رصد "الثقوب السوداء" .. وحلم السفر أسرع من الضوء

رحلة مطاردة "وحوش المجرات" من "نسبية" أينشتين إلى تليسكوب "أفق الحدث"

هل يخترع البشر "سفن دودية" تنجو من مصير نظرية "الأسباجيتي"؟

كتبت – ابتهال مخلوف

ظلت البشرية تطارد "الثقوب السوداء" في الفضاء طوال قرنْين، كانت خلالهما ضربًا من الخيال وجزءًا من نظرية، حتي يوم 10 أبريل 2019، حين كشف فريق من العلماء النقاب عن أول صورة في التاريخ لثقب أسود، فلماذا كانت هذه الرحلة وما ثمارها؟ وما هي الخطوات المستقبلية بعد أن هدأت العاصفة التي واكبت الاكتشاف؟.

إذ أعلن مشروع "مرصد أفق الحدث"، المعني برصد الثقوب السوداء في الفضاء، عن نجاحه في تصوير ثقب أسود فائق الكتلة في مركز مجرة "M87" التي تبعد عن الأرض 55 مليون سنة ضوئية وهو أول ما يثبت أن الثقوب السوداء حقيقة.

والثقوب السوداء كما يصفها العالم شعبان خليل، مدير ومؤسس مركز الفيزياء الأساسية بمدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا، هي أجسام تتجمع في مراكز المجرات، تتمتع بمجال جاذبية هائل لاتستطيع الأشياء الإفلات منه حتي أشعة الضوء ولذلك تظهر معتمة تمامًا. وتعادل قوة جاذبية الثقوب السوداء أكثر من مليون نجم مثل الشمس.

وعن نشأة الثقوب السوداء، يذكر د. شعبان خليل إنها تكونت من نجوم انهارت وكونت أجسام ذات كثافه لانهائية؛ فمن المعروف دورة حياة النجوم أن تشهد عمليات إندماج نووي في مركزها ينجم عنها إشعاع كهرومغناطيسي يولد ضغطًا هائلًا للخارج يعادل قوي السحب للداخل الناتجة عن الجاذبية مما يسبب إتزان النجم.

ومع نفاذ الوقود النووي تبدأ القوي الطاردة للخارج في التلاشي، مما يؤدي الي تفوق قوي الجاذبية التي تضغط النجم الي الداخل. هذا الانقباض يسبب زيادة درجة حرارة النجم، فيستهلك المواد النووية المتبقية للحفاظ على استقراره، وهكذا تتكرر هذه العملية

الي أن ينفذ الوقود النووي تماما، وعندها ينهار النجم كليًا.

ويتوقف حجم انهيار النجم ونوع الجسم الناتج عنه علي كتلته، فإذا كان النجم ذا كتلة هائلة، فإنه يتحول لثقب أسود، أما إذا كانت كتلته أقل من ذلك فأنه قد يتحول الي ما يعرف باسم القزم الأبيض أو النجم النيوتروني. فعلي سبيل المثال، يتحول نجم كتلته حوالي ثماني أضعاف كتلة الشمس بعد انهياره الي قزم أبيض والذي يعادل حجمه حجم كرتنا الأرضية فقط وبالطبع النجوم ذات الكتل الأكبر تنهار الي أجسام أصغر في الحجم. ولتقريب الصورة، يذكر د. شعبان خليل أن معلقة شاي صغيرة من مادة القزم الأبيض تزن حوالي أكثر من خمسة أطنان من مادة الأرض.

أما بالنسبة للنجوم التي تصل كتلتها الي حوالي 20 ضعف كتلة الشمس فأنها تنهار الي ما يعرف بالنجوم النيوترونية ومنها معلقة شاي واحدة تزن حوالي 100 مليون طن. وحتي الأن لم نتمكن من اكتشاف أي من تلك النجوم النيوترونية في الكون. وإذا زادت كتلة النجم عن هذا الحد يتحول بعد الانهيار الي ثقب أسود .

