معمل الفلكي وأدواته

غرائب الآلات التي استنبطها العلماء لرياضة الفضاء بين الارض والنجوم (١)

اذا ذكرت مراصد الافلاك تبادر الى الذهن التلسكوب، فهو في نظر الجمهور اهم الادوات التي يستعملها الفلكي في بحثه بل هو في نظر العامة الاداة الفلكية الفردة

لا ريب في ان التلسكوب كان كبير الاثر في الكشف عن حقائق الافلاك . ولكن جانباً لا بأس به من اصول علم الهيئة كان قد اكتشف قبل استنباط التلسكوب على يد غاليليو . والمرجح ان الراصد الاول كان الانسان الاول وان اصول علم الهيئة وضعت قبل عهد التاريخ المدوَّن . فطائفة كبيرة من النجوم والصور النجمية الظاهرة كانت قد ميِّزت ووصفت ومنحت اسماء تعرف بها في عصور التاريخ الاولى . ومع ان اكثر الاسماء التي في علم الفلك الحديث مستمدة من اساطير اليونان القديمة فالتاريخ قد اثبت لنا ان شعوباً اخرى غير اليونان والعرب عنوا بمسائل الفلك كالهنود الاميركيين وسكان البلاد (اقصى شمال روسيا) الاصليين . كذلك عرفت الشعوب القديمة كل السيارات الا اورانوس ونبتون — والسيار الجديد الذي وراء نبتون طبعاً — وحركاتها بين النجوم . وقد تمكن هبّارخوس — ابو علم الهيئة — ان يقيس طول السنة قياساً لا يخطىء فيه الا اربع دقائق . وذلك من نحو الفي سنة . وبعد هبّارخوس جاء بطليموس اشهر علماء الهيئة القدماء الذي ظل نظامهُ الفلكي متبعاً مدى الف واربعمائة سنة . اما النظام الكوبرنيكي الذي حلّ محل النظام البطليموسي فوضعت اصولهُ نحو ثلاثة ارباع القرن قبلما صنع غاليليو اول تلسكوب

وقد كشف غاليليو بتلسكوبه طائفة من المكتشفات الجليلة . فقد كان اول انسان تمكن من رؤية الجبال على سطح القمر ، ومن مشاهدة اطوار المشتري الاربعة ووجوه الزهرة . وكان كذلك اول من بحث بحثاً علمياً في كلف الشمس مع انهُ جاء في بعض المدوّنات ان الصينيين شاهدوا الكلف قبل استنباط التلسكوب . ولما كان تلسكوب غاليليو صغيراً فان لم يستطع ان يفهم فهماً صحيحاً حلقات زحل . وقد نُقل عنهُ انهُ صاح لما شاهد زحل اولاً بأنهُ كشف عن « نجم مجنّح » والحق يقال انا اذا نظرنا الى بعض

---

(١) عن مقالة للسنر كليد فشر Clyde Fisher امين علم الهيئة في متحف التاريخ الطبيعي في نيويورك نشرت في مجلة التاريخ الطبيعي Natural History التي يصدرها المتحف المذكور

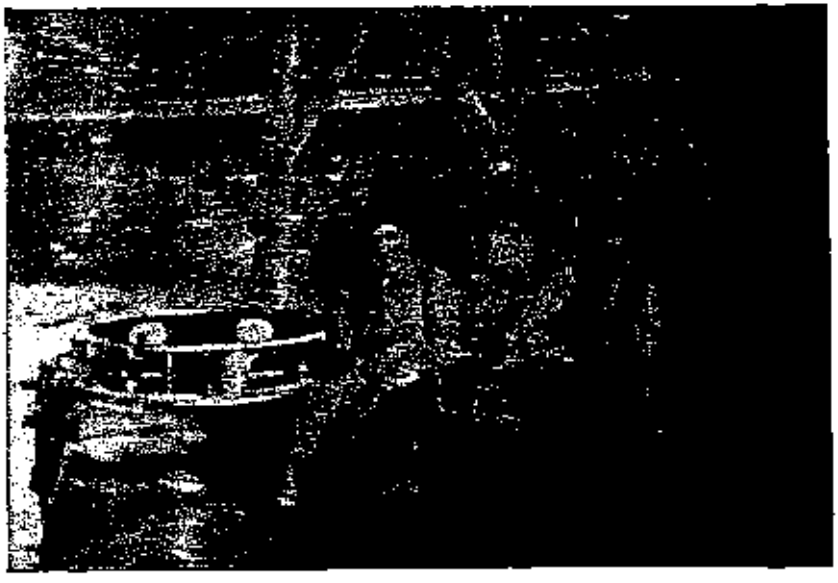
صور زحل في بعض مواقعه ، المصورة بتلسكوباتنا الكبيرة وآلاتها الفتوغرافية الدقيقة ، امكننا ان نفهم لماذا دعاهُ غاليليو « النجم المجنح »

