النجوم النابضة: البولزارات

يمكن رؤية النجم النابض (باللون الوردي) في منتصف مجرة مسييه Messier 82 أو السيجارة في هذه الصورة متعددة الطول الموجي. تم اكتشافه عن طريق ناسا نوستار NuSTAR والذي التقط انبعاثات الأشعة السينية الصادرة عنه.

حقوق: NASA/JPL-Caltech

النجوم النابضة أو البولزارات (**Pulsars**) هي عبارة عن أجسام بيضاوية مكتنزة يقدر حجمها بحجم مدينة كبيرة ولكنها تحتوي على كتلة أكثر مما تحتويه الشمس. يستخدم العلماء النجوم النابضة لدراسة الحالات المتطرفة للمادة، وللبحث عن كواكب خارج المجموعة الشمسية، بالإضافة إلى قياس المسافات الكونية.

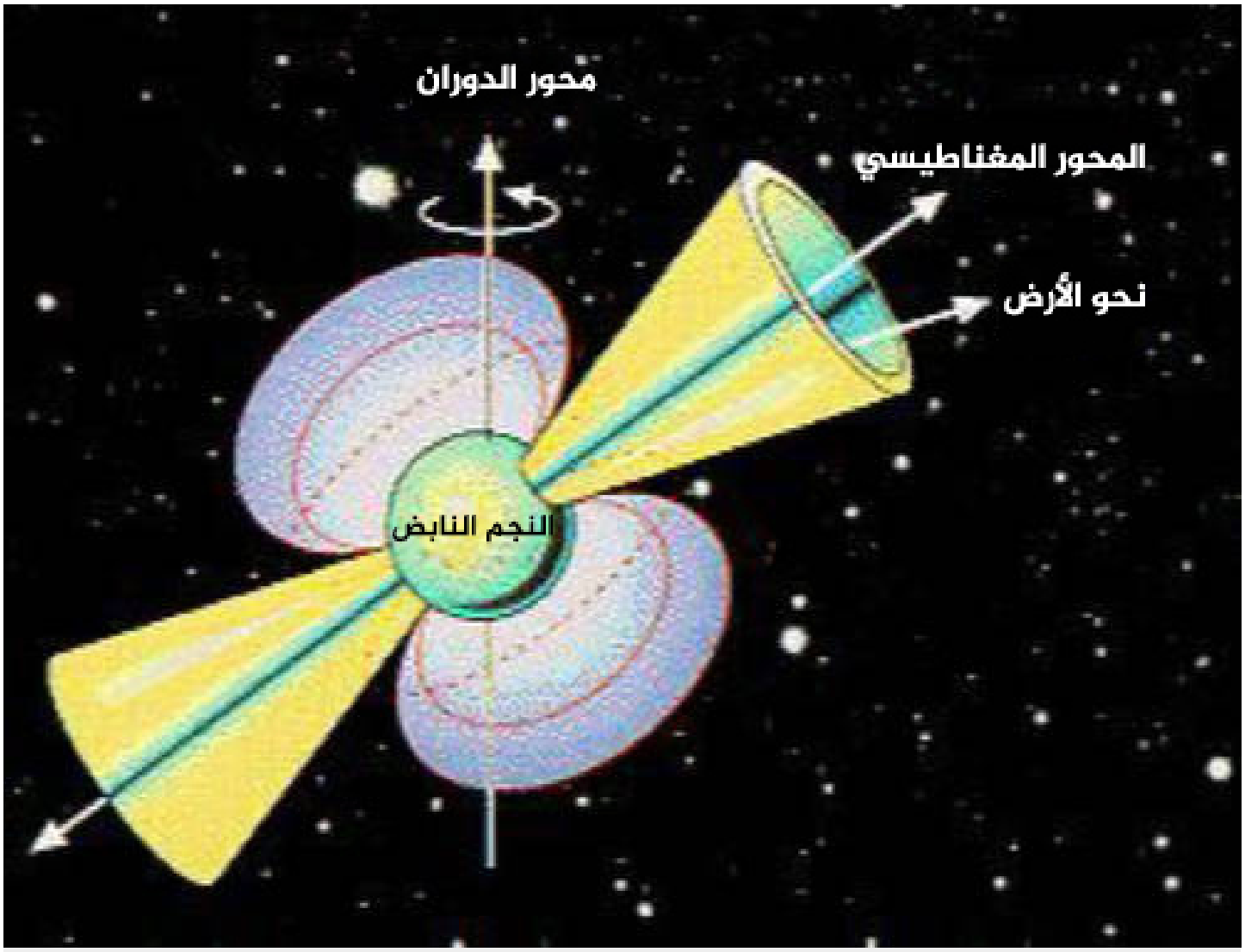
يمكن أن تساعد النجوم النابضة أيضا في العثور على الأمواج الثقالية (**gravitational waves**)، والتي يمكن أن تشير إلى أماكن وجود الأحداث الكونية الحيوية مثل حوادث الاصطدام بين الثقوب السوداء فائقة الكتلة (**supermassive black holes**). لقد تم اكتشاف هذا النوع من النجوم عام 1967، وتعرف بأنها أجسام ساحرة من المجتمع الكوني.

ما هو النجم النابض؟

إذا نظرنا من الأرض، فإن النجوم النابضة غالبا ما تبدو كنجوم ذات وميض متقطع، تومض ثم تنطفئ مرارا وتكرارا، وكأنها تغمز في إيقاع منتظم. لكن الضوء الصادر عن النجوم النابضة في الواقع لا يومض ولا ينبض، وهذه الأجسام في الحقيقة ليست نجوما.

