

## الثقوب السوداء ... أكثر الظواهر الكونية غرابة في عالم الفيزياء

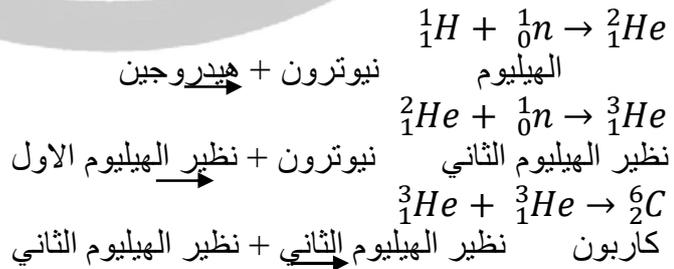
الاستاذ المساعد الدكتور تغريد عبد الحميد ناجي  
taghreed.ah.n@ihcoedu.uobaghdad.edu.iq

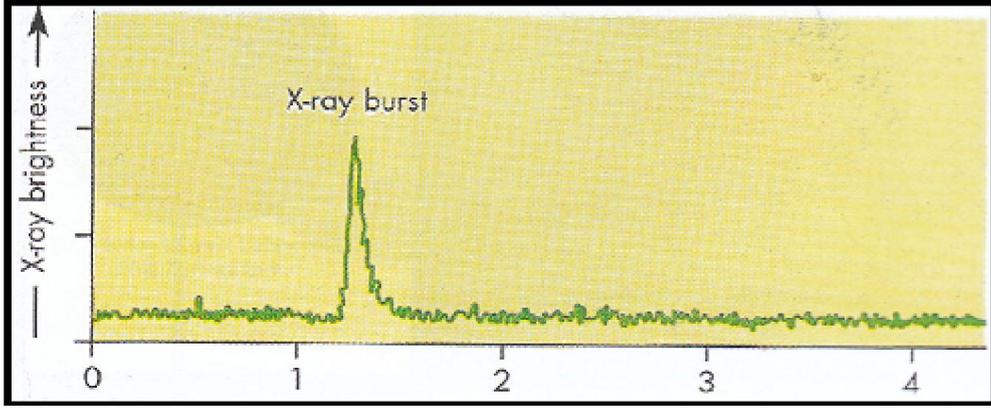
الاستاذ المساعد الدكتور ناز طلب جار الله  
Naz.t.ja@ihcoedu.uobaghdad.edu.iq

الاستاذ المساعد الدكتور آمال جبار حاتم  
amal.j.h@ihcoedu.uobaghdad.edu.iq

قسم علوم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد  
بغداد - العراق 2018

الثقوب السوداء هي منطقة في الفضاء تكون فيها قوة الجاذبية عالية جدا حيث لا يمكن لشيء ان يهرب منها حتى الضوء. وهو الناتج الممكن لتطور النجوم كبيرة الكتلة. ان معظم مصادر انبعاث الاشعة السينية (اشعة - X) في مجرتنا هي انظمة ثنائية التي تحتوي على نجم نيوتروني او ثقب اسود. ان معظم اشعاع الاشعة السينية من معظم الثنائيات التي تشع الاشعة السينية هي اما اشعاع مستمر او متقطع. ان تفجيرات الاشعة السينية المتقطعة والتي تدعى الاشعة السينية المتفجرة، تنتج بواسطة التفاعلات النووية الحرارية السريعة على سطوح النجوم النيوترونية التي تراكم مادة من مرافقها. اما الغاز الواصل الى سطح النجم النيوتروني فإنه يحرر طاقة جاذبية كافية لتسخين السطح الى (10) مليون كلفن. في بعض الدرجات الحرارية العالية يشع السطح دائما بعضا من اشعاع الاشعة السينية. ان الغاز الذي يتراكم على النجم النيوتروني يكون غني بالهيدروجين. وبعد وصوله الى النجم النيوتروني فإنه يحترق باستمرار لتشكل الهيليوم. وعندما تصبح درجة الحرارة و الكثافة للهيليوم عالية بصورة كافية يبدأ اندماج الهيليوم الى كاربون ومن ثم الكاربون الى عناصر اثقل، كما هو موضح بالمعادلات المدرجة ادناه. و بما ان التفاعلات الاندماجية تأخذ مكانها في غاز منحل، فان الهيليوم المتراكم يبدأ بالاندماج. ان الطاقة المتحررة تسخن سطح النجم النيوتروني و فجأة يزداد اشعاع الاشعة السينية. يبين الرسم التخطيطي أدناه ان النجم النيوتروني يبرد في بضعة دقائق ويستأنف مستواه الاعتيادي في اشعاع الاشعة السينية. بعد بضعة ساعات يتجمع غاز نقي كافي على النجم النيوتروني لذا يحدث تفجيرات الاشعة السينية اخرى ويزداد لمعانها.