اما التلسكوب الكاسر فعدستهُ جزء ذو شأن كبير فيه . ان العدسات في كل التلسكوبات الكاسرة الكبيرة والصغيرة مصنوعة من كتل زجاجية كلٌّ منها محدبة السطحين. لكن الباحثين وجدوا ان هذه العدسة لا تفي بالغرض لان مناطق من النور الملون تتكون حول الشبح الذي ترسمهُ وهي ناتجة عن مرور النور في موشور زجاجي وانحلاله الى الوانه اذ يمكن حسبان العدسة مكوَّنة من عدة موشورات . لذلك ظلَّ العلماء نحو مائة سنة بعد وفاة غاليليو لا يتقدمون خطوة واحدة في اتقان التلسكوبات بسبب هذا الخطإ البصري. فلما كشف العلاج لهذه الحالة جاء عن طريق العين البشرية. ذلك ان للعين البشرية اكثر من وسط واحد لكسر الاشعة وجمعها: ففيها العدسة والرطوبان الزجاجية والمائية . فصنع العلماء للتلسكوب عدستين الاولى كثيفة محدبة السطحين والثانية اقلّ من الاولى كثافة وتحدباً ولصقوا الاولى بالثانية بواسطة مادة تدعى « بلسم كندا » يتكسر النور فيها مثل انكساره في الزجاج

وقد اشتهر رجل في باريس يدعى « مانتوى » بصنع الكتل الزجاجية لاكبر التلسكوبات الكاسرة وذاع اسم محل الفان كلارك في بلدة كمبردجپورت بولاية ماسشوستس بأخذ هذه الكتل الزجاجية وصقلها حتى تصبح عدسة من القطر المطلوب والتخانة المطلوبة . اما عدسة مرصد يركيز التي قطرها ٤٠ بوصة فقد صنعها محل وارنر وسوايسي بكليفلند وصقلها محل الفان كلارك . وقد كانت هذه العدسة لما صنعت ولا تزال اكبر عدسة صنعت حتى الآن . ذلك أن العلماء ادركوا المصاعب الجمة التي تعترض صقل العدسات حتى يجيء محدبها خالياً من اي خطإ يحرف النور او يكسرهُ وعرفوا العقبات التي تعتور سيل صانعها حتى يجيء زجاجها صافياً لا يتخللهُ بوق هواء او شقٌّ مهما يكن دقيقاً فعمدوا الى صنع التلسكوبات العاكسة اي انهم ابدلوا عدستي التلسكوب الكاسر بمرآة مقعرة تجمع الاشعة الواقعة عليها في نقطة معينة فيتخلص الصقال من صقل اربعة سطوح — كما في العدستين — لانهُ في صنع المرآة يكتفي بصقل سطح واحد . وان كان صقلهُ لا يخلو من الصعوبة لان تحدبها يجب ان يكون قطعاً مكافئاً

واكبر التلسكوبات الآن هي من الصنف العاكس — واكبر هذه على الاطلاق هو تلسكوب هوكر المنصوب في مرصد جبل ولسن وقطر مرآته مائة بوصة . ويليه تلسكوب مرصد الدومنيون بفانكوفر كندا اذ يبلغ قطر مرآته ٧٢ بوصة . ويبنى الآن تلسكوب يقارب التلسكوب الاخير من حيث قطر مرآته في مرصد پركنز بالجامعة الوسلية بأوهايو

السكتروهيليوغراف الذي استنبطهُ هايل ودلاندر — كلٌّ على حدة — سنة ١٨٩٠ لتصوير السنة الشمس في اي يوم صافي الاديم



الثان كلارك ومساعده كارل لندن يصقلان عدسة تلسكوب مركز الكاسر التي قطرها اربعون بوصة

