انكماش الكون

الكون ينكمش لا يتوسع!

يحيى محمد

العلم علمان: ممارسة وحصيلة

الممارسة قداسة لا تُمسّ

والحصيلة مثقلة بالشكوك والطعن

أعدَّ الصور ومقتبسات أوائل الفصول ومسرد المصطلحات العلمية

علي عبدالحسين شحاته

المحتويات

مقدمة

القسم الأول: الانفجار العظيم تحت المجهر

الفصل الأول: تاريخ النظرية وأدلتها

الفصل الثاني: مشاكل التنبؤ والرصد الفلكي

الفصل الثالث: مشاكل التفسير النظري

الفصل الرابع: اعتراضات الفيزيائيين والبحث عن بديل

الفصل الخامس: معضلة المفردة الكونية

القسم الثاني: نظرية الانكماش الكوني

تمهيد

الفصل السادس: الأساس المنطقي للنظرية

الفصل السابع: التخلّق الكوني

الفصل الثامن: القوى الفاعلة في الفراغ

الفصل التاسع: قانون الثرموداينميك وانكسار التناظر

الفصل العاشر: أصل الجسيمات وتوحيدها

ملحق: رسالة مفتوحة إلى المجتمع العلمي

المصادر

مقدمة

لكل نظرية علمية مشكلاتها الخاصة التي تجعلها عاجزة عن الإحاطة بجميع القضايا الموضوعية المناطة بها. وقد تتفاقم هذه المشكلات أحياناً إلى حدّ يصعب معه الاستمرار في التمسك بها، غير أنّ ذلك يظل مرهوناً بوجود بديل علمي مقنع. فإذا غاب البديل ظلّت النظرية قائمة، مهما كانت أوجه قصورها.

هذا هو المنهج الذي درجت عليه الأوساط العلمية، حيث تُستبعد – في الغالب – وجهات نظر بعض العلماء والفلاسفة الذين يتحدثون عن التحيّز العلمي وغياب الموضوعية، بل ويذهب بعضهم إلى حدّ القول بوجود مؤامرات علمية.

ويتجلى هذا الخلاف بصورة واضحة في الموقف من نظرية الانفجار العظيم. فبرغم المشكلات العديدة التي لحقت بها، فإنها ما تزال محافظة على حضورها القوي في الوسط العلمي منذ ما يقرب من قرن. ويُعزى ذلك – في رأي غالبية الفيزيائيين – إلى عدم توافر نظرية بديلة أكثر إقناعاً حتى الآن. بينما يرى قلة منهم أنّ هيمنة هذه النظرية تعود إلى تحيز شديد لها، لأسباب متعددة.

وفي هذا البحث سنعمل على كشف أوجه القصور في هذه النظرية، واستعراض ما طُرح في مقابلها من بدائل مناهضة، مثل أطروحة الحالة الثابتة، ونظرية البلازما الكونية، وفرضية الانكماش الكوني.

وقد جرى تقسيم البحث إلى قسمين رئيسيين، يضمّ كل منهما خمسة فصول:

يعرض الفصل الأول من القسم الأول الخلفية التاريخية لنظرية الانفجار العظيم مع أدلتها المعتمدة، في حين تُكرَّس الفصول الأربعة الأخرى لنقدها وإبراز مشكلاتها وتحولاتها.

أما القسم الثاني فيتناول التعريف بنظرية الانكماش الكوني وما تنطوي عليه من مقتضيات ميتافيزيائية، فضلاً عن مبرراتها المنطقية والفيزيائية وما تفضي إليه من نتائج تخمينية.

وفي خاتمة الكتاب أضفنا ملحقاً يضم رسالة مفتوحة وجّهها عدد من العلماء إلى المجتمع العلمي، دعوا فيها إلى التخلي عن نظرية الانفجار العظيم نظراً لكثرة افتراضاتها وغياب الدعم الرصدي الكافي لها.

ونود الإشارة إلى أنّ أبحاث هذا الكتاب سبق نشرها على شكل مقالات متفرقة في موقع فلسفة العلم والفهم الإلكتروني ما بين عامي (2016) و(2018).

كما تجدر الإشارة إلى أن الطبعة الثانية قد احتوت على القليل من الزيادات والتنقيحات.

ونضيف إلى أن هذه الطبعة قد تضمّنت صوراً ومقتبسات لأوائل الفصول، مع مسرد لعدد من المصطلحات الواردة في الكتاب، أعدّها جميعاً الكيميائي الشاب علي عبدالحسين شحاته مشكوراً.

يحيى محمد

2018-6-30

تمّ تجديد المقدمة للطبعة الثالثة في:

2025-8-30

www.fahmaldin.net
www.philosophyofsci.com
Email: fahmaldeen@gmail.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 (1935 -)

أ- تاريخ النظرية

تصف التصورات الفيزيائية منذ قرون وحتى بداية القرن العشرين ان الكون يمثل قبّة ضخمة ساكنة وانه لا يتعدى مجرتنا (درب التبانة)، ولم يتخيل أحد بوجود ما يزيد عليها بأعداد كبيرة جداً تصل اليوم إلى أكثر من (400 مليار مجرة، أي: 4×10^{11})، وفي تقدير آخر انها (10^{10} مجرة) ضمن مسافة منتشرة تُقدّر حالياً بحوالي (10^{23} كم)[1]، أو ان المسافة بيننا وبين أبعد المجرات المعروفة هي حوالي (10^{40} مرة من حجم البروتون)[2].

وأول فلكي استطاع أن يبرهن بوضوح أنّ الكون لا يقتصر على مجرّة درب التبانة هو الأمريكي الشهير إدوين هابل (Edwin Hubble)، وذلك في عشرينيات القرن الماضي، حين كشف النقاب عن وجود عدد كبير من المجرّات المستقلة خارج مجرّتنا. بل تعدّى ذلك إلى اكتشافه أنّ هذه المجرّات تتباعد عن بعضها البعض بسرعات متزايدة، بحيث تصل بعضها إلى ما يقارب سُبع سرعة الضوء[3].

وقد توصّل هابل إلى هذه النتائج بعد أن أخضع ضوء تلك المجرّات للفحص، مستعيناً بطرق دقيقة لتقدير المسافات اعتماداً على شدة إضاءتها؛ فكلما كان الضوء أضعف دلّ على بُعدها الأكبر، وفق العلاقة المعروفة التي تنص على أنّ السطوع الظاهري يتناسب عكسياً 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 تمّ 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 أعمق صورة للكون متمثلة في مجرات كثيرة ضمن حيز ضيق جداً، وكما وُصف بأنه مثل حبة رمل في طول ذراع، ومنذ زمن 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 المرياتي، 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)، 1415هـ - 1994م، ص227، عن مكتبة المصطفى الإلكترونية: www.al-mostafa.com.

لقد شكّلت هذه الاكتشافات ثورةً في علم الفلك، إذ رسّخت فكرة الكون المتوسع ومهّدت الطريق لظهور نظرية الانفجار العظيم فيما بعد.

ادوين هابل (1889-1953)
فلكي أمريكي أتى بالدليل الرصدي على تعدد مجرات الكون عام 1924

وصنّف هابل مجراته المكتشفة إلى صنفين رئيسيين: منتظمة وغير منتظمة، والمنتظمة تنقسم إلى حلزونية واهليلجية. وتتصف المجرات الحلزونية بالدوران، فكما فسّرها ستيفن هوكنج (Stephen Hawking) انه لشدة الجاذبية عليها من الخارج قد جعلها تتقلص 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 دوران[1]. 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 فارغة[2].

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).

---

[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 تربدار ووائل الأتاسي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الثانية، 1999م، ص371-372، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com

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

وحتى هذه اللحظة، يظلّ السبب الكامن وراء ذلك الانفجار العظيم لغزاً عصيّاً على اليقين. وهو انفجار مخصوص دون ان يكون عادياً بالمعنى الذي تستحضره أذهاننا، فهو ليس كالانفجارات التي نسمع عنها أو نشهدها كل لحظة ودقيقة عبر الاعلام على مدار الساعة. فخصوصيته لا تكمن في ضخامته التي تعجز المقاييس عن وصفها، بل في طبيعته ذاتها، إذ يصعب أن نسمّيه انفجاراً على الحقيقة، فهو انفجار يفيض خيراً ونظاماً، على خلاف ما ارتبط في وعينا من دمار وموت. إنه ـ كما وصفه بعض الباحثين ـ انفجار ناعم إلى حدّ مذهل، أو ان الإشعاع الناتج عنه منتظم بدقة تثير الدهشة والعجب[1].

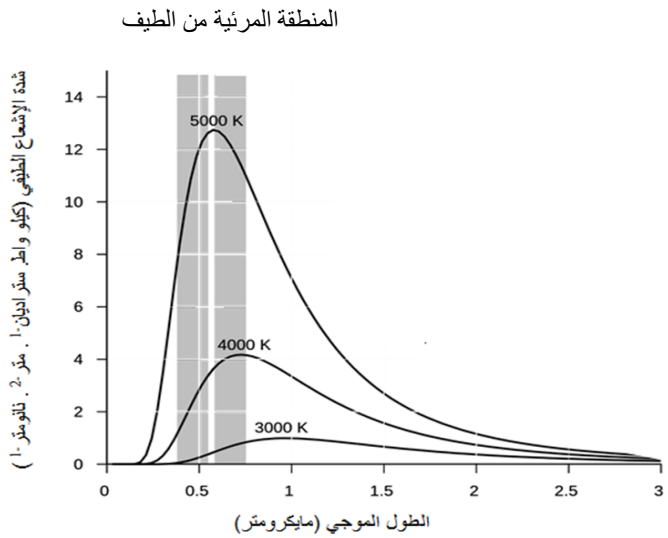
فرغم بداية الكون العنيفة فانه منتظم لغاية الحدود. ووفق هذا الانتظام تجمعت النجوم ضمن مجرات، وهذه ضمن عناقيد، والعناقيد ضمن العناقيد الفائقة، وهذه ضمن مركبات عناقيد فائقة.

وقد تمّ الاستدلال على ذلك بأن إشعاع الخلفية الكونية المايكروية (Cosmic Microwave Background Radiation) يماثل في طبيعته إشعاع الجسم الأسود (Black-body Radiation)، فهو يكشف أنّ الكون في مراحله البدائية كان شديد الانتظام، لا يشوبه إلا تفاوتات دقيقة للغاية لا تتجاوز جزءاً من مائة ألف. وظهرت هذه التفاوتات على شكل تموجات واضطرابات طفيفة (Diffraction ripples) وبقي أثرها في إشعاع الخلفية الكونية، إذ تُعَدّ صدىً لتقلبات كمومية (Quantum fluctuations) حدثت في اللحظات الأولى للكون.

---

[1]: ريتشارد 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 جربين: اسطورة المادة، ترجمة علي يوسف علي، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب، ص86، عن الموقع الإلكتروني السابق.

ولو كانت قيمة هذه التقلبات الكمومية ـ المعبَّر عنها بالرمز (Q) ـ أقل بكثير، لما تهيأت الظروف لتشكّل المجرات والنجوم أصلاً، إذ إنّ الكون كان سيبقى متجانساً أكثر من اللازم. أما لو كانت أكبر، لأدّى ذلك إلى تشكّل مجرات كثيفة للغاية، تكثر فيها التصادمات النجمية، وربما تسارعت إلى الانهيار مكوّنة ثقوباً سوداء[1]. وفي كلتا الحالتين سيمنع ذلك دون ظهور الحياة، وبالتالي لن يكون ثمة وجود لنا نحن البشر.



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

مع ذلك، يبقى سؤال مقلق يتبادر إلى الذهن: كيف يُعقَل أن يكون الانفجار ناعماً ومنتظماً؟ فكلّ ما نألفه من انفجارات في عالمنا المحسوس إنما هو خشن، مدمّر، وعشوائي، لا يَعرف نعومةً ولا انتظاماً. أما الانفجار الكوني الأعظم فقد بدا على خلاف ذلك، إذ جاء متوازناً في انبثاقه، أشبه بحدثٍ مشفَّرٍ سلفاً، كأنما يحمل في طياته نبوءة عن وقائع كبرى ستتشكل لاحقاً، وقُدر للعقل البشري أن يبقى مأخوذاً أمامها حائراً في وصفها وفهمها.

وهذا هو عين ما تحاكيه الأطروحة الأصلية للمبدأ الإنساني (Anthropic Principle) التي صاغها الفيزيائي النظري الأسترالي براندون كارتر (Brandon Carter) في ستينات القرن الماضي، إذ تشير إلى أنّ انتظام الكون

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

وتوازنه منذ لحظة الانبثاق الأول لم يكن أمراً عرضياً، بل شرطاً ضرورياً لتهيئة الساحة لظهور الحياة والعقل.

براندون كارتر (1942-)
أول من طرح المبدأ الانساني

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 ومسالماً ومثمراً في الوقت ذاته.

تخيّل لو قيل لك إن انفجاراً شاهقاً وقع، لكنه لم يكن صاخباً ولا مدمّراً، بل أخذ يتفاعل ببطء عجيب استمر يوماً كاملاً، وسط ركام من الأشياء المتناثرة. غير أنّه، على غير ما نعرفه من الانفجارات العمياء، لم يذرها شتاتاً في كل اتجاه، بل نسج منها لوحة بديعة، أشبه بزهرة تنبثق من العدم لتسرّ الناظرين وتدهش العقول!. ومن هنا كان الرياضي البريطاني روجر بنروز (Roger Penrose) من القلائل الذين اعتقدوا بأن الشروط الابتدائية للكون قد اختيرت بعناية مدهشة؛ فكانت ناعمة ومنتظمة ولم تكن عشوائية فجة[1].

ومن 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، وعبّر عنها بهذا

[1]: روجر بنروز: فيزياء العقل البشري والعالم من منظورين، بالتعاون مع أبنر شيموني ونانسي كارترايت وستيفن هوكنج، تحرير مالكوم لونجير، ترجمة عنان علي الشهاوي، مراجعة ايمان عبد الغني عبد الصمد، نشر: 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.

المصطلح بما يبدو منه الحطّ من شأن فكرة التوسع الكوني التي تفترض 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)[1]. لكن المصطلح أخذ يشيع حتى استقر كدلالة على تلك النظرية إلى يومنا هذا.

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

لم تكن نظرية الانفجار العظيم مقنعة في بداية ظهورها، ولم يُعطَ لها شيء من الاعتبار إلا بعد أربعينات 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 والأربعينات، وكان يقدر حينذاك بحوالي (170 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية.

فاعتماداً على هذا الثابت تمّ 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 خمسينات القرن الماضي فإن عمر الكون قد قارب عمر الأرض وحتى أقل منه، ففي (عام 1958) أشار الفيزيائي الشهير فيرنر هايزنبرغ (Werner Heisenberg) إلى أن عمر الكون

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

يبلغ حوالي أربعة مليارات عام فقط[1]، 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 هابل[2]. 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 حول ظاهرة دوبلر والإزاحة 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) وجايانت نارليكار (Jayant Narlikar).

فقد وجد الفيزيائيون في هذه النظرية ضالتهم المنشودة والند الذي ينافس أطروحة الانفجار العظيم. ولم ينحسم التنافس بينهما إلا عند منتصف الستينات بعد ان تمّ اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية المايكروي (Cosmic Microwave Background)، إذ كان لنظرية الانفجار العظيم الانتصار الحاسم، رغم انها ظلت تواجه مشكلات وأزمات كثيرة، مثل تخبطها في تقديرات عمر الكون وان لها دلالة على العشوائية الواضحة.

إذ كيف يمكن لانفجار عشوائي ان يخلق لنا نظاماً دقيقاً؟ كما كيف يمكن التوفيق بينها وبين مبدأ الانتروبيا والقانون الثاني للثرموداينميك؟

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،

[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.

وتسمى العملية بالخلق المستمر (continuous creation)، حيث يتم خلق حوالي هايدروجين واحد لكل متر مكعب على مدار عمر الكون[1].

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. فتتكون 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 الكون - تبعاً لثابت هابل- بين فترة واخرى، إلى ان حلّ منتصف الستينات من القرن العشرين، حيث تبين خطأ النظرية تبعاً لاكتشاف إشعاع الخلفية الكونية المايكروي (CMB)؛ لِما له من دلالة على اختلاف ظروف بداية الكون عما عليه الآن. وبالتالي اعتبرت النظرية تناقض مقاييس علم الفلك، لذلك تمّ التخلي عنها، لكن هويل لم يتقبل ما أفضت إليه نتائج الاكتشاف المتعلق بهذا الإشعاع، بل عزا ذلك إلى مسببات أخرى، وظل على رأيه حتى مماته[2]. واليوم حاول البعض ان يجد فيها أو في نموذج آخر على شاكلتها بديلاً عن أطروحة 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 إلحاد أصحابها. وعلى الصعيد الاسلامي انها تنسجم مع فكرة الإله الفعال: ﴿فَعَّالٌ لِمَا يُرِيدُ﴾[3]. وقد كان ابن تيمية الحراني من اللاهوتيين المسلمين يعتقد بهذه الفكرة، وهي ان الله فعال وخلاق أزلاً وأبداً من دون انقطاع، فهو يحيي ويميت على الدوام، وهي النظرية التي أكّد عليها الفلاسفة القدماء[4].

ومعلوم انه لا تضارب بالضرورة بين الفكرة الأخيرة المعبّرة عن دوران الخلق واستمراريته أزلاً وأبداً؛ وبين الاعتقاد الفيزيائي بمرور الكون بحالات مختلفة منذ

---

[1]: علم الكونيات، ص62.

[2]: البدايات، ص44-45.

[3]: القرآن الكريم، سورة البروج\ 16.

[4]: انظر: يحيى محمد: النظام الوجودي، ضمن سلسلة المنهج في فهم الإسلام (3)، جزيرة التكنلوجيا للطباعة والنشر، المغرب، طبعة ثانية، 2025م.

نشأته وحتى يومنا الحالي، كالذي يظهره إشعاع الخلفية الكونية، فالاختلاف الذي يلاحظه العلماء ضمن زمن محدد يقارب (14 مليار سنة) قد يعبّر 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 السِّجِلِّ لِلْكُتُبِكَمَا بَدَأْنَا أَوَّلَ خَلْقٍ نُعِيدُهُ وَعْداً عَلَيْنَا إِنَّا كُنَّا فَاعِلِينَ﴾[1].

[1]: القرآن الكريم، سورة الانبياء\ 104.

ب- أدلة النظرية

يمكن تحديد الأدلة التي اعتمدتها نظرية الانفجار العظيم بثلاثة أساسية، هي: دليل إزاحة دوبلر، وإشعاع الخلفية الكونية المايكروي، والعناصر الخفيفة. وتفصيل الحديث عنها سيكون كالتالي:

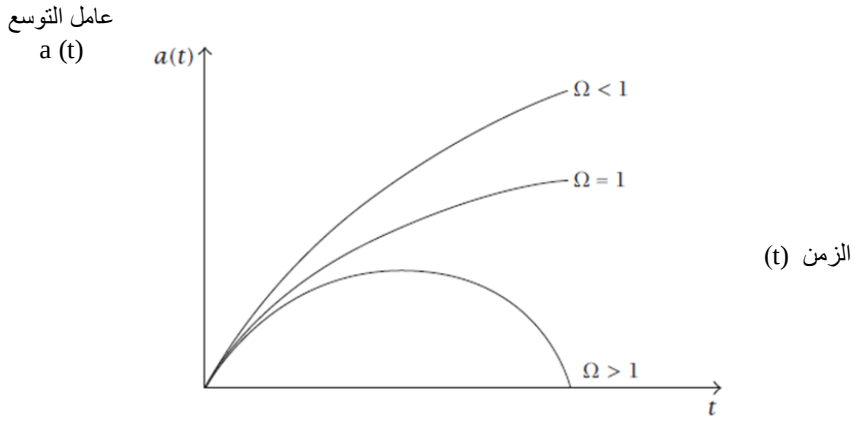
1- إزاحة دوبلر

تُعَدُّ إزاحة دوبلر من أبرز الشواهد على تباعد المجرات على نحوٍ متواصل، بتسارعٍ يتناسب مع المسافات الفاصلة بينها. وقد تجلّى ذلك بوضوح في المشاهدات الفلكية التي سجّلها إدوين هابل أواخر عشرينيات القرن الماضي. غير أنّ هذه الحقيقة لم تكن غريبة تماماً عن الفكر الكوني؛ فقد سبقه، في عام 1922، عالم الرياضيات والكونيات الروسي ألكسندر فريدمان (Alexander Friedmann)، الذي تنبأ بتوسع الكون، بل ورأى أنّ المجرات الأبعد تمضي أسرع من غيرها، وأن العالم متجانس في كل اتجاهاته. وهكذا جاءت نبوءاته لتسبق اكتشافات هابل بخمس سنوات كاملة[1].

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

[1]: ستيفن هوكنج وليونرد ملوندينوف: تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ترجمة أحمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ، دار العين للنشر، ص67-71، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

وقد طرح فريدمان 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.



نماذج فريدمان، حيث يُمثل أوميغا "Ω" النسبة بين الكثافة الحقيقية والكثافة الحرجة
كون مغلق: $\Omega > 1$
كون مفتوح: $\Omega < 1$
كون منبسط: $\Omega = 1$

لقد اعتمد هابل في اكتشافاته على إزاحة دوبلر، وهي الظاهرة المكتشفة على يد الفيزيائي النمساوي كرستيان 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 تتبين من خلال العين المجردة قط، وهي بذلك تختلف عن التطبيق المتعلق بالأمواج الصوتية.

كريستيان دوبلر (1803-1853)

فبحسب الأمواج الصوتية تتصف الظاهرة بأنها مألوفة تماماً، فاذا كان هناك مصدر متحرك يحمل صفارة صوتية، كما في حالة سماعنا لسيارة الاسعاف، فاننا ندرك من خلالها اقتراب المصدر أو ابتعاده، فاذا زادت حدة الصوت المسموع باضطراد فسيدل ذلك على اقتراب المصدر منا، وعندما تنخفض هذه الحدة أو تخفت 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 الأحمرار 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
كلا الراصدين على الجانبين يستلمان من منبه السيارة الموجات الصوتية بنفس التردد والطول الموجي

ب - السيارة في حالة حركة باتجاه الراصد على جهة اليمين
لذا سيستلم ترددات اعلى وطول موجي قصير لصوت المنبه بخلاف الراصد في الجانب الاخر

ظاهرة دوبلر

وربما يكون الفلكي البريطاني وليام هايجنز (William Huggins) هو أول من وظّف هذه الظاهرة في معرفة أبعاد النجوم واتجاه حركاتها، ففي (عام 1868) اثبت بأن الخطوط المعتمة في أطياف 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 المعتمة 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 الضوء[1].

وليام هايجنز (1824 - 1910)
فلكي بريطاني، مبتكر المطيافية النجمية

وقد صاغ هابل، بمعونة مساعده الشاب ملتون هوماسون (Milton Humason)، قانونه الشهير استناداً إلى هذه الظاهرة[2]، ليستنتج وجود علاقة منتظمة تربط بين سرعة المجرات والمسافة الفاصلة بينها، فكلما ابتعدت المجرة ازدادت سرعتها في التباعد. بل تبيّن أن بعض المجرات تبلغ سرعتها نحو سُبع سرعة الضوء لبعدها الشديد، ثم كُشف لاحقاً عن مجرات أخرى تقارب سرعتها تسعين بالمئة من سرعة الضوء، وهو ما جعل المشهد الكوني أكثر إدهاشاً وإيحاءً بضخامة التوسع الجاري.

واليوم تُقدَّر سرعات المجرات البعيدة بأكثر من ذلك بكثير، أي يفوق بكثير ما كشفه هابل، حتى إنّ بعض الفيزيائيين افترض أنّ هذه المجرات قد تتخطى سرعة الضوء نفسها، الأمر الذي يجعل رؤيتها ضرباً من المحال، إذ إنّ إشعاعها لن يتمكّن من بلوغنا أبداً.

---

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

[2]: لقد كان هوماسون بغّالاً يساعد في نقل المعدات الفلكية ولم يكن متخصصاً، لكنه أصبح فيما بعد عالماً فلكياً بامتياز.

وقد توصّل هابل إلى أنّ المجرات تتباعد بسرعات متفاوتة تتناسب طرداً مع بعدها عنا، وهو ما قاده إلى صياغة علاقة رياضية عبّر عنها بنسبة ثابتة بين المسافة والسرعة، عُرفت لاحقاً بثابت هابل (Hubble constant).

ومن المعلوم أنّ هذا الثابت ليس مطلقاً أو نهائياً، بل يتغيّر مع تغيّر الزمن ما دام الكون في حالة اتساع دائم. غير أنّ هذا التغيّر لا يُلحَظ إلا عبر أزمنة كونية سحيقة، مما يجعله ثابتاً تقريباً بالنسبة إلى مقاييسنا وقياساتنا الراهنة، وهو ما يفسّر استمرار اعتماد الفيزيائيين عليه كـ "ثابت كوني" عملي في الحسابات والنماذج، رغم إدراكهم لتغيّره على المدى البعيد.

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:

$$\mathbf{V = H_0\ D}$$

ورغم الأهمية الفارقة لاكتشافات هابل، فإنه لم يربط بينها وبين فكرة التمدد الكوني، إذ لم يخطر بباله أن تباعد المجرات على ذلك النحو المضطرد قد يشكّل دلالة على توسّع الكون بأسره، حيث كلّ شيء يبتعد عن كلّ شيء آخر في انسجام شامل.

لكن الفيزيائي والقسّ البلجيكي جورج لوميتر (Georges Lemaître) كان أول من التقط خيط هذه الاكتشافات ووظّفها لإثبات أنّ الكون في حالة تمدّد. فقد ذهب إلى أنّ هذا التباعد المستمرّ يقتضي أن يكون للكون بداية انطلاق من نقطة أولى تمثّل لحظة الانبثاق.

وفي ورقة نشرها عام 1927، فسّر لوميتر الإزاحة الحمراء (إزاحة دوبلر الضوئية) بوصفها شاهداً على تمدّد الكون، بعد أن عمل على حل معادلات النسبية العامة لأينشتاين وتوصل إلى تنبؤ بتمدد كوني شامل.

وقد بدت الفكرة غريبة وصادمة في حينها، حتى إنّ أينشتاين نفسه، وقد احمرّ وجهه من شدة الانفعال، علّق على عمل لوميتر بالقول: «معادلاتك الرياضية صحيحة، لكن فيزياءك فظيعة».

وفي (عام 1930) اقترح ليميتر بأن كوننا المتمدد 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.

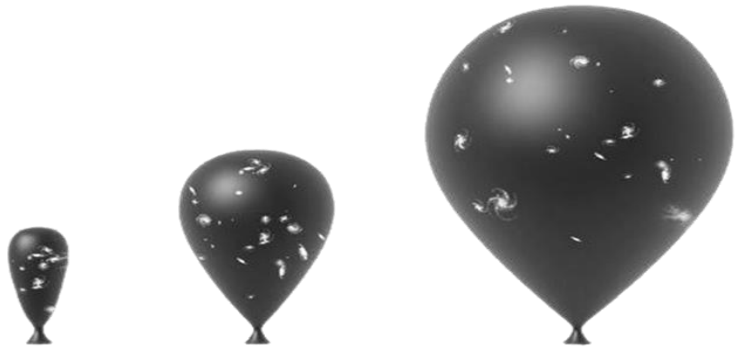
جورج ليميتر (1894- 1966)
الأب الروحي لنظرية الانفجار العظيم

وقد كان ليميتر 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 بدئياً للتخليق النووي.

وكثيراً ما يُمثَّل 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 مقارنة 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 المنقّط، وهي فكرة مضللة.

[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



تمثيل لتمدد الكون، حيث تمثل النقاط المنتشرة على سطح البالون الأجرام السماوية
وعند اتساع حجم البالون تتباعد تلك النقاط فيما بينها

2- إشعاع 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 وتسافر 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.

إن 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 إشعاعية كونية قوية في حقبة التخليق النووي (nucleosynthesis)، إذ لو كان هناك توسع بالفعل لكان يفترض ان يصلنا منه إشعاع يبلغ من البرودة اقصاه، وهو ما قدّره هذان الفيزيائيان بدرجة حرارة (5 كلفن)، وذلك قبل اكتشافه خلال الستينات صدفة[1].

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

[1]: علم الكونيات، ص66.

حبيساً فيه، مع انه منتشر في كل مكان. وبالتالي افترضا ان الهليوم مخلق في الأساس قبل صنع النجوم والمجرات، وانه من المتوقع على هذا الأساس ان يكون هناك ما يدل على هذه العملية عبر الإشعاع الواصل إلينا منذ تلك الفترة البدائية. لذلك تمّ افتراض وجود خلفية تحمل بصمات ما كان عليه الكون في البداية، أي تحمل بصمات الهايدروجين والهليوم.

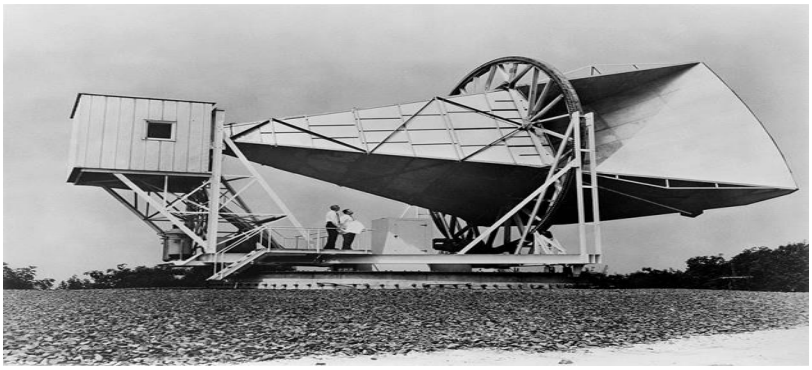
وتبدأ قصة اكتشاف هذه الأمواج الراديوية أو الأشعة المايكروية عبر نوع من الضجيج (عام 1965). فقد كان الفلكيان الشابان بنزياس (penzias) وويلسون (Wilson) يستخدمان هوائي أمواج راديوية للاتصال مع أول قمر صناعي حديث للاتصالات، وعندما وجدا مجموعة غامضة من الأمواج المشوشة، ظنّا في البداية انه قد يكون هناك راديو 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 تمّ تفسير إشعاع الخلفية الكونية بأنه إشعاع جسم أسود تبلغ درجة حرارته أقل من (3 كلفن). فهو طويل الموجة، وهو إشعاع حراري بارد جداً يصدر عن جسم أسود لأن فيه كل صفات الإشعاع الحراري المنطلق من فرن درجة حرارته بالغة الضآلة، إذ له طيف يعبّر عن طريقة تغير لمعان الضوء حسب تغير طاقته، لذا ينطبق عليه صفات هذا الجسم[1].

فمع تمدد الكون يمتط طول موجة كل شعاع ضوئي، أو يتزايد طول موجة كل فوتون مع توسع الكون. وحيث ان درجة حرارة إشعاع الجسم الأسود تتناسب عكساً مع طول موجة الإشعاع؛ 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 إشعاع الخلفية بما يقرب من (3 كلفن) وان طول موجة الإشعاع 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 إلكترون فولت). أما في درجات الحرارة العليا لدى الأزمنة الأولى للكون فإن طاقة الفوتون كانت أكبر من ذلك بكثير. في حين ان طاقة البروتون

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

والنيترون لم تتغير عما كانت عليه في السابق مثلما عليه حالياً، وتساوي (939 مليون إلكترون فولت)[1].



الهوائي المركب الذي التقط الأشعة الكونية لأول مرة في التاريخ
ويقف عنده بنزياس وويلسون مكتشفا الأشعة في ستينيات القرن العشرين

وفي أوائل التسعينات وصل قياس الخلفية الإشعاعية الكونية ذروته عبر القمر الصناعي (مستكشف الخلفية الكونية COBE) التابع لناسا (NASA). وقد أكد الفيزيائيون والفلكيون بدرجة عالية من الدقة ان الكون مليء بإشعاعات مايكروية درجة حرارتها حوالي (2.7) فوق الصفر المطلق (-270 درجة مئوية). وبذلك يكون إشعاع الخلفية الكونية أبرد شيء في الطبيعة بحسب الباحث ماركوس تشاون (Marcus Chown)[2]، 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، إذ 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)[3]. 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.

---

[1]: الدقائق الثلاث الأولى، ص78-79 و89.

[2]: نظرية الكمية، ص176.

[3]: 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

هكذا لم يجد الفيزيائيون فرضية أفضل من ان يفسروا فيها طبيعة الإشعاع المايكروي 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 الإشعاع الكوني الذي وصلنا. فهو الأثر البارد لآخر إشعاع تشتت بواسطة الإلكترونات في حقبة اعادة الاتحاد الذري[1].

أما لماذا لم يصلنا هذا الإشعاع منذ بدء الانفجار العظيم؟ فسبب ذلك يعود إلى انه لم يُتحْ له التحرك بحرية بداية نشأة الكون بسبب معوقات التفتيت الإشعاعي، 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 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 ان تمنع تجمع المادة وايقاف التأين، واختفت بذلك الإلكترونات الحرة بعد ان 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 انه لم يحصل آنذاك شيء ذو أهمية يمكن ان يشار إليه بعد هذه الدقائق، إلى ان حلّت تلك الحقبة المفصلية التي كان فيها الكون أصغر

[1]: انظر: نظرية الكمية، ص176. وعلم الكونيات، ص64 و105.

مما هو عليه اليوم بحوالي ألف مرة واشد 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 بالتدريج. وبذلك تمت هيمنة المادة وغلبتها بكثرة ما انتجته من المجرات وشرائطها العنقودية.

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

ورغم ان الفيزيائيين اعتبروا اكتشاف إشعاع 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 الإشعاع 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 الإشعاعية؟ 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 إشعاع الخلفية الكونية الذي وصلنا.

هكذا يُلاحظ أن الأشعة الخلفية، التي اعتبرها الفيزيائيون أعظم دليل على نظرية التوسع الكوني، سرعان ما تحوّلت إلى مصدرٍ لمعضلات لم يجدوا لها حلاً. ففي البداية، بدا لهم تجانس هذه الأشعة هو الاكتشاف المنشود؛ فابتهجوا به باعتباره الدليل الذي طالما انتظروه ليقودهم إلى فجر الانفجار العظيم، إلى ما قبل تشكّل المجرات والمادة. غير أن هذا التجانس نفسه ارتدّ عليهم بمأزق جديد: فإذا كان الكون المبكر متجانساً تماماً كما تشير هذه الأشعة، فكيف إذن نشأت منه تلك المجرات العملاقة؟! عندها وجد الفلكيون أنفسهم مضطرين للبحث عمّا يناقض ما

هلّلوا له في البداية؛ فبعد أن كان التجانس ضالتهم لإثبات التوسع، أصبحوا يتمنّون لو تكشف الأشعة الخلفية عن تفاوتات دقيقة، يستنبطون منها سرّ تكوّن المجرات.

لقد تغيرت ملامح نظرية الانفجار العظيم من اطارها القديم المتمثل بالتوسع الكوني إلى اطار جديد مفترض سمي بالتضخم الكوني "Cosmic inflation". وبدأ طرح هذا الاطار الجديد في مطلع ثمانينات القرن الماضي، وهو يتنبأ بوجود مثل تلك الفوارق لدى إشعاع الخلفية الكونية. لكن كلما بحث الفلكيون من خلال الأقمار الصناعية وغيرها وجدوا ان الخلفية الإشعاعية 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 مكوّن في الأساس من الهايدروجين وبحوالي (23%) من كتلة الهليوم. وقد قدّر الفيزيائي النظري ستيفن هوكنج ان هذا الحساب صحيح[1]، 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 الهايدروجين[2]. 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

[1]: ستيفن هوكنج 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.

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 بقلة في الكون مقارنة بالعناصر الخفيفة الأخرى، وهو هايدروجين ثقيل يتكون من النيترون المتحد مع البروتون. إذ لوحظ بأن نواة الديوتيريوم هشّة 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 والنيترونات. ويفهم من ذلك انه لا بد ان تكون وفرة هذا العنصر قد تمّ تخليقها قبل ولادة النجوم والمجرات. فعند بداية الكون الحارة جداً كانت أنوية الديوتيريوم المخلّقة تتمزق وتتفكك بفعل الإشعاع إلى بروتون ونيترون منفصلين.

وهكذا تُدمّر هذه الأنوية بمجرد تخليقها، ويطلق على ذلك اسم عنق زجاجة الديوتيريوم (deuterium bottleneck). وما دام هذا الاختناق المروري النووي موجوداً فانه لا يمكن تخليق أي ذرة هليوم.

وبحسب الفيزيائي النظري بيتر كولز (Peter Coles)؛ انه عندما قلّت درجة حرارة الإشعاع عن المليار كلفن فانه لم يكن للإشعاع 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 كلفن[1].

