكبرى، ص150.

وهو ما جعل سرعته بالشكل الذي نراه¹.
هكذا فإن من دون مجال هيجز لا يمكن التنبؤ بكتل الجسيمات، حيث ان مقدار الكتلة يعتمد على طبيعة الجسيم المفرد وقوة التأثير الذي يحس به من هذا المجال الذي يعمل ضمن درجة حرارة تقدر بـ (10¹⁷) فما دون. اما فوق ذلك فلا يظهر له مفعول، حيث انه يمثل حالة الفراغ ذات الطاقة الأقل².

لقد تم افتراض ان يكون لهذا المجال جسيم يصاحبه مثل كل المجالات، وقد كان هيجز يتوقع ان يكون له بوزون ذو كتلة ضخمة تعادل حوالي (1000 مرة) من كتلة ذرة الهيدروجين. لكن هناك من رجح ان تكون هذه الكتلة أخف من ذلك، وتصل إلى (150 مرة) من كتلة هذه الذرة³. في حين رأت الفيزيائية الامريكية ليزا راندل (Lisa Randall) انه من المتوقع ان يكون هذا البوزون خفيفاً وفقاً لأدلة البيانات التجريبية وغيرها⁴. وبعد اكتشافه تم تقدير كتلته بحوالي (126 GeV)، أي: 126 مليار فولت الكترون⁵.

هذا هو بوزون هيجز الذي يختلف عن بقية الجسيمات في افتقاره للزمكان المغزلي، فلا يمين ولا شمال. وهو بذلك قد سد الفراغ الذي عانى منه النموذج القياسي في تفسير كتل الجسيمات. مع ذلك فقد واجه هذا النموذج مشاكل كثيرة، وثبت انه يعاني من ثغرات عديدة رغم كثرة النجاحات التي حققها. فبداية ان من بين ما حير العلماء ضمن هذا النموذج تفاوت الكتل بعد كسر التناظر التلقائي الناشئ بفعل مجال هيجز، حيث تقاس الكتلة بقيمة توقع فراغ هيجز (Higgs vacuum)، فمن كتلة الالكترون الضئيلة إلى كتلة اللبتون تاو (tau lepton) الأكبر كثيراً، ومن كتلتي الكوارك العلوي والسفلي الصغيرتين إلى كتلة كوارك القمة الهائلة⁶، بالإضافة إلى ان هذا النموذج قد تنبأ بانعدام الكتلة لدى النيتريو، لكن تذبذباته كما بينت الأرصاد المتعلقة به دلت على انه يمتلك شيئاً من الكتلة رغم ضآلتها.

¹: ليزا راندل: الطرق على أبواب السماء، ص143.

²: العدم، ص121.

³: المصدر السابق، ص121-122.

⁴: الطرق على أبواب السماء، ص343.

⁵: <https://www.seeker.com/particle-consistent-with-higgs-boson-discovered-1765850457.html>

⁶: من الذرة إلى الكوارك، ضمن الفصل الثامن.

وفي جميع الأحوال كيف يمكن تفسير علة هذه الاختلافات الكبيرة؟ وهو السؤال الذي دأب الفيزيائيون على طرحه. وقد عُرفت هذه المعضلة بمشكلة التسلسل الهرمي (The Hierarchy Problem). وهي من المشاكل التي لم يتم الجواب عنها في فيزياء الجسيمات حتى يومنا هذا. ومن آثار هذه المشكلة التفاوت الهائل بين قوى الطبيعة، ومنها التفاوت بين القوة النووية الضعيفة والجاذبية، فلماذا هذا التفاوت بحيث تكون القوة الضعيفة أقوى من الجاذبية بمقدار $(10^{42}$ مرة)¹؟ وغالباً ما تُذكر مشكلة التسلسل الهرمي بما لها علاقة بمجال هيجز، وي طرح السؤال الذي لم يخضع للإجابة: لماذا تكون قيمة توقع فراغ هيجز أصغر بكثير جداً من قوى الطبيعة؟ فالجاذبية رغم ضعفها الشديد مقارنة بسائر القوى الطبيعية تصبح قوية قياساً بهذا الفراغ. وقد اعتبرت هذه المشكلة بأنها واحدة من أعمق الأسئلة في فيزياء الجسيمات، فأى حل من الحلول المطروحة يصبح متوافقاً في الغالب مع رؤية مختلفة للكون. حتى قال الفيزيائي رافاييل تيتو ديانولو Raffaele Tito D'Agnoło من جامعة برينستون (Princeton): «إن تحديد الإجابة الصحيحة لن يحل لغزاً مفاهيمياً فحسب، بل سيغير الطريقة التي نفكر بها في فيزياء الجسيمات»².

أيضاً ان هذا النموذج لم يفسر حالة خرق الشحنة السوية، بانتصار المادة على مضادتها بداية نشأة الكون، ومثل ذلك ان حساباته تتعد كثيراً عن المقدّر من الثابت الكوني والمادة والطاقة المظلمتين. هذا بالإضافة إلى عدم تمكنه من ضم الجاذبية ضمن عوائله، وهي نقطة ضعفه الرئيسية، خاصة وانه لا يتفق مع المبنى الرياضي للنسبية العامة لدى الحالات الاستثنائية الحاصلة في الثقوب السوداء وفي حالة الانفجار العظيم.

كذلك رغم اعتقاد الفيزيائيين بأن جسيمات هذا النموذج وقواه – بالإضافة إلى الجاذبية - هي كل ما يحتاجه الفيزيائي لتفسير جميع الظواهر الطبيعية في الكون، إلا انه ثبت ان ذلك غير كاف في تفسير كل ما تم رصده في الظروف الاستثنائية للعمليات ذات الطاقة العالية الجارية في معجلات الجسيمات، وهو ما أدهش الفيزيائيين. وأكثر منه ثبت ان بعض الجسيمات المكتشفة حديثاً لا تستجيب لقوانين هذا النموذج. فقبل سنوات قليلة ظهرت دراسات حديثة تبدي

¹: https://en.wikipedia.org/wiki/Hierarchy_problem

²Lisa Zyga, Multiple copies of the Standard Model could solve the hierarchy problem (January 4, 2017). Look:

<https://phys.org/news/2017-01-multiple-standard-hierarchy-problem.html>

ان هناك بوادر لجسيمات من اللبتونات لا تخضع لهذه القوانين، وذلك ضمن بعض التجارب التي اقيمت (عام 2011) لدى مصادم الهادرونات الكبير Large Hadron Collider الخاص بالمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN)¹.

لكن رغم كل هذه الثغرات والمشاكل يظل هذا النموذج هو أفضل ما تم التوصل إليه حتى يومنا هذا، وهناك محاولات لتخطيه عبر البحث عن نماذج أفضل منه.. وحتى ذلك الحين يبقى الأمل مفتوحاً..

عموماً لو عدنا إلى جسيمات هذا النموذج والقوى التي تضمنها وأضفنا إليها الجاذبية، فستصبح لدينا أربع قوى للتفاعلات؛ هي الكهرومغناطيسية والنوية الشديدة والضعيفة فضلاً عن الجاذبية، مع أربعة جسيمات أساسية للمادة؛ هي الكواركات العلوية والسفلية حيث تكون موحدة ثلاثياً، والالكترونات والنيترينوات التابعة لها، وتتطلق الأخيرة في الكون دون القيام بأي دور في البناء الضخم للمادة. فهذه هي الجسيمات التي يمكنها وصف عالمنا الفيزيائي. أما غيرها فليس لها ذلك الأثر في الكون، ولو انها غير موجودة لكان أثر ذلك على تغير الكون ضئيلاً جداً.

ويعتبر الفوتون وفق هذا النموذج أصغر مكونات المجال الكهرومغناطيسي، وان مجالات القوى النووية الشديدة والضعيفة لها أيضاً مكونات أصغر. فأصغر حزم القوة النووية الشديدة هي الكليونات (المفترضة)، أما أصغر حزم القوة الضعيفة فهي البوزونات القياسية (W و Z). وتقوم الفوتونات والكليونات والبوزونات القياسية بتقديم الآلية المجهرية لنقل القوى التي تتكون منها².

وبذلك يتبين ان هناك جسيمات أولية عديمة البنى، فهي أساس سائر الجسيمات لعدم امكانية ردها إلى ما هو أبسط منها حتى يومنا هذا. وهي

¹: Evidence suggests subatomic particles could defy the standard model (2015). Look: <https://phys.org/news/2015-08-evidence-subatomic-particles-defy-standard.html>

²: الكون الانيق، ص146.

تختلف فيما بينها من حيث الكتلة والطاقة والشحنة واللف المغزلي (spin)، سواء على صعيد الفرميونات المادية أو البوزونات الطاقوية.

نظريات توحيد الجسيمات

رغم وجود جسيمات أساسية من دون بنى كما تبدو حالياً؛ فقد ظهرت تأويلات حولها تستند إلى نظرية الكوانتم. ومعلوم انه كانت هناك مدرستان حول منشأ الهادرونات الجسيمية كالبروتونات والنيوترونات، احدهما ترى وجود هادرون أولي أساسي هو الكوارك، فيما ترى الثانية ان الهادرونات هي بكثرة ما تتدّ عن امكان ارجاعها إلى هادرون أولي. وفي نهاية الخمسينات وبداية الستينات طوّر الفيزيائي الامريكي جيفري شيو (Geoffrey Chew) هذا المذهب واطلق عليه الديمقراطية النووية nuclear democracy theorem، حيث استمد هذه الموارد المعرفية من أنشطته السياسية الخاصة وابتعد عن النهج السائد في دراسة الجسيمات، فقدّم في بعض الموارد الجزئية تفسيراً جديداً لمخططات فاينمان، فدعا إلى ديمقراطية نووية من شأنها تعالج كل الجسيمات النووية على قدم المساواة¹، فعبر عن علاقات الجسيمات بالرقص القلق يمكننا الامساك بجسيم محدد، في حلقة غريبة لا نهائية، فليس آخر. وهو مذاق شمولي المادة. وبالتالي فهذه جسيمات أولية محددة، فكل البقية، أو ان كل واحد منها يحتوي على شيء ما من هوية الجسيمات



¹ :David Kaiser, Nuclear Democracy Political Engagement, Pedagogical Reform, and Particle Physics in Postwar America
<https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/34496>

الأخرى¹. وهو يذكر بالاطروحة العريضة لنظرية وحدة الوجود الصوفية.

جيفري شو

2019

وخلال هذه الفترة أو قبلها بقليل قام الفيزيائي الشهير فيرنر هايزنبرغ (Werner Heisenberg) ببحث هذا الموضوع في كتابه (الفيزياء والفلسفة) عام 1958، فأشار إلى ان الفيزيائيين حاولوا ايجاد قانون أساسي لحركة المادة لاستنباط جميع الجسيمات الأولية وخصائصها رياضياً، سواء أشارت المعادلة الرياضية إلى جسيمات مادية أو موجات من نوع معروف، مثل موجات البروتون والميزون، أو أشارت إلى موجات أو جسيمات ذات طابع مختلف أساساً لا علاقة لها بأي من الموجات المعروفة أو الجسيمات الأولية، حيث يمكن رد كل الجسيمات الأخرى إلى تلك الأولية. وقد اتبعت الفيزياء النظرية خلال العقدين الماضيين هذا النوع من البحث. وفي قبال هذه الرؤية هناك من رأى انه يمكن رد كل الجسيمات الأولية المختلفة إلى جوهر كلي نطلق عليه الطاقة أو المادة التي تتصير بأشكال مختلفة، فلا أحد منها يمكن ان يفضل على البقية كونه أكثر جوهرية، فهناك جوهر واحد أساس يتكون منه كل الواقع، كالذي يبحث عنه فلاسفة الإغريق القدماء، لا سيما ان ذلك يتطابق برأيه مع عقيدة انكسيماندر. واعتبر هايزنبرغ انه على قناعة من صحة وجهة النظر الأخيرة في الفيزياء الحديثة². وهو من سمى ثنائية (البروتون – النيترون) بالنكليون (nucleon)، بحجة انها وجهان لجسيم أساسي واحد، حيث كل منهما يتحول إلى الآخر ضمن ظروف معينة³.

¹: الله والفيزياء الحديثة، ص194 و64.

²: فيرنر هايزنبرغ: الفيزياء والفلسفة، مصدر سابق، ص65. كذلك: فيرنر هايزنبرغ: المشاكل الفلسفية للعلوم الطبيعية، ترجمة أحمد مستجير، مراجعة محمد عبد المقصود النادي، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة، 1393 هـ - 1973 م، ص108، عن المنتدى الإلكتروني ليبيا للجميع.

³: قصة الفيزياء، ص312.



فيرنر هايزنبرغ (1900-1976)

والحقيقة هي ان التداخل بين الجسيمات وتحول بعضها إلى البعض الآخر يوحي بأن هناك شيئاً مشتركاً فيما بينها هو ما يمكن ان يكون أساس وجودها وتجلياتها جميعاً. لكن من الممكن تصور هذا الشيء على أشكال مختلفة:

فقد يمثل الشيء المشترك وجود جسيم موحد يمثل الأصل في ظهور الاختلاف والتمايز بين الجسيمات. كما قد يكون أحد الجسيمات هو ما يمثل الأساس المشترك، بحيث يتصف بأقل طاقة وكتلة ممكنة ومنها تتألف البقية وان لم يظهر عليها ذلك. والمثال عليه علاقة الواحد بالعدد، فكل عدد مؤلف من وحدات، لكن الواحد لا يتألف من العدد. يضاف إلى انه قد يكون عبارة عن شيء منبسط على الجسيمات دون ان يمثل واحداً منها. ويأتي ذلك على معنيين، أحدهما سريان الشيء في صميم الجسيمات، بحيث يكون الجسيم مركباً من الشيء الخاص والشيء المشترك، وهو ما يبدو من عبارة الفيزيائيين. والمعنى الآخر هو ان ينبسط الشيء على الجسيمات من الخارج، بحيث يكون الجسيم بسيطاً ومستقلاً في حد ذاته.

ومن حيث التفصيل يمكن تصور خمس نظريات مختلفة حول أصل الجسيمات وعلاقتها ببعضها كالتالي:

1- تعترف النظرية الأولى بوجود عدد من الجسيمات الأساسية العديمة البنى، فلا يمكن ارجاع بعضها إلى البعض الآخر، وعليها تتأسس سائر الجسيمات المركبة. وتنسجم هذه النظرية مع الاعتقاد بكون الطبيعة غير بسيطة. لكن لو عولنا على هذه الفكرة لأصبح من الضروري ان تكون هناك مراجعة جذرية لقوانين الفيزياء المتعلقة بالكتلة والطاقة. فهي لا تتجح إلا ضمن حدود، اذ لا تنسجم مع بعض قوانين الفيزياء المناطة بعلاقة الكتلة مع الطاقة. حيث اذا كانت الجسيمات الأساسية العديمة البنى ذات كتل مختلفة؛ فمن الناحية النظرية كيف يمكن ان نفسّر تحول بعضها إلى البعض الآخر. وبالتالي فهي ليست صحيحة بالمعنى الذي تكشف عن طبيعة ما عليه قوانين الكون.

