

الكون في جعبتك


# الكون عند الطاقات العالية

ميموزا حافزي  
(Mimoza Hafizi)  
جامعة تيرانا



حتى لو نظرنا بالعين المجردة إلى السماء، فلا بد أن نلاحظ أن بعض الأجرام السماوية تبدو أكثر لمعانا من غيرها، أي يمكن أن يكون ذلك بسبب كونها أقرب إلينا فلذلك تكون ألمع؟ أم أن التوهج القوي لتلك الأجرام يعود إلى انبعاث طاقة أكبر منها؟ إن الفلكيين يعرفون جيدا كيفية قياس المسافة ما بيننا وبين مختلف الأجرام السماوية التي تسبح في الفضاء، وبذلك فإن لهم القدرة على معرفة مقدار الطاقة التي تنبعث منها ضمن مجال الضوء المرئي. بل أكثر من ذلك، يمكن للعلماء، باستعمال كواشف متخصصة تعمل في المجالات ذات الطاقة العالية، من استنباط مقدار الطاقة التي لا يمكن رصدها بالعين المجردة، تلك الطاقة التي ترسلها الفوتونات الضوئية ذوات الطاقة العالية (الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة السينية، وأشعة غاما)، إضافة إلى الجسيمات ذوات الطاقة العالية (النيوترينوات، الأشعة الكونية) والأمواج التجاذبية. لكن بعض الأجسام في مجال الطاقة العالية، مثل المستعرات العظمى (Supernovae)، النجوم النيوترونية (Neutron Stars)، إضافة إلى الثقوب السوداء أو الأنوية الكونية النشطة، كلها ترسل كمية هائلة من الطاقة، حتى إنها تشع طاقة أكبر بملايير المرات من تلك التي تنبعث من شمسنا.

\*راجع الكتيب رقم 02 من سلسلة الكون في جعبتي.



في كوكبة ذات الكرسي كاسيوبيا، تشكل ألمع خمسة نجوم الحرف "W". رغم أن هذه النجوم لا ينبعث منها أي إشعاع في مجال الطاقات العالية إلا أنها أقوى بألف مرة من شمسنا.

المعدات المستخدمة في الفيزياء الفلكية عالية الطاقة قادرة على اكتشاف الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة السينية وأشعة غاما الصادرة عن بعض النجوم. تقوم أجهزة الفوتومتر بتحديد مقدار الضوء القادم من هذه الأجسام وتزويدنا بقياس دقيق لإجمالي الطاقة التي تصدرها.

العديد من الأجسام المنبعثة في طاقات عالية لا يمكن إكتشافها في مجال الضوء المرئي.

## المستعرات العظمى

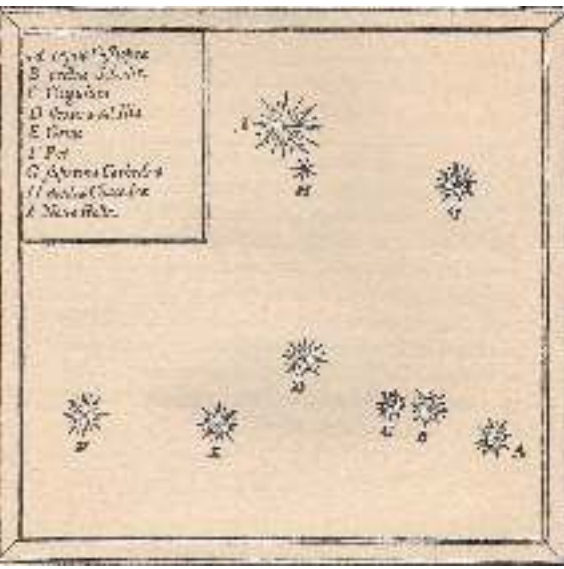
يا لها من مفاجأة مذهشة عندما تتأمل السماء الليلية وفجأة ترى نجما جديدا وهو يلمع في مكان كان خاليا من قبل من أية نجوم! ربما تصيح في حماس: لقد ولد نجم جديد للتو! إن ذلك ما يدعى باللاتينية نوبا (Nova) أي المستعر (Supernova) وقد تكون مستعرا أعظم عندما تكون شدة هذا الضوء الجديد المنبعث منها هائلة حقا. في الحالة الأولى، فإن الأمر يتعلق بما سمي « لنجم الضيف» (guest-star) الذي تم رصده بواسطة فلكيين صينيين في عام 1054\*.