تطلق النجوم النابضة حزمتين من الأشعة المنتظمة الضيقة في اتجاهين متعاكسين. على الرغم من ثبات الضوء الصادر عن الحزمة، تظهر النجوم النابضة وكأنها تومض لأنها تدور أيضا، ولنفس السبب تبدو المنارة في المحيط وكأنها تومض بالنسبة للبحارة. عندما يدور النجم النابض، يمتد الشعاع الضوئي عبر الأرض، ثم يتأرجح بعيدا عن الأنظار، ثم يعاود الظهور مجدّدا. بالنسبة لفلكي على سطح الأرض، ما إن يظهر الضوء حتى يختفي، حيث يخيّل للرائي بأن النجم النابض يومض. يرجع السبب في ظهور أشعة النجم النابض الضوئية كأنها تدور مثل ضوء المنارة إلى أن هذه الأشعة لا تتحاذى مع محور دوران النجم.

-



يوضح هذا المخطط نجما نابضا، حيث يشير المخروط الأصفر إلى الضوء والذي يمكن للفلكيين رؤيته على سطح الأرض. لا ينحاذى المخروط الضوئي مع محور الدوران، ولذلك تمتد الحزمة عبر السماء بدلا من الإشارة إلى اتجاه واحد. المصدر: ناسا

علمنا أن سبب الوميض هو الدوران، لذا فإن معدّل الومضات يكشف لنا أيضا عن معدل دوران النجم النابض. لقد تم الكشف عن أكثر من 2,000 نجم نابض، بحيث يدور معظمهم بانتظام مرة كل ثانية، وتسمى بـ "النجوم النابضة البطيئة" (**slow pulsars**)، بينما وجد أكثر من مئتي نجم منهم يدور مئة مرة في الثانية، وتسمى "نجوم الميلي ثانية النابضة" (**millisecond pulsars**). وأسرع نجم ميلي ثانية معروف حتى الآن يدور أكثر من سبعمئة مرة في الثانية الواحدة.

لا يمكن اعتبار النجوم النابضة نجوما –أو على الأقل ليست نجوما حيّة. تنتمي النجوم النابضة إلى عائلة من الأجسام تسمّى النجوم النيوترونية (**neutron stars**)، والتي تتشكل عندما يستنفذ نجم ذو كتلة أكبر من الشمس وقوده من اللب وينهار على نفسه. هذا الموت النجمي يخلق انفجارا هائلا يسمّى المستعر الفائق أو السوبرنوفا (**supernova**)، ويُعتبر النجم النيوتروني كتلة صلبة من المواد الكثيفة التي يخلفها انفجار الموت.

يبلغ قطر النجوم النيوترونية عادة حوالي 12.4 إلى 14.9 ميل (أي نحو 20 إلى 24 كيلومتر)، ولكنها يمكن أن تضم كتلة قد تصل إلى ضعفي كتلة الشمس، حيث يقدّر قطر الشمس بحوالي 864,938 ميل (أو 1.392 مليون كيلومتر). أي أننا إذا أخذنا قليلا من المواد بحجم مكعب سكر من نجم نيوتروني، فإنها قد تزن حوالي مليار طن (0.9 طن متري) —أي بوزن جبل إيفريست، وذلك وفقا لناسا. وبالحديث

عن قوة الجاذبية على سطح نجم نيوتروني، فمن المتوقع أنها تفوق قوة الجاذبية الأرضية بمليار مرة.

إن الجسم الوحيد الذي يمتلك كثافة أعلى من النجم النيوتروني هو الثقب الأسود، والذي يتشكّل أيضا عندما ينهار النجم المحتضر على نفسه، حيث قدّر أضخم نجم نيوتروني تم قياسه ب 2.04 مرة من كتلة الشمس، لكن العلماء لا يعلمون تحديدا كم من الممكن أن تصل كتلته قبل أن يصبح ثقبا أسودا، وذلك وفقا لفريال أوزيل **Feryal Özel**، أستاذ الفيزياء والفيزياء الفلكية بجامعة ولاية أريزونا، المتخصص في الأجسام المضغوطة والحالات المتطرفة للمادة في الكون.

النجوم النابضة هي نوع من النجوم النيوترونية والتي لها أيضا قوة جذب مغناطيسية عالية. في حين أن للأرض مجال مغناطيسي (**magnetic field**) يكفي لفرض قوة سحب لطيفة على إبرة البوصلة، يكون للنجم النابض مجال مغناطيسي بتراوح ما بين 100 مليون مرة إلى واحد كوادرليون (مليون مليار) مرة أقوى من المجال الأرضي.

ويقول أوزيل لموقع **Space.com** عبر البريد الإلكتروني: "حتى يشع نجم نيوتروني كنجم نابض، يجب أن يحتوي على التركيبة الصحيحة المكوّنة من المجال المغناطيسي القوي وتردد الدوران". من الممكن أن تكون بعض النجوم النيوترونية قد أشعّت يوما ما، ولكنها توقفت عن ذلك". كما أشار أوزيل إلى أن حزم الموجات الراديوية الصادرة عن نجم نابض قد لا تمر عبر مجال الرؤية لتلسكوب أرضي، مما يمنع الفلكيين من رؤيتها.