فالاخيرة من هذه الناحية تعبر عن صياغات ذهنية دون ان يكون لها واقع حقيقي، كالذي يراه أصحاب المذهب الاصطلاحي.

2- ترى النظرية الثانية ان للجسيمات وحدة جامعة غير متميزة وعديمة الكتلة ظهرت قبل زمن بلانك، أو اللحظة الزمنية الأولى من عمر الكون، ثم بعدها بدأ التمايز بين الجسيمات، وذلك تعويلاً على نظرية الانفجار العظيم التي افترضت ارتفاع درجة الحرارة إلى أقصى حد ممكن قبل تلك اللحظة الحاسمة، مما جعل الجسيمات موحدة، وعند انخفاض هذه الحرارة أخذت التمايزات تظهر بأشكال مختلفة، كالحال الحاصل في قوى الطبيعة عندما صوّرها الفيزيائيون بأنها كانت تمثل وحدة مشتركة خلال درجة بالغة السخونة، ثم تمايزت بالتدرج عند انخفاض هذه الحرارة كما سنعرف.. وإذا أخذنا بنظر الاعتبار انه لا توجد قوة طبيعية دون ان يرافقها جسيم، لذا فمن المتسق التنبؤ بوجود جسيم موحد مشترك مع القوة الموحدة الأولية قبل التمايز وانكسار التناظر. وهذا ما يميل إليه فيزيائيو الجسيمات لإعتبارات الجمال والبساطة¹.

3- هناك اطروحة ثالثة تعود إلى نظرية الأوتار، حيث ترى ان من الممكن ارجاع الجسيمات إلى نغمات الأوتار، فمن هذه النغمات والاهتزازات تنشأ الجسيمات، كل بحسب طبيعة هذا الاهتزاز، ومن خلالها تتولد الكتل وشحنات القوى المختلفة وسائر الخواص. لذلك كانت هذه النظرية واعدة بأنها نظرية كل شيء، فكل شيء يعود إلى جوهر واحد هو الوتر ونغماته الاهتزازية. لكن من حيث التحقيق تفترض هذه النظرية وجود أشياء فيزيائية جديدة لا دليل عليها لحد الآن.

4- تسلّم النظرية الرابعة بوجود جسيم أصيل واحد هو أساس بقية الجسيمات الأخرى. والعلاقة بين الطرفين هي كعلاقة الواحد بالعدد كما سبقت الإشارة إليه. ولو عولنا على هذه النظرية فسيمثل الجسيم الأقل كتلة أساس الجسيمات الأخرى، فهو يشترك معها، من دون عكس. وتعتبر هذه النظرية - مثل الثانية - أقل تكلفة من حيث البساطة مقارنة بغيرها.

5- ترى النظرية الخامسة انه لا يوجد جسيم محدد يمكن ان يكون أساس البقية، بل كل جسيم يمتلك شيئاً منها ضمناً، وبالتالي فهناك شيء مشترك فيما بينها، وان التحولات من البعض إلى البعض الآخر يجري وفق المشترك الذي

¹: جورج جونسون: بحث في نظام الكون، مصدر سابق، ص241.

يجمعها، وإن لم يحدد هذا الشيء على نحو التعيين، كالطاقة أو المادة. وهو المعنى الذي تبنته مدرسة كوبنهاغن، لكنها اعتبرت الجسيم الأولي يمثل دالة احتمال أو موجة احتمال من دون خاصية وجود، بل له نزوع نحو الوجود بالمعنى الارسطي للقوة في قبال الفعل. وكما قال هايزنبرغ: «موجة الاحتمال عند بور وكرامرز وسلاتر كانت تعني النزوع لشيء ما، انها الترجمة الكمية لمفهوم الوجود "بالقوة" في الفلسفة الارسطية. لقد قدمت شيئاً ما يقف بين تصور الحدث والحدث الفعلي، وهو نوع من الواقع الفيزيائي الذي يقع في منتصف الطريق بين الامكانية والواقع». وأشار هذا الفيزيائي إلى ان اللغة التي يستخدمها الفيزيائيون عندما يتحدثون عن الوقائع الذرية انما توحى لهم بأفكار مماثلة في أذهانهم لمفهوم الوجود "بالقوة"، لذا تعودوا تدريجياً على ألا يعتبروا المدارات الالكترونية حقيقة واقعية، وانما نوعاً من الوجود بالقوة¹. وقد تحفظ العديد من الفيزيائيين من هذا المعنى الضبابي، ولعل أهمهم الفيلسوف الفيزيائي ديفيد بوم الذي استبدله بوجود واقع ضمني دفين للجسيم. فخصائص الجسيمات لديه تشتمل على متغيرات مخبأة يتعذر الوصول اليها من قبل الملاحظ، وهذه المتغيرات هي التي تحدد نتائج القياسات. بمعنى ان عدم القدرة على التنبؤ بأحداث الكم ينشأ من جهلنا بالمتغيرات المخبأة. لذلك اعتبر هايزنبرغ ان بوم ينزع إلى التصالح مع الميكانيكا الكلاسيكية على حساب تفويض التناسق والأناقة الرياضية الكبيرة لميكانيكا الكم في صورتها الخالصة، وبالتالي كانت نظريته "مزعجة" وفق تعبيره².

وأهم ما في هذه النظرية أنها تتأيد بظاهرة تشابك الجسيمات وتعالقها. فهي تتضمن شيئاً مشتركاً داخلياً قد يفسر ما عليه تلك الظاهرة. فوفقاً لمدرسة كوبنهاغن ان للجسيم شيئاً من الوجود أو النزوع نحو الوجود هنا وهناك، الأمر الذي يفسره المشترك الضمني للجسيمات، بحيث يسمح للشيء ان يكون هنا وهناك، كما يسمح بظاهرة التأثير اللحظي عن بعد من دون أسباب وسطية. وقد اعترض ديفيد بوم على المعنى الأخير، ورأى ان الارشاد الكموني للجسيم هو ما يجعل التأثير غير موضعي، فالكمون الكمومي يرشد الجسيم معلوماتياً وليس طاقياً، مثلما تُوجه اشارة الراديو طائرة أو سفينة. كما ان الكمون

¹: هايزنبرغ: الفيزياء والفلسفة، ص 73 و 45 و 176.

²: المصدر السابق، ص 27 و 28.

الكمومي هو كلي بمعنى انه نتاج لكامل الوضع الذي يحدث فيه¹.



التشابك الكمومي، ظاهرة فيزيائية ترتبط فيها الجسيمات الكمومية بعضها ببعض حتى وإن كانت المسافات طويلة بينهما.

ولا تقتصر هذه الظاهرة من التأثير الخفي على عالم الجسيمات، بل تلوح أنواعاً معينة من الكائنات الحية بما فيها البشر فيما يعرف بالتخاطر. فمثلاً تبين انه حين تتعلم بعض العصافير الزرقاء كيفية امتصاص الحليب من العلب المغطاة فإن جماعات أخرى من العصافير البعيدة تتعلم بدورها هذه الكيفية دون تواصل سببي. وهناك ظواهر كثيرة على هذه الشاكلة تتبنى التأثير الخفي بين الأفراد، وسميت النظرية التي حاولت تفسير ذلك بالمجال التخلقي (Morphogenetic field)، وهي قريبة من تصور النظام الباطني عند بوم، فكلاهما يتبنيان اللاموضعية (nonlocality). وتعود النظرية إلى روبرت شيلدريك (Rupert Sheldrake)، ومفادها انه لو كانت هناك جماعة مارست فعلاً معيناً أو عرفت شيئاً ما من الأشياء؛ فسوف يؤثر ذلك على جماعات أخرى بعيدة من غير اتصال سببي².

مع هذا فإن هذه الآراء تعتبر شاذة وغير معتبرة لدى المجتمع العلمي، بل ان روبرت شيلدريك متهم بأنه صاحب علم زائف شبيه بالتنجيم، وذلك في قبال العلوم الحقيقية.

يبقى أن نقول بأن الظواهر المذكورة تبعاً للنظرية الخامسة يمكن تفسيرها أيضاً وفقاً للنظرية الرابعة، فهي تتبنى أيضاً وجود شيء مشترك بين

¹: آلان كوميس – مارتن هولند: التزامن، ترجمة تائر ديب، دار الفراق، دمشق، الطبعة الثانية، 2008م، ص106.

²: التزامن، ص70-72.

الجسيمات، لكنه يتميز بكونه أساس البقية، لذلك تعتبر أقل كلفة من النظرية الخامسة وغيرها.

ونشير إلى ان من غير الممكن ان يتمثل الشيء المشترك بين الجسيمات بمجال هيجز الذي يسمح بظاهرة الاختلاف في الكتل الخاصة بها، وذلك لأن هذا المجال ليس معنياً باختلاف الجسيمات كذوات مستقلة، فالفيزيائيون يفترضون انه ظهر متأخراً عن وجود الجسيمات خلال المراحل الأولى من عمر الكون.

كما تجدر الإشارة أيضاً إلى انه قد ترد اطروحة أخرى مقاربة للنظرية الخامسة من حيث الاعتراف بوجود مشترك بين الجسيمات، لكن هذا المشترك ليس من ضمن ذواتها الداخلية، بل عارض عليها من الخارج. وكنقريب لهذه الفكرة يمكن التمثيل عليها بالتصورات الفلسفية القديمة، فهي أشبه بالهولوية الأصلية التي تتوارد عليها الصور المختلفة، ومن دونها لا يظهر شيء. أو انها أشبه بالعقل الالهي الذي ينبسط على الأشياء فتظهر بحسب طبائعها الامكانية، وبدونه تبقى الأشياء معدومة كأعيان ثابتة لا تشم رائحة الوجود، ومع ذلك لا تُعرف حقيقة هذا العقل، فهو كالنور الذي تتمظهر به الأشياء وبدونه لا يظهر منها شيء قابل للرؤية، ولا يمكن معرفته والاحاطة به استناداً إلى هذا التجلي بالصور المتنوعة. وقد تنفع هذه الاطروحة في تفسير ما يجري من تطورات دقيقة لدى الظواهر الفيزيائية. اذ يصبح العنصر المشترك بمثابة أثير ينبسط على الأشياء ضمن اعتبارات ميتافيزيائية ووجودية عامة وظيفته إمداد القوة للتأثير والتنوع والتطور الغائي.

لكن تبقى هذه الاطروحة مندرجة ضمن التصورات الفلسفية، وهي قابلة للتلبس بأي من النظريات الخمس السابقة، كإطار مرافق لها دون ان تكون عرضية معها أو منافسة لها.

ونعتقد ان النظريتين الرابعة والخامسة هما أكثر اقناعاً من البقية. أما أرجحها جميعاً فهي الرابعة لبساطتها وكونها تفسر الظواهر الفيزيائية وفقاً للقوانين المعمول بها، ومن ذلك قانون تحول الكتلة والطاقة. وتبعاً لهذه الاطروحة فإن أقل كتلة تتعلق بالجسيمات هي تلك التي تحملها الفوتونات،

حيث تساوي كتلتها السكونية صفراً، وهي بهذا المعنى تكون أبسط الجسيمات الأولية.

هل كانت قوى الطبيعة متحدة؟

يمكن علاج مشكلة العلاقة بين قوى الطبيعة تبعاً للافتراضات المتعلقة بأصل الجسيمات كما استعرضناها سابقاً. فمن حيث المبدأ ان من الممكن تصور خمس نظريات حولها كالسابق، وان هناك ما قد يكون مرافقاً لمضمون واحدة منها حسب التصور الفلسفي الذي سبق عرضه. وبالتالي تصبح قوى الطبيعة والجسيمات بمثابة وجهين لعملة واحدة.

مع ذلك فالطرح السائد حول العلاقة بين هذه القوى لدى الفيزيائيين يميل إلى تبني النظرية الثانية التي سبق عرضها، وهي ان هذه القوى كانت موحدة في قوة مشتركة قبل ان تتمايز فيما بينها، ويعود تبرير هذه الفكرة إلى نظرية الانفجار التي اعتبرت هذه القوى لم تكن متميزة عندما كانت درجة الحرارة عظيمة للغاية قبل الانفجار العظيم، أي عندما كان الكون عبارة عن مفردة بسيطة، ومن ثم بدأ التمايز فيما بينها عند انخفاض درجة الحرارة شيئاً فشيئاً بالتدريج ابتداءً من الانفجار ذاته عند لحظة زمن بلانك. هذا فيما لو عولنا على نظرية الانفجار العظيم، أما وفق نظرية الانكماش الكوني والفضاء اللامتناهي فسيكون الأمر معكوساً وفقاً لدرجة الحرارة والزمن.

فمن غير المنطقي ان نفترض في هذه الحالة ان القوى كانت في الأساس موحدة ثم أخذ بعضها ينفصل عن البعض الآخر، سواء عند ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها، وذلك استناداً إلى ان البسيط ينبغي ان يكون سابقاً على المركب، وان هذا الأخير عندما يتفكك فانما يتحلل إلى ما هو أقل منه كتلة، أي إلى ما هو أبسط منه. لذا نفترض ان القوة الأولية تتصف بأنها ذات طاقة متدنية، وبفعل تراكم الحرارة تولدت سائر القوى الأخرى.

وسواء كانت القوى موحدة في الأساس، أو كانت هناك قوة واحدة نشأت عنها سائر القوى، فإن الكشف عن العلاقة بين هذه القوى ما زال بعيد المنال.

فما زالت محاولات توحيد القوى كاملة متعثرة لحد الآن، رغم الانتصار الذي بدى واضحاً عند توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنوية الضعيفة كما دشنها كل من غلاشو وعبد السلام وواينبرغ. فقد تنبؤوا خلال أبحاثهم بالجسيمات الثلاثة (W^+ ، W^- ، Z) ومن ثم تم اكتشافها على أثر ذلك فكسبوا عليها جائزة نوبل خلال السبعينات¹. وأصبح معلوماً ان بين الفوتونات وجسيمات القوى الوسيطة تشابهات قوية، فالفوتون والبوزون (Z) هما الوحيدان الذان ينتقلان من دون تغيير هويتهما عبر الفراغ، مع اكتساب البوزون (Z) لكتلة من دون الفوتون². كما هناك تشابه مذهل بين الفوتون وجسيم (W)، وعلى هذا الأساس تم توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنوية الضعيفة بنجاح³.