فماذا عن الشمس ..هل يمكن أن تتحول لثقب أسود يبتلع الأرض؟

يصف د. محمد غريب أستاذ علوم الشمس في معهد البحوث الفلكية والجيوفيزيقية الشمس بأنها نجم تبلغ كتلته 333 ألف مرة مثل كتلة الأرض وتتكون أساسًا من غازات أبرزها الهيدروجين والأكسجين وعبر إندماج ذرات الهيدروجين يتكون غاز الهليوم فتتعادل قوى الجذب في مركزها مع قوى الضغط الخارجي وهو ما يحافظ على استقرارها .

ويؤكد العالم أشرف شاكر، أستاذ علوم الفلك ورئيس معمل المجرة بالمعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية، بأن الشمس من النجوم متوسطة الكتلة لا تسمح بوجود قوة جذب إلى الداخل تكفي لتتحول لثقب أسود.

ويوضح د. أشرف شاكر أن الثقوب السوداء تتكون من جزئين: الأول "أفق الحدث" وهى المنطقة التى تتعادل فيها قوة الجاذبية مع قوة الإشعاع المنبعث منه والجزء الثاني هو قلب الثقب الأسود.

حبة الفستق وإناء العسل

ولتقريب الصورة نتخيل أن نسيج الكون "الزمان والمكان" في الفضاء عبارة عن إناء هائل من العسل تتجمع على سطحه حبات من "الفستق" تختلف في أحجامها وكتلتها ونشاطها النووي، وفي لحظة ما دارت أثقلها حول نفسها في حركة سريعة وسقطت

في أعماق الإناء مخلفة ورائها حفرة، جوانب هذه الحفرة هي ما أطلق عليه العلماء "أفق الحدث" .

إذن منطقة أفق الحدث هي الدائرة المحيطة بالثقب الأسود مثل الحافة المحيطة بحبة "الفستق" التي سقطت داخل إناء العسل، وهي المنطقة الفاصلة بين داخل الثقب وخارجه، وهي دائمًا مضيئة بعكس قلب الثقب الأسود.

أذن كيف عرف البشر "الثقوب السوداء؟

كانت الشرارة التي ألهمت العلماء لفكرة وجود "الثقوب السوداء" حيرتهم في تفسير أن سرعة الضوء البالغة 300 ألف كيلو متر في الثانية أعلى سرعة في الكون، وكان السؤال لماذا لا يمكن تجاوزها؟ وفي عام 1783 قدم عالم الفيزياء البريطاني "جون مينشل" تفسيرًا للظاهرة حين تخيل وجود نجوم كثيفة ذات جاذبية شديدة تبتلع كل شيء حتى الضوء المنبعث منها.

ويشرح عالم الفلك د. أشرف شاكر دور النظرية النسبية لأينشتين عام 1915 التي تنبأت بإنحناء الضوء نتيجة قوة الجاذبية العالية وتم إثبات ذلك فى 29 مايو عام 1919 عندما رصد عالم الفلك البريطاني السير "آرثر إدنجتون" إنحناء ضوء النجوم القريبة من الشمس أثناء ظاهرة الكسوف الكلى للشمس من جزيرة "بيرنسيت" فى الساحل الشرقى من إفريقية بنفس النسبة التى توقعتها معادلات أينشتين. و توهو ما أثبتته الكسوفات الكلية أعوام 1922 و 1953و 1972.

وتنبأت تلك المعادلات أيضا بالثقب الأسود النجمى منذ عام 1916 ولكنها ظلت محل خلاف بين العلماء إلى أن تم رصد أول أثر لثقب أسود بعد ترجيح أن يكون نجم "لدجاجة إكس1" ثقبً أسودًا محتملًا سنة 1971.

مشروع تليسكوب أفق الحدث

ويستعرض د. شعبان خليل، الذي يعرف بإسهاماته البارزة لفهم ظواهر جديدة وراء النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات، تجربة رصد الثقب الأسود، إذ كشف تلسكوب "هابل" عام 1994 وجود ثقب أسود في مركز المجرة (M87) حيث أشارت السرعات العالية للغازات في هذه المنطقة عن حتمية وجود جسم تبلغ كتلته من 2.5 الي 3.5 بليون مرة من كتلة الشمس. وظل التحدي هو كيف يمكننا رؤية الثقوب السوداء ؟ كيف تلتقط صورة له مع استحالة رؤيتها بسبب تأثير جاذبيته حتى على أشعة الضوء؟

لذلك كان اهتمام العالم بإعلان الفريق العلمي لمشروع "تلسكوب افق الحدث" بإصدار

اول صورة حقيقية لثقب اسود في مركز المجرة M87 (تأكيدًا لنتائج تلسكوب هابل). هذا الفريق مكون من ٢٠٠ باحث من ٤٠ دولة.