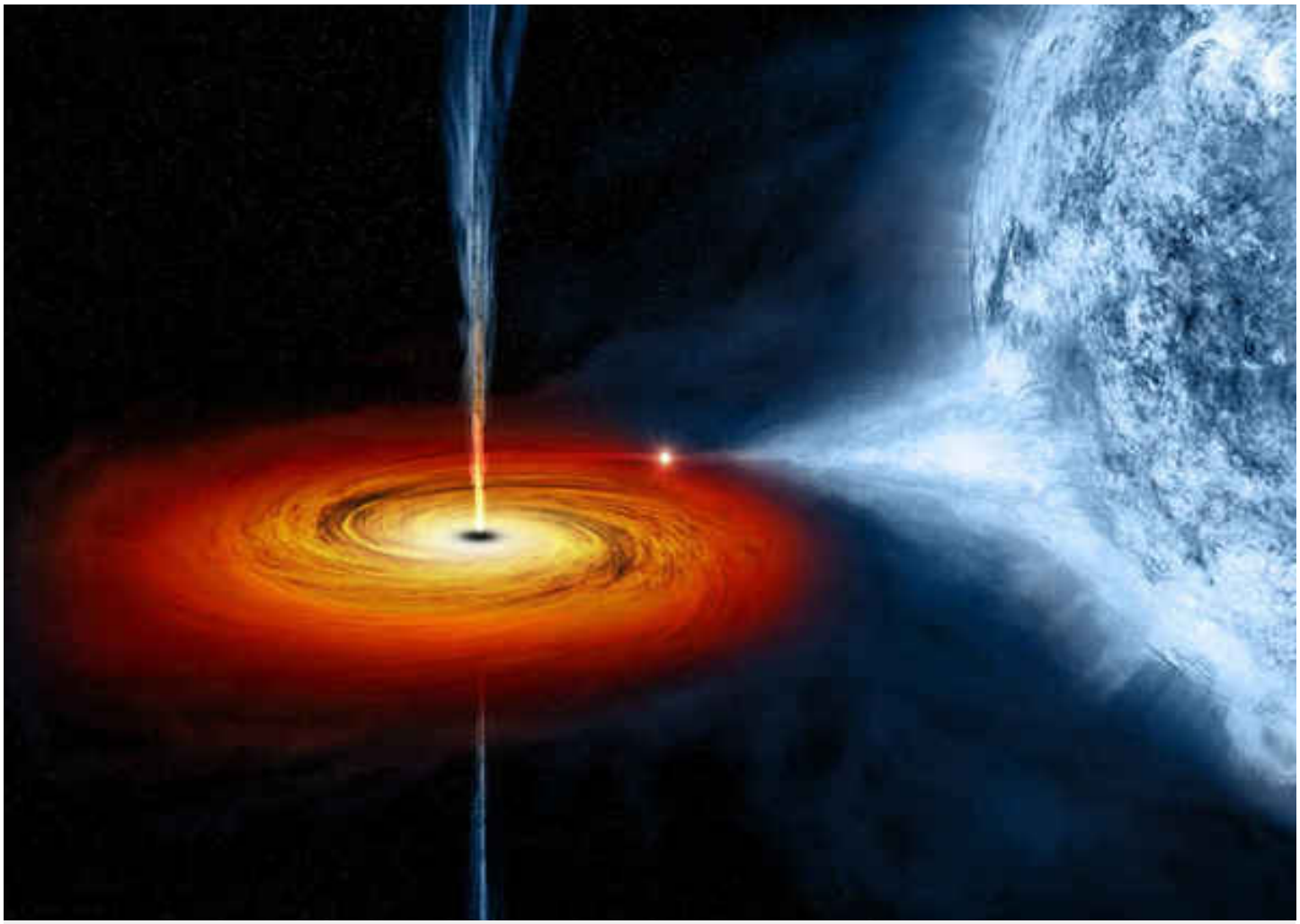
لماذا تدور النجوم النابضة؟

إن أبطأ النجوم النابضة المكتشفة على الإطلاق تدور بوتيرة مرة كل ثانية، وهي تسمى النجوم النابضة البطيئة. أما أسرع النجوم النابضة المعروفة تستطيع الدوران مئات المرات في الثانية الواحدة، وهي تسمى النجوم النابضة السريعة أو نجوم الميلي ثانية النابضة (وذلك لأن المدة التي تستغرقها للدوران تقاس بالميلي ثانية).

تدور النجوم النابضة لأن النجم الأصلي الذي تشكّلت منه يدور أيضا، كما أن انهيار المادة النجمية سيؤدي بطبيعة الحال إلى زيادة سرعة دوران النجم النابض. (دفع الكتلة نحو مركز دوران الجسم يؤدي إلى زيادة سرعة الدوران، لذلك يستطيع المتزلج زيادة سرعة دورانه عن طريق سحب يديه نحو جذعه).

يبلغ حجم النجوم النابضة كحجم مدينة صغيرة، لذا فإن زيادة سرعتها إلى هذا الحد ليس بالأمر السهل. في الواقع، تتطلب نجوم الميلي ثانية مصدرا إضافيا من الطاقة للوصول إلى معدل دوران عالي.

يعتقد العلماء أن نجوم الميلي ثانية النابضة تكوّنت عن طريق امتصاص الطاقة من مصدر مجاور، حيث يسحب النجم المادة والطاقة من ذلك المصدر، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة سرعة دوران النجم النابض. يعد هذا أمرا سيئا للنجم القريب، لأنه من الممكن أن يلتهمه النجم النابض كليّا. قد يفسر ذلك سبب عدم اكتشاف أي جسم قريب من نجوم الميلي ثانية النابضة. سمّيت الأنظمة التي رأى فيها العلماء نجما نابضا يمتص حياة نجم آخر بنجوم الأرملة السوداء (**black widow**) أو نجوم ريدباك (**redback**)، نسبة إلى نوعين من العناكب الخطرة والتي تهدد الحياة.



رسم انطباعي لنجم نابض يمتص المادّة من نجم مجاور، وبداية تشكّل نجم الميلي ثانية النابض. حقوق: NASA/CXC/M.Weiss