وعلى الرغم من هذا التقدم واجه الفيزيائيون مشكلة تتعلق بالقوتين الأخريين دون التمكن من ادماجهما مع الأوليين، لا سيما الجاذبية حيث تواجه مشكلة أعظم مقارنة بالقوة النووية الشديدة. فعند ضم الجاذبية إلى القوى الثلاث الأخرى، كما في نظرية الكم للجاذبية، فستنتج اللامتناهيات بما هو أسوأ بكثير من اللامتناهيات في النظريات الأخرى للمجالات الكمية. ويعود مصدر هذه الصعوبة إلى ان تخليق طاقة الجاذبية يخلق قوة اضافية جديدة، وفي لغة المجال الكمي ان الكرافيتونات المفترضة للجاذبية تقضي إلى ان تتفاعل وتتجاذب فيما بينها، خلافاً لبقية القوى الناقلة الأخرى التي لا تتفاعل فيما بينها، كالفوتونات مثلاً⁴. وما زالت نظريات كل شيء تبحث عن أساس لتوحيد هذه القوة مع القوى الثلاث الأخرى.

أما القوى الثلاث غير الجاذبية فقد حظيت باهتمام النظريات الموحدة العظمى؛ وذلك في أعقاب نجاح توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنوية الضعيفة، حيث البحث عن أساس رصين للتحويل بين نوعي جسيمات اللبتونات والكواركات، لكنها لم تصادف الدقة والفوز، وهي بدلالة العنوان عبارة عن نظريات عديدة وليست واحدة، بمعنى انها ما زالت غير مكتملة. وهي تراهن على افتراض بوزونات تعمل على تغيير نوع من الشحنة إلى نوع آخر ليتمكنها تحويل البروتونات أو الكواركات إلى لبتونات وبالعكس.

¹: أحلام الفيزيائيين، ص106.

²: الطرق على أبواب السماء، ص319.

³: ما بعد اينشتاين، ص88.

⁴: حافة العلم، ص161.

ففي (عام 1984) اقترح غلاشو وزميله جيورجي علاقة اتحاد مع القوة النووية الشديدة على شاكلة ما جرى مع القوتين المشار إليهما¹، وذلك عبر ما سُمي بالتفاعل القوي لنموذج الدائميكا اللونية الكمومية quantum chromodynamics (QCD). لكن جميع المحاولات التي رمت إلى توحيد تلك القوى لم تحقق هدفها بما يتفق مع نتائج التجارب مثلما حدث مع الكهرودائميكا الكمومية ذات التنبؤ الدقيق طبقاً لما سُمي بالتفاعل الضعيف، حيث يستطيع نيترينو يأتي من الخارج ان يتفاعل مع الكوارك السفلي فيغيره إلى كوارك علوي داخل النيترون، فيتحول النيترينو إلى الكترون، والنيترون إلى بروتون، أي يستطيع التفاعل الضعيف ان يغير أحد اللبتونات إلى نوع آخر². ومعلوم ان النيترون يتفكك تلقائياً خارج النواة إلى بروتون والكترون ونيترينو مضاد في نحو متوسط زمنياً، ضمن ما يعرف بنصف عمر النيترون، وقد اختلفت تقديرات ذلك، وأكثرها يشير إلى عشر دقائق وعدد من الثواني³، وبعضها يشير إلى (12 ونصف دقيقة)⁴، أو حتى أكثر من ذلك بدقائق.

هذا ما يحصل بدقة في التفاعل الضعيف، أما في التفاعل القوي فحينما تتحرك الكليونات بين الكواركات فانها تحمل معها شحنة لون، لذا باستطاعتها ان تغير لون الكواركات أو شحنة اللون، وهو ما يعني تغير أحد أنواع الكواركات إلى نوع آخر. وهذه حيلة يفعلها التفاعل الضعيف أيضاً، لكن بطريقة مختلفة، وذلك عندما يغير كواركاً سفلياً إلى كوارك علوي داخل النيترون. فجميع نسخ النظريات التوحيدية تتضمن مفتاحاً مهماً واحداً هو ان البوزونات التي تستطيع ان تغير نوعاً من الشحنة إلى نوع شحنة آخر ستكون قادرة على ان تحول اللبتونات إلى كواركات وبالعكس. ولم يكن هذا مفاجئاً على أثر اكتشاف ان الكواركات واللبتونات تأتي في ثلاثة أجيال بحسب النموذج القياسي، وفي كل جيل هناك زوج من اللبتونات وزوج من الكواركات. لذلك كان في هذا الاكتشاف ما يشير إلى وجود صلة أساسية بين نوعي الفرميونات. وبالتالي فمثلما ان النيترونات تستطيع ان تتفاعل مع بوزونات المجال الضعيف لتضمحل وتتحلل إلى بروتونات، فكذا ينبغي ان تكون البروتونات قادرة على التفاعل مع بوزونات المجال الموحد لتحول نفسها إلى لبتونات. أي انه حتى البروتونات ينبغي ان تضمحل عندما تتحول

¹: الكون الاثنيق، ص199.

²: جون جريبين: قصة الكون، ص42-41.

³: انظر مثلاً: <https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron>

⁴: انظر: قصة الفيزياء، ص329-330.

الكواركات داخلها إلى لبثونات.

فهذا هو ما تنبأت به النظريات الموحدة العظمى لكل من جورجي و جلاشو. وتسمى البوزونات المفترضة للمجال الموحد جسيمات (x) و (y)، حيث كتلتها هائلة وتقدر بحوالي (10¹⁵ مرة) ضعف كتلة البروتون. لكن لم يتم الكشف عن هذه الجسيمات قط.

وتتأسس فكرة اضمحلال البروتون وتفككه على ما اذا كان بإمكان ان يفترض أحد الكواركات في البروتون طاقة كافية طبقاً لمبدأ عدم اليقين الكمومي للفراغ التراوحي، فيصنع بذلك جسيماً افتراضياً (x)، فيتبادل مع كوارك آخر مجاور، ومن ثم يتحول أحدهما إلى الكترون (بوزيترون). أما الكواركان المتبقيان فسيصنعان جسيم البيون، وهكذا يتحلل البروتون. وباعتبار ان جسيم (x) ثقيل جداً فستكون فترة حياته ضئيلة جداً لدرجة انه بالكاد يتمكن من الانتقال إلى الكوارك المجاور فيما لو كان على مسافة قصيرة للغاية قدرها (10⁻²⁹ سم). وتعتبر هذه المسافة أصغر من قطر البروتون بحوالي (10³⁰ مرة)، لذلك كان هذا التقارب نادراً للغاية.

وتعني هذه المسافة القصيرة جداً ان جميع التفاعلات للقوى الثلاث وفق النموذج القياسي تكون بنفس الشدة عند هذه المسافة الضيقة، لذلك فعندما تزيد المسافة فإن التناظر بين هذه القوى يبدأ بالانكسار والتمايز، فيبدو التفاعل الكهرومغناطيسي ضعيفاً في المسافات البعيدة مقارنة بالقريبة، خلافاً للتفاعل الحاصل لدى الكواركات. وقد فسّرت حالة الضعف في التفاعل الكهرومغناطيسي من بعيد استناداً إلى ان الجسيمات الافتراضية المشحونة التي تحيط بأحد الالكترونات تحجب وتحمي جزئياً شحنته الداخلية المكشوفة من العالم الخارجي¹. وبالتالي يفترض ان يكون البروتون حاملاً للقوة الكهرومغناطيسية وقابلاً للتفكك إلى بوزيترون مثلاً أو فوتون أو أي جسيم حيادي آخر، خلال فترة طويلة جداً من رتبة (10³² سنة) أو أقل أو أكثر قليلاً وفقاً لستيفن واينبرغ²، وبحسب جريبين فإن هذه الفترة لا تقل عن (5 x 10³² سنة). اذ يحتمل انه خلال هذا العدد الضخم من السنين ان تضمحل نصف

¹: جريبين: قصة الكون، ص 45-46.

²: أحلام الفيزيائيين، ص 165.

البروتونات تلقائياً. لكن يمكن حساب جريان عملية التحلل كمرة واحدة كل (10¹⁰ سنة)، أو مرة كل (10³²) طبقاً للنظرية المفضلة. وحيث ان عمر الكون هو (10¹⁰ سنة)، لذلك اتصفت البروتونات بالاستقرار دون ان يظهر فيها علائم التغير والتحول. مع ذلك فمن الممكن توقع احتمال انحلال البروتون الواحد خلال عام واحد بقيمة قدرها (10⁻³⁰). وقد تم تصميم بعض التجارب لملاحظة هذا الانحلال لأشهر وسنوات. فهناك ألف طن من المياه تحتوي على (10³³ بروتون)، لكن لم يلاحظ لحد الآن أي أثر للانحلال¹، ولم يُرصد البوزون المشار إليه عندما تم فحصه في المختبرات. فاستبعد على ذلك نموذج تلك النظرية.

ومعلوم ان هناك بعض البدائل المقترحة ضمن نظريات التوحيد العظمى، منها ما يُعرف بنظرية التناظر الفائق Supersymmetry، أو السمترية الفائقة (سوسي susy). فبعض السمتريات السابقة يتغير فيها أحد أنواع البوزونات إلى نوع آخر من البوزونات. لكن في منتصف السبعينات طرح جوليان وايس في ألمانيا وبرونو زومينو في كاليفورنيا اقتراحاً بأن الفرميونات والبوزونات قد تكونان على علاقة ببعضهما بواسطة نوع آخر من عملية تناظرية هي السمترية الفائقة التي تستطيع ان تحول الفرميونات إلى بوزونات وبالعكس. لكن لا نستطيع ان نحول أي فرميون قديم إلى بوزون قديم، فكل نوع من أحد الجسيمات يجب ان يقترن بالنوع الخاص به من شركاء السمترية الفائقة. وبالتالي يتم ادراج جميع الجسيمات ضمن تناظر فائق عبر بعض الحيل الرياضية التي تحول البوزونات إلى فرميونات وبالعكس، كمحاولة لتلافي ما بينهما من فروقات كبيرة، فالفرميونات تخضع - مثلاً - لمبدأ باولي في الاستبعاد، فيما لا تخضع له البوزونات. وبالتالي فهما مختلفان كلياً. ومن وجهة نظر أصحاب نظرية التناظر الفائق انه يمكن ان يتمثلاً بأن يكون هناك توأم بوزوني لكل فرميون، وكذا العكس، مثل ان يكون للالكترتون توأم يدعى سيليكترتون، وهو مفترض ضمن البوزونات ذات اللف الصفري، وكل نوع من الكوارك له نظير بوزوني سمي (س - كوارك). كما ان للفوتون نظيراً فرميونياً سمي (فوتينو). وهكذا مع البقية.. بيد انه لم يُعثَر - لحد الآن - على مثل هذا التناظر في أي جسيم². فمن وجهة نظر الفيزيائيين النظريين انه عندما وصل الكون إلى حالة من التبريد بعد الانفجار العظيم تم كسر التناظر المشار إليه، حيث

¹: جون جريبين: قصة الكون، ص45-41. ونحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص140.

²: الجائزة الكونية الكبرى، ص151.

انتجت الجسيمات المتناظرة المشار إليها كتلاً ثقيلة جداً، لكنها مكثت في الظلام خلال فترة التبريد الكوني، لذلك لم يتم الكشف عنها. وقد وصف الفيزيائي جون جريبين هذه الفرضية بأنها نتاج تحريك عصا الرياضيات السحرية لادخال هذا النوع من كسر التناظر¹.

يبقى ان نشير إلى ان الكليونات تشبه الفوتونات في كونهما وسائل نقل للطاقة، فمثلما تنتقل القوة الكهرومغناطيسية باصدار فوتونات أو امتصاصها؛ فكذلك تنتقل القوة النووية الشديدة بواسطة الكليونات. أي ان الأخيرة تقوم بايصال القوة النووية الشديدة التي يؤدي تبادلها إلى تجاذب الكواركات أو تنافرها، شبيهاً بما تقوم به الفوتونات من خلق التفاعلات الكهرومغناطيسية عبر خضوعها للتبادل بين الجسيمات ذات الشحنات الكهربائية. لكنهما يختلفان من حيث الكتلة، فالفوتون عديم الكتلة، أو ان كتلته السكونية صفر، خلافاً للكليونات التي تمتلك شيئاً من الكتلة²، رغم ان بعض الفيزيائيين – مثل ستيفن واينبرغ - كان يرى بأن الكليونات هي عديمة الكتلة مثل الفوتونات³. كذلك ان الفوتونات لا تتفاعل فيما بينها باعتبارها لا تحمل شحنة كهربائية، ومن ثم لا تتعرض مباشرة لتأثير القوة الكهرومغناطيسية، وهذا ما يجعلها تقوم بنقل القوة الكهرومغناطيسية لمسافات هائلة، في حين لا يمكن للكليونات والكواركات الانتقال بعيداً من دون تفاعل، لذلك انها تتواجد في أماكن مغلقة وضيقة جداً من البروتونات والنيوترونات، فهي تتعرض لتأثير القوة النووية الشديدة وتتفاعل بحسب شحناتها اللونية وفق الديناميكا اللونية الكمومية (QCD). كما انه في حالة المجال الكهرومغناطيسي ليس هناك احتياج سوى إلى نوع واحد من الجسيمات هو الفوتون، فيما احتيج في تفاعل الكليونات إلى ثمانية أنواع مختلفة من كمات المجال، وهو التفاعل القوي المؤسس على الكهروديناميكا الكمومية. بمعنى ان للكليون ثمانية أعضاء بخلاف الفوتون الذي لا يمتلك إلا واحداً فقط⁴. وبنظر الفيزيائيين ان هذا هو ما يمنع ان يكون هناك اتحاد بين الكليونات وبين القوتين الأخرين. وبالتالي حكموا على النموذج القياسي بأنه ليس بالكلمة الأخيرة في الفيزياء، لكنه أفضل نموذج يدور حول أشياء ثقيلة

¹: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص141-142.

²: انظر مثلاً: جريبين: قصة الكون، ص33.

³: أحلام الفيزيائيين، ص160.

⁴: قصة الفيزياء، ص348.

مثل البروتونات والنيوترونات¹. مع الأخذ بنظر الاعتبار ان الكليونات ما زالت مفترضة ولم يتم التأكد من حقيقة وجودها.

الانكماش الكوني وأصل الجسيمات

بغض النظر عن المحاولات الفاشلة لتوحيد القوى والجسيمات، وبعيداً عن التناظرات والتوائم المفترضة بين الفرميونات والبوزونات، يمكن دراسة الحال بالشكل النظري وفقاً لنظرية الانكماش والفضاء المفتوح. فبحسب الرصد والتجارب ثبت بأن بعض الجسيمات يتحول إلى البعض الآخر، على الأقل في بعض المجالات، مثل تحول الفوتون كطاقة إلى الكترون وبوزيترون كمادة وبالعكس، رغم ان بين الفرميونات والبوزونات فوارق هامة، فالأولى تخضع لقانون الحفظ دون الأخيرة، اذ لا يمكن زيادة العدد الكلي للالكترونات مثلاً في الكون لدى التفاعلات الداخلية بين الجسيمات، حيث عددها ثابت منذ الانفجار العظيم. أما البوزونات فتندفق كالنهر الخالد وبأعداد ضخمة بلا حدود كما يلاحظ لدى فوتونات الضوء السائلة من أي مصباح²، والتي يُقدر عددها لدى مصباح كهربائي ذي قوة (100 وات) بحوالي (3 x 10²⁰ فوتون).

