

سلسلة الفيزياء – الجزء 0

الجزء 01

الدقائق الأولى — الانفجار العظيم (لومتر)، التمدد (أينشتاين)، الجسيمات ضعيفة التفاعل (لي، واينبرغ، تيرنر)
1927 – 1985

إن وصف “الانفجار العظيم”، وهو أشهر وأكثر النظريات إثباتاً لوصف اللحظات الأولى من خلق كوننا، بواسطة الله سبحانه وتعالى، يتطلب الكثير من الخيال الواقعي، إن صحَّ التعبير! ومع ذلك، مؤخراً، “أصبح من المقبول الآن (وإن كان فقط في العقد الأخير أو نحو ذلك) اختبار الأفكار النظرية في الفيزياء أو الفيزياء الفلكية من خلال العمل على نتائجها ضمن سياق النموذج القياسي”،

يجب أن نفهم بعض المفاهيم الرئيسية والحقائق المثبتة في عالم الفيزياء:
التفرد، الجسيمات ضعيفة التفاعل (WIMP)، المادة/الطاقة المظلمة، وتمدد الكون هي المكونات الرئيسية لمثل هذا النقاش.

أولاً: التفرد والانفجار العظيم:

هذه العبارة تصف حالة الكون؛ الخلق، عند $(T < 0)$ ، أي قبل الزمن!
عند العمل إلى الخلف من قوانين الفيزياء للكون الحالي، كان التفرد نقطة بحجم = 0، وكثافة = لا نهائية!
الفيزيائي (1858–1947) Max Planck، أبو نظرية الكم، طوّر ثوابت تمثل أصغر القيم التي عندها تنهار الفيزياء، وبالتالي معرفة البشرية، وتخرج إلى ما وراء أي معنى! إن معرفتنا وكل معادلات الفيزياء ستتكسر.

هذه الثوابت هي:

طول بلانك = (1.6×10^{-35}) متر: أصغر وحدة ذات معنى للمسافة
زمن بلانك = (5.4×10^{-44}) ثانية: أصغر وحدة ذات معنى للزمن
كثافة بلانك = (5×10^{96}) كغ/م³: أكبر كثافة ذات معنى
درجة حرارة بلانك = (1.4×10^{32}) كلفن: أعلى درجة حرارة ذات معنى

إذا طبقت أي زمن أقصر أو طول أصغر، أو أرقام كثافة أو حرارة أكبر من هذه على أي معادلة فيزيائية، فإنها تنهار وتنتج كلاماً غير منطقي!

التفرد هو ما هو وراء هذه الثوابت. لذلك، لا أحد يعرف كيف كان حينها. كان على مقياس من العظمة بحيث يتراجع الخيال عن محاولة تصوّره.

هذا يعني أنه لم يكن هناك شيء، ثم كان هناك كرة صغيرة جدًا من المادة تتجاوز حدود التصور، بكثافة تقارب اللانهاية، ودرجة حرارة لا يمكن تخيلها، عندما بدأ الزمن لأول مرة، دافعة حدود العناصر الأربعة لتتحرك إلى الجانب المعاكس من حالتها الأصلية في الوجود! لحظة الخلق. اللحظة التي قال فيها الله سبحانه وتعالى "كن"، وقال:

"ثُمَّ اسْتَوَى إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ..."

نحن كمسلمين لا نعرف بالضبط كيف حدث الخلق، فيزيائيًا! نحن نعرف فقط كلمات الله سبحانه وتعالى ونؤمن بحقيقتها المطلقة.

ومع ذلك، فإن هذه الأرقام وهذه الفيزياء المعكوسة تعطينا بعض الحقائق غير القابلة للطعن التي لا تتعارض بأي شكل مع معتقداتنا.

حسناً، بدأ الزمن في العدِّ (حسناً، سنرى ذلك لاحقاً!). الكون يتمدد، وقد أصبح أكبر بكثير، وهو يبرد بسرعة. ولا يزال كذلك، منذ نحو 13 مليار سنة أو نحو ذلك. سبحان الخلاق العليم.

ثانياً: الجسيمات ضعيفة التفاعل: (WIMPs)

وهي اختصار لـ Weakly Interacting Massive Particle :

مباشرة بعد لحظة الانفجار العظيم، بدأت الأمور تحدث:

بدأت درجة الحرارة بالانخفاض من $\sim 10^{13}$ كلفن (تريليون درجات!)

