⋆ القسم الثاني

obeikandl.com

صورة تيخو براهي، أخذت من كتابه Epistolae المؤلّف سنة 1596.

المصدر: أوين جنكريتش.

5

هيجان السماوات

تبعث أغوار الفضاء السحيقة السماء بنجومها إلينا. وكما هو الحال مع قطيع من الغنم، فإن هذه النجوم تمرّ من أمامنا، ونحصي عددها، ثم تغيب عنا.

ـ بيرسي شيلي، في عمله «Prometheus Unbound» الذي يتحدث عن نشاط الفلكيين

ذهلني هذا المنظر إلى درجة جعلتني لا أخجل من الإقرار بشكي في جدارة عينيّ. . . إنه لمعجزة حقاً، وهو إما أن يكون أعظم من كل ما حدث في السياق الكلي للطبيعة منذ بداية الكون، وإما أنه يجب تصنيفه قطعاً ضمن ما جاء به أولئك الذين هبط عليهم الوحي الإلٰهي، والذين قالوا بأن الشمس ستبقى في موقعها استجابة لصلوات يشوع، وأن وجهها كسف في الوقت الذي طُلب فيه السيد المسيح.

ـ تيخو براهي. هذا الكلام مقتبس من كتابه De Nova Stella، الذي يعبر فيه عن شعوره بحدوث البزوغ المفاجئ لنجم جديد في 11 نوفمبر / تشرين الثاني سنة 1572.

★ ★ ★

بوصفي فلكياً متمرساً، لا يصيبني الذهول من كل ما هو هائل وواسع الانتشار في الفضاء. فالسنة الضوئية، التي هي قياس لمسافة، طولها عدد كبير من الأميال، هي شيء عادي لي. يمكنني تسريح نظري عبر سديم

كوكبة الجبار على طول الذراع الحلزونية لمجرتنا ـ وخارجها ـ لأشهد ثقباً أسود دون بذل أي جهد. ويمكنني تصور قسم كبير من الكون في ذهني مباشرة، وما أتصوره يبدو شيئاً حميماً ومرتباً، مثل نموذج الكرة الأرضية الموجود على مكتبي. حتى أنني أتمتع بتخيل اللانهاية، مع أن اللانهاية غير موجودة، تعريفاً.

الجسم الضخم هو شيء يدعو إلى الفضول. ولهذا السبب، ربما كان الفلكيون، في نظري، مجموعة من الناس الذين يشعرون بالرضا عن عملهم. وعندما يفكر الفلكيون في شيء ضخم، فإنهم لا يفكرون في أشياء بضخامة الفيل، أو ناطحة السحاب، أو الجبل؛ إنهم يفكرون في أشياء ضخامتها تعادل ضخامة النجم، أو الكون. والكتب الفلكية الشعبية تعج بكلمات مثل هائل، ضخم، واسع، عملاق ـ ويضيفون إلى مقابلاتها الإنكليزية بادئات prefixes، مثل hyper ـ mega ـ super للمبالغة في وصف كبرها. الكبر هو جزء من المزاج العقلي للفلكي. لذا كان من الطبيعي أن أكون مدركاً تمام الإدراك لمعنى الشيء الكبير، وأن يكون قد ترسخ في أعماقي أنه ما من شيء ـ على وجه الأرض ـ يمكنه أن يذهلني بكبره. وقد يكون من المناسب أن أصف لكم شعوري عندما رأيت الوادي الضيق كراند كانيون Grand Canyon.

مر عليّ الآن قرابة ثلاث سنوات عندما توقفت لأول مرة في الحافة الجنوبية من هذا الوادي. عندما كنت أقود سيارتي إلى المنتزه في صبيحة أحد الأيام المشمسة، لم يكن لدي أدنى معرفة بما ينتظرني وأنا أتقدم إلى الأمام؛ فقد أخفت الطبيعة الصدع في أماكن مختلفة، بواسطة أشجار منخفضة الارتفاع، ومن ضمنها أشجار الصنوبر. وحتى عندما مشيت على قدميّ من موقف السيارات باتجاه حافة الوادي، لم أستطع رؤية شيء عبر الحجاب الذي كونته الحياة النباتية هناك. وفجأة انبثق أمامي منظر وتوقفت. لم أعرف إلى أي موقع أوجه نظري، لأن الوادي الضيق كان موجوداً في كل مكان. لقد سمعت عن الكراند كانيون، ورأيت صوره، واطلعت على

تفصيلات خريطةٍ طوبوغرافيةٍ له. كان الوادي يبدو وكأنه يمتد أمامي بسرعة كبيرة ولّدت لديّ إحساساً بأن شيئاً ما يشدني بقوة إلى الأمام.

عندما أُوَلّي وجهي شطر السماء، كما أفعل عملياً كل ليلة، فإنني أتأمل بعينيّ بقاع السماء العلوية، وأشعر بأنني أرى شيئاً في بقاع أخرى بعيدة عن الأرض، بعيدة عني. لكن الغراند كانيون كان يمتد انطلاقاً من قدميّ بطريقة أفقية، شعرت بأنها عدائية. وبنظرة مستمرة واحدة، كان بإمكاني أن أجول بنظري انطلاقاً من حذائي الذي كنت أنتعله، وصولاً إلى الحافة البعيدة للوادي. شعرت أن عينيّ غيرتا بؤرتيهما بسرعة وهما تجولان خلال الحافة القريبة، والحافة البعيدة، وجميع الأعداد الضخمة من السلاسل الواقعة بينهما. حاولت أن أدرك بأسلوب منطقي ما كنت أراه، لكن المنطق هو النتيجة الضعيفة للرهبة. لذا ظللت واقفاً في ذلك المكان إلى أن سحبني أطفالي منه.

ووفقاً لما هو وارد في الدليل السياحي، فإن الحافة الشمالية للوادي تبعد نحو عشرة أميال عن المكان الذي كنت أقف فيه (مع أنك ستحتاج إلى أن تقطع بسيارتك 215 ميلاً خلال خمس ساعات في الطرق المتعرجة التي توصلك إلى تلك الحافة). وعندما كنت أتجول على طول طريق قصير على طول الحافة الجنوبية، لاحظت مأوى موجوداً على الحافة الشمالية، بدا وكأنه يشغل نفس الموقع في الطبيعة الموجودة في خلفيته، مع أن كل خطوة كنت أخطوها كانت تغير موقعي بالنسبة إليه. وبعبارة أخرى، لم يكن هذا المأوى يبدي اختلاف منظر يمكن كشفه على الخط القاعدي الذي كنت أتجول عليه.

ظل الفلكيون حتى القرن السادس عشر موجودين في وضع مشابه؛ فعلى الرغم من الجهود الجبارة التي بذلوها، فإنهم لم يكونوا قادرين على كشف اختلاف منظر نجم. ولهذا السبب، استنتج معظمهم أن الأرض لا تتحرك في الفضاء. وبسلوك نفس الطريقة في التفكير، فإن عدم وجود اختلاف منظرٍ لمأوى كراند كانيون يمكن اعتباره دليلاً على أنني بقيت في

نفس النقطة هناك، تماماً كما بقيت الأرض غير متحركة في رأي بطليموس. لكنني تحركت فعلاً. بيد أن اختلاف المنظر، الذي كان بإمكانه إثبات إحداث تغيير في موقعي، كان أصغر من أن تكشفه العين. هذا هو التحدي الذي واجهه أتباع كوبرنيك، الذين آمنوا بأن الأرض تطوف في مدار حول الشمس، ومن ثم تغير النقاط التي ينظرون منها إلى النجوم. وكانوا يعتقدون بأن البرهان القاطع على صحة نظام كوبرنيك يعتمد على كشف اختلاف المنظر النجمي. وقد ذهب أجيال من الفلكيين الكوبرنيكيين إلى قبورهم، وهم يؤمنون بأن قياس اختلاف المنظر النجمي سيحدث عما قريب. بيد أنه، بعد أن قمنا فيما بعد بهذا القياس، أدركنا خطأهم الكبير، والصعوبة الفائقة المترسخة في إنجاز هذه المهمة.

لننزل المجموعة الشمسية ومجاوراتها من النجوم من عليائها لتصبح على مقاس كراند كانيون. عندئذٍ يكون مكاني، على الحافة الجنوبية، يمثل الأرض؛ والمأوى الموجود على الحافة الشمالية، الذي يبعد عني عشرة أميال، يمثل أقرب نجم إلى بعد الشمس (والحقيقة، أنه يبعد عني 27 تريليون ميل). وفي هذا المقياس تنخفض مسافة 186 مليون ميل ـ وهي قطر مدار الأرض حول الشمس ـ إلى أربعة إنشات فقط. إن اكتشاف اختلاف منظر نجم من نقطتين متقابلتين قطرياً في تلك الأرض حول الشمس يشبه اكتشاف اختلاف منظر جسم يبعد عشرة أميال على خط قاعدي طوله أربعة إنشات. لا تنس أننا نتكلم عن أقرب نجم إلينا. أما النجوم الأبعد فمشكلتها أكثر تعقيداً.