غير أن الحقيقة، هي أن هذا الضوء لا يشير إلى ولادة لأي نجم جديد: فالمستعر الأعظم ليس إلا انفجارا لنجم موجود بالأساس، والحال أن هذا الانفجار قوي وهائل إلى درجة أنه ينتج بعد ثوان معدودة، طاقة عظمى، لا تنتجها شمسنا إلا بعد مرور 10 مليارات سنة من النشاط، ولا ريب أن هذا مذهل للغاية. وبعد خمود الانفجار، يصبح النجم مرثيا مرة أخرى، وتتحول بقاياه إلى نجم نيوتروني، أو إلى ثقب أسود. وبالنظر عبر التلسكوبات، فإن كمية ضخمة من المادة تبدو للناظر وهي تتحرك بعيدا عن المستعر.

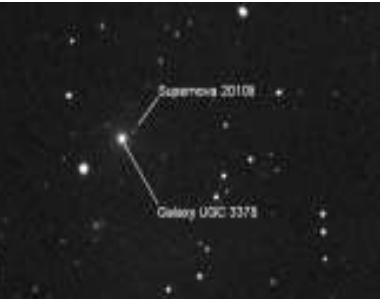
\*راجع الكتيب رقم 02 من سلسلة الكون في جعبتي.

يسارا: في خريطة نجوم كوكبة ذات الكرسي، رمز الفلكي تي شو براه (Tycho Brahe) بالحرف 'I' للنجم المولود حديثا، في 11 نوفمبر 1572، والذي سُمي فيما بعد باسم المستعمر الأعظم تيشو. 'F'، 'E'، 'D'، 'C'، 'B'، 'A' و 'G' هي نجوم طويلة الأمد، ويمكن رؤيتها في صورة كوكبة ذات الكرسي في الصفحة 2، في حين أن النجم 'I' لم يعد مرثيا.

يسارا: يظهر المستعمر الأعظم 2010، الذي تم إكتشافه من طرف فتاة في العاشرة من العمر إسمها كاثرين غراي (Kathryn Gray). حدث الانفجار على بعد 240 مليون سنة ضوئية.



كان المستعمر الأعظم تيشو عند ظهوره مشرقاً مثل كوكب الزهرة، على الرغم من أن الانفجار وقع على بعد حوالي 9 سنوات ضوئية. ثم بهت يوما بعد يوم وبعد حوالي عامين لم يعد من الممكن رؤيته بالعين المجردة.



## الثقوب السوداء

حين يبلغ نجم ما كتلة أكبر من ثلاثين كتلة شمسية (أي أكثر من الشمس بثلاثين ضعفا)، فإنه ينفجر متحولا إلى مستعرا أعظم، و يتشكل في مركزه ثقب أسود تبلغ كتلته عدة أضعاف كتلة الشمس، داخل منطقة لا يتجاوز قطرها بضع كيلومترات.

ولكن لماذا أطلق عليه هذا الاسم الغريب يا ترى؟ إنما ذلك لأن الثقب الأسود يتميز بقوة جاذبية هائلة إلى الدرجة التي لا يستطيع أي شيء أن يفلت منها، حتى الضوء وأدق الجسيمات لا يمكنها أن تهرب من قبضة الثقب الأسود. إذا كان الأمر كذلك، فكيف بإمكاننا إذن أن نرصدها ونراها؟ في الحقيقة، لا يتم ذلك رأي العين، ولكن عن طريق التأثير الذي تحدثه في محيطها. أتعلم ما هو السبب الذي يجعل طاقة الجاذبية داخل الثقب الأسود عظيمة إلى هذا الحد؟ يعود ذلك إلى كون معظم كتلتها الضخمة متمركزة في منطقة شديدة الصغر. كما يمكن أن تصدر هذه الطاقة في شكل أمواج تجاذبية.

لقد تم رصد الأمواج التجاذبية والكشف عنها لأول مرة في التاريخ في سبتمبر من عام 2015، وقد صدرت هذه الأمواج نتيجة لاندماج ثقبين أسودين.



يسارا: رسم تخطيطي يوضح التصادم بين ثقبين أسودين. التموجات المنتشرة مثل أمواج في بركة تمثل الأمواج التجاذبية.

