عالم الفيزياء الفلكية جوي بيسي يجيب عن أسئلتكم المتعلقة بالكون



(حقوق الصورة: © Joe Pesce)

أهلًا بعشاق الفضاء! لقد تمكنّا مؤخرًا من تنظيم حصة "اسألني ما تريد" مع الدكتور العظيم جوي بيسي Dr. Joe Pesce، عالم الفيزياء الفلكية المهتم بالبيئة المستضيفة للثقوب السوداء فائقة الضخامة supermassive black holes على منتدانا، والذي يشغل حاليًا منصب مدير برنامج بمؤسسة العلوم الوطنية National Science Foundation (NSF)، أحد فروع العلوم الفلكية والمشرف على مرصد الإذاعة الوطنية لعلوم الفلك National Radio Astronomy Observatory (NRAO).

لقد شاركنا قدرًا هامًّا من المعلومات بطريقةٍ جدّ مبسطةٍ لدرجةٍ ستلفت انتباه كلٍّ من يُطالع أجوبته.

جمعنا لكم الصفحة الأولى من سلسلة الأسئلة والأجوبة تجدونها في الأسفل ونتمنى أن تقضوا وقتًا ممتعًا أثناء قراءتكم لهذه الإجابات على قدر استمتاعنا بهذه الاستضافة.

نتوجه بجزيل الشكر للدكتور جوي لتخصيصه من وقته للإطلالة علينا كما نتوجه بالشكر لكلٍّ من ساهم في ذلك.

سؤال: إذا فرضنا أن الثقب الأسود هو فقط "تركيزٌ عالٍ للجاذبية"، وإذا كان النجم كرةً من الطاقة المركزة، هل هناك أيّ نقطةٍ يمكن فيها "ملء" الثقب الأسود؟ وإذا كان ذلك ممكنًا كم هو عدد النجوم التي تكفي "لملء" ثقبٍ أسودَ؟ أو هل تؤدي عملية ملء ثقبٍ أسودَ إلى جعله أكبر مما هو عليه؟

بيسي: إن الثقب الأسود هو "تفرد" "singularity" يحيط به أفق الحدث event horizon. يكون للتفرد نصف قطر يعادل الصفر، ولكن يكون لأفق الحدث حجمٌ محدودٌ (يتناسب مع الكتلة الموجودة داخله)؛ نحن نجهل (أو لا نستطيع) معرفة ما يحصل للمادة وللأشعة عندما تكون داخل منطقة أفق الحدث لذلك فإن أيَّ حديثٍ عن ذلك هو مجرد تكهنات. بالتالي، عندما تسقط المادة في أفق الحدث، تزداد كتلة الثقب الأسود (يحدث نفس الشيء بالنسبة لنصف قطر أفق الحدث). لقد شاهدنا إلى يومنا هذا بعض الثقوب السوداء فائقة الضخامة: على سبيل المثال، يبلغ حجم الثقب الأسود فائق الضخامة المتواجد في مجرة M87 نحو 6.5 مليار مرة كتلة الشمس.

سؤال: هل شهدنا إلى يومنا هذا ازديادًا ملحوظًا في حجم ثقبٍ أسودَ ناتجًا عن المادة التي تسقط داخله؟ وإذا كان ذلك صحيحًا، وإذا كانت الثقوب السوداء تصبح أكبر وأكبر بمجرد امتصاصها للمادة، ألا يعني ذلك في النهاية أن الكون سينهار ليتحول إلى ثقبٍ أسودَ وحيدٍ فائق الضخامة؟

بيسي: "تتغذى" الثقوب السوداء عمومًا ببطءٍ (نسبيًا) لذلك تمثل الكتلة المضافة نسبةً ضئيلةً من الكتلة الإجمالية؛ يكون هذا صحيحًا بالنسبة لثقبٍ أسودَ في حجم نجمٍ (نحو 5 مرات كتلة الشمس) التي تجذب الكتلة من نجمٍ رفيقٍ قريبٍ، أو ثقبٍ أسودَ فائقِ الضخامة (لنقل مليار مرة كتلة الشمس) الذي يتغذى على نجم تبلغ كتلته من 2 إلى 3 مرات كتلة الشمس؛ لو كانت بحوزتنا أجهزةٌ حساسةٌ بشكلٍ كافٍ لكان بإمكاننا قياس ذلك التغير، ولكني لا أعتقد أننا بلغنا تلك المرحلة بعد.

