8

محرك أرخميدس

إذا كان على دراسة تاريخ العلوم تعلّمنا شيئاً ما، فهو أنه يجب أن نعرّف أنفسنا الطرق الفرعية التي تاه فيها أسلافنا في سياق بحثهم عن الحقيقة، وأيضاً الطرقَ التي سلكوها لتطوير العلم.

ـ J.L.E. Dreyer، تيخو براهي

إن الأرصاد غير المتقنة التي أجراها رجال شرفاء يتمتعون بنبل المقصد، أحدثت إرباكاً للفلكيين أكثر من أي شيء آخر. لقد كان من الممكن دوماً تسويغ أفكارهم وشطحاتهم في النظريات التي جادوا بها، بل والإعجاب بها أحياناً. بيد أنه عندما كانت تُجْرى الأرصاد والتجارب غير المتقنة لإثبات صحة هذه النظريات، فإن هذه الإجراءات، التي ربما أدت خدمة مؤقتة لواضع النظرية، كانت تتحول في نهاية المطاف إلى عبء يقع على كاهل العلم.

ـ جون فلامستيد، فلكي ملكي، 1685

★ ★ ★

الوقت قريب من منتصف ليلة 5 مايو / أيار. السماء صافية، والهواء ينفذ عبر معطفي لطيفاً دافئاً. إلحق بي وأنا أجتاز فناء دار جاري، ثم أسير على المنحدر اللطيف الذي يُستَعمل في فصل الشتاء تلةً للتزلج على الجليد

يلهو فيها الجيران. هناك أنصب مقرابي على حافة متطاولة من التلة مكسوة بالعشب يسميها الجميع هنا «أكويداكت» Aqueduct. الإشارة الوحيدة إلى أن البشر قاموا ببعض الأعمال على أكويداكت هي وجود بعض مصارف المياه المنتشرة بغير انتظام على العشب، ومهابط الطائرات المنبسطة المنشأة عليها.

التلة التي تقع عليها أكويداكت هي في الحقيقة واحدة من الكثير من التلال التي تنتشر خارج مدينة بوسطن، والتي يطلق عليها مجازاً اسم القنوات. سبب هذه التسمية هو اختراق هذه التلال بشبكة من الأنابيب المطمورة تحت الأرض، التي تنقل المياه من مستودع كوابين Quabbin Reservoir ـ الواقع غرب ماستشوستس ـ إلينا، نحن سكان شرق أمريكا العِطاش. هذه القنوات لا تشبه قنوات بيرسيفال لوويل Percival Lowel التخيلية على كوكب المريخ، التي تؤدي نفس الخدمات لسكان ذلك الكوكب الأحمر. وبالرغم من معارضة السكان المجاورين، فإن أكويداكت تُدار من قبل سلطة الموارد المائية في ماستشوستس، التي تصون أكويداكت وتضع فيها لافتات مكتوب عليها «التجاوز ممنوع». لكن هذه اللافتات يجري تجاهلها أو خلعها بين حين وآخر. هذا وإن كثيراً من المنشآت المقامة في الضواحي المجاورة تنامت قريباً من أكويداكت.

أكويداكت هي المكان الوحيد القريب من منزلي الذي يستطيع أن يمسح منه مقرابٌ رقعةً واسعةً من السماء الليلية، رغم وهج الضواحي الذي يطمس الكثير من المشاهد السماوية الباهتة. ومن قبيل المفارقة أنه كلما اتسعت حدود العالم أمام الفلكيين، ضاقت هذه الحدود أمام المواطن العادي بسبب تلوث الجو بالأضواء المحلية. بيد أن هدفنا في هذه الليلة هو شيء ساطع جداً قادر على اختراق هذه الأضواء، ونعني به نجم كاما دراكونيس Gamma Draconis، الذي يسمى أيضاً إلتامين Eltamin، وهو نجم معتدل السطوع موجود في «رأس» كوكبة التنين Draco. وكلمة إلتامين مشتقة من التسمية العربية رأس التنين، التي أطلقها في القرن الخامس عشر الفلكي أولغ

بك، حفيد الغازي المنغولي تيمورلنك. أما كلمة كاما فقد وردت أول مرة في الأطلس النجمي الجميل أورانومتريا Uranometria، الذي وضعه رسام الخرائط السماوية الألماني يوهان باير Johannes Bayer سنة 1603. في هذا الأطلس، كان يرمز باير إلى أسطع نجم في مجموعة نجمية بالكلمة اليونانية ألفا Alpha، وإلى النجم الذي يأتي بعده في درجة السطوع بالكلمة بيتا Beta، وهلم جرا. وللنجم كاما دراكونيس ارتباط طويل الأمد بالشؤون البشرية. وفعلاً، فثمة ثقافة قديمة، واحدة على الأقل، كانت تعتقد بأن أي مرور لمذنب قريباً من هذا النجم هو نذير شؤم. ثم إن كاما دراكونيس أدّى دوراً بارزاً في التقاليد والأساطير الدينية المصرية. فالممرات المركزية لسبعة هياكل مصرية، ومن ضمنها الممر الذي طوله 1،500 قدم الموجود في نصب رمسيس العظيم في الكرنك، كانت كلها موجهة نحو نقطة الأفق التي كان يطلع منها النجم كل ليلة سنة 3500 تقريباً قبل الميلاد. وبسبب تدويم gyration محور الأرض أو مبادرته precession البطيئة الشبيهة بحركة الخُدروف (أو البلبل، أو الصياح) top، فإن نقطة طلوع كاما في الأفق تنزاح تدريجياً مع الزمن، وهذه حقيقة تتجلى في الاتجاهات المختلفة قليلاً لممرات الهيكل التي بنيت على مر القرون. وفي الحقيقة، من الممكن تأريخ كل هيكل «فلكياً» انطلاقاً من اتجاه الممر الخاص به.

في هذه الليلة، يبدو كاما دراكونيس في عينيّة مقرابي الصغير على شكل نقطة نارية لونها بين الأصفر والبرتقالي. وتبرز في الصورة النجمية نتوءات مشعّه تغلي بغضب، مثل قطة محصورة في كيسٍ مُضاءٍ تحاول الخروج منه عن طريق غرز مخالبها فيه. من السهل أن تُفتَن بالمشهد المتألق لنجم في المقراب. فنوره يغمر عينيّ، ويجعلني أسمع صوتاً خافتاً يناديني للتوجه إلى أغوار الفضاء. وسرعان ما أحس برابطة بيني وبين النجم، وكأن شعاعه صادر عن مشعل غيَّر منحى طريقي ونوّر عقلي.