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].

[1]: الدقائق الثلاث الأولى، ص122.
[2]: علم الكونيات، ص66-67.

لقد كان تأثير القوة النووية الشديدة (strong nuclear force) خلال الدقيقتين الأوليين من عمر الكون بارزاً في تكوين أنوية الهايدروجين وغيرها. فبعد دقيقة واحدة بدأ الكون يبرد بما يكفي لاندماج البروتونات والنيترونات 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 للهايدروجين، وقليل جداً من عناصر أخرى. أي تمخضت العملية عن تكوين (90%) من عدد أنوية الهايدروجين 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 الهليوم[1]. وهناك نسبة ضئيلة جداً من الهليوم أخذت تتخلق في هذه الأجرام السماوية نتيجة الاندماج النووي للهايدروجين، حيث يميل الديوتيريوم إلى الاندماج فيها بسرعة إلى الهليوم إن لم يتحطم بفعل الإشعاعات النجمية المتوالية.

[1]: حافة العلم، ص60. والبدايات، 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. بيركيلي (1909-1988)

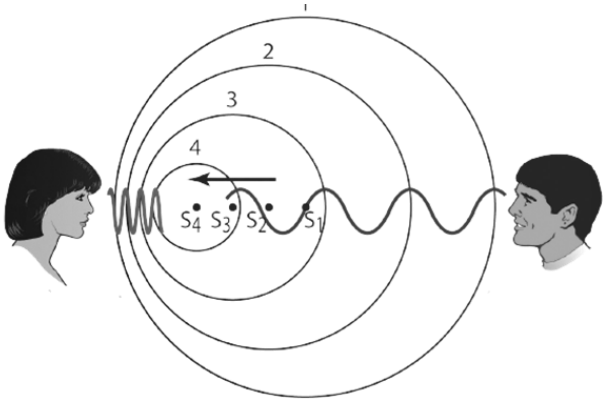
الإزاحة والإشعاع والعناصر الخفيفة

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 قائمة على ثلاثة محاور أساسية: دليل الإزاحة الحمراء وإشعاع الخلفية الكونية والعناصر الخفيفة. غير أنّ أياً من هذه الأدلة لم يَسلم من ثغرات ومواضع خلل، كما سيتضح فيما يلي..

أ- الإزاحة الحمراء

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



عندما يبتعد الجسم عن الراصد ينزاح ضوءه نحو الترددات الأقل (الطرف الأحمر)
وعند اقترابه ينزاح نحو الترددات الأعلى (الطرف الأزرق)
وهو تطبيق لظاهرة دوبلر (في الموجات الصوتية) على الموجات الضوئية

والمشكلة الأساسية التي يواجهها الدليل المشار إليه هي ان هذا التفسير ليس هو الوحيد المسبب للازاحة الحمراء، فهناك أسباب أخرى تسبب الانحراف اللوني المذكور من دون ان يكون لها علاقة بالابتعاد. فقد تحصل هذه الإزاحة 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 رُصدت 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 المجرات[1].

هذا بالإضافة إلى وجود أسباب أخرى - قد يكون لها صلة بالفيزياء النووية - تعمل على توليد الإزاحة 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. وأغرب ما في الأمر هو ان هابل نفسه صاحب الاكتشاف المتعلق بهذا الصدد كان كثير التشكك فيما تعنيه الإزاحة 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 وهناً مما يمكن ان يكون. وعليه رفض ان يفسر الإزاحة 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، فتعرّض استنتاجه لهجوم من قبل العديد من علماء الكون النظريين، رغم ان أعمال هابل الرصدية كانت موضع ثقة واعتماد من دون اعتراض[2]. وهو موقف يذكّر بالمنقول – لدى بعض المذاهب الاسلامية - عن

---

[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.

وصية الامام الحسن العسكري في بني فضال من الشيعة الفطحية: خذوا ما رووا وذروا ما رأوا..

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

هالتون آرب (1927-2013)

وعلى هذه الشاكلة جاء اكتشاف الفلكي الاسترالي-الأمريكي (برين شميدت Brian Schmidt) قرابة منتصف ستينات القرن الماضي (1964)، حين لاحظ أنّ بعض الأجرام التي تبدو في مظهرها شبيهة بالنجوم تُظهر انزياحات طيفية هائلة نحو الأحمر قد تبلغ قيماً تعادل ثلاثة أضعاف الطول الموجي الأصلي للضوء المنبعث منها (أي: 300%).

وإذا كانت هذه الأجرام تقع بالفعل على المسافات السحيقة التي يشير إليها هذا الانزياح، فإنّ ذلك يعني أنّها تُشع طاقة خارقة تفوق كل ما كان متصوراً آنذاك. ويصعب في هذه الحالة تعيين العلاقة بين السرعة والمسافة لشدة البعد. وقد عُرفت هذه الأجرام الغامضة باسم أشباه النجوم أو الكوازارات (Quasars).

والكوازارات تُعدّ من أبعد الأجرام السماوية المكتشفة، وأكثرها لمعاناً وسطوعاً، حتى إنّ الكوازار الواحد يمكن أن يعادل في ضيائه نحو مائة مجرة كاملة. غير أن مصدر هذه الطاقة المهولة ما زال موضع لغز، إذ لا يُعرف على وجه الدقة نوع الحقول أو العمليات الفيزيائية القادرة على إنتاج هذه الكثافة المذهلة من الإشعاع. وتُرصَد بعض الكوازارات اليوم عند مسافات تصل إلى عشرة

مليارات سنة ضوئية أو أكثر، ويبدو أنّ عددها يزداد كلما توغّلنا في أعماق الكون البعيد[1].

صورة كوازار 3C 273
مأخوذة بتلسكوب هابل الفضائي

وفي مطلع ثمانينات القرن الماضي وجد الفلكيون ان اعتمادهم على قياسات الإزاحة الحمراء تجعلهم ينتهكون أحياناً السرعة الثابتة للضوء كما جاءت بها النسبية الخاصة لاينشتاين، إذ وجدوا ان بعض الكوازارات تبعث نفثات من المادة تتحرك بسرعة تفوق سرعة الضوء، وقد دفع هذا الاكتشاف بعض الباحثين إلى التشكيك في التقديرات السائدة، ورأى أن الكون أصغر بكثير مما مقدر له.

بل قيل انه لم يقترح أحد - آنذاك - الانقلاب على نظرية النسبية الخاصة في دعواها بثبات سرعة الضوء[2]، وتم رفض أي سرعة تضاهي الأخيرة واعتبارها من الأوهام البصرية، كما في حالة الكوازارات النفّاثة فائقة السطوع[3].

وهناك من نقد طريقة هابل وما توصل إليه من نتائج قبل تشكيكه فيها، ومن هؤلاء الفيزيائي الامريكي الشهير ستيفن واينبرغ الذي شكك فيما توصل إليه الأول من ارتباط بين المسافات والسرعات المجرية. وأشار إلى انه في (عام 1929) قدّر هابل المسافة لثماني 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، إذ يبدو انه ليس ثمة ارتباط بين

---

[1]: الدقائق الثلاث الأولى، ص41-42. وقصة الفيزياء، ص368.

[2]: 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.

[3]: بحث في نظام الكون، ص55.

المسافات وبين السرعات المجرية، هذا فيما عدا ميل خفيف إلى تزايد السرعات مع المسافات. وفي حقيقة الأمر يجب ان لا نتوقع علامة تامة بين المسافات والسرعات من أجل ثماني عشرة مجرة، وان هذه المجرات قريبة جداً منا، إذ 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 أعلاه، أو على التفصيلات النظرية التي ترتبط بها››[1].

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 التشتت.

وعليه إذا كانت علاقة السرعة بابتعاد المجرات تزودنا بثابت هابل، ففي المقابل ان الانحرافات عن هذه العلاقة تقتضي تقوس الفضاء[2].

لقد تعرّض ثابت هابل للكثير من التغيير والتبديل نتيجة المزيد من الاكتشافات والملاحظات الرصدية. ففي البداية كان قياس هذا الثابت وبالاً على اكتشافات هابل بسبب بعض الأخطاء، فخلال الثلاثينات والأربعينات من القرن الماضي تمّ قياسه بحوالي (170 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية من المسافة. لكن سرعان ما تبيّن أن هذا التقدير خاطئ، وأنه على أساسه يكون عمر الأرض أكبر من عمر الكون بأكثر من ضعفين.

وتبيّن فيما بعد أن تقدير ثابت هابل أقل بكثير مما كان يُتصوَّر كما عرفنا سابقاً، ومع ذلك ظهرت تقديرات مختلفة حوله؛ إذ كان يُقدَّر بحوالي (15 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية، حيث قاس الفلكيون أبعاد المجرات البعيدة بعشرة أمثال ما قدّره هابل. وهكذا أصبح الثابت يساوي (15 كم في الثانية) لكل مسافة مليون سنة ضوئية. ورغم أن هذه النتيجة تشير إلى أن عمر الكون يبلغ (20 مليار سنة) وهي أقصى ما توصّل إليه الفيزيائيون وفق هذا الثابت؛ إلا أن ستيفن واينبرغ اعتبر أن العمر الحقيقي للكون أقل من هذه المدة التقديرية، لأن المجرات لا تمتلك السرعة

[1]: الدقائق الثلاث الأولى، ص38-39.
[2]: علم الكونيات، ص52. والبدايات، ص66.

ذاتها دائماً، بل إن حركاتها تباطأت تحت تأثير جاذبياتها المتبادلة[1]. كما تمّ تقدير ذلك الثابت أيضاً بأنه (16 كم في الثانية)[2].

وبحسب التقديرات الحديثة، وطبقاً لبيانات مسبار ويلكينسون (WMAP) المقدَّمة لعام 2010، فإن ثابت هابل يساوي ما يقارب (70 كم في الثانية) لكل مليون فرسخ فلكي، أي ما يعادل حوالي (21 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية[3]. وحالياً، هناك من حدّده بمقدار (66.5 كم في الثانية) لكل ميگا فرسخ فلكي، أي لكل (3.26 مليون سنة ضوئية)، فيما قدّره آخرون بحوالي (73 كم في الثانية). كما توجد تقديرات تتراوح إجمالاً بين (60 - 70 كم في الثانية) لكل ميگا فرسخ فلكي[4]، وأخرى بين (70 - 75 كم في الثانية)... إلخ. فهذه القيم تبقى خاضعة للمراجعة بين حين وآخر، تبعاً لاكتشاف المزيد من المجرات وتحديد أبعادها وسرعاتها.

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 سم^3)، أي بروتون واحد لكل (400000 سم^3) من الفضاء[5]. 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 الإزاحة الحمراء ولا على ظاهرة دوبلر في تبيان التوسع الكوني المفترض.

---

[1]: الدقائق الثلاث الأولى، ص39-41.
[2]: قصة الفيزياء، ص372.
[3]: انظر حول ذلك:
http://en.wikipedia.org/wiki/Wilkinson_Microwave_Anisotropy_Probe
[4]: علم الكونيات، ص57 و58.
[5]: قصة الفيزياء، ص375.

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 إذا كانت نظرية الانفجار صحيحة؛ فلا بد من اثبات تباعد سحب البلازما والغازات التي تملأ هذا الفضاء.

ولو عوّلنا على النسبية العامة لبرزت صعوبة أخرى، تتمثّل في ضرورة إثبات تمدّد الفضاء ذاته بوصفه وعاءً هندسياً. لكن كيف يمكن البرهنة على ذلك؟ فنحن نميل إلى الاعتقاد بأن الفضاء، بوصفه وعاءً مكانياً، لا يخضع للتمدّد أو التقلّص أو التغيّر، إذ يُعدّ ذلك من المحالات العقلية. وكتعويض عن هذا التصوّر، يمكن افتراض وجود شيء ما ـ كالأثير مثلاً ـ يتمدّد داخل الفضاء، ويُسند إليه ما يُنسب عادة إلى الفضاء من خصائص فيزيائية، كالتمدّد والتقلّص وحمل الطاقات الهائلة التي تتحدث عنها ميكانيكا الكم. وبهذا يصبح كل شيء أسيراً لهذا الأثير الكوني، مع ضرورة الإبقاء على المكان خالصاً من أيّ خصائص فيزيائية محددة، سوى كونه وعاءً صرفاً ذا أبعاد ثلاثة.

علماً بأن الفيزياء الحديثة قد شهدت تبادل أدوار في الخصائص الفيزيائية بين الأثير والوعاء المكاني. ففي الماضي كانت فكرة الأثير هي السائدة وفقاً للنموذج 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 مايز. 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 بدونه 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): ‹‹إذا فحصنا المسألة فحصاً جديداً في ضوء معارف راهنة، فاننا

[1]: للتفصيل انظر الفصل السادس من كتابنا: منهج العلم والفهم الديني، دار النهى، الجزائر، الطبعة الثانية، 2024م.

نجد ان الأثير لا تستبعده النظرية النسبية أبداً، وأن ثمة إمكاناً في أيامنا هذه لتقديم أسباب وجيهة للتسليم بوجوده››[1].

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

ب ـ إشعاع الخلفية الكونية

لقد واجهت نظرية الانفجار العظيم معضلة كبرى تتعلّق بتشكّل المجرات وعناقيدها الضخمة؛ إذ يُطرح السؤال: كيف أمكن لهذه التكتلات الهائلة أن تتكون وتتجمع في ظروف يُفترض أنها كانت متجانسة، وفي فترة زمنية قصيرة لا تكفي ـ بحسب الحسابات ـ لظهور مثل هذه البُنى الكونية؟

فالمفترض، في ظل هذا التجانس، أن يكون الكون مليئاً بطبقة رقيقة من غازي الهيدروجين والهيليوم، لا أن يكون معموراً بالمجرات والنجوم. وهذا ما سنلقي عليه الضوء فيما بعد.

لكن ما يهمنا هنا، هو ان تخلّق المجرات يستلزم بالضرورة وجود تفاوت سابق في الكثافة المادية، يمهّد لبناء هذه الهياكل الكونية العظيمة. وعليه يبرز السؤال الحاسم: ما الدليل على وجود مثل هذا التفاوت؟ إن أثره يفترض أن يظهر كبصمة دقيقة في إشعاع الخلفية الكونية، إذ من دونه لا يبقى برهان مقنع على التوسع الكوني ولا على الانفجار العظيم نفسه.

وهنا تتجلّى أهمية إشعاع الخلفية الكونية، فهو المرآة التي انعكست فيها آثار نظرية الانفجار العظيم، ومن خلاله أمكن استشراف صورة العالم في مراحله الأولى وتشكلاته الكبرى، وعلى رأسها عملية تكوين الذرات والمجرات. فقد ترسخت جميع هذه المعارف المتعلقة بتاريخ الكون عبر البيانات المستقاة من رصد ذلك الإشعاع الأحفوري.

[1]: إيمر لاكاتوس: تاريخ العلوم ومنهجيتها، ترجمة وجيه اسعد، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، 2011م، ص190.

هكذا أدرك أصحاب نظرية الانفجار العظيم انه لا بد من ان تظهر آثار من البقع الساخنة على إشعاع الخلفية الكونية، فهي تمثل علامة للدلالة على التكتلات المادية في الماضي السحيق. فلهذا الإشعاع 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 بالأقل منها، حيث يتولد في بعضها فوتونات أكثر من البعض الآخر، فتكون أكثر كثافة وحرارة، وهو ما ينعكس على إشعاع الخلفية الكونية، باعتباره انعكاساً للماضي ويحمل آثار الكون البدائي.

فهذا هو المقصود من عدم تجانس الإشعاع وتناسقه، وهو الفرض الذي عولت عليه نظرية التضخم الكوني كشرط من شروط صحتها، واصلاح لما كانت عليه نظرية الانفجار في نسختها الأولية (initial version)، إذ لم تضع في الحسبان ان صنع المجرات يقتضي وجود تكثفات 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 إشعاع الخلفية الكونية.

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

أما ما توقعه علماء الكون النظريون فهو عدم تماثل شدة الإشعاع 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 الإشعاع، خاصة عند بداية تشكل المجرات مثلاً.

كما توجد حالات عارضة تجعل شدة الإشعاع غير متماثلة لاعتبارات مختلفة، فمثلاً ان بسبب حركة الأرض بالنسبة إلى بقية الكون تتغير شدة الإشعاع قليلاً في السماء. فالأرض 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 الإشعاع الواصل نحو الأرض أمام حركتها أو خلفها سيزيد أو ينقص بتلك النسبة إلى سرعة الأرض، بمعنى أن مقدار التغيّر

يعادل (0.1%)، أي واحداً من الألف (1\1000)، لذا تتغير درجة حرارة الإشعاع[1].

فلقد قيست درجة حرارة الإشعاع (عام 1965) فبدت متوحدة الخواص في السماء، ولاحقاً تمّ اكتشاف ان ثمة تفاوتاً واسع النطاق في درجة الحرارة عبر السماء يبلغ جزءاً واحداً في الألف (1\1000)، وهو ما يعرف بتأثير دوبلر الذي يسببه دوران الأرض حول نفسها عبر المجال الإشعاعي المتخلف عن الانفجار العظيم، إذ تبدو السماء أكثر دفئاً بقليل في الاتجاه الذي نتحرك صوبه، فيما تبدو أبرد قليلاً في الاتجاه الذي نبتعد عنه. لكن إذا نحينا هذا التفاوت جانباً والذي يطلق عليه "ثنائي القطب"، فسيبدو الإشعاع وكأنه يأتي على نحو متساو من كل الاتجاهات. ولوقت طويل والمنظرون يشككون في وجود بنية في إشعاع الخلفية الكونية المايكروي 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 إشعاع 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 إشعاع الخلفية الكونية، فلا بد من ان تكون درجة الحرارة أو السطوع لدى هذا الإشعاعغير موحدة أو منتظمة.

وفي (عام 1970) تمّ حساب الاختلاف في الحرارة فتبين انه ينبغي ان تكون (5 أو 6) أجزاء من الألف. 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 (1\1000).

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 أدرك المنظرون بأن هناك القليل جداً من المادة التي لا تكفي لصنع المجرات استناداً إلى حاجتها للجاذبية القوية، وبالتالي حاجتها إلى مادة كثيرة، في

[1]: الدقائق الثلاث الأولى، ص85-86.

حين ان كثافة المادة التي قاسها الفلكيون آنذاك تعادل ذرة واحدة لكل عشرة أمتار 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 لتتمكن المجرات من التشكل عبر الجاذبية بالسرعة الكافية. وعليه احتاج المنظرون إلى افتراض مادة مؤثرة وان لم تُرصد فلكياً، وبذلك تمّ التعويل على ما يسمى بالمادة المظلمة "Dark Matter" لتفي بهذا الغرض[1]، 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 الأثر على تكوينها، أو انه كان لها أثر ضئيل يتمثل بالتكتلات المادية السابقة على صنع هذه الأجرام. لذا جاء افتراض المادة المظلمة كتعويض عما يُفترض ان تكون هناك تقلبات قوية لإشعاع الخلفية الكونية، فاكتفى العلماء في البحث عن فروقات بسيطة لتلك التقلبات. وأصبحت مهمة المادة المظلمة تتحدد في تفسير كيف أمكن للمجرات 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 هائل في الكون المبكر، بحيث لا يتوافق مع التجانس الملحوظ في الموجات المايكروية الكونية[2]. وزعمت هذه النظرية وجود مناطق تحمل بعض العيوب الطوبولوجية (Topological defects)، حيث تزداد فيها كثافة الجسيمات أحادية القطب المغناطيسي (magnetic monopole)، وذلك استناداً إلى ما توقعته نظريات التوحيد العظمى لقوى الطبيعة (Grand Unified Theory – GUT). غير أنّ التجارب والملاحظات لم تكشف عن وجود هذه الجسيمات، مما دفع النظريات

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

[2]: الانفجارات الثلاثة العظمى، ص237.

الأحدث للتضخم إلى خفض كثافة الاستقطاب المغناطيسي إلى مستويات ضئيلة، بحيث أصبحت خارج نطاق الرصد تماماً، بعد أن أزال التضخم الهائل مناطقه المشوّهة.

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 تولي TullyBrent (عام 1986) من وجود هياكل عنقودية يبلغ طولها حوالي مليار سنة ضوئية، وعرضها حوالي (300 مليون سنة ضوئية)، وسمكها مليون سنة ضوئية[1]. ثم توالت 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 إشعاع الخلفية الكونية هي ضئيلة جداً، فقد نشر هذا القمر لاقطاته الحساسة بهدف رصد أي تفاوتات في درجة حرارة الخلفية الكونية في السماء[2]، 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).

وفي جميع الأحوال، تبين أن التفاوتات المعتادة في إشعاع الخلفية الكونية لا تتجاوز بضعة أجزاء في المائة ألف من الدرجة أعلى أو أدنى من متوسط درجة الحرارة[3]. وهكذا كان (عام 1992) عاماً مميزاً بالنسبة لداعمي نظرية الانفجار العظيم، إذ أبرزت الصحف حول العالم هذا الاكتشاف المثير المتعلق بالآثار الطفيفة في درجة حرارة الإشعاع الكوني، مع توحد الخواص (isotropic) تقريباً.

وأوضح الكشف عن هذا الإشعاع أن الكون شبه متجانس (semi-homogeneous)، فهناك انحرافات طفيفة عن التجانس العام، حيث قد تكون الحرارة والكثافة أكثر أو أقل قليلاً. وقد اعتُبر ذلك دليلاً يدعم المبدأ الكوني

[1]: Eric J. Lerner, p.15.

[2]: علم الكونيات، ص100.

[3]: البدايات، ص109.

(cosmological principle)، المتمثل بمبدأي التجانس (homogeneous) وتوحد الخواص (isotropic).

فمبدأ التجانس يعني عدم وجود مركز محدد، بحيث يكون كل شيء متماثلاً في كل مكان، كما هو الحال في محتويات اللبن.

ويؤيد هذا الاستنتاج ثبات إشعاع الخلفية الميكروي وتساويه تقريباً في كل مكان. لكن من الواضح أنه إذا افترضنا التجانس الكامل في جميع الاتجاهات، فإن الكون يفتقر إلى مركز محدد، مما يجعل اصطلاح "الانفجار العظيم" غير مناسب، كما هي ملاحظة عدد من الفيزيائيين.

ومن وجهة نظر بول ديفيز، انه لكي يكون هذا المصطلح ملائماً، يجب افتراض وجود مكان ما لا تتحسسه التلسكوبات المتوفرة لدينا، كأن يكون مدفوناً تحت كثافة المجرات، مما يجعله غير قابل للرصد[1].

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 إذا كان متوحد الخواص. وتبين أخيراً انه في الشرائح الكونية الضخمة هناك تجانس مع توحد الخواص، لكنهما ينعدمان في الشرائح الصغيرة، ومن ذلك ان مجرتنا درب التبانة - مثلاً - لا تتسم بهما.

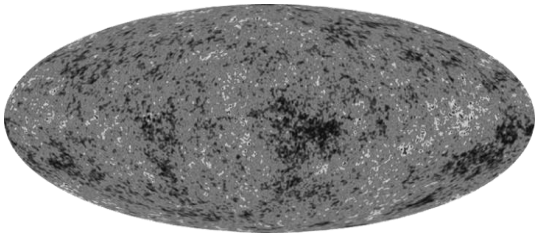
وطبقاً للحسابات الفلكية تمّ تقدير التجانس وتوحد الخواص لدى شرائح كبيرة كل واحدة منها بقدر (300 مليون سنة ضوئية)[2]. أما لدى كل شريحة من هذه الشرائح فانها تحمل اختلافاً في الصفتين المذكورتين بفعل اختلاف التوزيع لدى المجرات وعناقيدها، وقد كان لهذا الاختلاف دور مهم في خلق الحياة.

مع ذلك فإن ما يحيد عن صفة توحد الخواص هو ما تبين بأن هناك خريطة بيضاوية للسماء رسمت باستخدام الحرارة لا الضوء، كما تمّ تقديمها (عام 2003) من خلال مسبار ويلكنسون (WMAP)، والتي شاعت لدى مواقع الشبكة العنكبوتية. فالشكل البيضاوي يُظهر بأن الجهات الكونية ليست متماثلة من جميع الجهات.

---

[1]: الجائزة الكونية الكبرى، ص42 و44.

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



صورة حرارية للكون المرئي التقطها مسبار ويليكينسون
ويدل التباين اللوني على الاختلاف الطفيف لدرجات الحرارة بين مناطق الكون

ومن حيث التفسير تمّ 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 الضخمة[1].

لقد أثار اكتشاف الفروقات الضئيلة في إشعاع الخلفية الكونية رضاً وقناعة لدى المؤيدين لنظرية الانفجار العظيم، إذ اعتبروا هذه التقلبات أو التفاوتات الطفيفة في الكثافة (10^{-5}) كافية لتكوين المجرات وعناقيدها. وبالتالي كان هذا الحال مرضياً تماماً للعلماء على خلفية افتراضهم وجود المادة المظلمة، والتي قُدِّر تأثيرها آنذاك بما يقارب مائة ضعف قبال المادة الكونية المرئية وغير المرئية. وقد صُوِّرت بأنها تشكّل حوالي (99%) من كثافة الكون المادية، وفي تقدير آخر حوالي (90%)، فيما رأى بعضهم أنها تتراوح بين (90 - 99%). أما أغلب ما تبقى فيعود إلى المادة غير المرئية كالثقوب السوداء وما إليها.

فقد افتُرض أن هذه القوة الضخمة المتمثلة بالمادة المظلمة هي التي عوّضت عن النقص الملاحظ في تقلبات إشعاع الخلفية الكونية، إذ تُعد قوة ثقالية أعظم قدرة على تسريع نمو الهياكل الضخمة للمجرات. وبدونها يصعب تفسير كيفية تشكلها بهذه السرعة، بل وفي زمن قصير نسبياً يتراوح بين (10 - 20) مليار سنة، إذ لولاها لاحتاج تكوين المجرات إلى أضعاف كثيرة من هذا الزمن المفترض.

أما بنظر الناقدين لنظرية الانفجار فإن كل ذلك لم يلغ المشاكل المتعلقة بتكون المجرات، فحيث ان هذه الآثار طفيفة فإنها 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

[1]: البدايات، ص106.

العائدة إليه، فمثلاً تمّ 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.

ولم 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 التسعينات من القرن الماضي ان شكوكاً تجددت في قياسات إشعاع الخلفية الكونية، ما جعل فهم الكون بنظر الكثير من العلماء غامضاً، فإما ان تكون القياسات المعتمدة على هذا الإشعاع خاطئة، أو ان هناك ظاهرة فيزيائية مجهولة تعمل على توسعة الفضاء بنسبة (9%) أكثر من المتوقع، مثلما لوحظ من خلال المستعرات العظمى (السوبرنوفا Supernovae) التي تشير إلى التسارع، ومن خلال مشاهدة الإشعاع المذكور. وقد عبّر الفلكي الامريكي المعاصر أَلِكْس فيليبينكو (Alexei Filippenko)؛ بأن الكون ربما يخدعنا، أو ان فهمنا للكون ما زال ناقصاً[2].

وعلى أثر ذلك تمّ التوصل إلى اثبات الطاقة المظلمة (Dark energy) كأحد الأركان 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 الكون لا تباطؤه، واليوم تُقدر الطاقة المظلمة بحوالي (70%) من مكونات الكون، فيما تقدر المادة المظلمة بربع مكوناته تقريباً.

كان من المهم لدى الفيزيائيين ألّا تنافس هذه الطاقةُ المادةَ المظلمةَ في بداية نشأة الكون، إذ لو حدث ذلك لاقتضى الأمر وجود مادة كونية مؤثِّرة بما يكفي لتعويض فقدان أثر المادة المظلمة أمام تصاعد الطاقة المظلمة.

فبحسب الافتراض الجديد ان الكون بدل ان يتباطأ بفعل المادة المظلمة فإنه أخذ يتسارع ويتشتت، ولو كانت الطاقة المظلمة هي السائدة بداية نشأة الكون لما أُتيح

[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/

للمجرات فرصة الصنع والتكوين. لذا افترض الفيزيائيون وجود علاقة تطورية بين هذه الطاقة وتمدد الفضاء، بل أصبحت العلاقة بينهما جدلية، فأحدهما يؤثر في الآخر، حيث بتمدد 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 تضاءلت 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 وأخذت 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 سنة[1]. 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 تُرى لأنها ستتمزق وتكون أسرع من سرعة الضوء. وهو الحال الذي يعاكس ما كان عليه الكون في البداية.

وعموماً، أصبح الكون ـ وفقاً للافتراضين المتوازيين للمادة والطاقة المظلمتين ـ واقعاً بين كماشتي التباطؤ والتسارع، أو التكثف والتشتت، غير أن مفعول الأخير بات اليوم يعادل ما يقارب ثلاثة أضعاف مفعول الأول. ومع ذلك، فقد اقتضت الضرورة أن تكون الغلبة للمادة المظلمة في بداية نشأة الكون، إذ لولاها لما أمكن تفسير تكوّن المجرات وهياكلها الضخمة، كما سنرى لاحقاً.

***

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

[1]: تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ص73-74.

وأهم إشارة في هذا الصدد، أن الفلكيين وجدوا في مارس (عام 2014) أن نصف الكرة الجنوبي من الأرض يحمل استقطاباً في الإشعاع المايكروي (Polarization of microwaves)، أي التواءً في الإشعاع يتمثل بمزيد من الدفء والاحمرار، وقد سُمّي ذلك باستقطاب نمط (ب) (B-mode polarization). وفي البداية هلّلوا لهذه النتيجة ظناً منهم أنها تدل على آثار الأمواج الثقالية التي تنبأ بها آينشتاين من قبل، والتي سبّبها التضخم الكوني، فاعتُبرت من أعظم الاكتشافات العلمية كما أعلنتها صحف العالم آنذاك. لكن بعد أشهر من الإعلان تبيّن أن هناك شكوكاً تتعلق بشدة هذا الاستقطاب، وراج الاعتقاد بأنه نتاج الغبار الذي يواجهه إشعاع الخلفية الكونية أثناء مروره عبر مجرتنا.

وقد تعزّزت هذه الشكوك لاحقاً، فمال العلماء إلى هذا التفسير المخيّب المرتبط بظاهرة الغبار.

وعلى ضوء ذلك، وُصفت نظرية الانفجار العظيم ـ تبعاً لهذه الشكوك والاعتقادات ـ بأنها متخبطة، بل دفعت هذه النتائج جماعة من الباحثين إلى الاعتقاد بأنه وفقاً لها كان ينبغي للكون أن ينهار على نفسه بعد الانفجار العظيم بوقت قصير جداً[1].

ومن الطريف أن للعالم الفلكي الشهير فريد هويل نظرية تقترب من فكرة الغبار الكوني المسبِّب لظاهرة إشعاع الخلفية المايكروي. فقد طرح في كتابه (الكون الذكي) عام 1983 أن سبب هذه الظاهرة هو وجود غبار من البكتيريا المنتشرة في كل أرجاء الكون، إذ إن بعض أنواعها توجد في أغلفة بأطوال محدَّدة تعمل على تحويل ضوء النجوم إلى موجات راديوية.

ومن حيث التفصيل، يرى هويل أن إشعاع الخلفية هو الحصيلة النهائية للصيرورة الحرارية للطاقة الناتجة عن تحوّل الهيدروجين إلى هيليوم في النجوم، حيث تتحوّل طاقة ضوء النجوم أولاً إلى أشعة تحت الحمراء بواسطة الغبار العادي أو الطبيعي في المجرات، ثم تتحلّل هذه الأشعة تحت الحمراء بدورها إلى موجات راديوية عبر ما تقوم به بعض أنواع البكتيريا ـ كشعيرات حديدية بطول مليمتر ـ من امتصاص تلك الأشعة وإعادة انبعاثها من جديد. لذلك أشار هويل إلى

[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

أنه يبدو من قبيل الخيال أن نَقترح أن الكائنات الحية الدقيقة هي المسؤولة عن هذه الخلفية[1].

ج ـ 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 أثيرت بعض هذه المشاكل منذ سبعينات القرن الماضي واستمرت تتفاقم حتى يومنا هذا، كما هو الحال مع الديوتيريوم، فتوزيعه لدى المجرات يتخذ أشكالاً غير منتظمة كما تبيّن خلال العقد المشار إليه. فمثلاً لوحظ ان هذا العنصر يتوزع لدى مجرة درب التبانة بأنماط 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››[2].

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

أما الليثيوم فله مشكلة ثابتة، إذ لم يجد العلماء ما توقعوه من الوفرة المفترضة له، وهم لا يعرفون سبب ذلك على وجه التعيين، وإن كانت هناك بعض التكهنات المتعلقة بتحديد السبب؛ مثل افتراض وجود كثرة من الفوتونات أدت إلى تدمير

---

[1]: 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

[2]:http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/fuse_stars.html

الليثيوم. وفي تقرير منشور (عام 2015) تبيّن بأن تقدير العلماء لكمية الليثيوم المفترض هو ثلاث مرات أكثر من المرصود فلكياً[1].

وبحسب الناقدين 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 وتتوافق إلى حد ما مع الارصاد الفلكية، فاعتُبر ذلك ما يدعم نظرية الانفجار[2]، 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 توقع نسبة الديوتيريوم سيصبح ثمانية مرات أكثر وفرة من الملحوظ. لذلك تمّ افتراض انه تعرض للاحتراق في النجوم ولم يبق منه سوى (1\8)، كمحاولة لتعليل النقص في كمية هذا العنصر[3].

وبلا شك فإن توفّر العناصر الخفيفة يعتمد على كثافة المادة الكونية. فلو كانت المادة المظلمة مادة عادية، فإن الحساء النووي للانفجار العظيم سوف يُنتج كميات كبيرة جداً من الهيليوم والليثيوم مع مقدار غير كافٍ من الديوتيريوم، وذلك قبل اكتشاف الطاقة المظلمة أو افتراضها. وفي هذه الحالة ستكون نسبة الكثافة أو (الأوميغا Omega) حوالي (0.2 أو 0.3) أكثر مما هو مُشاهَد، أي إن الكون سيكون مُقوَّساً.

ومن ثَمَّ فإن حاجة نظرية الانفجار العظيم بصيغتها التضخمية هي أن تبلغ نسبة الكثافة أو (الأوميغا) واحداً تقريباً، ليكون الكون مسطّحاً بدلاً من مُقوَّس[4]، مع وجود انحراف طفيف جداً لتفسير تخلّق المجرات.

فلو كان الكون مسطّحاً بشكل مطلق لما أمكن تكوين هذه الهياكل الضخمة. ولهذا تمّ افتراض وجود مادة مظلمة غريبة لا تحتوي على إلكترونات أو

---

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

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

[3]: Eric J. Lerner, Introduction.

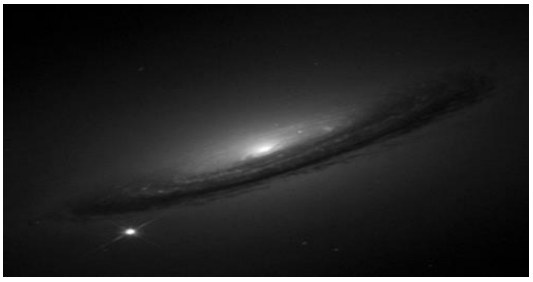
[4]: Ibid; p.34.

بروتونات، حتى لا تؤدي إلى تلك النسبة العالية من الكثافة المادية، ولكي يمكن حل مشكلة تكوين المجرات.

يبقى ما يخص الهيليوم، فقد طُرح تفسير آخر يعلّل وفرة هذا العنصر وكذلك طابع التجانس الحاصل في إشعاع الخلفية الكونية، فكلاهما يمكن تفسيرهما بالسبب نفسه طبقاً لنظرية البلازما الكونية بريادة الفيزيائي السويدي هانز ألفن (Hannes Alfven). إذ تتنبأ هذه النظرية بأن هناك كمية ضخمة من النجوم هي التي أنتجت تلك الوفرة.

ففي (عام 1978) اقترح الفيزيائي الفلكي البريطاني مارتن ريس (Martin Rees) أن هذه النجوم قد أنتجت، في بضعة ملايين سنة، حوالي (24%) من الهيليوم كما نراه اليوم. فبعد أن تحوّل جزء من الهيدروجين إلى هيليوم، انفجرت النجوم إلى مستعرات عظمى (Supernovae) وتوزّع الهيليوم في الفضاء[1]. وفي وقت لاحق تكوّنت نجوم صغيرة من غاز الهيليوم المُخصَّب، وامتصّ الغبار بين النجوم الطاقةَ الناتجة عن النجوم الضخمة، وهو ما يمكن أن يظهر في إشعاع الخلفية الكونية[2].