عندما تستهلك النجوم كل وقودها النووي الحراري مثل الهيدروجين والهيليوم في مراكزها يحدث انهيار في النجم باتجاه الداخل بسبب قوة الجاذبية الكبيرة جدا في تلك المراكز حيث لا يوجد ما يمنعها من الانهيار مثل الضغط الداخلي ودرجة الحرارة العالية نتيجة التفاعلات النووية الحرارية وينتهي التطور النجمي بتشكيل جسم مضغوط ذو كثافة عالية. ان النجوم البيضاء والنجوم النيوترونية ترجع الى هذا التغير المتميز للنجوم ولكن كتلتها لا تزيد على 3 كتل شمسية، اما بالنسبة الى الكتل النجمية الاعلى من ذلك لا يستمر طويلا حتى يتم تعويضه من قبل قوى التناثر للألكترونات او النيوترونات المنحلة، ولكنها تستمر جذب المادة الى داخلها بصورة غير محدودة لتشكيل الثقوب السوداء.

وخلال نشر النظرية النسبية العامة من قبل انشتاين في عام 1915 ، عرف تشوه الفضاء بواسطة الجاذبية. هذا التشوه يمكن تصويره كطمر للجاذبية في حفرة (نستطيع ان نمثله ببالوعة عميقة لا يمكن رؤية نهايتها نتيجة للظلام الدامس الذي لا يصدر عنه ضوء ينير المنطقة) من قبل الاجسام في التركيب المكاني- الزماني (الزمكان). الاجسام الاكثر كتلة والاكتف، هي الاجسام الاعمق في طمر الجاذبية في الحفرة. في المرحلة النهائية من انهيار الجاذبية ، يتكون الثقب الاسود، والذي يتميز بالحفرة الاعمق حيث لا شيء يمكنه الهروب منها، لاجساميات ولاحتي الاشعة الضوئية بالاضافة الى ذلك، فان كل المادة التي تسقط في حفرة الثقب الاسود يجب ان تختفي تماما من الكون المكشوف.

ان السقوط في ثقب اسود يشكل أحد أشكال الرعب المتداولة في روايات الخيال العلمي، إلا إن هذه الثقوب أصبحت حقائق علمية وفي الحقيقة إن أكثر ما يهتم به كتاب الخيال العلمي هو ماذا يحدث للمرء إذا سقط في ثقب اسود. واحد التصورات الشائعة حول الموضوع هو انه إذا كان الثقب الأسود دوراً فإنك تستطيع الدخول عبر ثقب صغير في الزمكان لتخرج منه إلى منطقة أخرى من الكون. تفتح هذه الأفكار إمكانيات هائلة للسفر عبر الفضاء ولكن للأسف لا يستطيع أحد أن يقفز إلى الثقب الأسود لأنه سوف يتمزق إلى أشلاء أو إلى جزيئات وسوف ينسحق من الوجود نهائياً ولكن الجسيمات التي يتكون منها جسدك سوف تظهر في كون آخر وهذا ليس أكيدا أيضاً.

لكي يتحول النجم إلى ثقب أسود في نهاية حياته يجب أن يتمتع بكتلة كبيرة، فالشمس مثلاً في نهاية حياتها سوف تستهلك وقودها النووي وتنطفئ بهدوء، ولن تتحول إلى ثقب أسود لأن وزنها غير كاف لذلك. وربما نجد في كتاب الله تعالى إشارة لطيفة إلى هذا التحول في قوله تعالى: (إِذَا السَّمْسُ كُوِّرَتْ) (التكوير: 1). إذن ليس هنالك أي انهيار للشمس إنما انطفاء بطيء، وهذا ما عبّر عنه القرآن بكلمة (كُوِّرَتْ). ففي القاموس المحيط نجد كلمة (كُوِّرَ) أي أدخل بعضه في بعض، وهذا ما سيحدث للشمس حيث تتداخل مادتها بعضها في بعض حتى تستهلك وقودها وتنطفئ. يتميز الثقب الأسود بجاذبية فائقة، ولذلك فإن أي غاز قريب منه سينجذب إليه ويدور في دوامه عنيفة مولداً حرارة عالية نتيجة هذا الدوران مثل الإعصار السريع، هذه الحرارة تثبت الأشعة

السينية باستمرار ، وهذه الأشعة يمكن للفلكيين التقاطها بسهولة بواسطة أجهزةهم، ولذلك يعلمون بأن هذه المنطقة تحوي ثقباً أسود.