إن العالم بصدد التمدد، ما يعني أن الأجسام تبتعد أكثر فأكثر عن بعضها البعض، لذلك من الممكن أن نعتبر فرضية انهيار الكون بكامله إلى ثقبٍ أسودَ غير ممكنةٍ.

أما بالنسبة للثقوب السوداء الكبيرة فعلًا، لنقل كذلك الموجود في مجرة M87 والذي يبلغ حجمه 6,5 مليار مرة كتلة الشمس: فهي تمثل كتلةً كبيرةً جدًّا. ولكن المجرة التي عُثر فيها على هذا الثقب الأسود الكبير لها ترليون مرة كتلة الشمس من الغاز، والغبار، والنجوم، والمادة المظلمة، لذلك يُعتبر الثقب الأسود كبيرًا، لكنه صغيرٌ جدًا مقارنةً بباقي المجرة.

سؤال: ما الذي يحصل إذا دخلت الحزمة الصادرة عن نجمٍ نابضٍ في أفق حدث ثقبٍ أسود؟ هل سيتسبب ذلك في انحناء الحزمة التي ستواصل مسارها نحو الفضاء؟ أم أنها ستحيط بالمصرف مثل الضوء؟

بيسي: إذا دخلت حزمةُ نجمٍ نابض (وهي الضوء) داخل أفق الحدث، يمتص الثقب الأسود الفوتونات، إذا اقتربت الحزمة بشكلٍ كبيرٍ من منطقة أفق الحدث، ولكنها بقيت خارجها، فإنها ستنحني حتمًا. تختلف درجة الانحناء باختلاف درجة قربها، ولكن يمكنك الحصول على

حالة أين تدخل الفوتونات في مدار حول الثقب الأسود.

سؤال: إذن لنفترض أن لديك ثقبين أسودين في مدارٍ حول نجمٍ نابضٍ يمكنك ضبطهما بدقةٍ، هل يمكنك نظريًا استخدامهما لـ"توجيه" حزمة النجم النابض؟ طبعًا، لا يعني ذلك أن أيّ شخصٍ عاقلٍ سيرغب في القيام بذلك.

بيسي: أعتقد أن ذلك سيكون ممكنًا، ولكنهما سيكونان بصدد الدوران حول بعضهما البعض، ما سيعقّد بشكلٍ كبيرٍ أيَّ توجيهٍ؛ إذا كانت لديك القدرة على القيام بذلك، صراحةً أعتقد أنه سيكون من الأسهل تدوير النجم النابض في أي اتجاه تُريده.

سؤال: هل هنالك فعليًا ما يتسبب في تحرك ثقب أسود؟

بيسي: طبعًا، تُعدّ الثقوب السوداء كتلًا، لذلك فهي تتأثر بالكتل الأخرى (وبالتالي بالجاذبية) التي تُحيط بها؛ تدور الثقوب السوداء حول المجرات تمامًا كما تفعل النجوم عندما تدور حول مرافقيها، تسقط في مراكز المجرات، إلخ.

سؤال: كيف تفسر وجود الثقوب السوداء؟ أعني كيف من الممكن أن توجد كتلٌ حيث لا يوجد فضاء بما أنه من غير الممكن أن توجد الجسيمات خارج الفضاء؟

بيسي: يتعلق ذلك بالجاذبية، تُعتبر الجاذبية قوةَ جذبٍ تؤثر على الأجسام ذات الكتلة. يكون "هدف" الجاذبية، إن شئت، إزالة الأجسام من الوجود؛ في حالة وجود كتلةٍ كافيةٍ، ووقوع حدثٍ قويٍّ، عالي الطاقة (على غرار انفجار نجمٍ كبيرٍ جدًّا)، يمكن للجاذبية الانتصار وتحطيم نواة النجم مزيلةً إياها من الوجود لتحولها إلى ثقب أسود. يكون للتفرد نصف قطر يعادل الصفر، ولكنه يحتوي على كتلة الجسم المُحطَّم. يدل ذلك على أن مجال الجاذبية شاسعٌ وشديد القوة لدرجةٍ لا يمكن حتى للضوء الإفلات منه. من المؤكد أن قوانين الفيزياء تنهار على مستوى التفرد (أساسًا لأن نصف قطره يعادل الصفر، ولكن تأتي العديد من قوانين الفيزياء على ذكر مصطلح نصف القطر. لذلك عندما يعادل نصف القطر الصفر، لا يمكن تطبيق هذه المعادلات. ذلك ما يجعلنا (أساسًا) غير قادرين على فهم ما يحصل داخل أفق الحدث الخاص بثقبٍ أسود.