يبدو كاما دراكونيس شبيهاً إلى حد ما بأي من النجوم التي يقارب عددها الألف، والتي تقع في هذه الليلة فوق رأسي. وهو يصنَّف في علم

الفلك بأنه نجم «عملاق». قطره أكبر من قطر الشمس بنحو 25 مرة، مع أنه أبرد منها؛ وهو يشع في الفضاء طاقة أكبر من طاقتها بزهاء 180 مرة. وهو يبعد عن الأرض بقرابة 150 سنة ضوئية، أي 900 تريليون ميل. إن الضوء، الذي يتدفق الآن في مقرابي، بدأ رحلته في نفس الوقت تقريباً الذي كتب فيه ماركس وإنجلز آخر سطر في البيان الشيوعي Communist Manifesto، والذي كان يحلم فيه مارك توين الفتيّ ليصبح مرشداً للسفن في نهر الميسيسيبي. في هذه الليلة، مثل أي ليلة أخرى، لم يدخل مقرابي سوى نسبة لا متناهية في الصغر من الفوتونات التي يصدرها ذلك النجم. وثمة فوتونات أخرى تمطر أكويداكت حولي، وكأنها غبار تذروه جنيات. هذا وإن الطاقة الضوئية لهذه الفوتونات تنحلّ في الأرض متحولة إلى حرارة. وهناك فوتونات غيرها تترك كاما دراكونيس وتنطلق باتجاهات بعيداً عن الأرض، بعضها ربما يدخل في مقراب أو يمطر أكويداكتاً في عالَم آخر. الطبيعة مترعة بضوء النجوم، معظمه لا نستفيد منه، ذلك أنه يسقط على غير هدى على حبيبات الغبار في الفضاء الخارجي، أو ينتشر دون أن يقف في وجهه عائق في الخلاء المترامي الأطراف.

في هذه الساعة، التي أنا موجود فيها في هذا الموقع المميز من أكويداكت، يقع كاما دراكونيس في الجزء الشرقي من السماء. لم يقطع بعد نصف الطريق الذي يسلكه فوق الأفق، ومازال يكافح للارتفاع فوق بعض الأشجار الطويلة التي تحيط بي. وبعد قرابة أربع ساعات من الآن، لا بد أن يكون بلغ أقصى ارتفاع له في هذه الليلة، وهو نحو 80 درجة فوق الأفق. بعد ذلك سيهبط النجم ببطء نحو الغرب إلى أن يغيب، وستتكرر هذه الدورة في الليلة القادمة.

وفي حين كَنَّ قدماء المصريين لكاما دراكونيس تقديراً عالياً، فإن اسم النجم لا يثير فضولاً بين الناس المعاصرين. ومع ذلك فإن كاما دراكونيس واحد من أشهر النجوم في تاريخ علم الفلك كله. شهرته لا علاقة لها بخاصياته الذاتية، فهو ليس أسطع النجوم ولا أكبرها، ثم إنه ليس ثقباً أسود ولا مستعراً فائقاً. ليس هذا النجم واحداً من النجوم التي رُصِدَ حديثاً كواكب

تدور حولها. لم يقم شاعر، مشهور أو مغمور، بنظم قصيدة تتغنى بهذا النجم. ومع أنه صُنف نجماً «عملاقاً»، فهو مع ذلك نجم عادي لا يتميّز عن غيره من النجوم الكثيرة الأخرى. شهرة هذا النجم تكمن في الموقع الذي يميّزه في السماء، إذ إن كاما دراكونيس يمر مرة كل يوم فوق الرأس تقريباً في سماء لندن. وهذا الأمر ليس فريداً من نوعه قط؛ ففي كل موقع على الأرض، ثمة نجم يمر كل ليلة في سمائه فوق رؤوس الناس تماماً. وفي بوسطن، فإن هذا النجم هو رأس الغول Algol، الذي يتألق في كوكبة الجبار Perseus. هذا وإن كاما دراكونيس، الذي يمر فوق الرؤوس في سماء لندن منذ فجر الحضارة، لم يحظ باهتمام الفلكيين إلا بحلول النصف الثاني من القرن السابع عشر. في ذلك الوقت، اقترح العالم روبرت هوك Robert Hooke الأخذ بأسلوب تجريبي اقترحه كاليليو، مفاده أن من الممكن دراسة نجم واقع فوق الرأس في السماء بواسطة مقراب رأسي مثبت بغية كشف اختلاف المنظر النجمي. وقد اتفق أن كان هوك هو العالم الوحيد في إنكلترا القادر على بناء مثل هذه الآلة، وكان عمل منذ مدة قصيرة في كلية كريشام اللندنية. وكان يراقب، مرة كل يوم، النجم كاما دراكونيس يسير فوق رأسه تماماً. وفي سنة 1669، فتح روبرت هوك ثقباً في سقف شقته السكنية، وتمكّن من خلاله توجيه مقرابه رأسياً.

كان روبرت هوك طفلاً متوعك الصحة من أول يوم ولد فيه في جزيرة وايت Wight سنة 1635. لم يتوقع له أبواه البقاء على قيد الحياة مدة طويلة، لكنه عاش وتعايش مع الأرق وآلام الرأس والمعدة، التي رافقته طوال حياته. وقد وصف هذه الأعراض في وقت لاحق بأنها «أحلام مرعبة وقاسية» لازمته طوال عمره. وبسببٍ من صحته المنحرفة لم يذهب في طفولته إلى المدرسة، وكان والده، القس، هو الذي يعلّمه. وبعد موت والده، تابع هوك، الذي كان في الثالثة عشرة من عمره، دراسته في مدرسة وستمنستر قبل أن يلتحق بجامعة أكسفورد سنة 1653. ومع أنه لم يكمل تعلّمه فيها ليحصل على درجة البكالوريوس، فقد حاز إعجاب الشباب من أعضاء الهيئة التدريسية هناك، ومن ضمنهم كريستوفر رين Christopher

Wren، و روبرت بويل Robert Boyle، اللذان مهدا السبيل للمسيرة العلمية النهائية لهوك.

وبمعايير القرن السابع عشر على الأقل، كان روبرت هوك شخصاً غير عادي. وفي 15 فبراير/شباط سنة 1664 قدّم صامويل بيبيز Samuel Pepys، الذي يعرف عنه حدّة الملاحظة، وصفاً لهوك في دفتر مذكراته كما يلي: «إنه أعظم من أي رجل رأيته في حياتي، وهو من اقل الناس تقديماً للوعود». وثمة إشاعة تقول بأن الصورة الوحيدة لهوك، إن كان له صورة فعلاً، جرى التخلص منها بعد موته من قبل إسحاق نيوتن، الذي كان حاقداً عليه. ومع ذلك، فثمة أوصاف لهوك قدمها معاصرون له تولّد في ذهني صورةً حيةً له هي خليط من إيتشابد كرين Ichabod Grane، وإيغور Igor المساعد المخلص للدكتور فرانكشتين، كما صورته هوليوود. وقد بدأت قدرة هوك على الوقوف تتدهور حين كان في السادسة عشرة من عمره، وربما كان سبب ذلك جنف (ميلان جانبي) أصاب عموده الفقري، لذا أصبح بعد بضع سنوات غير قادر تماماً على الوقوف منتصباً. وقد وصفه صديق له، هو المؤرخ جون أوبريJohn Aubrey، بقوله «إنه ذو قامةٍ معتدلةٍ منحنيةٍ، ووجهٍ شاحب يميل نحو الأسفل، ورأسٍ كبير؛ كانت عيناه تتحركان دوماً، ولكن ببطء». ويلاحظ ريتشارد والر Richard Waller أمين سر الجمعية الملكية البريطانية British Royal Society، وأول من كتب سيرة هوك، أن هوك أبقى شعره «طويلاً جداً يتدلى فوق وجهه دون أن يقوم بقصه».