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



سوبرنوفا SN 1994D (النقطة المضيئة في أسفل اليسار) ضمن مجرة NGC 4526

[1]: بحسب الفلكي البريطاني ادنجتون فإن استقرار النجم يتم طبقاً لقوانين الغازات، فهو يتصف بالاستقرار عندما تتراوح كتلته بين (10^{35}-10^{32}) غرام (جون جريبين: 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.

الفصل الثالث:
مشاكل التفسير النظري

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

جورج بورتر (1920-2002)

عائق المجرات

تواجه نظرية الانفجار العظيم عدداً من المشكلات المرتبطة بعائق المجرات، ويندرج ضمنها مشكلتان رئيستان، احداهما تتعلق بتكوينها وتجمعها، والثانية بأعمارها المفترضة، 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 في هذا المجال. 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 أقضّت مضاجع الفيزيائيين، إذ بحسب قانون التوسع ان المادة تتشتت وتتنافر دون ان تتجمع، كما يفترض انها تتباعد عن بعضها البعض بطرق متشابهة وسرعات متماثلة دون أن 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 المشتملة على مجرتنا وكل ما جاورها (our local group).

فجميع المجرات تبدي ازاحات حمراء باستثناء ازاحتين زرقاوين. وأول ملاحظة تتعلق بذلك كانت (عام 1921)، حيث وجد الفلكيون (43 إزاحة حمراء) مقابل ازاحتين زرقاوين. وقيل انه لا توجد غيرهما[1]، 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 إزاحة زرقاء، إضافة إلى مجرات كثيرة بعيدة عنّا تبدي - هي الأخرى - الإزاحة ذاتها، ومنها ما تتصف بالتشوه وتعدد النوى نتيجة تصادمها وتداخلها مع بعض. ويُقدّر عدد المجرات المعروفة التي تبدي هذه الإزاحة بحوالي مائة فقط في كوننا المرصود، وذلك في مقابل مليارات المجرات ذات الإزاحة الحمراء[2].

إن أبرز إزاحة زرقاء مكتشفة هي تلك المتعلقة بجارتنا العملاقة سديم المرأة المسلسلة (M31)، أو ما تعرف بسديم الاندروميدا (Andromeda)، وهي أقرب المجرات الكبيرة إلينا، وأقرب منها مجرة القزمة في كوكبة الكلب الأكبر (Canis Major Dwarf Galaxy). وتقدر سرعة اندفاع الأولى مع مجرتنا باتجاه بعضهما للبعض الآخر بحوالي (100 ميل) في الثانية[3]، وفي تقدير آخر بحوالي (300 كم) في الثانية[4].

مجرة سديم المرأة المسلسلة "الاندروميدا"، وهي أقرب مجرة حلزونية تبعد عنا

---

[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.

وبلا شك أن وجود استثناء لتقارب بعض المجرات وسط عدد كبير منها يثير الاستغراب لعلّة هذا الشذوذ؛ ما لم تكن مقاييس الإزاحة لا علاقة لها بمفعول دوبلر، أو بالتباعد والتقارب، ومن ثم لا دليل على التوسع الكوني. ومن ذلك علاقة الإزاحة الحمراء بالجاذبية، فكلما اشتدت الأخيرة بدت الإزاحة أكثر احمراراً. فمثلاً، إن الضوء الصادر عن النجوم عندما يقترب من الشمس فإنه ينحني وتزداد إزاحته الحمراء تبعاً لشدة انحنائه، حيث تتباطأ الذبذبات الضوئية، أو ما يُعبّر عنه بتباطؤ الزمن.

لهذا من الممكن تفسير الإزاحة الحمراء وشدتها وفقاً لشدة الثقالة (Gravity) التي يمر من خلالها الضوء الصادر عن المجرات البعيدة. وقد سبق للباحث جيرولد ثاكر (Jerrold Thacker) أن شكّك في نظرية التوسع في كتابه (الكون المخادع The Deceptive Universe)، إذ اعتبر أن الإزاحة الحمراء لا تدل على التباعد والتسارع، بل إن الضوء الصادر عن المجرات البعيدة يمر بقرب مجرات أخرى، فيتسبب بفعل حقول جاذبيتها الكبيرة بانحناءات متكررة، ومع كثرة هذه الانحناءات خلال سفره يبدو أكثر احمراراً. وكل ذلك – بحسب رأيه – لا علاقة له بتوسع الكون ولا بتباعده وتسارعه. لذا عاب على الفلكيين تجاهلهم لهذه الحقيقة عند تعاملهم مع الإزاحة الحمراء.

وعموماً إن 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، إن تصادم المجرات وتقارب بعضها من بعض مع تماسك العناقيد والشرائط الضخمة؛ كلها تشكل عائقاً أمام التفسير التوسعي للكون. والغريب ان الفيزيائيين يفسرون هذا التقارب والتماسك بفعل قوى الجذب المتبادل بين المجرات[1].

وهو زعم لا ينطبق على غيرها من التكتلات التي يتباعد بعضها عن بعض، فلماذا هذا التباعد لدى البعض، والتماسك والاقتراب والتصادم لدى البعض الآخر؟

فكيف يخضع بعضها للتمدد؛ فيما يخضع البعض الآخر للتجاذب؟

[1]: علم الكونيات، ص51.

لقد شكلت التكتلات الضخمة للمجرات معضلة أمام البحث حول طبيعة ما كان عليه الكون في البداية، إذ 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 تخلّقت هذه الهياكل الضخمة؟

وعليه أدرك 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 يتهيء الحال لصنع المجرات وعناقيدها الضخمة.

إذ 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 تولي وفِشر (Brent Tully and Fischer) طريقة جديدة لتحديد المسافات بين المجرات غير تلك التي كانت لهابل، حيث تربط بين سطوع المجرة وبين القوة الرابعة لسرعة دورانها، وذلك عبر مقارنة الإزاحة الحمراء لجوانبها المختلفة، فكان من الممكن تحديد عمرها وسمكها وحجمها مع بعدها.

وطبقاً لخرائط تولي، اكتشف الفلكيون (عام 1986) مجرات ضخمة للغاية لا تنبئ عن سلاسة الكون البدئي ونعومته كما افترضه علماء الكونيات، فبعضها يحتاج إلى ما يقارب مائة مليار سنة، وهو ما يعارض نظرية الانفجار التي أقصى ما قدّمته من عمر لا يتجاوز عشرين مليار سنة فقط. لذلك كان ردّ الفعل الأولي للعلماء هو رفض حسابات تولي وتخطئة ما قدّمه من بيانات.

لكن في (عام 1990) تمّ التأكد من وجود هذه الشرائط الضخمة من المادة القديمة التي تدحض فكرة نعومة الكون البدئي وتجانسه، إلى درجة اعترف عالم

الفلك الأمريكي جورج فيلد (George B. Field)، وهو من المنظرين لنظرية الانفجار العظيم، بأن هناك أزمة حقيقية[1].

وعلى هذه الشاكلة، ثمة مشكلة تتعلق بما يُطلق عليه السور العظيم (Great Wall) للمجرات، مثلما تمّ الإعلان عنه (عام 1989)، فسمك السور المكتشف آنذاك يُقدَّر بحوالي (20 مليون سنة ضوئية). وما زالت هناك هياكل أضخم وأكبر من السابق، كما اكتشفها فريق عالمي مؤلَّف من فلكيين أمريكيين وبريطانيين وهنغاريين، إذ قاموا في مطلع تسعينات القرن الماضي بدراسة المجرات فوجدوا مجاميع عنقودية ضخمة تتحرك ببطء شديد جداً، بحيث لا تتجاوز سرعتها (500 كم في الثانية). وقد قدّروا من خلال هذه الدراسة أن 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 مبتكرة لسد الفجوة بين المشاهدات ونظرية الانفجار. وأصبحت هذه الحالة ظاهرة شائعة في علم الكونيات، فكلما ظهر تناقض جديد، برز 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 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 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 انتشارها على هيئة أشعة أكس (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؟

[1]: Eric J. Lerner, p.12-18.

وكجواب على ذلك خمّن المنظرون بأن هناك عملية ثالثة غير معروفة ربما حولت طاقة أشعة أكس (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. غير أن النتيجة كانت مخيبة[1].

كذلك اكتشف الفلكيون في بداية (عام 1991) وجود عناقيد مجرية ضخمة يحتاج تكوينها إلى ما يقارب (60 مليار سنة)، وهوما يفوق عمر الكون بأربعة أضعاف تقريباً وفقاً للتقدير الحالي[2].

كما توالت الاكتشافات المؤدية إلى ذات النتيجة، ومنها اكتشاف أعمار لنجوم كثيرة تناهز عمر الكون ذاته، ومنها ما يقع في مجرتنا درب التبانة.

اضافة 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 العظيم[3]، إذ تفترض ان نشأة المجرات قد تمت بعد حوالي ملياري عام من الانفجار[4].

وفي تقديرات حديثة ان المجرات الصغيرة الأولى تكونت بعد حوالي (400 مليون عام)، وفي حساب آخر بعد (200 مليون عام)[5]، وهي حقبة ما تسمى بفجر

---

[1]: Eric J. Lerner, p.40 and 24-28.

[2]: Ibid; Introduction.

[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.

[4]: حافة العلم، ص119 و145.

[5]: First galaxies were born much earlier than expected (2011). Look:
https://www.spacetelescope.org/news/heic1106/

الكون (dawn of the universe)، ثم استمرت عملية التكوين وصنع المجرات الكبيرة إلى ما يقارب ملياري عام[1].

وأخيراً تمّ العثور على آثار للاوكسجين في فترة مبكرة تقدر بحوالي (500 مليون عام) بعد الانفجار العظيم[2]، الأمر الذي فاجأ الفلكيين باعتباره يجعل من تولّد المجرات والنجوم زاحفاً نحو الخلف، خلافاً للتوقعات السائدة.

وفي الحالة العادية خلقت هذه الاكتشافات أكثر من معضلة، أحدها ان عمر الكون المفترض لا يكفي لتكوين هذه التكتلات الضخمة من المادة، حيث لم تكن الجاذبية قوية إلى الدرجة التي يمكنها القيام بصنعها، لذلك كثرت التكهنات 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 التكهنات 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 التحام 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 ونيترونات، فقد تكون مؤلفة من النيترينوات (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 رهيبة تجاوزت سرعة الضوء بكثير خلال كسر ضئيل جداً من الثانية، ثم أخذ بعد ذلك بالتباطؤ فجأة لأسباب مجهولة، أو لأن حقل التضخم لم يكن مستقراً، وكأن هناك عصاً سحرية قامت بكبح سرعة الكون المروعة ليتمدد ببطئ شديد.

---

[1]: The Beginning of the Universe. Look:
http://firstgalaxies.org/the-early-universe

[2]:https://www.independent.co.uk/news/science/oxygen-star-universe-formation-amla-vlt-discovery-age-a8354811.html

آلان جوث (1947 -)

وبدأت عملية كبح السرعة عند زمن (10^{-32} ثانية)، فتسببت بخلق الجسيمات المادية في حساء ممتزج مع أشعة جاما، وبعد ذلك ظهر تأثير المادة المظلمة التي عملت على تكثيف التموجات الكمومية لصنع المجرات[1].

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 بفعل هذه الفرضية تمكن الفيزيائيون من تخفيض عمر الكون إلى مدة لا تزيد على (20 مليار سنة). إذ 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 الأمريكي اريك ليرنر (Eric Lerner)، مع اهمال نهج ثالث مفاده التشكيك بأصل نظرية الانفجار ونماذجها المختلفة بالكامل.

فمن جهة، قال العديد من أنصار النظرية انه من الصحيح أننا 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، فانه 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

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

غير معروف تعمل على ابطاء التوسع الكوني مع تسريع نمو هياكل المجرات كي يتناسب مع العمر المشار إليه. وتمثلت هذه القوة الغامضة في المادة المظلمة[1].

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 هذه النظرية هو الانتفاخ الهائل باعتباره مسؤولاً عن كل التموجات الصغيرة في كثافة حساء المادة والإشعاع بداية الانفجار، ومن ثم حدث التباطؤ فجأة فتحولت طاقة الانتفاخ إلى حرارة هائلة بفعل عملية الكبح، مثلما يحدث في حالة ايقاف سيارة مسرعة أو تبطئة حركتها.

وبسبب هذه الحرارة تخلّقت الجسيمات المادية المختلفة وفقاً لقاعدة اينشتاين الشهيرة حول علاقة الكتلة بالطاقة. إذ تمّ 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 والإشعاع.

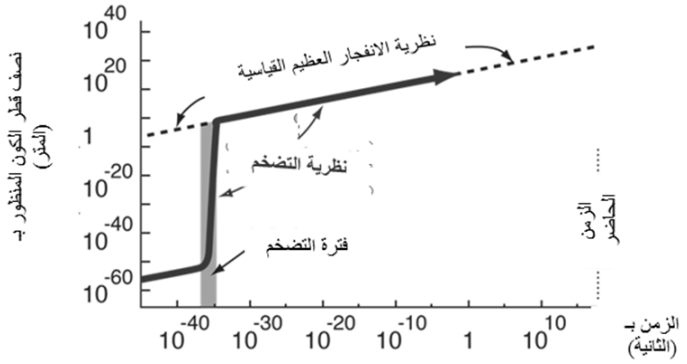
ثم ظهر بعد ذلك تأثير المادة المظلمة في جذب هذه التموجات الكمومية وزيادة تكتلها وانضغاطها لشدة الثقالة، وهو ما هيّء الفرصة لصنع المجرات ومن بعدها الحياة.

فلولا هذا الانحراف من التموجات والتقلبات المادية التي خلّفها الانتفاخ الهائل ما كان يمكن للمجرات والحياة ان تتخلق. لذلك فإن الكون ليس مسطحاً تمام التسطح، ولا ان قيمة أوميگا تساوي واحداً بالتمام والكمال.

وعليه تنبأت هذه النظرية بوجود فوارق تظهر كبصمات على إشعاع الخلفية الكونية. وبعد البحث وجد الفلكيون ان هناك شيئاً من عدم التجانس الضئيل، وهو ما يشير إلى تفاوت التموجات الكمومية بعد مرحلة التضخم العظيم.

---

[1]: Eric J. Lerner, Introduction.



مخطط بياني لنموذج نظرية التضخم

لقد اختلفت نظرية التضخم عن التوسع الكوني حول طبيعة ما كان عليه الكون البدئي، إذ تفترض الأخيرة ان الكون بدأ متجانساً ومتوحد الخواص والاتساق مطلقاً، وقد جاء إشعاع الخلفية الكونية مؤيداً لها خلال منتصف الستينات من القرن الماضي، لكن المشكلة التي اعترضتها هي كيف يمكن تفسير ظاهرة المجرات وعناقيدها إذا 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 ومتقطعة[1].

وفي قبال هذه النسخة طرح آخرون فكرة التكسير البطيء للسمترية، ومن هؤلاء الفيزيائي الروسي المعروف أندريه ليند (Andrei Linde)؛ قبل ان يستعيض بدلها بنموذج آخر سمي بالتضخم الشواشي chaos inflation (عام

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

1983). وقد قدّر الفيزيائي جواو ماكيويجو (João Magueijo) تعدد النظريات التفصيلية حول الموضوع بمئات النماذج[1].

اندريه ليند (1948-)

وعليه فإن من ضمن مهام نظرية التضخم – كما في النسخة الأصلية لجوث – تفسير نشوء المجرات والكتل العنقودية الضخمة ضمن زمن معقول. وقد واجهت النظرية بهذا الصدد ثلاث مشاكل رئيسية: التسطح، والأفق، والاستقطاب. وهي تفترض – وفق حساباتها الرياضية – أن حجم الكون المرصود أصغر من الحجم الكلي للكون بما لا يقل عن (10^{23} مرة)[2].

ومع أن لهذه النظرية افتراضات عديدة، إلا أنه يمكن التركيز على أهمها ضمن افتراضين رئيسيين: الانتفاخ الخارق لسرعة الضوء، والتباطؤ المفاجئ بعد مرحلة الانتفاخ الأول. ولكل من هذين الافتراضين تفريعات ضمنية استهدفت تفسير تطور الكون دون الخوض في كيفية انبثاقه. وبناءً على ذلك، كان لا بد من عرض هذين الافتراضين وفق الفقرتين التاليتين:

1- الانتفاخ الخارق:

افترض جوث وجود فقاعات أولية بدأت بالتمدد مثل فقاعات الصابون، ثم اتصلت فيما بينها فكوّنت فقاعة ضخمة هي ما يمثل هذا الكون العظيم. وتنبأت النظرية – في هذا السياق – بوجود جدرانٍ لمناطق اتصال هذه الفقاعات، وأن

[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

المناطق المفردة ينبغي أن تكون أصغر بكثير من الكون المرصود. غير أن الفلكيين لم يعثروا على أي دليل يؤكد هذه التنبؤات[1].

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

وقد تباينت التقديرات التي دوّنها الفيزيائيون حول حجم التضاعف الكوني وفق هذه النظرية ليكون الكون مسطحاً، أو ان الأوميگا (Omega) تساوي واحداً تقريباً. فهناك من رأى ان الكون تضاعف منذ البداية وحتى زمن (10^{-30} ثانية) بحوالي (10^{30} مرة)[2]. ومنهم من اعتبر انه منذ زمن (10^{-35} ثانية) إلى زمن (10^{-33} ثانية) تضاعف نصف قطر الكون بمقدار (10^{50} مرة). أو ان التضخم الأول من عمر الكون تمدد بهذا المعدل[3]. وهناك تقدير آخر هو انه منذ زمن (10^{-36} ثانية) إلى زمن (10^{-34} ثانية) تمدد الكون بمعدل هائل وبنسبة مئوية أكبر مما تمّ خلال (15 مليار سنة) منذ تلك اللحظة[4]. كما هناك من اعتبر التضخم قد حصل بمعامل أكبر من (10^{28}) خلال كسر من الثانية من عمر الكون[5].

ورغم اختلاف هذه المقادير لكنها ليست متضاربة بالضرورة، وهي تتفق جميعاً في كون السرعة الضخمة التي تمّ فيها انتفاخ الكون قد فاقت سرعة الضوء بكثير، وبالتالي تمّ انتهاك فرضية اينشتاين في النسبية الخاصة، لكن بعض الفيزيائيين لم يبالِ بذلك، لشكه في مصداقية فرضية السرعة النهائية للضوء، خاصة وان مبدأ

---

[1]: حافة العلم، ص75-76.

[2]: تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، ص82-83.

[3]: ميشيو كاكو وجنيفر ترينر: ما بعد اينشتاين، ترجمة فايز فوق العادة، مراجعة محمد دبس، اكاديميا انترناشيونال، بيروت، الطبعة الأولى، 1991م، ص174. كذلك: البدايات، ص68.

[4]: الكون الأنيق، ص388.

[5]: لورانس كراوس: كون من لا شيء، ص133-134.

عدم اليقين لهايزنبرغ يتيح إمكانية 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 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 الفضاء[1].

فلقد حاول هؤلاء الفيزيائيون ان يلتفوا على السرعة الثابتة للنسبية ليبرروا التضخم بداية الكون بانتهاك سرعة الضوء، معتبرين انه لا تعارض بين الموضعين، فسرعة الضوء الثابتة لا تنطبق على تمدد الفضاء الصرف لخلوّه من الكتلة. إذ يمثل التمدد الكوني توسعاً للمكان أو الفضاء وليس ابتعاد الأجرام عن بعضها، كما يحتفظ هذا التمدد بحجم المجرات دون تمددها[2].

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 الفضائي[3].

وأرى ان كلا التأويلين الآنفي الذكر لا يعبّران عن مضمون فكرة اينشتاين. فمن حيث التحليل رفض اينشتاين أي تجاوز لسرعة الضوء القصوى باطلاق. فقد كان

---

[1]: ستيفن وانبرغ: 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. والبدايات، ص106.

[3]: الكون الانيق، ص386.

من ضمن مناقشاته مع مدرسة كوبنهاگن 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 أكدت النسبية العامة على تباطؤ السرعة وليس زيادتها، بدلالة انعطاف سرعة ضوء النجوم وتباطؤها عند الاقتراب من الشمس، مثلما تمّ التأكد من ذلك (عام 1919)، وذات الشيء يحصل في حالة الضوء الداخل في الثقب الأسود.

وقيل إن هناك أربع ظواهر تنتهك سرعة الضوء المعروفة، أحدها: النسيج 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 المعبّر عنه بالشبحي[1]. 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 الإلكترونات في هذا الوسط بحيث بلغت أعظم من سرعة الضوء النسبية المشار اليها. والرابعة: في حالة الثقوب الدودية المفترضة لدى الانحناءات الضخمة للنسيج الزمكاني[2].

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..

---

[1]: في التعالق أو التشابك بين جسيمين أوضحت تجربة الفرنسي آلان أسبكت ان سرعة أي إشارة تتميز بتفوقها على سرعة الضوء. في حين بينت تجربة نيكولاس جيسين بأن الإشارة تنطلق بسرعة تعادل مائة مليون ضعف سرعة الضوء. لكن مع ذلك يعتقد الفيزيائيون ان الإشارة 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.

2- التباطؤ المفاجئ:

لقد افترضت نظرية جوث حدوث تباطؤ حاد بعد مرحلة الانتفاخ الضخم مباشرة؛ ليتاح للمجرات فرصة التشكل والتخلّق بانتظام.

وبحسب هذه النظرية، فإن المادة المرئية في الكون ليست كافية؛ لا من حيث الزمن المتوقع ولا من حيث القوة اللازمة لدفع عملية تكوين المجرات وعناقيدها الضخمة، كما أنها غير كافية لجعل الكون مسطَّحاً، إذ إنها قليلة وسرعان ما تتشتت وتتبعثر. لذلك كان لا بد من افتراض وجود قدر أكبر من المادة مما يبدو لنا، وأن المادة الوهّاجة الساطعة المتجمعة في النجوم والمجرات ليست سوى جزء ضئيل منها. ومن ثم استوجب الأمر قوة مادية قادرة على جمع المادة وصنع الهياكل الكونية الضخمة، وكذلك جعل الكون مسطَّحاً كما يظهر في الأفق. وبما أن هذه القوة غير مرصودة، فقد تمّ التنبؤ بوجودها على هيئة مادة مظلمة غير باريونية. ووفقاً لذلك، أصبحت الكثافة الكونية المتوقعة تقارب (99 مرة) من الكثافة التي قدّرها الفلكيون من خلال حسابات 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 مقابل 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 أمتار مكعبة من الفضاء، كما أشرنا إلى ذلك من قبل[1].

ومنذ الثمانينات وإلى 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 الحرجة[2]، وانه بإضافة المادة غير المرئية

[1] :Eric J. Lerner, p.26.

[2]: حافة العلم، ص125.

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، إذ تباينت التقديرات، فتارة انها تعادل (22%) من كثافة الكون[1]، وثانية اعتبرت حوالي (24%)، ثم تمّ تقديرها أخيراً وليس آخراً بحوالي (26.8%)، وما تبقى هو من نصيب الطاقة المظلمة كما سنعرف.

وتعود الجذور المتعلقة بافتراض المادة المظلمة إلى الفلكي الهولندي جان أورت Jan Oort (عام 1932)، ومن بعده الفلكي فريتز زويكيFritz 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.

ومعلوم ان سرعة الافلات (escape velocity) تتناسب عكساً مع قوة الجذب والثقالة (gravitational force)، ولها علاقة رياضية تُعرف 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)... الخ[2].

ولو ان كتلة الشمس تركزت في كرة قطرها ربع قطر الشمس الحالية لكانت سرعة الافلات ضعف ما عليه[3]. لذلك فإن سرعة الضوء العظيمة عاجزة عن

---

[1]: الجائزة الكونية، ص167-169.

[2]: https://en.wikipedia.org/wiki/Escape_velocity

[3]: روجر بنروز: العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، مصدر سابق، ص394.

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 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 إذا 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 المفقودة[1]. أو ان هناك قوة شدّ غير مرئية تجعل هذه المجرات والنجوم لا تنفرط 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 استُخدمت 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 تُقدر بما يقارب كتلة عنقود من المجرات، وذلك استناداً إلى ما تمّ تحليله من حجم انحناء ضوء المجرات الخلفية وتشوّه صورها عندما يمر الإشعاع من خلالها[2].

أما لماذا تمّ افتراض المادة المظلمة دون سواها؟ فهناك تفاسير 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 تُقدّر بأكثر من (99%) من مادة الكون المرئي. ويُعنى

[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

بالبلازما أنها خليط جماعي من الجسيمات السالبة والموجبة الشحنة خلافاً للذرات المادية المتعادلة، لذلك تعتبر حالة رابعة للمادة، وهي أشبه بالسحابة الغازية المختلفة الأشكال والأحجام والكتل. وتتميز بحالة التفاعل والتأثير فيما بين جسيماتها، اعتماداً على كثافتها وحالة التجاور والقرب فيما بينها.

ومنهم من افترض بأن المادة المظلمة هي ذات جسيمات النيترينو، 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 النيترينو المتكثف أو المادة المظلمة الباردة هو زمن طويل جداً لا يتناسب مع ما يدل بأنها وُجدت بعد الانفجار العظيم بملياري عام، كما أشرنا 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 الاطلاق[1].

والطريف ان هناك من اعتبر المادة المظلمة قد أنشأت مادة أخرى تدعى المادة الظل، لذلك تمّ افتراض وجود شمس شبحية مظلمة قرينة لشمسنا، سميت نمسيس[2]. وهنا تبدو الافتراضات بعضها يجرّ إلى البعض الآخر، وكلما كثُر عددها زاد ضعفها بحسب منطق الاحتمالات.

كذلك هناك من حاول ان يعيد النظر في تصحيح معادلة نيوتن بالنسبة لأحجام المجرات لتفسير الجاذبية الزائدة بعيداً عن افتراض المادة المظلمة، كما هو الحال مع الفيزيائي الاسرائيلي ميلجروم (milgrom) أوائل الثمانينات، لكن المحاولة لم تقنع أحداً[3].

ثم ظهر مؤخراً من حاول إعادة 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.

---

[1]: البدايات، ص61.
[2]: حافة العلم، ص122. والنهاية، ص168.
[3]: البدايات، ص54-56.

على ذلك قدّم الخبير الهولندي وأحد أبرز المنظّرين في نظرية الأوتار إريك فيرلينند (Erik Verlinde) ورقة بحثية جديدة عام (2010) اقترح فيها أطروحة أطلق عليها اسم "الجاذبية الناشئة" (Emergent gravity).

إريك فيرلينند (1962 -)

وبحسب هذه الأطروحة رأى فيرلينند أن الجاذبية ليست قوة أساسية للطبيعة كما في الصورتين النيوتنية والأينشتاينية، بل هي ظاهرة ناشئة على غرار نشوء درجة الحرارة من حركة الجزيئات المجهرية، إذ تنبثق من التغيرات التي تطرأ على المعلومات الأساسية المخزّنة في بنية الزمكان ذاته.

وبناءً عليه، رجّح أنه قد يكون من الممكن أخيراً دمج الجاذبية مع ميكانيكا الكم، وهو الإشكال الذي استعصى على العلماء منذ ما يقرب من قرن من الزمن. كما أن هذه الرؤية مهيّأة لتفسير السلوك الغريب للمجرات من غير حاجة إلى افتراض ما وصفه فيرلينند بـ "الوحش الأسطوري" للمادة المظلمة، معتبراً أنها مجرد نسيج من جهلنا سيزول عندما نتمكّن من استكشاف الطبيعة بعمق أشمل. وعليه افترض أيضاً أن هذه النظرية قد تفسّر التوسع المتسارع للكون من دون حاجة إلى فرضية الطاقة المظلمة. وقد عمل هذا الفيزيائي مع مجموعة من العلماء على مراجعة هذه الأطروحة، وقال بأنه تمّ 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 والجاذبية[1].

أيضاً توصّل عدد من الباحثين، في دراسة نُشرت بتاريخ (يوم 13- 4- 2024)، إلى عدم وجود مادة مظلمة في الكون، وأن عمره يبلغ (26.7 مليار سنة) [2].

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

[2]: Eric Ralls, Scientist: Dark matter does not exist and the universe is 27 billion years old. Look:

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 عِداد النظريات المقبورة.

وما زالت هذه المادة الغامضة تعتبر لغزاً كبيراً يواجهه الفيزيائيون. إذ لا يعرف عنها شيء سوى ان لها مواصفات لا تجعلها مادة عادية بالمعنى المألوف، فهي لا تمتلك بروتونات ولا نيترونات. ولهذا الافتراض مبرراته، إذ 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 الإشعاعية. كذلك انها لا تتفاعل مع القوة الكهرومغناطيسية؛ ومن ثم فإنها ليست مسؤولة عن تكوين الجسيمات، وانها لا تمتص الضوء أو تطلقه أو تعكسه أو تشتته.

وصُوّرت بأنها تشكل نوعاً من الهالة المحيطة بالمجرة بأسرها، وهي توجد ضمن المسافات بين المجرات والشرائط العنقودية[1].

وقُدّرت كميتها خلال القرن الماضي بحوالي (90%) من الكون أو أكثر. أما اليوم فتقدر جاذبيتها بأقل من السابق، وتعادل ستة أضعاف ما للمادة العادية، وذلك بعد ان تمّ 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 نُشرتْ ورقة بعنوان: مجرة تفتقر إلى المادة المظلمة (عام 2018) لدى مجلة الطبيعة (nature)[2]، وتسمى المجرة اختصاراً (DF2).

لذا قال البروفسور روبرتو أبراهام (Roberto Abraham) من جامعة تورنتو والمؤلف المشارك للورقة التي تصف الاكتشاف: ‹‹كنّا نظن أن جميع

---

https://www.earth.com/news/dark-matter-does-not-exist-universe-27-billion-years-old-study/

[1]: البدايات، ص61 و53-54.

[2]: https://www.nature.com/articles/nature25767

المجرات تتكون من نجوم وغازات، إضافة إلى مادة مظلمة تسيطر 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 إذا كانت هناك مجرات أخرى على هذه الشاكلة، إذ 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 البروفسور بيتر فان دوكوم (Pieter van Dokkum) من جامعة ييل[1].

***

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، إذ 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 الأرضية، 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 تعادل طاقة المجرات الموجبة، وتُقدّر كل منهما بحوالي (10^{50} طن) موجبة وسالبة، ومن ثم فالكون يزن صفراً أو لا شيء[2]، رغم أن هذا التقدير لم يأخذ بعين الاعتبار فاعلية كل من الطاقة والمادة المظلمتين.

---

[1]: http://www.dunlap.utoronto.ca/how-do-you-make-a-galaxy-without-dark-matter/

[2]: الجائزة الكونية الكبرى، ص63-64.

والسؤال الذي يُطرح بهذا الصدد: كيف تهيأ للكون ان يكون مسطحاً دون الخضوع لهيمنة الثقالة، أو للتوسع 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، وهي الحد المعبّر عنه بقيمة أوميگا، حيث تمّ ضبطها بدقة ضمن اللحظات الأولى من عمر الكون، كالذي سبقت الإشارة إليه، وهي بحسب بعض التقديرات تعادل جزءاً من (10^{15}) عند زمن ثانية واحدة من الانفجار العظيم. فلو ان كثافة المادة اختلفت عن الكثافة الحرجة بما يزيد قليلاً عن هذا العامل، أي جزء من (10^{15})، في الاتجاه الآخر لكانت الجاذبية أقوى وسيتوقف 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 أوميگا (Ω) – التي تشير إلى الكثافة النسبية للكون عند نشأته – هو جزء من (10^{50}) وليس جزءاً من (10^{15})[1].

بل تمّ تقدير قيمة أوميگا عند أول لحظة زمنية، وهي زمن بلانك planck time الذي أصبح فيه للزمكان معنى؛ بما يساوي جزءاً من (10^{60})[2]. وتعتبر هذه الدقة العظيمة مذهلة بما يفوق التصور والخيال.

ويعود أصل تحديد قيمة أوميگا إلى الفيزيائي الأمريكي روبرت ديكِه (Robert Dicke)، إذ قدّرها بما يقارب جزءاً من (10^{17}) عندما كان عمر الكون ثانية واحدة فقط. ثم جاء آلان جوث، متأثراً بحسابات ديكِه، ليقدّر تلك القيمة عند زمن بلانك بما يقارب جزءاً من (10^{64})[3].

---

[1]: حافة العلم، ص66-67.
[2]: بول دافيز: الله والفيزياء الحديثة، ص217.
[3]: انظر: منهج العلم والفهم الديني.

ويُظهر هذا التفاوت الهائل مدى الدقة الحرجة التي كان ينبغي أن تتسم بها كثافة الكون الأوليّ كي يظل متماسكاً ويأخذ شكله الحالي.

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

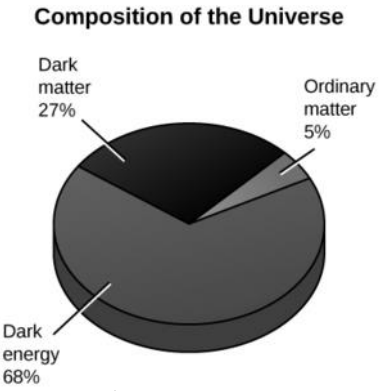
ما ان انتهى القرن العشرين حتى تبين ان القياسات التي اعتمدتها نظرية التضخم في التوسع لحل مشكلة التسطح هي غير صحيحة، فقد برزت قوة جديدة مفترضة تساهم في التخلّق الكوني بما يفوق غيرها من القوى. الأمر الذي أثّر على قياسات التسطح والكثافة الكونية، ولم تعد افتراضات نظرية التضخم الأساسية كافية ومقنعة.

ففي عام (1998) كُشف عن أنّ الكون يتسارع في تمدده بمقدار يفوق قليلاً ما كان متوقعاً، وذلك عبر رصد المستعرات العظمى (Supernovae) إلى جانب معاينة إشعاع الخلفية الكونية. فقد بدت هذه المستعرات أخفت ممّا هو متوقع، أي أنها أبعد في المسافة مما كان يُفترض، وهو ما يدلّ على تسارع التمدد الكوني بدرجة أكبر. وقد استدعى ذلك افتراض وجود شكل من الطاقة الغامضة الكامنة في نسيج الفضاء نفسه، عُرفت باسم الطاقة المظلمة (Dark Energy). ويتوافق هذا الطرح مع إمكانية وجود قيمة غير صفرية للثابت الكوني (Cosmological Constant) الذي كان آينشتاين قد اقترحه ثم تراجع عنه، قبل أن يعود للواجهة من جديد بفضل هذه المشاهدات.

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: (72-74%) من قوى الكون أو كثافته، وفي قبالها تعادل المادة المظلمة: (22-24%)، والمادة العادية: (4%). أما اليوم فتقدر تلك الطاقة بحوالي: (68.3%)، والمادة المظلمة: (26.8%)، في حين تعادل المادة العادية: (4.9%)[1].



مخطط بياني يُوضح مكونات الكون ونسبها

والغريب ما يُذكر 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 الطاقة[2].

ويعتقد الكثير من الفيزيائيين بأن للطاقة المظلمة ارتباطاً سببياً مع الجسيمات الافتراضية التي تظهر وتختفي بسرعة جداً، إذ تفضي هذه العملية إلى توليد تلك الطاقة الضخمة. ويُسمى ظهورها وفناؤها بالتفاوتات الكمومية للفراغ "quantum vacuum fluctuations"، أو رغوة الفنجان وزبد الزمكان "Spacetime foam" بحسب الاصطلاح الذي صكّه الفيزيائي الامريكي جون

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

[2]: البدايات، ص74 و78.

ويلر (John Wheeler). فهي صنيعة الفراغ الوهمي أو الزائف (false vacuum).

واليوم أُعلن عن اثبات نشوء هذه الجسيمات، ففي كانون الثاني (يناير) عام 2022 تمكّن باحثون في جامعة مانشستر البريطانية من ملاحظة هذا النشوء، فسمي بتأثير شوينجر[1]. 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 ـ 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 اليها.

وسبق أن عرفنا انه لم يكن للطاقة المظلمة أي تأثير يُذكر 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

[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=IwAR2OEbwbGKLnsxtK1ceUlZiGj5jAtOsc5dF6Ur93XjDW99RZCKK R-GLCuI

اليوم تساوي بحسب بعض التقديرات حوالي (27%)، في حين تقارب كثافة الطاقة المظلمة (73%)[1]، وفي تقدير أحدث انها تعادل حوالي (31.7%) في قبال (68.3%) للطاقة المظلمة كما عرفنا. وبذلك انخفضت الكثافة المادية مع مرور الزمن بشكل ثابت، فيما ارتفعت كثافة الطاقة المظلمة بشكل مضطرد.