ما الذي يتسبب في إشعاع النجم النابض؟

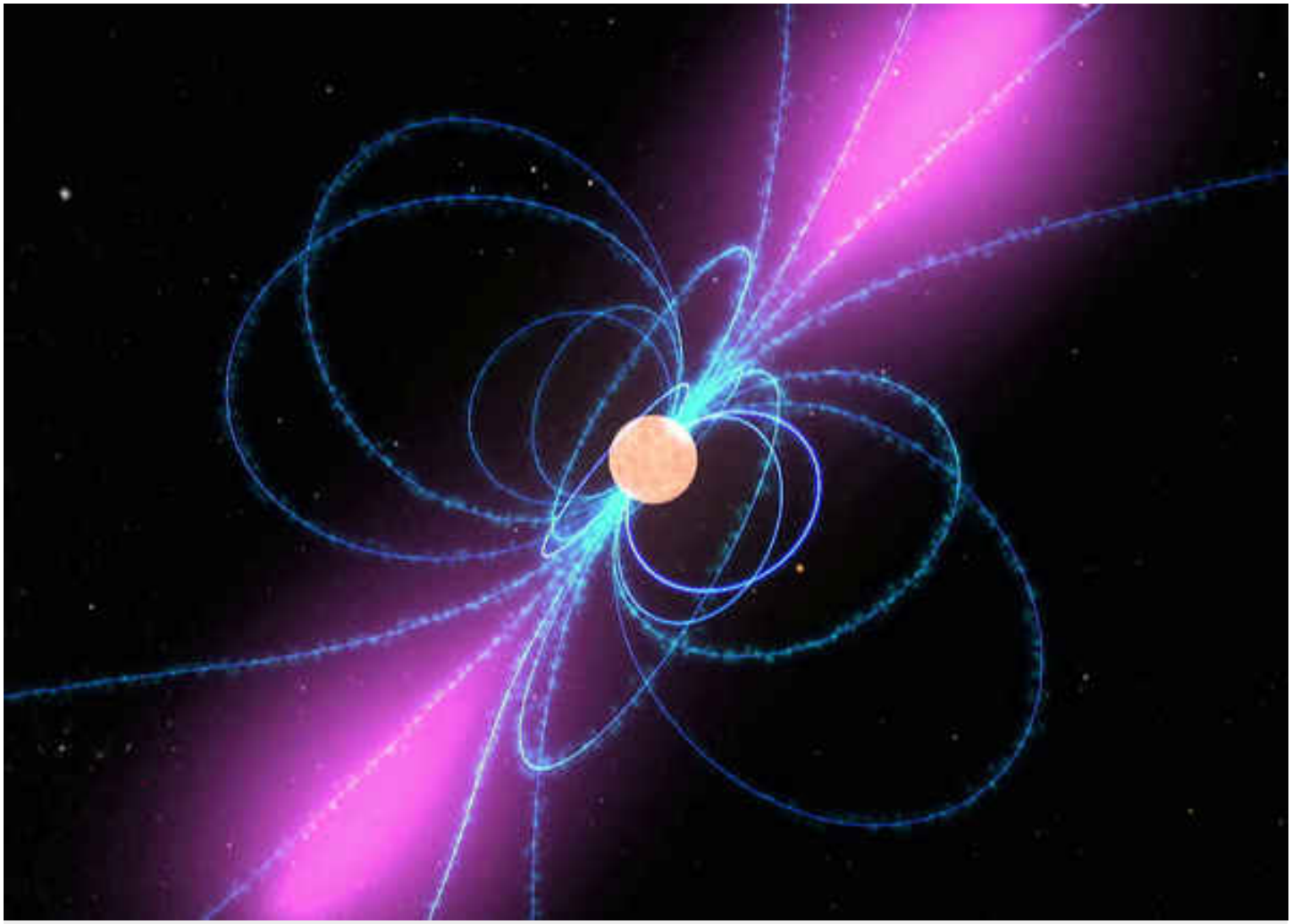
يستطيع النجم النابض أن يشعّ في أطوال موجية متعددة، ابتداءًا بالموجات الراديوية (**radio waves**) ووصولا إلى أشعة غاما (**gamma-rays**)؛ والتي تعد أكثر أنماط الضوء طاقة في الكون.

كيف يشع الضوء من النجم النابض؟ في الواقع لا يمتلك العلماء إجابة مفصلة لهذا السؤال، وذلك بحسب آليس هاردينغ **Alice Harding**، عالمة الفيزياء الفلكية في مركز غودارد للطيران الفضائي التابع لناسا في غرينبلت، بولاية ماريلاند، والمتخصصة في النجوم النابضة. كما أوضحت هاردينغ أن العلماء قد وجدوا آليات مختلفة هي على الأرجح المسؤولة عن إنتاج أطوال موجية مختلفة من الضوء من منطقة تقع فوق سطح النجم النابض.

إن الأشعة الضوئية التي تشبه المنارة والتي رصدها العلماء أول مرة في ستينيات القرن الماضي كانت تتكون من موجات راديوية. تمت ملاحظة هذه الأشعة بسبب كونها ضيقة وشديدة السطوع، وتمتلك خصائص مشابهة لخصائص شعاع الليزر. يعد شعاع الليزر مترابطًا على عكس الضوء غير المترابط الذي يشع من مصباح كهربائي مثلا. في شعاع الضوء المترابط، تسير جسيمات الضوء بشكل متسق، مكونة شعاعا منتظما ومركّزا. عندما تعمل جسيمات الضوء معا بهذا الشكل، تستطيع إنتاج شعاع ضوئي أسطع بكثير من مصدر ضوئي

متفرّق يستهلك نفس الكمية من الطاقة.

الأمر الذي يبدو واضحا للعلماء هو أن الانبعاثات الصادرة عن النجم النابض يتم تغذيتها عن طريق دورانه ومجاله المغناطيسي، وذلك وفقا لما قاله روجر روماني **Roger Romani**، أستاذ الفيزياء في جامعة ستانفورد والذي يدرُس النجوم النابضة والأجسام المضغوطة. إن أسرع النجوم النابضة دورانًا لديها مجالات مغناطيسية أضعف من تلك التي تدور بوتيرة أبطأ، ولكن زيادة الدوران لا زالت كافية لأن تسبب إشعاعا في النجوم السريعة مشابها للإشعاعات الساطعة في النجوم النابضة الأبطأ، وذلك أيضا بحسب روماني.



