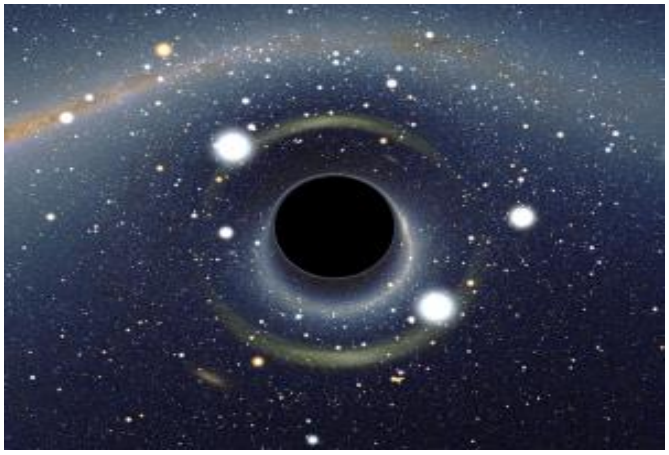
رياضيات الثقوب السوداء[1]

بقلم: ألان باشيلوت Alain Bachelot[2]

ترجمة الطالبتين: سمـــــاح حمــزاوي

فاطمة الزهراء بولنوار



ولد مفهوم الثقوب السوداء أولا من الرياضيات.

تسمح لنا قوانين نيوتن Newton بحساب الحد الأدنى للسرعة الضرورية لإطلاق جسم من سطح كوكب نصف قطره R وكتلته M، حتى يتسنى له الذهاب إلى مالا نهاية. سرعة الإطلاق هذه تساوي $\sqrt{2GM/R}$ حيث يرمز G لثابت الجاذبية. في نهاية القرن الثامن عشر، استنتج لابلاس Laplace [3] وميتشيل Michell [4] - كل منهما بشكل مستقل عن الآخر– أنه إذا كانت هذه الكمية تفوق سرعة الضوء c، فلا شيء يمكن أن يفلت من هذا النجم. لقد وُلِد مفهوم الثقب الأسود ثم... سقط على الفور في غياهب النسيان: كثافة الثقب الأسود المتجانس قد تبلغ $3c^2/8G\pi R^2$، ومن ثمّ فهي تفرض نصف قطر مذهل يناهز مليار كيلومتر في حال ثقب أسود يتكوّن من مواد عادية (نشير إلى أن نصف قطر الشمس يُقدر بنحو 1.3 مليون كيلومتر).

.

[1] العنوان الأصلي للمقالة : LES MATHÉMATIQUES DES TROUS NOIRS

موقعها الإلكتروني : http://www.breves-de-maths.fr/les-mathematiques-des-trous-noirs/

[2] صفحته المهنية : https://www.math.u-bordeaux.fr/~abachelo/suitefeuillebachelot.html

أستاذ محاضر بمخبر الرياضيات جامعة بوردو– فرنسا، انظر الموقع : https://www.math.u-bordeaux.fr/imb/spip.php

[3] انظر الموقع : http://www.breves-de-maths.fr/pierre-simon-laplace-et-le-systeme-du-monde/

[4] انظر الموقع : https://en.m.wikipedia.org/wiki/John_Michell

لقد سلطت النسبية العامة الضوء على هذا الكائن! تصف نظرية أينشتاين Einstein كيف يؤثر توزيع المادة والطاقة في الكون على جريان الوقت. وفقا لذلك، فإن أشعة الضوء لا تتبع خطًا مستقيماً بل تنحرف بفعل الكتل المحيطة. في سنة 1916، أبرز كارل شوارزشلد Karl Schwarzschild[5] حلاً خاصا لمعادلات أينشتاين: يصف هذا الحل **ثقبا أسود كرويا** كتلته M. نصف قطر هذا الثقب سيكون حتما $2GM/R$. وفي سنة 1936، تصوّر روبرت أوبنهايمر Robert Oppenheimer[6] آلية تشكيل الثقوب السوداء مبنية على **إنهيار** نجم نيوتروني[7] (نجم كتلته قريبة من كتلة الشمس، ولكن كثافته أكبر بـــ 10^{14} مرة!).

وقبل نحو 50 سنة، اكتشف روي كير Roy Kerr[8] حلاً آخر يصف الثقب الأسود الدوّار. نلاحظ أن صيغة هذا الحل معقدة غير أنها لا تعتمد سوى على عاملين :الكتلة M للثقب الأسود وعزمه الـــــزاوي a[9]. والآن بات من المؤكد أن الثقوب السوداء لكير منتشرة كثيرا في الكون، وهذا بفضل نتائج رياضية توصل إليها بنروز Penrose وهوكينج Hawking خلال سبعينيات القرن العشرين، ثم بالأدلة غير المباشرة (على سبيل المثال، المراقبة البصرية لنهاية نجم[10] خلال 2010 و 2012 ... نعتقد أن تلك النهاية ناجمة من ابتلاع ثقب أسود للنجم). وفضلا عما ذكرناه أعلاه من الثقوب السوداء التي تشكلت نتيجة انهيار جاذبية النجوم الكثيفة، ثمة ثقوب سوداء فائقة الكتلة منغمسة في النواة المركزية للمجرات. وفي ذات الوقت، يشتد النقاش الآن حول ما إذا كانت هناك ثقوب سوداء بحجم الجُسَيمات الأولية.

وفي كل الأحوال، يطرح السؤال عن سبل اكتشاف الثقوب السوداء: كيف نشاهد ثقباً أسود؟ الإجابة تكون في مرحلتين: يدرس علماء الرياضيات حلول شوارزشيلد وكير، ومن ثمَّ يمكنهم **توقع الظواهر المميّزة** لوجود ثقب أسود. وبعد ذلك، يسعى علماء الفيزياء الفلكية إلى ملاحظة الثقوب. لقد أدى وصف الثقوب السوداء واكتشافها إلى تطورات رياضية... رائعة كما هو حال هذه الكائنات الغريبة التي يَعُجّ بها الكون. سوف نعرف المزيد عما قريب...

للاستزادة:

- John Archibald Wheeler, "A Journey into Gravity and Spacetime", Freeman, 1999.
- Jean-Pierre Luminet, "Les trous noirs", Le Seuil, Point Sciences, 1992

[5] انظر الموقع : https://en.m.wikipedia.org/wiki/Karl_Schwarzschild

[6] انظر الموقع : https://en.m.wikipedia.org/wiki/J._Robert_Oppenheimer

[7] انظر الموقع : https://en.m.wikipedia.org/wiki/Neutron_star

[8] انظر الموقع : http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Kerr_Roy.html

[9] انظر الموقع : https://en.m.wikipedia.org/wiki/Angular_momentum

[10] انظر الموقع : https://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/05/02/phenomene-rare-un-trou-noir-supermassif-avale-une-etoile_1694409_1650684.html

- مقالة من نفس السلسلة تتحدث عن الثقوب السوداء بعنوان "رؤية الثقوب السوداء"

VOIR LES TROUS NOIRS
http://www.breves-de-maths.fr/voir-les-trous-noirs/

مصدر الصورة: Wikipédia Commons/Alain r