هكذا أثّر 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 الاجمالية، 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 أشرّ 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 الكوني[2]. 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 لتر[3]، أو حوالي (3000 جسيم نووي) في كل مليون لتر. في حين لوحظ انه في درجة حرارة (3 كلفن) للإشعاع الراديوي المايكروي، 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 للأبد[4].

---

[1]: البدايات، ص83.

[2]: المصدر السابق، ص73.

[3]: ستيفن واينبرغ: الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ص47 و50.

[4]: المصدر السابق، ص130. ومن المقرر علمياً أنه يتناسب عدد الفوتونات في حجم موحد عند كل درجة حرارة عكساً مع مكعب طول الموجة النموذجية للإشعاع، وطرداً مع مكعب درجة الحرارة. فدرجة حرارة واحد كلفن تحتوي على أكثر من (20 ألف فوتون) لكل لتر، والخلفية الإشعاعية عند درجة (3 كلفن) ستحتوي وفق هذا 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

وفي محل آخر أشار ستيفن واينبرغ إلى أن هناك ضعفاً في تباطؤ المجرات البعيدة، مما يعني أنها تبتعد عنّا بسرعة تفوق 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. لكن واينبرغ مع ذلك إستدرك ورأى أن هذه النتائج ليست يقينة، وذلك لاكتشاف زيادة ملحوظة في كتل المجرات، ولاحتمال وجود غاز بين المجرات للهايدروجين المتأين مما يجعل الكثافة الكونية حرجة[1].

في حين إنه بحسب مصادر أخرى، وطبقاً لنظرية الكون الإنتفاخي، فإن الكون يبدو قريباً جداً من الحد الحرج، أي الخط الفاصل بين التقلص واستمرار التمدد[2]، أو هو شبيه بالمسطح مما سمح للحياة أن تنشأ وتتطور، 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 في الإنسان[3].

وسبق أن عرفنا أن للكثافة الحرجة تقديرات مختلفة استناداً إلى كونها متناسبة طرداً مع مربع ثابت هابل، فقد قدّرها ستيفن واينبرغ بحوالي (5×10^{-30} غرام) لكل سنتمتر مكعب، اعتماداً على تقدير ثابت هابل آنذاك، وهو (15 كم في الثانية) لكل مليون سنة ضوئية. وقريب من ذلك نسبياً ما قدّره الباحثان لويد موتز وجيفرسون هين ويفر، وهي أنها تساوي ($4,5 \times 10^{-30}$ غراماً) لكل سنتمتر مكعب من الفضاء[4]. كما قدّرها العالمان بول ديفيز وجون جريبين بصورة أخرى، وهي حوالي (10^{-30} غرام) لكل سنتمتر مكعب، أي ذرة هايدروجين لكل لتر من

جسيم نووي؛ بروتون أو نيترون، 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).

[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.

الفضاء تقريباً[1]. كذلك قدّرها الفيزيائي برايان غرين بشكل مختلف، وهي حوالي (10^{-29} غرام) لكل متر مكعب[2]. 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. 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 الأبد[3]؟ 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 للكثير 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، إذ تمت دراسة (740) مستعمرة عظمى (Supernovae) ضمن عدد من المجرات المختلفة، أي أكثر من عشرة أضعاف العدد الأصلي الذي تمّ 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 يشككون 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 الإشعاعية، وان محتواه المادي لا يتصرف كغاز مثالي، من دون حاجة إلى تلك الطاقة المزعومة[4].

---

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

[2]: برايان غرين: الكون الأنيق: ص260-261.

[3]: الكون الانيق، ص260-261. وعلم الكونيات، ص42.

[4]: 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

الفصل الرابع:

اعتراضات الفيزيائيين والبحث عن بديل

من المستحيل أن يكون الإنفجار العظيم غير صحيح.

جوزيف سلك (1988)

يسقط الإنفجار العظيم.

افتتاحية مجلة الطبيعة (1989)

تفاقم أزمة النظرية

لقد كانت نظرية الانفجار العظيم وليدة اكتشاف هابل لتوسع الكون نهاية العشرينات من القرن الماضي، 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، بالإضافة إلى العشوائية والصدفة، وذلك 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 مضادتها، لذلك تعتبر أساس نظرية التضخم.

إن لأطروحة 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 بالنقص[1].

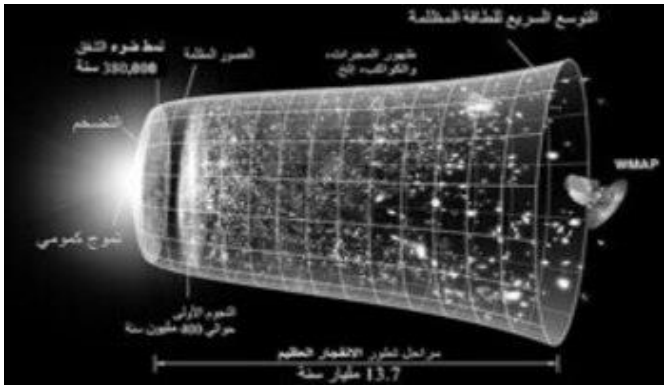
لقد كانت نظرية الانفجار العظيم وليدة اكتشاف هابل لتوسّع الكون في نهاية العشرينات من القرن الماضي. ومع أنّ فكرة التوسع الكوني تطورت منذ الثمانينات إلى ما يُعرف بالتضخم الكوني، إلا أنّ المسائل الفيزيائية ظلّت مستعصية على الحل لدى أي نموذج يسعى إلى تفسير كيفية نشوء النظام الكوني وتشكّل المجرات. فالكون البدئي، كما تصوّره نظرية الانفجار العظيم، يتصف

[1]: علم الكونيات، ص61.

بالنعومة والتجانس، بالإضافة إلى العشوائية والصدفة، وذلك منذ نقطة التفرد (singularity) وما بعدها.

ومعلوم أنّه ليست هناك أدلة تجريبية أو رصدية تؤكد صحة هذه النظرية، بما في ذلك نماذج التضخم الكوني، رغم تمكّنها من تفسير عدد من الظواهر الفيزيائية، ولهذا اعتُبرت مقبولة. ويتمسك العلماء بها لغياب البديل الأنسب، خاصةً وأن الفيزيائيين النظريين يميلون إلى الأخذ بالنظرية الموحدة الكبرى (Grand Unified Theory (GUT للجسيمات، وهي التي تفسر الزيادة الملحوظة للمادة في الكون على حساب مضادتها، لذلك عُدت أساساً لنظرية التضخم.

إن لأطروحة الانفجار العظيم نسخاً (versions) عديدة 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 يثبتها. ومن وجهة نظر العلماء فهي تُعد نموذجاً (model) مقترحاً، وليست نظرية بالمعنى الدقيق للكلمة، إذ يُتوقع من النظرية أن تكون مستقلة بذاتها تماماً، بخلاف النموذج الذي يتصف بالنقص.



مخطط توضيحي لمسار تطور الكون حسب نظرية الإنفجار العظيم

مع الأخذ بعدة تصورات علمية كالتقلبات الكمومية ونموذج التضخم...ألخ.

إن العيوب التي تنتاب نظرية الانفجار بنسخها الكثيرة تجعلنا نعود لنتساءل عن حقيقة ما قد قيل بأن الكون يتوسع ويتمدد؟ فنموذج 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 أصرّ على ان هذا التوسع هو الحل الوحيد لمشكلتي التسطح والأفق (أي التجانس في التوزيع كما في تماثل درجات الحرارة في كل مكان)، فأنكر عليه نيل توروك قائلاً: ان لديّ آلافاً من التأويلات والأفكار البديلة تتصل بألغاز الانفجار العظيم. افترض انه عند ولادة الكون نشأ شيء ما، مبدأ يؤكد ان لا وجود إلا لكون أقرب ما يكون إلى التناظر، ألا يفرض ذلك كوناً متجانساً ومسطحاً؟ وهذا في حد ذاته حل للغزي الأفق والتسطح[1].

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 تغيير[2].

ومع ان النظريات قد تصاب بصدام مع الاكتشافات العلمية، لكنها ليست خاطئة بالضرورة؛ طالما من الممكن اصلاحها بما يتفق مع هذه الاكتشافات الجديدة. وإذا أخذنا بعين الاعتبار ان عموم علم الفلك يخضع للتغيير والمفاجئات باستمرار، وبعضها يعتبر من المفاجئات الانقلابية، كتلك المتعلقة بالتوسع الكوني، لذا لا يمتنع من أننا 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 وانهيارها. 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 تنجرف نحو الانهيار. نظرية الانفجار العظيم تُنسف. للأسف؛ نظرية الانفجار العظيم تفشل. خريطة

---

[1]: أسرع من سرعة الضوء، ص129-130.
[2]: كون من لا شيء، ص28.

التحديات لنظرية الكون. بيانات الفلكيين الجديدة قد هزّت الجزء الحيوي من نظرية الانفجار العظيم. تكتلات الكوازار أوهنت النظرية الكونية[1].

لقد اعتُبرت نظرية الانفجار العظيم غير مقبولة ولا من المتوقع أن تبقى حية خلال عقد التسعينات، مثلما جاء في افتتاحية مقالة (فلتسقط نظرية الانفجار العظيم) المنشورة في مجلة الطبيعة البريطانية (عام 1989)[2]، وهي للباحث جون مادوكس John Maddox الذي اعتبر هذه النظرية متخبطة بما يجعلها ليست أكثر علمية من فكرة الخلق الواردة في الكتاب المقدس[3].

وبحسب الفيزيائي اريك ليرنر انه منذ بداية التسعينات بدأت الأدلة ضد هذه النظرية تنمو بقوة، وأصبح مستكشف إشعاع الخلفية الكونية (COBE) بعيداً عن ان يثبتها، معتبراً أنه إذا 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.

اريك ليرنر (1947-)
فيزيائي ومخترع أمريكي

[1]: لقد جاءت العناوين المذكورة بالشكل التالي:

Down with the Big Bang. The Big Bang Theory Goes Kerplooey. 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/

[2]:https://www.nature.com/nature/journal/v340/n6233/pdf/340425a0.pdf

[3]: http://www.science-frontiers.com/sf066/sf066a04.htm

إن الدفاع (الايماني) عن هذه النظرية جعل ليرنر 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، شبيه بما حدث من تضييق على غاليلو 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 وغاليلو التي تعتمد على المشاهدات والملاحظات مع التجارب دون الافتراضات والأطر الرياضية المجردة[1]. فهي طريقة تتمسك بالمنهج الاجرائي التقليدي في قبال المنهج الافتراضي الحديث وفق تقسيمنا لنظم الفكر العلمي[2].

هذا ما كان عليه الحال نهاية القرن الماضي، أما اليوم فقد تعالت الكثير من 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 ليرنر مقالة في مجلة العالِم الجديد New Scientist بعنوان (معارضة الانفجار العظيم Bucking the big bang)[3]، وبعدها نُشرت كرسالة مفتوحة إلى المجتمع العلمي مذيلة بتوقيع (34 عالِماً) وعلى رأسهم الفيزيائي الشهير هالتون آرب، وقد طالبوا بضرورة التغيير الجذري للنظرية المشار اليها. ثم أعقب ذلك زيادة عدد الموقعين من العلماء والمهندسين وغيرهم فبلغ المئات لدى بعض المواقع الإلكترونية[4].

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

---

[1]: Eric J. Lerner, p.4-6 and Introduction.

[2]: انظر حول تقسيمنا لنظم الفكر العلمي: منهج العلم والفهم الديني.

[3]:https://www.newscientist.com/article/mg18224482-900-bucking-the-big-bang/

[4]: انظر ترجمة نص الرسالة وبذيلها الموقعين الأساسيين في الملحق خلف الكتاب.

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 الأطروحات البديلة القائمة على 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.

نظرية البلازما الكونية

لعل أبرز النظريات البديلة ما يُعرف 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 السويدي هانز ألفن بدراسة وشرح الطرق المتعددة للبلازما والتيارات الكهربائية والمجالات المغناطيسية التي تعمل على تركيز المادة والطاقة؛ لجعل الكون ديناميا ومعقداً وغير متكافئ.

هانز ألفن (1908-1995)

ومنذ أواخر الستينات تمّ التأكد من وجود الخيوط الكهرومغناطيسية وتياراتها 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 يولّد تيارات كهربائية قوية من البلازما في المختبر، ورأى ان هذه التيارات تتطور إلى خيوط ملتوية شبيهة بمجرة حلزونية صغيرة.

وفي (عام 1984) اكتشف الفلكي الايراني 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 تمّ افتراض هذا الحال في جميع أركان الكون. حتى قالت الفلكية مارغريت هاينز (Margaret Haynes): إن الكون هو مجرد وعاء من المعكرونيا.

ومن حيث المقارنة مع نظرية الانفجار العظيم تتأسس أطروحة البلازما الكونية على القوة الكهرومغناطيسية أساساً، فيما تتأسس الأولى على الجاذبية فحسب. ومن هذه الناحية فإن الأولى تهتم بالكتل الضخمة وتَفْصِل فصلاً تاماً بين السماوي والأرضي، لذلك أصبح علم الكونيات مفصولاً تماماً عن الاتصال بالأرض وتطبيقاتها الجارية يومياً، خلافاً لأطروحة 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 متزحلق 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 الإمكانات التفسيرية لعلاقة هابل من دون حاجة إلى هذا الافتراض المكلف. ورغم انه لا شيء يؤكد حتى الآن أياً من هذه التفسيرات، لكن هناك اقتراح بسيط قد تمسك به هذا الفيزيائي واستاذه 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 يُعرف 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 شديدتي الحرارة ورقيقتي الكثافة مما يسهل تفاعلهما 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 تمّ تطوير هذه الفكرة إلى "الأمبي بلازما الثقيلة" المؤلفة من البروتونات ومضاداتها، و"الأمبي بلازما الخفيفة" المؤلفة من الإلكترونات والبوزيترونات.

وبحسب شرح الفيزيائي ليرنر انه منذ مليارات السنين كان الكون يُقدّر 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 الإلكترونية والبوزيترونية. وكانت هذه الجسيمات محاصرة في حقول مغناطيسية، فقامت الجسيمات المشار اليها 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 بأنْ 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 يفسّر 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 إشعاع الخلفية الكونية وذلك بردّه 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. إذ لو كان هذا الإشعاع قادماً إلينا من مكان بعيد عبر المجرات ومليارات السنين؛ لكان هناك امتصاص للأمواج الراديوية، وهو ما يشوّه طيف الجسم الأسود من إشعاع الخلفية، في حين ان هذا الطيف كما أظهر مستكشف إشعاع 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 فقط[1].

***

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

[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

لم تقدّم تنبؤات محددة دقيقة يمكن على ضوئها 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 إشعاع الخلفية الكونية المايكروي كما عرفنا.

يضاف إلى أن تضعيف نظرية البلازما الكونية 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، فإذا 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: إن 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 كونية[1].

يبقى ان هناك أطروحة جديدة أوسمناها (نظرية الانكماش الكوني)، وهي تمثل صياغة فكرية معاكسة لما تقوله نظرية الانفجار العظيم بجميع نسخها، مع الاحتفاظ بذات القوانين الفيزيائية، إذ 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.

الفصل الخامس:
معضلة المفردة الكونية

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 (1942-2018)

المفردة الكونية والثقوب السوداء

لقد سبقت نظرية النسبية العامة لاينشتاين إلى اعتبار التأثير الكوني وليد العلاقة بين هندسة الزمكان من جهة، والطاقة أو المادة من جهة أخرى. وعندما جرى اكتشاف توسع الكون في نهاية العشرينات من القرن الماضي، أخذت التصورات النسبية تشير إلى أنّه لا بد من العودة إلى بداية لا تسبقها بداية أخرى، وهي تمثل نقطة شبه مكانية ولحظة شبه زمانية مرافقة، وتحمل هذه النقطة كتلة طاقوية هائلة.

ومن تلك الحالة، التي عُبّر عنها – فيما بعد – بالمفردة (singularity)، بدأ الانفجار العظيم ومن ثم التوسع أو التضخم الكوني كما عرفنا. فالمفردة تمثل نقطة مضغوطة إلى أبعد مدى من التكثف المادي، وبحسب النسبية تُقدّر كثافة المادة وطاقتها 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 ليميترهو 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 حيّرت علماء الكون إلى يومنا هذا. فلو اردنا ان نسترجع التوسع الكوني إلى الوراء حتى نصل إلى لحظة البدء بالتقلص شيئاً

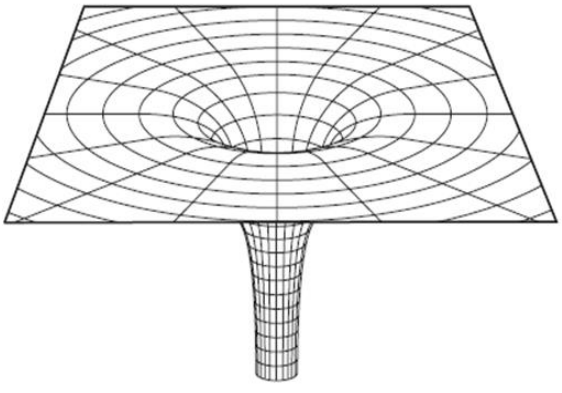
فشيئاً، فسيعني ذلك ان الزمان والمكان سيتحولان إلى تلك المفردة دون تعديها، إذ بدأ التأثير من هذه النقطة الكونية من دون زمان ولا أبعاد مكانية محايثة.

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 إمكان تطبيقها عليها. فالنسبية تتنبأ بالمفردة حيث تكون درجة الحرارة والكثافة والانحناء فيها لا نهائية، لذلك اعتبرت لدى الفيزيائيين خاطئة تماماً.

فعند الرجوع إلى الوراء 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، إذ القوة تتناسب عكساً مع مربع المسافة بين الجسمين.

ولا تقتصر هذه المشكلة على المفردة الكونية لدى النشأة الأولى، أو ما يُعرف 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.

فللمفردتين 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 التحدب اللانهائي لدى النسيج الزمكاني، فلا زمان ولا مكان، فكلاهما ينعدمان لدى قلب المفردة.



رسم توضيحي لانحناء نسيج الزمكان بسبب ثقب أسود

ومعلوم ان الفيزيائيين عندما يتحدثون عن المفردة الكونية (البدئية) فإنهم 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. فللمفردة الثقبية صفة الابتلاع لكل ما حولها بفعل الجاذبية الضخمة، في حين يحصل العكس في حالة المفردة الكونية (البدئية)، إذ يتولد منها انفجار عظيم يدفع كل شيء في حوزتها إلى الخارج.

ويعود تاريخ الحديث عن الثقوب السوداء إلى (عام 1783)، فقد طرح جون ميتشل (John Michell) بحثاً حول النجوم من حيث أحجامها وأبعادها وكتلها، 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 ثني 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 الافلات من شدة الثقالة. لكن هذه الفكرة اختفت من طبعة كتابه (لعام 1808) وما

بعدها من الطبعات، وذلك بعد ان شاعت أبحاث يونغ وفرزنل التي أثبتت بشكل قاطع بأن الضوء عبارة عن موجات وليس جسيمات خاضعة للجاذبية[1].

أما خلال القرن العشرين فقد قدّم الفلكي الالماني كارل شوارزتشايلد (Karl Schwarzschild) أول محاولة علمية جادة لاستنتاج الثقوب السوداء من النسبية العامة (سنة 1916)، أي بعد ان نشر اينشتاين نظريته في نفس السنة.

كارل شوارزتشايلد (1873-1916)

وقد أبدى اينشتاين رفضه للفكرة الجديدة، إذ لم يكن مقتنعاً بوجود مثل هذه الأجسام الغريبة. وفي عام (1939) قدّم تفسيراً حاول فيه إنكار إمكانية تشكّل الثقوب السوداء، معتبراً أن الأمر لا يعدو كونه تلاعبات رياضية ناتجة عن معادلات النسبية العامة، وقد تجاوزت – في نظره – حدود المعقول الفيزيائي.

لكن تبين لدى عدد من العلماء خلال الستينات بأن ما وصفه شوارزتشايلد 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 النجوم[2]، وقبل ذلك كانت تسمى بالنجوم 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 حولها[3].

---

[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/.

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

والمعروف أنّ الثقب الأسود يتكوَّن من النجم إذا ما كانت كتلته ضخمة جداً، إذ قد تبلغ أحياناً عشرات المرات من كتلة الشمس أو أكثر. وهذه الكتلة الهائلة تجعل قلب النجم بالغ التكتل، فترتفع جاذبيته إلى حدّ يمهّده للتحوّل إلى ثقب أسود. وتبدأ عملية التكوّن بعد أن تستنفد التفاعلات النووية الحرارية في النجم طاقتها، حيث تتغلّب عندئذٍ قوى الجاذبية في قلبه على تلك التفاعلات التي كانت تقاومها. فتنهار المادة إلى الداخل، ويأخذ حجم النجم في التقلص والتكاثف شيئاً فشيئاً، حتى ينتهي به المطاف إلى ثقب أسود، فيقوم بابتلاع كل ما يحيط به بفعل جاذبيته العاتية[1].

ويُعَدّ نصف قطر شوارزتشايلد (Schwarzschild radius) الحدَّ الفاصل لتكوّن الثقب الأسود، فإذا انكمش النجم إلى حجم أصغر من هذا النصف صار مجال جاذبيته من الشدة بحيث لا يفلت منه حتى الضوء. ومنذ تلك اللحظة يغدو النجم أشبه بسجن كوني لا مهرب منه، يطوي داخله كل ما يقترب من أفقه الحدثي (Event horizon).

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 أشرقت عليه في لحظة اكتشاف هي أشبه ما يكون بالالهام الصوفي (عام 1974)، فقد حاول أن يُثبت بأن هذه الثقوب

[1]: فرانك كلوز: النهاية، ص190.

تشع بعض التيارات الضوئية دون أن تكون مظلمة تماماً، وذلك اعتماداً على نظرية الكوانتم.

ستيفن هوكنج (1942-2018)

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 الجسيمان أحدهما الآخر، وهو ما يحدث أيضاً في المنطقة القريبة من الثقب الأسود، فهناك جسيمات زوجية (تأثير شوينجر) حول الثقب، ومنها الزوج المتعلق بالفوتونات، فكثافة 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.

لذا ان المقدرة الهائلة لجاذبية الثقب يمكنها ان تحقن طاقة في زوج الفوتونات فتبعدهما عن بعض في منطقة الفضاء المجاورة لأفق حدث الثقب الأسود، إذ يمكن ان يسحب أحدهما ليهوي داخل الثقب قبل تفانيه مع نظيره المضاد، فيما يفلت الثاني بالاندفاع نحو الخارج بعيداً[1]. لذلك يتكون منه تيار مستمر من إشعاعات منبعثة للخارج، مما يجعل الثقوب السوداء مشعة.

وتولّد هذه الظاهرة ما يُعرف بالإشعاع الهوكيني (hawking radiation) نسبة لهوكنج، ويسمى أيضا بإشعاع بيكنشتاين نسبة إلى جاكوب بيكنشتاين (Gacob Bekenstein). وعليه فالثقوب السوداء ليست سوداء تماماً.

فهذا ما تنبأ به هوكنج وبيكنشتاين، وهو ان الثقوب السوداء تصدر إشعاعات باستمرار تجعل من طاقة الثقب أو كتلته تتناقص، وكلما قلّت كتلة الثقب زادت

[1]: ستيفن هوكنج: الكون في قشرة جوز، ص137 و136.

حرارته، وبالتالي زاد انبعاث الإشعاعات منه، إلى ان تتبخر تماماً فيكون حالها كحال سائر مناطق الكون العادية.

جاكوب بيكنشتاين (1948-2015)

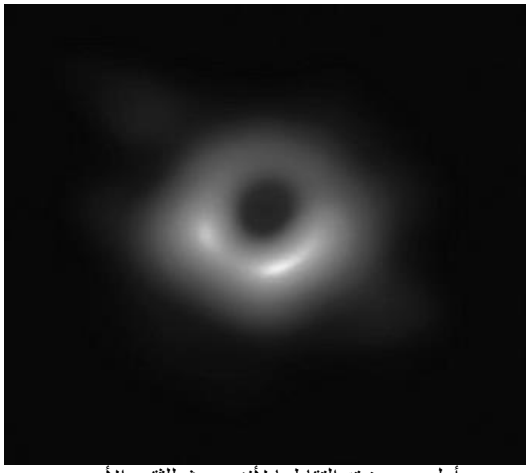
ومع ذلك، فإلى ما قبل (عام 2019) لم يتمكّن أحد من رؤية هذه الثقوب أو حتى التحسّس بإشعاعاتها المفترضة، وفقاً للحسابات الرياضية التي أتى بها ستيفن هوكنج. فلم تُرصد لا ضوئياً ولا حرارياً، رغم أنّ الفلكيين جابوا السماء باحثين عن مثل هذه الإشعاعات، لا سيما في نطاق أشعة جاما المركّزة، لكن دون جدوى[1]. وقد عزّز هذا الغياب الغامض صورتها كأسطورة فيزيائية قائمة على الرياضيات أكثر من الرصد المباشر.

غير أنّ الأمر تغيّر جذرياً مع مشروع تلسكوب أفق الحدث (Event Horizon Telescope)، حيث تمكّن العلماء (عام 2019) من التقاط أول صورة فعلية لظل ثقب أسود.

إذ تمكّن الباحثون من الحصول على صور بالقرب من النقطة التي لا تستطيع فيها المادة والطاقة الهروب بما تسمى بأفق الحدث. وبالاعتماد على البيانات وبعض الخوارزمات 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 الأرض[2].

[1]: الكون الانيق، ص368.

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



أول صورة تمّ التقاطها لأفق حدث للثقب الأسود
تم نشرها عام 2019 بعد معالجة بياناتها خلال سنتين

إن التشابه بين المفردتين الثقبية والكونية البدئية جعل هناك من يقترح بأن الكون كله قد يكون واقعاً في ثقب أسود عملاق، كالذي أفاده جون ويلر[1].

كما رأى الفيزيائي الامريكي 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 أنظارنا للأبد من خلال أفق حدث الثقب الأسود.

وعلى عكس ما ذهب إليه جون 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 تنفجر أو تتمدد، وحتى الإشعاعات 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 الإشعاعية.

---

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

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

وقيل إنه لا يعلم لحد الآن إذا 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 الخصم 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، إذ 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 تختلف في ذلك عن المفردة الكونية وفقاً للمسلّم 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 فسنجد فرقاً ضمنياً لدى المفردتين، إذ 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 إذا ما اعتبرنا المفردة الكونية وظروفها التالية تحمل من الطاقة الحرارية ما لا تتحملها قوة الجاذبية؛ قبل وبعد تحررها أو تميزها عن وحدة قوى الطبيعة المعروفة، لذلك حصل الانفجار أو التمدد لتفوق الطاقة الحرارية على الجاذبية.

[1]: الكون الانيق، ص368-369 و371.

فهذا هو ما يفسر لماذا حصل الانفجار أو التوسع في حالة ظروف المفردة الكونية، فيما يحدث العكس في حالة المفردة الثقبية.

ولو أننا 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 يمتنع ان يكون هناك انفجار وتوسع أو تضخم في الكون الأولي. وإن 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.

ميتافيزيا المفردة الكونية

لقد سبقت الإشارة إلى أن 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 نهائيتين. وفي حالة النشأة الكونية ان التمدد يفترض التفرد كمنطلق، والتفرد يقتضي اللانهاية ومعضلتها 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. وإذا لم يكن من الممكن تقسيم المفردة أو الرجوع بها إلى حالة أبسط، إذ 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 حسِب 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، فإذا ما كان هذا التشكل صفراً فإنه ليس هناك واقع فيزيائي، وبالتالي لا مجال لأن يكون هناك علم بالتبع.

فثمة قلق يعبر عن كيف يمكن للعدم أو الصفر المحض أن يولّد شيئاَ مهولاً من الطاقة الضخمة لدى حيز ضيق للغاية من نقطة الفضاء، هكذا فجأة من دون مرور بوسائط تطورية 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؟

إن 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 أعداداَ 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!

ووفقاً 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 التي لا تقبل التقسيم والارتداد رغم أنها تحمل طاقة الكون كله.

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

والنتيجة هي أن خلق الكون من "اللاشيء" يعني – في الحقيقة – استحداث ما لا نهاية له انطلاقاً من الصفر المطلق. فالعدم يساوي صفراً، بينما يساوي وجود

الشيء واحداً. غير أن هذا "الواحد" ليس كياناً بسيطاً، بل هو حامل لطاقة هائلة تفوق التصور. وعليه يصبح الواحد هنا معبّراً عن اللانهاية، وكأنّ الصفر قد أفرز الواحد اللامتناهي. ومن ثم فإن الانتقال من العدم إلى الوجود هو بمثابة مرور عبر سلسلة غير متناهية من الطاقة، الأمر الذي يجعل القضية ذات طابع ميتافيزيقي صرف.

وبهذا المعنى، لم توضّح نظرية المفردة الكونية من أين جاءت تلك الطاقة الجبارة إلى حيّز الوجود، مع غياب الأبعاد الزمكانية أصلاً. فهي من هذه الناحية تثير إشكالات ميتافيزيقية، وتنهار عندها القوانين والمعادلات الفيزيائية، لكونها بلا معنى محدد في إطار الفهم العلمي. ومن هنا ليس غريباً أن يبدأ الفيزيائيون قوانينهم المعروفة من لحظة "ما بعد المفردة"، لا منها ذاتها.

ولهذا السبب اعتُبرت المفردة الكونية أقرب إلى حدٍّ نظري يُعبّر عن قصور أدواتنا العلمية، لا عن واقع فيزيائي قائم بذاته. فهي بمثابة جدار معرفي يقف عنده العقل العلمي عاجزاً، في حين تظل الأسئلة حول الأصل والمصدر مفتوحة على التأملات الفلسفية والميتافيزيقية.

فأول 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 (10^{32} كلفن)، وفي تقدير آخر ان أعظم درجة حرارة كونية مفترضة هي (10^{30} كلفن)[1]. وفي هذه اللحظة بدأت الجاذبية بالتحرر قبل بقية قوى الطبيعة المعروفة (الكهرومغناطيسية والقوة النووية الضعيفة والشديدة)، ومنها بدأ الكون يتمدد ومن ثم يبرد ويزداد توسعاً بالتدريج مع اضطراد الزمن.

إن من المبرر للفيزيائيين ان يعتبروا الكون في زمن بلانك يمثّل البداية الفعلية للانفجار العظيم. غير أنّ المفاجئ هو ما أورده الفيزيائيان لويد موتز (Lloyd Motz) وجيفرسون هين ويفر (Jefferson Hane Weaver)، إذ أشارا إلى أن دراسات علماء الكون لم تبدأ من لحظة بلانك ذاتها، بل من مرحلة لاحقة حين كان

[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/

عمر الكون نحو (10^{-35} ثانية). فهذه اللحظة ـ في نظرهما ـ هي ما تمثّل البداية الحقيقية للانفجار العظيم، ولا يمكن الرجوع إلى ما قبلها[1].

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.

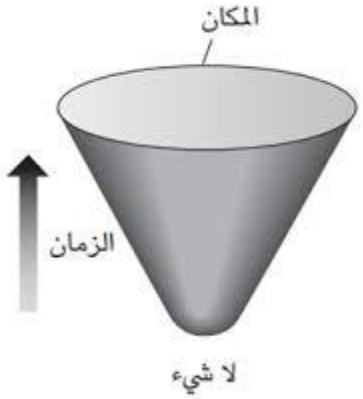
***

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 تمّ 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، إذ 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.

[1]: قصة الفيزياء، ص377.

وتعتمد هذه النظرية على كل من النسبية والكوانتم، فمن خلال الاعتماد على النسبية تمّ التخلص من الزمان بتحويله إلى مكان، كما من خلال الاعتماد على الكوانتم تمّ التخلص من أي مفردة معينة لنشأة الكون طبقاً لمبدأ عدم التحديد. فالبداية تنطلق من لحظة زمن بلانك، وقبلها لم تكن هناك لحظة زمنية ولا بداية محددة، فهناك نقاط غير قابلة للتحديد وفقاً لإحتمالات الكوانتم، وهي تعبّر عن المتصل المكاني الرباعي قبل نشأة الزمان.



توضيح مبسط لنموذج هارتل-هوكنج، فبحسبه لم ينشأ الكون من مفردة محددة

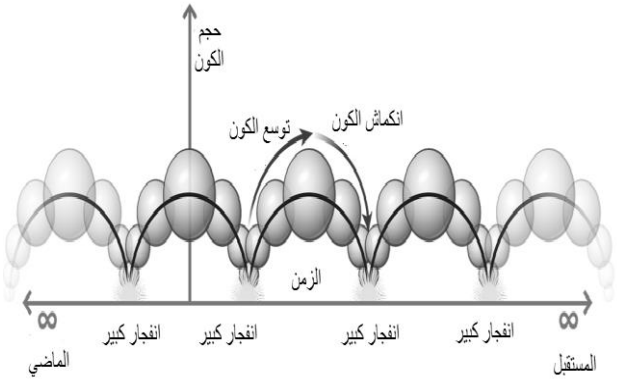
لكن من المعلوم ان زمن بلانك يمثل اللحظة التي تحررت فيها الثقالة أو الجاذبية من سائر قوى الطبيعة المعروفة. وبالتالي يقتضي ان يبدأ الامتداد المكاني من هذه الحقبة لا قبلها، إلا إذا أصبحنا نتحدث عن زمكان مينكوفسكي المعدوم الثقالة، وهو ما أبطلته النسبية العامة.

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 إيثان سيجل (Ethan Siegel) انه لا يمكن للتضخم أن ينشأ من حالة مفردة، لأن المنطقة المتضخمة يجب أن تبدأ دائماً من حجم محدود[1]. واستناداً الى هذا المعنى ترى بعض النظريات أن كوننا هو نتاج انفجار ضخم حصل بفعل تصادم فقاعتين كونيتين فنتج عنهما كوننا الحالي، كالذي يخمّنه جماعة من أصحاب نظرية الأوتار.

[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

كما تفترض نظرية أخرى بأن الانفجار حصل بفعل اتحاد جسيمات ثقيلة جداً سميت اونيتونات (Unitons)، فقد تولد من هذا الاتحاد جسيمات النكليونات - كالبروتونات والنيترونات - في الوقت الذي نتج 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 بدئية[1]. لكن هذا التقدير لا يحظى بموافقة النظريات الفيزيائية الأساسية، كالنسبية والكوانتم، فكما عرفنا بأن النسبية تردّ 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 التحديد، 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 الوراء يصل الكون إلى أدنى حجم له ثم يتمدد مجدداً. وقد كان عالم الكونيات الروسي زلدوفتش Zeldovich (1914-1987) يرى أن الكون يتوسع وينكمش ثم يعود فينفجر بالتوسع وهكذا إلى ما لا نهاية له، وفي كل مرة يزداد حجمه ويدوم أكثر. وقد جاءت هذه الأطروحة للتخلص من مشاكل نظرية الانفجار العظيم، لكن زلدوفتش اعترف عند تدليله على أطروحته الارتدادية أنه أخفق وأن الكون الارتدادي لا يصلح حلاً لمشكلات الانفجار، بل انها تتزايد باستعماله[2].



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

[1]:قصة الفيزياء، ص378.
[2]: جواو ماكيويجو: أسرع من سرعة الضوء، ص128-129.

ثم تكررت مثل هذه المحاولة لدى أصحاب نظرية الأوتار، وذلك بالاستعانة بزمن 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 يسعها أن تتجاوز هذه (الحدود البلانكية). فمن خلال هذه التحديدات يمكن التخلص من القيم اللامتناهية، كما يمكن التخلص من فجوة انبجاس الحادثة من لا شيء.

وتقتضي نظريات الارتداد ان يكون الكون أزلياً من دون بداية ولا نهاية محددة.

هذا بالإضافة إلى أطروحة الحالة الثابتة (أو الثبات الكوني) التي لا تعترف بوجود مفردة كونية، بل تسلّم بأن الكون أزلي غير متناه في زمانه ولا فضائه، وهو من هذه الناحية ليس بحاجة إلى افتراض مفردة، ولا إلى انفجار عظيم. 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 إشعاع الخلفية الكونية الدال على ان للكون بداية تتمثل بالمفردة.

هذه هي مجمل الأطروحات التي التفّت على نظرية المفردة الكونية أو أنكرتها، وكلها تمثل سيناريوهات تخمينية مفترضة دون ان تمتلك أدلة فيزيائية معتبرة.

القسم الثاني:
نظرية الإنكماش الكوني

تمهيد

تتميّز النظرية العلمية في الفيزياء بوجود محورين هامين، هما: المحتوى الفكري والعلاقات الرياضية.