وبناءً على هذه التحولات وعلى فكرة ان البسيط هو أساس وجود المركب، يمكن تصور كيف جرى الحال بداية التشكل الكوني، فما نحتاج إليه هو البحث عن الشيء البسيط الذي يتوقف عليه صنع المركب. وسبق ان عرفنا ان هذا الشيء يحمل أقل كتلة ممكنة، كما يتمثل بالفوتونات التي تحمل أقل كتلة مقارنة بغيرها من الجسيمات. وهي من هذه الناحية يمكن ان تشكل أساس وجود البقية تبعاً للتحولات الفيزيائية القائمة على العلاقة بين الكتلة والطاقة. لذا من الممكن ان تتشكل منها مستويات مترابطة من الطبقات والنظم، شبيهاً بالخلية الحية عند مقارنتها بالكائن الحي المعقد كالحوانات اللبونة مثلاً. ولعل أولى الطبقات النظامية الناشئة عنها هي تلك المتمثلة بالنيوتريونات والالكترونات ومضاداتها، اذ

¹: جريبين: قصة الكون، ص33.

²: البحث عن قطة شرودنجر، ص116. وقصة الكون، ص33-34.

تتخلق هذه الجسيمات من خلال تصادم الفوتونات بعضها ببعض الآخر. كما ان للفوتونات علاقة بالكواركات، فعند تصادم الأخيرة مع مضاداتها فانها يمكن ان تنتج فوتونات، وهذه بدورها تولد زوجاً من الجسيمات المتضادة¹. كذلك تبين انه عند تصادم الالكترونات بالبوزيترونات فانها تنتج جسيمات القوة النووية الضعيفة (Z)، وان هذه الأخيرة تتحلل إلى النيترينوات². كما يُعتقد انها تولد الكواركات ومضاداتها عند الطاقات العالية. يضاف إلى ان الكواركات العالية الطاقة يمكنها ان تنتج سيلاً من نفثات الكليونات، كالذي تم انتاجه خلال مصادم الهادرونات الكبير عام (1991)³.

كذلك عندما يتحول النيترون إلى بروتون فانه يطلق الكتروناً ومضاد النيترينو، ويسمى هذا التحول بانحلال بيتا الذي سوف يتغير فيه الكوارك السفلي إلى كوارك علوي ويطلق جسيم (W-) وهو بدوره يتحول إلى الكترون ومضاد النيترينو⁴. مع الأخذ بعين الاعتبار انه لا النيترينو ولا الالكترون موجود داخل النيترون، بل يحدث تنظيم في بنية النيترون الداخلية لتنتج الطاقة. وما يتبين هو ان هناك علاقات تحويلية بين جملة من الجسيمات، كالحال الحاصل بين الفرميونات والبوزونات، وهو ما يقرب فكرة التوحيد فيما بينها، فهي ليست مستقلة عن بعضها البعض طالما ان بعضها يتقبل التحول إلى الآخر. لكن ذلك يخضع لأحد افتراضين، فإما ان تكون القوى الطبيعية موحدة في الأصل، وهو ما يسلم به الفيزيائيون رغم منافاته لعلاقة البسيط بالمركب، أو ان الأصل في هذه القوى كان بسيطاً ومن ثم تكونت منه سائر القوى بفعل تراكب الطاقات وتعاضمها، كالذي تقررته نظرية الانكماش الكوني. فالقوة النووية الشديدة مثلاً لم تكن موجودة اذا ما افترضنا انه يمكن رد الكواركات إلى جسيمات أصغر، حتى ننهي إلى طاقة الفوتونات أو ما شاكلها. وتعتبر هذه الفكرة مخالفة للتصور الفيزيائي الحديث الذي يبحث عن اتحاد للقوى الأربعة ليفترض ان هذا الاتحاد كان سابقاً زمنياً على ظاهرة الانفصال التي نشهدها لهذه القوى، والتي تمت خلال جزء ضئيل جداً من الثانية منذ لحظة الانفجار العظيم.

1: الطرق على أبواب السماء، ص109.

2: الاقتراب من الله، ص237.

3: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص136.

4: المصدر السابق، ص97. معلوم ان النيترون يحوي على كواركين سفليين لكل منهما شحنة سالبة تساوي (3\1)، أما الكوارك العلوي فيمتلك شحنة موجبة تساوي (3\2)، لذا عندما يتحول كوارك سفلي إلى علوي، فسينشأ كواركان علويان لكل منهما شحنة موجبة (3\2) مع كوارك سفلي ذي شحنة سالبة (3\1)، والمجموع سيساوي شحنة موجبة واحدة، وهي خاصية البروتون الناتجة عن تحول النيترون.

في حين لو عولنا على نظرية الانكماش الكوني فسوف لا نحتاج إلى افتراض وجود وحدة أولية مركبة تمثل أساس ما ظهر من تعقيد وتأثير للعلاقات السببية المختلفة، فاستناداً إلى فرضية الكون البارد يكون الانكسار والغنى الوجودي نابغاً من الاحترار لا التبريد، فمن تلك الشروط الأولية تبدأ حالة الاختلاف والتميز بين الأشياء. بمعنى ان برودة الكون والطاقات المنخفضة كانت سائدة بما تمثل تناظراً تاماً في كل مكان، ثم ان ازدياد هذه الطاقات في بعض المناطق وتجاذبها أدى إلى كسر التناظر. ويعود الفضل في ذلك إلى وجود كميات ضخمة من الجسيمات الهائلة التي بدأت حركتها الأولية بتناظر تام وبأقل قدر ممكن من الحركة، ثم تطور الحال بازدياد السرعة والطاقة حتى تم الكسر المشار إليه. وما زال هذا الحال ساري المفعول في نطاقات مختلفة من الفضاء اللامتناهي.

ويمكن تصور ان مناطق الفضاء الكوني ممثلة بأطياف مختلفة من البلازما والجسيمات الحارة والباردة. كما ان الكون ممتلئ بوجود تقطعات من المادة والفراغ الخاوي المتصف بالبرودة، فمثلما هناك تجمعات محتشدة من الجسيمات فانه يقابلها فراغات من المناطق الكونية. وقد تفضي التجمعات الأولية في بعض المناطق إلى وجود تفاوت بينها وبين الفراغات التي تتوسطها، فمثلما انها تتصف بالحرارة العالية فإن أواسطها الفارغة ستكون باردة، وربما انعكس هذا الحال على ما وصلنا من الخلفية المايكروية الكونية cosmic microwave background. وينبني هذا الافتراض على ما تم العثور عليه من بقعة باردة (Cold Spot) غير عادية تحيط بها تقلبات متباينة ضئيلة من درجة الحرارة على طول الخلفية المايكروية الكونية، وقد حيرت عقول العلماء، فلماذا كانت هذه البقعة باردة مقارنة بمحيطها، بحيث تقل درجة الحرارة عندها بمقدار (0.00015 درجة مئوية) عن المناطق المحيطة بها؟ وقد قادت هذه الحقيقة إلى اقتراح سابق يعزو السبب وراء تلك البقعة الباردة إلى فراغ ضخم يمتد نحو (1.8 مليار سنة ضوئية) لخلو هذه المنطقة من المجرات بما يقارب (10000 مجرة). وهو يقل عن بقية أماكن الكون بحوالي (20%). لكن وفقاً لدراسة جديدة قادها فلكيون من جامعة درهام البريطانية توصلوا وفقاً للعديد من البيانات الرصدية إلى استبعاد ان يكون هناك فراغ كبير بحسب الاقتراح الأنف الذكر القائم على النموذج القياسي لعلم الكونيات. فبدلاً من وجود فراغ ضخم متصل خال من المجرات، اقترحوا وجود مجموعة من الفراغات الصغيرة المحاطة بمجموعات من المجرات، وشبهوا هذه الشبكة برغوة (فقاعات الصابون) التي قد تفسر وجود البقعة الباردة.

وصرح الفريق بأن من الممكن ان نبحت عن تفسير أكثر غرابة لكيفية تكون هذه البقعة. وكما قال توم شانكس Tom Shanks، أحد أعضاء الفريق: «ربما أكثر الافتراضات إثارة هو أن البقعة الباردة نجمت عن تصادم بين فقاعة كوننا و فقاعة كون آخر». ويأمل شانكس ان تكون البقعة الباردة تمثل أول دليل على فرضية الأكوان المتعددة (multiverse)، وربما توجد مليارات الأكوان الأخرى الموازية لكوننا¹.

ومعلوم انه ما زالت فكرة الأكوان المتعددة مجرد فرضية تفتقر إلى الأدلة الرصدية والتجريبية. لكن يمكننا ان نفترض وجود مثل هذه الأكوان بما تعبر عن تجمعات مختلفة من الجسيمات الأولية بعضها يتداخل مع البعض الآخر، كما ان بعضها قد يستقل عنها، وبدورها يمكن ان تخلق مجرات ونجوماً وفقاً لتطوراتها المستقلة، مع الأخذ بعين الاعتبار ان كل ذلك لا يؤدي إلى تكوين كون منظم من دون افتراضات اضافية على التفاعلات المادية، كالذي سنشير إليه لاحقاً.

كذلك لا بد من افتراض ان تبدأ حركة الجسيمات بانفرادية مستقلة هنا وهناك، وذلك قبل بدء عملية التجمع والتمركز. واذا كان أصل الجسيمات يتمثل بالفوتونات؛ فإن من الممكن ان تتكاثّر على هيئة تكاثف (بوز - اينشتاين) طبقاتاً للفضاء البارد. فبحسب التجارب الفيزيائية ان بعض أنواع الجسيمات لها القابلية على ان تتجمع ككتلة واحدة عند انخفاض درجة الحرارة لا ارتفاعها. وينطبق هذا الحال على تكاثف البوزونات باعتبارها لا تخضع لمبدأ باولي في الاستبعاد، كما ينطبق على الذرات التي لا تخضع أيضاً لهذا المبدأ عند الدرجات الدنيا والمتعادلة من الطاقة المنخفضة والتبريد المكثف، اذ تصبح متداخلة وغير متميزة ضمن فقاعة كمومية واحدة بلا أدنى تفاعل²، وعندها تتلاشى لزوجة الغازات المسالة وتتحول إلى تمييع فائق³.

وعليه يمكن ان تتولد مجاميع من البقع الفوتونية وقد تتصادم فيما بينها بفعل التجاذب، فتزداد طاقة وحرارة. وعند التصادمات القوية تتولد منها جسيمات ثانوية مثل الالكترونات والبوزيترونات.

¹:<https://www.sciencealert.com/the-largest-void-in-the-universe-might-not-be-what-we-think-it-is>

²:https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%83%D8%A7%D8%AB%D9%81_%D8%A8%D9%88%D8%B2-

<https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D9%8A%D9%86%D8%B4%D8%AA%D8%A7%D9%8A%D9%86>

³: للتفصيل: التعالق، ص 61-62.

هكذا ان حشر الجسيمات يقتضي ان يكون ضمن بيئة باردة للغاية كما في الفضاء المفتوح، ويفترض ان يكون أول هذه الجسيمات هي البوزونات لامتيازها بخاصية التجمع والتكثف، خلافاً للفرميونات التي تخضع لمبدأ باولي في الاستبعاد. في حين انه وفقاً لنظرية الانفجار العظيم ان وجود حرارة عظيمة لا يبرر جعل الجسيمات محشورة مثل البرودة، بل متدافعة إلى أقصى حد ممكن. ومن حيث الدقة ثبت ان الفوتونات هي من لها القابلية على التكاثف ضمن البرودة الفائقة، وان البوزونات الأخرى يفترض لها ذات القابلية.

كما ثبت ان الفوتون الواحد يمكن ان ينقسم إلى فوتونين مجموع ترددهما يساوي تردد الفوتون الأصلي، مثلما اتضح ذلك في بعض التجارب الخاصة بالتعالق أو التشابك¹، وليس من المعلوم اذا ما كانت الفوتونات المنقسمة يمكنها الانقسام بدورها إلى سلسلة من الانقسامات والتحويلات. لكن لكل ذلك أثره على تخميننا بأن الفوتونات السائدة لدى الفضاء البارد المفتوح هي من ذلك النوع الذي تتركب منه الفوتونات الأخرى المألوفة، أي انها من ذلك النوع الذي يمتاز بأقل قدر من الطاقة والتردد.

وفي جميع الأحوال تتمثل القوة المرافقة للفوتونات بالمجال الكهرومغناطيسي، فالضوء هو عبارة عن موجة كهرومغناطيسية منذ ان قام ماكسويل بتحديدتها. ويضاف إلى هذا المجال قوة الجاذبية باعتبارها شاملة التأثير لكل من البوزونات والفرميونات. فبحسب المعطيات الفيزيائية ينبغي ان تكون هاتان القوتان هما أساس بقية القوى، وبينهما بعض الفوارق، ومن ذلك ان الجاذبية ضعيفة جداً مقارنة بالقوة الكهرومغناطيسية، رغم ان لها تأثيراً ملحوظاً على المسافات البعيدة خلافاً للتأثير الكهرومغناطيسي الذي يتصف بالضعف الشديد. كما ان الجاذبية تشد دائماً، في حين ان للكهرومغناطيسية جذباً وتنافراً، وهي تؤثر في أشياء محددة دون أخرى، وليس الحال كذلك مع الجاذبية التي تؤثر في كل شيء، وبحسب المنظور المعاصر انها تؤثر حتى في مكوناتها المتمثلة بجسيمات الكرافيتونات المفترضة، وان الكرافيتون يتفاعل قوياً مع أمثاله رغم تفاعله الضعيف مع المادة. أما الفوتون فلا يتفاعل مع أمثاله رغم تفاعله مع المادة².

¹: التعالق، ص185-187.

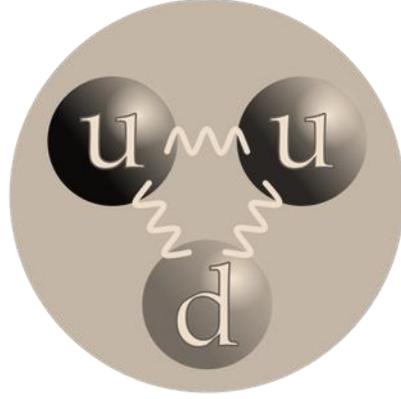
²: جريبين: قصة الكون، ص25-26. واسطورة المادة، ص198.

