إلى أي مدى يمكنك الاقتراب من الثقب الأسود؟



(حقوق الصورة: © Shutterstock)

تسقط تيارات من الغازات إلى هلاكها منغمسةً في ثقوب سوداء، ومبتعدةً عن الكون إلى الأبد. ترسل هذه القطع الغازية في لحظاتها الأخيرة توهجًا أخيرًا من الضوء، وهو من ألمع الانبعاثات في الكون.

إن غطسات الموت هذه بعيدةٌ جدًا بحيث لا يمكن رؤيتها مباشرةً، ولكن ابتكر الفلكيون تقنيةً جديدةً للكشف عن صرخاتهم المذعورة للحصول على المساعدة، ويستخدمون هذه الطريقة لاختبار معرفتنا بالجاذبية في أكثر بيئات الكون تطرفًا.

نظر الفيزيائيون في دراسةٍ جديدةٍ إلى ميزاتٍ معينةٍ لهذا الضوء لمعرفة أقرب نقطةٍ يمكن الوصول إليها في ثقبٍ أسودٍ دون الحاجة إلى العمل بجدٍّ لمنع وقوع كارثة ـ عتبة تُسمّى المدار الدائري المستقر الداخلي، أو اختصارًا ISCO؛ وجد الباحثون أن طريقتهم يمكن أن تعمل مع تلسكوبات الأشعة السينية الأكثر حساسيةً التي ستدخل حيز العمل.

فوق الشلال

إن أفق الحدث لثقب أسود هو الخط الخفي في الرمل الذي لا يمكنك العودة منه أبدًا؛ لن يكون بإمكان أي شيء، حتى الضوء نفسه، العودة إلى الكون بمجرد أن يمر عبر أفق الحدث، لأن جاذبية الثقب الأسود قويّةٌ جدًا داخل تلك المنطقة.

غير أن كل شيء خارج الثقب الأسود مدهش، تتراوح كتلة ثقب أسود معين (من بضع مرات ضعف حجم الشمس بالنسبة للثقوب الأصغر في المجرة، حتى مليارات المرات بالنسبة للثقوب الهائلة التي تجتاح الكون)، كما يشبه الدوران حول مدار الثقب الأسود تمامًا الدوران حول مدار أي شيء آخر له نفس الكتلة. إن الجاذبية هي الجاذبية، وإن المدارات هي المدارات.
تجد الكثير من الأشياء في الكون نفسها تدور فعلًا حول الثقوب السوداء، فبمجرد أن يعلق هؤلاء المغامرون المتهورون في قبضة جاذبية الثقب الأسود، فإنهم يبدؤون الرحلة نحو النهاية. تُضغَط المادة عندما تسقط باتجاه الثقب الأسود على شكل شريطٍ رفيعٍ كالشفرة يُعرَف باسم قرص التنامي accretion disk؛ يدور ذلك القرص كثيرًا، بينما تقوم الحرارة والاحتكاك والقوى المغناطيسية والكهربائية بتنشيطه، مما يتسبب في توهج المادة بشكلٍ ساطعٍ.

أما في حالة الثقوب السوداء الأكثر ضخامةً، تتوهج أقراص التراكم حولها بقوةٍ لدرجة أنها تحصل على اسمٍ جديدٍ: النوى المجرية النشطة active galactic nuclei، أو اختصارًا AGN، وهي قادرة على التفوق على ملايين المجرات الفردية.

تحتك قطع المواد الفردية في قرص التنامي مع القطع الأخرى، ما يؤدي إلى استنزافها الطاقة الدورانية، ودفعها إلى الداخل إلى الفك الفجائي لأفق حدث الثقب الأسود، لكن ومع ذلك، لولا قوة الاحتكاك تلك، ستتمكن المادة من الدوران حول الثقب الأسود إلى الأبد، بالطريقة نفسها التي يمكن للكواكب بها أن تدور حول الشمس لمليارات السنين.

طلب المساعدة

مع اقترابك من مركز الثقب الأسود، تصل إلى نقطةٍ معينةٍ حيث تحطم صخور الجاذبية كل آمال الاستقرار؛ تكون قوى الجاذبية شديدة للغاية خارج الثقب الأسود مباشرةً، ولكن قبل الوصول إلى أفق الحدث، بحيث تصبح المدارات المستقرة مستحيلة؛ لا يمكنك البقاء في مدارٍ هادئٍ حين تصل إلى هذه المنطقة، إذ لديك خياران فقط: إذا كان لديك صواريخ أو مصدرًا آخر للطاقة، فيمكنك دفع نفسك بعيدًا إلى بر الأمان، ولكن إذا كنت قطعة من الغازات، فستسقط مباشرةً نحو الكابوس المظلم المنتظر أدناه.