ويمثل المحتوى الفكري أساس النظرية باعتباره يعبّر عن منظومة الأفكارالخاصة بتفسير الظواهر الكونية، تفقد النظرية معناها، أو لا يبقى لها شيء، وليس هو الحال مع محور العلاقات الرياضية، فإن غيابه لا يطيح بالنظرية تماماً، لكنه يجعلها ناقصة وقاصرة عن بلوغ الدقة. وعليه إذا كان المحتوى الفكري ضعيفاً فسوف لا تشفع له الصياغة الرياضية القائمة عليه. فقوة النظرية إنما تقاس أولاً بمتانة محتواها الفكري، ثم تدعمها اللغة الرياضية.

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

1- التسجيل الدقيق للظواهر الفيزيائية كما تتصوّرها 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 ضمن النسبية العامة (سنة 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.

[1]: للتفصيل انظر: منهج العلم والفهم الديني.

4- قد تشكل الرياضيات مصدراً للالهام والاكتشاف، كالذي أكد عليه ديراك، ومن ذلك زعمه (عام 1928) بأن ‹‹إحساسه العارم بالجمال - الرياضي - هو الذي مكنه من ان يحزر معادلة الإلكترون››[1]. ومعلوم ان هناك من يعتقد بوجود عالَم رياضي خارجي مستقل وفقاً للطريقة الافلاطونية، وهو عالَم لا يقل واقعية عن وجود الكراسي التي نجلس عليها. الأمر الذي حفّز الكثير من الفيزيائيين على البحث في المجلات 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 يُعزى لها واقع فيزيائي. فمثلاً وفقاً للمعادلات الرياضية أظهر بول ديفيز وجون بارو - خلال ثمانينات القرن 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)[2].

6- استخدام الرياضيات كحيلة لحل بعض المشكلات الفيزيائية فيما يعرف بالحيل الرياضية، دون ان تعبر عن الواقع الفيزيائي الحقيقي. ومن ذلك استخدام ما يسمى بإعادة 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.

---

[1]: العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، ص493.

[2]: 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

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 أطروحة (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، إذا 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 من قبل كائنات سامية الذكاء، أو تلك التي ترى ان كل فكرة تدور في رؤوسنا لها واقعها في كون آخر مختلف. وقد تؤطر 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)

الفيزياء وعلاقة البسيط بالمركب

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 كالحيوانات 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 والسايتوبلازم فضلاً عن الغشاء الذي يحيطها، وكل منها يتكون من عناصر أبسط، حتى يصل الأمر إلى البروتينات، ومثلها الكاربوهيدرات والدهون، ومن ثم الأحماض الأمينية، وبعدها العناصر الكيميائية، مثل الاوكسجين والهايدروجين والكاربون والنايتروجين. كما تتحلل هذه العناصر إلى ما هو أبسط منها حتى تصل إلى الهايدروجين كأبسط عنصر كيميائي، وهو بدوره يتألف من جسيمي الإلكترون والبروتون، والأخير مؤلف من الكواركات وقواها الداخلية، مثلما ان للإلكترون قواه الكهرومغناطيسية. وعلى هذه الشاكلة سائر الجسيمات الذرية.

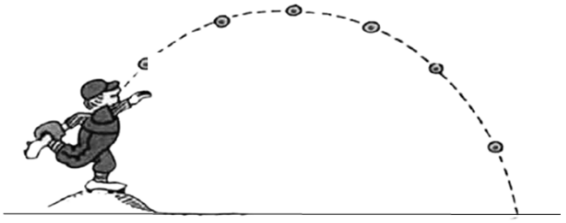
ومبدئياً ان عالمنا الكبير قابل للتحليل إلى عالم صغير للغاية يصل إلى مرحلة الجسيمات الذرية، وليس من الممكن ان نقول العكس، فنعتبر اننا لو حللنا الجسيمات البسيطة فإنها ستنتج لنا عالماً كبيراً. ويعتبر هذا الأمر المنطقي أساس ما تعول عليه العلوم الطبيعية، ومن ذلك ان الخلية هي أساس جسم الكائن الحي المتعدد الخلايا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

ويمكن تطبيق القاعدة السابقة على عالم الرياضيات، فنقول بأن الواحد هو أساس الأعداد المؤلفة منه وليس العكس، فالخمسة 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 يُلتفت 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 فتتباطأ بالتدريج؛ ما لم تكن هناك قوة مؤثرة تعمل على التسريع كالجاذبية مثلاً.



تسارع الحركة 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 سنتمر 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 للايضاح 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 فإنها 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 يدعونا إلى ان نفترض بأن اجتياز مسافة طول بلانك، وهو أقل مسافة ممكنة، يحتاج إلى زمن أطول 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 يُطلق عليها الصفر المطلق، أي صفر كلفن، وتساوي تقريباً (273,15°–م). 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 تمّ الوصول اليها فهي جزء ضئيل جداً من كلفن واحد. فالرقم القياسي العالمي لأدنى درجة حرارة تمّ التوصل اليها 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 للداينميكا الحرارية (Third law of thermodynamics) ان من المحال بلوغ الصفر الكلفني، 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 اليها[1].

وينطبق ما سبق ذكره على مختلف حالات الطاقة. ومعلوم ان أقل وحدة للطاقة هي ثابت بلانك، وتساوي ($6,6262 \times 10^{-34}$ 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 فإنها تخضع للتصاعد والهبوط التدريجي.

لكن هذه القاعدة تتنافى مع ما يُذكر حول بداية الانفجار العظيم من حركة وحرارة وطاقة عظيمة للجسيمات خلافاً للشواهد الطبيعية المألوفة. فالحركة

[1]: Hells Yeah, Previous reference.

والحرارة والطاقة عموماً لم تتدرج من الأقل فالأكثر، بل ما يُذكر هو العكس تماماً، فقد تمّ 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 والطاقوي 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 بالبسائط؟ فمع ان الفيزيائيين اعتمدوا على التفكير المنطقي لدى استنتاجاتهم بأن البسائط 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 الهايدروجين.

ومثل ذلك ما كان عليه التفكير التطوري للأحياء كما لدى داروين وغيره من العلماء، فالكل 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 النسبي، 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 تمّ افتراض ان هذه الطاقة كانت ضخمة للغاية منذ بداية الكون المتمثلة بالمفردة، وبالتالي فإنها تُعتبر 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 أننا 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، إذ 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 طاقوية 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، إذ 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 غير متناه من الناحية المكانية أو الفضائية[1].

فالكون المتناهي يثير أسئلة ميتافيزيائية مستعصية بخلاف الكون اللامتناهي. وكذا فيما يخص الكونين الحار 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 الداينميكا الحرارية (الثرموداينميك thermodynamics)، وحيث انها مألوفة فلا مناص من اعتبار هذا الزمان مرتبطاً بفضاء غير متناه أيضاً، إذ لا معنى لوجود زمان

[1]:James B. Glattfelder, 2018. p.489.

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

وفي قبال الأطروحتين 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 مجعداً بشدة، وقد تعرض هذا العالم لعدم ثبات؛ دافعاً كل نقطة في الكون إلى التباعد بعضها عن البعض الآخر بسرعة كبيرة، وسبّب هذا الحال تحدباً 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 التضخمي[1].

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 قفزة كبرى، وهكذا بشكل دوري من دون انقطاع إلى ما لا نهاية له، وان الانكماشات والانهيارات 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 تمّ 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 ستنقذنا حال انهيار كل شيء وتفككه. فهي ستحمي الذرات وتمنع الإلكترونات من ان تندفع نحو الداخل لتدميرها، وبذلك قد يمكنها انقاذ الكون من البدايات والنهايات العنيفة

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

كما يحدث للانفجار العظيم. فعند الانهيار يكفي وجود مادة وإشعاع 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 إذا كان يمكن لهذا النموذج أن 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 معاً[1]. والمقصود بذلك الباحث المصري الشاب احمد فرج علي (Ahmed Farag Ali) ومساعدوه.

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

[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.

يتعلق بالتخلّق الأولي للكون يتصف بأنه اسطوري تكثر فيه التكهنات، 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.

الفصل السابع:
التخلّق الكونـي

لم يكن الإنفجار العظيم هو البداية، بل كان هناك شيءٌ ما قبله.

روجر بنروز (1931 -)

التخلّق والاحترار

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 أطيافاً 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 إذا كان يمكن تحليلها إلى أبسط منها، أو ما إذا كان لها أصول أصغر وأقل كتلة أو طاقة، كالفوتونات والإلكترونات والنيترينوات (neutrinos) والكواركات (quarks) والگليونات (gluons). فقد قام الفيزيائيون باختزال وتخفيض المادة إلى بعض الكتل التي تتمثل بنيتها النهائية بكل من اللبتونات والكواركات وناقلات الطاقة المتمثلة بكل من الفوتونات والگرافيتونات (المفترضة) والگليونات ووسطاء القوة الضعيفة المعروفة بـ (w و z).

وجميع هذه الجسيمات الوسيطة مرتبطة بالقوى الأربع الأساسية في الكون والطبيعة، أي: القوة الكهرومغناطيسية، والجاذبية، والقوتين النوويتين 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 والنيترينوات والإلكترونات.

وبحسب بعض التقديرات لنسب الجسيمات، لدى الكون البدائي، ان كل بروتون واحد أو نيوترون واحد يقابل مليار إلكترون أو بوزيترون أو نيترينو أو فوتون[1]. وفي تقدير أحدث ان البروتون الواحد يقابل عشرة مليارات فوتون[2]. ومن هذه النسبة البسيطة للبروتونات وأشكالها من الباريونات وعموم الفرميونات (Fermions) تخلّق كوننا وحياتنا الغنية[3].

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 صدامات شديدة فيما بينها، وهو ما جعلها تولد جسيمات أخرى. فالتفاعل الشديد في بعض المناطق الملتفة أدى إلى صدامات والتحامات فيما بينها.

وأبسط الصدامات الحاصلة هي تلك التي بين الفوتونات، وهي عندما تحمل طاقة شديدة فإن صدامها سيسفر عن توليد الإلكترونات والبوزيترونات، فاصطدام فوتونين لهما طاقة كافية يولدان زوجاً من الإلكترون 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 يُفني بعضها البعض الآخر مع توليد طاقة فوتونية شديدة من جديد، مقدارها $2(mc^2)$، وهي عبارة عن تفجيرات لأشعة جاما المدمرة. وفي بعض الأحيان تتولد النيترينوات ومضاداتها بدل الفوتونات الضوئية[4].

وحيث ان هناك كواركات فستفضي الطاقة الحرارية المتعاظمة بفعل تصادم الفوتونات وغيرها من الجسيمات إلى عملية التخليق النووي للبروتونات والنيترونات عبر نشاط القوة النووية الشديدة المتمثلة بالگليونات المصاحبة للكواركات.

---

[1]: ستيفن واينبرغ: الدقائق الثلاث الأولى، ص15.

[2]: بيتر كولز: علم الكونيات، ص68.

[3]: انظر بهذا الصدد: صخرة الإيمان. أو مقال: 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.

وما نفترضه هو ان الجسيمات الأولية كانت تتحرك في البداية ببطء شديد 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) تمّ تبطئة الضوء إلى (17 متر في الثانية) عند امراره على ذرات غاز الصوديوم البالغة البرودة، وقد نُشرت 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) تمّ ايقافه لمدة دقيقة واحدة[3]. 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، فأي حركة للجسيمات في هذا الفضاء البارد ستكون في غاية البطْء، 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 الأولي. ومنذ تلك اللحظة تبدأ عملية طبخ الجسيمات بجعلها ملتحمة لصنع الأنوية، وذلك من خلال التحام الكواركات وتكوين أنوية الهايدروجين كأبسط العناصر الكيميائية. ويمكن توقع ان عملية التخليق النووي تسفر عن انفجارات كبيرة كالبراكين الهائجة التي تقذف ببعض حممها إلى الخارج، ثم تأخذ هذه الحمم والمنتوجات بالابتراد فتسهل بذلك عملية اصطياد الإلكترونات الهائمة هنا وهناك، وبذلك تتكون الذرات الأولية وعلى رأسها ذرة الهايدروجين. وبهذه الطريقة أيضاً يمكن للعناصر الخفيفة ان تتخلق عبر الاندماج النووي ومن ثم ذراتها.

أما ما يتعلق بسحب المجرات والنجوم الفتية، فيمكن تصور أنها تتشكل من خليط عائد إلى البلازما وذرات العناصر الخفيفة وعلى رأسها الهايدروجين

---

[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/

والهليوم. فقد لوحظ ان التيارات الكهرومغناطيسية تولّد 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 فانه 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) فأكثر، وهي كافية للتخليق النووي وصنع العناصر الخفيفة وأبرزها الهليوم من خلال الاندماج النووي للهايدروجين 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 لعالَم متجه نحو الانكماش ومن ثم الاحترار.. فلولا حالة التسخين المتصاعد للحرارة إلى درجات ضخمة جداً ما تهيئت الفرصة لصنع العناصر الثقيلة المشعة.

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.

---

[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/

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 فقط[1].

لذا يتكرر ذات الإشكال: كيف أمكن لهذه الدرجات الهائلة أن تحدث إذا 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 للهايدروجين والهليوم[2]. وكل ذلك يبرر عملية الانكماش والاحترار دون التمدد والتبريد.

كما يعترف الفيزيائيون بأن التجمعات العنقودية للمجرات تتشكل وتتبخر باستمرار. ومن هذه التجمعات ما هو حديث العهد[3]. وكل ذلك ينسجم مع الفضاء غير المتناهي الذي تتشكل فيه المجرات وتتبخر باستمرار هنا وهناك.

وهو خلاف ما 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 حرارة[4].

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

[1]:https://futurism.com/make-plasma-grapes-microwave-video/amp/

[2]: الله والفيزياء الحديثة، ص24.

[3]: النهاية، ص166.

[4]: قارن: البدايات، ص95 و47.

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. وإذا كانت العناصر الثقيلة قد تكونت في أجواء 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 التبرد بسبب التمدد الكوني، وانه بفضل هذا التمدد نشأت المجرات والنجوم وظلت مستعرة ومتألقة. فصنع العناصر الثقيلة يوحي بأن الكون متجه من البرودة نحوالسخونة، وان هذه العملية جعلت صيرورة الاندماج النووي تزداد أكثر فأكثر، وقد أفضى الحال إلى ان تكون بعض العناصر غير مستقرة لكثرة الاندماج؛ فسهّل 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 أطروحة الانكماش الكوني يتجاوز تماماً نظرية النسبية العامة لاينشتاين، فهذا الأخير يعول على كون متناه، على الأقل فيما يخص النشأة الأولى. كما يتجاوز نظرية الإنفجار العظيم برمتها. فالكون لم ينشأ من انفجار أولي ضخم، أي انه لم ينشأ من توحد 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 يتهيء لبعضها فرصة التحول إلى مطر يختلف من حيث الكم والنوع، هنا وهناك.

***

هكذا جرت عملية التخليق لدى أطروحة 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 pi mesons)[1]، وتُقدّر كتلتها بحوالي (1\7) من كتلة الجسيمات النووية، وهي المسؤولة عن قوى جذب تماسك الجسيمات الأخيرة، فهي تقفز ذهاباً وايابا بين البروتونات والنيترونات فتكون سبب القوة الشديدة التي تمسك بالنواة[2].

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 والنيترونات وغيرهما. وفي تقدير أحدث، بدأ انجذاب الكواركات إلى بعضها بعد جزء من مائة ألف من الثانية لتشكيل البروتونات والنيترونات[3]. كما في تقدير آخر، بدأ الانجذاب المذكور بعد جزء من مليون من الثانية لعمر الكون[4].

---

[1]: تختصر باي ميزونات بمصطلح "بيونات pions"، وتمّ اكتشافها من قبل الفيزيائي الانجليزي سيسيل فرانك بويل Cecil Frank Powell (عام 1947)، وهي شبيهة بالگليونات (gluons)، فكلاهما من البوزونات الحاملة للطاقة النووية 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 تُقدّر بحوالي مائة مليار كلفن (10^{11})، وهي درجة كافية لمنع تكوين نواة ذرة نموذجية. فالصدامات 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 اللبتوني؛ كلها تقدر بالصفر 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 تعبّر 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 نيترون 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 المضادة[2].

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، وتُعرف هذه الفترة بالتخليق النووي البدائي (primordial nucleosynthesis)، أو التخليق النووي للانفجار العظيم (BBN).

---

[1]: Hells Yeah, Previous reference.

[2]: الدقائق الثلاث الأولى، ص96 و112 وما بعدها.

وحديثاً هناك من يُقدِّر أن تخلّق أنوية هذه العناصر تمّ خلال العشرين دقيقة الأولى[1]. وبعد مرور هذه الدقائق وصلت درجة الحرارة إلى حوالي مليار كلفن، وفي هذه الحقبة أختفت 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)، وتُقدّر 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 تمّ فيها هذا التخليق تقدر بحوالي (380000 عام) بعد الإنفجار العظيم. ومنذ تلك الحقبة أصبح الكون شفافاً نتيجة سفر الفوتونات الضوئية بحرية، وقبل ذلك كان هناك حساء متأين غير متمايز من المادة والإشعاع .

ومن خلال العرض السابق يلاحظ ان الجسيمات المادية قد تخلّقت 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 والتبرد، وهو ما هيّء الفرصة للتخلّق الذري. فقد انخفضت درجة الحرارة حتى وصلت إلى حوالي (3000 كلفن)، وعندها بدأ أسر 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 مهيئاً لتكوين المجرات والنجوم عبر السحب الكثيفة للهايدروجين 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 المتمايز للمادة والإشعاع.

---

[1]: Lisa Zyga, Previous reference.

[2]: الدقائق الثلاث الأولى، ص122-126.

فبعد انخفاض حرارة الكون وبلوغها بضعة آلاف من الدرجات؛ انخفض ضغط الإشعاع 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، إذ تُقدّر 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 أن كلّ حقبة من التخلّق 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 أطروحة 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 تُعرف بالتبريد الشديد[1].

أما بحسب نظرية الانكماش فلا حاجة لمثل هذه الحقب والأزمان الفاصلة بين التخلّق النووي والذري. فقد بدأ التخلّق 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 مجانبة للصواب لابتنائها على مقالة الانفجار العظيم التي تقتضي ان يكون الكون قد بدأ بطاقة وحرارة عظيمتين للغاية.

[1]: الله والفيزياء الحديثة، ص218.

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 انشطاراً بل انكماش واندماج تدريجي عمل على تكوين الأنوية بفعل القوة النووية الشديدة، ومن ثم الذرات لالتحام الإلكترونات 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 تتخلّق 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 ترتهن عملية تخليق الأنوية والذرات إلى التجاذبات الحاصلة بفعل الانكماش المؤدي إلى الاندماج الكوني وليس الانشطار والتنافر. ففي البداية تتعاظم 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 عمليّة التخليق - نوويّاً كان أو ذريّاً أو مجرّيّاً أو غيرها - جارية على الدوام دون انقطاع. فتوفر الجسيمات وتصادمها وقابليتها على بناء الهياكل الكونية، لا يزال مستمراً بلا توقف. إن فعل الخلق متواصل في جوهره وإن تنوّعت صوره. غير أنّ السؤال الذي يظل معلقاً هو: أين ذهبت المادّة المضادّة لتلك الجسيمات المتخلقة؟ وهل انفصلت لتكوّن عوالمها الخاصة، وتشيد هياكلها البعيدة عن مادّتنا المألوفة؟

ولا يُستبعد ان تكون المجرات أكواناً وعوالم مختلفة - وربما الحال نفسه مع المادة المضادة -، وأننا نعيش ضمن عالم مواز لها، دون ان يتطور بعضها من البعض الآخر. فهي أشبه بالفقاعات الكثيرة التي أخذت تنمو وتتطور باستقلالية مع إمكانية 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 الإجابة 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 أطروحة الانكماش الكوني، فهو ان المسافات الشاسعة التي تفصل فيما بينها يجعلها لا تتأثر كثيراً بجاذبية بعضها للبعض الآخر، فهي كالقارات 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 إعادتها إلى ما كانت عليه. فمثلاً من السهل على الهايدروجين والاوكسجين أن يندمجا سوية بطرائق عديدة لتكوين الماء العادي دون حاجة لحرارة كبيرة[1]؛ وفق المعادلة الكيميائية التالية:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + Energy$$

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

$$2H_2O + Energy \rightarrow 2H_2 + O_2$$

والحال ذاته ينطبق على الكثير من العمليات الفيزيائية النووية، فمن المعلوم ان الهايدروجين يندمج ضمن حرارة معينة ليتحول عبر مراحل إلى هليوم، ولأن الهليوم مستقر جداً فمن الصعب عليه ان يعود إلى ما كان عليه كهايدروجينات مضاعفة، وهي العملية التي ساعدت على كثرة الاندماج النووي إلى حد الاشباع والاستقرار كما في حالة الحديد الحاوي على (26 بروتون مع 30 نيترون)، رغم انه أعلى العناصر اضطراباً أو انتروبيا، إذ عند التحول إلى الحديد يكون النجم قد تسبب في زيادة كبيرة في العشوائية أو الانتروبيا وذلك باطلاق طاقته المحبوسة[2].

---

[1]: حول طرق تحضير الماء انظر مثلاً:
https://www.thoughtco.com/making-water-from-hydrogen-and-oxygen-4021101

[2]: اسطورة المادة، ص113.

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 نيترون).

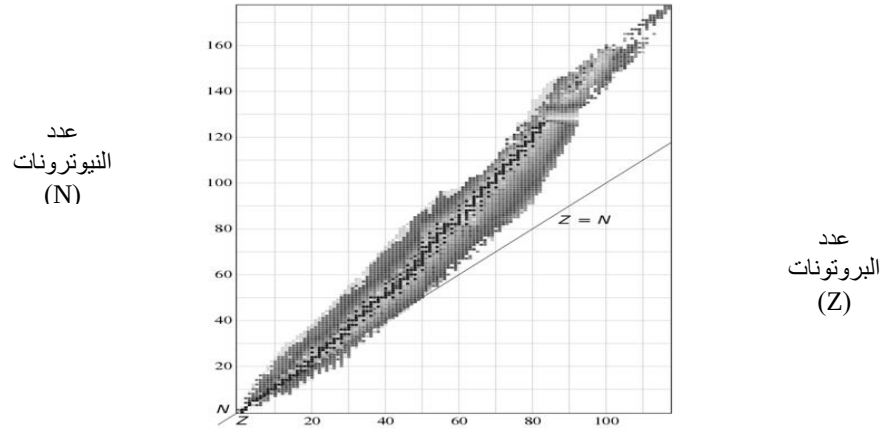
هكذا يمثل الحديد العنصر الوسط في سلسلة الأنوية الذرية، فهو يقع بين العناصر الخفيفة التي تقبل الاندماج؛ كالهايدروجين والهليوم والليثيوم والاوكسجين والكاربون، والعناصر الثقيلة التي تقبل الانشطار؛ كالمواد المشعة وغيرها. لذلك يجري استخدام التفاعل النووي - كما في صنع القنابل النووية - إما بقذف الأنوية الثقيلة للتحول 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 تقدح التفجير الاندماجي الثاني الأكثر ضخامة. وقد تستخدم مجالات مغناطيسية قوية لتمسك بالأنوية المشحونة، وكذا نبضات من الضوء الليزري لتقوم بعصر الأنوية معاً[1].

والقاعدة العامة التي تتحكم في الانشطار والاندماج تعتمد على التنافس بين القوتين الكهرومغناطيسية والنووية 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 إذا 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، إذ 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.

---

[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.

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 النيترونات) على شاكلة ما موجود لدى الإلكترونات، لذلك تكون محظوظة بشدة استقرارها، وتمتاز بكثرة نظائرها في الطبيعة مقارنة بالأعداد القريبة منها. ويتوفر منها لدى الطبيعة - بحسب المعلومات الحالية - سبعة أنوية أغلبها مقدّر بحسب عدد البروتونات، وهي الهليوم (2)، والاوكسجين (8)، والكالسيوم (20)، والنيكل (28)، والقصدير (50)، والرصاص (82)، بالإضافة إلى نواة (126)، والأخيرة إنما مقدرة بحسب النيترون وليس البروتون. لكن الفيزيائيين تنبأوا بالإضافة إلى ذلك بوجود أنوية مستقرة رغم أنها فائقة الثقل، وهي أنوية تحمل الأعداد السحرية التالية: (114 و122 و124 و164 للبروتونات)، ويقابلها (184 و196 و236 و318 للنيوترونات)[1].



"جزيرة الاستقرار" لنظائر العناصر الكيميائية
ويتنبأ المخطط بوجود نظائر مستقرة فائقة الثقل غير مكتشفة لحد الآن

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 انتاج أنوية تمتلك (106 بروتون)[2].

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

[2]: البحث عن قطة شرودنجر، ص149.

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)[1].

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 الهايدروجين فحسب.

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

[1]: https://en.wikipedia.org/wiki/Isotopes_of_uranium

الفصل الثامن:
القوى الفاعلة في الفراغ

في الفيزياء الحديثة، لا يوجد ما يُسمّى 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 حقيقيٌّ تماماً.

ربتشارد موريس (1939-2003)

البلازما والتجاذب الكوني

مبدئيّاً، للاندماج صور وأطوار متعدّدة؛ يبدأ من الاندماج النووي، ثم الذري، فالجزيئي، حتى ينتهي إلى الالتحام على هيئة نجوم ومجرّات تتباين في أحجامها وأنواعها. وفي كل طور من هذه الأطوار تتهيأ مناطق مخصوصة للتفاعل والاتحاد على نحو دائم، بفضل وجود بلازما كثيفة تغمر فضاءات الكون الشاسعة. وهكذا يتقارب الكون المحلّي تدريجياً تحت تأثير جاذبية هذه البلازما، لتنشأ عوالم مجرّية مستقلة هنا وهناك.

ويُشبه هذا المشهد تكوّن طبقات سُحب بخار الماء وتنوّعها، ثم التحامها وانهمارها مطراً بأشكال شتّى فوق أنحاء الأرض.

إنها صيرورة كونية لم تتوقف قط، وما زالت فاعلة في الحاضر، ممتدّة إلى المستقبل، تزوّدنا بظواهر لم تخطر على بال. وربما تُجسّد هذه الصيرورة اندماجاتٍ بين المجرّات نفسها، نتيجة الضغط الذي تمارسه البلازما عليها، فتتخلّق منها مجرّات أضخم، أو تتجاذب وتلتحم لتصنع عناقيد وشرائط مجرّية هائلة.

وعليه فالكون آخذ بالانقباض والتقلص والتضييق لا التمدد والاتساع. 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.

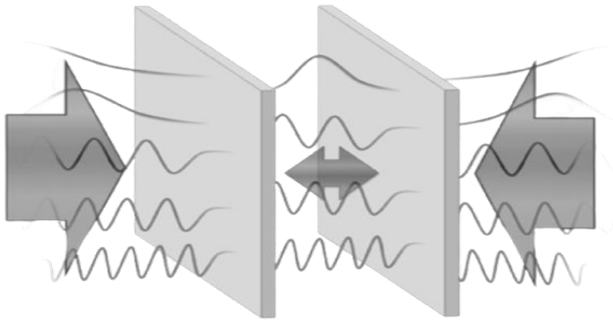
ولعل من آثار هذا التكثف ما تمّ الكشف عنه من وجود قوى فاعلة في الفراغ الخاوي، فالكون مليء بهذه القوى والجسيمات البسيطة التي تتقارب فيما بينها لتصنع المزيد من التجاذبات.

فلقد أثبتت بعض التجارب ان هناك طاقة اضافية بسيطة يحتويها الفراغ الصرف، إذ لا فراغ من دون طاقة مهما كانت ضئيلة، وتم تفسيرها طبقاً لوجود حقول طاقوية وتموجات للفراغ نفسه، حيث تظل التذبذبات الكمومية باقية، وهي

طاقة غير محددة فعلياً وفقاً لمبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ، ولا يمكن تفريغها[1]، ومن ذلك ما يعرف بتأثير كازيمير (Casimir effect) نسبة للفيزيائي الهولندي هندريك كازيمير (Hendrik Casimir)، الذي تنبأ بهذا الحال (عام 1948).

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

لقد أثبتت بعض التجارب صحة هذا المفعول، وتمّ تفسير التأثير المشار إليه تبعاً لحقول الفراغ وعلى رأسها الحقل الكهرومغناطيسي الذي يولّد ما يعرف بالفوتونات الافتراضية ذات التأثير الضاغط الضعيف. إذ ثبت أنه في حالة وجود لوحين معدنيين عاديين غير مشحونين وقريبين من بعضهما في فراغ تام فإنهما يتجاذبان. فاقتُرِح أنهما متأثران بقوى الفوتونات الافتراضية ضمن ما يعرف بالمجال الكهروديناميكي الكمومي (QED). فمن خلال هذا المجال تقوم الفوتونات بالضغط على اللوحين من الخارج.



رسم توضيحي لنشوء قوى كازيمير
وهي جسيمات تعمل على ضغط اللوحين نحو بعضهما

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

ومعلوم أنه في الثلاثينات وُصفت التفاعلات الكهرومغناطيسية بلغة تبادل الفوتونات بين الجسيمات المشحونة. وفي الأربعينات حُلّت بعض التناقضات المتعلقة بذلك فانبثقت نظرية المجال الكهروديناميكي الكمومي بالاستعانة بمبدأ عدم اليقين، وذلك على يد الفيزيائي الأمريكي المعروف ريتشارد فاينمان (Richard Feynman) الذي قام بجمع نظريتي النسبية الخاصة والكوانتم معاً.

ريتشارد فاينمان (198-1918)
فيزيائي نظري نال جائزة نوبل عام 1965 بالتشارك مع آخرين

وبحسب مخطط فاينمان في الكهروديناميكي الكمومي يقوم الإلكترون باصدار الفوتونات وامتصاصها من قبل الآخر. وأظهر هذا المخطط أو نظرية (QED) تنبؤات توافقت بدقة مذهلة مع خصائص الجسيمات المشحونة التي قيست في التجارب، كالإلكترونات. وتمّ حساب الفارق بين النظرية والتجربة فكان عبارة عن نسبة جزء واحد من عشرة مليارات. وبهذا المقياس فإن الكهروداينميكا الكمومية هي أنجح نموذج في العلم كله، فحتى قانون الجاذبية لنيوتن لم يصل اختباره 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 الإلكترونات، يحظى بالتقدير والقبول. وتمت الاستفادة منها فى التوحيد مع القوة النووية الضعيفة. وعلى أثرها حاول الفيزيا
مع القوة النووية الشديدة، لكن المحاولة لم تنجح لوجود تعقيد يتعلق بحاجة عملية التفاعل إلى ثمانية جسيمات تبادلية أو أكثر للصق النيترونات والبروتونات ببعضها كما سنعرف لاحقاً[1].

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

وتأييداً لما سبقت الإشارة إليه حول تأثير كازيمير، نجح العلماء في جامعة تشالمرز للتكنولوجيا (عام 2011) من الكشف عن فوتونات الضوء المنبعثة من الفراغ الصرف استناداً إلى تبطئة سرعة الضوء عبر المجال المغناطيسي. وقد لاحظ هؤلاء ان بعض الفوتونات تظهر وتختفي في الفراغ كتأكيد لما تنص عليه نظرية الكوانتم من ان الفراغ مليء بالجسيمات التي تنبجس وتنعدم باستمرار، ونجحوا من تحويل ما كان يعتبر فوتونات افتراضية وفقاً لتأثير كازيمير إلى فوتونات حقيقية. وسبق للفيزيائي مور (Moore) ان توقع (عام 1970) حدوث هذا الحال إذا ما سُمح للفوتونات الافتراضية ان ترتد قبال مرآة تتحرك بسرعة معينة[1].

إن رد طاقة كازيمير إلى ظاهرة التقلبات الكمومية (Quantum Fluctuations) يذكرنا بالاعتقاد الذي ساد قبل تجارب لويس باستير (Louis Pasteur) حول التولّد الذاتي للمادة الحية من الميتة، طالما لم تُدرك 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 أن ما يظهر لنا من مظاهر، تُخفي 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 تضييق الفضاء هو ما جعل ظهور الطاقة يبرز وفقاً لمبدأ عدم التحديد لهايزنبرغ، إذ 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

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

هي أكثر أشكال المادة انتشاراً في الكون، دون الذرات والجزيئات ومركباتها المألوفة. وتُقدّر بأكثر من (99%) من مادة الكون، وفي أحدث التقديرات لعام (2017) يُشار إلى أنها تعادل (99.999%) من مادة الكون[1].

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 في فضائها المحيط وفي كل مكان.

لذلك يعتقد الكثير بأن وجودنا على الأرض يمثل استثناءاً 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 والإلكترونات 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 (10^{-35} ثانية) من عمر الكون، حيث كانت الحرارة خلالها عظيمة جداً، وتُقدّر بحوالي (10^{28} كلفن). وهي الحقبة التي تعبّر 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 (10^{-35} ثانية)، وذلك خلال كسر من الثانية حتى انتهى إلى حدوث

[1]: انظر مثلاً:

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

كبح شديد فتحول إلى مسار متباطئ من التوسع. فمرد هذه النظرية إلى أطروحة التنافر الكوني، لكنها لم تجد أي دليل فلكي يثبت هذا المدعى[1].

وكبديل عن ذلك، يمكن افتراض أنّ انتشار البلازما بكثافة في كل مكان هو ما يجعل كوننا المحلّي متماسكاً ومتجاذباً. ولا شك أنّ ازدياد هذا التجاذب سيقود في النهاية إلى انفجارات هائلة تفضي إلى تمدّد جديد في هذه المناطق، على غرار ما يحدث في النجوم، أو كما تكشفه الصدامات العنيفة في مختبرات المعجّلات. ومن رحم هذه الانفجارات انطلقت شرارة الحياة، إذ انتقلت العناصر الكيميائية المتخلفة عن النجوم إلى الأرض، لتؤسس مقوماتها الأولى. وهذا يعني أنّ المشهد الكوني قد يكون تعبيراً عن صيرورة دوريّة من الانكماش والتمدد بلا انقطاع، وهي نتيجة تقترب من التصوّرات التي تفترض مثل هذه العملية الدورية على ضوء ميكانيكا الكوانتم.

فثمة من يرى أنّ الكون سينتهي لاحقاً إلى حالة من الانكماش يتبعها انعكاس في اتجاه الزمن. ويبدأ الانكماش بطيئاً ثم يتسارع، ومع كل تقارب وانقباض ترتفع درجات الحرارة حتى تتفتّت الذرّات والأنوية، ليعود الكون في النهاية إلى الجسيمات الأولية، كالكواركات وما شابهها. وهذه المرحلة تُعرف بـ الانكماش العظيم (Great Contraction)، التي تفضي إلى إبادة جماعية وعودة المفردات تحت وطأة الجاذبية الهائلة. فكما كانت الجاذبية سبباً في ميلاد الكون، فإنها قد تغدو أيضاً سبب فنائه وزواله[2].

إن حالة الانهيار المفرط للكون تفسح المجال للتكهنات، ويعود أحد هذه التكهنات 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 مهيئة للنشوء الكوني، وهو قريب الشبه بما نتحدث عنه وفق نظرية الانكماش الكوني[3].

---

[1]: الله والفيزياء الحديثة، ص216-217.
[2]: المصدر السابق، ص241-242.
[3]: المصدر نفسه، ص203.

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 التخلّق والتحولات 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 إن كان الكون يتمدد أم ينكمش، فالقوانين الفيزيائية تصدق في الحالتين من دون فرق[1].

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.

***

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، إن 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 رهيبة 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.

---

[1]: علم الكونيات، ص119.

ومعلوم أن أضخم الطاقات المحتجبة في عالم المادة هي تلك المكنونة في أعماق البروتونات والنيترونات، إذ لا يُعرف في الكون طاقة أعظم منها. ومع ذلك، فمثل هذه الطاقة – على عظمتها – لا تصلح أن تكون البداية الأولى التي احتضنت سرّ وجود الكون، خصوصاً إذا كان المجال أضيق بكثير من حجم البروتون. من هنا لم يطمئن الفيزيائيون إلى حسابات نظرية الكوانتم لمقدار طاقة السنتيمتر المكعب من الفراغ، لِما بدت عليه من ضخامة تخرج عن حدود المعقول. إذ تشير الحسابات إلى أن هذه الطاقة، إذا حُوّلت إلى كتلة، تعادل ما يقارب (10^{93} غرام لكل سم مكعب)، وهو رقم كاسر للخيال.

هكذا وُلدت "معضلة الثابت الكوني"، التي عُدّت أكبر خيبة للتنبؤ النظري في تاريخ الفيزياء، إذ كشفت عن فجوة عميقة بين معادلات النظرية وواقع الطبيعة. فالفراغ الخالي – بحسب ما نعلم – لا يحمل إلا الحدّ الأدنى الممكن من الطاقة، وهو ما يُسمّى بالحالة القاعية.