رسم انطباعي لخطوط المجال المغناطيسي على شكل حلقات حول النجم النابض. يمثل التوهج الأرجواني ضوء أشعة غاما. محور الدوران غير موضّح بالرسم، وهو لا ينحاذى مع محور المجال المغناطيسي. حقوق: ناسا NASA

يقدّم الرسم أعلاه فكرة عن خطوط المجال المغناطيسي للنجم النابض وكيفية دورانها حوله ومن ثم تتصل مع بعضها عند القطبين. لكن، في الواقع، عندما يدور النجم النابض، يسحب المجال المغناطيسي معه، وبذلك يخلق صورة أكثر تعقيدا.

إن دوران المجال المغناطيسي يولّد مجالا كهربائيا، والذي بدوره يتسبب في حركة الجسيمات المشحونة (يخلق تيارا كهربائيا). تسمى المنطقة فوق سطح النجم النابض والتي يسيطر عليها المجال المغناطيسي بالغلاف المغناطيسي (**magnetosphere**). في هذه المنطقة، تُسرّع الجسيمات المشحونة مثل الإلكترونات والبروتونات، أو الذرات المشحونة إلى سرعات عالية عن طريق مجال كهربائي قوي جدا.

في أي وقت تتسرّع فيه الجسيمات المشحونة (أي أنها إما أن تزيد سرعتها، أو تغيّر اتجاهها) فإنها تشع ضوءًا. على الأرض، توجد أجهزة تسمى سنكروترونات (**synchrotrons**) ، تسرّع الجسيمات إلى سرعات عالية جدا وتستخدم الضوء الذي تشعّه لأغراض الدراسات العلمية. أما في الغلاف المغناطيسي للنجم النابض، تولّد هذه العملية الأساسية الضوء في المدى البصري ومدى الأشعة السينية.

لكن ماذا عن أشعة غاما المنبعثة من نجم نابض؟ تشير هاردينغ إلى أن عمليات الرصد تظهر انبعاث أشعة غاما من موقع مختلف عن أشعة الموجات الراديوية في الفضاء المحيط بالنجم، وعلى ارتفاع مختلف فوق السطح. بالإضافة إلى كونها أشعة غير ضيقة كقلم الرصاص، بل تنبعث على شكل مروحة. لكن كما هو الحال مع انبعاثات الموجات الراديوية، لا زال العلماء يبحثون عن الآلية الدقيقة المسؤولة عن توليد أشعة غاما من النجم النابض.

البحث عن النجوم النابضة

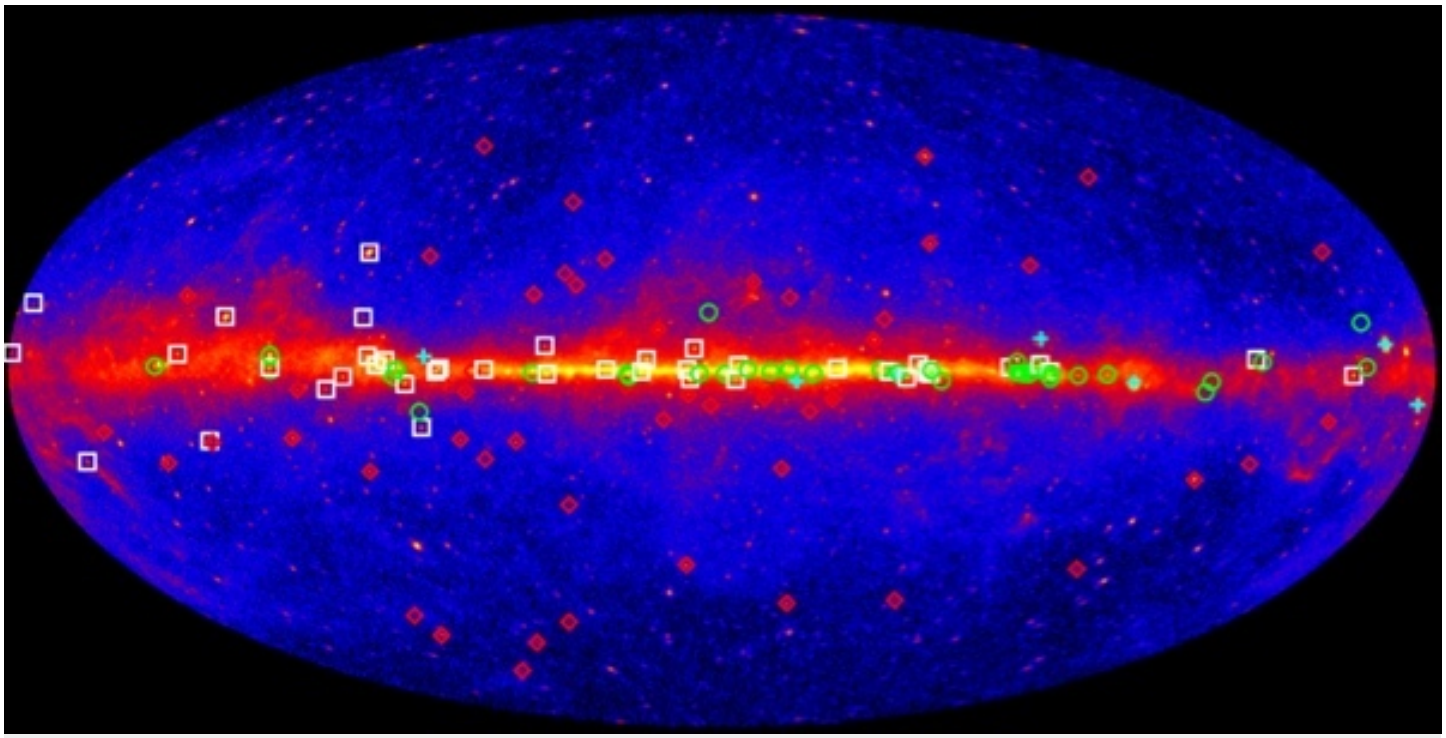
اكتشف العلماء النجوم النابضة باستخدام تلسكوبات راديوية، ولازالت التقنيات الراديوية هي الوسيلة الرئيسية لتعقّب هذه الأجسام. يتمكن العلماء من التحري عن وجود النجوم النابضة باستخدام مسح سماوي كامل، وذلك لأن النجوم النابضة عبارة عن أجسام صغيرة وباهتة بالمقارنة مع العديد من الأجسام السماوية الأخرى.