لا يمكن قياس اختلاف منظر نجم ـ ومن ثم بعد هذا النجم ـ إلا بعد وضع قاعدةٍ لهذه العملية. وفي الوقت الذي نشر فيه كوبرنيك نظريته في النظام الكونيّ الشمسي المركز سنة 1543، كان علم الفلك العملي practical astronomy في وضع يرثى له. فمعظم العدد القليل من العاملين في هذا المجال، كانوا ينفذون أرصاداً عشوائية بتجهيزات غير متقنة. وكان يتعيّن على شخص ما تحويل ممارسات الرصد الفلكي إلى علم الرصد الفلكي.

وفي النصف الثاني من القرن السادس عشر، كان ثمة شخص واحد فقط في أوروبا كلها مؤهلاً ليقوم بهذه المهمة، وهو رجل ذو لحية حمراء، عصبي المزاج، ينتمي إلى عائلة دانمركية من النبلاء، اسمه تيخو براهي Tycho Brahe. كان تيخو مستعداً لتكريس حياته كلها لتحسين علم الفلك. هذا إذا كان بمقدوره تفادي قتله أولاً.

كان جورجن براهي Jorgen Brahe وزوجته يتوقان إلى أن يرزقا بولد، يفضل أن يكون صبياً. وكانا يطمحان، إذا ما جاء هذا الصبي، أن يربياه في بيئة الأرستقراطية الدانمركية. وكانا مستعديْن أن ينفذا أي مطلب يريده ولدهما، وأن يرسلاه إلى أفضل الجامعات، وأن يجعلاه الوريث الجدير باسم براهي وثروته. بيد أنه مع اقتراب القرن السادس عشر من منتصفه، لم يرزق الله جورجن وزوجته أولاداً، وهذا ولّد شعوراً متزايداً بالإحباط عند جورجن.

وكان أن نصح أوتو براهي Otto Brahe، شقيق جورجن، أخاه بالصبر، وقد بلغ نبل أوتو درجة جعلته يَعِدُ جورجن وزوجتَه بالتخلي لهما عن واحد من أولاده. وهذا ما حصل. فعندما رزق أوتو بأول صبي، وهو تيخو، في الساعة العاشرة من صباح 14 ديسمبر / كانون الأول من سنة 1546، احتفل بهذا المولود بيتان. لكن منظر المولود لا بد أن يكون أيقظ في أوتو شعوراً بأن وعده لأخيه كان خاطئاً، إذ إنه سرعان ما سحب عرضه. وبعد سنة تماماً رُزق أوتو بصبي آخر. وبولادة هذا الطفل الإضافي، لأوتو، رأى جورجن أن الوقت مناسب لإجبار أخيه على تنفيذ وعده. عند ذلك، انسل خفية إلى بيت أوتو وخطف تيخو. وفي النهاية، توصل الأخوان إلى اتفاق يتعلق بالطفل، وهو أن يقوم على تنشئة تيخو عمه وعمته.

رأى جورجن في تيخو الصغير رجل سياسة مستقبلياً. لذلك كلف مدرسين خصوصيين بالإشراف على تعليمه، وفي سنة 1559 سجل «ابنه» الذي كان في الثالثة عشرة في جامعة كوبنهاكن لدراسة الفلسفة وعلم

البلاغة. وفي ساعاته خارج نطاق واجباته النظامية، كان يمارس تيخو هوايته المفضلة : علم التنجيم، ودلالات النذر والبشائر prognostication. كانت هذه الهواية سبباً في تغيير مجرى حياة تيخو. ففي 21 أغسطس / آب سنة 1560، حدث كسوف شمسي، وظهر كلياً لسكان خط العرض الذي تقع فيه البرتغال، لكن جزءاً فقط من وجه الشمس حُجِبَ بالقمر في أقصى شمال الدانمرك. حدوث كسوف جزئي ليس مثيراً جداً؛ فمن السهل أن يفوتك تماماً ما لم تعرف أنه على وشك الحدوث. وقد تنبأ كل من نظامي بطليموس وكوبرنيك بحدوث الكسوف الذي حدث في شهر أغسطس/آب سنة 1560. وقف تيخو في الخارج في الساعة المحددة عندما بدأ القمر بحجب نور الشمس. لم يكن الكسوف نفسه هو الذي أثار إعجاب تيخو، بل كان التنبؤ به. ترى، كيف تمكن الفلكيون من التنبؤ بحدوث ظاهرة سماوية ؟ كيف أدخلوا أنفسهم في عقل الإلٰه العالِم بكل شيء؟ بعد ذلك بوقت قصير، اشترى تيخو أول كتاب في علم الفلك. وبحلول نهاية العام، كان تيخو قرأ الترجمة اللاتينية لأعمال بطليموس. لكن هذا لم يكن مدعاة لسرور عمه جورجن، إذ إن علم الفلك لم يكن من بين المواضيع التي تليق بنبيل دانمركي.

سنة 1562 نقل جورجن ابن أخيه العنيد إلى جامعة لايبزك، فربما ركّز اهتماماته هناك على الدراسات الأساسية، وبخاصة القانون، وليس على مواضيع تافهة مثل علم الفلك. استأجر جورجن شخصاً ليرافق تيخو ويراقب حركاته وسكناته. كان هذا الشخص هو أنديرس سورنسن فيدل Anders Sorensen Vedel، وهو طالب في قسم التاريخ من كوبنهاكن. ومع أنه لم يكن يكبر تيخو إلا بأربع سنوات، فقد قام فيدل بالمهمة التي كلف بها بجد ونشاط. وعندما أبدى تيخو اهتمامه بالرياضيات، رأى فيدل أن من واجبه تذكيره بأن عالم الرياضيات الدانمركي إيلرهانسن Ejler Hansen أصيب بالجنون نتيجة تبحّره في موضوعه. ومع ذلك، قرر تيخو دراسة الرياضيات في الجامعة التي كان فيها.

عند ذلك خفض فيدل المخصصات المالية التي كان يتقاضاها تيخو ـ

والتي صار ينفقها على شراء كتب الفلك والآلات الفلكية ـ وصار يراقب مراقبة صارمة أي انحراف في تصرفات تيخو عن القواعد التي وضعها عمه جورجن لحياته ودراسته. لكن تيخو كان في كل ليلة، بعد ذهاب فيدل إلى فراشه، يسحب نموذج الكرة السماوية ـ الذي أنتج في أيامه لأول مرة ـ وكتبه أيضاً من مخبأ سريّ، وذلك ليعلّم نفسه أسرار الكون. وقد ولّدت لعبة القط والفأر هذه، توتراً شديداً بين الشابين. وأخيراً تعب فيدل من القيام بدوره كمراقب لتيخو. وقد تذكر فيدل أنه كان سابقاً مسؤولاً جزئياً عن أولاد النبلاء المدلّلين الذين لم يكن لديهم أي حماس للتعلم. ولما رأى أن تيخو يختلف عن هؤلاء، أصبح صديقه طوال حياته، وسمح له بإخراج الكرة السماوية، والكتب، والآلات الفلكية من مخابئها.

عندما بلغ تيخو السادسة عشرة من عمره، كان علّم نفسه كيفية التنبؤ بمواقع الكواكب، وحوادث الخسوف والكسوف، باتباع نظامي بطليموس وكوبرنيك كليهما. حدث أول إجراء رصدي مسجل لتيخو في 17 أغسطس / آب سنة 1563، وذلك عندما حدث اقترانٌ conjunction ـ مرور عن كثب ـ بين المشتري وزحل. كان تيخو مؤمناً جداً بعلم التنجيم؛ وكانت الاقترانات تعتبر مهمة بوجه خاص في كشف طوالع الناس والتنبؤ بالمستقبل. (لم يكن سجل تنبؤاته دقيقاً : فقد أعلن مرة عن تنبئه بموت السلطان العثماني سليمان، لكنه علم بعد ذلك أن السلطان قتل قبل الوقت الذي تنبأ به بنحو شهرين، أثناء هجومه على المجر).

وبغية تعقب المشتري وزحل في السماء، كان تيخو يستعمل جهازاً لقياس الزوايا موجوداً في حوزته، وهو بوصلة لها شكل الحرف V. فكان يضع قمة البوصلة قرب عينه، ثم يباعد بين ساقي البوصلة إلى أن تتجه إحداهما إلى المشتري، والأخرى إلى زحل. بعد ذلك، كان يبسط البوصلة على قطعة من الورق رسم عليها سلفاً دائرة مقسمة إلى درجات، ثم يقرأ الزاوية المحصورة بين انفراج ساقي البوصلة. وقد واصل تيخو ليلة بعد أخرى، طوال عدة أسابيع، قياس الفجوة الآخذة بالتضيّق بين المشتري

وزحل. وفي مساء 24 أغسطس / آب، اقترب الكوكبان في السماء، أحدهما من الآخر، إلى درجة أنهما ظهرا وكأنهما بقعة ساطعة واحدة تقريباً.