اما التلسكوب العاكس الكبير الذي يبلغ قطر مرآته ٢٠٠ بوصة فسائر في طريقه الى التمام . ولكن يجب الآ تحجل ظهوره . فان تلسكوب مرصد جبل ولسن استغرق صنعهُ نحو ست سنوات مع ان قطر مرآته مائة بوصة فقط . ولكن مرآة هذا التلسكوب الجديد متى تمت تستطيع ان تجمع من النور اربعة اضعاف ما تجمعهُ المرآة التي قطرها مائة بوصة . فيتسنى لعلماء الفلك ان يجلوا به كثيراً من المسائل التي لا تزال مغلقة على افهامهم . فقد يستطاع حل المشكلة المرتبطة بالاقنية التي على سطح المريخ . وقد يصل العلماء الى شيء جديد عن تحدب المكان بدرسهم الدقيق للدوامة الحيوية

ولم يكتف التلسكوب بان مدَّ في بصر الانسان ولكنهُ باستعمال اللوح الفوتغرافي الحساس مكنهُ من تصوير اجسام لم ترها عين بشرية عياناً وقد لا تراها ابداً . فان علماء الفلك يستطيعون ان يصوروا اجراماً سديمية ابعد من ان تراها عين باقوى التلسكوبات وذلك بتعريض اللوح الفوتغرافي الحساس تعريضاً طويلاً للنور الضئيل الآتي من النجم المقصود تصويرهُ . وما يصح على النجم الضئيل النور يصحُّ كذلك على اطراف المجرة والعوالم التي خارجها والسديم الدقيق التي تحيط بالثريَّا . وهذا التصوير مستطاعٌ لان اثر النور في اللوح الفوتغرافي الحساس اثر متجمع . ولما كانت الاشعة التي تؤثر في اللوح الفوتغرافي اشعة لا تراها العين البشرية لقصر امواجها فجمع هذه الاشعة مع الامواج المنظورة وتحويلها الى اللوح الفوتغرافي يزيد وضوح الشبح الذي ينقل بها اليه ويرتسم عليه

***

وضع كرشوف من نحو سبعين سنة اصول التحليل الطيفي — السبكترسكوبي — وقد كان للآلة المعروفة بالسبكترسكوب اكبر اثر في توسيع معارفنا الفلكية في نصف القرن الاخير . وهذا لا ينفي وجوب استعمالها دائماً مع التلسكوب الذي يجمع الاشعة التي تحلل بها . والمبدأ الذي تقوم عليه هذه الآلة هو ان النور اذا مرَّ في موشور انكسر انكساراً يختلف باختلاف طول موجته . اي ان امواج اللون الاحمر اقلُّ انكساراً من امواج اللون الاصفر وامواج اللون الاصفر اقلُّ انكساراً من امواج اللون البنفسجي . وهكذا نستطيع ان نحلل نور الشمس الابيض الى الالوان التي يتألف منها بامرازه في موشور مثلث او قطعة زجاج مخططة طولاً وغرضاً بخطوط قريبة جداً بعضها الى بعض (grating)

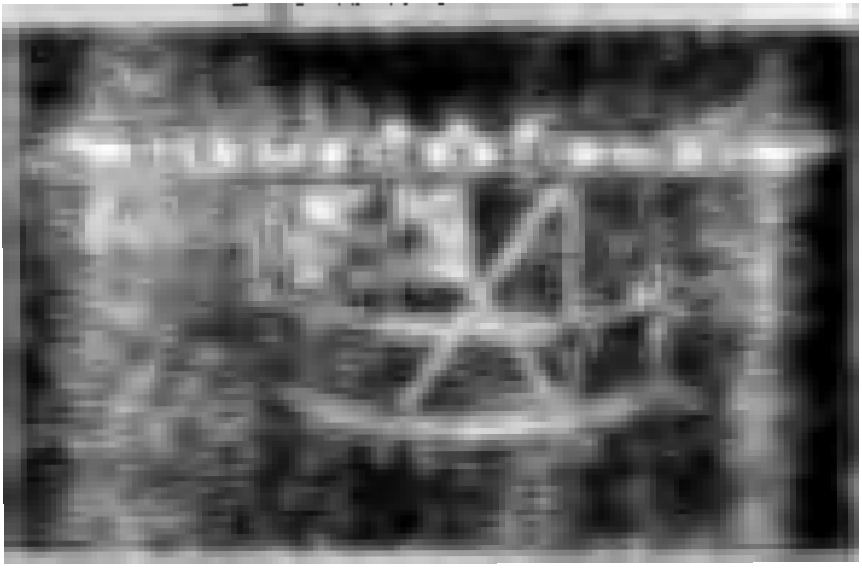
وقد اثبت كرشوف ان للاجسام المنيرة طيوفاً مختلفة يستطاع تبويبها ثلاثاً : (الاول) يعرف بالطيف المستمرّ : وهو الحاصل من حلّ نور منبثق من اجسام صلدة متوهجة او سوائل او غازات مضغوطة ضغطاً عظيماً : (الثاني) يعرف بطيف الخطوط اللامعة او طيف