يقوم التلسكوب بعملية مسح كامل للسماء، ومع مرور الوقت يستطيع العلماء البحث عن الأجسام التي تومض ثم تختفي. وجد تلسكوب باركس **Parkes** الراديوي الموجود في أستراليا معظم النجوم النابضة المعروفة. من التلسكوبات الأخرى التي ساهمت بشكل أساسي في عمليات البحث تلسكوب أريسيبو **Arecibo** الراديوي في بويرتو ريكو، وتلسكوب جرين بانك **Green Bank** في فرجينيا الغربية، وتلسكوب مولونجلو **Molonglo** في أستراليا، وتلسكوب جودريل بانك **Jodrell Bank** في إنجلترا.

ربما ستُكتشف الآلاف من النجوم النابضة الجديدة باستخدام اثنين من تلسكوبات المسح الراديوي واللذان من المقرر بدأ عملهما في جمع البيانات في الخمس سنوات القادمة، وذلك وفقا لما أدلى به سكوت رانسوم **Scott Ransom**، وهو موظف فلكي في المرصد الفلكي الراديوي الوطني (**NRAO**) في شارلوتسفيل، فرجينيا.

والتلسكوبان هما تلسكوب الفتحة الكروية ذات الخمسمئة متر الصيني أو اختصارا (**FAST**)، الذي من المتوقع الانتهاء من عمليات بنائه الأساسية في وقت مبكر من سبتمبر/أيلول 2016، والثاني هو مصفوف الكيلومتر المربع أو اختصارا (**SKA**)، المموّل من قبل عدد من الدول. من المقرر أن يبدأ بناء (**SKA**) عام 2018، في موقعين في جنوب أفريقيا وأستراليا. يقول موقع المنظمة أن عمليات الرصد العلمية المبكرة يمكن أن تبدأ عام 2020، إلا أن المنظومة لن تصل إلى العمليات العلمية المتكاملة (للمنشأتين) إلا بحلول عام 2030.

لقد اكتشف تلسكوب فيرمي الفضائي لأشعة غاما، الذي أطلق في يونيو/ حزيران عام 2008، 2050 نجم نابض تنبعث منه أشعة غاما، بما فيهم 93 نجم نابض من نوع الميلي ثانية. لقد أصبح فيرمي مفيدا بشكل خاص لأنه يقوم بعملية مسح كلي للسماء، في حين أن معظم المُسوحات الراديوية تكون لأجزاء من السماء على طول مستوى مجرة درب التبانة.



خريطة للسماء تظهر النجوم النابضة التي تنبعث منها أشعة غاما والتي التقطتها أداة LAT الموجودة على تلسكوب فيرمي الفضائي لأشعة غاما. يشار إلى نجوم أشعة غاما النابضة بإشارة (+)، ويشار إلى الأشعة الراديوية الشابة-منتقاة (بدائرة)، وأشعة غاما الشابة-منتقاة (بمربع)، ونجوم الميلي ثانية النابضة (بمعيّن). حقوق: Fermi-LAT/GSFC

إن الكشف عن الأطوال الموجية المختلفة للضوء الصادر عن النجم النابض ليس أمرا سهلا. قد يكون شعاع الموجات الراديوية الصادر عن النجم النابض قويّا جدا، ولكنه إذا لم يمر عبر الأرض (ويدخل مجال الرؤية الخاص بالتلسكوب)، فلن يتمكن الفلكيون من رؤيته. ربما تعبر انبعاثات أشعة غاما الصادرة عن النجم مساحة أكبر من السماء، ولكنها قد تكون معتمة واكتشافها أكثر صعوبة.

بحلول 22 من مارس/أذار عام 2016، أحصى العلماء ما يقارب 2300 نجم نابض يصدر أشعة راديوية فقط، وحوالي 160 نجم نابض يشع أشعة غاما. يقول رانسوم أن العلماء على علم ب 240 نجم نابض من نوع ميلي ثانية، 60 منهم يصدرون أشعة غاما. تتغير هذه الأرقام بشكل مستمر حينما تُكتشف نجوم نابضة جديدة.

استخدامات النجوم النابضة

تعتبر النجوم النابضة أدوات كونية مذهلة تُمكّن العلماء من دراسة مجموعة واسعة من الظواهر. يحمل الضوء المنبعث من النجم النابض معلومات عن هذه الأجسام وما يحدث داخلها. هذا يعني أنها تعطي العلماء معلومات حول فيزياء النجوم النيوترونية، والتي تعتبر المادة الأكثر كثافة في الكون (باستثناء ما يحدث للمادة داخل الثقب الأسود). تحت هذا الضغط الهائل، تسلك المادة سلوكا لم يشاهد من قبل في أي بيئة كونية. يطلق العلماء على حالة المادة الغريبة داخل النجوم النيوترونية بالباستا النووية (**nuclear pasta**)، في بعض الأحيان ترتّب الذرات نفسها على شكل ورق مسطح، مثل اللزانيا، أو على شكل اللولب مثل الفسيلي، أو كناجيت صغيرة مثل الجنوكتشي.

أثبتت أيضا بعض النجوم النابضة فائدتها العظيمة، والسبب يعود إلى نبضاتها الدقيقة. يوجد العديد منها تومض بشكل منتظم وبالغ الدقة، لذلك فإنها تعتبر الساعات الطبيعية الأكثر دقة في الكون. نتيجة لذلك، يمكن للعلماء مشاهدة التغيّرات التي تحدث لومضات النجم النابض والتي قد تشير إلى حدث ما في الفضاء القريب.