سؤال: هل هنالك ما يدعو للتخوف من الثقوب السوداء هنا على كوكب الأرض؟ ابنتي شبه متخوفة من أن يبتلعنا ثقبٌ أسودُ في نهاية الأمر! هههه.

بيسي: لا يوجد ما يدعو ابنتك ولا أنت (ولا أيًّا كان) للقلق: حتى إذا كانت الثقوب السوداء تمتلك كتلةً كبيرةً، فإن حجمها يكون صغيرًا (نسبيًا). مثلًا إذا كان بإمكاني تحويل شمسنا إلى ثقبٍ أسودَ بضربة ساحر، سيصبح نصف قطر أفق الحدث يعادل نحو الميلين. (ملاحظة: لا يمكن للشمس أن تتحول إلى ثقبٍ أسود. لقد استخدمت فقط عصاي السحرية كعالم فيزياء فلكية (المُسمّاة أيضًا الخيال) للقيام بذلك. حتى الثقوب السوداء فائقة الكتلة الموجودة في مراكز المجرات، التي يبلغ حجمها من ملايين إلى مليارات المرات كتلة شمسنا، هي فقط بحجم نظامنا الشمسي. (كبيرٌ بالنسبة للبشر، صغيرٌ مقارنةً بالكون).

بالمناسبة، يقع أقرب ثقبٍ أسود بحجم نجمٍ رُصِد إلى حدّ الآن على بعد 1000 سنةٍ ضوئية، ويقع أقرب ثقبٍ أسودَ فائقِ الضخامة في مركز مجرتنا، على بعد نحو 26,000 سنة ضوئية.

سؤال: هل هنالك أي جسمٍ نجميٍّ متكونٍ من المادة المظلمة؟

بيسي: توجد المادة المظلمة في كلّ مكانٍ وتحيط بالمجرات (التي تتكون من المادة العادية)، مثلًا. من الممكن وجود سحبٍ متكونةٍ فقط من المادة المظلمة، ولكن لا أعتقد أننا رصدنا نهائيًا أجسامًا مماثلةً.

سؤال: هل تعتقد أننا ملمون بالمادة المظلمة وأننا ننتظر فقط ملء بعض النقاط الفارغة، أم أننا قد نكتشف أنه سيكون علينا الانطلاق من الصفر لفهم المسار الذي يدفع بالكون خارجًا؟

بيسي: أنا على يقين من وجود المادة المظلمة، ولكن هل أننا ملمون بها فعلًا؟ هناك الكثير من الأشياء التي لا زال علينا اكتشافها، ولكننا حتمًا بصدد اكتشاف المزيد والمزيد كل يوم؛ أعتقد أن الشيء الذي قد يدفعنا إلى إعادة النظر في فهمنا لقواعد الفيزياء سيكون عندما نتمكن في النهاية من تحديد نوع المادة المظلمة (على سبيل المثال، أيّ نوع من الجسيمات دون الذرية sub-atomic particle ذلك الذي تنتمي إليه المادة المظلمة).

سؤال: هل تتكون المجرات فائقة الكتلة عمومًا، أو ربما دائمًا من نسبةٍ أعلى من المادة المظلمة من المادة العادية مقارنة بالمجرات الأصغر؟

بيسي: لست متأكدًا من عبارة "دائمًا"، ولكن يبدو أن المجرات فائقة الكتلة تتكون من نسبةٍ أعلى من المادة المظلمة مقارنةً بالمجرات الأصغر. لماذا؟ لا أدري، لكن السؤال المطروح هنا هو أيهما سبق وجوده الآخر، المادة المظلمة أم المجرة؟ ستساعدنا اكتشافاتٌ جديدةٌ على الإجابة عن هذا السؤال المحوري.

سؤال: استنادًا إلى خبرتك التي تقدر بسنواتٍ في هذا المجال، ما هو تصورك لتعدُّد الأكوان؟ هل توجد نسخةٌ مطابقةٌ للأصل من هذا الكون يكون لنا جميعا مكانٌ فيه، ولكن مع الماعز والنوايا الخبيثة؟

بيسي: من المؤكد أن الأكوان المتعددة هي نظريةٌ مثيرةٌ للاهتمام، ويمكن أن تكون ممكنةً (بما في ذلك كل هذه الأشياء التي ذكرتها). مع ذلك يتعذر علينا حاليًا تجربة العديد من مظاهر الأكوان المتعددة، لذلك فهي تندرج في خانة الخيال العلمي، ولكن ذلك سيتغير مع مرور الزمن.

سؤال: هل تظهر المجرات النشطة نسبةً معدنيةً metallicity أعلى باقترابنا من "مركز المصاصة الغني بالعصارة" (مستوحاة من فيلم ريدي بلاير لسبيلبارغ)؟

بيسي: أحب المصاصات –واحد، اثنان، ثلاثة... (هل فهمتني؟). عفوًا، لقد تشوش ذهني.

ليس لي علم بأيّ دراسةٍ تبيّن تغيّر المعدنية عندما نقترب من نواة المجرة. لذلك، لنضع الأمر في إطاره تتكون المجرات النشطة (أو نوى المجرات النشطة Active Galactic Nuclei – AGN– لنذكر اسمها كاملًا) من ثقبٍ أسودَ فائقِ الضخامة في مركزها (نواتها) يغذّيها. تشير المعدنية إلى عدد المواد الثقيلة المتواجدة في الغاز (بالنسبة لعلماء الفيزياء الفلكية، تُشير "المواد الثقيلة" إلى المواد الأثقل من الهيليوم. تتشكل كلُّ هذه المواد في التفاعلات الاندماجية الموجودة في مراكز النجوم العملاقة، أو عند انفجارها كالمستعر الأعظم supernova (توجد مصادر أخرى...). تكوّن الجيل الأول من النجوم من موادَّ ناتجةٍ عن"الانفجار العظيم"، وهي الهيدروجين (أساسًا) والهيليوم فقط؛ بعد الجيل الأول، بدأت عناصرُ أثقل في "تلويث" السحب الغازية التي كوّنت لاحقًا الجيل التالي من النجوم، وارتفعت بذلك نسبة المعدنية. بالنسبة لهذا السؤال، أعتقد أنه من المحتمل وجود تشكّلٍ غير اعتياديٍّ للنجوم قرب نوى المجرات النشطة، ولكن ربما ذلك ليس بالأمر المثير للقلق. عوضًا عن ذلك، يبدو أن الأبحاث تشير إلى وجود علاقةٍ بين المعدنية في المجرة وأيّ نواة مجرة نشطة، ربما

لتثبت كون كتلة المجرات (وتشكّل النجوم) تُعتبر العامل الرئيسي المسبب للنشاط النووي.

سؤال: هل يمكنك إخبارنا كيف تأمل أن يساعدك اكتشاف الموجة الثقالية أنت وغيرك من العلماء؟

بيسي: تمنحنا الأمواج الثقالية "نافذةً" جديدةً على الكون، وبذلك، تمكننا من دراسة أجسامٍ جديدةٍ كنا نجهل وجودها سابقًا، ولنكتشف "الأصدقاء القدامى" بطريقةٍ مختلفةٍ. وبالتالي، نعم سيكون اكتشاف الأمواج الثقالية شيئًا مفيدًا جدًّا أيضًا!

سؤال: هل تعتقد أن شبكة الثقب الدودي هي الوسيلة الوحيدة الممكنة للسفر بين النجوم؟

بيسي: الثقوب الدودية تكهّن بها أينشتاين، ولكن لم تُرصَد بعد (هل هذا الشيء الوحيد الذي تكهّن به أينشتاين، ولكن لم يُثبَت وجوده إلى حد الآن؟ ربما...). من المؤكد أن الثقوب الدودية تمثل أساس العديد من روايات الخيال العلمي التي تكون مجالًا للعب والتكهن؛ إذا كانت الثقوب الدودية تشتغل بنفس الطريقة التي تعرضها عليها نظريات الخيال العلمي، فإنها ستكون وسيلةً رائعةً للسفر عبر مسافاتٍ طويلةٍ. يُعتبر السفر عبر مسافاتٍ طويلةٍ هو الحل، حيث أنه حتى بالنسبة للسفرات الأقصر (لنقل، إلى أقرب نجم) تكون المسافات كبيرةٌ جدًا.

سؤال: ما هو نوع التكنولوجيا التي ستمثل أساس الطريق السريع الفائقة للثقب الدودي؟ وهل نحن بصدد الاشتغال على أيّ شيءٍ حاليًا سيمكننا من الوصول إلى هذه التكنولوجيا؟

بيسي: أتمنى أن تكون الثقوب الدودية موجودة وأن نتمكن من استعمالها كـ"طرقٍ سريعةٍ" ولكن سيكون علينا الانتظار والمشاهدة. الجواب المختصر عن سؤالك عمّا إذا كان هنالك من هو بصدد الاشتغال على هذه التكنولوجيا هو على الأرجح لا، ولكن تتولى جميع البحوث الأساسية (على سبيل المثال في الفيزياء والفيزياء الفلكية– نوع البحوث التي يمكننا العثور عليها في مؤسسة العلوم الوطنية) تعريفنا على الكون الذي يحيط بنا، تدفع بالتطور التكنولوجي وتجعل من تكنولوجيا المستقبل (التي لا يمكننا تصورها في الحاضر) ممكنةً. لذلك، في هذا السياق تكون الإجابة نعم.

