التلسكوباتُ الراديويّةُ

وهيَ العيونُ التي لا ترى الضوءَ، بلْ "تسمعُ" الكونَ عبرَ التقاطِ الموجاتِ الراديويّةِ الصادرةِ عنِ الأجرامِ السماويّةِ. ومنْ أبرزِ إنجازاتِها رسمُ خرائطَ دقيقةٍ لتوزّعِ الغازِ والغبارِ بينَ النجومِ، ورصدُ المناطقِ التي تتشكّلُ فيها الكواكبُ حولَ النجومِ الفتيّةِ. ومنْ أشهرِ هذهِ التلسكوباتِ منظومةٌ راديويّةٌ ضخمةٌ تُعرَفُ باسمِ **مجموعةِ كارل جانسكي**، التي تقعُ في ولايةِ نيو مكسيكو بالولاياتِ المتّحدةِ، كما في الصورةِ التاليةِ.

مجموعةُ كارل جانسكي

ومن المراصدِ الأرضيةِ الاستثنائيةِ أيضاً، **مرصدُ أتاكاما** (ALMA) الواقعُ في صحراءِ تشيلي القاحلةِ على ارتفاعٍ يفوقُ 5000 مترٍ. ويتألّفُ هذا المرصدُ الفريدُ من شبكةٍ مكوَّنةٍ من 66 تلسكوباً لاسلكياً هوائياً، ترتبطُ معاً بنظامٍ حاسوبيٍّ متطوّرٍ لتشكّلَ عيناً واحدةً عملاقةً. تتيحُ هذهِ التقنيةُ للفلكيّينَ تصويرَ تفاصيلَ بالغةِ الدقّةِ لمناطقِ تشكّلِ النجومِ والكواكبِ، فضلاً عن دراسةِ المجرّاتِ البعيدةِ في مراحلِ تكوينِها المبكّرةِ بدقّةٍ غيرِ مسبوقةٍ.

مرصدُ أتاكاما الكبيرُ

وهناكَ أيضاً منظوماتٌ مشابهةٌ في مواقعَ أخرى منَ العالمِ، مثلْ جنوبِ أفريقيا وأستراليا، وغيرها منَ النقاطِ المختارةِ على سطحِ الأرضِ، حيثُ الصمتُ الراديويُّ ضروريٌّ لالتقاطِ أضعفِ همساتِ الكونِ.

بهذهِ العيونِ الراديويّةِ الهائلةِ، أصبحَ بإمكانِ العلماءِ "الاستماعَ" إلى الكونِ، وكشفَ أسرارِ أماكنَ بعيدةٍ لا يصلُنا منها أيُّ ضوءٍ مرئيٍّ، لكنْ إشاراتُها الراديويّةُ تروي قصصاً عنْ نشوءِ المجرّاتِ وتطوّرِها، وعنِ الأحداثِ العنيفةِ التي تُشكّلُ نسيجَ الفضاءِ والزمنِ، أيِ الزمكانِ.

ولعلَّ من أهم إنجازاتِ التلسكوباتِ الراديويةِ تصويرَ الثقبِ الأسودِ لأولِ مرةٍ في التاريخ، وهو إنجازٌ هندسيٌ وفلكيٌ غيرُ مسبوق. إذ لم تعتمد عمليةُ التصويرِ على التقاطِ الضوءِ المرئي بكاميراتٍ تقليديةٍ، بل استندتْ إلى رصدِ الموجاتِ الراديويةِ القادمةِ من البلازما المتوهجةِ المحيطةِ بـ "**أفقِ الحَدَثِ**"، وهو النطاقُ المحيطُ بالثقبِ الأسودِ الذي لا يمكن لأي جسمٍ أو ضوءٍ الهروبَ منه حالَ دخولِه. ونظراً للمسافاتِ الكونيةِ الهائلةِ، طوّرَ العلماءُ تقنيةً خاصةً ومعقدةً لربطِ ثمانيةِ مراصدَ راديويةٍ أرضيةٍ ومُزامنَتِها بدقةٍ متناهيةٍ عبرَ ساعاتِ ذريةٍ، مما حوّلَ كوكبَ الأرضِ افتراضياً إلى تلسكوبٍ عملاقٍ واحدٍ يُعرفُ بـ "**تلسكوبِ أفقِ الحَدَثِ** (ETH).

وقد أنتجَ هذا الرصدُ الجماعي بياناتٍ ضخمةً بلغت حوالي 5 بيتابايت[1] (بمعدل 350 تيرابايت يومياً لكل مرصد)، خُزِّنت على أقراصٍ صلبةٍ عالية الأداءِ نُقلت جواً إلى حواسيبَ فائقةٍ (Supercomputers) تُعرف باسم "أجهزة الربطِ" في معهد ماكس بلانك لعلمِ الفلكِ الراديوي[2] ومرصدِ "هايستاك" التابعِ لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا[3] لدمجِها.