ان الخواص الفيزيائية للثقوب السوداء مثيرة جدا ذلك منذ فترة طويلة بعض الشيء قللت هذه الخواص من مصداقية النظرية. لقد تنبأت النظرية وعلى الخصوص امكانية وجود الثقوب السوداء من كل الاحجام والكتل. فالثقوب السوداء الصغيرة سوف يكون له كتلة جبل ضمن حجم لجسيم اولي (ابتدائي، مثل البروتون او النيوترون)، ان ثقب اسود من نصف قطر اسم سوف يكون له كتلة بقدر كتلة الارض، اما الثقوب السوداء النجمية سوف يكون لها كتل مقاربة الى كتل النجوم ضمن نصف قطر بضعة كيلومترات. ان الثقوب السوداء من نوع العملاقة سوف تمتلك كتلة مكافئة لعدة مئات الملايين من النجوم ضمن نصف قطر مقارب الى نصف قطر النظام الشمسي.

لذا فان بعض تراكيز المادة لم تكتشف حتى الان، وبالرغم من ذلك هناك دليل قوي على وجود الثقوب السوداء. كما هو معلوم فان الثقوب السوداء يمكن تصورها في نهاية القرن الثامن عشر بواسطة شخص انكليزي يدعى جون ميتشيل وكذلك من قبل الفرنسي لابلاس. ومع ذلك لقد بدأ اهتمام الفلكيين الحقيقي بالثقوب السوداء في عام 1960، عندما اكتشفت ظاهرة هي الاهم من بين كل ماتم اكتشافه في اي وقت، فعلى مقياس النجوم كانت هنالك ثنائيات اشعة - X، وعلى المقياس فوق المجري، كانت المصادر الراديوية المرافقة الى النويات الفعالة للمجرات والكوازرات. ان ثنائيات اشعة - X هي نظام نجمي مزدوج الذي فيه واحد من المكونات هو جسم مضغوط جدا، والذي يكون بصريا غير مرئي، ولكنه يشع فيض من اشعة - X جدير بالاهتمام. ان كشف هذه الثنائيات جعل من الممكن التفكير في اطلاق توابع ارضية مثل Uhuru, HEAO-1، وهي احد المستكشفات في السنين المعاصرة. وعلى المقياس الكبير جدا، فان المجرات الفائقة الفعالية مثل مجرات سيفيرت، الكوازرات، اجسام BL Lac فانها تشع مقادير كبيرة جدا من الطاقة اكثر من المجرات الاعتيادية وعلى كل الابطوال الموجية من منطقة الابطوال الموجية الراديوية الى اشعة - X واشعة كاما. النقطة المهمة ان كل هذه الظواهر العنيفة تظهر وكأنها مترافقة مع وجود اجسام مضغوطة ثقيلة وهي النجوم النيوترونية او الثقوب السوداء النجمية في حالة الثنائيات التي تشع اشعة - X، والنجوم فائقة الكتلة او الثقوب السوداء العملاقة بالنسبة الى النواة المجرية الفعالة.

انه من السهولة فهم كيف ان الثقب الاسود يمكنه اشعال قذح (ظاهرة طاقة عالية جدا) في الجوار. اي جسم يسقط سقوطا حرا على سطح الارض سوف يكسبها حرارة، فاذا سقط نفس الجسم على سطح قزم ابيض او نجم نيوتروني حيث مجال الجاذبية اقوى بكثير، فانه سوف تتحرر طاقة اكثر بشكل ضوء او حتى اشعة - X. اخيراً اذا سقط الجسم على ثقب اسود حيث ان مجال الجاذبية كبير جداً فان جزءاً كبيراً من الطاقة يكون الجسم قادراً على تحريره. هذه الطاقة هي طاقة الكتلة كلها، والتي تحددتها معادلة انشتاين المشهورة ( $E=mc^2$ )، حيث ان E هي الطاقة المنحررة و C سرعة الضوء وتساوي ( $3*10^8$ m.sec) و m كتلة الجسم.

لهذا فان الثقب الاسود هو الجهاز الاكثر كفاءة لتحويل الكتلة-الطاقة للجسم الى اشعاع كهرومغناطيسي. في حالة المصدر الثنائي لاشعة - X، فان النجم المدمج يلتهم جو مرافقه وان الغاز الساقط يكون اشعة - X يمكن كشفها. مع ذلك فان النجم المدمج يمكن ان يكون اما نجماً نيوترونياً او ثقب اسود، ولمعرفة فيما اذا كان نجماً نيوترونياً او ثقب اسود فيجب قياس كتلة الجسم، فاذا كانت الكتلة تزيد على 3 كتل شمسية وهي حدود كتلة النجم النيوتروني، اما اذا زادت عن ذلك فمن المحتمل يكون ثقب اسود. في الوقت الحاضر هنالك أربعة مرشحات أخرى خطيرة لتكون ثقباً اسوداً: الدجاجة x-1، العقرب V861، البركاد X-1 و GX339-4، ففي حالة الدجاجة X-1 فان النجم المدمج له كتلة تعادل 10 كتل شمسية، اما بالنسبة الى العقرب V861 فان له كتلة بين (5-12) كتلة شمسية.