من المتوقع أن تنخفض الكثافة مع بدء عملية التمدد

تنخفض الطاقة بسبب عملية التبريد، مما يؤدي بدوره إلى خلق هذه الأنواع من الجسيمات ذات التفاعل الضعيف (WIMP)

ومع ذلك، فإن البرودة جعلت الجسيمات المخلوقة تفقد طاقتها وتدمر عندما تتفاعل مع بعضها البعض، مطلقة طاقة لبدء جولة جديدة من خلق جسيمات WIMP ، وهكذا! خُلقت، تبرد، تتفاعل، تُدمر، طاقة جديدة، جسيمات جديدة. استمرت هذه العملية حتى تم الوصول إلى التوازن الحراري، ووصل عدد جسيمات WIMP (وكتلتها) إلى الحد الأقصى.

الطاقة المتبقية من عملية الفناء) التصادمات أو التفاعلات التي تدمر جسيمات (WIMP) تنشر تلك الجسيمات، أو حزم الجسيمات ضعيفة التفاعل، عبر الكون المتمدد.

يجب أن نفهم أن هذه الجسيمات هي طاقة أكثر من كونها مادة. كان هناك تكوين ضخم للمادة جارٍ. من المهم جداً ملاحظة أن تلك الجسيمات المبكرة، التي نسميها WIMPs ، شكّلت 68% من تكوين الجسيمات في هذه المرحلة المبكرة جداً. كما كانت هناك أنواع مختلفة من الجسيمات التي تكوّنت، نتيجة الانفجار (بأمر الله تعالى وكلمته)، منها ما احتوى على بروتونات وكواركات، أو أكثر من ذلك، ثم انضم إلكترونون إلى الجسيمات المتكوّنة، وبعضها شكّل الهيليوم، وغازات ضخمة؛

"ثُمَّ اسْتَوَى إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ"

نسبة الجسيمات المادية التي نجت من عملية الفناء الضخمة والفورية كانت 5% من كوننا كله، بينما الـ 27% المتبقية هي ما يسمونه “المادة المظلمة”، والتي سنناقشها بعد قليل إن شاء الله.

تجمّدت جسيمات WIMP تقريباً بعد ثانية واحدة من الانفجار العظيم، عند درجة حرارة ~ 5 GeV. في تلك اللحظة، تم تثبيت عددها بشكل دائم.

أما الجسيمات المادية العادية، فكان لها قصة أكثر درامية. قبل نشوء الباريونات — عند $\sim 10^{-35}$ ثانية — كانت الكواركات والكواركات المضادة موجودة بأعداد متساوية تقريباً. كانت نسبة المادة إلى المادة المضادة:

1,000,000,001 كوارك

1,000,000,000 مضاد كوارك

هذا الفارق الضئيل — واحد من كل مليار — هو كل المادة العادية التي بقيت. كل شيء آخر فني وتحول إلى إشعاع.

وقد تم اكتشاف هذا الإشعاع كـ “إشعاع الخلفية” خلال تجارب متتابعة أجراها بنزياس وويلسون عام 1964 في مختبرات بيل. هذا الاكتشاف للإشعاع الخلفي هو البقايا المبردة “التوهج اللاحق” للانفجار العظيم. وقد مُنح الرجلان جائزة نوبل في الفيزياء عام 1978 لهذا الاكتشاف المفصلي، الذي قدم دليلاً قاطعاً على نظرية الانفجار العظيم. ومنذ ذلك الحين، اكتسبت نظرية الانفجار العظيم زخماً باعتبارها النظرية الأكثر موثوقية وإثباتاً لأصل الكون.

ثالثاً: المادة المظلمة:

في الجحيم الذي تولّد بسبب الانفجار العظيم، تم خلق عدد هائل من الجسيمات، بأمر الله سبحانه وتعالى، وبدأت تتكوّن وتنفى تقريباً فوراً، في تلك الحرارة التي قُدّرت بحوالي $\sim 10^9$ كلفن أو $\sim 10^9$ درجة مئوية! وهذا يعني بالكلمات تريليون درجة مئوية! رقم هائل لا يمكن تصوّره. لتخيّل هذا النوع من الحرارة، قارنها بحرارة نواة الشمس، والتي تبلغ 5527 درجة مئوية!

لقد كانت هائلة بشكل لا يُتصوّر!