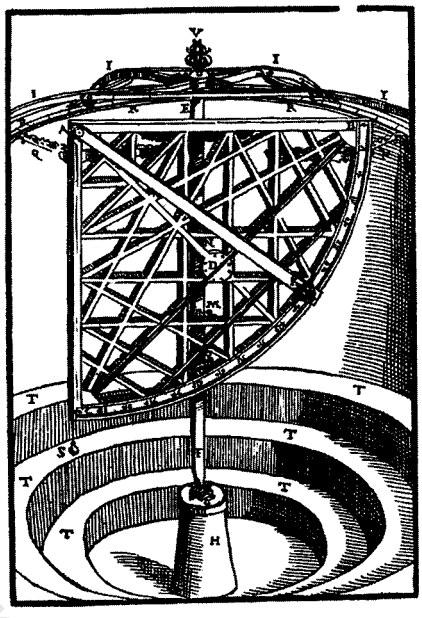
وبرغم جمال هذا المنظر السماوي، فقد أصيب تيخو بالرعب. فتاريخ هذا الاقتران، وفق تنبؤ نموذج بطليموس، يجب أن يكون بعد شهر، في حين أن التنبؤ به، وفق نظام كوبرنيك، يجب أن يكون بعد يوم واحد فقط. كان تيخو يدرك ما يبدو أن الفلكيين لم يدركوه : فالتحسينات في التنبؤ لن تحدث إلا بعد قيام الفلكيين بأرصاد للنجوم والكواكب، بحيث تكون هذه الأرصاد مستمرة، وتطول عقوداً، وتتسم بدقة عالية. كانت أرصاد المواقع الكوكبية هي الوقود الذي تتطلبه المحركات الرياضية للنماذج الكونية؛ فإذا لم يتوفر ما يكفي من الوقود، أو إذا كانت جودة الوقود غير عالية فلن يكون عمل المحرك سليماً قط. ولم يكن الهدف الذي سعى إليه تيخو أقل من إعادة صوغ علم الفلك الرصدي observational astronomy.

في شهر يونيو / حزيران سنة 1565، توفي العم جورجن فجأة (نتيجة إصابته بذات الرئة بعد إنقاذه لملك الدانمرك، فردريك الثاني، من الغرق، بعد وقوعه عن حصانه على جسرٍ قرب القلعة الملكية في كوبنهاكن. ويبدو أن كلاً من جورجن والملك كان ثملاً في ذلك الوقت). لم يكن جورجن آنذاك أكمل تماماً الترتيبات ليجعل تيخو وريثه الشرعي، ومن ثم آلت كل أملاكه بعد موته إلى زوجته. عندئذٍ عاد تيخو، الذي كان في التاسعة عشرة، إلى بيت والديه الحقيقيين مدة من الزمن، لكنه ملّ الإقامة هناك. كان لديه شعور بأن قوة ما تسيّره ليصبح فلكياً، برغم الرفض الشديد لأقربائه وأصدقائه. لذا شرع تيخو يبحث عن فلكيين يمكن أن يكون لديهم شيء يعلّمونه إياه في علم الفلك. وقد وجد معلمين خصوصيين في جامعات ويتنبرك، وروستوك، وبال، وأوكسبيرك.

كان توقف تيخو في روستوك مهماً لسبب غير أكاديمي. ففي 10 ديسمبر/كانون الأول سنة 1566 حضر حفلة في بيت أستاذ علم اللاهوت لوقا باخميستر Lucas Bachmeister. وهناك دخل في مناقشة حامية الوطيس مع

نبيل دانمركي آخر يمتّ له بصلة قرابة بعيدة، هو ماندیراب بارسبيرك Manderup Parsbjerg. ويرد في أحد التقارير أن النقاش كان يرتكز على تحديد أيٍّ من الرجلين هو الأقدر في العلوم الرياضية؛ ويذكر تقرير آخر أن بارسبيرك تهكم على تيخو بسبب تنبئه غير الصحيح بموت السلطان سليمان. ومهما كان سبب العداء بين الرجلين، فقد استمرت المناقشة خلال حفلٍ لعيد الميلاد جرى بعد عدة أسابيع، انتهى بمبارزة بينهما عشية 29 ديسمبر / كانون الأول. (كانت عائلة براهي، مثل أكثر عائلات النبلاء الدانمركيين في ذلك الوقت، تتسم بطبع حاد وتهور : فقد قام أحد أولاد عم تيخو بقتل رجل في مبارزة سنة 1568، وقَتَل عمٌّ له ابن عمه سنة 1581، وقتل ابنُ عمٍّ له ابن عمه سنة 1584، ثم قُتِلَ أخ للعم جورجن سنة 1592). انتهت مبارزة تيخو بسرعة عندما اقتطع بارسبيرك قطعة كبيرة من أنف تيخو. وخلال مدة استشفاء تيخو فكر في الأثر الذي سيخلفه تشوه وجهه في مجرى حياته. ولما كان التعدين واحداً من هوايات تيخو، فقد صنع بنفسه قطعة تعويضية لأنفه من خليطة من الذهب والفضة والنحاس، وجعل لونها ملائمة للون بشرته. (إن الشكوك التي حامت حول قصة أنف تيخو جعلت المسؤولين في مدينة براغ ينبشون قبر تيخو المبني من المرمر سنة 1901. وقام طبيبان من كلية الطب بفحص الهيكل العظمي لتيخو، ووجداه ما يزال ملفوفاً بحبل حريري أحمر. ووجدا أيضاً «فتحة منحنية ضيقة في جمجمته في النهاية العليا للفتحة الأنفية»، وهي نتيجة جرح حدث بضربة سيف؛ كانت الفتحة مؤطرة بلطخة خضراء براقة من النحاس. وقد استنتج الفاحصون أن تيخو كان يضع فعلاً قطعة تعويضية معدنية).

سنة 1569 تسلم تيخو، ابن الثالثة والعشرين، تكليفاً ببناء آلة ضخمة هي ربعية quadrant ضخمة بغية وضعها في حديقة بول هاينزل Paul Hainzel، وهو رجل ثري هاوٍ لعلم الفلك من أعضاء المجلس التشريعي لمدينة أوكسبيرك. (الربعية هي مقطع من منقلة زاويته 90 درجة، يستعمل لقياس ارتفاع الأجرام السماوية). وقد كان طول الربعية التي صنعها تيخو 19 قدماً، وكانت كبيرة إلى درجة سمحت بتقسيم كل درجة إلى 60 قسماً متساوياً، أي



إحدى ربعيات تيخو الكبيرة. الصورة مأخوذة من كتاب تيخو بعنوان Astronomiae Instauratae Mechanica, (1602)

المصدر: مكتبة ويدينر، جامعة هارفرد.

إلى دقائق قوسية؛ ونجم عن ذلك وضع ما مجموعه 5،400 علامة خطية على طول قوس الربعية، المطلي بالنحاس. تطلب حمل الإطار الضخم للربعية المصنوع من خشب السنديان، عشرين رجلاً لتثبيتها في حديقة هاينزل. وضعت الربعية على قائمة من خشب السنديان، بحيث يمكن تدوير المجموعة كلها لتوجّه إلى أي بقعة من السماء. وقد رسخت ربعية أوكسبيرك شهرة تيخو كمصمم للآلات الفلكية. (دمّرت الربعية إثر عاصفة هوجاء هبت بعد خمس سنوات فقط من صنعها).

بعد موت والده سنة 1571، عاد تيخو إلى الدانمرك ثانية، حيث أقام في بيت منعزل يملكه خاله ستين بيل Steen Bille في Heridsvad Abbey، وهو دير سابق. وقد سمح بيل لابن أخته بإنشاء مختبر كيميائي في مبنى منفصل مجاور لمكان إقامته. وخلال السنة التالية، كان تيخو نادراً ما يرصد السماوات، إذ فضل على ذلك إبراز مهاراته في الكيمياء. لكن هذا تغير فجأة في ليلة 11 نوفمبر / تشرين الثاني سنة 1572. فبعدما أغلق تيخو مختبره في تلك الليلة وهمّ بقطع المرج الأخضر متجهاً إلى بيته، ولىّ وجهه شطر السماء خلال مشيه (وهذه عادة كانت تسيطر على سلفه تالس وأدت إلى وقوعه في بئر قبل 2،000 سنة). كانت الأشكال النجمية المتطابقة التي لمعت فوق أرستارخوس، وهيبارخوس، وبطليموس تلمع الآن فوق تيخو. كانت السماء الليلية مألوفة لتيخو مثلما

تكون البيوت المجاورة لبيتك مألوفة لك. لكنْ في هذه الليلة بالذات، لاحظ تيخو بذهول أن السماء تغيرت. فقد ظهر في كوكبة ذات الكرسي نجم جديد، وكان تألق هذا النجم يضاهي تألق كوكب الزهرة. ويحكي تيخو حكاية هذه الحادثة في كتابه بعنوان progymnasmata، الذي نشر بعد وفاته سنة 1602، إذ يقول:

> عندما نظرت فوق رأسي مباشرة، رأيت فجأة نجماً غريباً يرسل ضوءه بوميض متوهج أصاب عينيّ. ومن شدة ذهولي، وقفت دون حراك، وعيناي مثبتتان مدة من الزمن على النجم، ولاحظت أن نفس النجم موجود قريباً من النجوم التي نسبها القدماء إلى كوكبة ذات الكرسي. وعندما أقنعت نفسي بعدم وجود نجم من هذا النوع سبق أن توهج بهذه الطريقة، وقعت في حيرة جعلتني أشك فيما تراه عيناي. عندئذٍ توجهت إلى من كانوا يرافقونني، وسألتهم عمّا إذا كان بمقدورهم أن يروا نجماً ساطعاً جداً في الموقع الذي أشرت إليه فوق رؤوسنا مباشرة. وما إن انتهيت من سؤالي حتى أجاب الجميع بصوت واحد أنهم رأوه تماماً، وأنه كان ساطعاً جداً. لكنْ، وبالرغم من تأكيدهم رؤيته، بقيت مرتاباً في الأمر نظراً إلى جدة هذا الشيء. لذا وجهت سؤالي إلى بعض الناس، الذين كانوا على عرباتهم قريباً منا، عمّا إذا كان بمقدورهم رؤية نجم معيّن في الأعلى. وكان أن صاح هؤلاء الناس قائلين إنهم رأوا نجماً ضخماً لم يسبق لهم رؤية مثيل له بهذا الارتفاع. وأخيراً، بعد أن توثقت من أن نظري لم يخدعني، اكتشفت أن ثمة نجماً غير عادي موجوداً هناك، مختلفاً عن كل الأنماط التي عهدتها. وقد عجبت من أن السماء ولدت ظاهرة معينة جديدة، وهيأت نفسي فوراً للتوجه إلى آلتي.