ولو عولنا على التصور الأخير فسيتمثل التفاعل الأولي بالتجاذب بين الكرافيتونات ذاتها، وإذا كانت الفوتونات هي الأساس في تكوين سائر الجسيمات، فسوف تتفاعل بفعل ما لديها من تجاذب أو كرافيتونات مفترضة. بمعنى ان الأشعة الضوئية ستكون مركبة من صنفين من الجسيمات، هما الفوتونات والكرافيتونات، كما ان سائر الجسيمات الأخرى ستكون بدورها متضمنة لجسيمات الكرافيتونات، وهو ما يعني ان الأخيرة ستمثل أساس غيرها من الجسيمات والقوى. لكن هذا الاستنتاج غريب عن المتنبات الفيزيائية، خاصة وان الكرافيتونات ما زالت مفترضة، لذا قد تكون الجاذبية ظاهرة عرضية لا تختلف في ذلك عن الطاقة، كالحرارة مثلاً، شبيهاً بفكرة (الجاذبية الناشئة) التي سبق عرضها خلال القسم الأول من هذا الكتاب. وعليه تصبح الجاذبية ليست بالقوة الأساسية في الطبيعة، بل ولا تمتلك جسيمات محددة غير الجسيمات الأخرى التي تنجم عنها، بمعنى انها تختلف عن البوزونات والفرميونات المعبرة عن الجسيمات ذاتها كجواهر مستقلة. لذا يصبح وجود الفوتونات كافياً لتوليد قوتي الجاذبية والكهرومغناطيسية، وعليهما ينشأ التفاعل الذي يولد سائر القوى والجسيمات عند تنامي درجات الحرارة. وبالتالي فالقوى النووية لم تكن ظاهرة الوجود إلا بعد ان ازدادت الحرارة، فالأدنى طاقة هو أساس التطور والتنوع لبلوغ الطاقات العالية، وقد رافق ذلك ظهور سائر الجسيمات المعروفة.

اتحاد الكواركات

مع ان بعض الفيزيائيين يحيل ان يكون منشأ القوة النووية الشديدة كهرومغناطيسياً طالما ان النيوترونات محايدة كهربائياً¹. لكن من السهل الرد على ذلك بأن النيوترونات والبروتونات يشكلان عملة واحدة ذات وجهين، وللبروتونات شحنة موجبة واضحة، وهي أبسط من النيوترونات. بل ان التغير بينهما يتعلق بالترتيب الداخلي لبنية الكواركات.

¹: الطاوية والفيزياء الحديثة، ص71.



البروتون ويتكوّن من ثلاث كواركات، اثنان علويان وواحد سفلي، وتختلف الجسيمات دون الذرية الأخرى في بُنيّتها الكواركية. وإلى الآن ما زال العلماء يُحاولون فكّ ار تناطها لغرض، در استنها و فهمها

ويمكن تصور ان الكواركات قد بدأت حرة منفصلة عن بعضها البعض ثم اتحدت بفعل جسيمات الكليونات المفترضة لأسباب مجهولة إلى يومنا هذا، بمعنى ان المزيد من الاحترار أدى إلى تماسك الكواركات وليس انخفاض الحرارة كما هو المتصور السائد لدى الفيزيائيين استناداً إلى نظرية الانفجار العظيم.

لقد بقيت الكواركات على هذا الحال من الاتحاد من دون فكاك وتحلل، وثبت انها تكون بهذا الشكل دائماً دون القدرة على فك الارتباط فيما بينها، وكأنها مخلوقة بهذا النحو المتحد منذ البداية. وقد صوّرت بأنها أشبه بالمادة المطاطة، فهي لا تتأثر بالتقطيع، حيث كل قطعة منها تظل محافظة على الطرفين، ومثل ذلك الكواركات الملتحمة، اذ لا يمكن عزل بعضها عن بعض فيما لو جرت عملية التقطيع. ففي مختبر المعجلات يمكن ان تتحول الطاقة الفائضة عند ارتطام جسيم بالكواركات إلى صنع كواركين جديدين على جانبي عملية الكسر، وذلك بفعل الطاقات الكبيرة. لهذا لا يمكن للتجربة ان تعثر على كوارك منفرد أو منفصل، فالذي ينتج هو كواركان لا واحد¹.

مع ذلك لوحظ ان من الصعب العثور على الكواركات والكليونات، فما يقاس في مختبر المعجلات هو التدفق الذي يحتوي بداخله على هذين النوعين من الجسيمات. والتدفق هو رذاذ من الجسيمات المتفاعلة حولهما بواسطة القوة

¹: جريبين: قصة الكون، ص28.

النووية الشديدة. لذا فأغلب الكواركات والكلونات لا يمكن تمييز بعضها عن البعض الآخر، فجميعها تُرسب كميات كبيرة من الطاقة وتخلف وراءها كثيراً من الآثار¹. فرغم ان هذه الجسيمات هي وحدات أساسية للمادة؛ لكنها بمثابة أشباح لا تظهر أبداً وتستعصي على الإدراك المباشر، خلافاً للبتونات والبوزونات القياسية الضعيفة والفوتونات باعتبارها سهلة المنال. وفي مستوى من درجة الحرارة العالية تكون الكواركات والكلونات حرة في حساء من البلازما، وتمتلك نظاماً جماعياً تتحرك فيه انسيابياً بما يشبه الحركة الجماعية المنتظمة للأسماك، كالذي تم الكشف عنه في مختبر المعجلات. ويتصف حساء الكواركات بأنه فاقد للزوجة تقريباً، وليس كما كان متصوراً بأنها هائمة بهيئة غاز مثالي. وهو ما يوحي بأن الكون كان أقرب للسائل منه إلى الغاز كالذي يشير إليه الفيزيائيون.

ويفترض الفيزيائيون ان الكواركات الحرة لم تنتهي لها فرصة الاتحاد مع بعضها لتكوين أنوية الذرات الخفيفة إلا بعد انكسار التناظر بانخفاض درجة الحرارة. وتقدر هذه الدرجة لعنبة تخلق البروتونات بحوالي عشرة آلاف مليار كلفن.

أما بحسب نظرية الانكماش فإن ما حصل هو العكس. بمعنى ان درجة حرارة الكواركات الحرة المستقلة كانت أقل مما هي عليه عند التحامها، ولأجل تخلق أنوية الذرات فقد احتاجت إلى حرارة أعظم، وهكذا..

فبالحرارة تم كسر التناظر والتحام تلك الجسيمات بما يشبه التحام وترابط المادة الكيميائية البوليمر (Polymer) عند التسخين، ومثل ذلك مواد عديدة على هذه الشاكلة أبرزها مادة كيميائية على هيئة مسحوق بلوري أبيض تدعى فلوريد السكندنيوم الثلاثي Scandium(III) fluoride (ScF₃)، وتمتاز بأنها تتقلص باضطراد كلما زادت درجة حرارتها².

وسبق أن عرفنا بأن الحرارة ليست على الدوام تفضي إلى البساطة والتناظر، فكل ذلك يعتمد على طبيعة المواد وعلى طبيعة ما عليه حالة البدء التي يتقرر من خلالها كسر التناظر ان كان يجري من الشيء الحار إلى البارد أم العكس.

وتعتبر كتلة الكواركات أعظم من كتلة اللبتونات كالألكترونات مثلاً، وهي بهذا

¹: الطرق على أبواب السماء، ص282-283.

²: انظر:

المعنى تحتفظ بطاقة أعظم. وطبقاً لعلاقة البسيط بالمركب، فإن هذه الطاقة قد تعاضمت ومن ثم أنشأت الكواركات، وان تجمعها وتخلقها للبروتونات كان بفعل طاقة اضافية، وهو ما يحتاج إلى حرارة أعظم. بمعنى ان الكواركات وهي حرة كانت تمتلك طاقة حرارية أقل مما عليه وهي مجتمعة، وانه عندما التحمت لتكوين البروتونات والنيوترونات احتاجت إلى طاقة أكبر للالتحام. فهي باتحادها تحمل من الطاقة ما هو أعظم مما هي منفصلة، وان البروتونات والنيوترونات ومجمل الهادرونات لها طاقة وكتلة أكبر مما هي عليه الحال لدى مجموع الكواركات والگليونات وهي فرادى، وما زال هذا اللغز لم يحل إلى يومنا هذا¹. مع ان طاقة الالتحام قد تفسر كلياً أو جزئياً حال الكتلة المفقودة للهادرونات في مقارنتها بأجزائها من الكواركات والگليونات. ففارق هذه الطاقة هو ذاته عبارة عن طاقة الالتحام بين الأجزاء، وبالتالي يصبح الكل أعظم من مجموع أجزائه.

ومعلوم ان الحالة التقليدية للكواركات تتواجد إما بشكل ثنائي كما في الميزونات، أو ثلاثي كما في الباريونات، يضاف إلى ذلك انه خلال السنوات الماضية الأخيرة تم التأكد من وجود تجمعات مؤلفة من أربعة، وأخرى من خمسة كواركات (pentaquark). وحول الأخيرة تم الاعلان عن ازالة كل شك يتعلق بها عبر دراستين جديدتين لدى مصادم الهادرونات الكبير بالقرب من جنيف (CERN)، وذلك (عام 2015)².

ومن عجائب ما يذكر حول الكواركات هو ان البروتون يحتوي على طاقة لا تعود إلى ثلاثة كواركات اتجاهية فقط، بل إلى بحر من الكواركات والكواركات المضادة والگليونات المفترضة، فكلما تم التدقيق في فحص البروتون لوحظ وجود هذه الجسيمات أكثر فأكثر، كما يظهر أثر ذلك في المعجلات لدى الطاقات التي تتصادم في ظل البروتونات، رغم انه ليس لهذه الجسيمات أهمية في تحديد الشحنة الكهربائية، حيث جميعها يساوي صفراً³.

التمائل ومنشأ الاختلاف

عرفنا أن قوى الطبيعة ليست موحدة في الأصل وفقاً لنظرية الانكماش الكوني،

¹: الغراء الذي يربط مكوناتنا معاً، تأليف كل من: رولف إنت وتوماس اولرك وراجو فينجوبالان، مجلة العلوم، المجلد 31، الكويت، 2015. انظر:

<http://www.ooloommagazine.com/Articles/ArticleDetails.aspx?ID=2872>

²: Synopsis: Pentaquark Discovery Confirmed (2016). Look:

<https://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.117.082003>

³: الطرق على أبواب السماء، ص 110 و 137.

بل كانت هناك جسيمات بسيطة مع قوى بسيطة هي ما تمثل البنية الأساسية التي انبنى عليها ما تلاها من جسيمات وقوى. فهي لم تكن في الأساس موحدة عبر التناظر ثم تمايزت بفعل التحولات الطورية من الكون الحار إلى البارد، بل ما جرى هو ان الجسيمات وقواها قد تحولت من البساطة إلى التعقيد بفعل التحولات الطورية من البارد إلى الحار. لذلك فالبحث الذي ينبغي طرقة يتعلق بطبيعة هذه الجسيمات البسيطة الأساسية وفق اطروحة الفضاء البارد اللامتناهي..

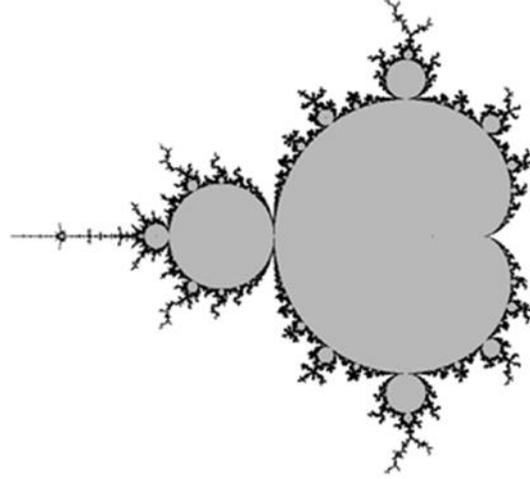
وطبقاً لهذا التفكير يمكننا ان نطرح السؤال التالي: هل من الممكن لأشياء متماثلة كالفوتونات المجردة فقط ان تكون لنا كوناً، وذلك وفقاً لتصوراتنا عن نظرية الانكماش واطروحة الفضاء اللامتناهي؟ أم لا بد من وجود شيئين مختلفين على الأقل لتكوين هذا الكون؟ فهل يسع الكون ان ينشأ عبر وحدة مادية منفردة من دون حاجة إلى ان يضاف إليها ما هو مختلف عنها، أم لا بد من الاختلاف؟ فالمادة المعروفة مؤلفة من شيئين مختلفين، هما اللبتونات والباريونات، وفي الأساس الالكترونات والكواركات. لكن من جانب آخر يمكن للفوتونات، وهي من حاملات الطاقة أو البوزونات، ان تنتج الالكترونات التي هي جسيمات مادية تصنف ضمن الفرميونات. كما ان للفوتونات علاقة بالكواركات كما عرفنا. لذا لِمَ لا يكون أصل الكون مؤلفاً من الطاقة كما تتمثل بالفوتونات، وان كل ما له كتلة وشحنة قد تولد من شيء عديم الكتلة (السكونية) والشحنة، ومثل ذلك فيما يخص الاختلاف في اللف المغزلي، وكذا الاستبعاد الخاص بالفرميونات؟..

لكن ذلك قد يعود بنا إلى سؤال أعمق، وهو انه اذا كان للفوتونات هذه القدرة على توليد المختلفات؛ لِمَ لا نفترض بأن لها أصولاً مختلفة دون ان تكون أساسية من غير بنى؟ اذ في هذه الحالة يمكننا تفسير الاختلاف الجاري في الجسيمات وفقاً للتعددية أو الاختلاف في الأصول كالذي يفترضه الفلاسفة القدماء طبقاً لقاعدة (الواحد لا يصدر عنه إلا واحد) استناداً إلى أصلهم المولد المتمثل بالسنخية¹؟.

من وجهة نظرنا انه لا يشترط ان نفسر الاختلاف وفقاً لاختلاف الاصول والبنى التحتية، بل يكفي تفسير ذلك من خلال الاستناد إلى أصل واحد مع تباين الظروف، ومن بين هذه الظروف: تباين السرعة والتردد والتكديس والتهندس والإختفاء والكمون وسط البساط الموجي الذي لا يعني شيئاً دونها. وهو حال أشبه

¹: حول دور السنخية في البناء النظري لكل من الفلسفة التقليدية والعرفان انظر الجزئين الثاني والثالث من المشروع الخماسي (المنهج في فهم الاسلام)، وهما بعنوان: نُظُم التراث، والنظام الوجودي، نشر مؤسسة العارف، بيروت، 2017-2018.

بعلاقة المداد بالحروف، والبحر بأماوجه، كالذي يؤكد عليه العرفاء. وتشهد على ذلك ظاهرة ماندلبورت (Mandelbrot)، المسماة بالتكرار المتغير في الطبيعة أو هندسة الفراكتال (Fractal geometry). وبالتالي فكل شيء مهما كان صغيراً سيصبح متضمناً للكون كله، وان هذا الأخير لا يملك سوى تكرار ذلك الشيء البسيط..



مجموعة ماندلبورت، أحد الأشكال الكسيرية أو الفركتالية الجميلة والمعقدة، والمميز في هذه الأشكال الهندسية خاصة التشابه الذاتي حيث كل جزء منها لديه البنية المماثلة للبيئة الكلية، وبالإمكان تكرار ذلك إلى المالا نهاية .