لما كان هوك نفسه يكتب يومياته بانتظام، فقد كان يسجل يومياً التفاعل بين نظام الحمية الذي التزمه والوضع المتأرجح لصحته. ومن التعليقات التي كان يسجلها ما يلي: «كانت التفاحات التي أكلتها في 19 ديسمبر / كانون الأول سنة 1673 مناسبة جداً. الحمد لله». «في 29 يناير / كانون الثاني سنة 1676 لم يلائم صحتي سمك الحفش الصخري». «في 7 أغسطس / آب تسمّمت من الجعة الحامضة». كان معتاداً شرب الشوكولاته، وهذه عادة سيئة حاول الإقلاع عنها ـ لكنه لم يفلح في ذلك. ومن بين مقتنياته التي

بيعت بالمزاد العلني بعد موته كتاب بعنوان حسنات الشوكولاته. وللتخلص من الأعراض التي لازمته طوال حياته، كان هوك يتناول بانتظام مقادير حدّدها بنفسه من الأعشاب الطبية، والمعادن، ومنها الحديد، والزئبق، ومستحضر اللودانوم laudanum، والراوند، ونبات الأفسنتين. كان يتناول أيضاً ملح النشادر وذلك، كما يقول، «ليحلّ المادة اللزجة في معدته التي طالما عذبته». ويلاحظ كاتب سيرة هوك ريتشارد س. وستفول Richard S. Westfall أن «شدة الانحناء الجانبي المتواصل لجسم هوك كانت تتناسب طردياً مع العذاب الذي يعانيه». ونتيجة لتعمق معرفة هوك بالأمراض التي تصيب جسد الإنسان، منح درجة M.D. في الطب سنة 1691. لم يتزوج هوك قط، لكنْ كانت له علاقات بعددٍ من الخادمات، وأخيراً مع ابنة أخته كريس Grace، التي عاشت في بيته منذ أن كانت في الحادية عشرة.

عوضّ هوك عن عجزه الجسدي بما يبدو وكأنها طاقة عصبية غير قابلة للنفاد. وبدلاً من أن يتراجع إلى الخلف، مثلما يفعل غيره من الذين هم في ظروفه، فقد دفع هوك نفسه إلى الأضواء والشهرة، وهو ذلك الشخص الأحدب الذي تراوده وساوس المرض. ويخبرنا معاصره ريتشارد والر Richard Waller أنه «كان يمشي محدوب الظهر بسرعة كبيرة، وكان يحمل جسماً خفيف الوزن، ويملك معنويات عالية ونشاطاً متميزاً». وبرغم مظهره غير التقليدي، وطبيعته التي كانت تتسم بالعنف، فقد حظي باحترام وصداقة الكثيرين. وتصف يومياته التي كتبها نشاطه الاجتماعي المتواصل، والمحادثات الحميمية التي كان يجريها مع بعض الناس، بعضها مع مواطنيه عندما كان يحتسي معهم بعض كؤوس الشراب في إحدى الحانات.

وبالمقابل، كان هوك ينخرط في مناقشات حادة مع الفلكيّيْن يوهان هيفيليوس Johannes Hevelius وجون فلامستيد John Flamsteed، ومع إسحاق نيوتن وغيرهم. (وصف هوك فلامستيد بأنه «جاهل وحمار وقح». وقال فلامستيد: «أشعر بضيق شديد مع هوك الذي... يوجه كل مكيداته نحونا»). كان هوك معجباً جداً بنفسه، ويبدو أنه وجد من الصعب عليه أن يقبل بأن الآخرين أقل منه إعجاباً بشخصه.

كانت قوة هوك تتجلى في إبداعاته التجريبية والميكانيكية. وكان يتمتع بقدرات ميكانيكية استثنائية منذ طفولته. وفي صباه، أنشأ سفينة حربية كاملة التجهيزات طولها ياردة، وتحوي مدفعاً عاملاً وميقاتية، وكل ذلك مصنوع من الخشب. وقد ذكر أوبرى أن هوك الصبي «ابتكر ثلاثين طريقة مختلفة للطيران»، لكنه هجر الجهود التي بذلها بعدما استنتج أن القوة العضلية كانت غير كافية لتحقيق عملية الطيران التي تصورها في ذهنه.

انطلقت مسيرة هوك العلمية سنة 1662، حين حصل له زملاؤه في أكسفورد على وظيفة قَيِّم في الجمعية الملكية التي كانت أُسست قبل ذلك بوقت قصير. كانت وظيفته الجديدة متعبة بكل المقاييس: إذ كان عليه «تزويد الجمعية كل يوم يجتمع أعضاؤها فيه أي مرة كل أسبوع بثلاث أو أربع تجارب مهمة». وخلال السنوات الخمس عشرة التالية، قدّم هوك سيلاً غير منقطع من الاختراعات، التي كان يتعين على أعضاء الجمعية الملكية متابعتها ومناقشتها. وقد تحولت معظم الاجتماعات الأسبوعية إلى ندوة لمناقشة إبداعات روبرت هوك، التي لولاها، لكان من المحتمل إغلاق الجمعية. ذكر توماس بيرش Thomas Birch في كتابه بعنوان «تاريخ الجمعية الملكية» أن سجلات الاجتماعات، التي انعقدت في الستينيات من القرن السابع عشر، كانت تحوي عبارات مثل «اقترح السيد هوك»، و«طلب السيد هوك»، و«تذكّر السيد هوك»، و«لاحظ السيد هوك»، و«نسب السيد هوك»، و«أجرى السيد هوك بعض التجارب»، حتى عندما حدث حريق لندن الكبير سنة 1666، وأضاف هوك إلى أعبائه الثقيلة في العمل القيام ببعض مهمات رئيس بلدية المدينة، فإنه واصل إجراء «التجارب المهمة»، هذا هو نمط حياة هوك الذي أفاده فيه أرقه المزمن.