ومع أن تيخو وصف الجسم بأنه نجم جديد nova stella، فنحن نعتقد بأن ما شاهده هو مستعر فائق supernova، أي انفجار ضخم لنجم يحتضر. وقد يكون الراصد القديم هيبارخوس شاهد ما يطلق عليه الفلكيون المعاصرون اسم مستعر nova، وهو انفجار مؤقت غير مدمر على سطح نجم حار جداً. ومع أن نجم هيبارخوس، أظلم بسرعة إلى أن غدا غير مرئي، فمن المحتمل أنه ظل موجوداً ليتوهج في يوم آخر. أما نجم تيخو فقد

تفجر؛ وفي أيامنا هذه، ينتشر ركامه الغازي على 250 تريليون ميل من الفضاء، وسيختلط هذا الركام بجيوب أخرى من الغاز بين النجمي، ثم تتكثف هذه الغازات معاً لتكوّن أجيالاً مستقبلية من النجوم.

كان تيخو على علم بوصف هيبارخوس قبل مدة طويلة لنجم جديد في السماوات، لكن معظم فلكيي القرن السادس عشر كانوا يعتقدون بأن «نجم» هيبارخوس هو في الحقيقة شيء آخر، قد يكون مذنباً بلا ذيل. وبحلول أيام تيخو، كان الاعتقاد بأن كرة النجوم غير قابلة للتغير ما زال قائماً؛ فالنجوم التي خُلقت لن تنطفئ أبداً، ولن تلتحق بها نجوم جديدة. لكن ما كان مرئياً تماماً فوق رأس تيخو في تلك الليلة القارسة البرد من شهر نوفمبر/تشرين الثاني أثبت صحة عكس ذلك الاعتقاد. وبدا أن ثمة عقيدةً، استمرت عصوراً طويلةً، هي عقيدة خاطئة. ولوصف مشاعر تيخو عندما رأى تلك المنارة في السماء، تصور ما يمكن أن تشعر به إذا نظرت عبر نافذتك ورأيت حيواناً خرافياً له جسم فرس، وذيل أسد، وقرن وحيد في وسط جبهته، يحملق في وجهك.

لا بد أن يكون عقل تيخو قد امتلأ بالتساؤلات. فهل سيطلع النجم الجديد في الليلة التالية؟ هل سيتغير توهجه؟ هل سيتحرك من مكانه؟ لذا وضع خطة عمل، بدأها بتعقب موقع النجم من ليلة إلى أخرى. ولهذا الغرض، استعمل سدسيه sextant مصنوعة من خشب الجوز، قياسها خمسة أقدام ليسجل الزوايا بين النجم الجديد وتسعة نجوم مجاورة له في كوكبة ذات الكرسي. إن السدسية التي استعملها (والتي يجب عدم الخلط بينها وبين سدسية البحارة التي تقيس الارتفاع، وليس الزاوية بين الأجرام السماوية) كانت شبيهة بالسدسية العملاقة التي صممها لهاينزل في أوكسبيرك، لكن انفراجها كان 60 درجة فقط. وكان موصولاً بقوس السدسية شريط برونزي مقسم إلى درجات ودقائق قوسية، أي أجزاء من ستين من الدرجة. وفي النهايتين البعيدتين لذراعي السدسية، كان يوجد ثقوب تسمح بمشاهدة زوج من النجوم.

من أجل هذا النجم الجديد، أنشأ تيخو علم فلك جديد. فقد ولى وانقضى زمن الأرصاد التي كانت تنجح مصادفة، والمنهجيات التي كانت تتسم بعدم الدقة، والأوصاف الانطباعية. كان تيخو يحتفظ بسجل غير دقيق لمواقع النجوم، وسطوعها، وألوانها. وكان يكرر الأرصاد عدة مرات كل ليلة، ويقارن النتائج التي يحصل عليها من آلات مختلفة، ويصحح الأخطاء الناجمة عن عيوب الآلات. كان هدفه تخفيض الأخطاء والارتيابات في قياساته قدر المستطاع، ليخلّف سجلاً كمياً كاملاً لهذا الحادث المشهور يستفيد منه أجيال المستقبل من الفلكيين، ذلك أنه إذا تغيرت الكرة السماوية سنة 1572، فقد تتغير ثانية في وقت آخر. (وفي الواقع، فبعد 32 سنة فقط، أي في سنة 1604، انفجر مستعر فائق آخر؛ وقد رصد هذا الانفجار أحد الفلكيين الذين أتوا بعد تيخو، هو يوهان كبلر Johannes Kepler. هذا ولم يظهر المستعر الفائق التالي الذي شوهد بالعين المجردة ـ وكان الأول الذي يرى بعد ابتكار المقراب (التلسكوب) ـ إلا بحلول سنة 1987).

ظل المستعر الفائق الذي ظهر سنة 1572 مرئياً طوال 18 شهراً. وكان يُرى في بادئ الأمر في ضوء النهار، وأحياناً، عبر الغيوم الليلية. وكان سطوعه بعد نصف سنة من ظهوره ينافس أشد النجوم سطوعاً في السماء. وبمرور الشهور، بدأ لونه يتغير تدريجياً من الأبيض إلى الأصفر، ثم إلى الأحمر، وأخيراً إلى الرمادي الرصاصي. وأخيراً، غاب عن الرؤية. وفيما يتعلق بتيخو، كان السؤال الذي يقضّ مضجعه هو: أين كان موقع النجم في الفضاء؟ هل كان نجماً ناضجاً انفجر على الكرة السماوية ؟ أم كان مجرد دفقٍ من النور ـ كأن يكون مذنباً بلا ذيل، مثلاً ـ ناشئٍ عن غازات قابلة للاشتعال في جو الأرض أو فوقه ؟ واختصاراً، هل كان الجسم الجديد بعيداً أم قريباً نسبياً؟

كان ثمة طريقة وحيدة لمعرفة بعد الجسم معرفة مؤكدة، وهي اكتشاف اختلاف منظره. كان تيخو يعرف أن دوران الأرض خلال الليل يجعله في نقاط دائمة التغير يرصد منها السماء. فإذا كان الجسم الجديد أقرب من

القمر، فبمرور الساعات لا بد أن ينزاح موقعه في السماء بالنسبة إلى النجوم البعيدة. أما لو كان الجسم موجوداً بين النجوم ذاتها، فلن يبدي أي انزياح. وبعد أشهر من القياسات الدقيقة، لم يعثر تيخو على أي علامة على وجود اختلاف للمنظر. لذا استنتج أن «هذا النجم ليس من نوع المذنبات أو الشهب المضيئة، التي تكوّنت فوق القمر أو تحته؛ إنه نجم يتألق في القبة السماوية ذاتها، نجم لم يُرَ قَطّ في أي وقت سابق منذ بداية الكون».

وفي اجتماع عقد في كوبنهاكن في مطلع سنة 1573، شرح تيخو أرصاده التي كان يجريها لصديق له هو الأستاذ يوهان براتنسس Johannes Pratensis. ومع أنه سبق لبراتنسس قراءة تقرير بليني Pliny عن نجم هيبارخوس، فقد استبعد فكرة حدوث تلك الظاهرة مرة أخرى. وقد فعل ذلك أيضاً المبعوث الفرنسي شارل دانسي Charles Dancey، الذي ظن أن تيخو يروي نكتة. وقد دعا تيخو ضيوفه إلى الخارج، وكم كانت دهشتهم عارمة عندما أشار إلى النجم الجديد. عند ذلك حث براتنسس تيخو على نشر نتائجه، لكن تيخو رفض. كان أحد أسباب رفضه أنه لا يجوز لنبيل دانمركي أن يمارس موضوعاً «حقيراً» مثل علم الفلك، والأسوأ من ذلك، أن يقوم بفضح تورطه في هذه الممارسة. بيد أنه بعد مرور بضعة أشهر على ذلك، بدأت التقارير عن النجم الجديد تتسرب من ألمانيا. وقد صرح معظم من سمع بالأمر أن هذا الجسم ليس سوى مذنب قريب. أما الرسام الألماني جورج بوش George Busch، فقال إن النجم هو مذنب «تكوّن من خطايا الإنسان وشروره، التي ارتفعت من الأرض، واتخذت شكل غاز، ثم قام غضب الله بإشعالها. وهذه المواد السامة تتساقط الآن على رؤوس الناس، وتسبب جميع أنواع الأذى لهم، مثل وباء الطاعون، والموت المفاجئ، والطقس السيئ، وغير ذلك».