هذه الصورة ليست صورة فوتوغرافية بل تم إنشاؤها بواسطة مشروع "تلسكوب افق الحدث". عبر استخدام شبكة من ثماني تلسكوبات أرضية حول العالم لالتقاط اشعة راديوية، وقام الفريق بجمع بيانات الرصد وتحليلها لإنتاج الصورة، التي تُظهر الثقب الأسود مظلمًا مقابل توهج محيط أفق الحدث وهو المنطقة المحيطة بالثقب الأسود التي تمثل الحد الذي لا يمكن لأي شيء داخلها من الإفلات من جاذبية الثقب الأسود، ويتم سحب كل شيء إلى وسط الثقب الأسود حيث يوجد ما يعرف بال Gravitational Singularity او نقطة التفرد الثقالي ، حيث يتم سحق كل المواد في مساحة صغيرة لا متناهية.

والتجربة في حد ذاتها تطبيقًا لتكنولوجيا "قياس التداخل" لرصد موجات الأشعة السينية المنبعثة في منطقة أفق الحدث من الأرض وتصويرها من زاويا توفر أعلى درجات الدقة، ويتطلب الأمر بناء مرصد قطره بحجم قطر الكرة الأرضية لأن دقة قياس التداخل بين موجات الأشعة تتناسب طرديًا مع قطر التليسكوب وهو ما يستلزم تكلفة باهظة، لذا لجأ العلماء في مشروع أفق الحدث على ربط عدة تليسكوبات صغيرة في أماكن متفرقة بشبكة واحدة تصور الثقب الأسود في وقت واحد واستغرق المشروع سبع سنوات.

يذكر ان الثقب الأسود الذي تم رصده يقع على بعد 55 مليون سنة ضوئية من الارض، وتزيد كتلته عن الشمس بمقدار 6.5 مليار مرة. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة واحدة.

ولتصور كيف يبعد عنا الثقب الأسود المكتشف يجب أن نعلم أن سرعة الضوء تبلغ 300 ألف كيلو متر في الثانية الواحدة أي 9.6 تريليون كيلو متر في العام، وتبعد الشمس عن الأرض حوالي ثماني دقائق ضوئية.

ويصف د. أشرف شاكر، بالمعهد القومي للبحوث الفلكية مجرة (M87) بأنها مجرة ذات شكل حبة "العدس" تخرج منها أذرع لولبية مثل الأخطبوط تبعد نحو 55 مليون سنة ضوئية عن الأرض.

ثمار رصد الثقب الأسود

يؤكد د. شعبان خليل بمدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا أن الثمرة المباشرة هي إثبات أن عالم الفيزياء "ألبرت أينشتين" كان محقًا في نبوءة الثقوب السوداء، التي وضعها عام 1915 في نظرية النسبية العامة.

ويوضح د. شعبان خليل أن القوى والتفاعلات الأساسية في الطبيعة تخضع للنظرية النسبية العامة لأينشتين، التي تحكم الكتل الضخمة ذات الجاذبية الهائلة، ولنظرية ميكانيكا الكم التي تحكم العالم الغريب للجزيئات دون الذرية. وتعمل كل نظرية منهما بشكل رائع في المجال الخاص بها. ولا يمكن التوافق بينهما بالنسبة للثقوب السوداء؛ لأن الثقوب السوداء ذات أحجام تضاهي المقياس الذري وجاذبية هائلة ولذا يسعى علماء الفيزياء للخروج بنظرية توحد بين قوى الجاذبية وقوى الطبيعة الأخرى, الكهرومغناطيسية والنووية.

وذكرت مجلة "الفيزياء الفلكية" التابعة لمعهد الفيزياء بالولايات المتحدة أن علماء الفلك يأملون في الحصول على صور أفضل للثقب الأسود في مجرة (M87) بإضافة تليسكوبات في أجزاء جديدة من العالم مثل قارة أفريقيا العام القادم.