وكما فعل ليوناردو، رسّخ هوك نفسه واحداً من أعظم المخترعين الغزيري الإنتاج في القرن السابع عشر. لكن في حين قدّم سلف هوك القوي مجموعة واسعة من الآلات الرائعة على الورق، فإن هوك قام بصنع كثير من

الآلات التي كانت من اختراعه. ومن بين الأجهزة والعمليات الجديدة التي أبدعها هوك، والتي قارب عددها الألف، أو نحو ذلك، لا بد من ذكر ضاغط هواء محسّن، والمضخة الهوائية vacuum pump؛ ونابض الميزان الحلزوني، والآلات الأساسية المستعملة في الرصد الجوي، ومن ضمنها البارومتر ذو العجلات، ومقياس الرطوبة الجوية، ومقياس الرياح؛ والوصلة الجامعة universal joint؛ وآلة حاسبة ميكانيكية لعمليتي الضرب والقسمة؛ والحجاب القزحي الذي يُستعمل لتعديل مقدار الضوء النافذ عبر عدسة ما iris diaphragm، والذي صار يستعمل في آلات التصوير؛ وملغم الزئبق، الذي صار يستعمل فيما بعد في حشوات الأسنان؛ ومقراب يدار بساعة بحيث تبقى الأجرام السماوية مرئية فيه أوتوماتيكياً خلال دوران الأرض؛ والمعادلة الرياضية المتعلقة بعمل النابض، المعروفة من قبل طلاب الفيزياء في السنة الجامعية الأولى باسم قانون هوك. (عندما علم تشارلز الثاني بخبرة هوك في مجال النوابض، طلب منه صنع نابض ضخم ليتمكن من وزن نفسه بعد انتهائه من لعبة كرة المضرب).

سنة 1664، أصبح هوك أستاذ علم الهندسة في كلية كريشام التي كانت تعقد فيها الجمعية الملكية اجتماعاتها. أُسست هذه الكلية في العقد الأول من القرن السادس عشر من قبل تاجر ثري اسمه توماس كريشام Thomas Gresham، أراد منها أن تعمل على تنوير أهل لندن. عاش في قصر هذا المؤسس، الموجود في Bishopstage Street، سبعة من أعضاء الهيئة التدريسية في تلك الكلية، الذين كانوا يقومون ببحوث جامعية، وإلقاء محاضرات عامة عن الفنون والعلوم. أما هوك، فانتقل إلى شقة مؤلفة من طابقين تشرف على الساحة المحيطة بكلية كريشام. في نفس الوقت، قام تاجر ثري آخر، هو سيرجون كتلر Sir John Cutler، بتكليف هوك بالإشراف على ندوة تسمى باسمه. كان كتلر سيئ السمعة لأنه كان يكلف بعض الناس بأداء بعض المهمات دون أن يدفع لهم بدل أتعابهم. لكن هوك استلم مستحقاته بعد 32 سنة نتيجة إقامته دعوى قضائية على كتلر.

حصل روبرت هوك على شهرة عالمية إثر نشره لكتاب Micrographia

سنة 1665، الذي أجرى فيه جولة في عالم الصغائر. وما أداه كتاب كاليليو Sidreus Nunicus لعلم الفلك، أداه كتاب Micrographia للمجهريات microscopy. في كتابه هذا لفت هوك اهتمام الجمهور إلى الأوصاف الدقيقة، وإن كانت غريبة بعض الشيء، لعين الذبابة، وأسنان القوقعة، والفطور الموجودة على ورقة شجر، وحدّ الشفرة، والأشكال المتجلّدة في الماء والبول، ودود الخل، إضافة إلى مجموعة واسعة من اللافقاريات التي هي بحجم رأس الدبوس ـ البعوض الصغير، والبراغيث، والعث، والقمل ـ وكل هذا قدمه مكبراً بنسب مثيرة للكوابيس في ذلك الوقت. كان كتاب هوك يعج بأفكار جديدة وملاحظات وأوراق شجر مجففة لا علاقة لها بالمجهريات. وقد خلّف رسوماً لبارومتر زئبقي، ولآلة لشحذ العدسات البصرية، ولسطح القمر كما يُرى عبر مقراب قوي، ولِكوكبة الثور. يقدم هوك أيضاً وصفاً أولياً للنظرية الموجيّة للضوء، وللتجارب التي تثبت أن الفوهات البركانية على سطح القمر حدثت نتيجة صدمه بأجسام أخرى، ولفرضيةٍ في الاحتراق وفي بنية البلورات.

ويقول صامويل بيبيز إن Micrographia هو «أكثر كتاب حافل بالإبداعات قرأته في حياتي». وقد أثنى عليه إسحاق نيوتن في وقت لاحق خلال محاضرة ألقاها في الجمعية الملكية.

كان هوك معمل أفكار في رجل واحد، وهذه الأفكار، التي كان يقدمها دون انقطاع، أتاحت الفرصة لتنوير عصره، أو لإحداث اضطراب فيه. كان يتمسك بأفكاره بقوة مثل كلب قابض على عظمة؛ وحتى لو قيّض لشخص سرقة العظمة، فهناك الفكان اللذان سيقومان بواجبهما. كان هوك مستعداً للانقضاض على كل من يولد لديه أقل قدر من الانزعاج. ولما كان هوك لا يملك الوقت أو الميل الكافيين لمتابعة كل من إبداعاته، فقد ترك كثيراً منها جانباً. وكان لا مفر من أن يقوم زميل له بمعالجة إحدى هذه الفِكَرِ، أو أن يتوصل إلى فكرة مشابهة لإحدى فِكَرِ هوك. وكان لا مفر أيضاً من أن يقوم هوك بتوجيه التهم إلى هؤلاء العلماء بانتحال إبداعاته.

ومع ذلك، فإن حذر هوك هذا لم يكن دوماً دون أساس، إذا أدخلنا

في اعتبارنا المناخ العام السائد في ذلك الوقت. لم يكن مضى آنذاك وقت طويل على ظهور مجلات البحوث العلمية، وكان نشر المعلومات العلمية ينفذ، في المقام الأول، عن طريق الرسائل، أو الكلام. وإثبات أسبقية شخص في ابتكار ما، أو كشف تجريبي معين، كان أمراً صعباً. كان كثير من العلماء، ومن ضمنهم كاليليو وهوك، يرمّزون مكتشفاتهم بطرق معقّدة كي لا يتوصل إلى فك رموزها أحد من غير زملائهم الذين يوجهون رسائلهم إليهم. وقد أدت ترجمة خاطئة لإحدى رسائل كاليليو إلى كبلر إلى الاعتقاد بأن كاليليو اكتشف قمرين يدوران حول المريخ، في حين أن ما أورده كاليليو في رسالته هو كشفه وجود «رفاق» لزحل، أو، كما نعرف في هذه الأيام، حلقاته (ومن قبيل المصادفة، وُجد في وقت لاحق أن للمريخ قمرين، لم يكن أي منهما شوهد بمقراب كاليليو).