لم يسمح تيخو لمثل هذا الهراء بالانتشار دون أن يتصدى له. فأصدر كتاباً صغيراً من مئة صفحة يطلق عليه اليوم اسم «في النجم الجديد»، De Nova Stella، وهذا الاسم اختصار لعنوان الكتاب المؤلف من خمس وثمانين

كلمة. ويقدم تيخو وصفاً رزيناً لأرصاده للنجم الجديد، التي تتحدى السخافات التي أوردها «المؤلفون التافهون». ذكر تيخو أن افتقار النجم الجديد إلى اختلاف منظر وضعه دون ريب على الكرة السماوية، خلافاً للاعتقادات السائدة التي راجت قروناً، والتي مفادها أن السماوات لا تتحرك. وينهي تيخو كتابه De Nova Stella بمقالة تملأ ثماني صفحات يعلن فيها عن نيته مواصلة عمله في علم الفلك، على الرغم من انتمائه إلى طبقة النبلاء.

بعدما حاز كتابه الإعجاب، واصل تيخو أسفاره في أوروبا. وقد كتب يقول : «إن الفلكي، أكثر من طلاب الفروع الأخرى من المعرفة، يجب أن يكون مواطناً عالمياً، وأن يعتبر أي مكان قد تقوده إليه بعض الضرورات، بلده الأصلي». وخلال تجواله في أوروبا، كان يفتش تيخو عن مؤيد يدعم ما نادى به خلال حياته، وهو تصحيح العيوب الرصدية التي اعترضت سبيل تقدم علم الفلك. ومن بين الذين قابلهم، الفلكيُّ ورجل السياسة البارون لاند كريف ولهلم الرابع Landgrave Wilhelm IV من هيس Hesse في جنوب ألمانيا.

كان إعجاب ولهلم بتيخو شديداً جداً إلى درجة جعلته يتصل بالملك الدانمركي، فردريك الثاني، لحثه على توفير الوسائل اللازمة لتيخو الموهوب بغية مواصلة بحوثه الفلكية. ذكر لاند كريف أنه إذا لم يفعل الملك ذلك، فإنه يخشى أن يترك تيخو الدانمرك للبحث عن ظروف أفضل في مكان آخر. وقد عبّر لاند كريف عن هذا للملك بالكلمات التالية : «يتعين على جلالتكم عدم السماح لتيخو بترك بلده بأي حال من الأحوال، لأنه إذا حدث ذلك، فإن الدانمرك ستفقد أكبر مفخرة لها».

وعندما شعر الملك أن الأمة ستصاب في كبريائها إذا لم يفعل شيئاً، أوفد مبعوثاً ليدعو تيخو إلى العودة إلى وطنه. كانت التعليمات التي زوّد بها المبعوث أن يسافر ليلاً نهاراً إلى أن يصل عقارات عائلة براهي في كندسترب Kundstrup عبر لسان بحري يبدأ من كوبنهاكن. وكما يذكر تيخو في رسالة

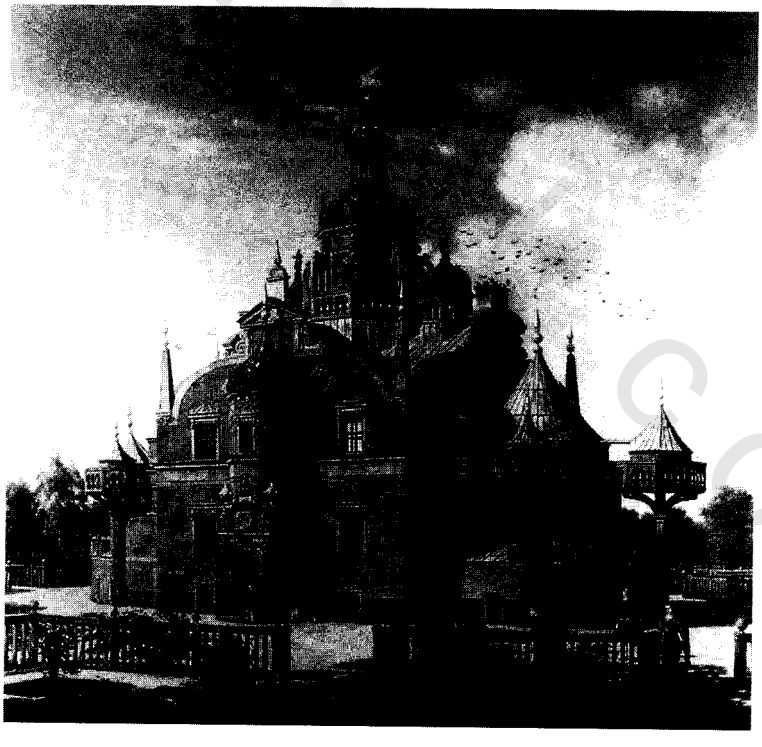
كتبها فيما بعد، فقد كان راقداً في فراشه يفكر في مستقبله، عندما اندفع المبعوث (وهو قريب لتيخو) إلى الغرفة قبل الفجر بساعتين، ودسّ خطاب الملك في يديه. وسرعان ما نهض تيخو من فراشه وارتدى ثيابه حالاً، ثم اتجه نحو مركز الصيد الملكي خارج كوبنهاكن التي وصلها مساءً. وهناك قدّم الملك عرضاً لم يستطع تيخو رفضه، إذ عرض عليه منحه الأموال اللازمة لتأسيس مرصد دانمركي، وراتباً سنوياً مجزياً، وأخيراً، جزيرة كاملة ليبني عليها مرصده.

في 22 فبراير / شباط سنة 1576، أوقف تيخو قاربه في جزيرة هفن Hven الواقعة في مضيق بين الدانمرك والسويد. كانت صخور هفن البيضاء ترتفع إلى الأعلى من الخليج ثم تميل نحو سهل واسع يكسوه العشب. وقد نقلت مساحة 2،000 أكر Acre إلى ملكية تيخو مدى الحياة. كان يوجد في النهاية العليا لهفن جزيرة وحيدة اسمها تونا Tuna (مشتقة من الكلمة الإسكتلندية town) فيها أراضٍ زراعية ومراعٍ للماشية، وأشجار كثيرة، وكنيسة، والطاحونة الهوائية التي لا بد من وجودها. ومن أي موقع في الجزيرة، كان بإمكان تيخو أن يرى الخطوط الساحلية للدانمرك، وسواحل البلاد التي تسمى الآن السويد، والتي كانت جزءاً من الدانمرك. وعلى مسافة تسعة أميال إلى الشمال، تقع إلسينور Elsinore، المكان الذي ذكره كاتب مسرحياتٍ اسمه وليام شكسبيرWilliam Shakespeare، والذي حدثت فيه مأساة لأمير دانمركي. (ومن المثير للفضول، أن الاسمين «Rosenkrans» و«Guldensteren» واردان بين الأسماء المحيطة بصورة تيخو التي افتتحنا بها هذا الفصل).

قبل غروب شمس يوم الثامن من أغسطس / آب سنة 1576، عندما كان كوكب المشتري يتلألأ في الشرق، وكان القمر بدراً في الغرب، وقف تيخو على المنطقة التي اختارها لبيته ومرصده الجديدين. وبمساعدة كريستين Christine ـ التي كانت زوجته دون عقد ديني أو مدني ـ وكثير من أصدقائه، قام تيخو بإرساء حجر الأساس. وقرر تسمية المرصد أورانيبورك Uraniborg،

نسبة إلى أورانيا Urania، وهي إحدى إلاهات العلوم الفلكية في الميثولوجيا اليونانية.

لم يدخر تيخو جهداً في تنفيذ خططه. وقد تأثر في بناء أورانيبورك بقصر Yilla Rotonda الذي صممه بالاديو Palladio قرب فيشنزا Vicenza بإيطاليا. ولا بد أن يكون المكان محبباً لإقليدس، إذ كان يعج بالدوائر المتقاطعة، والأقواس، والمربعات، ثم إنه كان متناظر الشكل إلى حد بعيد. كانت كل قطعة من الآجر، وكل عارضة خشبية، وكل شجيرة، تشغل المكان المناسب لها تماماً. وقد أقام تيخو أكثر من مقرات للسكن والعمل، إذ إنه حوّل جزيرة هفن إلى عالَمه الشخصي المرتب ترتيباً جيداً، إلى عالم «تيخوي المركز» Tycho - Centric قوته الدافعة هي تيخو نفسه. وفي وسط مجمّع أورانيبورك أقام البيت الذي ضم المسكن والمرصد. أحاط البيت بفناء



لوحة لأورانيبورك رسمها هينريش هانسن سنة 1882.

المصدر: Det Nationalhistoriske Museum pa Frederiksborg, Hillerod, Denmark

دائري، وحديقة مربعة مليئة بنباتات الزينة، وسياج من الأشجار. كان المجمّع محاطاً بأربعة جدران ترابية مغطاة بالأحجار، طول كل منها 248 قدماً، وارتفاعه 18 قدماً، وسمك قاعدته 16 قدماً. كان ثمة بوابات للدخول في الزاويتين الشرقية والغربية، وكان يحرسها كلاب إنكليزية نباحها يُخطِر تيخو بوصول كل زائر. ومن بين الزوار الكثر كان «كلب حراسته أيام لايبزك. أنديرس فيدل، الذي أصبح، بعد تركه تيخو، المؤرخ الملكي للدانمرك». وكان ثمة عمارتان في الزاويتين الشمالية والجنوبية، إحداهما مكتب، والأخرى مسكن للموظفين المحليين. وفي قبو العمارة الثانية بُني سجن صغير. (لم يكن تيخو مالكاً للبلدة الصغيرة هفن فحسب، بل كان أيضاً يقوم بدور القاضي والمحلفين). وكان ثمة برك أسماك منتشرة خلف الجدران.