الغازات وهو طيف النور المنبعث من غازات او ابخرة متوهجة مضغوطة ضغطاً متوسطاً او واطئاً : (الثالث) يعرف بطيف الخطوط المظلمة وهو طيف نور منبعث من مادة تستطيع ان تمتص جانباً من النور المنبعث منها. وبالثالث من هذه الطيوف فسَّر كرشوف خطوط فرونهوفر في طيف نور الشمس التي كانت لا تزال سرّاً مغلقاً الى وقته[1]. وباستعمال السبكترسكوب تمكن العلماء من معرفة حالة النجوم والسدم الطبيعية . فعرفوا مثلاً ان السديم الكبير الذي يظهر في الفضاء قرب كوكبة الجبّار غازيّ وان السديم قرب المرأة المسلسلة غير غازي

ولما كان معروفاً لدى العلماء ان كل عنصر من العناصر الكيماوية التي تتركب منها قشرة الارض اذا توهج وحُلَّ نوره ظهر في الطيف خط واحد — او اكثر — يتميز به عن غيره استعملوا هذه الطريقة للكشف عن العناصر في الكواكب والسدم . وبتطبيقها على الشمس ثبت ان فيها تسعة واربعين عنصراً من عناصر الارض الاثنين والتسعين . والواقع ان عنصر الهليوم كُشف عنهُ في الشمس قبل الكشف عنهُ بين عناصر الارض . فقد كشف عنهُ سنة ١٨٦٨ في لهب اخضر اللون من لهبِ الالسنة المتدلعة من الشمس في اثناء الكسوف . ودعي هليوم نسبة الى اسم الشمس اليوناني «هليوس» وظل مجهولاً بين العناصر الارضية الى ان كشف عنهُ السر وليم رمزي سنة ١٨٩٥ وما يستخرج منهُ الآن يستعمل في الغالب لملء البلونات المسيَّرة لانهُ لا يلتهب كالهدروجين

وقد استعملت خطوط فرونهوفر حديثاً لمعرفة نسبة العناصر التي في الشمس بعضها الى بعض. وذلك بدرس عرض الخطوط التي تظهر في الطيف ونسبة عرض الواحد منها الى الآخر . ثم استعملت هذه الخطوط ايضاً لمعرفة شيء عن حركة الاجرام السموية فقد ثبت انهُ اذا كان الجرم السموي متجهاً نحونا فان حركة الخطوط في طيفهِ تتجهُ من الاحمر الى البنفسجي. واذا كان مبتعداً عنا فان حركة الخطوط في طيفهِ تتجهُ من البنفسجي الى الاحمر . لان عدد الامواج التي تصلنا منهُ في الحالة الاولى آخذة في التزايد والقصر وفي الحالة الثانية آخذة في التناقص والطول. فتجاه حركة هذه الخطوط وسرعتها تمكن العلماء من معرفة اتجاه الاجرام السماوية بالنسبة الى الارض وسرعتها . وبالجري على المبدإ ذاته يستطاع الكشف عن النجوم المزدوجة واثبات دوران الارض حول محورها

(١) خطوط فرونهوفر . اذا حللنا نور الشمس بسبكترسكوب الى الوانه البسيطة المرئية وجدنا في مناطق الالوان المختلفة خطوطاً سوداء دقيقة . هذه الخطوط رآها اولا ولستن الانجليزي سنة ١٨٠٢ ثم عني بها فرونهوفر الالماني سنة ١٨١٤ واحصى نحو ٧٠ خطاً منها فنسبت اليه. وتعليلها ان كل غاز او بخار يمتص الامواج التي يطلقها اذا توهج. فاذا حللنا طيف النور المنطلق من قطعة صوديوم محترقة وجدنا مثلا خطا اسود في مكان معين في منطقة اللون الاصفر . هذا الخط يتميز به عنصر الصوديوم فاذا وجدنا في طيف الشمس خطاً في منطقة اللون الاصفر يتفق من كل الوجوه مع خط الصوديوم حكمنا الى ان في جو الشمس صوديوماً وهكذا