أن التطبيقات الأكثر ألفتا للنظر للثقوب السوداء في الفيزياء الفلكية هو ما يتعلق بالنواة المجرية. حيث ان الطاقة تنتج بواسطة الغاز المسخن خلال سقوطه الحر في الثقب الاسود، ولكن المقياس كبير جداً. هنا يكون للثقب كتلة تعادل حوالي بليون نجم، ان كوازر نموذجي سوف يكون قادراً على امتصاص مقداراً من الغاز يكافئ عدة نجوم في السنة. هذه الكمية الضخمة من الغاز سوف تستمد من التمزق الكلي للنجوم، الذي يحدث اما بواسطة التصادم بسرعات عالية او بواسطة التأثيرات المدية في مجالات الجاذبية لثقب اسود عملاق.

كما ان هناك وسيلة اخرى للبرهنة على وجود الثقوب السوداء في المستقبل القريب او البعيد هو كشف موجات الجاذبية (سوف نحتاج الى تكنولوجيا متقدمة جداً). بعض الموجات تعود الى فعل الجاذبية كما في الموجات الضوئية التي ترجع الى الاشعة الكهرومغناطيسية. ان انهيار النجم او سقوط جسم كبير الكتلة على الثقب الاسود سوف يرفع من اشعاع موجات الجاذبية والتي يمكن كشفها من الارض بواسطة هوائي حساس كفو جداً. ليس هنالك شك ان هذه التقنية سوف تكون واحدة من الوسائل الرئيسية في علم الفلك في القرن الحادي والعشرين.

يخبرنا علماء الغرب اليوم حقيقة علمية وهي أن الثقوب السوداء تسير وتجري وتكنس كل ما تصادفه في طريقها، وقد جاء في إحدى الدراسات حديثاً عن الثقوب السوداء. إنها تخلق قوة جاذبية هائلة تعمل مثل مكنسة كونية لا تُرى، عندما تتحرك تبتلع كل ما تصادفه في طريقها، حتى الضوء لا يستطيع الهروب منها. حيث نجد أن حقيقة هذه الثقوب في ثلاثة أشياء: انها أجسام لا تُرى، جاذبيتها فائقة تعمل مثل المكنسة، تسير وتتحرك باستمرار.

فقد اختصر القرآن كل ما قاله العلماء عن الثقوب السوداء بثلاث كلمات فقط، يقول تعالى: (قَالَ أَقْسِمُ بِالْخُنُوسِ \* الْجَوَارِ الْكُنُوسِ) (التكوير: 15-16). ونحن في هذا النص أمام ثلاث حقائق عن مخلوقات أقسم الله بها وهي:

الْخُنُوسُ : أي التي تختفي ولا تُرى أبداً، وقد سُمِّي الشيطان بالخناس لأنه لا يُرى من قبل بني آدم. وهذا ما يعبر عنه العلماء بكلمة أي غير مرئي، وَالْجَوَارِ: أي التي تجري وتتحرك بسرعات كبيرة. وهذا ما يعبر عنه العلماء بكلمة أي تتحرك، وَالْكُنُوسِ: أي التي تكنس وتبتلع كل ما تصادفه في طريقها. وهذا ما يعبر عنه العلماء بكلمة أي مكنسة.

منذ القرن السابع الميلادي لم يكن أحد على وجه الأرض يتصور أن في السماء نجوماً تجري وتكنس وتجذب إليها كل ما تصادفه في طريقها، ولم يكن أحد يتوقع وجود هذه النجوم مع العلم أنها لا تُرى أبداً، ولكن القرآن العظيم كتاب رب العالمين حدثنا عن هذه المخلوقات بدقة علمية مذهلة، وبالتالي نستنتج أن القرآن يسبق العلماء في الحديث عن الحقائق الكونية، وأن هذه المخلوقات ما هي إلا آية تشهد على قدرة الخالق في كونه. جاءت في محكم التنزيل آيات عظيمة تتحدث عن كيفية نشوء الكون وما هو عليه بعد ذلك وما سيؤول إليه عند انتهائه، ولفهم كنه هذه المراحل الثلاث يبذل البشر الكثير من الجهد والمال منذ الأزل، وخاصة العاملين في مجال الفضاء والفلك، وحتى وقتنا هذا عليهم يصلون إلى ما يكشف شيئاً من ذلك الغموض، من تلك الآيات قوله تعالى (أَنْ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا)، (يَوْمَ نَطْوِي السَّمَاءَ كَطَيِّ السِّجْلِ لِلْكَتُوبِ كَمَا بَدَأْنَا أَوَّلَ خَلْقٍ نُعِيدُهُ) (الأنبياء: 30، 104)، (وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ) (الذريات: 47).