في أيام هوك، وجّه جون أوبري نقداً قاسياً لعالم الرياضيات جون واليس إذ قال: «إنه يسرق الزهور من الآخرين ليزين قبعته بها ـ إنه يراقب أحاديث سير كريستوفر رين، والسيد روبرت هوك، والدكتور وليام هولدر William Holder، وآخرين، ويدوّن أفكارهم في دفتر مذكراته، ثم يطبعها دون أن ينسب الفضل فيما طبعه إلى أصحابه».

أشهر مثال على الحقد المهني الذي كان يكنه هوك لغيره، والذي ربما كان هو الذي جعله مغموراً نسبياً، هو الجدل الطويل الذي دار بينه وبين إسحاق نيوتن. ومع علوّ كعبه في العلم، لم يبلغ هوك عبقرية منافسه الأصغر منه سناً الذي كان في كيمبردج. ثم إن هوك لم يكن يحظى بالقدرة الأسطورية التي كان يحظى بها نيوتن حينما كان يتعلق الأمر بحل مسألة شائكة. (كان جواب نيوتن حين سئل عن كيفية توصله إلى قوانين الثقالة والحركة هو: «كنت أفكر فيها دوماً وبدون توقف». وهذا جواب يمكن تصديقه حرفياً). وخلافاً لنيوتن، كانت تصورات هوك المتلاحقة تدفعه للانتقال من مشروع إلى آخر، شأنه في ذلك شأن قارب شراعي، ما إن يتجه باتجاه ما حتى تغيره الرياح إلى وجهة أخرى.

كان هوك هو البادئ بإشعال نار العداوة مع نيوتن، وذلك بشنّ هجومه على أعماله. وعلى سبيل المثال، فبعد عرض نيوتن لمقرابه العاكس الثوري على الجمعية الملكية سنة 1672، ادّعى هوك أن العدسة الصغيرة التي كان يحملها في جيبه أفضل. وقد اتهم نيوتن بانتحال أفكاره المتعلقة بطبيعة الضوء والثقالة. وعلى وجه التحديد فإن هوك هو الذي تصور أولاً أن الثقالة هي تفاعلٌ متبادل بين الأجسام، وأن طبيعة الثقالة على الأرض تطابق ما يحدث بين الأجرام السماوية. رأى هوك، إلى جانب آخرين، أن الجذب التثاقلي بين جسمين يبتعد أحدهما عن الآخر يتناقص طردياً مع مربع المسافة التي قطعاها، وهذا هو ما يسمى قانون التربيع العكسي inverse - square law للمسافة. وقد سبق هوك نيوتن إلى معرفة مبدأ القصور الذاتي (العطالة)، الذي ينصّ على أن الكوكب، الذي يسير بحركة مستقيمة في غياب الثقالة، يتحرك في الواقع في مدار بفعل الشد التثاقلي للشمس.

لا بد أن تكون لأفكار هوك هذه تأثير ملهم في إبداعات نيوتن، ولو لم يكن بين الرجلين تاريخ عاصف من المماحكات، فربما أقر نيوتن بفضل هوك. وما حصل هو أن نيوتن لم يورد أي إشارة إلى عدوه اللدود في مخطوطة عمله العظيم «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية». ولا بد أن عانى هوك عذاباً مضاعفاً لأنه لم يتمكن، بقدراته الرياضية المحدودة، من أن يثبت أفكاره التي جاد بها. وكل ما فعله هو الوقوف جانباً في الوقت الذي كان إسحق نيوتن يبدع فيه تحفته الرياضية التي كوّنت حجر الأساس للفيزياء الكلاسيكية.

استمرت العداوة بين الرجلين عقوداً، ودفع هذا الوضع الشاذ بينهما الشاعر جون درايدن John Dryden إلى القول بأن: «هذان رجلان يبدو كل منهما هو الأجدر من الآخر حينما يكون وحيداً». وفيما يخص الجدل المتعلّق بتحديد من الذي اقترح أولاً قانون التربيع العكسي لقوة التثاقل، فقد هرع جون أوبري للدفاع عن صديقه هوك، وعزا إليه «أعظم اكتشاف في الطبيعة حدث منذ أن خلق الكون، ولم يحدث أن أشار إليه أي شخص آخر

قبله». ومع ذلك، فإن أوبري يلوم هوك على عدم مبادرته بتسوية هذا الخلاف مع نيوتن.

قدم هوك إسهامات جوهرية في مجالات متنوعة كالفلك، والفيزياء، والرصد الجوي، والمجهريات، وصنع الساعات وقياس الوقت، والجيولوجيا. ولن نبالغ إذا قلنا إن عالم هوك من الخبرات يمتد من شعيرات ظهر الذبابة إلى النجوم. لكن ما قلل من شهرة هوك هو شهرة نيوتن التي تجاوزت كل حد. وإذا كان من الصعب في هذه الأيام أن نعزو إلى هوك أي اكتشاف بمفرده، فإن السبب في ذلك هو أن مجال مكتشفاته كان واسع التنوع والتشعب، وهذا ما عبّر عنه هوك نفسه عندما ذكر في دفتر يومياته بتاريخ 28 يونيو/ حزيران سنة 1680 ما يلي: «لقد أمضيت معظم وقتي في دراسة جميع الأمور».

قبل اجتماع الجمعية الملكية الذي انعقد سنة 1669، أعلن روبرت هوك، القيّم على التجارب، عن نيته البدء بمشروع طموح ينفذه في علم الفلك. يتعلق هذا المشروع بأكثر الأرصاد السماوية صعوبة. ولو نجح في ذلك، لانضم إلى عظماء علم الفلك الذين خلّدهم التاريخ مثل بطليموس، وكوبرنيك، وتيخو براهي، وكاليليو. كان هوك عازماً على قياس أول اختلاف منظر لنجم، وكان يعرف تماماً النجم الذي سيتعامل معه.

وقد كتب هوك يقول: «سواءً أكانت الأرض متحركة أم ساكنة، فإن المشكلة تظل قائمة. فمنذ أن اقترح كوبرنيك نظامه، بادر الفلاسفة والفلكيون الحديثون إلى إعمال عقولهم دون أن يتمكن أي منهم من تقديم برهان سليم على صحة هذا النظام أو سابقه». وبتصميم ينطوي على شيء من السذاجة، قدم هوك مبادرته لإثبات صحة نظرية كوبرنيك عن طريق الرصد المباشر. وفي البداية، كان أعضاء الجمعية الملكية مترددين في ذلك لأنهم وجدوا أن مخطط هوك «متهور إلى حد ما، وغير عملي إلى حد بعيد». بيد أنهم عندما استمعوا إلى قيّم تجاربهم الموهوب، لم تبد أسباب عدم نجاحه وجيهة كما كانوا يعتقدون.