صورة الانترفرومتر الذي استعملهُ الاستاذ ميكلسن لقياس اقطار النجوم البعيدة وغير ذلك من القياسات الدقيقة باستعمال طول موج النور مقياساً

الـسكتروغراف او الكان سكتروسكوب — آلة حس اطيف — مجهز آلة فوتغرافية لتصوير الطيف دعي سكتروغرافاً

فاذا استعمل السكترسكوب مع آلة مصورة سمي سكترغافاً . على ان الاستاذ هايل والاستاذ دلاندر — كلٌّ على حدة — استنبطا آلة سماها سكتروهيليوغراف اي سكترغراف خاص بالشمس وبه يستطيع الفلكي ان يصور الالسنة المندلعة من سطح الشمس في اي يوم صافي الاديم . وهذا لم يكن مستطاعاً من قبل الاّ في اثناء كسوف الشمس الكلي

وقد استنبط الاستاذ ميكلصن آلة دعاها الانترفرومتر لقياس اقطار النجوم السحيقة وهي تستعمل الآن في مرصد جبل ولسن مع تلسكوبه العاكس الكبير لهذا الغرض . وهي الآلة الوحيدة من نوعها . وقد قيس بها الكوكب المعروف بمنكب الجوزاء فوجد ان قطره يكاد يبلغ قطر فلك المريخ . واكبر كوكب قيس بها حتى الآن هو قلب العقرب فوجد انهُ اذا وضع مركز قرصه فوق مركز قرص الشمس اضفى محيطهُ على فلك المريخ

وقد استنبط ستبنغ وروزنغ آلة مبنية على الخلية الكهرنورية لقياس اقدار النجوم بمقدار النور الواصل منها وضع أبُتْ اداة لقياس حرارة النجوم السحيقة وهي انبوب مفرغ يشتمل في داخلهِ على نقطة الاتصال بين سلكين دقيقين من خليطين معدنين مختلفين . يقع النور الواصل من النجم على ناقذة في هذا الانبوب فينفذها الى السلكين فيحميها وباحمائها يولد فيهما تياراً كهربائيًّا صغيراً . ولمعرفة دقة هذه الآلة وشدة احساسها نقول لك ان قطر كلٍّ من السلكين لا يزيد على جزء من الف جزء من الوصة وان الجزء من الآلة الذي يقع عليهِ نور النجم في وقت معيَّن لا يزيد وزنهُ على جزء من الفي جزء من القمحة وان الحرارة التي تصلنا من منكب الجوزاء وهي اقوى حرارة تصلنا من النجوم — عدا الشمس — لا يرفع حرارة السلك الاّ جزءاً من ٦٠ جزءاً من الدرجة . وهذه الحرارة تولد في السلكين تياراً كهربائيًّا قوتهُ جزء من ٧ ملايين جزء من الاميير . ويتصل هذا التيار بغلفانومتر حساس جدًّا تكفيهِ هذه القوة الكهربائية الدقيقة لامالة ابرتهِ ١٨ بوصة . وقد قيست بها حرارة نجم بعيد فلم ترفع حرارتهُ حرارة السلكين اكثر من جزء من مائة الف جزء من الدرجة

حقًّا ان معمل الفلكي هو المرصد بقبابهِ وتلسكوباته . ولكن مع هذه القباب والتلسكوبات توجد طائفة كبيرة من الادوات التي لا بدَّ منها في علم الفلك الحديث وقد اشرنا الى بعضها في المقال المتقدم . ومنها الساعات الدقيقة والادوات المستعملة لتحديد الزمن او لقياس قوة النور او الحرارة او للكشف عن تغير اللمعان في الاجرام والآلة المعروفة بالمصورة النجمية التي تصور بالاشعة التي فوق البنفسجي والمكرومتر الدقيق المستعمل لقياس الزوايا الدقيقة حين البحث في النجوم المزدوجة — هذه هي بعض الادوات الاخرى التي يستعملها الفلكي مع التلسكوب في زيادة الفضاء ومحاولة الكشف عن حقائقه