والأهم هو رصد الثقب الأسود فائق الضخامة "Sagittarius A" الواقع في مركز مجرتنا "درب التبانة" وتبلغ كتلته 4.1 مليون كتلة شمسية، وتكمن صعوبة ذلك في وجود غبار كثيف وتكاثر النجوم قربه وتغير شكله في غضون دقائق فقط وليس أيام نظرًا لأن كتلته أقل 1000 مرة من الثقب الأسود الذي تم تصويره.

وكذلك تساعد أبحاث الثقوب السوداء في سبر أغوار ظاهرة الجسيمات التي تقذفها في الفضاء بين المجرات بسرعة مقاربة لسرعة الضوء، وتأخذ هذه الجسيمات شكل ذيل الطائرات النفاثة أو ذيل إنطلاق الصاروخ، إذ يأمل العلماء في اكتشاف العلاقة بين هذه الجسيمات وتطور الكون، إذ يعتقد أنها المسئولة بسبب الحرارة المنبعثة منها عن وقف نمو المجرات.

والأهم .. هل اقترب الإنسان من اختراق حاجز سرعة الضوء؟

في كتابه "فيزياء المستحيل" الصادر عام 2008، ذكر عالم الفيزياء النظرية "ميتشيو كاكو" أن "الزمان – والمكان" هو أشبه بالنسيج يمكن أن يتمدد ويتقلص وتحت ظروف معينة يمكن أن يتمددا أسرع من سرعة الضوء مثل لحظة "الانفجار العظيم" عندما بدأ الكون منذ 13,7 مليار سنة. ما يعني نظريًا إمكان السفر إلى نجوم بعيدة في طرفة عين مع انحرافات المجالات الكهرومغناطيسية في الكون.

ويمكن السفر عبر الزمان والمكان من خلال ما أطلق عليه "أينشتين" عام 1935 "الممرات الدودية" في الفضاء وهي المسافة من منطقة أفق الحدث إلى أعماق الثقوب السوداء وعندها تتحرك الأشياء بسرعة أكبر من سرعة الضوء يقود إلى أكوان أخرى.

هذه الرحلة تحتاج لسفينة "نجمية" أو ما يطلق عليه محركات "دودية" تسير بسرعة أكبر من الضوء وتطوي الزمان والمكان وتحتاج لكمية هائلة من الطاقة السلبية بحجم نجم أو كوكب.

أذن تتمثل التحديات أمام السفر بسرعة الضوء أو تجاوزها في أن فوهة الثقب السود تغلق بفعل قوة الجاذبية داخله لذا من الصعب تجاوزها، وكما ان مخاطر الأشعة المتولدة عند نقطة أفق الحدث لا تزال مجهولة.

وايضًا تتطلب الطاقة اللازمة لتمزيق نسيج الزمان والمكان ضغط المادة لتعود لمستوى الذرة بواسطة أشعة الليزر وهذا ما يتجاوز قدرات العلم الحديث أو تكوين ثقب أسود بواسطة محطم الجزيئات أكبر من قدرة "المصادم الهدروني الكبير" التابع للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية "سيرن"

ويرى د. أشرف شاكر أن على الإنسان أن يحلم أولًا بالسفر بسرعات قريبة من سرعة الضوء، موضحًا أن قطر مجرتنا 100 ألف سنة ضوئية و قطر مجموعتنا المجرية 10 مليون سنة ضوئية، ويحتاج الإنسان إلى معجزتيْن للسفر أبعد من مجرة "درب التبانة": أولهما أن يظل حيًا مدة خمسون ألف سنة ويسير بسرعة الضوء و ما مجرتنا إلا نقطة فى هذا الكون العظيم الذى يبلغ مداه على الأقل 15 مليار سنة ضوئية.

وإذا تمكن احفادنا من السفر أسرع من الضوء، ماذا الذي ينتظرهم داخل أعماق الثقوب السوداء؟

حتى اللحظة الراهنة لم نصل لأدلة ملموسة لما يحدث وراء هذا الثقب وإلى أين يقود، فهو مثل المصيدة الفضائية من يقع فيها لابد أن يسافر بأسرع من الضوء للفكاك منها وهو من المستحيلات حاليًا.