ويقابل ذلك ان الكل قد يتمظهر بمظهر الجزء، أو يتصرف كشيء واحد متماسك، كما يحصل في بعض الظواهر، حيث تتشكل فيها المجاميع على هيئة شيء واحد مترابط. فمثلاً في (عام 1952) اقترح ديفيد بينس (David Pines) وديفيد بوم ان حركة الالكترونات عند مستوى معين تصبح مترابطة كشيء واحد جماعي يشتمل على ذبذبة بحر الالكترونات كله ضمن ما يعرف ببلازما الالكترونات. ففي البداية تظهر الحركة الجماعية لهذه الجسيمات مستقلة عشوائية، غير ان التأثير المتراكم للتقلبات الصغيرة لعدد هائل منها يبلغ (10)²³ الكترون) يجعلها تتظافر مجتمعة لتصدر التأثير الجماعي، وتمّ التحقق من ذلك مختبرياً وصكّ له مصطلح (البلازمون plasmon). وقد بُرهن حسابياً بأن حركة البلازمون تعكس سلوك الالكترون الواحد في الغاز، وبالعكس، حيث يمثل كل الكترون حركة البلازمون بأكمله. لذا أشار بوم إلى ادراكه بأن بحر

الالكترونات "حي"¹.

ونجد مثل هذه النظم الغريبة ترد حتى لدى الأعضاء الحيوية والكائنات الحية، مثلما يحصل في خلايا القلب المنعزلة، فلو وضعنا هذه الخلايا في طبق زجاجي صغير (petri dish) فإن كلاً منها يتقلص تبعاً لنظامه الخاص، لكن عند زيادة الخلايا إلى عدد حاسم أو حرج من الخلايا فسنجد انها تعمل جميعاً في تواقف يميز عمل القلب السوي. كذلك حين نضع قليلاً من أفراد النمل في كمة رمل فانها ستتصرف على غير هدى، لكن مع زيادة العدد فانها تبدأ عند حد معين بتنظيم نفسها في مجتمع للعمل، حيث يضطلع كل منها بدوره الخاص في البنية الكبيرة. الأمر الذي يعني ان هناك علاقة ما بين الكثرة والتنظيم الذاتي، فزيادة عدد الأفراد إلى حد معين يولد التنظيم الذاتي خلافاً للقلة، فتصبح الأفراد تعمل لذاتها بما تخدم الكل، وحالها كحال القلب الذي يدق تبعاً لسيرورات تنظيمه الداخلية في الوقت الذي يسهم فيه لأجل الكل الأعظم. وسبق لإريش جانتش (Erich Jantsch) ان ناقش هذه الأفكار بالتفصيل في كتابه (الكون الذاتي التنظيم (The Self-Organizing Universe)².

على ان جميع الظواهر المشار اليها قد توحى بأن هناك قوانين مشفرة تقف خلف النظم الفيزيائية مثلما تقف خلف النظم الحية.. وقد يساعدنا في ذلك افتراض البساط الأثيري الذي سبق ان أشرنا إليه كحقل حيوي مرافق لكل التأثيرات الفيزيائية بما تنطوي عليه من اعتبارات غائية لم يتم الاعتراف بها لحد الآن، رغم ان هناك اشارات حولها ما زالت تخاطر عقول الفيزيائيين، مثل فكرة المبدأ الانساني (Anthropic Principle) كما ظهرت أول مرة خلال ستينات القرن الماضي. وبلا شك ان ما سبق يحتاج إلى بحث مستقل..

هكذا ننتهي أخيراً إلى ان الشيء المتمائل البسيط، كالفتونات الضوئية، هو أساس كل ما ظهر ويظهر من تشكيلات مادية وطاقوية، رغم انها عاجزة عن ان تفسر لنا كيف ظهر نظام الكون؟ وكيف تولدت الصور "الغائية" مثل نشأة الحياة والكائنات الذكية؟

¹: الكون المرأة، ص64-65. انظر أيضاً: <https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmon>

²: التزامن، ص87-89.

تعتمد نظرية الانفجار العظيم – اليوم – على عدد متزايد من العناصر المفترضة التي لم نرصدها أبداً، ومن أبرز أمثلتها: التضخم والمادة المظلمة والطاقة المظلمة. فبدون هذه الافتراضات ثمة تناقض قاتل بين الأرصاد التي قدّمها الفلكيون من جهة، وتوقعات نظرية الانفجار العظيم من جهة ثانية. ومعلوم انه في أي ميدان آخر من ميادين الفيزياء لا يقبل هذا اللجوء المستمر إلى العناصر المفترضة الجديدة كطريق لتجسير الفجوة بين النظرية والملاحظة العلمية. فعلى الأقل تثير هذه الممارسة تساؤلات جدية حول مصداقية النظرية الأساسية.

لكن لا يمكن ان تبقى نظرية الانفجار العظيم على قيد الحياة من دون تلك العوامل المضللة. فبدون حقل التضخم المفترض فإن نظرية الانفجار العظيم سوف لا يمكنها تبرير نعومة وتجانس اشعاع الخلفية الكونية كما تمّ لحاظه. ففي أي جزء من أجزاء الكون لوحظ ان هذا الاشعاع يمتلك حالياً درجات قليلة ومتماثلة للحرارة، ومن ثم فهو ينبعث بنفس الكمية من الاشعاع المايكروبي. كما من دون المادة المظلمة التي لم نرصدها على الأرض خلال عشرين سنة من التجارب؛ فإن نظرية الانفجار العظيم تفضي إلى توقعات متناقضة حول كثافة المادة في الكون. فالتضخم يحتاج في هذه الحالة إلى كثافة مادية تقدر بعشرين مرة أعظم مما ينطوي عليه التضخم النووي للانفجار العظيم، ومن خلالها يمكن شرح نظرية أصل العناصر الخفيفة. ومن دون الطاقة المظلمة تتوقع النظرية ان عمر الكون سيكون حوالي ثمانية مليارات عام فقط، وهو مقدار أصغر من أعمار العديد من نجوم مجرتنا (درب التبانة).

أكثر من ذلك، يمكن لنظرية الانفجار العظيم ان تتباهى بعدم التنبؤات الكمية التي تم التحقق منها لاحقاً عن طريق الملاحظة. وتتألف النجاحات التي يدعيها مناصرو النظرية من قدرتها على جعل الملاحظات ملائمة مع مجموعة من التعليمات القابلة للتعديل بتزايد مضطرد، تماماً مثل النظام القديم لبطليموس الذي احتاج إلى افتراض طبقات من أفلاك التدوير ليعزز بها مركزية الأرض. وبعد.. ان الانفجار العظيم ليس هو الاطار الوحيد المتاح لفهم تاريخ الكون. فالبلازما الكونية ونموذج الحالة الثابتة كلاهما على حد سواء يمثلان افتراضين لتطور الكون من دون بداية أو نهاية. وهما وغيرهما من النماذج البديلة يمكنها

القيام - أيضاً - بتفسير الظواهر الأساسية للكون، بما في ذلك وفرة العناصر الخفيفة، وتوليد الهياكل الضخمة الواسعة النطاق في الكون، واشعاع الخلفية الكونية، وكيف ان الازاحة الحمراء للمجرات البعيدة تزداد مع ازدياد بعد المسافة فيما بينها. حتى انها تنبأت بظواهر جديدة لوحظت فيما بعد، وهو أمر قد فشلت نظرية الانفجار العظيم القيام به.

قد يدعي انصار نظرية الانفجار ان هذه النظريات لم تفسر كل المشاهدات والأرصاء الكونية. وهو أمر ليس بالغريب، فقد تم عرقلة تطور هذه النظريات بشدة نتيجة الافتقار التام للتمويل. وحقيقة ان هكذا شكوكاً وبدائل لا يمكن الآن مناقشتها واختبارها بحرية. فهناك غياب لتبادل الآراء المنفتحة لدى معظم المؤتمرات الرئيسية، وقد كان ريتشارد فينمان يقول: «العلم هو ثقافة الشك». واليوم ان الشك والمعارضة لا يسمح لهما أبداً، فالعلماء الشبان يتعلمون البقاء صامتين اذا ما كان لديهم شيء سلبي ضد النموذج الأساسي للانفجار العظيم. فهؤلاء الذين يشكون في هذا الانفجار يخشون التصريح بمثل ذلك القول كي لا يُمنع عنهم التمويل.

حتى المشاهدات العلمية يتم تفسيرها الآن عبر هذا الفلتر المنحاز، فالحكم بالصواب أو الخطأ يعتمد على ما اذا كانت الأشياء تدعم نظرية الانفجار العظيم أو لا تدعمها. لذا فالبيانات المتناقضة حول الازاحات الحمراء ووفرة كل من الليثيوم والهليوم وتوزيع المجرات وغيرها من الموضوعات؛ كلها يتم تجاهلها أو السخرية منها. وهذا يعكس وجود عقلية دوغمائية متنامية غريبة عن روح البحث العلمي الحر.

واليوم تكرر - عملياً - جميع الموارد المالية والتجريبية في علم الكونيات لدراسات الانفجار العظيم. فالتمويل يأتي من مصادر قليلة تخضع للجان فحص التنافس بين الأنداد، ويسيطر عليها انصار نظرية الانفجار العظيم. ونتيجة لذلك أدت هيمنة هذه النظرية ضمن حقل علم الكونيات إلى ان تصبح مكتفية بذاتها، بغض النظر عن المصادقية العلمية للنظرية.

وبلا شك ان تقديم الدعم للمشاريع الخاصة باطار الانفجار العظيم فقط؛ يقوّض عنصراً أساسياً من المنهج العلمي، وهو: الاختبار المستمر للنظرية خلافاً للملاحظة العلمية. فمثل هذا التقييد يجعل المناقشة الموضوعية والبحث العلمي مستحيلين. ولتصحيح هذا الحال فاننا نحث تلك الوكالات التي تمول العمل في علم الكونيات على تخصيص جزء كبير من المال للتحقيق في نظريات بديلة وتناقضات الرصد المتعلقة بالانفجار العظيم. ولتجنب الانحياز

فإن من الممكن للجنة فحص التنافس بين الأنداد المسؤولة عن التمويل ان تتألف من علماء الفلك والفيزياء من خارج نطاق علم الكونيات.
إن من شأن تخصيص تمويل للتحقيق في صحة الانفجار العظيم وبدائله أن يسمح للمعالجة العلمية بتحديد نموذجنا الأكثر دقة لتاريخ الكون¹.

الموقعون (الأساسيون) من أعضاء المؤسسات العلمية فقط:

Halton Arp, Max-Planck-Institute Fur Astrophysik (Germany)
Andre Koch Torres Assis, State University of Campinas (Brazil)
Yuri Baryshev, Astronomical Institute, St. Petersburg State University (Russia)
Ari Brynjolfsson, Applied Radiation Industries (USA)
Hermann Bondi, Churchill College, University of Cambridge (UK)
Timothy Eastman, Plasmas International (USA)
Chuck Gallo, Superconix, Inc.(USA)
Thomas Gold, Cornell University (emeritus) (USA)
Amitabha Ghosh, Indian Institute of Technology, Kanpur (India)
Walter J. Heikkila, University of Texas at Dallas (USA)
Michael Ibison, Institute for Advanced Studies at Austin (USA)
Thomas Jarboe, University of Washington (USA)
Jerry W. Jensen, ATK Propulsion (USA)
Menas Kafatos, George Mason University (USA)
Eric J. Lerner, Lawrenceville Plasma Physics (USA)
Paul Marmet, Herzberg Institute of Astrophysics (retired) (Canada)
Paola Marziani, Istituto Nazionale di Astrofisica, Osservatorio Astronomico di Padova (Italy)
Gregory Meholic, The Aerospace Corporation (USA)
Jacques Moret-Bailly, Université Dijon (retired) (France)
Jayant Narlikar, IUCAA(emeritus) and College de France (India, France)
Marcos Cesar Danhoni Neves, State University of Maringá (Brazil)
Charles D. Orth, Lawrence Livermore National Laboratory (USA)
R. David Pace, Lyon College (USA)
Georges Paturel, Observatoire de Lyon (France)
Jean-Claude Pecker, College de France (France)

¹: انظر الأصل الانجليزي للرسالة لدى الموقعين التاليين:

<http://homepages.xnet.co.nz/~hardy/cosmologystatement.html>

https://www.plasma.universe.com/An_Open_Letter_to_the_Scientific_Community

Anthony L. Peratt, Los Alamos National Laboratory (USA)
Bill Peter, BAE Systems Advanced Technologies (USA)
David Roscoe, Sheffield University (UK)
Malabika Roy, George Mason University (USA)
Sisir Roy, George Mason University (USA)
Konrad Rudnicki, Jagiellonian University (Poland)
Domingos S.L. Soares, Federal University of Minas Gerais (Brazil)
John L. West, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology (USA)
James F. Woodward, California State University, Fullerton (USA).

مسرد بعض المصطلحات العلمية

أثير Ether: وسط افتراضي كان يُعتقد بأنه يغمر الفضاء والأوساط الشفافة، وتنتقل من خلاله الأمواج الكهرومغناطيسية، وحالياً لم يُعد مأخوذاً به في العلم الحديث.

إشعاع الجسم الأسود: الإشعاع الذي يصدر عن الجسم الأسود، ويتوقف توزيع الطاقة الصادرة عنه في وحدة الزمن على درجة حرارته.

إشعاع الخلفية الكونية Cosmic background radition: أشعة راديوية آتية من كل اتجاه في الفضاء وتسقط باستمرار على الأرض، ذات طاقة قليلة وحرارة متدنية (3 درجات فوق الصفر المطلق تقريباً)، يُعتقد أنها تشكلت عند الانفجار العظيم ثم تبردت نتيجة لتمدد الكون وتوسعه.

إشعاع هوكينج Hawking radition: إفلات (انبعاث) للجسيمات من جاذبية الثقوب السوداء كنتيجة للتأثيرات الكمومية.

إنتروپيا Entropy: كمية (مقدار) ترموديناميكي إحصائي يُمثل درجة الفوضى في منظومة فيزيائية.

إنزياح نحو الأحمر Redshift: انزياح الخطوط الطيفية لجُرم فلكي نحو الأطوال الموجية الأكبر (أي نحو الطرف الأحمر من طيف الضوء المرئي).

انفجار عظيم (نظرية) Big bang: من أشهر النظريات في علم الكون، تقترض أن نشوء الكون نتيجة لانفجار ضخم في حيزٍ صغير ذو كثافة هائلة ودرجة حرارة عالية جداً، قبل حوالي 13.7 مليار سنة ضوئية، فبدأ بعدها بالتوسع وتشكل المادة المعروفة حالياً.

تأثير دوبلر Doppler effect: انحراف موجي الصادرة عن الأجسام عند اقترابها أو ابتعادها عن الراصد.

تسارع Acceleration: معدل التغيُّر لسرعة متحرك بمرور الزمن.

تضخم كوني (نظرية): تعديلات على نظرية الانفجار العظيم لتفسير نشوء الكون، وبحسبها فإن الكون مر بحالة تمدد بالغة السرعة في فترة مبكرة من تاريخه.