أول موجة تجاذبية أكتشفت من طرف البشر في 17 ديسمبر 2015 أخبرتنا عن تصادم كهذا، حدث قبل 1.3 بليون سنة بين زوج من الثقوب السوداء حجمها 39 و 29 مرة حجم الشمس. وصلت القوة المنبعثة خلال هذا التصادم إلى مستوى أعلى من مستوى الضوء الذي تشعه جميع النجوم في الكون.

يمينا: صورة لموقع هانفورد ليغو (LIGO Hanford)، أحد المراصد التي تم فيها إكتشاف موجات تجاذبية. يطابق الشكل الموجي المرئي توقعات النسبية العامة التي طورها ألبرت أينشتاين.

## النيوترينوات

النيوترينوات (Neutrinos) عبارة عن جسيمات دقيقة لا شحنة لها (متعادلة كهربائياً)، كما أن لها كتلة صغيرة جداً والتي لا يزال مقدارها مجهولاً إلى الآن. لا تتفاعل النيوترينوات سوى بشكل ضعيف للغاية مع غيرها من المواد، ولذا فإنه من الصعب بمكان الكشف عنها. وقد تم وضع لبنات لمشاريع تجارب عملاقة على سطح كوكبنا، هدفها جميعاً الكشف عن هذه الجسيمات. تشكلت النيوترينوات نتيجة تفاعلات نووية، تشبه تلك التي تحدث داخل نواة نجم ما، أو حتى مثل تلك التي تجري في مخبر التجارب النووية. وفي انفجارات مستعر أعظم مثلاً، نجد أن أكثر من 99 بالمائة من الطاقة التي ينتجها يمكن أن تصدر في شكل نيوترينوات. وبالرغم من كتلتها الصغيرة، إلا أن العلماء يعتقدون أن النيوترينوات موجودة بأعداد هائلة، تسمح لها بالتأثير الفعال على تاريخ الكون.

يميناً: مرصد IceCube Neutrino حيث وزعت الآلاف من أجهزة الاستشعار موزعة عبر حجم كيلومتر مكعب تحت الجليد في القطب الجنوبي، وهذا للكشف عن النيوترونات كونية.



## النجوم النيوترونية

عندما ينفجر نجم كتلته ما بين 8 إلى 30 كتلة شمسية متحولاً إلى مستعر أعظم، حينئذ يولد نجم نيوتروني. إن شدة كثافة هذا النجم لا يمكن تخيلها إلا بتصور أن ملعقة شاي واحد يمكنها أن تزن مليار طن بأكملها. تتشكل النجوم النيوترونية من نيوترينوات، وتدور حول نفسها أكثر من مائة مرة في الثانية الواحدة، مؤدية إلى تسريع الجسيمات على سطحها بما يقارب سرعة الضوء، كما تنتج حزاماً مشعاً رقيقاً. في بعض الحالات، يقوم هذا الحزام بالمرور عبر كوكب الأرض، مما يجعل هذه النجوم ترصد على أنها نجوم نابضة\* (Pulsars).

إن أسرع نجم نابض نعرفه لهو المسمى: PSR J1748-2446ad إذ يدور حول نفسه 716 مرة في الثانية الواحدة. خلال انفجار المستعر الأعظم وتحوله إلى منشأ لنجم نيوتروني، فإن تياراً عظيماً من النيوترينوات، على غرار الضوء، يغادر النجم بسرعة تقارب سرعة الضوء، وفي إمكاننا رصد جزء منها من على سطح كوكبنا.

\* راجع الكتيب رقم 10 من سلسلة الكون في جعبتي

## انفجارات الأشعة غاما

تعد انفجارات أشعة غاما أقوى ظاهرة كهرومغناطيسية معروفة تحدث في الكون. فطاقتها، والتي تصدر غالبا في شكل فوتونات غاما\* (gamma photons) بإمكانها أن تتجاوز ألف مرة تلك التي ينتجها مستعر أعظم. وقد تم اكتشاف هذا النوع من الانفجارات قبل نحو خمسين عاما خلت، بيد أن الفيزياء المتعلقة بها لا تزال غير مفهومة بشكل كامل، إلى الآن.

تدوم انفجارات أشعة غاما لفترة قصيرة (من عدة عشرات ميلي ثانية إلى بضع ثوان)، أو لفترة طويلة (من بضع ثوان إلى عدة ساعات). فأما الانفجارات طويلة المدة الزمنية فإن لها علاقة بانفجار نجم خلال انفجار مستعر أعظم. وأما تلك القصيرة فيعتقد أن أصل تشكلها يعود إلى اندماج نجمين نيوترونيين، أو باندماج نجم نيوتروني وثقب أسود. وتكتشف تلسكوبات الأقمار الصناعية حوالي انفجار لأشعة غاما مرة كل يوم.