ومع ذلك، بدأت هذه الجسيمات، خلال ثوانٍ قليلة فقط، في إنتاج نوعين من الأشياء: الإشعاع وجسيمات المادة. وهذه الأخيرة هي التي تكوّن منها كوننا، وبدأت في التبعثر تحت القوة الهائلة للانفجار. هذه الجسيمات شكّلت جميع النجوم والمجرات، وكانت خاضعة لقوتين أساسيتين:

الأولى، القوة الانفجارية التي دفعتها بعيداً عن مركز الانفجار بسرعات فائقة جداً، والثانية، قوة الجاذبية التي أبقته في مدارات شبه كروية تقريباً.

وكانت هناك قوتان أخريان تعملان أيضاً، جعلتا القوى الأربع المشهورة تعمل في الثواني الأولى من ولادة كوننا. وهي، باختصار:

- القوة النووية الشديدة: في الغلونات والكواركات، صغيرة جداً (داخل النواة)، وهي أقواها

- القوة الكهرومغناطيسية: قوية؛ ليس لها حدود
- القوة النووية الضعيفة: التي ذكرناها سابقاً، وتوجد في جسيمات WIMP
- الجاذبية: الأضعف من الجميع، لكنها الأكثر غموضاً

الجاذبية:

تم قياس قوة الجاذبية لأول مرة بواسطة نيوتن. ومع ذلك، لم يفسرها أبداً! أما نظرية النسبية العامة لأينشتاين فقد ألغت اعتبار الجاذبية قوة أصلاً، وفسرتها على أنها تأثير هندسي ناتج عن انحناء نسيج الكون، الذي يجمع بين الزمن والمكان.

وباختصار، فإن الكتلة تُنتج انحناءً متناسباً مع مقدارها، وهذا الانحناء يجذب الكتل القريبة، كلٌّ بحسب كتلته، نحو الكتلة الأكبر!

انفصال القوى:

عندما انفصلت القوى الأربع في الجزء الأول من الثانية) عند زمن بلانك ($t = 10^{-43}$) ثانية (بعد انفجار التفرد، كانت الجاذبية أول قوة تنفصل.

ولإعطاء القارئ تصوّراً لما كان يحدث في الجزء الأول من أول ثانية:

قبل زمن بلانك ($t < (10^{-43})$) ثانية:

ليس لدى الفيزياء أي معرفة بما كان قبل هذه النقطة، حيث لم يكن هناك زمن، ولا وجود لأي شيء يمكننا التعرف عليه. كان ذلك في نطاق علم الله سبحانه وتعالى. النور جاء منه، وهو الذي أشعل شرارة الانفجار العظيم.

كانت القوى الأربع — بما في ذلك الجاذبية — يُعتقد أنها كانت متحدة في قوة واحدة عظمى. كان الكون شديد الحرارة والكثافة بحيث لم يكن هناك تمييز بينها. هذا هو مجال الجاذبية الكمية — ولا نملك نظرية عاملة لوصفه.

عند زمن بلانك ($t = (10^{-43})$) ثانية:

انفصلت الجاذبية أولاً عن القوة الموحدة — وهو أول وأعظم انفصال. ويُسمى هذا انتقال حقبة بلانك. في هذه اللحظة، أصبحت الجاذبية قوة مستقلة لها هويتها الخاصة. أما لماذا انفصلت أولاً، ولماذا هي أضعف بكثير من غيرها، فذلك غير مفهوم تماماً — وهذا ما يُعرف بـ مشكلة التراتبية.

عند ($t = 10^{-35}$) ثانية:

انفصلت القوة الشديدة بعد ذلك، وبقيت القوة الكهرومغناطيسية والضعيفة متحدتين.

عند $(t = 10^{-12})$ ثانية:

حدث انتقال الطور الكهرو-الضعيف — حيث "اشتغل" حقل هيغز Higgs Field، وانفصلت القوة الكهرومغناطيسية عن الضعيفة لتصبحا قوتين منفصلتين كما نعرفهما اليوم.

خاتمة الجزء:

في الجزء الثاني، سنستمر مع:

• المادة المظلمة

• والطاقة المظلمة

حيث سنكتشف أن كل الكون الذي نراه لا يمثل إلا 4% فقط مما هو مخفي عنا!

﴿سُرِّيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْأَفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ﴾

طارق عبد الحليم

2 أبريل 2026

14 شوال 1447 هـ