إن هذا الحدّ، أي المدار الدائري المستقر الأعمق (أو ISCO لعشاق المصطلحات الفلكية)، هو تنبؤ قوي للنظرية النسبية العامة لأينشتاين، وهي نفس النظرية التي تتوقع وجود ثقوبٍ سوداءَ في المقام الأول.

على الرغم من نجاح النسبية العامة في توقع وشرح الظواهر عبر الكون، ومعرفتنا المؤكدة بأن الثقوب السوداء حقيقية، إلا أننا لم نتمكن أبدًا من التحقق من وجود ISCO، أو إذا ما كانت تتوافق مع تنبؤات النسبية العامة.

لكن قد يوفر لنا الغازُ الذي يقع في جحيمها وسيلةً للتحقق من هذا الوجود.

أضواء الرقص

نشر فريق من علماء الفلك مؤخرًا مقالةً في مجلة الإشعارات الشهرية للجمعية الفلكية الملكية، وحُمِّلَت أيضًا في مجلة أركسيف arXiv التمهيدية، وتصف المقالة كيفية الاستفادة من هذا الضوء المحتضر لدراسة ISCO، وتعتمد تقنيتهم على خدعةٍ فلكيةٍ تُعرف باسم رسم خرائط الصدى، والتي تستغل حقيقة أن مناطقَ مختلفةً حول الثقب الأسود تضيء بطرقٍ مختلفةٍ.

عندما يتدفق الغاز من قرص التنامي، بعد ISCO –الجزء الأعمق من قرص التنامي– إلى الثقب الأسود نفسه، فإنه يصبح ساخنًا جدًا لدرجة أن شريحةً واسعةً من الأشعة السينية عالية الطاقة تنبعث منه. يضيء ضوء الأشعة السينية ذاك في جميع الاتجاهات بعيدًا عن الثقب الأسود، ويمكننا أن نرى هذا الانبعاث من الأرض، ولكن تفاصيل بنية قرص التراكم تضيع في اندلاع مجد الأشعة السينية. (سيساعد فهم المزيد عن قرص التنامي علماء الفيزياء الفلكية على التحكم في ISCO أيضًا).

يضيء نفس ضوء الأشعة السينية مناطقَ تقع خارج قرص التنامي، وهي مناطق تهيمن عليها كتل من الغازات الباردة. يتنشط الغاز البارد بواسطة الأشعة السينية، ويبدأ في بعث الضوء الخاص به في عمليةٍ تُسمّى الفلورة fluorescence. يمكننا الكشف عن هذا الانبعاث أيضًا بشكلٍ منفصلٍ عن اندلاع الأشعة السينية المنبعث من المناطق الأقرب إلى الثقب الأسود.

يستغرق الأمر وقتًا حتى ينتقل الضوء إلى الخارج من ISCO، والجزء الخارجي من قرص التنامي إلى الغاز البارد، وإذا نظرنا بعناية، يمكننا أن نلاحظ في البداية المناطق المركزية (ISCO والأجزاء الداخلية من قرص التنامي)، يليها بعد فترة قصيرة "صدى" الطبقات خارج ISCO وقرص التنامي المحيط بها مباشرةً.

يعتمد توقيت وتفاصيل الضوء المانع على بنية قرص التراكم الذي استخدمه علماء الفلك سابقًا لتقدير كتلة الثقوب السوداء؛ استخدم الباحثون في هذه الدراسة الأخيرة عمليات محاكاةٍ حاسوبيةٍ معقدةً لمعرفة كيف تؤثر حركة الغاز داخل ISCO (أي كيف يموت الغاز أثناء سقوطه أخيرًا نحو أفق حدث الثقب الأسود) على انبعاث الأشعة السينية القريبة منها وعلى الغاز الخارجي.

ووجدوا أنه على الرغم من أننا لا نمتلك حاليًا الحساسية لقياس الغاز المنكوب، فإن الجيل القادم من تليسكوبات الأشعة السينية سيكون قادرًا على ذلك، ما يسمح لنا بتأكيد وجود ICSO واختبار ما إذا كان يتوافق مع توقعات النسبية العامة في أكثر مناطق الجاذبية تطرفًا في الكون بأكمله.

- التاريخ: 2020-06-19
- التصنيف: الثقوب السوداء

#الثقوب السوداء #أفق الحدث

المصطلحات

- **قرص التضخم (التراكم) (accretion disk)**: صفيحة مسطحة نسبياً ومكونة من الغاز والغبار المحيطين بنجم مولود حديثاً، أوثقب أسود، أو أي جسم فائق الكتلة ينمو بالحجم من خلال جذبه للمواد.

المصادر

- livescience.com

المساهمون

- ترجمة
  - كندا خضور
- مُراجعة
  - سارة بوالبرهان
- تحرير
  - رأفت فياض
- تصميم
  - أحمد أزميزم
- نشر
  - Azmi Salem