وقدم عامل الفيزياء البريطاني "ستيفن هوكينج" نظرية "تأثير المعكرونة الأسباجيتي" Spaghettification لتفسير ما سيحدث للأجسام لحظة المرور من "أفق الحدث" حيث يدور الجسم مثل دوران راقصة الباليه ويتمدد الجسم بفعل قوة جاذبية الثقب الأسود مثل شرائط الأسباجيتي وتتمزق إلى مستويات أقل من الذرة وتختفي نهائيًا

واقترح "هوكينج" أن الثقوب السوداء تصدر أشعة أُطلق عليها "إشعاع هوكينج" كما أن كتلتها تتبخر مع الزمن.

وعن حجم مشاركة العلماء العرب في اكتشافات الفيزياء الأساسية مثل جزيء هيجز والثقوب السوداء، يعتبر د. شعبان خليل، الذي حصل على جائزة الدولة للتفوق في العلوم الأساسية عام 2006، أن مساهمة العرب محدودة للغاية. فلا يوجد اهتمام حقيقي لدينا بأبحاث العلوم الأساسية ودعمها ولو حتى في المجال النظري الذي لا يتطلب دعمًا كبيرًا ويمكنه وضع الدولة علي الخريطة العلمية العالمية سريعًا. للأسف معظم الجهات الداعمة للبحث العلمي توجه دعمها للأبحاث التطبيقية فقط وفي مجالات محددة لا تتغير مما يدل على عدم تحقيق أي تقدم فيها منذ زمن بعيد.

ويضيف د. خليل "لدينا عدد قليل من الباحثين (لا يتناسب مع قوتنا البشرية وعدد جامعاتنا) المهتمين بهذه المجالات نتيجة دراستهم لها في الخارج ويعانون؛ إذ تتطلب هذه الأبحاث تفرغًا ودعمًا ماديًا وأكاديميًا ولحسن الحظ مصر تشترك الان في أحد تجارب "المصادم الهادروني الكبير" بسيرن (المركز الأوربي للأبحاث النووية) ونتمنى ان يكون لنا دور من خلال تلك المشاركة في اكتشاف ومعرفة طبيعة المادة المظلمة والتي تُعد التحدي القادم للعلماء".

في حين يدفع د. أشرف شاكر العالم بمعهد الفلك بإن مرصد حلوان من أوائل المراصد التى رصدت المجرات خاصة النشطة منذ عام 1909 و أن أ.د. محمد رضا مدور - أول مدير مصرى لمرصد حلوان عام 1934- من الأوائل العلماء الذين تخصصوا فى هذا المجال.

ومنذ عام 1909، كُلف المرصد بمراقبة جميع المجرات المعروفة أنذاك فى نصف الكرة الجنوبى، وتم نشر نتائج رصده في دوريات الفلك العالمية وفي أشهر كتالوج أمريكى للمجرات اللامعة. وساهم مرصد القطامية فى هبوط أول إنسان على سطح القمر فى برنامج (أبولو10) حيث تم رصد سطح القمر لمدة خمس سنوات من مرصد القطامية و إكتشف المرصد حديثا التغير فى ضوء أحدى عشر نجمًا كانوا مسجلين على إنهم نجوم عادية و تم رصد المجرات النشطة فى النطاق المرئى بالتعاون مع الجانب اليابانى و هى المجرات التى تشع فى نطاق "أشعة جاما" وهو ما يمكننا من فهم الكون و حل الكثير من ألغازه.

وختامًا، وحده المستقبل كفيلًا بالإجابة عن أسئلة عديدة: متى نستطيع نتغلب على جاذبية الثقب الأسود الهائلة والولوج داخله؟ هل ستتمكن الأجيال القادمة من اختراع مركبة حلزونية تدور بسرعة تفوق سرعة الضوء للسفر عبر الثقوب السوداء؟

وهي أسئلة تبدو ضربًا من الخيال، لكن من كان يظن منذ 100 عام فقط أن يجوب الإنسان الفضاء متغلبًا على الجاذبية الأرضية أو يخترع روبوت يتكلم ويفرق بين الوجوه؟

- هذا الموضوع جزء من مشروع الصحافة العلمية "العلم حكاية"لمعهد "جوته"والأكاديمية الألمانية للتبادل العلمى(DAAD) ، بدعم من وزارة الخارجية الألمانية الاتحادية.