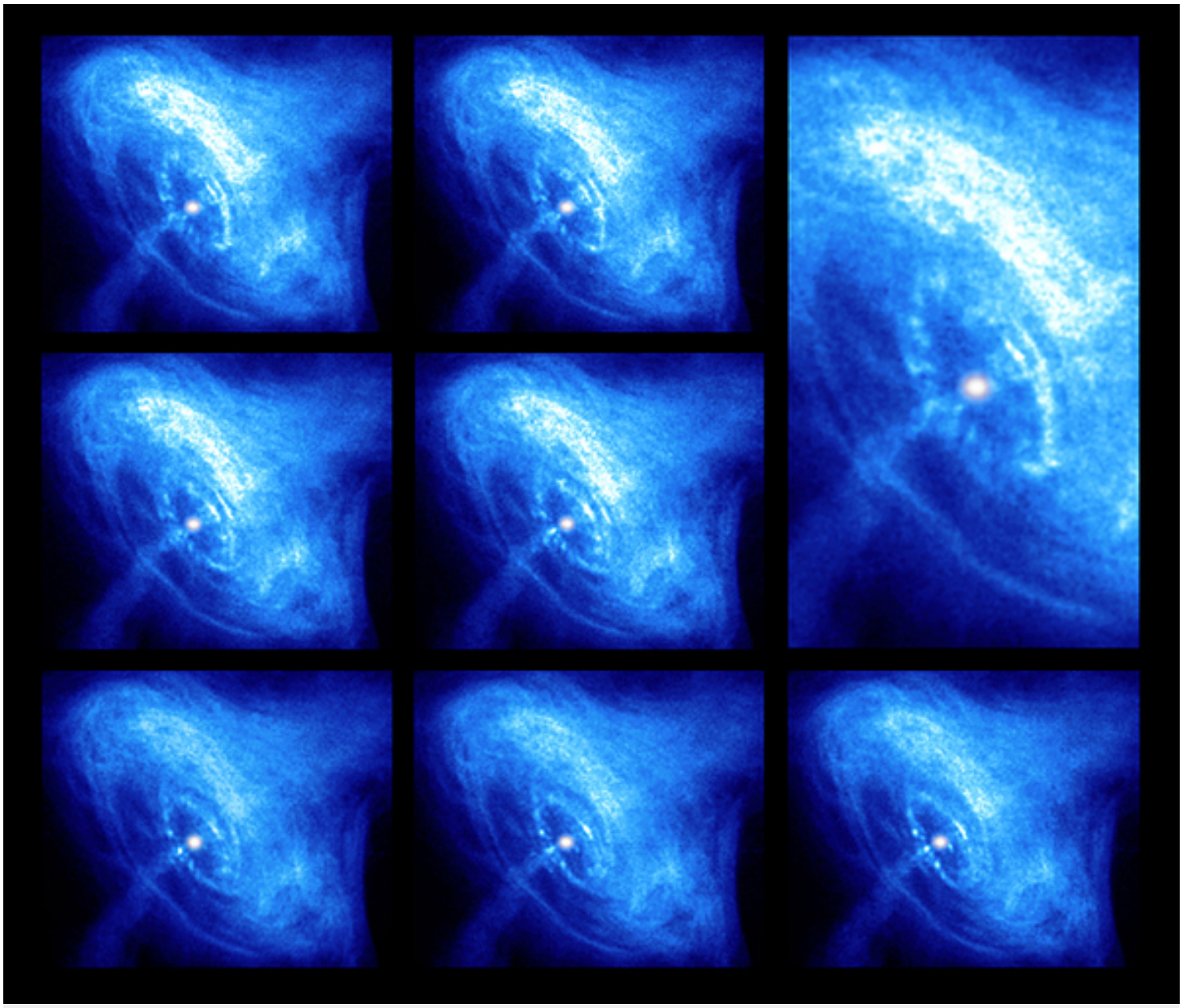
باتباع هذا الأسلوب بدأ العلماء بتمييز وجود الكواكب الغريبة التي تدور حول هذه الأجسام الكثيفة. في الواقع، إن أول كوكب وجد خارج مجموعتنا الشمسية كان يدور حول نجم نابض.

يستطيع العلماء حساب المسافات الكونية باستخدام العديد من النجوم النابضة، وذلك لأنها تتحرك عبر الفضاء في الوقت الذي تومض فيه عددا من المرات في الثانية الواحدة. إن تغيّر موقع النجم يعني أن الضوء الذي يصدره يتطلب وقتا أكثر أو أقل ليصل إلى الأرض. لقد تمكّن العلماء من تنفيذ بعض أدق قياسات المسافة للأجسام الكونية، والفضل كله يعود للتوقيت المتقن للنبضات.

لقد استخدمت النجوم النابضة لاختبار أبعاد النظرية النسبية لألبرت أينشتاين، مثل القوة الشاملة للجاذبية **universal force of gravity**.

يمكن أن يتعطل التوقيت الاعتيادي للنجم النابض بسبب الأمواج الثقالية –تموجات الزمكان (**spacetime**) التي تنبأ بها أينشتاين والتي تم الكشف عنها بشكل مباشر في فبراير/شباط 2016. هناك عدة تجارب حالية تبحث عن الأمواج الثقالية باستخدام أسلوب النجم النابض نفسه.

يقول رانسوم إن استخدام النجوم النابضة في هذه الأنواع من التطبيقات تعتمد على استقرارها في الدوران (وبالتالي توفير ومضات منتظمة جدا). جميع النجوم النابضة تتباطأ تدريجيا بسبب دورانها، ولكن تلك التي تستخدم للقياسات الدقيقة تتباطأ ببطء شديد، لذا لايزال العلماء يستخدمونها كأدوات ثابتة لحفظ الوقت.