خطط هوك لاستعمال مقراب مثبت رأسي ذي تكبير شديد. وقد أوضح أن للمقراب الرأسي ميزتين. أولاهما هي أن الثقالة تعيّن الاتجاه الرأسي بدقة عالية؛ فبتوجيه المقراب بحيث يكون موازياً لاستقامة الخيط الذي وضع في نهايته ثقل، يصبح المقراب موجهاً دائماً إلى «قمة» السماء. ونقطة السمت هذه هي المعْلم المرجعي الذي نقيس منه موقع نجم معطى ـ ونكشف أي تغير في ذلك الموقع خلال العام. الميزة الثانية لمقراب رأسي هي غياب انكسار الضوء الذي يحدثه الجو الأرضي. فكل شعاع ضوئي يجتاز الجو من الفضاء الخارجي ينحني، أو ينكسر، خلال اختراقه للمحيط الهوائي، مثلما ينحني شعاع ضوئي حين مروره عبر كتلة زجاجية، أو عدسة منظار، أو كأس كبيرة من الماء. وفي حال الضوء الكوني، كلما زاد ميل الشعاع الذي يصل إلى الجو، زاد انكساره. وبحلول الوقت الذي يبلغ فيه الشعاع عين الراصد، يكون انحناؤه تغير بنحو نصف درجة، وهي الزاوية التي نرى بها القمر حين يكون بدراً. وهكذا فإن النجم يبدو للعيان أعلى قليلاً في السماء مما هو في الواقع؛ أي أعلى من موقعه الذي نراه فيه لو كان الجو غير موجود. عندما نرى القمر «مستقراً» على الأفق، فإن موقعه الحقيقي هو تحت الأفق؛ فالضوء الوارد من القمر المحجوب ينكسر بحيث تصبح الصورة القمرية مرئية. وهذا الشيء نفسه صحيح للشمس الطالعة أو الغاربة.

سيحدث الانكسار الضوئي الذي يسببه جو الأرض فوضى شديدة في الجهود الطويلة الأمد الرامية إلى كشف الانزياحات الطفيفة في المواقع التي يسببها اختلاف المنظر، وبخاصة إذا شوهد النجم في أماكن مختلفة في السماء من ليلة إلى أخرى. ومن حسن الحظ، هناك وضع واحد يمكننا فيه أن نلغي تماماً أثر الانكسار الذي يسببه جو الأرض: وهو عندما يخترق الضوء النجمي الجو عمودياً عليه ـ أي عندما يجتاز الضوء جو الأرض قاطعاً فيه أقصر مسافة ممكنة. وبالنسبة إلى الراصد، يقع مثل هذا النجم في السمت فوق رأسه مباشرة. وقد أدرك هوك أن الضوء الذي يدخل «يعبر الجو إلى الراصد مباشرة، دون أن ينكسر أو ينحرف عن مساره المستقيم، سواءً أكان الهواء سميكاً أم رقيقاً، حاراً أم بارداً، وسواءً أكان الوقت صيفاً أم شتاءً، ليلاً أم نهاراً».

ذكر هوك أمام الجمعية الملكية أن ثمة نجماً ساطعاً موجوداً فعلاً قرب سمت كلية كريشام، وهو كاما دراكونيس. ومع أن كاما دراكونيس لا يتجاوز بالضبط السمت، الذي يوجه إليه المقراب الرأسي، فإنه يقترب كثيراً من السمت بحيث يقع هذا النجم ضمن الحقل الضيق لرؤية المقراب. كانت خطة هوك جلية واضحة: انتظر كاما دراكونيس عندما يمر فوق الرأس ويقع في حقل رؤية المقراب، ثم قس مقدار اقتراب النجم من السمت في تلك الليلة المعطاة. فإذا كانت الأرض تطوف حقاً حول الشمس، مثلما يؤكد كوبرنيك، فإن «البعد السمتي» zenith distance سيتغيّر دورياً خلال العام بسبب اختلاف منظر النجم.

وانسجاماً مع طبيعته، سخر هوك من مؤيدي نظامي بطليموس وتيخو العالميين، ومن الذين رفضوا قبول المسافات الهائلة في عالم كوبرنيك. وقد وصم غير المؤمنين بنظام كوبرنيك بأنهم «لا يجتمعون إلا بالناس غير المثقفين»، الذين يعتبرون أن «الشمس هي بحجم المنخل، وأن القمر بحجم قطعة صغيرة من الجبن، وأنه لا يبعد عن الشمس بأكثر من ميل واحد». وجه هوك انتقاداته أيضاً إلى الفلكيين، الذين رفضوا الإقرار بتفوق المشاهد التي ترى بواسطة المقراب حين يتعلق الأمر بمقياس المواقع النجمية. في هذا المجال، عارض الراصد يوهان هيفيليوس من مدينة دانزيك. فقد استعمل هيفيليوس المقاريب فعلاً في دراسة السماوات، لكنه عندما كان يقيس مواقع النجوم، فضّل استعمال الربعيات quadrants والسدسيات sextants من الطراز القديم التي كان يستعملها تيخو براهي، والتي يقيس بها الراصد موقع كل نجم بالعين المجردة. أثبت هوك تجريبياً أن دقة المشاهدة بالعين المجردة بلغت حدودها العليا العملية ـ نحو دقيقة قوسية واحدة، أو 1/60 من الدرجة ـ وأن التحديد الأفضل لمواقع النجوم لا يمكن أن ينفّذ إلا بقياسات مقرابيّة. وقد عارض هيفيليوس هوك بزعمه أن من المستحيل تقريباً على المشاهد المقرابية أن تجزم بوقوع نجمين على استقامة واحدة، ومن ثم فإن الراصد كان دوماً يحدد مواقع خاطئة للنجوم. (وهذا يشبه المنظر من بندقية استقامتها غير سليمة، إذ إنه حتى لو كان الهدف موجوداً في مركز

الرؤية، فلن تصيب الرصاصة نقطة الهدف). وقد أصبحت المعركة بين الرجلين حامية الوطيس، وهذا دعا الجمعية الملكية إلى إيفاد الفلكي إدموند هالي ليتوسط بينهما لحل خلافهما، لكن هوك وهيفيليوس ذهبا في نهاية الأمر إلى قبريهما وكل منهما مؤمن بخطأ اعتقاد الآخر.

أطلق هوك على مقرابه الثوري اسم محرك أرخميدس Archimedean Engine، وهو آلة تَصَوَّرَها الفلاسفةُ القدماءُ الذين زعموا بأنه إذا أعطينا مخلاً طويلاً جداً ومكاناً مناسباً للوقوف فيه، فمن الممكن لهذا المخل أن يحرّك الأرض. والآن، أي سنة 1669، جاء دور روبرت هوك ليحرر أرضنا بمخل من قيدها البطلمي، ويدفعها للدوران في فلكها الكوبرنيكي.