وأصل 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].

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

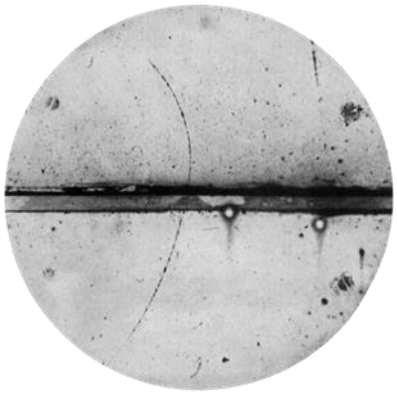
إذ على ضوء مبدأ الاستبعاد لباولي قدّم ديراك اقتراحه الآنف الذكر. ولايضاح الصلة بينهما لا بد من التعرف على طبيعة المبدأ المشار إليه. فهو ينص على ان من المحال ان يحتل جسيمان من الفرميونات - كالإلكترونات - في مجموعة واحدة نفس الحالة الكمومية للطاقة، أي انه لا يمكن لجسيم الفرميونات ان يتواجد

[1]: للاطلاع على مبدأ باولي للاستبعاد انظر:
https://en.wikipedia.org/wiki/Pauli_exclusion_principle

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 معاً[1].

فعلى هذا الضوء تنبأ ديراك بعدم وجود فراغ محض من دون مادة أو طاقة، فبما ان الفراغ يحتوي على قيم سالبة وموجبة للإلكترونات، وان مبدأ الاستبعاد يحيل ان تتواجد الإلكترونات وغيرها من الفرميونات في محل واحد في الوقت ذاته، لذا افترض فراغاً مملوءاً بعدد لا نهائي من الإلكترونات التي تشغل طاقاتها كل القيم السالبة والموجبة، وهي ذاتها الحالة القاعية، فإذا فُقد إلكترون واحد في بحر الإلكترونات فانه سيترك ثقباً أُطلق عليه فيما بعد "البوزيترون".



أول صورة مأخوذة للبوزيترون في ثلاثينيات القرن العشرين
حيث يُمثل الخط الغامق مسار الجسيم في الغرفة السحابية

لكن ما يحصل مع الإلكترونات، وعموم الفرميونات، لا يماثل ما يحدث مع البوزونات التي لا يؤثر تبديل بعضها ببعض، مثل تحول الشحنة إلى عكسها تبعاً للسبين عند الدوران الكامل.

[1]: حول إشارتنا لمبدأ الاستبعاد انظر المصادر التالية: العدم، ص103. والبحث عن قطة شرودنجر، ص113. والجائزة الكونية الكبرى، ص150. والعقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، ص330-333. وليزاراندل: الطرق على أبواب السماء، ترجمة أميرة علي عبد الصادق، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م، ص342.

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.

ونستنتج مما سبق ان الفضاء لا بد ان يكون واسعاً لأجل 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 تُفضي إلى التخلّق 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 التخلّق الكوني تبدأ بحسب أطروحة الكون البارد على عكس ما يقوله الفيزيائيون حول تمدد الكون واتساعه، إذ 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 أن هذه الأطروحة تستلزم عملية الانكماش؛ لذا فانها لا تنسجم مع فكرة طاقة المبدأ الكوني المسؤول عن التنافر. 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 - بسُحب البلازما الكثيفة، فهي معتمة أو لا تُرى لتشتيتها للضوء بقوة، وحالها - من حيث العتمة - لا يختلف عن حال المادة المظلمة. ومعلوم انه بسبب هذه الظاهرة؛ نعجز عن رؤية ما بداخل الشمس خلف الوهج السطحي[1].

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

كذلك فانه بحسب أطروحة الكون البارد اللامتناهي، فإن كسر التناظر والسمترية 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 الاتجاهات المختلفة. كما ان التمغنط يزول من الحديد عندما نسخنه إلى أكثر من (770 درجة مئوية)، حيث يسترد التناظر فعله بين شتى الاتجاهات[2].

ومعلوم انه تمّ طرح فكرة كسر التناظرات ضمن نظرية توحيد القوى بأشكالها المختلفة، بما فيها تلك التي تعرضها نظرية الأوتار الفائقة. فمن خلال هذا الكسر ظهرت القوانين الفيزيائية المألوفة، كما وظهر واقعنا المألوف 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. إذ افترضوا ان الكون بدأ متماثلاً تماماً لشدة حرارته، ثم بدا عليه الانكسار بالتدريج عندما تحول من الحار إلى البارد، لذلك ظهرت الأشياء متغايرة ومتمايزة وأفضت إلى تكوين مختلف أشكال الكون، ومنها الحياة. فلولا هذا التحول والانكسار لكانت

[1]: الجائزة الكونية الكبرى، ص47.
[2]: أحلام الفيزيائيين، ص156 و158.

الأشياء على ما هي عليه من التماثل والتناظر التام، إذ بدونه لم يظهر الاختلاف، ولا كانت هناك ذرات ومجرات، ولا أرض ولا سماء.

لقد طرح الفيزيائيون علاقة وثيقة بين درجة حرارة الكون ودرجة التناظر فيه؛ فكلما ارتفعت الحرارة ازداد التناظر والبساطة على نحو مطّرد، وعلى العكس من ذلك، حين تنخفض الحرارة تنكسر التناظرات، ويبرز التمايز والتعقيد بين الأشياء. وهذا التصوّر يفترض – سلفاً – وجود حالة أوليّة من الوحدة والتناظر سبقت ظهور الكون، وكانت تمثّل الأساس الذي تفرّعت عنه جميع أشكال الاختلاف لاحقاً عبر آلية انكسار التماثل.

وقد جرى تبرير هذا الانكسار بالاستناد إلى القانون الثاني للديناميكا الحرارية (2nd Law of Thermodynamics)، وهو ما يدفعنا إلى تخصيص فصلين مستقلين:

أولهما يتناول هذا القانون وصلته بانكسار التماثل المفترض في ضوء النظرية الكونية السائدة اليوم، مع مقارنته بأطروحة الفضاء المفتوح كما تطرحها نظرية الانكماش الكوني.

أما الفصل الآخر فيتناول أصل الجسيمات وفق الرؤيتين المتنافستين آنفتي الذكر، بغية استجلاء أوجه القوة والقصور في كل منهما.

الفصل التاسع:

قانون الثرموداينميك وانكسار التناظر

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

ماكس بلانك (1858-1947)

العشوائية والنظام

للقانون الثاني للداينميكا الحرارية تعابير وصيغ مختلفة ظهرت منذ وقت اكتشافه وحتى الآن. فقد صيغَ لأول مرة من قبل المهندس الفرنسي سادي كارنو Sadi Carnot (عام 1829). واستمرت صياغته بأشكال مختلفة كتعبير عن مداليله الخاصة، مثل تلك التي قام بها الفيزيائي الالماني كلاوزيوس Clausius واللورد كلفن وبوانكاريه.

سادي كارنو (1796-1832)
فيزيائي نظري فرنسي

وكان كلاوزيوس قد أنشأ صياغة هذا القانون على لاعكوسية سريان الحرارة التلقائي من الجسم الحار إلى البارد، فنصَّ 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 ركّز 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 إذا وجد اختلاف في درجتها.

وقد اعتُبرت 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 النُظم الفيزيقية. 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 أبداً 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: أن لا تتغير طاقتها الكلية أبداً، وأن تزداد انتروبيتها الكلية دائماً[1]. وليس من الممكن حصول العكس ما لم يكن هناك جهد مبذول.

وعليه تمّ استنتاج عدم إمكان 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. ويُعبَّر عن ذلك بالموت الحراري للكون (heat death of the universe)، حيث تتساوى درجة الحرارة لدى جميع الأجسام فلا يحصل فيها انتقال.

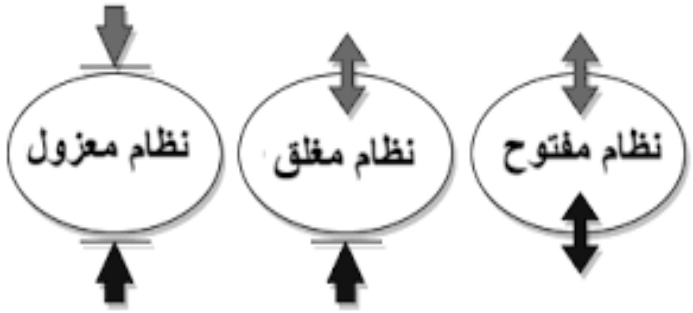
تلك هي الانتروبيا والقانون الثاني للثرموداينميك، وقد مرت على الأخير فترة أصبح فيها من المسلمات التي تُرفض على أساسه كل نظرية أو تجربة مخالفة له، من دون نقاش. حتى أن الفلكي البريطاني ادنجتون قال مرة (عام 1928): إنني بهذا لا أقضي بعدم صحة القانون الثاني، ولكن أقول بأنه لا يسري على النُظم غير المستقرة حين يكون للجاذبية دور فعال[2].

وأصبح من الثابت ان هناك تمايزاً بين النُظم المغلقة والمفتوحة (Closed and open systems)، ففي النُظم المغلقة لا يمكن للانتروبيا ان تقل خلافاً للمفتوحة التي تقل فيها الانتروبيا على حساب زيادة العشوائية في نظام آخر. ويُمثَّل عليهما بالمقارنة بين أشكال الحياة والماكنة البخارية. فأشكال الحياة هي نُظم مفتوحة على عكس الماكنة البخارية التي تمتلك نظاماً مغلقاً، فلا شيء جديد يدخل أو يخرج في النظام المغلق، وقد تمّ استنتاج استحالة وجود محركات ذات حركة دائمة، أو لا

[1]: قصة الفيزياء، ص182.

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

يمكن للماكنة 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 على خلاف ذلك، تتصف النُظم المفتوحة بعدم التوازن. وتمتاز بحالتين متعاكستين للانتروبيا، حيث تزداد في مكان وتنخفض في مكان آخر. فخلق نظام في مكان ما يقتضي تصدير الانتروبيا إلى مكان آخر[1]، كالذي نشهده في عالم الاحياء ومنه عالمنا البشري، حيث تنخفض الانتروبيا مع ازدياد شدة التنظيم المعقد، لكن لهذا ثمن يُدفع بتصريف الانتروبيا نحو الخارج، وهو عبارة عن تصريف الطاقة بعيداً.



نظام مفتوح
يتبادل الطاقة والمادة مع محيطه

نظام مغلق
يتبادل الطاقة فقط مع

نظام معزول
لا يتبادل شيء مع محيطه

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

هكذا ان ما يجري في الكون كمجمل عام هو لصالح تعاظم الانتروبيا، حيث تزداد في كل مكان وناحية بما في ذلك النُظم المعقدة التركيب. ويضرب البعض مثلاً، وهو انه لو كان لدينا وعاء فيه نوعان من الذرات الحرة، فإذا ما تكونت جزيئة من هاتين الذرتين فإن ذلك سيزيد من الانتروبيا؛ لأن العملية تفضي إلى ان تنطلق طاقة نحو الخارج، ومن ثم تضاف انتروبيا هذه الطاقة إلى مادة الوعاء كلها. وبهذا تزداد توافقاً مع القانون الثاني للثرموداينميك.

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

وبالتالي لا تناقض بين هذا القانون وما يحصل لدى النُظم المفتوحة المعقدة كما في الكائنات الحية. فكل زيادة للنظام في مكان ما له ثمن يدفعه في مكان آخر بزيادة الفوضى فيه. وتمتاز النُظم الحية بانفتاحها على محيطها، فهي غير معزولة، والثمن الذي تدفعه هو الاضطراب في الخارج. وتبقى ان الكمية الكلية للاضطراب في النظام لا تنخفض أبداً. واذا 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 الداينميكا الحرارية[1].

ومن الناحية الرياضية فإن تغير الانتروبيا يساوي حاصل قسمة كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة على درجة حرارتها المطلقة عند حدوث الكسب أو الفقدان[2].

كيف تشكَّلَ النظام الكوني؟

من الناحية الفيزيائية ان اختلاف مستويات الطاقة بحسب القانون الثاني للثرموداينميك يتيح أن تكون هناك قابلية على تكوين الهياكل المنظمة. فانسياب الطاقة من المستوى العالي إلى الواطئ هو سر حدوث الانتظام في الكون، ومنه سر تكون الحياة وسائر النُظم 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، إذ تنتشر الفوضى بفعل الحركة العشوائية.

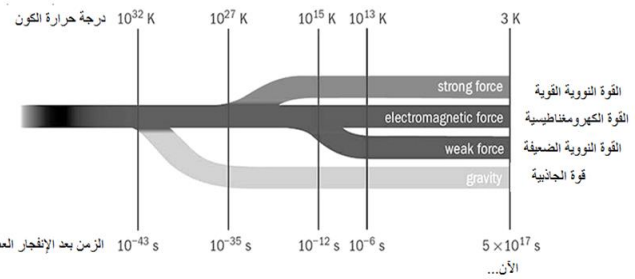
فهذا هو المبدأ الأساس في الثرموداينميك كما فهمه الفيزيائيون، وله علاقة واضحة بالتناظرات وكسرها. إذ تعاني الكثير من النُظم تحولاً طورياً عندما تتعرض للحرارة، إذ تزداد تناظراً عند ارتفاعها، في حين ينكسر هذا التناظر أو ينخفض عند هبوطها. فمثلاً عندما يتبخر الماء تصبح جزيئاته أكثر تناظراً مما هو سائل؛ لتحررها وعدم تضمنها التمايزات والتجمعات. وعلى عكس ذلك عندما يتبرد ويتثلج، إذ تتجمع جزيئاته على هيئة كتل من البلورات المختلفة بعض الشيء، فيكون أقل تناظراً من السائل والبخار. وهكذا يتدرج التناظر من البخار إلى السائل فالجليد.

---

[1]: قصة الفيزياء، ص183. والله والفيزياء الحديثة، ص23.
[2]: قصة الفيزياء، ص185.

كذلك هو حال الكون عند مقارنة ما كان عليه في البدء بما هو عليه الآن. فمظاهر الطبيعة تعبّر 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 الجسيمات[1].

وينطبق الحال السابق على قوانين الطبيعة وقواها الأربع (الكهرومغناطيسية والجاذبية والقوة النووية الضعيفة والشديدة). فمن وجهة نظر الفيزيائيين انها تحولت إلى قوى متمايزة 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.



انكسار تناظر قوى الطبيعة بانخفاض درجة الحرارة حسب نظرية الانفجار العظيم

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.

ويمثل زمن بلانك (10^{-43} ثانية) أول حقبة لانكسار التناظر بانفصال قوة الجاذبية عن اتحاد القوى الأربع، وذلك عندما كانت درجة الحرارة تعادل حوالي (10^{32} كلفن)، وهو الزمن المقدر لبدء الإنفجار العظيم والتمدد الكوني، حيث ما

[1]: ما بعد اينشتاين، مصدر سابق، ص135.

زالت بقية القوى متحدة ضمن مسافة يتساوى التأثير فيما بينها، وتقدر بحوالي (10^{-29} سم)[1]، وكانت جسيماتها كلها عديمة الكتلة، أي تلك التي تتمثل بالإلكترونات وجسيمات القوى النووية الضعيفة (w و z) والكواركات، ولم تظهر الكتل إلا بعد ان تفرقت القوى.

فقد انفصلت القوة النووية الشديدة عند زمن (10^{-35} ثانية)، وتقدر درجة الحرارة آنذاك بحوالي (10^{27} كلفن)، وفي بعض المصادر (10^{28} 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 (10^{15} كلفن). فمنذ ذلك الوقت بدأت الفوارق تظهر بين الفوتون وجسيمات القوة النووية الضعيفة (w و z) كما نلاحظها اليوم[3]. 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 الگليونات مسؤولة 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 والنيترونات، وكذا الاحتفاظ بالبروتونات والنيترونات محشورة بشدة مع بعضها داخل النواة، بحيث تُقدّر القوة الأخيرة داخلها بأشد من مليون مرة من القوى الكيميائية التي تربط الذرات داخل الجزيئات[4]. 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 النِسب فيما بينها لدى المصادر الفيزيائية، فبعضهم يعتبر القوة النووية الشديدة أقوى من القوة

---

[1]: الكون الانيق، ص201.
[2]: علم الكونيات، ص114.
[3]: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص124-125.
[4]: الدقائق الثلاث الأولى، ص153.

الكهرومغناطيسية بحوالي (100 مرة)، ومن القوة النووية الضعيفة بحوالي (100 ألف مرة)، كما أنها أقوى من قوة الجاذبية بحوالي (10^{42} مرة)، ومن ثم تكون القوة الكهرومغناطيسية أقوى من الجاذبية بحوالي (10^{40} مرة)[1]. في حين في بعض المصادر تكون القوة الكهرومغناطيسية أكبر من الجاذبية بحوالي (10^{42} مرة)[2]. 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 (10^{38} مرة)[3].

كما أحدث انكسار التناظر لجسيمات القوى القياسية الآنفة الذكر بعض الفوارق الهامة، فمثلاً ان الگليونات لا تتأثر بغيرها، خلافاً لجسيمات (w و z) التي تتأثر بالإلكترونات والبوزيترونات والفوتونات[4]. كما ان الگليونات لا تظهر فرادى أبداً، خلافاً لسائر جسيمات القوى الأخرى.

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 تُفضي 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 واقلال 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، إذ ان معدل سرعة التفاعل الكيميائي عادة ما يتناسب طردياً مع ارتفاع درجة الحرارة، وفقاً لمعادلة فانت هوف (Van 't Hoff equation). لذا فارتفاع الحرارة من هذه الناحية لا يعتبر مؤشراً على زيادة الانتروبيا والفوضى. لذلك اعتبرنا تأثير الحرارة نسبياً.

---

[1]: المصدر السابق، ص196.

[2]: الكون الانيق، ص26-28.

[3]: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ترجمة وتقديم صلاح الدين ابراهيم حسب النبي، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2010م، ص106.

[4]: العدم، ص117.

بل ان القانون الثاني في حد ذاته يعتبر نسبياً أيضاً، إذ انتقال الحرارة من الدرجات العالية إلى الواطئة لا يُفضي دائماً إلى صنع التنظيم، إذ في حالات معينة قد يفضي إلى نشوء الفوضى وازدياد الانتروبيا. فانخفاض الحرارة إلى درجة الانجماد - مثلاً - يعمل على تدمير انسجة الكائنات الحية ويعطّل نُظمها الوظائفية. مع ذلك فالمجمل الكلي يميل إلى احلال الفوضى، إذ 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 2003[1]، أثار مشكلة مستعصية حول وجود النظام التلقائي في الكون، وهو ما حيّر العلماء؛ لأن قوانين الداينميكا 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 بنىً كاملة ورائعة؛ كالمجرات والنظم الإيكولوجية والأحياء والكائنات البشرية[2].

وبلا شك ما زالت هذه القضية تُعدّ معضلة لدى التفكير الفيزيائي. فبحسب القانون الثاني للثرموداينميك 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 الأطروحة 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 الأُطر المعزولة، فيما ان النظريات الفيزيائية تعترف بضرورة ان يكون النظام الدقيق قد تشكّل منذ البداية دفعة واحدة وبمنتهى

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

[2]:https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_(order_and_disorder

الروعة، ولولا ذلك لما تخلّقت المجرات ولا الحياة. ولم تُفسّر لحد الآن كيف تشكّلَ 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 إمكان عودتها من جديد. فالحال أشبه بجزيئات الغاز التي تتحرك بشكل عشوائي فتؤدي إلى ازدياد الانتروبيا مع مرور الزمن باضطراد. 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 القِدم، والمعادن تتصدأ، والناس تشيخ... إلخ، وليس العكس. فالسير بحسب القانون الثاني يكون من النظام إلى العشوائية، حيث تزداد الانتروبيا، وعلى المدى البعيد فإن هذه الأخيرة ستربح دائماً، وأن أي هدم لنظام معين يندّ عن ان يسترجع النظام الذي فقده. فالقانون الثاني للداينميكا الحرارية يمنع إعادة الكون كما كان، وهو ما يُعبَّر عنه باللاعكوسية (irreversible)، حيث تحول النظام إلى فوضى أو تعادل الحرارة[1].

هكذا لو أننا اعتمدنا على بيانات نظرية الانفجار العظيم، لكانت النتيجة تعني ان ما حدث كان على خلاف ما ينص عليه القانون الثاني لدى النُظم المغلقة. فقد شهد انخفاضاً في الانتروبيا منذ البداية بدل تصاعدها، فيما يتطلّب القانون الآنف 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 الأطوار المبكرة جداً للكون. لكن برأي بنروز انه إذا 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 أدقّ ما يكون، ومع الوقت أخذ يتناقص هذا النظام وفقاً لها، أي انه بدأ

[1]: اسطورة المادة، ص108 و109.

بقصور حراري ضئيل للغاية[1]. وبلا شك ان هذه الفكرة تخالف نظرية التطور الكوني والداروينية.

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 النُظم المنعزلة أو المغلقة. كما رأى بعض آخر أن باستطاعة التوسع الكوني ان يخلق نظاماً لم يكن موجوداً من قبل. إذ كان الكون حاراً جداً، ثم بتوسعه أخذ الكون بالابتراد، وهذا الاختلاف الحراري هو مصدر نموذجي للطاقة المفيدة. فمثلاً من خلال الابتراد والتوسع تكونت نواة عنصر الهايدروجين، ومن بعدها العناصر الخفيفة، ثم الثقيلة[2].

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 أوميگا.

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، طاوية خلفها مراحل كثيرة دفعة واحدة؛ بلا مجال للعشوائية والانحراف، أحدهما لصالح الكون المغلق، والآخر لصالح الكون المنفرج المفتوح، وهو الحد المعبّر عنه بقيمة أوميگا، حيث تمّ 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 والخيال[3].

ولو أردنا ان نكشف عن حجم الاعجاز الحاصل في هذه اللحظة الحاسمة؛ فلنعلم ان عدد ذرات الكون كله تقدّر 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 الأرقام ذلك العدد المذهل، فإن على الكون ان يتخذ سرعة واحدة من هذا المجموع الضخم، وهذه السرعة هي بمثابة ذرة مخصوصة

[1]: روجر بنروز: فيزياء العقل البشري والعالم من منظورين، ص63 و12-13.
[2]: الله والفيزياء الحديثة، ص66-68.
[3]: لاحظ ما مرّ معنا خلال القسم الأول لهذا الكتاب.

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 تمّ افتراضه من سرعة اعجازية مذهلة أدت بالكون إلى ان يمرّ بين حافتي التمزق والانسحاق العظيمين بسلام.

هذا فيما لو افترضنا نظرية الانفجار العظيم، أما لو التزمنا بأطروحة الفضاء اللامتناهي فسيتحقق الانفتاح التام، ومن ثم القابيلة على التأثير الخارجي وبعد ذلك صنع النظام عبر التفاعل المستمر بين الجسيمات الأولية ذات الحركة الدائبة. أي انه من حيث التحليل يعتمد التناظر والانكسار على ما عليه حالة البدء الكوني، فإذا 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 يعبّر عن الحرارة الضخمة، حيث ان انخفاضها هو ما يُفضي إلى الانكسار ضمن حدود، وهي الفرضية التي اعتُبرت 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 الأُطر المغلقة والمفتوحة. فما ينص عليه القانون الثاني هو افتراض ان يكون هناك نظام سابق، ولا ينطبق على الأُطر التي تفتقر إلى هذا النظام سلفاً، سواء كان مغلقاً أو مفتوحاً. فليس كل اطار مغلق يفضي إلى العشوائية والانتروبيا، كما ليس كل اطار مفتوح يفضي إلى التنظيم. فهناك نسبية تعتمد فيها على طبيعة الأشياء التي تتعرض للعشوائية أو النظام.

بمعنى ان من الصحيح تماماً ان يخضع النظام المغلق لمبدأ الانتروبيا 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 بقائه أو زيادة التنظيم، وان كان ذلك ليس بالضرورة دائماً، والا لما شهدنا تعرّض الكائنات الحية إلى الفناء رغم انها تعيش ضمن النظام المفتوح.

أما لو افترضنا انه لا يوجد نظام سابق لدى الأُطر المغلقة والمفتوحة، بمعنى ان هناك عشوائية سائدة، ففي هذه الحالة قد تحصل أحياناً حالات من التنظيم بشكل أعظم لدى الأُطر 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 تشكّل نظاماً مهما 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 (1918-1988)

فيض الجسيمات ومعضلة التوحيد

إن من أبرز المشكلات التي يواجهها الفيزيائيون النظريون اليوم هي رد الجسيمات إلى أصول موحدة. فقد أُصيبوا بالذعر عندما تمّ 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 المشكلات المتعلقة بكيفية اختزال هذا العدد الضخم، واعتمدوا في تقسيمهم الأساسي لها على الكتلة وطبيعة لفّها المغزلي (السبين 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 النُظم 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 يحظَ 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 قسمين من الجسيمات: خفيفة هي اللبتونات، مثل الإلكترونات، وثقيلة هي الباريونات، مثل البروتونات والنيترونات، والتي تتألّف بدورها من الكواركات.

ومع ذلك، واجه الفيزيائيون عدداً من المشكلات في محاولة ردّ هذه الجسيمات بعضها إلى بعض، أو تفسير كيفية انبثاقها من أصل مشترك.

فمن جانب أنهم واجهوا مشكلة تتعلق بتوحيد الفرميونات.. فما العلاقة التي تربط الإلكترونات - والنيترينوات 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 بالگليونات مثلاً؟

كما واجهوا مشكلة ثالثة في توحيد العلاقة التي تربط البوزونات بالفرميونات. فللبوزونات لف مغزلي يختلف عن اللف المغزلي للفرميونات. فالأخيرة يساوي سبينها نصف عدد فردي: (1\2 أو 3\2 أو 5\2...)، فيما يساوي سبين 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 الأربع 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، وهي أهم المشكلات وأولها ظهوراً كما واجهها الفيزيائيون، إذ فوجئوا باكتشاف أن أعداد الجسيمات في تزايد مستمر. وقد أثار ذلك تساؤلات ميتافيزيقية حول الغاية من وجود هذه الكثرة:

لماذا يوجد هذا العدد الكبير من الجسيمات، في حين يبدو أن معظم الأشياء في العالم لا تحتاج إلا إلى عدد قليل، مثل الإلكترونات والكواركات العليا والسفلى؟

ثم لماذا تمتلك هذه الجسيمات كُتلاً مختلفة؟ فهل كان ذلك محض صدفة، أم نتيجة اختيار مقصود؟

وتبدأ قصة اكتشاف المزيد من الجسيمات منذ ثلاثينات القرن الماضي، فالمعروف منها في ذلك الوقت ثلاثة، هي: الإلكترون والبروتون والنيترون، مع قوتين هما الثقالة والكهرومغناطيسية، إضافة إلى اكتشاف قوتين نوويتين بعد اكتشاف النيترونات بوقت قصير (عام 1932)، إحداهما القوة النووية الضعيفة المسؤولة عن الاضمحلال الإشعاعي كما في تحول النيترون إلى بروتون، والثانية القوة النووية الشديدة التي أُطلقت على القوة الجامعة داخل النواة، ولم تكن هاتان القوتان معروفتين جيداً آنذاك، حتى ان اينشتاين لم يكن يعرف عنهما إلا القليل،

رغم أنه كان مهتماً بتوحيد علاقات الطبيعة وقوانينها. وفي نهاية الثلاثينات تمّ اكتشاف جسيمة أخرى هي الميون (muon)، وهي مثل الإلكترون لكنها أثقل منه مائتي مرة.

ويُنقل بهذا الصدد، أن الفيزيائي اسحاق رابي تعجب عندما سمع بوجود هذه الجسيمة الاضافية، حتى اشتهر عنه قوله: من أمر بها؟!. واليوم تبين ان للميونات أهمية في التغيير الجيني[1].

وبعد الجسيمات السابقة اكتُشف النيترينو في (عام 1953)، ومن ثم تمّ رصده في منتصف الخمسينات (عام 1956) على يد كل من راينز وكلايد كوان بأدلة تجريبية حاسمة[2]، وذلك بعد أن تنبأ فولفجنج باولي (Wolfgang Pauli) بوجوده بداية الثلاثينات (عام 1932) طبقاً لمبدأ حفظ الطاقة.

فقد أراد باولي تفسير الفقدان الغريب للطاقة في تفاعلات التحلل الإشعاعي، لذا خمّن ان الطاقة المفقودة يحملها جسيم جديد. وبعد حوالي (20 سنة) تمّ اكتشافه. فقد لوحظ ان هناك فارقاً بين النوى المنتجة عن النوى الأصلية خلال النشاط الإشعاعي، وهو ما دفع باولي لافتراض فكرة هذا الجسيم الذي يصاحب الإلكترون كمخرج يائس من المعضلة التي خلقها اصدار إلكترون وحيد في حالة تفكك بيتا. وفي (عام 1933) أطلق فيرمي على هذا الجسيم مصطلح النيترينو[3]، ويعني في الايطالية بالنيترون الصغير، فهو عديم الشحنة مثله، ولا يخضع إلا للقوة الضعيفة والثقالة[4].

ثم جاء دور الكواركات.. ففي بداية الستينات تمّ التنبؤ بها، وكانت مسألة خلافية طيلة السنوات التي تلت افتراضها لصعوبة تقبل وجودها، ومن ثم اكتُشفت أواخر هذا العقد 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 افتُرض ان لها شحنات كسرية هي (1\3) أو (2\3) من شحنة الإلكترون؛ طبقاً لجعل

---

[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.

البروتون موجباً والنيترون متعادلاً، وذلك خلاف المتوقع بأن للكتلة الكبرى الشحنة الكبرى، حيث تساهم الشحنة نفسها في الكتلة، لكن لوحظ في الكواركات غير ذلك[1].

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

وقد لاحظ الفيزيائيون ان الكواركات تحمل أعداداً كبيرة، فهي على ستة أنواع، في ثلاثة نكهات وبالتالي فمجموعها (18 نوع). لكن النظرية الأحدث تقول ان كل ثلاثة تندرج بنكهة واحدة، وبالتالي فإن هذه الستة تكون على نوعين فقط[2]. هذا بالإضافة إلى وجود ثمانية گليونات، 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 واضح[3].

وتُعدّ الكواركات واللبتونات الأساس الذي تتكون منه المادة، وتقدر الأساسية منها بعدد كبير يصل إلى (48 جسيم)، وهي جسيمات نقطية غير ذات بنى داخلية[4]. 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

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

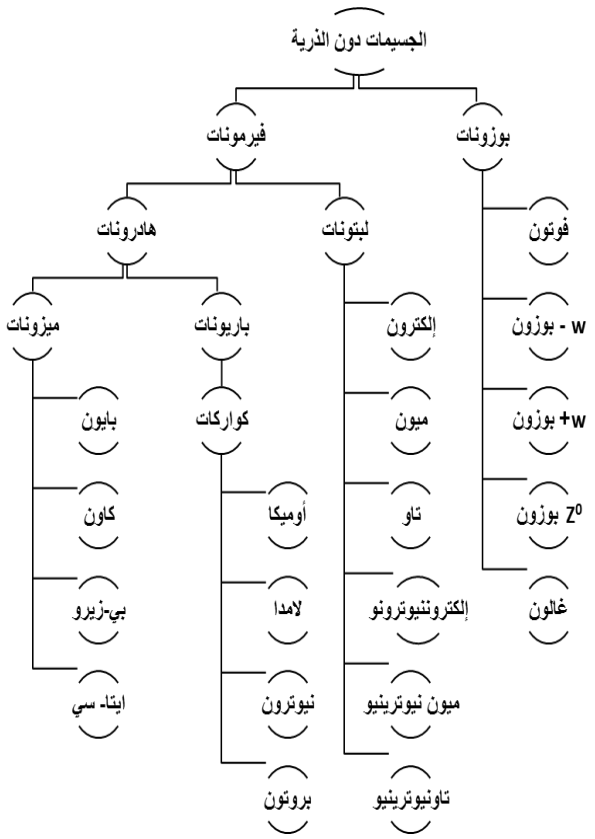
[2]: سام تريمان: من الذرة إلى الكوارك، ترجمة أحمد فؤاد باشا، سلسلة علام المعرفة (327)، الكويت، 2006م، ضمن الفصل الثامن، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

[3]: 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.

[4]: الله والفيزياء الحديثة، ص183.

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 اعتباطية دون ان 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 1984[1]. وأغلب هذه الجسيمات غير مستقرة، فما أنْ 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.



تصنيف الجسيمات وفق العوائل الرئيسية وتفرعاتها الجانبية

[1]: ما بعد اينشتاين، ص92-93.

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 ميّالون جداً لاقتراح جسيمة جديدة بأقل دليل على ذلك، سواء كان نظرياً أو تجريبياً»[1].

كما رأى ديفيد بوم أن هناك أوهاماً تتعلق بتعدد الجسيمات، وقدّم مثالاً بليغاً على هذه الأوهام من خلال تجربة "حوض السمكة" الذي يُصوَّر من جانبين، أحدهما أفقي والآخر عمودي، فيبدو الفم وكأن هناك سمكتين لا سمكة واحدة، أي صورتان في بُعدين مختلفين لكل منهما ثلاثة أبعاد. وعلى رأي بوم، ان هذا هو حال الجسيمات حين نتوهم بتعددها، بينما الحقيقة أنها تجلّيات متباينة لوجود واحد[2].

مع ذلك اعتاد الفيزيائيون قبول الجسيمات الجديدة المفترضة التي يُستدل 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 الفيزيائيين[3]، ومثال على ذلك التنبؤ بوجود الكواركات، كالذي سبقت الإشارة إليه..

ومن وجهة نظر أصحاب نظرية الأوتار الفائقة، أنه يمكن حل مشكلة كثرة الكواركات بافتراض عنصر وحيد مكوّن، هو الوتر كلبنة أساسية للمادة ويملك التناظرات. كما وجد موراي جيلمان أن عمليات توحيد بسيطة لثلاثة كواركات تفسّر بشكل معجز مئات الجسيمات المكتشفة في المختبرات، بل وتتنبأ بجسيمات أخرى[4].

ويُلاحظ أنه رغم الاختلاف بين الكواركات واللبتونات، فإن هناك تماثلات رياضية أعمق تربطهما بمستويين آخرين ضمن ما يُعرف بجدول عناصر النموذج القياسي أو المعياري (Standard Model). وقد طُرحت هذه العوائل في إطار نظريات التوحيد العظمى (GUT)، باعتبارها محاولة للكشف عن وحدة باطنة خلف تنوع الجسيمات الظاهر.

---

[1]: البحث عن قطة شرودنجر، ص147.
[2]: الكون المرآة، ص75-88.
[3]: التصميم العظيم، ص65.
[4]: ما بعد اينشتاين، ص96.

النموذج القياسي وكثرة الجسيمات

يُقصد بالنموذج القياسي البحث المتعلق بالعوائل الثلاث لجسيمات المادة، مضافاً إليها نظرية القوى الأساسية الثلاث: الشديدة، والضعيفة، والكهرومغناطيسية، مع استثناء قوة الثقالة لعدم خضوعها بعد لاعتبارات نظرية الكوانتم. وتشكل الكواركات واللبتونات، إلى جانب تلك القوى، جوهر هذا النموذج وميدانه المركزي في الفيزياء الحديثة.

وفي هذا الإطار، نجد أن لكل جسيم ثلاث صور تحمل الشحنة نفسها، لكن كل جيل منها أثقل وزناً من الجيل الذي يليه. وبعبارة أخرى، هناك أربعة جسيمات أساسية في المستوى الأول، يليها مستوى ثانٍ ثم ثالث، يمثلان استنساخاً للمستوى الأول لكن بكتلة أكبر على التوالي

وفي هذا الإطار، نجد أن لكل جسيم ثلاث صور تحمل الشحنة نفسها، لكن كل جيل منها أثقل وزناً من الجيل الذي يسبقه. وبعبارة أخرى، هناك أربعة جسيمات أساسية في المستوى الأول، يليها مستوى ثانٍ ثم ثالث، يمثلان استنساخاً للمستوى الأول لكن بكتلة أكبر على التوالي[1]. وهو ما يعكس نمطاً متكرراً في الكون يوحي بوجود تماثلات عميقة بين الجسيمات، وربما دلائل على وحدة باطنية تجمع بين مستويات المادة المختلفة.

فعلى سبيل المثال، للإلكترون ثلاثة نظراء: فالميون يشبه الإلكترون كثيراً لكنه أثقل منه قليلاً، ثم يأتي التاو (Tau) وهو أثقل من الميون. وهكذا يتكون مجموع الجسيمات من (12 جسيماً) موزعة على ثلاث عوائل أو مستويات، من غير أن يُفهم لماذا وُجدت هذه العوائل الثلاث، أو لماذا أضيفت عائلتان إلى العائلة الأولى.