صُمِّم أورانيبورك نفسُه بالطراز القوطي، الذي كان شائعاً في عصر النهضة، وبُنِيَ من قطع آجر حمراء وزخارف من الأحجار الرملية وأحجار الجير. وقد برزت أبراج مستدقة من السقف النحاسي، وكان هناك عدد كبير من الجملونات والأطناف. أما المبنى نفسه، فكان مؤلفاً من ثلاثة طوابق، وكان عرض كل جدار فيه 50 قدماً. في الشمال والجنوب، كان يرتفع أربعة أبراج مدوّرة، اثنان في كل جانب، وكان قطر أكبرها 18 قدماً. داخل هذه الأبراج كانت توجد الآلات الفلكية. وكان من الممكن إزاحة عارضات السقف المثلثية لتصبح السماء الليلية مرئية. وخارج الدهاليز، كان ثمة أماكن لوضع الآلات القابلة للعمل. كان يعلو المبنى كلّه برجٌ ثماني الوجوه تعلوه قبة، يرتفع فوقها دليلٌ لاتجاه الريح له شكل بيكاسوس Pegasus، وهو الفرس المجنح الوارد في الميثولوجيا الإغريقية.

كان يوجد في داخل المبنى الشقة السكنية المخصصة لإقامة تيخو وعائلته؛ وغرف للضيوف، وأخرى للدراسة، ومطبخ، ومكتبة فيها كرة سماوية قطرها خمسة أقدام مغلفة بنحاس أصفر، وكان يُعَلِّمُ تيخو عليها كل نجم يرصده (دُمرت هذه الكرة في حريق شب في جامعة كوبنهاكن سنة

1728)؛ وأقفاص كبيرة لحفظ الطيور؛ ومختبر للكيمياء؛ وفي وسط هذا كله، نافورة دوّارة. إذ كان البيت مزوّداً بأنابيب للمياه الجارية. وتحت الأطناف كانت توجد ثماني غرف دافئة هي المدرسة الداخلية لطلاب علم الفلك. كان باستطاعة تيخو استدعاء أيٍّ ممن يعملون معه بسحب مجموعة من الخيوط المخفية داخل الجدران، كل خيط يقرع جرساً في الغرفة المطلوبة. وقد كان يثير إعجاب الزائرين عندما كان يسحب أحد الخيوط خفيةً خلال ذكره لاسم طالب، وذلك لأن هذا الطالب كان يدخل مكتبه خلال لحظات بعد ذكر اسمه، وكأنّ في هذا الإجراء نوعاً من السحر. كان لدى تيخو، مثل سائر النبلاء في زمانه، مهرّجه الخاص، وهو قزم اسمه جيبي Jeppe، كان يجلس على قدمي تيخو خلال تناوله وجبات طعامه، وكان يقوم تيخو بإطعامه لقمة من وقت إلى آخر. ووفق ما ورد في مذكرة لأحد طلاب تيخو، «كان جيبي يثرثر دون انقطاع، وكان كلامه يُصغَى إليه بشيء من الاهتمام». وعندما كان تيخو يغيب عن عمله، كان جيبي ينتظر عودة سيده بشوق، وحين كان يراه خارجاً من قاربه كان يصيح قائلاً: «Junker paa Landet! مرافقك بانتظارك على الأرض!».

كانت تدار جزيرة هفن كإقطاعية. ولم يكن يسمح لأحد بقطع الأخشاب، أو جمع البندق، دون إذنٍ من تيخو. وعندما كان مقيم يهمل إجراء الإصلاحات اللازمة في مسكنه، كان تيخو يفرض عليه غرامة وشراء برميل من الجعة لساكني الجزيرة. وكانت تعقد جلسات للمحاكمة كل يوم أربعاء. ويقول الفلكي جوزيف أشبروك Joseph Ashbrook: «كان تيخو يجور على مزارعي جزيرته. ولا بد أنه كان يبدو في نظر الكثيرين من معاصريه من ملاّك الأراضي المستبدين، أكثر من كونه أعظم علماء زمانه».

سنة 1584، بنى تيخو مرصداً ملحقاً بمرصده الأصلي على مرتفع صغير خارج السور. وعلى الرغم من اسم المرصد الذي يعبر عن الارتفاع ـ شتيرنبورك Stjernborg، أي «قلعة النجم» ـ فإنه كان موجوداً تحت سطح الأرض، ولم يكن يبرز منه فوق سطح الأرض سوى قبابه الواقية. كانت

الآلات نفسها موضوعة في غرف تحت الأرض، وذلك لوقايتها من الرياح، التي كانت تجتاح الجزيرة أحياناً. وقد علّقت على جدران الغرفة الرئيسية في شتيرنبورك صورٌ زيتية لفلكيين مشهورين، ومن ضمنهم تيخو نفسه، وصورة لابن تيخو الذي لم يولد بعد، والذي سماه سلفاً تيخونيدس Tychonides.

دق تيخو مسماراً آخر في نعش عقائد أرسطو خلال السنة الثانية من إقامته في الجزيرة، وذلك عندما كان أورانيبورك في مرحلة البناء. ففي 13 نوفمبر / تشرين الثاني من سنة 1577، وذلك بعد خمس سنوات تقريباً من مشاهدة المستعر الفائق سنة 1572، كان تيخو يصطاد في إحدى بركه الكثيرة. عند ذلك لاحظ في السماء المظلمة بقعة ساطعة ضبابية قرب رأس كوكبة القوس والرامي Sagittarius. وعندما اشتدت عتمة السماء، رأى ذيلاً مضيئاً امتد أكثر من 20 درجة من النواة الضوئية : إنه مذنب (وفي نفس الوقت تقريباً، رأى يوهان كبلر، الذي كان في السادسة من عمره، المنظر نفسه عندما كان على تلة في ألمانيا).

كان أرسطو طاليس يعتقد بأن المذنبات هي غازات مشتعلة موجودة في جو الأرض أو أعلى قليلاً منه. وقد عرف تيخو أنه لو كان هذا هو الحال، فلا بد أن يبدي المذنب خلال تحركه في إحدى الليالي، انزياحاً في اختلاف المنظر على خلفية النجوم البعيدة جداً. رصد تيخو ومعاونوه المذنب إلى أن غاب عن الأنظار في نهاية شهر يناير / كانون الثاني. لكنه لم يكتشف اختلافاً للمنظر. وكي يتحقق تيخو من هذا، قام بجمع قياسات المذنب التي حصل عليها فلكيون آخرون، وأثبت أن النجم كان، في أي ليلة معطاة، يقبع في موقعه دون حراك بالنسبة إلى كل راصد. إذن، ومرة أخرى، لا وجود لاختلاف منظر. استنتج تيخو أن مذنب سنة 1577 كان موجوداً وراء القمر في مكان ما بين الكواكب. وفي رسالة له نشرها سنة 1588 في هذا الموضوع، ألغى نظرية أرسطو طاليس في المذنبات، التي ظلت سارية أمداً طويلاً. وهكذا فقد انتصر الرصد والتحليل المنهجيان على الافتراضات.

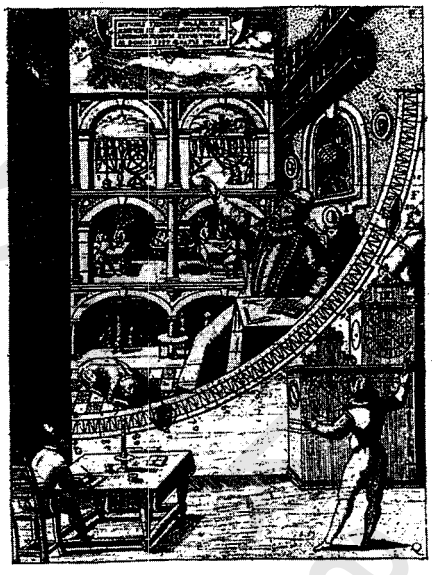
المذنبات والمستعرات الفائقة ظاهرتان نادرتا الحدوث في العالم

الفلكي. لقد كان عمل تيخو اليومي ـ وهو العمل الذي بني أورانيبورك من أجله ـ قياس مواقع النجوم والكواكب. كانت آلة أورانيبورك الأساسية هي الربعية الجدارية النحاسية التي قياسها ستة أقدام، والتي كانت معلقة دوماً على جدار في إحدى غرف البيت الرئيسي. كان يدخل ضوء النجم عبر ثقب صغير في الجدار الجنوبي، وكان دوران الأرض يجعل الأجرام السماوية الواحد تلو الآخر، مرئية؛ وعندما يصبح الجرم مرئياً، كان يسجل ارتفاعه. وعلى الحائط، داخل قوس الربعية، عُلِّقت صورة زيتية لتيخو نفسه جالساً إلى منضدة ومتطلعاً شطر السماء وكلبه عند قدميه؛ وكان يظهر خلفه منظرٌ لمراصد أورانيبورك المختلفة، وهي تعج بالنشاط. وفي تلك المواقع، كان تيخو يستعمل الربعيات، والسدسيات، والكرات الحلقية (وهي سلسلة من الحلقات المتقاطعة المدرجة التي يمكن أن ترى على طول أقطارها أجرام سماوية)، وجهاز طوله ثمانية أقدام يسمى triquetrum صنعه كوبرنيك بنفسه.