قام هوك بقص رقعة مساحتها نحو قدم مربع من سقف بيته بكلية كريشام. في هذه الفتحة أدخل أنبوباً مربعاً رأسياً طوله عشرة أقدام، بحيث يكون طرفه السفلي موجوداً في غرفته الموجودة في الطابق العلويّ. وقد فتح ثقباً آخر في أرض هذه الغرفة وضع عليه مجموعة من المصاريع. فعندما تفتح هذه المصاريع، يكون للضوء السماوي مسار رأسي طوله 36 قدماً بدءاً من نقطة دخول الضوء في السقف إلى محطة الرصد الموجودة في الطابق الأول. وفي داخل أنبوب السقف، ثبّت هوك عدسةً طولها البؤري 36 قدماً. ولوقاية العدسة من العوامل الخارجية عند عدم استعمالها، أغلق الأنبوب بغطاء منفصل يمكن تحريكه بشد خيط من داخل الشقة. كان هوك يرصد كاما دراكونيس عبر عينية مركبة في إطار موجود في الطابق الأول. وكان يوجد تحت العينية كنبة كان يستلقي عليها هوك خلال رصده.

كان يتدلى من قعر أنبوب السقف خيطان حريريان طويلان يحمل كل منهما كرة رصاصية. وكانت كل كرة تستقر في حوض مائي صغير في الطابق الأول، وذلك لتخميد آثار الاهتزازات والتيارات الهوائية. كان الخيطان الحريريان الحاملان للوزنين يشيران إلى الاتجاه الرأسي على مقياس مدرج مجاور للعينية. كان كل ما على هوك عمله هو انتظار وصول كاما دراكونيس إلى العينية كل مساء، وأن يوجه المقراب رأساً إلى النجم، ثم يسجل

انحراف المقراب عن الخيطين الرأسيين. وكان من الممكن زلق حامل العينية جانباً بحيث يتمكن هوك من رصد النجوم ببعد زاوي عن السمت يصل إلى نصف درجة. وبهذه الطريقة كان يستطيع الحصول على إنذار قبلي باقتراب كاما. أجرى هوك أول رصد لكاما دراكونيس بتاريخ 6 يوليو / تموز سنة 1669، ووجد آنذاك أن النجم مر شمال السمت ببعد زاوي عنه أكثر بقليل جداً من دقيقتين قوسيتين، أي نحو 1/30 من الدرجة. أعاد هوك الرصد في9 يوليو / تموز، وفي 6 أغسطس / آب من ذلك العام، فكانت النتائج متطابقة تقريباً. لم يفاجئ هذا هوك، لأن الأرض لم تكن تحركت خلال شهر من الزمان ما يكفي ليصبح اختلاف منظر النجم محسوساً. وفي عملية الرصد التالية، انتظر هوك حلول 21 أكتوبر / تشرين الأول. ففي هذا اليوم كان يفترض في كاما دراكونيس المرور فوق الرأس، ليس خلال الليل، بل في منتصف الوقت بين الظهيرة والمغرب. وحتى في ضوء النهار، استطاع هوك رؤية النجم بوضوح في مقرابه. (وهذا ممكن في حال أي نجم أو كوكب ساطع، مادمت تعرف بدقة المنطقة التي يجب أن توجه إليها مقرابك). وفي الساعة الثالثة وسبع عشرة دقيقة بعد الظهر، رأى هوك كاما دراكونيس يمر شمال السمت ببعد زاوي عنه أقل قليلاً من دقيقتين قوسيتين، وهذا يختلف قليلاً عن الأرصاد الثلاثة السابقة.

ربما كان هذا هو أول كشف لاختلاف منظر نجمي. في ذلك الوقت، أصبحت متابعة الأرصاد لتثبيت ذلك الأثر مهمة جداً. لكن هوك هجر المشروع بسرعة، وعلّق على ذلك قائلاً: «الطقس غير المواتي، والتدهور الكبير في صحتي، أعاقاني عن مواصلة أرصادي التي سبّبت لي إزعاجاً ليس بالقليل»، وفي الواقع، كان الإزعاج ليس بالقليل حقاً. وفي رسالته التي نشرها سنة 1674 بعنوان محاولة لإثبات حركة الأرض بواسطة الأرصاد، يصف هوك المشكلات الكثيرة التي أزعجته خلال محاولته التوثق من أن مقرابه كان يعمل بطريقة صحيحة. لقد كان يفقد استقامته على الدوام، ومن ثم كان من الضروري إعادة ضبطه. وكان الأنبوب السقفي ينحرف باتجاهات مختلفة تبعاً لأحوال الطقس والريح، لذا كان يغيّر توجيه العدسة الرئيسية

للمقراب. وقد قاده إحباطه إلى التفكير في مقراب مماثل يمكن تركيبه في بئر عميقة جافة كالبئر التي رآها في «بيت لا يبعد عنه كثيراً، والتي عمقها قرابة 360 قدماً؛ وقد أجريت فعلاً محاولة لم يكتب لها النجاح لرصد كاما دراكونيس باستعمال مقراب في بئر، وكان ذلك سنة 1679؛ وقد نفذها الفلكي جون فلامستيد على أرض المرصد الملكي في كرينتش. ويذكر فرانسيس بليسFrancis Place أن عمق البئر كان مئة قدم تقريباً، وكانت تحوي سلّماً حلزونياً له 13 لفة، وقبةً لها شكل ثمرة الأناناس. لم يعد ثمة وجود للبئر، لكن العدسة الجسمية للمقراب التي قطرها عشرة إنشات معروضة في متحف العلوم بلندن. ويمكن التماس العذر لفلامستيد لهجره المشروع «بسبب الرطوبة الشديدة للبئر».

تقدم أيضا هوك وكريستوفر رين بفكرة تقضي بتركيب مقراب سمتي داخل النصب اللندني London's Monument، وهو العمود الدُّوري Dorian الذي طوله 202 قدم، والذي صممه هوك (مع أن التصميم يُعزَى عادة إلى رين) بعد حادثة الحريق الكبير Great Fire. بيد أن ما حدث هو أنه بعد الانتهاء من إقامة النصب سنة 1676، قرر هوك أن مثل هذا المقراب لن يكون فعالاً بسبب الاهتزازات داخل العمود المجوف.