من سلسلة الكون في

\* راجع الكتيب رقم 02

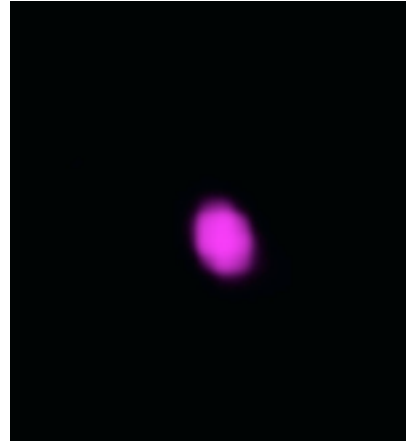
جعبتي،

يسارا: يظهر التليسكوب الفضائي لأشعة غاما، فارمي (Fermi)، الذي يكتشف أشعة غاما، أكثر أشكال الإشعاع حيوية، والتي تعتبر أكثر حيوية مليون مرة من الضوء المرئي.



في 17 أوت 2017، إكتشف تلسكوب فارمي بروزا قصيرا لأشعة غاما (GRB)، بعد 1.7 ثانية فقط من وصول إشارة الموجة التجاذبية إلى مرصد الأرض. نشأت كل من هذه الإشارات من نفس الحدث، نجمتان نيوترونيتان إندمجتا، على بعد 130 مليون سنة ضوئية. في وقت لاحق، لوحظ ه ذا الحدث بالأشعة السينية، الأشعة فوق البنفسجية، وبشرائط طيفية كهرومغناطيسية أخرى.

يمينًا: نفس الحدث (GRB) شوهد بالأشعة السينية من قبل مرصد شاندرًا، بعد 9 أيام من وقوعه.

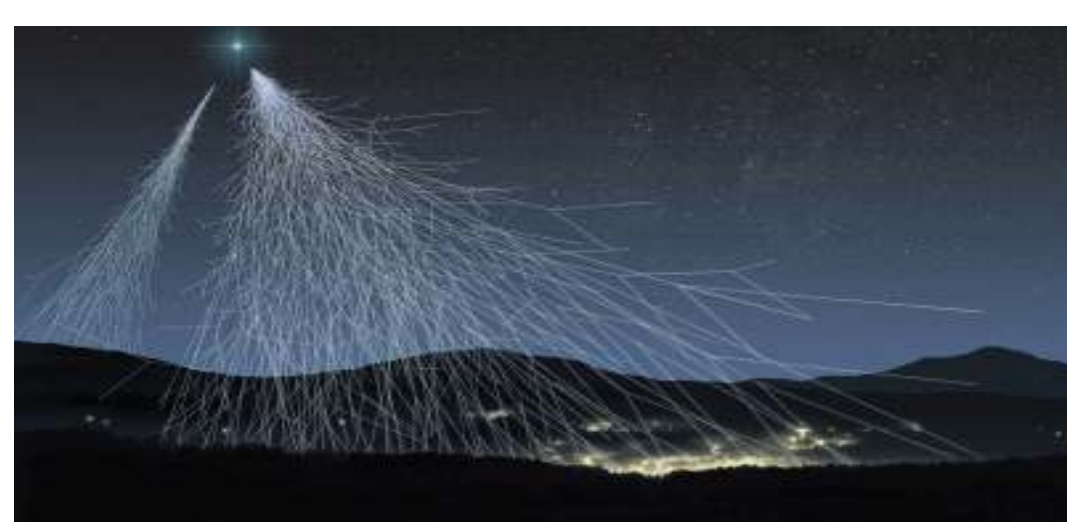


## الأشعة الكونية

على غرار الفوتونات، فإن النيوتريونات والأمواج التجاذبية تصلنا من الفضاء الخارجي. إن الكون ذا الطاقة العالية يرسل إلى سطح كوكبنا جسيمات مشحونة، تكون غالباً بروتونات، إضافة إلى الإلكترونات ونوات النواة (النيوكليونات)، وكلها تسمى أشعة كونية. وفي كل ثانية، ترتطم مليارات المليارات من جسيمات الأشعة الكونية بأرضنا، قادمة من الفضاء الخارجي.