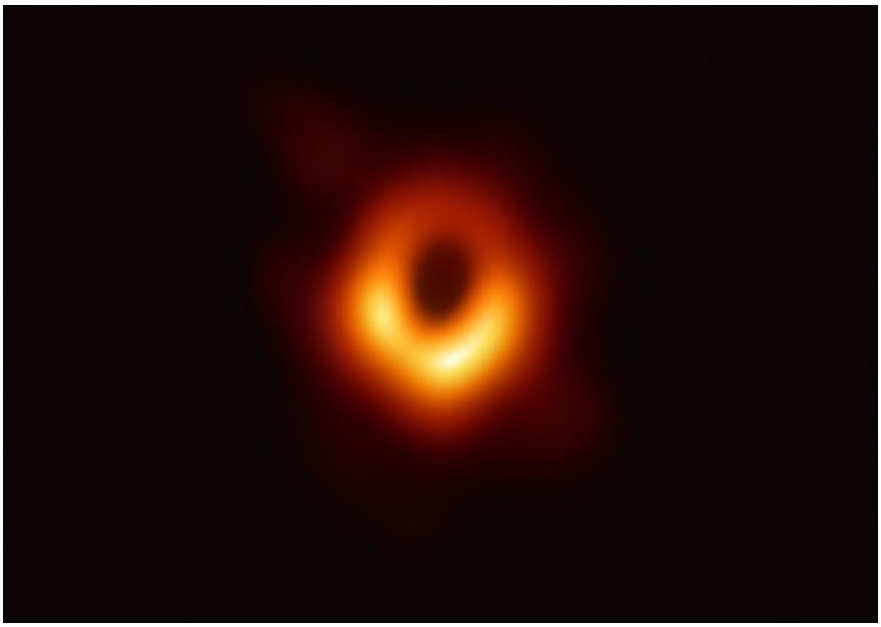
وقد تولتْ بعد ذلكَ خوارزمياتٌ حاسوبيةٌ وأدواتٌ حسابيةٌ مُبتَكَرَةٌ معالجةَ هذه البياناتِ لتبني في النهايةِ الصورةَ التاريخيةَ الشهيرةَ لـ (M87*) الملتقطة في أبريل 2017: **حلقةٌ برتقاليةٌ مضيئةٌ تحيطُ بظُلمَةٍ تامةٍ**، لتشكلَ دليلاً بصرياً قاطعاً يثبتُ صِحَةَ النظريةِ النسبيةِ العامةِ لألبرت أينشتاين. ورغمَ أن قِطرَ هذا الثقبِ الأسودِ يبلغُ حوالي 40 مليار كيلومتر، إلا أن قِطرَهُ الزاوي من الأرض لا يتجاوز 40 ميكروثانية قوسية، أي كأنك، عزيزي القارئ ترى من بيتكَ بطاقةَ ائتمانٍ على سطحِ القمرِ!

---

[1] خمسة ملايين جيجابايت أي ما يعادل حجم ألف مليون صورة يلتقطها جهاز موبايل ممتاز!

[2] معهد في مدينة بون بألمانيا متخصص في علم الفلك الراديوي ورصد الأشعة تحت الحمراء.

[3] مركز بحثي متعدد التخصصات في علوم الراديو والفضاء. يقع في مدينة وستفورد بولاية ماساتشوستس في الولايات المتحدة. يهدف إلى استكشاف المجرة ودراسة الغلاف الجوي والأرض وتطوير أحدث تقنيات رادار التصوير عالي الدقة.



أولُ صورةٍ حقيقيةٍ لثقبٍ أسودَ، تُظهرُ حدودَ أفقِ الحدثِ، التي التُقِطَتْ بواسطةِ شبكةِ "**تلسكوبِ أفقِ الحدث**" الراديويةِ.

إنَّ هذه الصورةَ مُذهلةٌ بكلِّ المقاييس؛ إذ قدَّمتْ لأولِ مرةٍ دليلاً بصريّاً مباشراً على وجودِ ثقبٍ أسودَ، وأظهرتْ الظلَّ الذي يُحدِّدُ أفقَ الحدثِ، بما ينسجمُ مع تنبؤاتِ نظريةِ النسبيةِ العامةِ التي وضعها أينشتاين قبلَ أكثرَ من قرنٍ، مُقدِّمةً بذلك تأكيداً رصديّاً جديداً لصحةِ هذه التنبؤاتِ في أحدِ أكثرِ البيئاتِ الكونيةِ تطرفًا.

كما أسهمتْ في تبديدِ جانبٍ من الغموضِ الذي أحاطَ بالثقوبِ السوداءِ، والتي طالما أثارتْ دهشةَ الناسِ وخيالَهم؛ فهي أجسامٌ ذاتُ جاذبيةٍ هائلةٍ لا يستطيعُ حتى الضوءُ الإفلاتَ من داخلِ أفقِ حدثِها، بينما يظلُّ ما يحدثُ للمادةِ بعدَ عبورِ هذا الحدِّ من أعظمِ ألغازِ الفيزياء الحديثة.