ويرسم الكاتب في مجال العلوم ويلي ليي Willy Lay صورة حية ليوم عمل نموذجي في أورانيبورك بالكلمات التالية:

> عندما كان تيخو يقيس ارتفاع نجم بواسطة ربعيته الضخمة، كان يرافقه واحد أو اثنان من مساعديه أو تلامذته. وكان ثالث يجلس قريباً منه على طاولة لتسجيل الأرقام التي كان يذكرها تيخو بصوت عال. وإضافة إلى المساعدين والتلاميذ، كان أورانيبورك يعج بالحرفيين والصنّاع المهرة، معظمهم ألمان وهولنديون؛ وكان الفلاحون الدانمركيون يعتنون بالحدائق، والفلاّحات الدانمركيات يعملن في المطبخ... كان يفترض في هفن أن تكون مكاناً هادئاً لدراسة السماء، لكنها تحوّلت إلى ولاية تختلف عن غيرها في أن رئيسها كان يطارد مواقع النجوم بدلاً من الحيوانات أو النساء.

كان تيخو مرصداً وطنياً في رجل واحد. وبفضل بحوثه، غدت الدانمرك قوة عالمية في ميدان علم الفلك الرصدي. كان تيخو يجري مراسلات مستمرة مع الفلكيين في جميع أنحاء أوروبة، ويتبادل معهم



ربعية تيخو الجدارية التي يبلغ قياسها ستة أقدام.
من كتاب تيخو بعنوان Astronomiae Instauratae Mechanica (1602)
المصدر: مكتبة ويدينر، جامعة هارڤرد.

المعلومات، ويعرض استعداده للتعاون معهم، وكان بذلك يعلي منزلته بينهم. كان حجم الأعمال التي أنجزها أورانيبورك ضخماً بكل المقاييس. لكن الجمع المستمر لبيانات دقيقة عن المواقع النجمية والكوكبية كان أمراً ضرورياً لتقدم علم الفلك. ولدى مراجعة كاتالوك تيخو النجمي، ومقارنته بأحدث الكاتالوكات الحالية، وُجِدَ أن تيخو عيّن مواقع النجوم بانزياح لا يتجاوز دقيقة قوسية واحدة ـ من الدرجة ـ عن مواقعها الصحيحة. هذا إنجاز مذهل إذا علمنا أنه كان يعمل دون الاستعانة بمقراب (تلسكوب). وهكذا، فقد زاد تيخو من دقة المواقع النجمية والكوكبية عشر مرات عما كانت عليه في الكاتالوكات السابقة. كان عمله دقيقاً إلى درجة عالية مكّنت الفلكيين الذين أتوا من بعده من التزوّد بالبيانات الأساسية التي احتاجوا إليها للتوصل إلى ميكانيك الحركة الكوكبية.

ويكتب تيخو في مؤلفه De Nova Stella ما يلي : «محاولة تعيين المسافات التي تفصلنا عن النجوم أمر صعب يتطلب عقلاً نيراً، لأن أبعادها عن الأرض كبيرة بدرجة لا تصدق». لقد حاول تيخو مراراً وتكراراً قياس اختلاف منظر النجوم، لكن عمله لم يكلّل بالنجاح. ومع أن آلاته كانت عالية الدقة في زمانها، فإنها أبعد من أن تكون ملائمة تماماً لإنجاز مهماتها.

في النصف الثاني من القرن السادس عشر، كان نموذج النظام البطلمي ما زال معتمداً، وكان تيخو ـ في البداية، على الأقل ـ واحداً من مؤيديه.

أما النموذج الكوبرنيكي، الذي كان أفضل عموماً في التنبؤ بالخسوف والكسوف والمواقع الكوكبية، فكان المنافس الذي برز فجأة أمام نظيره البطلمي. في غياب اختلاف المنظر النجمي، تعين على تيخو مواجهة أحد الخيارين التاليين كبقية معاصريه : إما الجزم بأن الأرض مركزية وغير متحركة، وأن النجوم قريبة نسبياً، وإما تأكيد أن الأرض تطوف حول الشمس، وأن النجوم بعيدة جداً إلى درجة تكون فيها اختلافات منظرها واقعةً خارج حدود إمكانات القياس.

كان تيخو يعرف قدرة آلاته. وقد بينت حساباته أن النجوم يجب أن تكون أبعد من زحل بنحو 700 مرة على الأقل، وزحل، هو أبعد الكواكب التي كانت معروفة آنذاك؛ ولو لم يكن الأمر كذلك، لكان بإمكانه كشف اختلافات منظرها. لكن تيخو، مثل الكثيرين الذين سبقوه، كان ضحية الأفكار القديمة عما يجب أن يكون عليه الكون. إن مثل هذه المسافة النجمية الهائلة ـ 700 مرةٍ من المسافة إلى زحل ـ ولّدت، برأي تيخو، فجوة هائلة، إلى درجة لا يمكن تصورها، بين الكواكب والنجوم. (وفقاً للقياسات الحديثة، يبعد أقرب نجم مسافة تعادل 30،000 مرة المسافة إلى زحل.) إن عدم وجود اختلاف منظر نجمي ولّد اقتناعاً لدى تيخو بأن كوبرنيك لا بد أنه كان على خطأ؛ فالأرض يجب أن تكون مثبتة في مركز العالم. وفي الوقت نفسه، كان تيخو مدركاً تماماً لعيوب النظام البطلمي. لذا قدّم تيخو نموذجه غير العادي الذي يعوزه الانسجام، الكواكب الخمسة فيه تدور حول الشمس، في حين تدور الشمس حول أرض مركزية: إنه نظام «أرضي المركز ـ شمسي المركز»، إنه النظام التيخوني Tychonic system.

النظام التيخوني مكافئ رياضياً للنظام الكوبرنيكي؛ لذا فإن تنبؤاته لن تكون أحسن أو أسوأ. بيد أن ثمة تجديداً يتعلق بكوكب المريخ، إذ إن مدار هذا الكوكب، في النظام التيخوني، يتقاطع مع مدار الشمس. ويبدو مثل هذا المخطط مستحيلاً إذا كانت الأجرام السماوية مثبتة بكرات بلورية صلبة، كما كانت الفكرة السائدة في ذلك الوقت. في سنة 1602 كتب تيخو رسالة

سماها Progymnasmata قال فيها: «لن أقبل من الآن فصاعداً بحقيقة تلك الكرات التي سبق وسلّمت بوجودها متأثراً بأفكار الأقدمين، وليس انطلاقاً من حقيقة المادة نفسها. في الوقت الحاضر، أنا واثق بعدم وجود كرات في السماء، بقطع النظر عن الاعتقاد بأنها تجعل النجوم تدور، أو بأن النجوم هي التي تدوّر الكرات». وهكذا فإن نموذج تيخو، مع أنه يبدو غريباً من وجهة نظر حديثة، فقد أحدث تقدماً مفاهيمياً جزئياً: فبتحطيمه الكرات البلورية القديمة العهد، فلا بد من وجود آلية أخرى تبقي الكواكب في أفلاكها. وسينقضي قرن آخر قبل أن يكتشف إسحاق نيوتن طبيعة تلك الآلية، ألا وهي الثقالة gravity.

مات راعي تيخو، الملك فردريك الثاني، سنة 1588، وخلفه أكبر أبنائه، كريستيان Christian، الذي كان في الحادية عشرة فقط من عمره. وقد واصلت لجنة الوصاية على الملك، المكوّنة من أربعةٍ من النبلاء، دعم تيخو حتى سنة 1596، حين تقلّد كريستيان الحكم الفعلي للدانمرك. وفي شهر مارس / آذار سنة 1597، أوقف كريستيان المقتصد تمويل أورانيبورك. وفي نوبة غضب، حزم تيخو آلاته، ومكتبته، وآلاته الطابعة، وحاجاته الشخصية، وانتقل في نهاية ذلك الشهر إلى بيته في كوبنهاكن. إثر ذلك، أهمل مرصد أورانيبورك تماماً، وجرى هدمه بعد موت تيخو. وفي سنة 1623 اشترى أحد سكان هفن 60،000 قطعة آجر «سحبت ثم جددت، من بين أنقاضه القديمة في أورانيبورك». وبحلول منتصف القرن السابع عشر صار مبنى المرصد العظيم أثراً بعد عين؛ ولم يبق منه سوى حُفَرِ أساسه، التي سرعان ما غطاها العشب. وما بقي من أورانيبورك في أيامنا هذه بضع قطع من الآجر معروضة في أحد المتاحف.