تم اكتشاف الأشعة الكونية لأول مرة في بداية القرن العشرين، ولا يزال مصدر نشأتها مجهولاً إلى يومنا هذا.

يمكن لجسيمات الأشعة الكونية أن تحمل وتنقل طاقة هائلة، كما تتنقل في الأرجاء بسرعة الضوء. أما في الحالات القصوى، فإن طاقتها الحركية قد تفوق مليارات المليارات أضعاف طاقتها الكتلية في حالة الراحة.



منظر فني لاصطدام الأشعة الكونية بجو الأرض، عند التفاعل مع الجزيئات في الغلاف الجوي، يتم إنتاج وابل من الجزيئات الأولية. قد تصل بعض هذه الجسيمات إلى بعض من آلاف أجهزة الكشف التي ينشرها العلماء في شبكات تغطي عدة آلاف من الكيلومترات المربعة.

بعد قرن من التجارب العديدة، تشير البيانات العلمية المتوصل إليها حتى الآن إلى أن جزءاً معتبراً من الأشعة الكونية ينشؤ من خارج مجرتنا، في انفجارات مستعرات عظمى أو من نواة مجرة نشطة.

\*راجع الكتيب رقم 06 من سلسلة الكون في جعبتي.



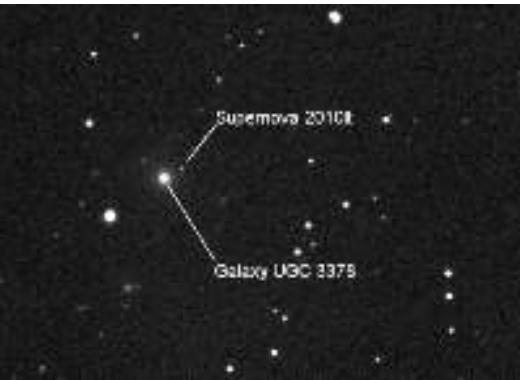
إظهار الاندماج بين ثقبين  
أسودين.

ألمع خمس نجوم في كوكبة ذات الكرسي، إذ  
تفوق شدة لمعانها 1000 مرة شمسنا  
ومع ذلك، فإنها ليست داخلية في مسمى  
الطاقة العالية.

حدث GW170817  
ملتقط من المرصد الفضائي  
ي «شاندرا»، بواسطة  
الأشعة السينية

أي من هذه الصور ليس له  
علاقة بظواهر الطاقة العالية  
في كوننا؟

Supernova 2010t  
المستعر الأعظم  
2010t

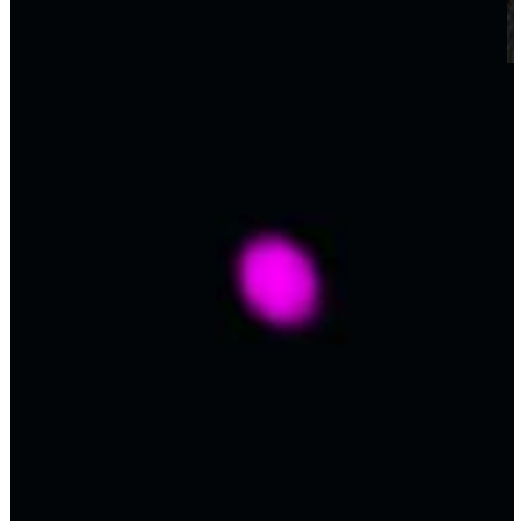


تأثير الأشعة الكونية على  
الغلاف الجوي لأرضنا.

الإجابة في الصفحة  
الموالية



اختبر معلوماتك!





## الكون في جعبتي، رقم : 09

تمّ إصدار هذا الكتيب فعام 2018 من قبل ميموزا حافزي (Mimoza Hafizi) من جامعة تيرانا بألبانيا، وتمت مراجعته من طرف ستان كورتز (Stan Kurtz) من معهد علم الفلك الراديوي التابع لـ UNAM في موريليا (المكسيك).

صورة الغلاف : صورة تخيلية فنية لاندماج نجمين نيوترونيين

حقوق الصورة: NSF/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet]

ترجمة: خولة وأسماء

Khaoula Laggoune & Asma Lakroune

جمعية الشعري لعلم الفلك

لمعرفة المزيد حول هذه السلسلة وعن الموضوعات

المعروضة في هذا الكتيب، يرجى زيارة الموقع:

<http://www.tuimp.org>



TUIMP Creative Commons