تلسكوب Telescope: جهاز يستخدم للرصد الفلكي، وهو على عدة أصناف فمنها ما يستخدم المرايا والعدسات ومنها ما يستخدم الأشعة مثل الأشعة السينية أو تحت الحمراء.

تناظر Symmetry: تطابق في القياس أو الشكل أو المواقع النسبية للمكونات التي تتوزع حول مركز أو على جانبيين متقابلين من محور أو من مستوى. **ثابت هابل Hubble's constant:** نسبة ابتعاد المجرات عن كوكب الأرض إلى بُعدها عنها.

ثرموداينميك /الديناميكيا الحرارية (علم) Thermodynamics: يهتم بدراسة الحرارة وعلاقتها بأشكال الطاقة الأخرى وتطبيقات تحولاتها. **ثقب أسود Blak hole:** جُرم سماوي هائل الكثافة والجاذبية، ونشوءه نتيجة انهياره بسبب جاذبيته العالية كما يُعتقد حالياً. وله القدرة على امتصاص جميع المادة والأشعة بما فيها الضوء فلا يستطيع أيُّ منها الإفلات منه وهذا هو سبب التسمية بالأسود واستطاع العلماء من نشر صورة لأفق حدث الثقب الأسود عام 2019.

جسم الأسود Blak body: جسم له القابلية على امتصاص جميع الإشعاع الساقط عليه، وبعث جميع الإشعاع الممتص، وهو جسم مثالي فلا يوجد جسم في الطبيعة مكتشف امتصاصه وإصداره للإشعاع 100%.

جسيم Particle: جسم لا متناهٍ في الصغر مثل الجسيمات الأولية.

جسيمات افتراضية (تقديرية/ اعتبارية) Virtual particles: جسيمات يتعارض وجودها مع مبدأ انحفاظ الطاقة، إلا أنه يتم افتراض وجودها لمدة قصيرة من الزمن اعتماداً على مبدأ الريبة لهيزنبرغ.

الجسيمات الأولية/الأساسية Elementary or fundamental particles: اللبنات الأساسية التي تتألف منها كل المواد، وتشمل البوزونات عديمة الكتلة واللبتونات والميزونات والباريونات.

حالة ثابتة (نظرية) steady-state theory: نظرية كونية، بحسبها أن الكون موجود دائماً بحالة ثابتة ليس له بداية أو نهاية، ولديه معدل كثافة ثابت.

حقل أو مجال Field: منطقة في الفضاء يظهر فيها تأثير قوةٍ ما (كالقوة المغناطيسية أو الكهربائية... الخ.) وللقوة في كل نقطة من المنطقة قيمة محددة.

سرعة الضوء: المسافة التي يقطعها الضوء خلال (ثانية واحدة)، وتساوي 186000 ميل/ ثانية.

سنة ضوئية: المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال سنة أرضية واحدة، وتساوي 9.46 تريليون كيلو متر.

شبه نجم أو كوازار Quasar: صنف من الأجرام الفلكية، وبالرغم من كونها صغيرة مقارنة بالمجرات القريبة إلا أنها تُصدر طاقة إشعاعية تُعادل الآف

المرات ما تبعته المجرات القريبة منا، ولديها أيضاً معدل انزياح كبير نحو الطيف الأحمر، لوحظت لأول مرة عام 1961م.

صفر مطلق Absolute zero: أدنى درجة حرارة ممكنة، وهي (-273) بالمقياس السيليزي أو (0) بمقياس كلفن، تتوقف عندها كل حركة للجزيئات.

طاقة مظلمة أو خفية Dark energy: طاقة لا يُعرف عن طبيعتها شيء حالياً تم افتراض وجودها في الكون لتفسير تسارع تمدد الكون.

طيف Spectrum: الإشعاعات أو الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من مادة ما ومنحلة (أو مرتبة) حسب أطوالها الموجية المختلفة.

علم الكون Cosmology: العلم المختص بالدراسة والبحث في نشوء الكون وتطوره وبُنْيَتِه العامة.

عناقيد مجرية Galactic clusters: مجموعة كبيرة من المجرات قريبة بعضها عن بعض وتتشابه من حيث عمرها وسرعة تمددها.

فُرَادَة/ المفردة Singularity: النقطة التي انبثق عنها الكون في بداية نشأته، وأيضاً النقطة التي تتصف بكثافتها اللانهائية في مركز الثقب الأسود حيث قوانين الفيزياء لا تعمل، ويُحيطها ما يُطلق عليه أفق الحدث event

horizon.

فوتون Photon: جسيم أو كم الضوء عديم الكتلة في الحالة السكونية، وحسب النظرية الكمية يُمكن اعتبار الضوء جسيمات أو موجات. وهو المسؤول عن نقل القوة الكهرومغناطيسية.

كوارك Quark: مكوّن أساسي للهيدروونات، وتُعد أصغر الجسيمات الأساسية الداخلة في تكوين المادة حسب المعرفة العلمية الحالية، ولم يتمكن العلماء - حتى الآن - من الحصول على كوارك حر (مستقل).

كون متسارع Accelerating universe: مصطلح يُعبر عن تمدد واتساع الكون بسرعة أكبر مما كان متوقعاً بالإعتماد على الملاحظات الفلكية في عام 1998م.

اللف أو التدويم Spin: الدوران السريع لجسيم أساسي حول محوره، أو منظومة جسيمات أساسية في حركة مدارية. ولكل جسيم أولي لف خاص به.

مادة مظلمة أو خفية Dark matter: مادة غير مرئية ومجهولة التكوين، تم افتراض وجودها في الكون واستدل عليها بشكل غير مباشر من خلال آثارها الثقالية.

مبدأ الإستبعاد لباولي Exclusion principle: مبدأ في نظرية الكم، ينص على عدم امكانية أن يكون للألكترونات (والفرميونات بشكل عام) في ذرة أو جزيء على مجموعة الأعداد الكمومية ذاتها.

مبدأ الريبة أو اللادقة لهايزنبرغ Uncertainty principle: مبدأ في ميكانيك الكم وضعه هايزنبرغ عام 1927م، ينص على عدم امكانية تحديد خاصيتين مرتبطيتين معاً لجسيم أولي مثل الألكترون بدقة عالية في الوقت نفسه، والخصائص مثل موقع وزخم الجسيم أو زمن وطاقة الجسيم.

مبدأ إنساني Anthropic principle: إن خصائص الكون المنظور يجب ان تكون كما هي عليه، وإلا لو كانت غير ذلك، فمن المحتمل لن تكون هناك حياة، وبالتالي لا يُوجد من سيلاحظ ذلك. وهناك عدة صيغ versions لهذا المبدأ.

مجرة galaxy: مجموعة كبيرة من النجوم والكواكب والسُدم والغاز والغبار الكوني متماسكة بفعل الثقالة (الجاذبية).

مجرتنا Galaxy: مجرة حلزونية (لولبية) تقع فيها منظومتنا الشمسية بالقرب من أحد أطراف أذرعها، ويُطلق عليها درب التبانة أو غيرها.

مستعر أعظم أو سوبرنوفا Supernova: نجوم كتلتها أكبر بمرّة ونصف مقارنة بكتلة الشمس، تنهار على نفسها لجاذبيتها الهائلة، وبسبب هذا الضغط وتركيب باطنها تتولد حرارة كبيرة تنفجر نواة النجم باعثة طاقة هائلة.

ميكانيكا الكم Quantum mechanics: نظرية تعتمد على فكرتين رئيسيتين، أولاهما المقادير الفيزيائية كالطاقة والزخم الزاوي...ألخ. تاخذ قيم محددة والتغيرات تحدث بمضاعفات هذه القيم المحددة الصغرى، وثانيهما أن للجسيمات طبيعة موجية.

نسبية العامة (نظرية) General relativity: تعميم لنظرية النسبية الخاصة على جميع الجمل المرجعية غير العطالية، وتشمل الثقالة (الجاذبية).

نظرية Theory: مجموعة من المفاهيم والتعريفات والمقترحات المتناسقة حول ظاهرة أو تجربةٍ ما وتحديد العلاقات التي تربط بين متغيراتها لأجل تفسيرها والتنبؤ بها.

نظير العنصر Element isotope: أنواع من ذرات عنصر كيميائي لديها عدد البروتونات ذاته لكنها تختلف في عدد نيوتروناتها. لذا فنظائر العنصر تحتل المكان ذاته في الجدول الدوري وتتشابه في خصائصها الكيميائية.

نموذج Model: وصف مبسط لحصر المظاهر الأساسية لمنظومة فيزيائية
بُغية حل المعادلات الرياضية الممثلة لها.

المصادر

أ- العربية

أكزيل، أمير:

1-التعالق، ترجمة عنان علي الشاهوي، مراجعة مصطفى ابراهيم فهمي، المركز القومي للترجمة، الطبعة الأولى، 2008م.

إيزاكسون، والتر:

2- أينشتاين حياته وعالمه، ترجمة هاشم أحمد محمد، نشر دار كلمة وكلمات عربية، الطبعة الأولى، 2010م.

إيليس، جون:

3-الأوتار الفائقة: نظرية كل شيء، إعداد بول ديفيس وجوليان براون، ترجمة أدهم السمان، دار طلاس، دمشق، الطبعة الثانية، 1997م، حوار مع جون إيليس، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com

بريجز، جون:

4-الكون المرأة، ترجمة نهاد العبيدي، مراجعة قدامة الملاح، دار واسط، بغداد، 1986م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

بنروز، روجر:

5-العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، تصدير مارتن غاردنر، ترجمة محمد وائل الأناسي وبسام المعصراني، مراجعة محمد المراياتي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الأولى، 1998م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

6-فيزياء العقل البشري والعالم من منظورين، بالتعاون مع أبنر شيموني ونانسي كارتر ايت وستيفن هوكنج، تحرير مالكوم لونجير، ترجمة عنان علي الشهاوي، مراجعة ايمان عبد الغني عبد الصمد، كلمة وكلمات عربية، بيروت، 2009م.

تايسون، نيل ديجراس:

7-البدايات، بالاشتراك مع دونالد جولدميث، ترجمة محمد فتحي خضر، كلمات للترجمة والنشر، مصر، الطبعة الأولى، 2014م.

تريمان، سام:

8-من الذرة إلى الكوارك، ترجمة أحمد فؤاد باشا، سلسلة علام المعرفة (327)، الكويت، 2006م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني:

.www.4shared.com

ترينر، جنيفر:

9- ما بعد اينشتاين، بالاشتراك مع ميشيو كاكو، ترجمة فايز فوق العادة، مراجعة محمد دبس، اكاديميا انترناشيونال، بيروت، الطبعة الأولى، 1991م.

تساون، ماركوس:

10- نظرية الكم، ترجمة يعرب قحطان الدوري، دار العربية للعلوم ناشرون، الطبعة الأولى، 1429 هـ - 2008م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني:

.www.4shared.com

جربين، جون:

11- المجرات، ترجمة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م.

الكشف عن حافة الزمن، ترجمة علي يوسف علي، نشر المجلس الأعلى للثقافة، مصر، 2001م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني:

.www.4shared.com

12- الحياة السرية للشمس، ترجمة لبنى الريدي، مراجعة محمد زاهر المنشاوي، طبع الهيئة المصرية العامة للكتاب، الطبعة الأولى، 2008.

13- البحث عن قطة شرودنجر، ترجمة فتح الله الشيخ واحمد عبد الله السماحي، كلمة وكلمات عربية للنشر، الطبعة الثانية، 1431 هـ - 2010م.

14- نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ترجمة وتقديم صلاح الدين ابراهيم حسب النبي، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2010م.

15- قصة الكون، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، كلمات عربية للترجمة والنشر، القاهرة، الطبعة الثانية، 1432 هـ - 2011م.

16- البساطة العميقة، عرض صبحي رجب عطا الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2013م.

17- اسطورة المادة، بالاشتراك مع بول ديفيز، ترجمة علي يوسف علي، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب، عن مكتبة الموقع الإلكتروني:

.www.4shared.com

جولدسميث، دونالد:

18- البدايات، بالاشتراك مع نيل ديجراس تايسون (انظر: تايسون).

جونسون، جورج:

19- بحث في نظام الكون، ترجمة أحمد رمو، منشورات وزارة الثقافة السورية، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

دوبر، فيليب:

20- الانفجارات الثلاثة العظمى، بالاشتراك مع ريتشارد مولر، ترجمة فتح الله الشيخ واحمد السماحي، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، الطبعة الأولى، 2001م.

ديفيز، بول:

21- التدبير الالهي، ترجمة محمد الجوراء، مراجعة جهاد ملح، دار الحصاد، دمشق، الطبعة الأولى، 2009م.

22- الجائزة الكونية الكبرى، ترجمة محمد فتحي خضر، مراجعة حسام بيومي محمود، كلمات عربية للترجمة والنشر، القاهرة، الطبعة الأولى، 2012م.

23- الاقتراب من الله، ترجمة منير شريف، مراجعة عبد الرحمن الشيخ، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2010م.

24- الله والفيزياء الحديثة، ترجمة هالة العوري، صفحات للدراسات والنشر، الطبعة الأولى.

25- اسطورة المادة، بالاشتراك مع جون جريبين (انظر: جريبين).

راندل، ليزا:

26- الطرق على أبواب السماء، ترجمة أميرة علي عبد الصادق، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م.

ساغان، كارل:

27- الكون، ترجمة نافع ايوب لبس، مراجعة محمد كامل عارف، سلسلة عالم المعرفة (178)، 1993م.

غرين، برايان:

28- الكون الأنيق: الأوتار الفائقة والأبعاد الدفينة والبحث عن النظرية النهائية، ترجمة فتح الله الشيخ، مراجعة أحمد عبد الله السماحي، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، الطبعة الأولى، 2005م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

29- الواقع الخفي، ترجمة محمد فتحي خضر، مكتبة كندل العربية، عن مكتبة موقع كوكب الكتب: <https://www.booksplant.com/>

كابرا، فريتجوف:

30-الطاوية والفيزياء الحديثة، ترجمة حنا عبود، دار طلاس، دمشق، الطبعة الأولى، 1999م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

كاكو، ميشيو:

31- ما بعد اينشتاين، بالاشتراك مع جنيفر ترينر (انظر: ترينر).

كراوس، لورانس:

32- كون من لا شيء، مع تعليق ريتشارد دوكينز، ترجمة غادة الحلواني، منشورات الرمل، مصر، الطبعة الأولى، 2015، عن مكتبة الموقع الإلكتروني طريق العلم:

http://www.books4arab.com/2016/03/pdf_40.html

كلوز، فرانك:

33-النهاية: الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، عالم المعرفة (191)، 1415هـ - 1994م، عن مكتبة المصطفى الإلكترونية: www.al-mostafa.com

34-العدم، ترجمة فايقة جرجس حنا، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2014م.