لم يقم تيخو في الدانمرك بعد ذلك سوى ثلاثة أشهر، رحل بعدها مصحوباً بعائلته، وآلاته، ونفر من تلامذته إلى روستوك أولاً، ثم إلى هامبورك، وويتنبرك ودرسدن. وأخيراً، في صيف سنة 1599، واصل تيخو بحوثه الفلكية في قلعة بيناتكي Benatky Castle خارج براغ، مدعوماً من

الإمبراطور الألماني رودلف الثاني Rudolph II. وفي بداية السنة التالية، وصل مساعد جديد، هو الرياضي الألماني المتألق يوهان كبلر، الذي كان آنذاك في الثامنة والعشرين من عمره. في ذلك الوقت أصبح تيخو، ابن الثالثة والخمسين، منهكاً جداً جسمياً وذهنياً؛ ومع ذلك كان لديه ما يكفي من القوة لجعل حياة كبلر تعيسة. يقول الكاتب آرثر كوستلر Arthur Koestler في هذا الصدد : «كان تيخو أرستقراطياً، وكان كبلر من عامة الناس؛ كان تيخو غنياً جداً، وكان كبلر فقيراً؛ كان تيخو دانمركياً أصيلاً، وكان كبلر هجيناً. كانا متناقضين في كل شيء خلا شيئاً واحداً، إذ إنهما كليهما يتميزان بالانفعال السريع والنزق الشديد».

كان تيخو وكبلر الثنائي الشاذ في العلوم الفلكية في القرن السابع عشر. وعلى الرغم من اختلافهما في المركز، والمظهر، وأسلوب الحياة، والتصرفات، كان كل منهما بحاجة إلى الآخر. فكان كبلر يعرف أنه يوجد في حوزة تيخو الأرصاد الأساسية التي طالما تمنى، «كمخطّط»، تجميعها ليكوّن منها صورة منسجمة للحركة الكوكبية. ثم إن تيخو كان يعرف أن كبلر الموهوب يملك القدرات الرياضية التي تمكّنه من إثبات صحة النظام التيخوني للسماوات. لكن كبلر كان مؤيداً للنظام الكوبرنيكي، ولم يكن مقتنعاً البتة بنموذج تيخو، ولم تكن لديه نية لصقل البناء المعيوب لإرضاء أنانية تيخو العظيم.

كان الحجم الهائل من البيانات الكوكبية يشد كلاً من تيخو وكبلر بقوة هائلة. ولو كان هذان الرجلان مستكشفين تقطّعت بهم السبل في صحراء، لكانت تلك البيانات بمنزلة آخر جرعة من الماء تمكّنهم من البقاء على قيد الحياة. كان كل رجل ينظر إلى البيانات على أنها وسيلة لخلاصه الشخصي: فتيخو كان يعتقد أنها ستخلده، ليس كجامع لثروةٍ من الأرصاد خلفها لمن يأتون بعده، وإنما كمصمّم للعالَم؛ أما كبلر فكان يسعى لإشباع رغبته في الوصول إلى معرفة الكيفيةً التي يعمل بها الكون. وعندما وصل كبلر إلى براغ، لم يكن ثمة مجال لتيخو ومساعديه لتبيان أهمية الأرصاد التي أُجريت

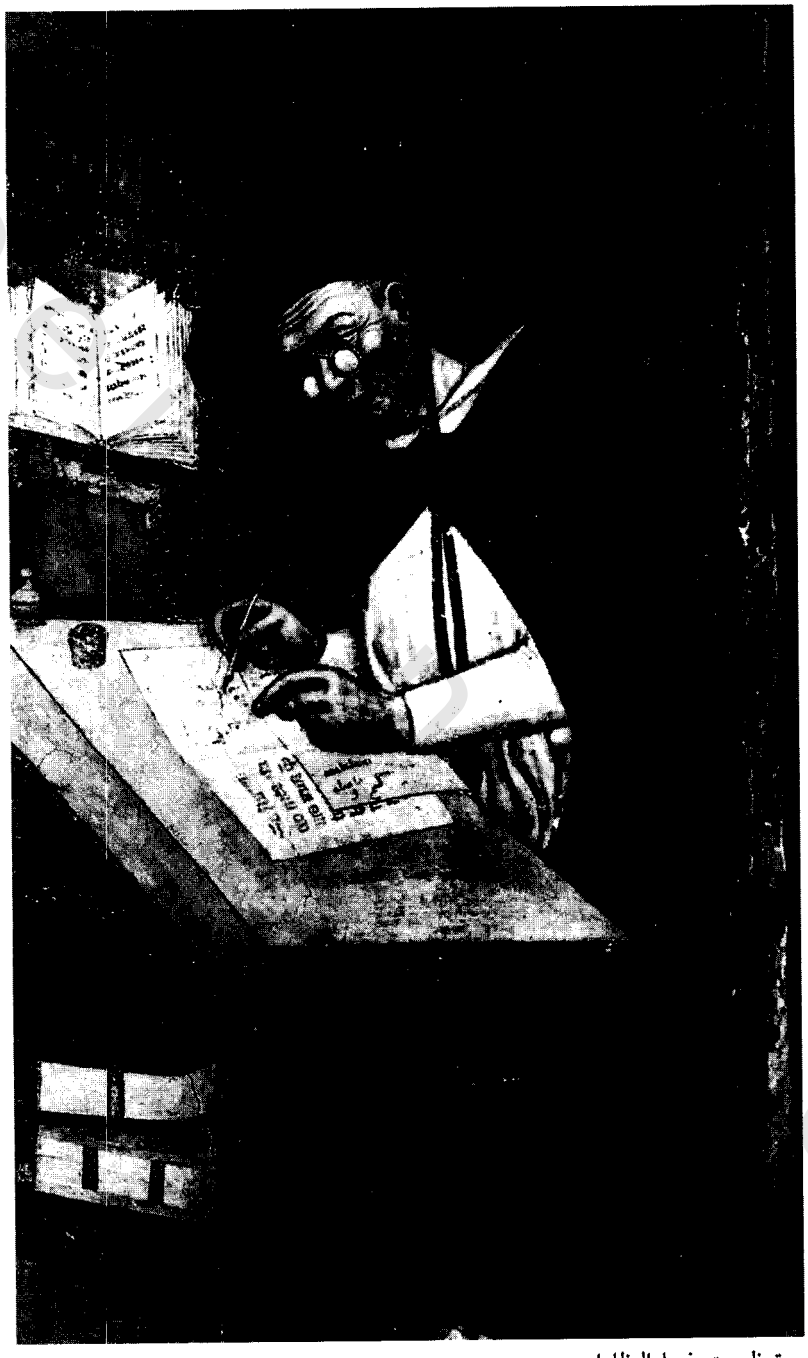
لكوكب المريخ. ويقول كبلر «إن ما كان يعترض سبيل تقدم تيخو هو اعتقاده بأن الحقيقة مخفية في أعماق الأرصاد الهائلة التي جمعها». وكان كبلر يفخر أنه هو نفسه الذي سيحسب حجم وهيئة مدار المرّيخ في أسبوع واحد؛ لكنه أمضى في عمله هذا خمس سنوات.

لم تدم العلاقة المضطربة بين تيخو وكبلر طويلاً. ففي 13 أكتوبر / تشرين الأول سنة 1601، أصيب تيخو بحمّى شديدة خلال تناوله طعام الغداء. ومات بعد ذلك بأحد عشر يوماً، بحضور أفراد عائلته وكبلر. ويُروى أنه قبل أن تفيض روحه بقليل تلفظ بالكلمات التالية: «Ne frusta vixesse videar»، أي «آمل ألاّ أبدو أنني ضيعت حياتي سدى». إن التراث الذي خلفه تيخو لكبلر ـ ومن خلاله لعلم الفلك ككل ـ يمثل ثروة كبيرة من أرصاد المواقع الدقيقة لكوكب المريخ. وقد مكنت هذه البيانات كبلر، في نهاية المطاف، من استخلاص العنصر الحاسم الذي لم يلاحظه كلّ زملائه من الفلكيين الذي سبقوه، وهو أن أفلاك جميع الكواكب هي قطوع ناقصة، وليست دوائر. ومن المهم جداً أن كبلر وثق ببيانات تيخو المتعلقة بالمريخ إلى درجة اعتباره أن الانحراف الطفيف في فلكه عن الشكل الدائري الكامل، كان انحرافاً فعلياً، وليس نتيجة أخطاء في أرصاد تيخو. ولولا تلك القياسات الدقيقة التي أجراها تيخو، لكان من المستحيل كشف التفلطح الطفيف في مدار المريخ. وهذا جعل كبلر يندفع لاستخلاص القوانين الأساسية للحركة الكوكبية، مستغنياً عن الدحاريج وحيلٍ أخرى شوّهت الكون الكوبرنيكي.

في 4 مايو / أيار سنة 1600، وذلك قبل سنة تقريباً من موته، وجه تيخو رسالة قدم فيها نفسه، ونظامه الجديد للعالم، إلى زميل إيطالي شاب اسمه كاليليو كاليلي Galileo Galilei. لكن كاليليو لم يجب عنها. ولو قيض لهذا الدانمركي النزق أن يعيش حياة أطول، لكان من المحتمل أن يستفيد من معرفته بكاليليو، الذي لا يقل عنه نزقاً، لاكتشاف نظام الكون، مستعيناً بالجهاز الذي ابتكره وهو التلسكوب. وربما كان كاليليو سيعجب بطريقة

تيخو الدقيقة جداً في البحث الفلكي، ثم إنه ربما قدم بعض الاقتراحات المفيدة فيما يتعلق بقياس اختلاف المنظر النجمي.

obeikandl.com



أول صورة ظهرت فيها النظارات.
لوحة تعود إلى سنة 1352، رسمها توماسو باريسينو من موديا.
المصدر: Alinari / Art Resource، نيويورك.