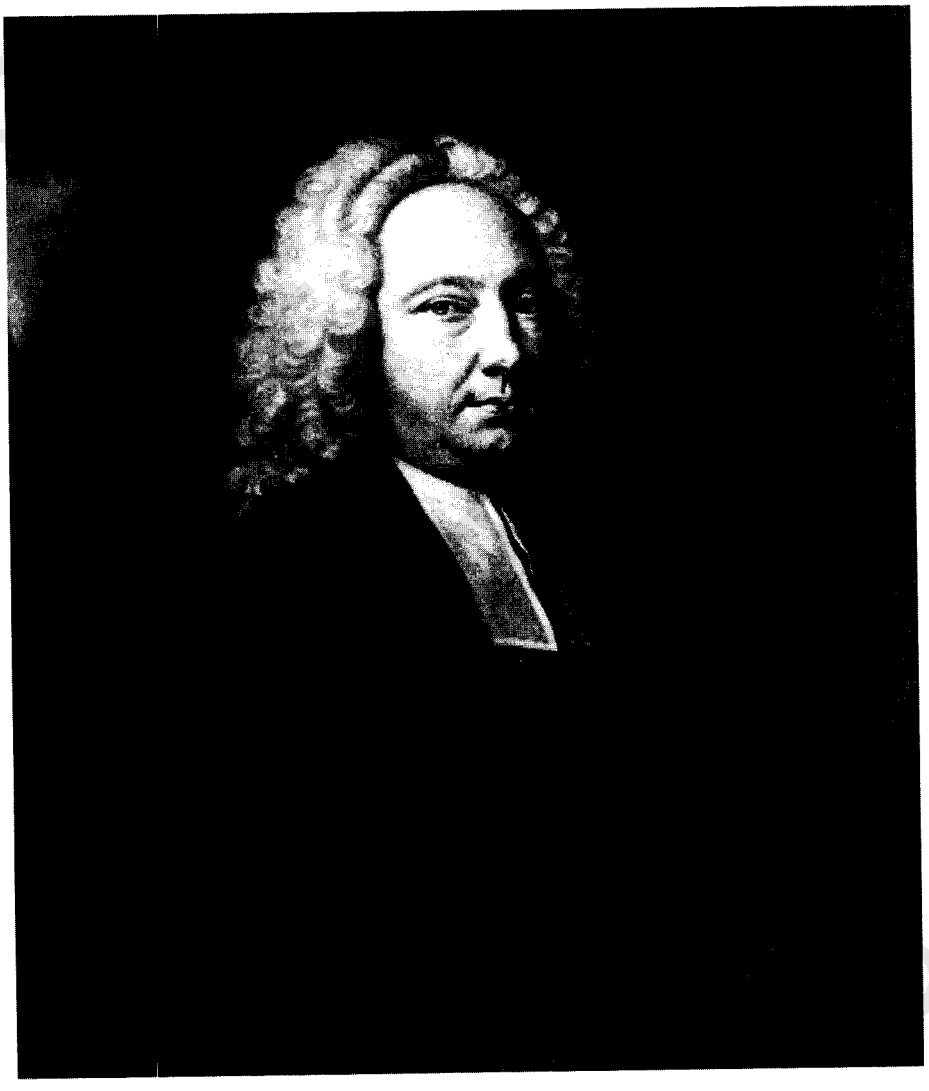
وبحلول 21 أكتوبر / تشرين الأول سنة 1669، وهو اليوم الذي أجرى فيه هوك آخر رصد لكاما دراكونيس، لا بد أن يكون المشروع أصاب هوك بالملل والضجر. فمع أن الأسس النظرية للمشروع كانت سليمة، فإن تنفيذه ولّد كابوساً رهيباً لهوك. فقد أدرك هوك قطعاً أن القياس الناجح لاختلاف المنظر يتطلب إجراء تحسينات جذرية على آلته، بل ربما تطلب بناء آلة جديدة كلياً. ومهما يكن من أمر، فقد آل محرك أرخميدس إلى نهاية محزنة بسبب انكسار عدسته. وقد علّق هوك على سوء الحظ هذا بعبارة مقتضبة هي: «حادث غير سعيد».

وبرغم خسارة روبرت هوك معركة اختلاف المنظر النجمي، قرر إعلان انتصاره. حاول زملاؤه إقناعه بأن القياسات التي أجراها كانت غير مقنعة بسبب قلة عددها، لكن محاولتهم ذهبت سدى. وما يلفت النظر في رسالته

التي نشرها سنة 1674 العبارة التالية: «هذه الأرصاد توضح أن ثمة اختلاف منظر كبيراً للنجم دراكونيس، وهذا يؤيد صحة نظام كوبرنيك ويفند آراء بطليموس وتيخو». وقد قدّر هوك أن الانزياح الناشئ عن اختلاف منظر كاما دراكونيس يساوي نحو 30 ثانية قوسية، وهذا أقل قليلاً من 1/100 من الدرجة.

وكما أعلن النقاد وبيّن الزمن بعد ذلك، فإن هذا الرقم مزيف تماماً. ومثل الكثير من الفلكيين الذين سبقوه والذين أتوا من بعده، كانت فكرة هوك المكوّنة سلفاً عن حجم اختلافات المنظر النجمية مبالغاً فيها إلى حد بعيد. وقد أقنع نفسه بأنه رصد اختلاف منظر نجمياً، في حين أن ما رآه لم يكن سوى ظلال توقعاته الخاصة. وتبيّن القياسات الحديثة أن اختلاف منظر كاما دراكونيس أقل من 1/1,000 من ذاك الذي قدمه هوك. إن محرك أرخميدس، برغم عبقرية تصميمه، كان بحاجة إلى قدر كبير جداً من الإتقان كي يسمح بكشف الانزياحات الصغيرة جداً للنجوم. ومع أن روبرت هوك كان عبقرياً أيضاً، فقد كان يفتقر إلى العزيمة اللازمة للارتقاء ببحوثه إلى مستوى أعلى. وفي الجانب التكنولوجي، كان من الضروري إبداء مزيد من الصبر.

كان الصبر هو الشعار الذي اتخذه الكاهن جيمس برادلي James Bradley، الذي وُلِدَ في شيربورن بإنكلترا سنة 1693، والذي كان مثل سلفه الضَّجِر المتململ روبرت هوك، خريج أكسفورد. ومن البيت التابع لأبرشيته ببردستو Bridstow في مناموثشير Monmouthshire، كان جيمس برادلي يرعى أبناء أبرشيته في النهار. أما في الليل، خلال نوم هؤلاء الأبناء، فكان هذا الواعظ يخصص وقته للمقراب، والابتهال إلى الله كي ينجح في أرصاده. وحينما كان جيمس برادلي يولي وجهه شطر السماء في الظلام، لم يكن يفعل ذلك غالباً كعبد لله، وإنما كباحث علمي. وفي سنة 1721، وذلك بعد أن أمضى سنتين تماماً في أبرشيته، وهب برادلي نفسه للعمل في مجال اختاره لحياته، ولم يكن هذا المجال هو الدين.



جيمس برادلي.
المصدر: المتحف البحري الوطني، لندن.