سؤال: ما رأيك في النظرية النسبية؟ هل نملك ما يكفي من الأدلة لنثبت خطأها؟

بيسي: أعتقد أن نظرية النسبية رائعة. يا لسعة بصيرة ذهن أينشتاين. لم يُعثَر على أدلةٍ تثبت خطأها إلى حدّ الآن: لقد فشلت جميع التجارب إلى يومنا هذا في إلغائها.

سؤال: هل كان هناك لحظة إدراك بالنسبة إليك اكتشفتَ فيها شغفك بالفيزياء الفلكية؟

بيسي: لقد كنتُ مهتمًا بعلم الفلك طوال حياتي تقريبًا: عندما كنت عندما أبلغ من العمر خمس سنوات قرأت كتابًا في مجال علوم الفلك وشدّني ذلك. (بالمناسبة، هذا الشيء يحدث بصفةٍ متكررةٍ بالنسبة للفلكيين). لقد كان لسلسلة ستار تراك (توس) تأثيرٌ بالغٌ عليَّ، عمومًا، وعلى اختياري لمهنة عالم الفيزياء الفلكية تحديدًا.

سؤال: كأحد المعجبين بسلسلة ستار تراك، من هو الكابتن المفضل بالنسبة لك؟ وما رأيك في سلسلة بيكارد Picard الجديدة؟

بيسي: هذا هو السؤال الذي سيقحمني في أكبر قدرٍ من المشاكل! أحب كل الكابتينات لأنني معجبٌ بظاهرة ستارك تراك بصفةٍ عامةٍ،

ولكن يُعتبر كيرك Kirk الكابتن المفضَّل بالنسبة لي; يليه مباشرةً بيكارد (بالمناسبة، إنا معجبٌ بالسلسلة الجديدة).

أنت لم تسألني عن ذلك ولكن لإثارة مشاكلَ إضافيةٍ، سأطلعك على شخصيتي المفضلة (بالنسبة لتوس فقط على الأقل). ربما ستعتقد أنه سبوك Spock، لأنه عالم. أو سولو، لأنه بدأ كعالم فيزياء فلكية (أو فيزيائي بقسم علم الفلك، ولكننا نعلم أنه عالم فيزياء فلكية). تُعتبَر جميعها اقتراحاتٍ رائعةً (وشخصياتٍ رائعةً)، ولكن شخصيتي المفضلة هي سكوتي Scotty: فهو هادئٌ ومحترمٌ، وهو في مثل درجة علم سبوك. قد لا يكون بمثل سرعة سبوك (ولكن من يكون كذلك)، ولكنه ليس بعيدًا جدًّا، وهو ذو بصيرةٍ في نفس الوقت (كما أنه بريطاني وأنا ناطقٌ باللغة الانجليزية).

- التاريخ: 2020-08-01
- التصنيف: اسأل فلكي أو عالم فيزياء

#الكون #الفيزياء الفلكية

المصطلحات

- **أفق الحدث (Event horizon)**: هي بعدٌ معين عن الثقب الأسود لا يمكن لأي شيء يقطعه الإفلات من الثقب الأسود. بالإضافة إلى ذلك، لا يُمكن لأي شيء أن يمنع جسيم ما من صدم المتفرد الذي يتواجد لفترة قصيرة جداً من الزمن بعد دخول الجسيم عبر الأفق. ووفقاً لهذا المبدأ، فأفق الحدث عبارة عن "نقطة اللاعودة". انظر نصف قطر شفارتزشيلد. المصدر: ناسا
- **المعدنية (Metallicity)**: وتُمثل في علم الفلك نسبة المواد والعناصر الكيميائية الموجودة في نجم ما، أو أي جسم سماوي آخر، باستثناء عنصري الهيدروجين والهليوم.
- **المستعرات الفائقة (السوبرنوفا)** (1 :(**supernova**. 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

المصادر

- space.com

المساهمون

- ترجمة
  - شيراز بن عمارة
- مُراجعة
  - سارة بوالبرهان
- تحرير
  - رأفت فياض
- تصميم
  - Azmi Salem

- نشر
  - Azmi Salem