لقد أثارت هذه الكثرة شكوك الكثير من الفيزيائيين بشأن بساطة الطبيعة. فالعائلة الأولى وحدها مستقرة وكافية لبناء عالمنا المادي، فهل الطبيعة مسرفة في خلقها، أم أن فهمنا ما زال محدوداً وقاصراً عن إدراك ما تختزنه من أسرار ومفاجآت كونية؟

[1]: الطرق على أبواب السماء، ص141 و277. والله والفيزياء الحديثة، ص183-184.

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 الإلكترونية الثلاثة تتعلق بثقوب مختلفة؛ كالذي يحدث عند لف جريدة كتعبير عن الهندسة الطوبولوجية المقترحة[1].

ومن الجدير بالذكر، أنه لم يتمّ تقسيم هذه الجسيمات إلى العوائل الثلاث بشكل متسق؛ إلا بعد اكتشاف البيونات والميونات. وكانت السبينات والكتل هي أُولى الخواص المستخدمة في تقسيم الفئات[2]. وكلها تمتلك من اللف المغزلي ما يقدر بنصف سبين. ويساوي السبين حاصل قسمة ثابت بلانك (h) على ضعف ثابت باي ($2pi$) أو (2π)، أي ضعف نسبة محيط الدائرة إلى قطرها.

ولوحظ ان هناك غرابة في اللف لدى الفرميونات، فهي أن أي جزء من أجزاء الجسيم، أو أي قطب منه، لا يعود إلى مكانه في الدوران عند درجة (360)، بل عند ضعف هذه الدرجة، أي عند دورتين، حيث يعود إلى ذات المكان[3].

[1]: الأوتار الفائقة: نظرية كل شيء، حوار مع جون إيليس، ص145- 146.
[2]: قصة الفيزياء، ص333-334.
[3]: الجائزة الكونية الكبرى، ص150.

عموماً، ما زال الفيزيائيون يعتقدون ان النموذج القياسي هو أفضل نموذج معمول به حتى الآن، وذلك لكثرة تفوقه في تفسير ظواهر كثيرة مع تكلله بالنجاح في التنبؤ بالعديد من الجسيمات، ومنها انتصاره الكبير في اكتشاف ما تنبأ به من جسيمات بوزونات (W وZ) للقوة النووية الضعيفة، وكان آخرها اكتشاف بوزون هيجز Higgs boson (عام 2012) كحلقة مفقودة ضمن النموذج، وهو البوزون المعول عليه في تفسير خلق الكتل المادية وتفاوتها عند انكسار التناظرات بداية نشأة الكون، والذي وُصِف بالجسيمة الإلهية (God particle).

ويعود التنبؤ بهذه الجسيمة إلى الفلكي البريطاني 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 أطروحات متقاربة، كان من بينها أطروحة هذا الفيزيائي.

بيتر هيجز (1929-)
فيزيائي جسيمات أولية، نال جائزة نوبل عام 2012

وبحسب رؤية هذا العالِم، فإن جميع الجسيمات بدأت عديمة الكتلة لغياب ما عُرف لاحقاً بمجال هيجز (Higgs field)، ولهذا كانت تتحرك بسرعة الضوء. غير أنّ الكون بدأ يمتلئ تدريجياً بهذا المجال الأثيري الجديد على نحو غير متوقع، فدخل في تفاعل مع الجسيمات ومنحها كتلها المختلفة، مما أدى إلى تباطؤ حركاتها. ولولا هذا المجال لبقيت الجسيمات تتحرك دوماً بسرعة الضوء، ولما توفرت أي فرصة ممكنة لتشكّل الكون.

أما الفوتون فقد ظل محافظاً على كتلته الصفرية لعدم تفاعله مع ذلك المجال في أي موضع من الكون، وهو ما أبقى سرعته على ما نعرفه اليوم[1].

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

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 والذي يعمل ضمن درجة حرارة تقدر بـ (10^{17}) فما دون. أما فوق ذلك فلا يظهر له مفعول، حيث انه يمثل حالة الفراغ ذات الطاقة الأقل[1].

لقد تمّ 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 الهايدروجين. لكن هناك من رجّح أن تكون هذه الكتلة أخف من ذلك، وتصل إلى (150 مرة) من كتلة هذه الذرة[2]. في حين رأت الفيزيائية الامريكية ليزا راندل (Lisa Randall) انه من المتوقع ان يكون هذا البوزون خفيفاً وفقاً لأدلة البيانات التجريبية وغيرها[3]. وبعد اكتشافه تمّ تقدير كتلته بحوالي (126 GeV)، أي: 126 مليار فولت إلكترون[4].

هذا هو بوزون هيجز الذي يختلف عن بقية الجسيمات في افتقاره للف المغزلي، فلا يمين ولا شمال. وهو بذلك قد سدد الفراغ الذي عانى منه النموذج القياسي في تفسير كتل الجسيمات. مع ذلك فقد واجه هذا النموذج مشكلات كثيرة، وثبت انه يعاني من ثغرات عديدة رغم كثرة النجاحات التي حققها.

مشاكل النموذج القياسي

بداية، إن من بين ما حيّر العلماء ضمن النموذج القياسي؛ تفاوت الكتل بعد كسر التناظر التلقائي الناشئ بفعل مجال هيجز، حيث تقاس الكتلة بقيمة توقع فراغ هيجز (Higgs vacuum)، فمن كتلة الإلكترون الضئيلة إلى كتلة اللبتون تاو (tau lepton) الأكبر كثيراً، ومن كتلتي الكوارك العلوي والسفلي الصغيرتين إلى كتلة كوارك القمة الهائلة[5]، بالإضافة إلى أن هذا النموذج قد تنبأ بانعدام الكتلة لدى

---

[1]: العدم، ص121.

[2]: المصدر السابق، ص121-122.

[3]: الطرق على أبواب السماء، ص343.

[4]:https://www.seeker.com/particle-consistent-with-higgs-boson-discovered-1765850457.html

[5]: من الذرة إلى الكوارك، ضمن الفصل الثامن.

النيترينو، لكن تذبذباته كما بيّنت الأرصاد المتعلقة به دلّت على انه يمتلك شيئاً من الكتلة رغم ضآلتها.

وبناءً عليه، كيف يمكن تفسير علة الاختلافات الكبيرة لكتل الجسيمات؟ 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، ويُطرح 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، فأي حل من الحلول المطروحة يصبح متوافقاً في الغالب مع رؤية مختلفة للكون. حتى قال الفيزيائي رافاييل تيتو ديانولو (Raffaele Tito D'Agnolo) من جامعة برينستون (Princeton): «إن تحديد الإجابة الصحيحة لن يحل لغزاً مفاهيمياً فحسب، بل سيغير الطريقة التي نفكر بها في فيزياء الجسيمات»[2].

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

---

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

[2]: 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

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 تمّ 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 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].

كما بحسب النموذج القياسي، ثمة (57 مجالاً كمومياً) منفصلاً. وقد تحفظ كثير من الفيزيائيين على ذلك، ورأوا أن هذا العدد الكبير يشكّل مشكلة، إذ كانوا يتوقعون ألّا يتطلب الأمر كل هذه الكثرة[2].

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

ووفقاً للفيزيائيين، لو عدنا إلى جسيمات هذا النموذج والقوى التي يشتمل عليها، ثم أضفنا إليها الجاذبية، لكانت لدينا أربع قوى أساسية للتفاعلات، هي: الكهرومغناطيسية، والنووية الشديدة، والنووية الضعيفة، فضلاً عن الجاذبية. مع أربعة جسيمات أساسية للمادة، هي: الكواركات العلوية والسفلية التي تتحد ثلاثياً لتكوين البروتونات والنيترونات، والإلكترونات والنيترينوات التابعة لها. وتنطلق النيترينوات في أرجاء الكون من دون أن تؤدي دوراً يُذكر في البناء الكوني الكبير للمادة.

وبهذا، فإن هذه الجسيمات وحدها تكفي لوصف عالمنا الفيزيائي. أما غيرها من الجسيمات، فليس لها ذلك الأثر الجوهري في الكون، إذ إن غيابها ـ كما يرى العلماء اليوم ـ لم يكن ليُحدث سوى أثر طفيف جداً في صورة الكون وتطوره.

---

[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]: برايان غرين: الواقع الخفي.

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 الگليونات (المفترضة)، أما أصغر حزم القوة الضعيفة فهي البوزونات القياسية (W وZ). وتقوم الفوتونات والگليونات والبوزونات القياسية بتقديم الآلية المجهرية لنقل القوى التي تتكون منها[1].

وبذلك يتبين ان هناك جسيمات أولية عديمة البنى، فهي أساس سائر الجسيمات لعدم إمكانية ردها إلى ما هو أبسط منها حتى يومنا هذا. وهي تختلف فيما بينها من حيث الكتلة والطاقة والشحنة واللف المغزلي (spin)، سواء على صعيد الفرميونات المادية، أو على صعيد 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 والنيترونات، إحداهما ترى وجود هادرون أولي أساسي هو الكوارك، فيما ترى الثانية ان الهادرونات هي بكثرة ما تندّ عن إمكان ارجاعها إلى هادرون أولي.

وفي نهاية الخمسينات وبداية الستينات طوّر الفيزيائي الامريكي جيفري شيو (Geoffrey Chew) هذا المذهب وأطلق 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 المساواة[2]، فعبّر عن علاقات الجسيمات بالرقص القلق للتحولات الشبحية، حيث لا يمكننا الامساك بجسيم محدد، فكل واحد منها مؤلف من البقية في حلقة غريبة لا نهائية، فليس ثمة جسيم أكثر

[1]: الكون الانيق، ص146.

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

أولية من جسيم آخر. وهو مذاق شمولي لأوجه الكموم في طبيعة المادة. وبالتالي فهذه المدرسة تنفي وجود جسيمات أولية محددة، فكل جسيم يتألف بشكل ما من البقية، أو ان كل واحد منها يحتوي على شيء ما من هوية الجسيمات الأخرى[1]. وهو يذكّر بالأطروحة العريقة لنظرية وحدة الوجود الصوفية.

جيفري شو (1924-2019)

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 يُطلق 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 برأي هايزنبرغ مع عقيدة انكسيماندر. وقد اعتبر نفسه على قناعة من

[1]: الله والفيزياء الحديثة، ص194 و64.

صحة وجهة النظر الأخيرة في الفيزياء الحديثة[1]. وهو من سمى ثنائية (البروتون – النيترون) بالنكليون (nucleon)، بحجة أنهما وجهان لجسيم أساسي واحد، حيث كل منهما يتحول إلى الآخر ضمن ظروف معينة[2].

فيرنر هايزنبيرغ (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 كما يلي:

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

[2]: قصة الفيزياء، ص312.

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 تنجح إلا ضمن حدود، إذ لا تنسجم مع بعض قوانين الفيزياء المناطة بعلاقة الكتلة مع الطاقة. حيث إذا 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. فالأخيرة 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 متمايزة 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 بالتدريج عند انخفاض هذه الحرارة كما سنعرف لاحقاً. 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 والبساطة[1].

3- هناك أطروحة ثالثة تعود إلى نظرية الأوتار، حيث ترى ان من الممكن ارجاع الجسيمات إلى نغمات الأوتار، فمن هذه النغمات والاهتزازات تنشأ الجسيمات، كلٌّ 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.

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

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 ضمنياً، وبالتالي فهناك شيء مشترك فيما بينها، وان التحولات من البعض إلى البعض الآخر يجري وفق المشترك الذي يجمعها، وإن لم يحدد هذا الشيء على نحو التعيين، كالطاقة أو المادة.

وهو المعنى الذي تبنته مدرسة كوبنهاگن، لكنها اعتبرت الجسيم الأولي يمثل دالة احتمال، أو موجة احتمال، من دون خاصية وجود، بل له نزوع نحو الوجود بالمعنى الأرسطي 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 الأرسطية. لقد قدمت شيئاً ما يقف بين تصور الحدث والحدث الفعلي، وهو نوع من الواقع الفيزيائي الذي يقع في منتصف الطريق بين الإمكانية والواقع››.

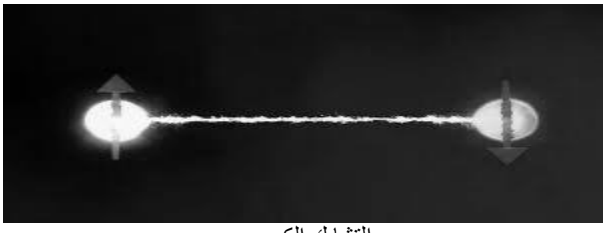
وأشار هذا الفيزيائي إلى ان اللغة التي يستخدمها الفيزيائيون عندما يتحدثون عن الوقائع الذرية انما توحي لهم بأفكار مماثلة في أذهانهم لمفهوم الوجود "بالقوة"، لذا تعودوا تدريجياً على ألا يعتبروا المدارات الإلكترونية حقيقة واقعية، وانما نوعاً من الوجود بالقوة[1].

وقد تحفّظ 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 تقويض التناسق والأناقة

[1]: هايزنبرغ: الفيزياء والفلسفة، ص73 و45 و176.

الرياضية الكبيرة لميكانيكا الكم في صورتها الخالصة، وبالتالي كانت نظريته "مزعجة" وفق تعبيره[1].

وأهم ما في هذه النظرية أنها تتأيد بظاهرة تشابك الجسيمات وتعالقها. فهي تتضمن شيئاً مشتركاً داخلياً قد يفسر ما عليه تلك الظاهرة.



التشابك الكمومي
ارتباط جسيمين ببعضهما رغم تباعد المسافات الطويلة

فوفقاً لمدرسة كوبنهاگن ان للجسيم شيئاً من الوجود أو النزوع نحو الوجود هنا وهناك، الأمر الذي يفسّره 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 طاقوياً، مثلما تُوجه إشارة الراديو طائرة أو سفينة. كما ان الكمون الكمومي هو كلي بمعنى انه نتاج لكامل الوضع الذي يحدث فيه[2].

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 التخلّقي (Morphogenetic field)، وهي قريبة من تصور النظام الباطني عند بوم، فكلاهما يتبنيان اللاموضعية (nonlocality). وتعود النظرية إلى روبرت شيلدريك (Rupert Sheldrake)،

[1]: المصدر السابق، ص27 و28.
[2]: آلان كومبس – مارتن هولند: التزامن، ترجمة ثائر ديب، دار الفراقد، دمشق، الطبعة الثانية، 2008م، ص106.

ومفادها أنه لو كانت هناك جماعة مارست فعلاً معيناً، أو عرفت شيئاً ما من الأشياء، فسوف يؤثر ذلك على جماعات أخرى بعيدة من غير اتصال سببي[1].

مع هذا فإن هذه الآراء تُعدّ شاذة وغير معتبرة لدى المجتمع العلمي، بل ان روبرت شليدريك 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 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 أطروحة أخرى مقاربة للنظرية الخامسة من حيث الاعتراف بوجود مشترك بين الجسيمات، لكن هذا المشترك ليس من ضمن ذواتها الداخلية، بل عارض عليها من الخارج. وكتقريب لهذه الفكرة يمكن التمثيل عليها بالتصورات الفلسفية القديمة، فهي أشبه بالهيولى الأصلية التي تتوارد عليها الصور المختلفة، ومن دونها لا يظهر شيء. أو انها أشبه بالعقل الإلهي الذي ينبسط على الأشياء فتظهر بحسب طبائعها الإمكانية، 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 والإحاطة به استناداً إلى هذا التجلي بالصور المتنوعة.

وقد تنفع هذه الأطروحة في تفسير ما يجري من تطورات دقيقة لدى الظواهر الفيزيائية. إذ يصبح العنصر المشترك بمثابة أثير روحي ينبسط على الأشياء ضمن اعتبارات ميتافيزيائية ووجودية عامة وظيفته إمداد القوة والمعلومات للتأثير والتنوع والتطور الغائي[2].

---

[1]: التزامن، ص70- 72.

[2]: للتفصيل انظر: يحيى محمد: صخرة الإيمان، دار ابكالو، الطبعة الثانية.

لكن تبقى هذه الأطروحة مندرجة ضمن التصورات الفلسفية، وهي قابلة للتلبس بأي من النظريات الخمس السابقة، كاطار 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 ولكونها تفسر الظواهر الفيزيائية وفقاً للقوانين المعمول بها، ومن ذلك قانون تحول الكتلة والطاقة. وتبعاً لهذه الأطروحة 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 مقاربة إشكالية العلاقة بين قوى الطبيعة في ضوء الافتراضات المتصلة بأصل الجسيمات، كما استعرضناها آنفاً. فمن حيث المبدأ، يمكن تصور خمس نظريات في هذا الشأن كما تقدم، بل قد يُضاف إلى إحداها بعدٌ فلسفي يوازي مضمونها أو يرافقه. وعليه، تصبح قوى الطبيعة والجسيمات وكأنهما وجهان لعملة واحدة، يتكاملان في تفسير بنية الكون وأصوله.

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 متمايزة 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؛ ابتداءاً من الانفجار ذاته عند لحظة زمن بلانك فما بعدها.

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 فإنما 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 أكانت قوى الطبيعة في الأصل موحَّدة، أم كانت هناك قوة أولى انبثقت عنها سائر القوى، فإن الكشف عن العلاقة العميقة بينها ما زال بعيد المنال. فمحاولات التوحيد الشامل لا تزال متعثّرة حتى اليوم، على الرغم من النجاح الكبير الذي تحقق في توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة، كما أنجزه كل من غلاشو وعبد السلام وواينبرغ. ومع ذلك، لا يزال السؤال قائماً حول كيفية إدماج القوة النووية الشديدة وقوة الجاذبية ضمن إطار واحد متماسك، وهو ما يجعل التوحيد الكامل حلماً يراود الفيزيائيين حتى الآن.

فقد تنبأ العلماء الثلاثة بوجود الجسيمات الثلاثة (W^+، W^-، Z)، ثم جرى اكتشافها لاحقاً، وهو ما منحهم جائزة نوبل في سبعينيات القرن الماضي. ومنذ ذلك الحين، تبيّن أن هناك تشابهات قوية بين الفوتونات وجسيمات القوى الوسيطة؛ فالفوتون والبوزون (Z) هما الوحيدان اللذان يستطيعان الانتقال عبر الفراغ دون أن يغيّرا هويتهما، غير أنّ البوزون (Z) يمتلك كتلة بخلاف الفوتون. كما وُجد تشابه مدهش بين الفوتون وجسيم (W)، الأمر الذي أتاح توحيد القوتين بنجاح[1]. ويؤكد هذا الاكتشاف أن الطبيعة تخضع لأنماط دقيقة من التماثل، ما يفتح الطريق نحو فهم أعمق لوحدة القوى الأساسية في الكون.

غير أنّ الطريق ما زال شائكاً أمام إدماج القوتين الأخريين، وبالأخص الجاذبية، إذ إن مشكلتها أعظم من مشكلة القوة النووية الشديدة. فحين تُضاف الجاذبية إلى القوى الثلاث الأخرى ـ كما في محاولات صياغة نظرية كمّية للجاذبية ـ تبرز «اللامتناهيات» بشكل أعقد وأسوأ مما هو في نظريات المجالات الكمية الأخرى. ويعود السبب إلى أن توليد طاقة الجاذبية يستلزم نشوء قوة جديدة إضافية؛ ففي لغة المجال الكمي، إن الگرافيتونات المفترضة لا تنقل التفاعل وحسب، بل تتجاذب فيما بينها أيضاً، على خلاف الناقلات الأخرى كالفوتونات التي لا تتفاعل مع ذواتها[2].

---

[1]: ما بعد اينشتاين، ص88.

[2]: حافة العلم، ص161.

وهكذا ما زالت "نظريات كل شيء" تسعى لإيجاد أساس يجمع الجاذبية بالقوى الثلاث الأخرى في إطار واحد.

أما القوى الثلاث غير الجاذبية فقد حظيت باهتمام النظريات الموحدة العظمى؛ وذلك في أعقاب نجاح توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة، حيث البحث عن أساس رصين للتحول 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 ليمكنها تحويل البروتونات أو الكواركات إلى لبتونات وبالعكس.

ففي عام (1984) اقترح غلاشو وزميله جيورجي صيغةً لاتحاد القوة النووية الشديدة مع غيرها، على غرار ما جرى مع القوتين الكهرومغناطيسية والضعيفة، وذلك عبر ما عُرف بالتفاعل القوي في إطار نموذج الديناميكا اللونية الكمومية (QCD). غير أنّ جميع المحاولات التي سعت إلى تحقيق هذا التوحيد لم تنجح في الوصول إلى نتائج تنسجم مع ما كشفت عنه التجارب. وذلك على خلاف ما حصل مع الكهروديناميكا الكمومية ذات القدرة الفائقة على التنبؤ الدقيق. فبحسب تفاعلها الضعيف، يمكن لنيترينو قادم من الخارج أن يصطدم بكوارك سفلي فيحوّله إلى كوارك علوي داخل النيوترون، ليتحوّل النيترينو نفسه إلى إلكترون، بينما يتغيّر النيوترون إلى بروتون. أي إنّ التفاعل الضعيف يمتلك القدرة على تحويل أحد اللبتونات إلى آخر، وعلى إعادة تركيب النيوكليونات[1].

ومعلوم أن النيوترون يتفكك تلقائياً خارج النواة إلى بروتون وإلكترون ونيوترينو مضاد، وذلك في متوسط زمني يُعرف بنصف عمر النيوترون. وقد اختلفت التقديرات في تحديده؛ فأكثرها يشير إلى عشر دقائق وعدد من الثواني[2]، فيما يذهب بعضها إلى نحو اثنتي عشرة دقيقة ونصف[3]، أو حتى بضع دقائق أكثر من ذلك.

هذا ما يحدث بدقة في إطار التفاعل الضعيف. أما في التفاعل القوي، فعندما تتحرك الكَليونات بين الكواركات فإنها تحمل معها شحنة لون، وبذلك تستطيع أن

---

[1]: جون جريبين: قصة الكون، ص41-42.
[2]: انظر مثلاً: https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron
[3]: انظر: قصة الفيزياء، ص329-330.

تغيّر لون الكواركات أو شحنة اللون لديها، وهو ما يعني إمكانية تحوّل أحد أنواع الكواركات إلى نوع آخر. وهذه الحيلة يقوم بها التفاعل الضعيف أيضاً، لكن بطريقة مختلفة، إذ يعمل على تحويل الكوارك السفلي إلى كوارك علوي داخل النيوترون.

وجميع نسخ النظريات التوحيدية تتضمن مفتاحاً مهماً، يتمثل في أن البوزونات القادرة على تحويل نوعٍ معين من الشحنة إلى نوع آخر ستكون أيضاً قادرة على تحويل اللبتونات إلى كواركات، وبالعكس. ولم يكن هذا الأمر مفاجئاً بعد اكتشاف أن الكواركات واللبتونات تأتي في ثلاثة أجيال وفقاً للنموذج القياسي، حيث يحتوي كل جيل على زوج من اللبتونات وزوج من الكواركات. ويشير هذا الترتيب إلى احتمال وجود علاقة أعمق بين الجسيمات والقوى، بما يفتح الباب أمام فهم أكثر شمولية لأسس المادة والتفاعلات الكونية.

ومن هنا دلّ الاكتشاف على وجود صلة جوهرية بين نوعي الفرميونات. وبناءً على ذلك، فكما أن النيوترونات يمكن أن تتفاعل مع بوزونات المجال الضعيف لتضمحل وتتحلل إلى بروتونات، فكذلك ينبغي أن تكون البروتونات قادرة على التفاعل مع بوزونات المجال الموحد لتتحول إلى لبتونات. أي أن البروتونات نفسها يُفترض أن تضمحل عندما تتحول الكواركات في داخلها إلى لبتونات.

فهذا هو ما تنبأت به النظريات الموحدة العظمى لكل من جورجي وجلاشو. وتسمى البوزونات المفترضة للمجال الموحد جسيمات (x) و (y)، حيث كتلتها هائلة وتقدر بحوالي (10^{15} مرة) ضعف كتلة البروتون. لكن لم يتم الكشف عن هذه الجسيمات قط.

وتتأسس فكرة اضمحلال البروتون وتفككه على ما إذا كان بإمكان ان يقترض أحد الكواركات في البروتون طاقة كافية طبقاً لمبدأ عدم اليقين الكمومي للفراغ التراوحي، فيصنع بذلك جسيماً افتراضياً (x)، فيتبادله مع كوارك آخر مجاور، ومن ثم يتحول أحدهما إلى إلكترون (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 (10^{30} 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 فُسّرت حالة الضعف في التفاعل الكهرومغناطيسي ضمن المسافات البعيدة استناداً إلى ان الجسيمات الافتراضية المشحونة التي تحيط بأحد الإلكترونات تحجب وتحمي جزئياً شحنته الداخلية المكشوفة من العالم الخارجي[1]. وبالتالي يُفترض ان يكون البروتون حاملاً للقوة الكهرومغناطيسية وقابلاً للتفكك إلى بوزيترون مثلاً أو فوتون أو أي جسيم حيادي آخر، خلال فترة طويلة جداً من رتبة (10^{32} سنة) أو أقل أو أكثر قليلاً وفقاً لستيفن واينبرغ[2]. وبحسب جريبين فإن هذه الفترة لا تقل عن (5×10^{32} سنة). إذ يُحتمل أنه خلال هذا العدد الضخم من السنين ان تضمحل نصف البروتونات تلقائياً. لكن يمكن حساب جريان عملية التحلل كمرة واحدة كل (10^{10} سنة)، أو مرة كل (10^{32}) طبقاً للنظرية المفضلة. وحيث ان عمر الكون هو (10^{10} 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 تمّ تصميم بعض التجارب لملاحظة هذا الانحلال لأشهر وسنوات. فهناك ألف طن من المياه تحتوي على (10^{33} بروتون)، لكن لم يلاحظ لحد الآن أي أثر للانحلال[3]، ولم يُرصد البوزون المشار إليه عندما تمّ فحصه في المختبرات. فاستُبعد على ذلك نموذج تلك النظرية.

ومعلوم أن هناك بعض البدائل المقترحة ضمن نظريات التوحيد العظمى، من أبرزها ما يُعرف بنظرية التناظر الفائق (Supersymmetry) أو ما يسمى أحياناً بالسمترية الفائقة (سوسي – SUSY). ففي بعض أشكال التناظر السابقة يتبدل نوع من البوزونات إلى نوع آخر، غير أن جوليان فايس في ألمانيا وبرونو زومينو في كاليفورنيا طرحا، في منتصف السبعينيات، اقتراحاً بأن الفرميونات

---

[1]: جريبين: قصة الكون، ص45-46.

[2]: أحلام الفيزيائيين، ص165.

[3]: جون جريبين: قصة الكون، ص41-45. ونحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص140.

والبوزونات قد تكون بينهما علاقة خاصة عبر شكل آخر من التناظر، هو التناظر الفائق، القادر على تحويل الفرميونات إلى بوزونات وبالعكس.

غير أن هذا التحويل ليس مطلقاً، فلا يمكن لأي فرميون قديم أن يتحول إلى بوزون قديم، بل ينبغي أن يُقرن كل جسيم بشريكه الخاص في إطار التناظر الفائق. وبهذا يُدرج جميع الجسيمات في منظومة تناظرية واحدة، عبر بعض الحيل الرياضية التي تسمح بتحول الفرميونات إلى بوزونات وبالعكس، في محاولة لتجاوز الفوارق الجوهرية بينهما. فمثلاً، الفرميونات تخضع لمبدأ باولي في الاستبعاد، بينما لا ينطبق هذا المبدأ على البوزونات، ما يجعل منهما كيانين مختلفين تماماً.

لكن من وجهة نظر أنصار التناظر الفائق، يمكن إيجاد تماثل جديد عبر افتراض وجود "توأم بوزوني" لكل فرميون، و"توأم فرميوني" لكل بوزون. فمثلاً، للإلكترون يُفترض وجود نظير بوزوني يُسمى "سيليكترون"، ضمن فئة البوزونات ذات اللف الصفري، ولكل كوارك نظير بوزوني يُعرف بـ "س - كوارك"، كما أن للفوتون نظيراً فرميونياً يُسمى "فوتينو"، وهكذا مع بقية الجسيمات.

غير أن هذا التناظر المفترض لم يُعثر على دليل له حتى الآن في أي تجربة جسيمية[1].

فمن وجهة نظر الفيزيائيين النظريين انه عندما وصل الكون إلى حالة من التبرد بعد الانفجار العظيم تمّ كسر التناظر المشار إليه، حيث انتجت الجسيمات المتناظرة المشار إليها كتلاً ثقيلة جداً، لكنها مكثت في الظلام خلال فترة التبرد الكوني، لذلك لم يتم الكشف عنها. وقد وصف الفيزيائي جون جريبين هذه الفرضية بأنها نتاج تحريك عصا الرياضيات السحرية لادخال هذا النوع من كسر التناظر[2].

يبقى ان نشير إلى ان الگليونات تشبه الفوتونات في كونهما وسائل نقل للطاقة، فمثلما تنتقل القوة الكهرومغناطيسية باصدار فوتونات أو امتصاصها؛ فكذلك تنتقل القوة النووية الشديدة بواسطة الگليونات. أي ان الأخيرة تقوم بايصال القوة النووية الشديدة التي يؤدي تبادلها إلى تجاذب الكواركات أو تنافرها، شبيهاً بما تقوم به

[1]: الجائزة الكونية الكبرى، ص151.
[2]: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص141-142.

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 للگليونات التي تمتلك شيئاً من الكتلة[1]، رغم ان بعض الفيزيائيين - مثل ستيفن واينبرغ - كان يرى بأن الگليونات هي عديمة الكتلة مثل الفوتونات[2].

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 للگليونات والكواركات الانتقال بعيداً من دون تفاعل، لذلك انها تتواجد في أماكن مغلقة وضيقة جداً من البروتونات والنيترونات، فهي تتعرض لتأثير القوة النووية الشديدة وتتفاعل بحسب شحناتها اللونية وفق الداينميكا اللونية الكمومية (QCD). كما انه في حالة المجال الكهرومغناطيسي ليس هناك احتياج سوى إلى نوع واحد من الجسيمات هو الفوتون، فيما احتيج في تفاعل الگليونات إلى ثمانية أنواع مختلفة من كمات المجال، وهو التفاعل القوي المؤسس على الكهروداينميكا الكمومية. بمعنى ان للگليون ثمانية أعضاء بخلاف الفوتون الذي لا يمتلك إلا واحداً فقط[3].

وبنظر الفيزيائيين ان هذا هو ما يمنع ان يكون هناك اتحاد بين الگليونات وبين القوتيين الأخريين. وبالتالي حكموا على النموذج القياسي بأنه ليس بالكلمة الأخيرة في الفيزياء، لكنه أفضل نموذج يدور حول أشياء ثقيلة مثل البروتونات والنيترونات[4]. مع الأخذ بنظر الاعتبار ان الگليونات 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

---

[1]: انظر مثلاً: جربين: قصة الكون، ص33.
[2]: أحلام الفيزيائيين، ص160.
[3]: قصة الفيزياء، ص348.
[4]: جريبين: قصة الكون، ص33.

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 إلكترون وبوزيترون كمادة وبالعكس، رغم ان بين الفرميونات والبوزونات فوارق هامة، فالأولى تخضع لقانون الحفظ دون الأخيرة، إذ لا يمكن زيادة العدد الكلي للإلكترونات مثلاً في الكون لدى التفاعلات الداخلية بين الجسيمات، حيث عددها ثابت منذ الانفجار العظيم. أما البوزونات فتتدفق كالنهر الخالد وبأعداد ضخمة بلا حدود كما يلاحظ لدى فوتونات الضوء السيالة من أي مصباح[1]، والتي يُقدر عددها لدى مصباح كهربائي ذي قوة (100 وات) بحوالي (3×10^{20} 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 في الفوتونات 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 متراكبة من الطبقات والنظم، شبيهاً بالخلية الحية عند مقارنتها بالكائن الحي المعقد، كالحيوانات اللبونة مثلاً.

ولعل أولى الطبقات النظامية الناشئة عن الفوتونات هي تلك المتمثلة بالنيترينوات والإلكترونات ومضاداتها، إذ تتخلق هذه الجسيمات من خلال تصادم الفوتونات بعضها بالبعض الآخر. كما ان للفوتونات علاقة بالكواركات، فعند تصادم الأخيرة مع مضاداتها فإنها يمكن ان تنتج فوتونات، وهذه بدورها تولد زوجاً من الجسيمات المتضادة[2]. كذلك تبين انه عند تصادم الإلكترونات بالبوزيترونات فانها تنتج جسيمات القوة النووية الضعيفة (Z)، وان هذه الأخيرة تتحلل إلى النيترينوات[3]. كما يُعتقد انها تولد الكواركات ومضاداتها عند الطاقات العالية. يضاف إلى ان الكواركات العالية الطاقة يمكنها ان تنتج سيلاً من نفثات الگليونات، كالذي تمّ انتاجه خلال مصادم الهادرونات الكبير عام (1991)[4].

---

[1]: البحث عن قطة شرودنجر، ص116. وقصة الكون، ص33-34.
[2]: الطرق على أبواب السماء، ص109.
[3]: الاقتراب من الله، ص237.
[4]: جون جريبين: نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ص136.

كذلك عندما يتحول النيترون إلى بروتون فانه يطلق إلكتروناً ومضاد النيترينو، ويسمى هذا التحول بانحلال بيتا الذي سوف يتغير فيه الكوارك السفلي إلى كوارك علوي، ويطلق جسيم (w)، وهو بدوره يتحول إلى إلكترون ومضاد النيترينو[1]. مع الأخذ بعين الاعتبار انه لا النيترينو ولا الإلكترون موجود داخل النيترون، بل يحدث تنظيم في بنية النيترون الداخلية لتنطلق الطاقة.

وما يتبين هو ان هناك علاقات تحولية بين جملة من الجسيمات، كالحال الحاصل بين الفرميونات والبوزونات، وهو ما يقرّب 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 وتعاظمها، كالذي تقرره نظرية الانكماش الكوني. فالقوة النووية الشديدة مثلاً لم تكن موجودة إذا ما افترضنا انه يمكن رد الكواركات إلى جسيمات أصغر، حتى ننتهي 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.

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 نابعاً من الاحترار لا التبريد، فمن تلك الشروط الأولية تبدأ حالة الاختلاف والتمايز 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 الهائمة التي بدأت حركتها الأولية بتناظر تام وبأقل قدر ممكن من الحركة، ثم

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

تطور الحال بازدياد السرعة والطاقة حتى تمّ الكسر المشار إليه. وما زال هذا الحال ساري المفعول في نطاقات مختلفة من الفضاء اللامتناهي.

ويمكن تصوّر أن مناطق الفضاء الكوني ممتلئة بأطياف متباينة من البلازما والجسيمات، منها ما هو شديد السخونة، ومنها ما هو شديد البرودة. كما أن الكون زاخر بتقطّعات من المادة تتخللها فراغات شاسعة متصفة بالبرودة والخواء، فكما نجد تجمعات محتشدة من الجسيمات، نجد أيضاً مناطق شبه خاوية تكاد تخلو من أي نشاط مادي. وتبعاً لذلك قد تفضي التجمعات الأولية في بعض المناطق إلى نشوء تفاوتٍ بينها وبين الفراغات التي تفصلها، فبينما تتصف هذه التجمعات بحرارة مرتفعة وكثافة عالية، فإن الأواسط الخاوية تبدو باردة وساكنة. ولعل هذا التباين بين الامتلاء والفراغ هو ما انعكس جزئياً فيما وصلنا من إشعاع الخلفية المايكروية الكونية (cosmic microwave background).

بل يمكن القول إن هذه التفاوتات البدئية قد شكّلت البذور الأولى لتكوّن البُنى الكونية الكبرى كالنجوم والمجرات والعناقيد المجرية.

وينبني هذا الافتراض على ما تمّ 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، وبحسب دراسة حديثة قادها فلكيون من جامعة درهام البريطانية، توصّل الباحثون ـ وفقاً للعديد من البيانات الرصدية ـ إلى استبعاد وجود فراغ كبير كما افترضه الاقتراح السابق القائم على النموذج القياسي لعلم الكونيات. فبدلاً من وجود فراغٍ ضخم متصل خال من المجرات، اقترحوا وجود مجموعة من الفراغات الصغيرة المحاطة بمجموعات من المجرات، وشبّهوا هذه الشبكة برغوة (فقاعات الصابون) التي قد تفسر وجود البقعة الباردة. وصرح الفريق بأن من الممكن ان نبحث 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 وفقاعة كون آخر››. ويأمل شانكس ان تكون البقعة الباردة تمثل أول دليل على فرضية الأكوان المتعددة (multiverse)، وربما توجد مليارات الأكوان الأخرى الموازية لكوننا[1].

ومعلوم انه ما زالت فكرة الأكوان المتعددة مجرد فرضية تفتقر إلى الأدلة الرصدية والتجريبية. لكن يمكننا ان نفترض وجود مثل هذه الأكوان بما تعبّر عن تجمعات مختلفة من الجسيمات الأولية بعضها يتداخل مع البعض الآخر، كما ان بعضها قد يستقل عنها، وبدورها يمكن ان تخلّق مجرات ونجوماً وفقاً لتطوراتها المستقلة، مع الأخذ بعين الاعتبار ان كل ذلك لا يؤدي إلى تكوين كون منظم من دون افتراضات تضاف إلى 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 تتكوّر على هيئة تكاثف (بوز - اينشتاين) طبقاً 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، إذ تصبح متداخلة وغير متمايزة ضمن فقاعة كمومية واحدة بلا أدنى تفاعل[2]، وعندها تتلاشى لزوجة الغازات المسالة وتتحول إلى تميع فائق[3].

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 الإلكترونات 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-%D8%A3%D9%8A%D9%86%D8%B4%D8%AA%D8%A7%D9%8A%D9%86

[3]: للتفصيل: التعالق، ص61-62.

هكذا ان حشر الجسيمات يقتضي ان يكون ضمن بيئة باردة للغاية كما في الفضاء المفتوح، ويُفترض أن تكون البداية مع البوزونات، باعتبارها أول هذه الجسيمات 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 يُفترض 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 التشابك[1]، وليس من المعلوم إذا ما كانت الفوتونات المنقسمة يمكنها الانقسام بدورها إلى سلسلة من الانقسامات والتحولات. 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 بتحديدها. 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 هو الحال مع الجاذبية التي تؤثر في كل شيء.

وبحسب المنظور المعاصر، ان الجاذبية تؤثر حتى في مكوناتها المتمثلة بجسيمات الگرافيتونات المفترضة، وان الگرافيتون يتفاعل قوياً مع أمثاله رغم تفاعله الضعيف مع المادة. أما الفوتون فلا يتفاعل مع أمثاله رغم تفاعله مع المادة[2].

---

[1]: التعالق، ص185-187.

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

ولو عولنا على التصور الأخير فسيتمثل التفاعل الأولي بالتجاذب بين الگرافيتونات ذاتها، وإذا كانت الفوتونات هي الأساس في تكوين سائر الجسيمات، فسوف تتفاعل بفعل ما لديها من تجاذب أو گرافيتونات مفترضة.

بمعنى ان الأشعة الضوئية ستكون مركبة من صنفين من الجسيمات، هما الفوتونات والگرافيتونات، كما ان سائر الجسيمات الأخرى ستكون بدورها متضمنة لجسيمات الگرافيتونات، وهو ما يعني ان الأخيرة ستمثل أساس غيرها من الجسيمات والقوى. لكن هذا الاستنتاج غريب عن المتبنيات الفيزيائية، خاصة وان الگرافيتونات 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.

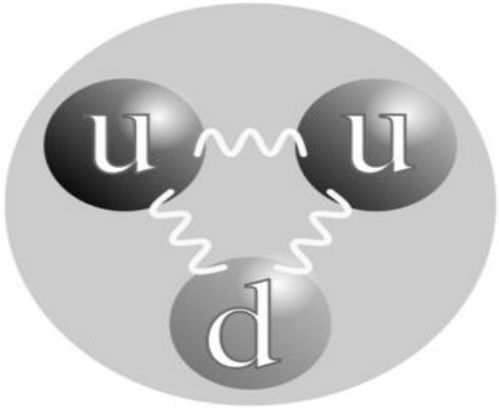
وعليه تصبح الجاذبية ليست بالقوة الأساسية في الطبيعة، بل ولا تمتلك جسيمات محددة غير الجسيمات الأخرى التي تنجم عنها، بمعنى انها تختلف عن البوزونات والفرميونات المعبّرة عن الجسيمات ذاتها كجواهر مستقلة. لذا يصبح وجود الفوتونات كافياً لتوليد قوتي الجاذبية والكهرومغناطيسية، وعليهما ينشأ التفاعل الذي يولد سائر 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 الجسسيمات المعروفة.

اتحاد الكواركات

مع أن بعض الفيزيائيين يحيل أن يكون منشأ القوة النووية الشديدة ذا طبيعة كهرومغناطيسية[1]، بحجة أن النيوترونات محايدة كهربائياً، إلا أن الرد على ذلك يسير. فالنيوترونات والبروتونات في الحقيقة وجهان لعملة واحدة؛ إذ يحمل البروتون شحنة موجبة واضحة، وهو أبسط من النيوترون من هذه الناحية. أما التغاير بينهما فيعود بالأساس إلى الترتيب الداخلي لبنية الكواركات.

[1]: فريتجوف كابرا: الطاوية والفيزياء الحديثة، ص71.



بنية البروتون المتكونة من ثلاثة كواركات، اثنان علويان وواحد سفلي

ويمكن تصور ان الكواركات قد بدأت حرة منفصلة عن بعضها البعض، ثم اتحدت بفعل جسيمات الگليونات 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 صُوّرت بأنها أشبه بالمادة المطاطة، فهي لا تتأثر بالتقطيع، حيث كل قطعة منها تظل محافظة على الطرفين، ومثل ذلك الكواركات الملتحمة، إذ 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 واحد[1].

مع ذلك لوحظ ان من الصعب العثور على الكواركات والگليونات بشكل واضح، فما يقاس في مختبر المعجلات هو التدفق الذي يحتوي بداخله على هذين النوعين من الجسيمات. والتدفق هو رذاذ من الجسيمات المتفاعلة حولهما بواسطة القوة النووية الشديدة. لذا فأغلب الكواركات والگليونات لا يمكن تمييز بعضها عن البعض الآخر، فجميعها تُرسّب كميات كبيرة من الطاقة وتخلّف وراءها كثيراً من

[1]: جريبين: قصة الكون، ص28.

الآثار[1]. فرغم ان هذه الجسيمات هي وحدات أساسية للمادة؛ لكنها بمثابة أشباح لا تظهر أبداً، وبالتالي تستعصي على الادراك المباشر، خلافاً للبتونات والبوزونات القياسية الضعيفة والفوتونات؛ باعتبارها سهلة المنال.

وفي مستوى من درجة الحرارة العالية تكون الكواركات والگليونات حرة في حساء من البلازما، وتمتلك نظاماً جماعياً تتحرك فيه انسيابياً بما يشبه الحركة الجماعية المنتظمة للأسماك، كالذي تمّ الكشف عنه في مختبر المعجلات.

ويتصف حساء الكواركات بأنه فاقد اللزوجة 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 تتهيء لها فرصة الاتحاد مع بعضها لتكوين أنوية الذرات الخفيفة إلا بعد انكسار التناظر بانخفاض درجة الحرارة. وتُقدّر هذه الدرجة لعتبة 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 تخلّق أنوية الذرات فقد احتاجت إلى حرارة أعظم، وهكذا..

فبالحرارة تمّ 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 السكانديوم الثلاثي Scandium(III) fluoride (ScF_3)، وتمتاز بأنها تتقلص باضطراد كلما زادت درجة حرارتها[2].

وقد عرفنا من قبل أن الحرارة لا تؤدي بالضرورة إلى البساطة والتناظر، فالأمر كله يتوقف على طبيعة المواد، وعلى طبيعة الحالة الابتدائية التي يُحكم من خلالها ما إذا كان كسر التناظر يحدث عند الانتقال من الحار إلى البارد أم بالعكس.

---

[1]: الطرق على أبواب السماء، ص282-283.

[2]: انظر:

https://en.wikipedia.org/wiki/Scandium_fluoride

وتعتبر كتلة الكواركات أعظم من كتلة اللبتونات كالإلكترونات مثلاً، وهي بهذا المعنى تحتفظ بطاقة أعظم. وطبقاً لعلاقة البسيط بالمركب، فإن هذه الطاقة قد تعاظمت 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 والنيترونات احتاجت إلى طاقة أكبر للالتحام. فهي باتحادها تحمل من الطاقة ما هو أعظم مما هي منفصلة، وان البروتونات والنيترونات ومجمل الهادرونات لها طاقة وكتلة أكبر مما هي عليه الحال لدى مجموع الكواركات والگليونات وهي فرادى، وما زال هذا اللغز لم يحل إلى يومنا هذا[1]. 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 تمّ التأكد من وجود تجمعات مؤلفة من أربعة، وأخرى من خمسة كواركات (pentaquark). وحول الأخيرة تمّ الاعلان عن ازالة كل شك يتعلق بها عبر دراستين جديدتين لدى مصادم الهادرونات الكبير بالقرب من جنيف، وذلك (عام 2015)[2].

ومن عجائب ما يُذكر 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 تمّ 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 صفراً[3].

---

[1]: الغراء الذي يربط مكوناتنا معاً، تأليف كل من: رولف إنت وتوماس اولرك وراجو فينجوبالان، مجلة العلوم، المجلد 31، الكويت، 2015. انظر:
http://www.oloommagazine.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، ص110 و137.

التماثل ومنشأ الاختلاف

لقد عرفنا أن قوى الطبيعة لم تكن موحَّدة في أصلها وفقاً لنظرية الانكماش الكوني، بل كانت البداية مع جسيمات بسيطة وقوى بدائية 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 طرقه يتعلق بطبيعة هذه الجسيمات البسيطة الأساسية وفق أطروحة الفضاء البارد اللامتناهي..

وطبقاً لهذا التفكير يمكننا ان نطرح السؤال التالي: هل من الممكن لأشياء متماثلة كالفوتونات المجردة وحدها أن تكوّن لنا كوناً، وذلك وفقاً لتصوراتنا عن نظرية الانكماش وأطروحة الفضاء اللامتناهي؟ أم لا بد من وجود شيئين مختلفين على الأقل لتكوين هذا الكون؟

وبعبارة أخرى، هل يسع الكون ان ينشأ عبر وحدة مادية منفردة من دون حاجة إلى ان يضاف اليها ما هو مختلف عنها، أم لا بد من الاختلاف؟

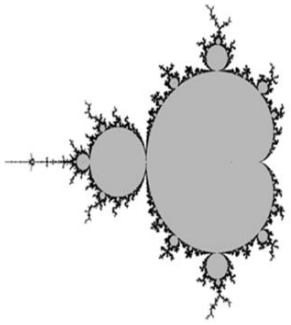
فالمادة المعروفة مؤلفة من شيئين مختلفين، هما اللبتونات والباريونات، وفي الأساس الإلكترونات والكواركات. لكن من جانب آخر يمكن للفوتونات، وهي من حاملات الطاقة أو البوزونات، أن تنتج الإلكترونات التي هي جسيمات مادية تصنف ضمن الفرميونات. كما ان للفوتونات علاقة بالكواركات كما عرفنا.

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 مبدأ الاستبعاد لباولي والخاص بالفرميونات؟..

غير أن هذا يفتح أمامنا سؤالاً أعمق: فإذا كانت للفوتونات هذه القدرة على توليد المختلفات، فلم لا نفترض أن للفوتونات ذاتها أصولاً مختلفة، وأنها ليست أساسية من غير بنى؟ ففي هذه الحال يمكننا تفسير تنوع الجسيمات واختلافها بالعودة إلى

تعددية الأصول، على نحو ما ذهب إليه الفلاسفة القدماء الذين قالوا بقاعدة "الواحد لا يصدر عنه إلا واحد"، استناداً إلى مبدأ السنخية[1].

ونرى أنه لا يشترط ان نفسر الاختلاف وفقاً لاختلاف الأصول 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 بعلاقة المداد بالحروف، والبحر بأمواجه، 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..



خاصية التشابه الذاتي في أشكال هندسة الفركتال

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 الإلكترونات عند مستوى معين تصبح مترابطة كشيء واحد جماعي يشتمل على ذبذبة بحر الإلكترونات كله ضمن ما يُعرف ببلازما الإلكترونات. ففي البداية تظهر الحركة الجماعية لهذه الجسيمات مستقلة عشوائية، غير ان التأثير المتراكم للتقلبات الصغيرة لعدد هائل منها يبلغ (10^{23} إلكترون) يجعلها تتظافر مجتمعة لتصدر التأثير الجماعي، وتمّ التحقق من ذلك مختبرياً،

[1]: حول دور السنخية في البناء النظري لكل من الفلسفة التقليدية والعرفان النظري؛ انظر الجزئين الثاني والثالث من المشروع الخماسي (المنهج في فهم الاسلام)، وهما بعنوان: نُظم التراث، والنظام الوجودي، جزيرة التكنلوجيا للطباعة والنشر، المغرب، طبعة ثانية، 2025م.

وصُكّ له مصطلح (البلازمون plasmon). وقد بُرهن حسابياً بأن حركة البلازمون تعكس سلوك الإلكترون الواحد في الغاز، وبالعكس، حيث يمثل كل إلكترون حركة البلازمون بأكمله. لذا أشار بوم إلى ادراكه بأن بحر الإلكترونات "حي"[1].

وتتكرر مثل هذه النُظم الغريبة 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 تواقت 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.

لذا فثمة علاقة ما بين الكثرة والتنظيم الذاتي، فزيادة عدد الأفراد إلى حد معين يولّد 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 أن جميع الظواهر المشار إليها قد توحي بوجود قوانين مشفَّرة تقف خلف النُظم الفيزيائية، كما تقف خلف النُظم الحية. وقد يعيننا على ذلك افتراض "البساط الأثيري" الذي أشرنا إليه من قبل بوصفه حقلاً حيوياً مرافقاً لمختلف التأثيرات الفيزيائية، بما تنطوي عليه من اعتبارات غائية لم يُعترف بها حتى الآن، رغم أن هناك إشارات حولها ما زالت تخاطر أذهان الفيزيائيين، مثل فكرة المبدأ الإنساني (Anthropic Principle) التي طُرحت لأول مرة في ستينيات القرن الماضي. الأمر الذي يحتاج إلى بحث مستقل، على نحو ما تناولناه في كتاب صخرة الإيمان.

***

[1]: الكون المرآة، ص64-65. انظر أيضاً:
https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmon
[2]: التزامن، ص87-89.

هكذا نصل في خاتمة البحث إلى أن الكيان المتماثل البسيط – كالفوتونات الضوئية – هو المنبع الأول لكل ما تفرّع عنه الوجود من صور مادية وطاقوية. غير أن هذا المنبع، على صفائه ووحدته، يبقى قاصراً عن أن يكشف لنا سرّ انتظام الكون، أو يوضح الكيفية التي انبثقت بها الصور الغائية، كظهور الحياة وبروز الكائنات العاقلة، والتي ما زالت تشكّل لغزاً يتجاوز حدود الفيزياء إلى فضاءات أرحب من البحث والتأمل.

ملحق:

رسالة مفتوحة إلى المجتمع العلمي

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 إشعاع الخلفية الكونية كما تمّ لحاظه. ففي أي جزء من أجزاء الكون لوحظ ان هذا الإشعاع يمتلك حالياً درجات قليلة ومتماثلة للحرارة، ومن ثم فهو ينبعث بنفس الكمية من الإشعاع المايكروي.

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 تمّ 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، وإشعاع الخلفية الكونية، وكيف ان الإزاحة 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 والأرصاد الكونية. وهو أمر ليس بالغريب، فقد تمّ 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 يُسمح لهما أبداً، فالعلماء الشبان يتعلمون البقاء صامتين إذا ما كان لديهم شيء سلبي ضد النموذج الأساسي للانفجار العظيم. فهؤلاء الذين يشككون 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 إذا 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 تكرس - عملياً - جميع الموارد المالية والتجريبية في علم الكونيات لدراسة 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 المصداقية العلمية للنظرية.

وبلا شك، فإن حصر الدعم بالمشاريع المرتبطة حصراً بإطار الانفجار العظيم يقوّض عنصراً جوهرياً من عناصر المنهج العلمي، ألا وهو: إخضاع النظرية لاختبار دائم، لا الاكتفاء بمراكمتها على خلاف مقتضيات الملاحظة العلمية. إذ إن مثل هذا التقييد يجعل النقاش العلمي الحر، والبحث الموضوعي، أمراً شبه مستحيل.

ولتدارك هذا الخلل، نحثّ الوكالات المموّلة للأبحاث الكونية على أن تخصّص جزءاً معتبراً من مواردها للتحقيق في النظريات البديلة، وفي التناقضات الرصدية التي تواجه فرضية الانفجار العظيم. ولضمان الحياد، يمكن أن تتألف لجان التقييم والمراجعة المسؤولة عن تمويل المشاريع من علماء فلك وفيزياء ينتمون إلى خارج نطاق الاختصاص الضيق لعلم الكونيات.

إن من شأن تخصيص تمويل للتحقيق في صحة الانفجار العظيم وبدائله أن يسمح للمعالجة العلمية بتحديد نموذجنا الأكثر دقة لتاريخ الكون[1].

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)

[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

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)

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

الأثير 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 Blackbody Radiation: الإشعاع الذي يصدر عن الجسم الأسود، ويتوقف توزع 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 الإنفجار العظيم ثم تبردت نتيجة لتمدد الكون وتوسعه.

إشعاع هوكنج Hawking Radition: إفلات (انبعاث) للجسيمات من جاذبية الثقوب السوداء كنتيجة للتأثيرات الكمومية.

الإنتروبيا Entropy: كمية (مقدار) ثرموديناميكي إحصائي يُمثّل 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).

الانفجار العظيم Big Bang: من أشهر النظريات في علم الكون، تفترض أن نشوء الكون نتيجة لانفجار ضخم في حيّز 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 او ابتعادها عن الراصد.

التسارع Acceleration: معدل التغيُّر لسرعة متحرك بمرور الزمن.

التضخم الكوني Cosmic Inflation: تعديلات على نظرية الإنفجار العظيم لتفسير نشوء الكون، وبحسبها فإن الكون مر بحالة تمدد بالغة السرعة في فترة مبكرة من تاريخه.

التلسكوب Telescope: جهاز يستخدم للرصد الفلكي، وهو على عدة أصناف فمنها ما يستخدم المرايا والعدسات ومنها ما يستخدم الأشعة مثل الأشعة السينية أو تحت الحمراء.

التناظر Symmetry: تطابق في القياس أو الشكل أو المواقع النسبية للمكونات التي تتوزع حول مركز أو على جانبين متقابلين من محور أو من مستوى.

ثابت هابل Hubble's Constant: نسبة ابتعاد المجرات عن كوكب الأرض إلى بُعدها عنها.

الثقب الأسود 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 أيٌّ منها الإفلات منه وهذا هو سبب التسمية بالأسود واستطاع العلماء من نشر صورة لأفق حدث الثقب الأسود عام 2019.

الجسم 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%.

الجُسيم Particle: جسم لا متناهٍ في الصغر مثل الجسيمات الأولية.

الجسيمات الافتراضية (التقديرية) Virtual Particles: جسيمات يتعارض وجودها مع مبدأ انحفاظ الطاقة، إلا أنه يتم افتراض وجودها لمدة قصيرة من الزمن اعتماداً على مبدأ الريبة لهيزنبيرغ.

الجُسيمات الأولية/ الأساسية Elementary or Fundamental Particles: اللبنات الأساسية التي تتألف منها كل المواد، وتشمل البوزونات عديمة الكتلة واللبتونات والميزونات والباريونات.

الحالة الثابتة Steady-State: نظرية كونية، بحسبها أن الكون موجود دائماً بحالة ثابتة ليس له بداية أو نهاية، ولديه معدل كثافة ثابت.

الحقل أو المجال Field: منطقة في الفضاء يظهر فيها تأثير قوةٍ ما (كالقوة المغناطيسية أو الكهربائية ...ألخ.) وللقوة في كل نقطة من المنطقة قيمة محددة.

الديناميكيا الحرارية Thermodynamics: يهتم بدراسة الحرارة وعلاقاتها بأشكال الطاقة الأخرى وتطبيقات تحولاتها.

سرعة الضوء Speed of Light: المسافة التي يقطعها الضوء خلال (ثانية واحدة)، وتُساوي 186000 ميل/ ثانية.

السنة الضوئية Light Year: المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال سنة أرضية واحدة، وتُساوي 9.46 تريليون كيلو متر.

شبه النجم أو كوازار Quasar: صنف من الأجرام الفلكية، وبالرغم من كونها صغيرة مقارنة بالمجرات القريبة إلا أنها تُصدر طاقة إشعاعية تُعادل الآف المرات ما تبعثه المجرات القريبة منا، ولديها أيضاً معدل انزياح كبير نحو الطيف الأحمر، لوحظت لأول مرة عام 1961.

الصفر المطلق Absolute Zero: أدنى درجة حرارة ممكنة، وهي (273-) بالمقياس السيليزي أو (0) بمقياس كلفن، تتوقف عندها كل حركة للجزيئات.

الطاقة المظلمة Dark Energy: طاقة لا يُعرف عن طبيعتها شيء حاليا تمّ افتراض وجودها في الكون لتفسير تسارع تمدد الكون.

الطيف 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 وبُنيته العامة.

عناقيد مجرية Galactic Clusters: مجموعة كبيرة من المجرات قريبةٌ بعضها عن بعض وتتشابه من حيث عمرها وسرعة تمددها.

المفردة Singularity: النقطة التي انبثق عنها الكون في بداية نشأته، وأيضا النقطة التي تتصف بكثافتها اللانهائية في مركز الثقب الأسود حيث قوانين الفيزياء لا تعمل، ويُحيطها ما يُطلق عليه أفق الحدث event horizon.

الفوتون 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.

الكوارك Quark: مكوّن أساسي للهيدرونات، وتُعد أصغر الجسيمات الأساسية الداخلة في تكوين المادة حسب المعرفة العلمية الحالية، ولم يتمكن العلماء -حتى الآن- من الحصول على كوارك حر (مستقل).

الكون المتسارع Accelerating Unverise: مصطلح يُعبرعن تمدد واتساع الكون بسرعة أكبر مما كان متوقعاً بالإعتماد على الملاحظات الفلكية في عام 1998.

اللف أو التدويم Spin: الدوران السريع لجسيم أساسي حول محوره، أو منظومة جسيمات أساسية في حركةٍ مدارية. ولكل جسيم أولي لف خاص به .

المادة المظلمة Dark Matter: مادة غير مرئية ومجهولة التكوين، تمّ افتراض وجودها في الكون واستُدل عليها بشكلٍ غير مباشر من خلال آثارها الثقالية.

مبدأ الإستبعاد لباولي Exclusion Principle: مبدأ في نظرية الكم، ينص على عدم إمكانية أن يكون للإلكترونات (والفرميونات بشكل عام) في ذرةٍ أو جزيء على مجموعة الأعداد الكمومية ذاتها.

مبدأ الريبة أو اللادقة لهايزنبيرغ Uncertainty Principle: مبدأ في ميكانيك الكم وضعه هايزنبيرغ عام 1927، ينص على عدم إمكانية تحديد خاصيتين مرتبطيتين معاً لجُسيم أولي مثل الإلكترون بدقة عالية في الوقت نفسه، والخصائص مثل موقع وزخم الجسيم أو زمن وطاقة الجسيم.

المبدأ الإنساني 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 سيُلاحظ ذلك. وهناك عدة صيغ versions لهذا المبدأ.

المجرة Galaxy: مجموعة كبيرة من النجوم والكواكب والسُّدم والغاز والغبار الكوني متماسكة بفعل الثقالة (الجاذبية).

مجرة درب التبانة The Milky Way Galaxy: مجرة حلزونية (لولبية) تقع فيها منظومتنا الشمسية بالقرب من أحد أطراف أذرعها.

مستعر أعظم أو سوبرنوفا Supernova: نجوم كتلتها أكبر بمرة 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.

النسبية العامة General Relativity: تعميم لنظرية النسبية الخاصة على جميع الجمل المرجعية غير العطالية, وتشمل الثقالة (الجاذبية).

النظرية 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.

النموذج Model: وصف مبسط لحصر المظاهر الأساسية لمنظومة فيزيائية بُغية حل المعادلات الرياضية الممثلة لها.

المصادر

أ- العربية

أكزيل، أمير:

التعالق، ترجمة عنان علي الشاهوي، مراجعة مصطفى ابراهيم فهمي، المركز القومي للترجمة، الطبعة الأولى، 2008م.

إيزاكسون، والتر:

أينشتاين حياته وعالمه، ترجمة هاشم أحمد محمد، نشر دار كلمة وكلمات عربية، الطبعة الأولى، 2010م.

إيليس، جون:

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

بريجز، جون:

الكون المرآة، ترجمة نهاد العبيدي، مراجعة قدامة الملاح، دار واسط، بغداد، 1986م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

بنروز، روجر:

العقل والحاسوب وقوانين الفيزياء، تصدير مارتن غاردنر، ترجمة محمد وائل الأتاسي وبسام المعصراني، مراجعة محمد المرایاتي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الأولى، 1998م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

فيزياء العقل البشري والعالم من منظورين، بالتعاون مع أبنر شيموني ونانسي كارترايت وستيفن هوكنج، تحرير مالكوم لونجير، ترجمة عنان علي الشهاوي، مراجعة ايمان عبد الغني عبد الصمد، كلمة وكلمات عربية، بيروت، 2009م.

تايسون، نيل ديجراس:

البدايات، بالاشتراك مع دونالد جولدسميث، ترجمة محمد فتحي خضر، كلمات للترجمة والنشر، مصر، الطبعة الأولى، 2014م.

تريمان، سام:

من الذرة إلى الكوارك، ترجمة أحمد فؤاد باشا، سلسلة علام المعرفة (327)، الكويت، 2006م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

ترينر، جنيفر:

ما بعد اينشتاين، بالاشتراك مع ميشيو كاكو، ترجمة فايز فوق العادة، مراجعة محمد دبس، اكاديميا انترناشيونال، بيروت، الطبعة الأولى، 1991م.

تشاون، ماركوس:

نظرية الكمية، ترجمة يعرب قحطان الدوري، دار العربية للعلوم ناشرون، الطبعة الأولى، 1429هـ - 2008م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

جريبين، جون:

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.

الحياة السرية للشمس، ترجمة لبنى الريدي، مراجعة محمد زاهر المنشاوي، طبع الهيئة المصرية العامة للكتاب، الطبعة الأولى، 2008.

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

نحو فهم اشمل للقوى الكونية، ترجمة وتقديم صلاح الدين ابراهيم حسب النبي، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2010م.

قصة الكون، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي، كلمات عربية للترجمة والنشر، القاهرة، الطبعة الثانية، 1432هـ - 2011م.

البساطة العميقة، عرض صبحي رجب عطا الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2013م.

اسطورة المادة، بالإشتراك مع بول ديفيز، ترجمة علي يوسف علي، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

جولدسميث، دونالد:

البدايات، بالاشتراك مع نيل ديجراس تايسون (انظر: تايسون).

جونسون، جورج:

بحث في نظام الكون، ترجمة أحمد رمو، منشورات وزارة الثقافة السورية، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

دوبر، فيليب:

الانفجارات الثلاثة العظمى، بالاشتراك مع ريتشارد مولر، ترجمة فتح الله الشيخ واحمد السماحي، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، الطبعة الأولى، 2001م.

ديفيز، بول:

التدبير الالهي، ترجمة محمد الجورا، مراجعة جهاد ملحم، دار الحصاد، دمشق، الطبعة الأولى، 2009م.

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

الاقتراب من الله، ترجمة منير شريف، مراجعة عبد الرحمن الشيخ، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2010م.

الله والفيزياء الحديثة، ترجمة هالة العوري، صفحات للدراسات والنشر، الطبعة الأولى.

اسطورة المادة، بالإشتراك مع جون جريبين (انظر: جريبين).

راندل، ليزا:

الطرق على أبواب السماء، ترجمة أميرة علي عبد الصادق، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م.

ساغان، كارل:

الكون، ترجمة نافع ايوب لبس، مراجعة محمد كامل عارف، سلسلة عالم المعرفة (178)، 1993م.

غرين، برايان:

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.

الواقع الخفي، ترجمة محمد فتحي خضر، مكتبة كندل العربية، عن مكتبة موقع كوكب الكتب: https://www.booksplant.com/

كابرا، فريتجوف:

الطاوية والفيزياء الحديثة، ترجمة حنا عبود، دار طلاس، دمشق، الطبعة الأولى، 1999م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

كاكو، ميشيو:

ما بعد اينشتاين، بالاشتراك مع جنيفر ترينر (انظر: ترينر).

كراوس، لورانس:

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:

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

العدم، ترجمة فايقة جرجس حنا، مراجعة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2014م.

كولز، بيتر:

علم الكونيات، ترجمة محمد فتحي خضر، مؤسسة هنداوي، القاهرة، الطبعة الأولى، 2015م.

كومبس، آلان:

التزامن، بالاشتراك مع مارتن هولند، ترجمة ثائر ديب، دار الفراقد، دمشق، الطبعة الثانية، 2008م.

لاكاتوس، إيمر:

تاريخ العلوم ومنهجيتها، ترجمة وجيه اسعد، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، 2011م.

ليديرمان، ليون:

التناظر والكون الجميل، بالإشتراك مع كريستوفر هيل، ترجمة نضال شمعون، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، الطبعة الأولى، 2009.

ليونرد، ملوندينوف:

تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، بالإشتراك مع ستيفن هوكنج، ترجمة أحمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

التصميم العظيم، بالإشتراك مع ستيفن هوكنج، ترجمة ايمن احمد عياد، دار التنوير، بيروت، الطبعة الأولى، 2013م.

ماكيويجو، جواو:

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

محمد، يحيى:

نُظم التراث، ضمن سلسلة المنهج في فهم الإسلام (2)، جزيرة التكنلوجيا للطباعة والنشر، المغرب، طبعة ثانية، 2025م.

النظام الوجودي، ضمن سلسلة المنهج في فهم الإسلام (3)، جزيرة التكنلوجيا للطباعة والنشر، المغرب، طبعة ثانية، 2025م.

منهج العلم والفهم الديني، دار النهى، الجزائر، الطبعة الثانية، 2024م.

صخرة الإيمان، دار ابكالو، الطبعة الثانية.

الانبثاق الكوني والنظريات الضمنية (1)، موقع فلسفة العلم والفهم بتاريخ (24-4-2017):

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

موتز، لويد:

قصة الفيزياء، بالإشتراك مع ويفر جيفرسون هين، ترجمة طاهر تربدار ووائل الأتاسي، دار طلاس، دمشق، الطبعة الثانية، 1999م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

موريس، ريتشارد:

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:

الانفجارات الثلاثة العظمى، بالاشتراك مع فيليب دوبر (انظر: دوبر).

هايزنبرج، فيرنر:

الفيزياء والفلسفة، ترجمة وتقديم خالد قطب، المركز القومي للترجمة، القاهرة، 2014م.

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:

الكون في قشرة جوز، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، سلسلة عالم المعرفة (291)، الكويت، 2003م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

تاريخ موجز للزمان، ترجمة مصطفى ابراهيم فهمي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2006م، عن الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

تاريخ أكثر ايجازاً للزمن، بالإشتراك مع ملوندينوف ليونرد (انظر: ليونرد).

التصميم العظيم، بالإشتراك مع ملوندينوف ليونرد (انظر: ليونرد).

مارتن هولند:

التزامن، بالاشتراك مع آلان كومبس (انظر: كومبس).

هيل، كريستوفر:

التناظر والكون الجميل، بالإشتراك مع ليون ليديرمان (انظر: ليديرمان)، ترجمة نضال شمعون، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، الطبعة الأولى، 2009.

هين، ويفر جيفرسون:

قصة الفيزياء، بالإشتراك مع لويد موتز (انظر: موتز).

وينبرغ، ستيفن:

الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ترجمة محمد وائل الأتاسي، نشر وزارة الثقافة السورية، الطبعة الأولى، 1986م، عن مكتبة الموقع الإلكتروني: www.4shared.com.

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

ب- الانجليزية

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

http://library.lol/main/F357E1CEC793349ED3EF3040250CDCC6

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

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

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

Eric J. Lerner, The Big Bang Never Happened, PDF Book. Look:

http://fuelrfuture.com/science/lerner-nobigbang.pdf

Eric Ralls, Scientist: Dark matter does not exist and the universe is 27 billion years old. Look:

https://www.earth.com/news/dark-matter-does-not-exist-universe-27-billion-years-old-study/

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=IwAR2OEbwbGKLnsxtK1ceUlZi-Gj5jAtOsc5dF6Ur93XjDW99RZCKKR-GLCuI

Fred Hoyle, The Intelligent Universe, 1983. Look:

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

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/

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

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/

James B. Glattfelder, Information– Consciousness–Reality, 2018. Look:

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-03633-1.pdf

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

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.

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

Lisa Zyga, Loophole in theory offers insight into the 'lithium problem'. Look:

https://phys.org/news/2015-03-loophole-theory-insight-lithium-problem.html

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

Paul Davies & John Gribbin, *The Matter Myth: Beyond Chaos and Complexity*. London, Penguin Bookks, 1991.

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/

Robert Sanders, Universe expanding faster than expected (2016). Look:

http://news.berkeley.edu/2016/06/02/universe-expanding-faster-than-expected/

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

***

Science News, Dark matter map begins to reveal the Universe's early history. Look:

https://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150702112045.htm

Synopsisp: entaquark Discovery Confirmed (2016) . Look:

https://physics.aps.org/synopsisfor/10.1103/PhysRevLett.117.082003

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

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

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/

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

The Beginning of the Universe. Look:

http://firstgalaxies.org/the-early-universe

Scientists create light from vacuum. Look:

https://phys.org/news/2011-11-scientists-vacuum.html

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

https://www.nature.com/articles/nature25767

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

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

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

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

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

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

http://www.oloommagazine.com/Articles/ArticleDetails.aspx?ID=2872

http://homepages.xnet.co.nz/~hardy/cosmologystatement.html

https://www.plasma-universe.com/An_Open_Letter_to_the_Scientific_Community

https://www.independent.co.uk/news/science/oxygen-star-universe-formation-amla-vlt-discovery-age-a8354811.html

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

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

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

https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_(order_and_disorder

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

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

https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_cosmology

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

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

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

https://en.wikipedia.org/wiki/Plasmon

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

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

https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron

https://en.wikipedia.org/wiki/Scandium_fluoride

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%D986

ج- مصادر المقتبسات والصور:

1- الشوك، علي: تأملات في الفيزياء الحديثة (العلم – الفلسفة – الإيديولوجيا)، 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.

4- مجاهد، عماد: الموسوعة الكونية الحديثة (قصة نشأة الكون)، دار الخليج للنشر والتوزيع، ط1، 2020.

5- منحنى إشعاع الجسم الأسود عند درجات حرارة مختلفة، ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/Blackbody_radiation#/media/File:Black_body.svg

6- صورة للهوائي المركب الذي التقط الأشعة الكونية لأول مرة في التاريخ، ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_microwave_background

7- صورة للكوازار 3C273، موقع NASA:

https://www.nasa.gov/content/goddard/nasas-hubble-gets-the-best-image-of-bright-quasar-3c-273/#.YSda5vlTLDA

8- صورة حرارية للكون المرئي، ملتقطة عام 2012 بوساطة مسبار ويليكينسون، ويكيميديا:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ilc_9yr_moll4096.png

9- صورة لنجم مستعر (سوبرنوفا) SN 1994D ضمن مجرة NGC 4526:، موقع NASA/ESA Hubble:

https://esahubble.org/images/opo9919i/

10- مجرة سديم المرأة (الاندروميدا)، ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Andromeda_Galaxy_560mm_FL.jpg

11- مخطط بياني لنموذج التضخم الكوني، الموقع الإلكتروني التعليمي:
http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbase/Astro/inflat.html

12- أول صورة لأفق الحدث لثقب أسود، 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

13- مخطط بياني لجزيرة الاستقرار (الثبات) لنظائر العناصر الكيميائية: ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/Island_of_stability#/media/File:Isotopes_and_half-life.svg

14- الصورة التي شوهدت للإلكترون المضاد (البوزيترون)، ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/File:PositronDiscovery.png

15- انكسار التناظر لقوى الطبيعة حسب نظرية الانفجار العظيم، مجلة الطبيعة:
https://www.nature.com/articles/490472a

16- النموذج القياسي للجسيمات الأولية، ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_Model

17- الكواركات المكونة للبروتون، ويكيبيديا:

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Quark_structure_proton.svg

18- Gaither, Carl C. & Alma E. Cavazos-Gaither:
Gaither's Dictionary of Scientific Quotations (Vol. 1, 2), Springer Science+Business Media, LLC, 2008.

19- Today in science history, web site. Look:
https://todayinsci.com/.