

## رصد وتتبع الأقمار الصناعية والحطام الفضائي بواسطة التليسكوبات البصرية

يؤدي النمو المستمر في أعداد الحطام الفضائي إلى تجديد المخاوف بشأن الاستخدام طويل المدى للفضاء حيث تشكل هذه النفايات خطر متزايد على البعثات الفضائية المأهولة والأقمار الصناعية العاملة ؛ ومع ذلك ، فإن غالبية هذه النفايات غير معروفة المدار وغير موجودة في القوائم الدولية المعروفة. يتطلب ذلك من مالكي ومشغلي الأقمار الصناعية إعداد دراسات وتقييمات مخاطر اصطدام هذه الأقمار مع تلك النفايات وذلك من أجل القيام بمناورات لتجنب هذا الاصطدام ولكي يتم ذلك بنجاح وفعالية لا بد من الحصول على بيانات مدارية دقيقة للغاية عن الحطام الفضائي. تحمل الأنظمة البصرية السلبية وعدًا كبيرًا لتوفير وسيلة فعالة لرصد الحطام المداري وذلك لما تتمتع به من تكلفة منخفضة مقارنة بدقة النتائج. ولا سيما في ظل التطورات الحديثة في تصميم النظام البصري ، وفي برمجيات معالجة الصور . تم تطوير تليسكوبات رصد الأقمار الصناعية والحطام الفضائي بحيث توفر معلومات دقيقة عن الأجسام المرصودة تتمثل هذه المعلومات في القياسات الموضعية وكذلك الخواص الفيزيائية (اللمعان - الكتلة). تتألف هذه الأنظمة من تليسكوب بصرى بمواصفات خاصة بالإضافة إلى كاميرا مزدوجة الشحن (CCD) وتعتمد فكرة هذا النظام على ان هذه الجسام مضاءة بالشمس وتعكس جزء من ضوء الشمس للراصد على سطح الأرض وبالتالي يمكن رصده بسهولة واستخدام خلفية النجوم لمعالجة الصور فلكيا والحصول على جميع المعلومات اللازمة لحساب المدار بصورة دقيقة ومن ثم التنبؤ بالحركة المستقبلية . غالبا ما تستخدم هذه المحطات الأرضية للرصد في المدارات المتزامنة مع الأرض (GEO) إلا أنه هناك اتجاه حديثا للاستخدام مع المدارات المنخفضة (LEO) وذلك لصعوبة توفير أجهزة رادار للرصد في المدارات المنخفضة.

هناك طريقتان أساسيتان تستخدمان في رصد الحطام الفضائي بواسطة التليسكوبات البصرية:

- 1- وضع التتبع النجمي (**Sidereal tracking mode**) أو قفزة الضفدع (**Leap Frog Tracking**) وفي هذا الوضع يتم توجيه التليسكوب لمجال رؤية معين يتقاطع مع مسار الحطام الفضائي بحيث يتم تصويره أثناء دخوله مجال الرؤية ويظهر كخط بينما تظهر النجوم كنقاط كما هو موضح شكل (1)



شكل (1): وضع التتبع النجمي

- 2- وضع التتبع المتصل (**continuous tracking mode**) وفي هذه الوضع يتم تتبع الجسم بنفس معدل حركته بحيث يظهر في الصورة كنقطة ثابتة بينما تتحرك النجوم كما هو موضح شكل (2)



شكل (2): نظام التتبع المتصل

وجدير بالذكر أن المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية قام بإنشاء أول محطة لرصد الأقمار الصناعية والحطام الفضائي بمصر وتتكون هذه المحطة من تليسكوب بصري (Celestron 11" Rowe-Ackermann Schmidt Astrograph (RASA)) وملحق به كاميرا (FLI Camera CCD) وذلك بمجال رؤية يقرب من 8 درجات مربعة (شكل 3) وذلك بالتعاون مع الشبكة العلمية الدولية للرصد البصري (ISON) بروسيا. وقد تم البدء في التشغيل التجريبي لهذه المحطة منذ شهر مارس 2019 وتم اختبار جميع أنظمة الرصد المختلفة سواء رصد أجسام معروفة أو عمل مسح للسماء بحيث يتم اكتشاف أجسام غير معروفة وغير مدرجة في القوائم الدولية.



شكل (3): محطة رصد الحطام الفضائي والأقمار الصناعية