كولز، بيتر:

35-علم الكونيات، ترجمة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م.

كومبس، آلان:

36-التزامن، بالاشتراك مع مارتن هولند، ترجمة ثائر ديب، دار الفراق، دمشق، الطبعة الثانية، 2008م.

لاكاتوس، إيمر:

37-تاريخ العلوم ومنهجيتها، ترجمة وجيه اسعد، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، 2011م.

ليديرمان، ليون:

38-التناظر والكون الجميل، بالإشتراك مع كريستوفر هيل، ترجمة نضال شمعون، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، الطبعة الأولى، 2009.

ليونرد، ملوندينوف:

39-تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، بالإشتراك مع ستيفن هوكنج، ترجمة أحمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

40-التصميم العظيم، بالإشتراك مع ستيفن هوكنج، ترجمة ايمن احمد عياد، دار التنوير، بيروت، الطبعة الأولى، 2013م.

ماكيويجو، جواو:

41-أسرع من سرعة الضوء، تعريب سعيد محمد الاسعد، شركة الحوار الثقافي، الطبعة الأولى، لبنان، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

محمد، يحيى:

42-نُظُم التراث، ضمن سلسلة المنهج في فهم الإسلام (2)، مؤسسة العارف، بيروت، 2017.

43-النظام الوجودي، ضمن سلسلة المنهج في فهم الإسلام (3)، مؤسسة العارف، بيروت، 2018.

44-منهج العلم والفهم الديني، مؤسسة الانتشار العربي، بيروت، 2014م.

45-الانبثاق الكوني والنظريات الضمنية (1)، موقع فلسفة العلم والفهم بتاريخ (2017-4-24):

<http://www.philosophyofsci.com/index.php?id=126>

موتز، لويد:

46-قصة الفيزياء، بالإشتراك مع ويفر جيفرسون هين، ترجمة طاهر تربدار ووائل الأناسي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الثانية، 1999م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

موريس، ريتشارد:

47-حافة العلم: عبور الحد من الفيزياء إلى الميتافيزيقا، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، اصدارات المجمع الثقافي، ابو ظبي، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

مولر، ريتشارد:

48-الانفجارات الثلاثة العظمى، بالإشتراك مع فيليب دوبر (انظر: دوبر).

هايزنبرج، فيرنر:

49- الفيزياء والفلسفة، ترجمة وتقديم خالد قطب، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2014م.

50- المشاكل الفلسفية للعلوم الطبيعية، ترجمة أحمد مستجير، مراجعة محمد عبد المقصود النادي، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة، 1393هـ - 1973م، عن المنتدى الإلكتروني ليبيا للجميع.

هوكنج، ستيفن:

51- الكون في قشرة جوز، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، سلسلة عالم المعرفة (291)، الكويت، 2003م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

52- تاريخ موجز للزمان، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2006م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

53- تاريخ أكثر ايجازاً للزمان، بالإشتراك مع ملوندينوف ليونرد (انظر: ليونرد).

54- التصميم العظيم، بالإشتراك مع ملوندينوف ليونرد (انظر: ليونرد).

مارتن هولند:

55- التزامن، بالإشتراك مع آلان كومبس (انظر: كومبس).

هيل، كريستوفر:

56- التناظر والكون الجميل، بالإشتراك مع ليون ليديرمان (انظر: ليديرمان)، ترجمة نضال شمعون، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، الطبعة الأولى، 2009.

هين، ويفر جيفرسون:

57- قصة الفيزياء، بالإشتراك مع لويد موتز (انظر: موتز).

وينبرغ، ستيفن:

58- الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ترجمة محمد وائل الأتاسي، نشر وزارة الثقافة السورية، الطبعة الأولى، 1986م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

59- أحلام الفيزيائيين، ترجمة أدهم السمان، دار طلاس، الطبعة الثانية، 2006م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

ب- الانجليزية

- 1: Chandra Wickramasinghe, A Journey with Fred Hoyle: The search for cosmic life, 2005. Look:
<http://library.lol/main/F357E1CEC793349ED3EF3040250CDCC6>
- 2: David Kaiser, Nuclear Democracy Political Engagement, Pedagogical Reform, and Particle Physics in Postwar America. Look:
<https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/34496>
- 3: Duane Gish, The Big Bang Theory Collapses (1991). Look:
<http://www.icr.org/article/big-bang-theory-collapses/>
- 4: Eric J. Lerner, The Big Bang Never Happened, PDF Book. Look:
<http://fuelrfuture.com/science/lerner-nobigbang.pdf>
- 5: Ethan Siegel, 70-year-old quantum prediction comes true, as something is created from nothing, september 13, 2022. Look:
<https://bigthink.com/starts-with-a-bang/something-from-nothing/?fbclid=IwAR2OEbwbGKLnsxtK1ceUIZiGj5jAtOsc5dF6Ur93XjDW99RZCKKR-GLCuI>
- 6: Fred Hoyle, The Intelligent Universe, 1983. Look:
<http://library.lol/main/96EC35BFD3A2E4C87F5798D558A10954>
- 7: Hells Yeah, Are there physical limits in the universe other than the speed of light? Look:
<http://www.askamathematician.com/2010/03/q-are-there-physical-limits-in-the-universe-other-than-the-speed-of-light/>
- 8: Jake Hebert, A Fuss Over Dust: Planck Satellite Fails to Confirm Big Bang 'Proof'. Look:
<http://www.icr.org/article/fuss-over-dust-planck-satellite-fails>
- 9: Jacob Aron, Light completely stopped for a record-breaking minute (25 July 2013). Look:
<https://www.newscientist.com/article/dn23925-light-completely-stopped-for-a-record-breaking-minute/>
- 10: James B. Glattfelder, Information– Consciousness–Reality, 2018. Look:
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-03633-1.pdf>
- 11: Jessica Orwig, These 4 Cosmic Phenomena Travel Faster Than the Speed of Light (2016). Look:

<http://uk.businessinsider.com/what-can-travel-faster-than-the-speed-of-light-2016-1>

12: JOSH HRALA, Physicists Just Showed That the Big Bang Might Have Been a 'Big Bounce' (12 JUL 2016). Look:

<http://www.sciencealert.com/researchers-say-the-big-bang-might-have-been-a-big-bounce>.

13: Keith Veronese, The Big Rip Theory says the universe could end in tears. Look:

<https://io9.gizmodo.com/5919193/the-big-rip-theory-says-the-universe-could-end-in-tears>

14: Lisa Zyga, Loophole in theory offers insight into the 'lithium problem'. Look:

<https://phys.org/news/2015-03-loophole-theory-insight-lithium-problem.html>

15: Lisa Zyga, Multiple copies of the Standard Model could solve the hierarchy problem (January 4, 2017). Look:

<https://phys.org/news/2017-01-multiple-standard-hierarchy-problem.html>

16: Paul Davies and John Gribbin, *The Matter Myth: Beyond Chaos and Complexity*. London, Penguin Books, 1991.

17: Paul Seaburn, Mysterious Black Hole Reaches 18 Trillion Degrees (April 19, 2016). Look:

<http://mysteriousuniverse.org/2016/04/mysterious-black-hole-reaches-18-trillion-degrees/>

18: Robert Sanders, Universe expanding faster than expected (2016). Look:

<http://news.berkeley.edu/2016/06/02/universe-expanding-faster-than-expected/>

19: Stuart Gillespie, The universe is expanding at an accelerating rate – or is it?. Look:

<http://www.ox.ac.uk/news/science-blog/universe-expanding-accelerating-rate-%E2%80%93-or-it>

20: Dark matter map begins to reveal the Universe's early history. Look:

<https://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150702112045.htm>

21: Synopsis: Pentaquark Discovery Confirmed (2016) . Look:

<https://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.117.082003>
22: First galaxies were born much earlier than expected (2011). Look:
<https://www.spacetelescope.org/news/heic1106/>
23: First images of a black hole unveiled by astronomers in landmark discovery, 10 Apr 2019. Look:
24:<https://physicsworld.com/a/first-images-of-a-black-hole-unveiled-by-astronomers-in-landmark-discovery/>
25: Evidence suggests subatomic particles could defy the standard model(2015), Look: <https://phys.org/news/2015-08-evidence-subatomic-particles-defy-standard.html>
26: The Beginning of the Universe. Look:
<http://firstgalaxies.org/the-early-universe>
27: Scientists create light from vacuum. Look:
<https://phys.org/news/2011-11-scientists-vacuum.html>
28: Nature 397, 594-598 (18 February 1999) . Look:
<https://www.nature.com/nature/journal/v397/n6720/full/397594a0.html>
29: http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/fuse_stars.html
30:<https://www.nature.com/nature/journal/v340/n6233/pdf/340425a0.pdf> 31-
https://www.plasma-universe.com/99.999%25_plasma
31:<http://curious.astro.cornell.edu/about-us/97-the-universe/galaxies/cosmology/539-why-are-there-blue-shifted-galaxies-intermediate>
32: <http://www.infoplease.com/encyclopedia/science/blue-shift.html>
33:<http://www.foxnews.com/science/2016/03/04/astronomers-spot-galaxy-record-13-4-billion-light-years-from-earth.html>
34:<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3069061/New-record-set-DISTANT-galaxy-Object-13-1bn-light-years-away-universe-just-5-current-age.html>.
35: http://www.physicsoftheuniverse.com/topics_bigbang_inflation.html
36: <https://www.nature.com/articles/nature25767>
37: <http://www.dunlap.utoronto.ca/how-do-you-make-a-galaxy-without-dark-matter/>
38: <http://www.sci-techuniverse.com/2017/10/gravity-is-illusion-theory-that.html>

- 39: <https://www.thoughtco.com/making-water-from-hydrogen-and-oxygen-4021101>
- 40: <http://www.science-frontiers.com/sf066/sf066a04.htm>
- 41: <https://www.newscientist.com/article/mg18224482-900-bucking-the-big-bang/>
- 42: <https://futurism.com/make-plasma-grapes-microwave-video/amp/>
- 43: <http://www.loommagazine.com/Articles/ArticleDetails.aspx?ID=2872>
- 44: <http://homepages.xnet.co.nz/~hardy/cosmologystatement.html>
- 45: https://www.plasma-universe.com/An_Open_Letter_to_the_Scientific_Community
- 46: <https://www.independent.co.uk/news/science/oxygen-star-universe-formation-aml-vlt-discovery-age-a8354811.html>
- 47: <https://www.sciencealert.com/the-largest-void-in-the-universe-might-not-be-what-we-think-it-is>
- 48: <https://www.seeker.com/particle-consistent-with-higgs-boson-discovered-1765850457.html>
- 49: http://en.wikipedia.org/wiki/Wilkinson_Microwave_Anisotropy_Probe
- 50: [https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_\(order_and_disorder\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_(order_and_disorder))
- 51: https://en.wikipedia.org/wiki/Escape_velocity
- 52: https://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy
- 53: https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_cosmology
- 54: https://en.wikipedia.org/wiki/Slow_light
- 55: https://en.wikipedia.org/wiki/Magic_number_physics
- 56: https://en.wikipedia.org/wiki/Type_II_supernova
- 57: <https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmon>
- 58: https://en.wikipedia.org/wiki/Isotopes_of_uraniu
- 59: https://en.wikipedia.org/wiki/Hierarchy_problem
- 60: <https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron>
- 61: https://en.wikipedia.org/wiki/Scandium_fluoride
- 62: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%83%D8%A7%D8%AB%D9%81_%D8%A8%D9%88%D8%B2-%D8%A3%D9%8A%D9%86%D8%B4%D8%AA%D8%A7%D9%8A%D9%86

ج- مصادر المقتبسات والصور:

- 1- الشوك، علي:
تأملات في الفيزياء الحديثة (العلم – الفلسفة – الأيديولوجيا)، دار الفارابي، ط1، 2012.
- 2- موتر، لويد مع ويفر جيفرسون هين:
قصة الفيزياء، ترجمة طاهر تربدار ووائل الأتاسي، دار طلاس، دمشق ط2، 1999.
- 3- ميموني، جمال ونضال قسوم:
قصة الكون من التصورات البدائية إلى الانفجار العظيم، دار الملتقى للطبع والنشر، ط1 (2006)، ص179.
- 4- مجاهد، عماد:
الموسوعة الكونية الحديثة (قصة نشأة الكون)، دار الخليج للنشر والتوزيع، ط1 (2020)، ص(181-182).
- 5- Gaither, Carl C. & Alma E. Cavazos-Gaither:
Gaither's Dictionary of Scientific Quotations (Vol. 1, 2), Springer Science+Business Media, LLC, 2008.
- 6- Today in science history, web site, a link:
<https://todayinsci.com/>.
- 7- منحني اشعاع الجسم الأسود عند درجات حرارة مختلفة: (من ويكيبيديا،
https://en.wikipedia.org/wiki/Blackbody_radiation#/media/File:Black_body.svg
- 8- صورة للهوائي المركب الذي التقط الأشعة الكونية لأول مرة في التاريخ: (من ويكيبيديا:
https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_microwave_background)
- 9- صورة للكوازار 3C273: (من موقع NASA:
<https://www.nasa.gov/content/goddard/nasas-hubble-gets-the-best-image-of-bright-quasar-3c-273/#.YSda5vITLDA>)
- 10- صورة حرارية للكون المرئي، ملتقطة عام 2012 بواسطة مسبار ويلكينسون: (من ويكيبيديا،
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ilc_9yr_moll4096.png)
- 11- صورة لنجم مستعر (سوبرنوفيا) SN 1994D ضمن مجرة NGC 4526:
(من موقع NASA/ESA Hubble)

- <https://esahubble.org/images/opo9919i/>)
- 12- مجرة سديم المرأة (الاندروميديا): (من ويكيبيديا:
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Andromeda_Galaxy_560mm_FL.jpg)
- 13- مخطط بياني لنموذج التضخم الكوني: (من الموقع الالكتروني التعليمي،
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Astro/inflat.html>)
- 14- أول صورة لأفق الحدث لثقب أسود: (من مجلة الطبيعة nature تحت عنوان:
Black hole pictured for first time - in spectacular detail, a link: ,
<https://www.nature.com/articles/d41586-019-01155-0>)
- 15- مخطط بياني لجزيرة الاستقرار (الثبات) لنظائر العناصر الكيميائية:
(من ويكيبيديا:
https://en.wikipedia.org/wiki/Island_of_stability#/media/File:Isotopes_and_half-life.svg)
- 16- أول صورة شوهدت للألكترون المضاد (البوزيترون): (من ويكيبيديا،
<https://en.wikipedia.org/wiki/File:PositronDiscovery.png>)
- 17- انكسار التناظر لقوى الطبيعة حسب نظرية الانفجار العظيم: (من مجلة الطبيعة:
<https://www.nature.com/articles/490472a>)
- 18- النموذج القياسي للجسيمات الأولية: (من ويكيبيديا،
https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_Model)
- 19- الكواركات المكونة للبروتون: (من ويكيبيديا،
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Quark_structure_proton.svg)