هذه الصور من نجم السرطان النابض، التقطها مرصد شاندرا للأشعة السينية Chandra X-ray Observatory على مدى عدة أشهر، يَظهر النجم النابض الأبيض الساطع في المنتصف، وتدفقات المادة تنتشر بعيدا. حقوق: NASA/CXC/ASU/J.Hester et al

مقابر النجوم النابضة

تتباطأ النجوم النابضة تدريجيا مع تقدمهم في العمر. إن الانبعاثات الراديوية الصادرة عن النجم النابض تتغذى بشكل مشترك من قبل مجاله المغناطيسي ودورانه. نتيجة لذلك، فإن النجم النابض الذي يتباطأ يخسر طاقته أيضا، ويتوقف عن إصدار الإشعاعات تدريجيا (أو على الأقل، يتوقف عن إصدار إشعاعات كافية لتكتشفها التلسكوبات)، وذلك وفقا لما قاله هاردنغ. تشير عمليات الرصد إلى أن النجوم النابضة تنخفض تحت عتبة الكشف لأشعة غاما قبل الموجات الراديوية. عندما تصل إلى هذه المرحلة من الحياة، فإنها تدخل فيما يسمى بمقبرة النجم النابض (**pulsar graveyard**). (النجوم النابضة التي تتوقف انبعاثاتها يمكن أن يعتبرها الفلكيون نجوم نيوترونية عادية).

يقول رانسوم أنه عندما يتشكل النجم النابض من حطام سوبرنوفا (**supernova**)، يدور بسرعة ويشعّ الكثير من الطاقة. يعد نجم

السرطان النابض المدروس بعناية مثالا على هذا النوع من النجوم النابضة الشابة. قد يستمر هذا الطور لبضع مئات من آلاف السنين، بعدها يبدأ النجم بالتباطؤ وإصدار موجات راديوية فقط. يضيف رانسوم أن هذه النجوم النابضة متوسطة العمر تمثل غالبية تعداد النجوم النابضة المعروفة بإطلاق موجات راديوية فقط. تعيش هذه النجوم النابضة لعشرات الملايين من السنوات قبل أن تتباطأ بشدة وتموت وتدخل في مقبرة النجم النابض.

لكن إذا ما تموضع النجم النابض بجانب جار نجمي، من الممكن أن يعاد تدويره، هذا يعني أنه سيمتص المواد والطاقة من جاره، مما يزيد من دورانه مئات المرات في الثانية الواحدة ـ وبالتالي خلق نجم ميلي ثانية نابض، ومنح النجم النابض الميت حياة جديدة.

يمكن أن يحدث هذا التغيير في أي وقت من حياة النجم النابض، أي من الممكن أن تزداد وتيرة دوران النجم النابض الميت عبر مئات إلى ملايين السنين. يبدأ بعدها النجم النابض بإطلاق الأشعة السينية، ويسمى الجسمان المقترنان بثنائي الأشعة السينية منخفض الكتلة **low-mass X-ray binary**، وذلك وفقا لما قاله رانسوم.

(سمّيت هذه النجوم النابضة المتوحشة بنجوم الأرملة السوداء النابضة أو ريدباك، في إشارة إلى نوعين من العناكب التي عرف عنها قتل قرنائها). تعد نجوم الميلي ثانية أقدم النجوم النابضة المعروفة ـ يبلغ عمر بعضها مليارات السنين وهي مستمرة بالدوران بنفس الوتيرة العالية لعدة مليارات أخرى من السنين.

- التاريخ: 2016-10-06
- التصنيف: أجسام كونية

#الثقوب السوداء #النجوم النيوترونية #البولزارات #النجوم النابضة #الامواج الثقالية

المصطلحات

- **الأمواج الثقالية (gravitational waves)**: عبارة عن تموجات في الزمكان، نشأت عن حركة الأجسام في الكون. أكثر المصادر التي تُنتج مثل هذه الأمواج، هي النجوم النترونية الدوارة، والثقوب السوداء الموجودة خلال عمليات الاندماج، والنجوم المنهارة. يُعتقد أيضاً بأن الأمواج الثقالية نتجت أيضاً عن الانفجار العظيم. المصدر: ناسا
- **الغلاف المغناطيسي (Magnetosphere)**: هي المنطقة من الفضاء التي تكون قريبة من جسم فلكي ما ويتم داخلها التحكم بالجسيمات المشحونة من قبل الحقل المغناطيسي للجسم.
- **النجم النيوتروني (Neutron star)**: النجوم النيوترونية هي أحد النهايات المحتملة لنجم. وتنتج هذه النجوم عن نجوم فائقة الكتلة ـ تقع كتلتها في المجال بين 4 و8 ضعف كتلة شمسنا. فبعد أن يحترق كامل الوقود النووي على النجم، يُعاني هذا النجم من انفجار سوبرنوفا، ويقوم هذا الانفجار بقذف الطبقات الخارجية للنجم على شكل بقايا سوبرنوفا جميلة.
- **المستعرات الفائقة (السوبرنوفا) (supernova)**: 1) هي الموت الانفجاري لنجم فائق الكتلة، ويُنتج ذلك الحدث زيادة في

اللمعان متبوعةً بتلاشي تدريجي. وعند وصول هذا النوع إلى ذروته، يستطيع أن يسطع على مجرة بأكملها. 2. قد تنتج السوبرنوفات عن انفجارات الأقزام البيضاء التي تُراكم مواد كافية وقادمة من نجم مرافق لتصل بذلك إلى حد تشاندراسيغار. يُعرف هذا النوع من السوبرنوفات بالنوع Ia. المصدر: ناسا

- **الجاذبية (gravity)**: قوة جذب فيزيائي متبادلة بين جسمين.
- **مركز غودارد لرحلات الفضاء (GSFC)**: هو واحد من المراكز العلمية التي تقوم ناسا بتشغيلها. المصدر: ناسا

المصادر

- space

المساهمون

- ترجمة
  - شهامة شقفة
- مُراجعة
  - همام بيطار
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد