نشأة الكون، ونهايته، ومسألة الأكوان المتعددة



جعلتني بعض الأشياء، التي صدف وأن سمعتها في المؤتمر الذي أقيم في ذكرى الميلاد الـ70 لستيفن هوكينج، أتسائل إذا ما كنت دخلت البناية الخاطئة، تلك التي يتحدثون فيها عن الخيال العلمي، والتي أسمع فيها جملًا من مثل: "حالة الأكوان المتعددة (Multiverse)"، و"الكون بسيط، إلا أنه غريب"، و"مستقبل الحياة الذكية لا نهائيٌ على الأرجح"، وكذلك ـواعذروني في هذهـ "ما الانفجار العظيم إلا حالة اضمحلال حدثت في الفراغ الذي كان سابقًا لكوننا".

ولأجعل من ذلك الكلام الذي سمعت كلاماً منطقياً، قمت بمحاصرة اثنين من المتكلمين خلال استراحة الشاي. بدأت كلامي مع دافيد سبيرغل **David Spergel**، وهو عالم في فيزياء الفلك في جامعة برينستون، وقد جذبني خطابه بسبب عنوانه الذي ينم عن ذكاء، وقد

كان : "380,000 سنةً بعد الانفجار العظيم"، فسألته ماذا إذًا حدث بعد بعد 380,000 سنة من الانفجار العظيم؟

الماضي

يقول سبيرغل: "صار الكون باردًا لدرجة تستطيع معها الإلكترونات والبروتونات أن تندمج لتكوّن الهيدروجين، وبالتالي فإن الكون انتقل من حالة يكون فيها عبارة عن هَيُولى "بلازما" كثيفة مكونةٍ من الإلكترونات، إلى غاز متعادل الشحنة من الهيدروجين، والذي يمكن أن يتدفق فيه الإشعاع بسهولة، وبالتالي فإن الإشعاع صار قادرًا على الانتقال منذ ذلك الحين وحتى زمننا هذا".



دافيد سبيرغل

هذا الشعاع الذي يتحدث عنه سبيرغل هو التوهج اللاحق للانفجار العظيم (**Big Bang**)، ذلك التوهج الذي استطال طول موجته حتى صارت موجة مكروية "في طيف الضوء". تجعل هذه الاستطالة من الموجة موجةً غيرَ مرئية للعين المجردة، ولكن الوهج الناتج عنها يمكن رصده باستخدام التلسكوبات الراديوية الحساسة. كانت أول نظرة خاطفة حصلنا عليها لـ "إشعاع الخلفية الكونية الميكروي" (**cosmic microwave background**) في ستينيات القرن الماضي، وقد استحق مكتشفوه جائزة نوبل لعام 1978 في الفيزياء، وقد عُدَّت دليلاً قوياً على أن كوننا أتى فعلًا من الانفجار العظيم.

يقول سبيرغل: "عندما ننظر إلى السماء في المجال الميكروي من الطيف، فنحن ننظر رجوعًا إلى الزمن الماضي قبل 13/7 مليار سنة. الصورة التي نراها في بياناتنا للموجات المكروية هي الصورة التي كان عليها الكون في تلك الفترة".

تظهر لنا هذه الصورةُ الكون الرضيع، والتي صارت بعدها مفصلة أكثر، التقلباتِ الصغيرةَ جدًا في درجة الحرارة عبر الفضاء، وهي التقلبات الموجودة في مستوى الواحد من مليون من الدرجة. يقول سبيرغل: "نحن نظن أن هذه التقلبات في درجة الحرارة نشأت في الواقع خلال اللحظات الأولى في كوننا، أي خلال أول \(10^{-30}\) من الثانية الأولى. وبالتالي فإنه باستطاعتنا أن نرى الأشياء التي يرجع زمنها إلى لحظات ظهور الكون".

كما يعتقد العلماء أيضًا أن التقلبات الصغيرة في درجة الحرارة تسجل تاريخ الاختلافات الصغيرة في كثافة المادة في الكون الناشئ. ضَخَّمَتْ قوةُ الجاذبية، على مدى الزمن، هذه الشذوذاتِ البسيطةَ في توزيع المادة إلى بُنًى مختلفة، وهي النجوم، والمجرات، والكواكب، وحتى أنفسنا، والتي نراها اليوم في هذا الكون. وبالتالي فإن كوننا المعقد والبالغ سن الرشد، نشأ من بداية متَّسقة تقريبًا.

تقلبات درجة الحرارة في إشعاع الخلفية الكونية الميكروي من بيانات Wilkinson Microwave Anisotropy Probe، حقوق الصورة: NASA.

هذه النظرية هي جزء من نظرية تعرف باسم "نموذجُ علمِ الكونِ المعياري" (**Standard cosmological model**)، والتي تصف تكوّن الكون. من المدهش أن النموذج يعتمد فقط على 5 أعداد. يقول سبيرغل موضحاً: "البارامترات الخمسة هي عمر الكون، وكثافة الذرات، وكثافة المادة، وتكتل الكون ـ درجة اختلاف الكثافة في الكون بين مكان وآخر ـ، وكيف يختلف هذا التكتل مع اختلاف المقياس ـ أي هل تكون التقلبات في الكثافة أكبر على المقاييس الصغيرة أو على المقاييس الكبيرة ـ".

بمجرد معرفتك لقيم هذه الأعداد، ستخبرك النظرية بالشكل الذي يجب أن يكون الكون قد اتخذه ـ وهي تقوم بذلك الأمر بدرجة عالية من الدقة ـ. يقول سبيرغل: "بمجرد تحديدك لهذه البارامترات الخمس، فإن النظرية تكون قادرة على التنبؤ بشكل كامل؛ فهي تتنبؤ بالخصائص الإحصائية للسماء عند المجال الميكروي من الطيف، كما أنها قادرة على التنبؤ بشكل كامل بالخصائص الإحصائية للمادة في يومنا هذا. بالنسبة لي، فإنني أعتبر أن وجود نموذج كهذا قادرٍ على أن يتناسب مع العديد من الملاحظات أمرٌ مدهش". بهذا المفهوم، فإن الكون لشديد البساطة.

المستقبل

إذا أخذنا بعين الاعتبار نجاح نموذج علم الكون المعياري، فلعله من المثير أن نسأل ماذا يقول النموذج عن مستقبل كوننا. يقول سبيرغل: "في علم كونيات الانفجار العظيم يوجد للكون مصيران محتملان. الأول هو أنه سيبقى في تمدد إلى الأبد، والثاني هو أنه سينهار في عملية انسحاق عظيمة (**Big Crunch**). أحب أن أفكر في الموضوع كما عرضت قصيدة روبيرت فروست **Robert Frost** [1] ، أن الكون إما سينتهي في نار، أو في جليد".

ويضيف: "تشير بياناتنا الحالية إلى أن الكون سينتهي في حالة جليدية. ستستمر كثافة الكون في الانخفاض إلى الأبد، وستحترق النجوم في نهاية المطاف، وستبقى الأشياء تتمدد إلى الأبد. إذا أردنا أن نكون متفائلين بشأن الجليد، كما يشير فريمان دايسون **Freeman Dyson** ، فإنه إذا صارت قابليتنا للحصول على أفكار عقلانية أكثر كفاءة مع الوقت، وأسرع من توسع الكون، فإننا نستطيع أن نسبقه في منافستنا هذه. صحيح أن الكون سيصير أبرد، ولكن إذا كان بإمكاننا أن نصنع المزيد بموارد أقل ـ وهو الشيء الذي علينا فعله في كل الأحوال ـ فإن مستقبل الحياة الذكية سيكون لا نهائيًا".

وعلى سبيل الصدفة، فإن نموذج علم الكون المعياري يشير إلى قطعة جديدة مشوقة في أحجية فيزياء الجسيمات (**particle physics**)؛ فهو يجعل المشاهدات متناسبة أكثر وأكثر إذا ما افترضنا أن هناك نوعًا إضافيًا من الجسيمات دون الذرية، نوعًا خاصًا من النيوترينو (**neutrino**)، والذي لم نتمكن من اكتشافه بعد.

يذكرنا هذا بالدليل المنشور أخيرًا عن بوزون هيغز: لم يشاهده أحد بشكل مباشر، ولكن إذا ما وضعت تضمينًا يشير إلى وجوده في نظريتك، فإنه يتناسب ومشاهداتك بشكل أفضل بكثير. "لا أظن أننا نمتلك حجة مقنعة بعد حول "وجود النيوترينو" (**neutrino**)، ولكن البيانات تشير إلى ذلك. الأمر المثير هنا هو أن البيانات ستصير أفضل خلال السنة القادمة. من المفترض أن تعطينا البيانات من مهمة بلانك (**Planck mission**) إجابة نهائية عن ذلك، كما نأمل أن التجارب المعمولة على الأرض قد تزودنا بتلك الإجابة بشكل أسرع".

ولكن بالرغم من نجاح نموذج علم الكون المعياري، فإننا لا نزال بعيدين جدًا عن الفهم الحقيقي للكون. يقول سبيرغل: "كما ذكرت في خطابي، فالكون بسيط وغريب في ذات الوقت؛ فالذرات ـ المادة التي صُنعنا منها ـ تشكل فقط 4.5% من الكون، أما الباقي فهو على شكل مادة مظلمة (**dark matter**)، وكذلك على شكل ما ندعوه بالطاقة المظلمة (**dark energy**)".

الأكوان المتعددة والفراغ الذي سبق وجودنا

وهذا يقودنا إلى مسألة الأكوان المتعددة وإلى الشخص الثاني من اللَّذَين قابلتهما ذلك اليوم، وهو رفائيل بوسو **Raphael Bousso**، وهو عالم في الفيزياء النظرية في جامعة كاليفورنيا، بيركلي. في تسعينيات القرن الماضي، اكتُشف أن الكون يتوسع، بل إنه يفعل ذلك بشكل متسارع، والأشياء تُساق مبتعدة عن بعضها بواسطة قوة تنافرية غامضة موجودة في الفضاء الفارغ ـ هذا ما نطلق عليه الطاقة المظلمة ـ. يوصف التنافر الكوني بواسطة عدد واحد، يعرف باسم "الثابت الكوني" (**Cosmological constant**).



رفائيل بوسو

يمكن التفكير بالثابت الكوني على أنه "**وزن**"، أو طاقة، الفضاء المظلم. يوضح بوسو :"إذا أخذت كل شيء من هذه الغرفة، الكراسي، والطاولات، والهواء، فإنك قد تظن أنه لم يتبقى شيء، ولكن في الحقيقة فإن الغرفة ستبقى هائجة بالنشاط". تخبرنا النظرية الكمية (**quantum theory**) أن الفضاء الفارغ، وبشكل مفاجئ، هو كتلة من الجسيمات الافتراضية التي تدخل إلى الوجود وتخرج منه.

يوصف سلوك الجسيمات الصغيرة كهذه بدرجة عالية من الدقة بواسطة نظرية أخرى، وهي "النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات" (**standard model of particle physics**)، ولكن المشكلة أن النموذج يتصادم مع المسائل عندما نتحدث عن الثابت الكوني. يقول بوسو: "المشكلة أن الفضاء الفارغ ـ وبحسب النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات ـ يجب أن يزن أكثر بكثير من وزنه الذي نعرف، وذلك بمقدار 120 مرة. وبالتالي فإن هذا تنبؤٌ سيء بشكل رهيب بالنسبة لنظرية جيدة في نواحيها الأخرى".

وهناك المزيد، فالنموذج المعياري لفيزياء الجسيمات لا يأخذ في حسبانه قوة الجاذبية، كما انتهت كل المحاولات في دمج الجاذبية في النموذج بنتائج رياضية ليس فيها أي منطق فيزيائيًا. ما فتئ الفيزيائيون يعملون على "**نظرية كل شيء**" أكبر من السابقة، بحيث يمكنها ملائمة كل من فيزياء الجسيمات والجاذبية معًا.

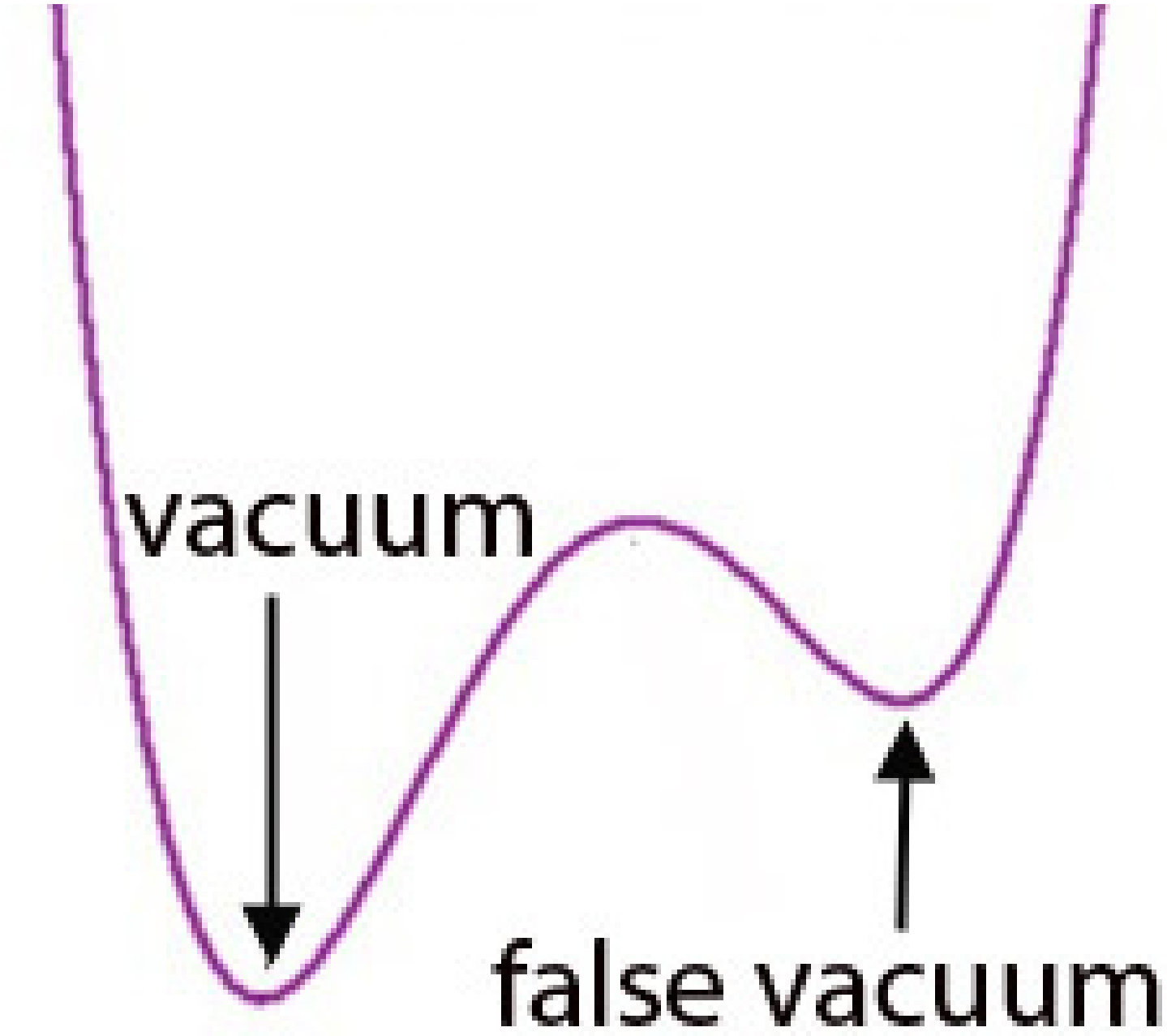
نظريتنا المرشحة ـ ولنكونَ دقيقين، فهي عبارة عن تجمع لعدد من النظريات ـ هي نظرية الأوتار (**String theory**)، والتي تقترح أن كوننا الذي نعيش به ليس الكون الوحيد، وأننا نعيش في وجودٍ متعدد الأكوان (**Multiverse**)، أو ما يعرف بـ "**الأكوان المتعددة**".

يقول بوسو: "ليس أمرُ الأكوان المتعددة أمرًا دراماتيكيًا كما يبدو؛ فما يعنيه الناس، أو على الأقل ما أعنيه أنا عندما أتحدث عن الأكوان المتعددة، هو أن الكون قد يمتلك مناطق تكون فيها قوانين الفيزياء مختلفة عمليًا عن بعضها البعض، وليس السبب في ذلك أن القوانين مختلفة بشكل جوهري، وإنما لأن العالم موضوعٌ بشكل مختلف قليلًا "في مناطق مختلفة"؛ فعلى سبيل المثال، إذا كنتَ سمكةً تعيش في الماء، فإنك قد لا تعلم بوجود مكان آخر اسمه الهواء، بحيث تختلف فيه قوانين الفيزياء عمليًا بين الهواء والماء؛ فسرعة الصوت مختلفة، وسرعة الضوء مختلفة، وكذلك فإن الموصليّة تختلف، وهلم جرًا. ليس الماء إلا طريقة واحدة لترتيب الإلكترونات والبروتونات مع بعضها، وهناك طرق أخرى لترتيب الإلكترونات والبروتونات، وبالتالي يمكنك أن تصنع مواد أخرى كالهواء، والحديد، والخشب".

هناك نظريات تمتلك من المنطق الجيد ما يكفي لأخذها جديًا بعين الاعتبار، وهي تخبرنا أن الكون الذي نعيش فيه يجب أن يمتلك مناطق كبيرة، ومنفصلة بشكل كبير بحيث يكون لها قوانين فيزيائية مختلفة، وبالتالي فنحن حقًا نشبه سمكًا في صهريج كبير جدًا. السبب في أننا لم نستطع اكتشاف هذه القوانين الأخرى هو أننا لم نكن قادرين على فصل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات ومن ثم وضعهم مع بعضهم بطريقة مختلفة، فالطاقات التي سنحتاجها لفعل ذلك كبيرة جدًا".

في الأكوان المتعددة، يصبح اللغز المشير إلى صغر الثابت الكوني أقل تعقيدًا. لا يوجد شيء يجبره على أن يكون صغيرًا من حيث المبدأ، وبالتأكيد فإنه في مناطق أخرى في الأكوان المتعددة يمكنه أن يكون أكبر بكثير، ولكن المشكلة أننا لن نستطيع أبدًا أن نجرب هذه الأجزاء من الأكوان المتعددة.

يقول بوسو: "تقترح نظرية الأوتار وجود كون كبير جدًا توجد فيه هذه المناطق المختلفة والفيزياء المختلفة، إذا كان الثابت الكوني كبيرًا جدًا "في منطقة معينة" فإنه لا مجال لوجود التعقيد، ولا يوجد مجال ليتطور المراقبون، وبالتالي فإنه من غير المدهش أن نجد أنفسنا في منطقة "ذات ثابت كوني صغير" يكون فيها مجال لنا لأن نكون".



الفراغ والفراغ الزائف

ولكن ماذا بشأن كون الانفجار العظيم "إذا ما اضمحللنا للفراغ السابق لوجودنا"؟ تصير الأمور هنا محيرة للعقول بحق. في فيزياء الكم، "حالة الفراغ" (**Vacuum state**) هي حالة ذات أقل طاقة ممكنة ـبالنسبة لفهمنا الاعتيادي للفراغ، هذه الحالة لا تحتوي في العادة أي جزيئاتـ.

يشبه التواجد في حالة الفراغ الجلوس في قعر الوادي الأدنى في التمثيل التضاريسي للطاقة. ولكن، من المحتمل أن يكون التواجد في حالة فراغ زائف (**false vacuum state**)، هذا يعني أنك تجلس في قعر أحد الوديان، ولكن ليس في قعر الوداي الأدنى.

فكرة الكون التضخمي (**inflationary Universe**)، والتي هي جزء من نموذج علم الكون المعياري، هي أن الكون ـأو منطقة ما منهـ بدأت في حالة فراغ زائف. هذا الفراغ الزائف له ضغط في المجال السالب، والذي يحول الجاذبية إلى قوة طاردة، متسببة في "تضخم" الكون بسرعة خطيرة، مضاعفةً حجمه في مدى \(10^{-37}\) من الثانية.

ولكن، الفراغ الزائف ليس مستقرًا؛ فكما تضمحل الذرات النشطة إشعاعيًا إلى عناصر أخرى بعد بعض الوقت، فإن الفراغ الزائف سيضمحل إلى فراغ حقيقي. كما أن التضخم السريع سيتباطأ، والطاقة تتحول إلى حساء ساخن من الجسيمات، وهذا الحساء ينفجر بعدها في الانفجار العظيم التقليدي كما نعرفه.

ولكن هناك حبكة أخرى في القصة، وهو أنه ليس على اضمحلال الفراغ الزائف أن يحدث في كل مكان في نفس الوقت، موقفًا توسع الكون ككل. بدلًا من ذلك، يمكن للاضمحلال أن يحدث في مناطق صغيرة في الفضاء، خالقًا بذلك جيوبًا يحدث فيها انفجار عظيم. الفكرة هنا أننا نعيش في واحدة من هذه الجيوب، وبالتالي فقد عدنا إلى فكرة الأكوان المتعددة.

محيطًا بهذه الجيوب، كما تحيط الكعكة بالزبيب المحلى فيها، فإن الكون يبقى في تضخم أسرع مما يضمحل، وسيبقى على هذه الحالة إلى الأبد. تدعى هذه الفكرة ـالمتوافقة مع نظرية الأوتارـ بـ"التضخم الأبدي" (**eternal inflation**). يبدو فعلًا أن العلم أكثر غرابة من الخيال العلمي.

ملاحظات:

---

[1] روبرت فروست, شاعر أمريكي يعتبر في نظر الكثيرين كواحد من أهم الشعراء باللغة الإنجليزية، له قصيدة بعنوان: نار وجليد، ويبدأها بالسطرين التاليين: يقول البعض أن العالم سينتهي بنار / والبعض يقول أنه سينتهي بجليد .

- التاريخ: 2015-08-29
- التصنيف: أسئلة كُبرى

#الانفجار العظيم #الاكوان المتعددة #إشعاع الخلفية الكونية الميكرويّ #سلسلة كم كونًا هناك؟ #نموذجُ علمِ الكونِ المعياري

المصطلحات

- **إشعاع الخلفية الكونية الميكروي (cosmic microwave background)**: أو اختصاراً CMB، وهو الإشعاع الحراري الذي خلفه ورائه الانفجار العظيم، وهي موجودة في كل الاتجاهات بالكثافة نفسها، وتعادل درجة حرارة 2.725 درجة كلفن.
- **الثابت الكوني (cosmological constant)**: هذا الثابت لازمٌ لتفسير السبب في أن تمدد الكون يبدو متسارعا. ويُنسب هذا التسارع إلى المفعول العدسي (gravitational lensing) لأنه يجعل العالم أكبر. المصدر: العلوم الأمريكية.
- **المادة المظلمة (Dark Matter)**: وهو الاسم الذي تمّ إعطاؤه لكمية المادة التي أُكتشف وجودها نتيجة لتحليل منحنيات دوران المجرة، والتي تواصل حتى الآن الإفلات من كل عمليات الكشف. هناك العديد من النظريات التي تحاول شرح طبيعة المادة المظلمة، لكن لم تنجح أي منها في أن تكون مقنعة إلى درجة كافية، و لا يزال السؤال المتعلق بطبيعة هذه المادة أمراً غامضاً.
- **الطاقة المظلمة (Dark Energy)**: هي نوع غير معروف من الطاقة، ويُعتقد بأنه المسؤول عن تسارع التوسع الكوني.

المصادر

- plus
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - عبد الرحمن سوالمه
- مُراجعة
  - همام بيطار
- تحرير
  - آلاء محمد حيمور
  - هبة الأمين
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد