الفصل

3

علم الفلك الجديد

في 11 كانون الثاني (يناير) عام 1600 انطلق (كپلر) من (غراز) للقاء (تايكو براهي). وبعد رحلة استمرت حوالي العشرة أيام وصلت المجموعة إلى (پراغ) شرق الامبراطورية الرومانية المقدسة. وفي أعلى تلة مطلة على المدينة كان هناك (هرادتشين) وهو مجمّع أبنية الامبراطور الممتدة متحدةً مع القلعة والكاتدرائية والقصر والمكاتب الامبراطورية. وتتكوكب حوله قصور الأرستقراطيين والسفراء في المنطقة المسماة (هرادكاني) كأنما انجذبت إليه لكونه مركز السلطة والقوة. كانت (المدينة الصغرى) وهي موطن المهربين والحرفيين تنتشر فوق طرف تلة على جبل (مولدا). وكان الجدار الفاصل (للمدينة القديمة) يمتد بالمدينة حتى يصل (المدينة الجديدة). وعند مقارنتها بـ(غراز) نجدها مدينة مزدحمة وفوضوية ذات

عديد من الأسواق المفتوحة الممتدة بين شوارع المدينة الضيقة ذات الرائحة الكريهة. كانت (پراغ) مدينة مهمة بحق وذلك بصفتها عاصمة (بوهيميا) المزدهرة. وقد جذب وجود الامبراطور كذلك مجموعات عالمية متنوعة من السفراء والأرستقراطيين والباحثين عن السلطة ومنتهزي الفرص، كما أنها جذبت إليها العلماء وعلماء الكيمياء والفنانين والحرفيين المَهَرة.

لم يكن (تايكو) يقطن المدينة ولكنه كان في قلعة (بناتكي) في الريف شمال شرق المدينة؛ وقد وُضعت تحت تصرفه من قبل الامبراطور. وكنتيجة لذلك استغرق إرسال (كپلر) رسالةً تعلن عن وصوله إلى (پراغ) بعض الوقت. فأرسل (تايكو) ابنه (تايكو) الأصغر وأحد مساعديه الموثوقين وهو (فرانز تنغناجل) إلى البلدة ومعهم تعليمات بأن يجلبوا (كپلر) معهم إليه بالعربة.

إن التقاء (يوهانز كپلر) مع (تايكو براهي) في 4 شباط (فبراير) عام 1600 ذو مغزى غير عادي في تاريخ العلوم. ما كان يمكن للرجلين أن يكونا أكثر اختلافاً. كان (تايكو) رجلاً نبيلاً، واثقاً من نفسه ومستبداً وميالاً للقتال. وكان (كپلر) من عامة الناس ومخلصاً، تأملياً ومحباً للسلم ولا يحب المظاهر. وعلى الرغم من ذلك فقد توافقا مع بعضهما كالقفل والمفتاح. كان (تايكو) مراقباً للنجوم، يملك معه إنجاز حياته على شكل 20 مجلداً من الملاحظات الفلكية تعود في امتداداتها إلى 35

عاماً. كان (كپلر) المنظّر الشاب ذي المجلد التأملي العالي الرشيق والوحيد في صالحه. كان كلاهما ألمعيين، وكانت مهارات كل واحد منهما تكمل مهارات الآخر. ولكن لم يكن أي منهما هناك بمحض إرادته. كان (كپلر) قد هجر بلده الأم (الدانمارك) بعد نزاع متغطرس مع الملك الذي رعاه، وهو الآن مطرود من بلاده إن لم يكن منفياً. لقد هرب (كپلر) من الجو الاضطهادي من عدم التسامح الديني في (ستايريا). إن جمع هذين الإثنين مع بعضهما في هذا المكان وهذا الزمان سيغيّر وجه علم الفلك.

وأقل ما يمكن أن يقال في (تايكو براهي) أنه رجل غير عادي. وأول ما كان يمكن أن يُذهل (كپلر) في شخص (تايكو) هو أنفه المرقّع بالجراحة من الذهب والفضة ذات اللون اللحمي، وكذلك ذكرى مبارزة تعود بتاريخها إلى أيام كان (تايكو) طالباً. كان له شعر مسرّح إلى الوراء ومائل إلى الحمرة مقوص بشكل قصير جداً، ولحية أنيقة يعلوها شارب كبير كمقود الدراجة. كانت شخصيته فخمة واستبدادية.

كان (تايكو) قد وُلد من عائلة من أرقى مستويات المجتمع الدانمركي؛ وهي طبقة صغيرة من العائلات الأرستقراطية التي كانت تملك البلد وتتحكم فيه. وكان قد أقام وبدعم سخي من التاج الدانمركي مرصداً لم يسبق له مثيل وهو الـ(أورانيبورغ)، وسخّر عشرات من العلماء

والمهنيين لمساعدته في تحرياته في السماوات. وكان (تايكو) قد أمضى معظم العشرين سنة الأخيرة منتظراً في جزيرته الخاصة مكرّساً معظم اهتمامه وقدراً كبيراً من ذَهَب ملكِ الدانمرك لإصلاحٍ شامل لنظرية فلكية قائمة على مجموعة من ملاحظاتٍ للنجوم كاملةٍ ودقيقة وليس لها مثيل من قبل. وكان قد درّب المساعدين وثقّف صانعي الأدوات وأرسل الوسطاء والعملاء لجمع المخطوطات والكتب الفلكية. وعندما بدا أن نشاط العشرين سنة وصل إلى مرحلة الإثمار بدأ الدعم الملكي له يتآكل ويتناقص فكان عليه أن يغادر الدانمرك باحثاً عن راعٍ جديد له. وبعد بضع سنوات من عدم الوثوق والتردد استطاع أن يؤمّن لنفسه الدعم من أهم راعٍ وأكثرهم تفانياً: إنه الامبراطور (رودولف) الثاني، الامبراطور الروماني المقدس.

وعندما وصل (كپلر) كانت قلعة (بناتكي) تعج بالنشاط. ولم يكن (تايكو) ليشعر بالراحة إلا بإقامة وتهيئة أدواته الفكلية العظيمة، وكان الحجّارون والنجارون يقومون بعملية إدخال تعديلات على القلعة بهدف احتواء هذه الأدوات. كانت الحجيرات الخاصة بالأدوات والمترابطة فيما بينها تُقام على طول جُرف عالٍ يطل على نهر (الآيزر) والسهل المنبسط إلى الجنوب. ومن هنا كان سيعيد تجميع قواه ليؤسس (أورانيبورغ) جديداً.

وكان يتم تجميع إدارةٍ وعمالٍ مختلفين لمساعدة

(تايكو) في جهوده. فبالإضافة إلى (تايكو) الأصغر و(فرانز تنغناجيل) كان هناك (كريستيان سِفِرين لونغومونتانوس) وهو فلكي دانمركي موهوب أمضى معظم حياته المهنية يعمل مع (تايكو). وصل (يوهانز موللر) مع عائلته في الشهر التالي: وكان (موللر) يعمل حيسوباً لدى أمير (براندنبرغ) وهو من الأمراء المؤهلين لاختيار الامبراطور. وهكذا نزلت مكانة (كپلر) في هذا الشكل الهرمي. ومع وجود زوجة تايكو (من زواج عُرفي) و(كرستين جورجنسداتر) وأولادهم الآخرون ومُختلف المساعدين الآخرين والخدم ـ مع وجود هؤلاء أصبحت القلعة شديدة الازحام.

شعر (كپلر) بشيء من الذهول من هذا المنظر وأحسّ بالضياع وسط أهل بيت (تايكو). ولم يكن يسعى وراء عملهم معه. فقد جاء بهدف استخدام معلومات الرصد المتفوقة لدى (تايكو) وذلك ليختبر فرضيته الكونية المتعددة السطوح ويطورها، وهي المستقاة من كتابه (سر الكون).

ولكنه وجد أن (تايكو) كان متكتماً فيما يتعلق بالمعلومات التي لديه. ولم يكن (تايكو) من جانبه مستعداً لأن يمنح معلوماته لأيٍّ كان، لا سيما وأنه لم يكن يثق بـ(كپلر)، خاصة بعد أن ربط شكوكه بـ(أوراسوس).

كان (تايكو) في هذه المرحلة بحاجة إلى أن يمضي

الوقت في تحليل ملاحظات العديد من السنتين كي يصفّي ويقطّر النظريات الكوكبية الدقيقة عن المعلومات الفجّة. لهذا كان بحاجة إلى كثير من المساعدين حتى يقوموا بعمليات الحسابات. وقد خصص (تايكو) (كپلر) للعمل تحت إشراف (لونغومونتانوس) حول نظرية (المريخ). وكان الوضع مما يصعب احتماله بالنسبة لـ(كپلر).

ووجد نفسه تائهاً في هذه الفوضى في (بناتكي) وهو يتلقّف المعلومات التي يرغب فيها رغبة كبير بشق الأنفس، وذلك عندما كان (تايكو) يرمي هنا وهناك بمرجع يتعلق بموقع الذروة بالنسبة إلى كوكبٍ ما (أي بعده الأعظمي عن الأرض) أو عن نقطة اللقاء (حيث يتداخل مداره مع مدار الشمس) وذلك عندما يعقد مجلس الإدارة أثناء العشاء في غرفة العشاء المزدحمة في الطابق الثاني.

ومع أن (كپلر) لم يستطع أن يواصل تطويره لفرضية متعدد السطوح لأنه كان بحاجة إلى معلومات ومعطيات حول كل الكواكب، فقد كان لا يزال أمامه عملٌ يجب أن يقوم به حول فرضيته المتعلقة بقوة تحرك الكواكب: وهذه لا تحتاج إلا إلى الملاحظات الرصدية الخاصة بالمريخ. وفي غضون بضع شهور توصل إلى بعض التأكيد والتثبت الكبيرين. فلو كانت الكواكب تتحرك بقوة آتية من الشمس فلا بد أن تعكس هندسة نظريات الكواكب هذا الأمر. وقد وجد أول الأمر أنه مهما حاول

فلا بد لمدار (المريخ) من أن يضع في حساباته موقع الشمس الفعلي، وهذا منطقي لو كانت الشمس هي مصدر الحركة. وثانياً وهو الأهم فقد وجد (كپلر) أنه عند استخدام الملاحظات الرصدية حول المريخ بشكل بارع تمكن (كپلر) من أن يتقصى مدار الأرض ووجد أن الأرض تشارك في حركة الكواكب الأخرى غير الموحّدة: فقد كانت الأرض كذلك تسرع في حركتها عندما كانت تقترب من الشمس وتتباطأ في حركتها عندما تنحسر عنها. ولم يكن علماء الفلك في السابق يتفهمون بأن نظرية الأرض كانت مشابهة جداً لنظريات بقية الكواكب. وفي الواقع فقد كان على (كپلر) في كتاب (سر الكون) بأن يعترف بأن فرضية قوة تحريك الكواكب لم تكن تتماشى مع مدار الأرض. والآن وبشكل مفاجئ أكّدت حركة الأرض فرضية قوة تحريك الكواكب. ومع أن النتيجة كانت مقنعة لـ(كپلر) فقد عارض (تايكو براهي) كما فعل (مايستلين) وبشدة استخدامَه للتحليل المادي في منشأ النظرية الكوكبية.

وقد تشوّه أول صيف من تعاون (كپلر) مع (تايكو براهي) بسبب بعض الخلافات بين هذين الفلكيين حول وضع (تايكو) وحول توقعاته المهنية. وبينما كان (كپلر) يواجه التشكك الكبير حول نوعية الأحداث التي ستتكشف في (ستايريا)، فقد أكّد لـ(تايكو) سلفاً وطمأنه من ناحية وضعه الرسمي واتصالاته. كانت مطالب (كپلر) بالنسبة إلى (تايكو) إهانة له. فقد كانت له مشاكله

مرصد (أورانيبرغ)

في عام 1575، منح ملك الدانمرك (تايكو براهي) جزيرةَ (اهڤِن) في الـ(أورِنسوند) (المضيق بين الدانمرك والسويد الآن)، ومعها ما يكفي من المال ليبني مرصداً ويديره. وخلال العشرين سنة التالية حوّل (تايكو) ما يسمى بالـ(أورانيبرغ) «قلعة اليورانيا» إلى المعهد الأول للأبحاث العلمية في (أوروبة). وابتداء من عام 1576 أمر ببناء قلعة على طراز عصر النهضة هناك لتتوافق مع متطلباته. وكانت ميزتها الرئيسية هي الطابق الثاني ذي السطحين الخاص بالرصد حيث كانت تُركَّب وباستمرار آلات موضوعة على سطوح مثلثية الشكل قابلة للنقل والحركة. وكان هناك مكتبة كذلك حيث وضع (تايكو) كرة نحاسية ضخمة بقطر خمسة أقدام لينقش عليها مواقع النجوم وبكل جَلَد وصبر وذلك عند معرفة ذلك بشكل دقيق. وكان في القبو 16 فرناً من مختلف الأنواع للتجارب الكيمياوية. وكانت السطوح الموشورية الشكل بما تحتها من غرف ثمانية صغيرة في الطابق الثالث تؤوي المساعدين والطلبة.

وكان لدى (تايكو) ورشات للأدوات حيث كان ينتج وباستمرار أدوات أكثر دقة وتقدماً، وكانت لديه مطبعة يطبع فيها مكتشفاته. وكان لديه سجن في برج المراقبة على سور القلعة. وفي أماكن أخرى من الجزيرة أنشأ معملاً للورق خاصاً به وبحيرات للأسماك. وقد قرر (تايكو) فيما بعد أن من الأفضل أن يكون لديه مرصد مستقل ومنفصل حيث يمكنه وضع وتركيب آلات أكبر حجماً تحته بعيداً عن الريح. وهذا المرصد تحت الأرض والمسمى (اسجرنبورغ) أو «قلعة النجوم» كان يؤوي بين جنباته أكبر الآلات وأكثرها تقدماً.

الخاصة المتعلقة بتحصيل راتبه من الامبراطور والاندفاع نحو التجديد في (بناتكي). ومع ذلك فقد كان يعمل من وراء الكواليس كي يؤمّن راتباً من الامبراطور لـ(كپلر) وذلك بأن يجعل الامبراطور يستدعي (كپلر) لمساعدة (تايكو) وبشكل رسمي ولمدة سنتين في عمله الفلكي. أثناء ذلك يواصل (كپلر) تلقّي 200 فلورين راتباً له بصفته حيسوب منطقة (ستايريا)، وسيدعم الامبراطور ذلك بـ 100 فلورين أخرى. وبما أن طلب إطلاق يد (كپلر) من أجل هذه المهمة سيأتي من الامبراطور لذلك كان هناك اعتقاد بأن ممثلي (مجلس أملاك ستايريا) سوف لن يرفضوه.

ومع تحسن الأمور المتعلقة بتوقعات (كپلر) المستقبلية فقد استعد للعودة إلى الوطن في شهر أيار (مايو). وكبادرة أخيرة على حسن الطوية فقد رتّب (تايكو) أمر سفر (كپلر) مع ابن عمه الثالث (فريدريك روزنكرانتز) وذلك حتى مدينة (ڤيينا).

وقد غادروا في الأول من حزيران (يونيو). وكانت لدى (روزنكرانتز) حكايا يقصها على (كپلر) وهما مسافران باتجاه الجنوب شرق عبر (بوهيمية) إلى داخل (النمسة).

وعلى شاكلة ابن عمه، كان (روزنكرانتز) نبيلاً دانماركياً ممن كانت علاقاته ببلده الأصلية تمر بشدة وعسر. وقد هرب من الدانمارك بعد أن حملت منه

إحدى وصيفات الملكة الشابات. ولكنه أُسِر وحُكِم عليه بفقدان إصبعين من أصابعه، وفقده لمركزه كنبيل أيضاً. ولكن الحُكم خُفّف فيما بعد إلى الخدمة في الحملة المسيحية ضد الأتراك المسلمين الذين تقدموا عبر البلقان وكانوا يهددون الحدود الجنوبية للنمسا. وبعد توقفه من أجل زيارة ابن عمه في (بناتكي) قام بالسفر إلى (ڤيينا) لينضم إلى القوات النمساوية. ودون أن ينتبه (روزنكرانتز) فقد أصبح إنساناً خالداً بشكل أو بآخر. وفي عام 1592 وعندما كان في مهمة ديبلوماسية إلى (إنكلترة) مع ابن عمر آخر لـ(تايكو) وهو (كنود جايلدنشتريرني) استطاع أن يترك انطباعاً حسناً على الكاتب المسرحي (ويليام شكسبير) وفاز بدور صغير في مسرحية (هاملت).

وسرعان ما تبددت السعادة المفعمة بالآمال التي رافقت النتائج الأولية لأبحاثه حول المريخ وحول توقعات العودة إلى (پراغ) ليواصل عمله مع (تايكو براهي) - حدث ذلك عندما عاد إلى (غراز). فقد كان المستشارون في (ستايريا) غير مرتاحين من فكرة إطلاق يد (كپلر) كي يعود إلى (پراغ). وكانت تنبؤات (كپلر) الفلكية وتوقعاته الفلكية في غير مكانها ضمن الجو القلق الذي أمسك بـ(ستايريا) بيد من حديد. وقد توصلوا إلى أن من الأفضل لو أن (كپلر) كان يوجّه اهتمامه نحو شيء مفيد كالذهاب إلى (إيطالية) لدراسة الطب ثم العودة لممارسة مهنة الطبيب.

في ذلك الصيف حاول (كپلر) أن يثير اهتمام

الأرشيدوق (فرديناند) على أمل أن يستأجره كحيسوبه الشخصي كما مثل ابن عمه الامبراطور مع (تايكو براهي)، ولكن كان لدى (فرديناند) خططٌ أخرى. في 27 تموز (يوليو) عام 1600 ظهر إعلان يقول: إن بعثة كنيسة كانت في طريقها إلى (غراز). في الساعة السادسة صباحاً من يوم 31 تموز (يوليو) كان يتوجب على كل المواطنين أن يتقدموا بأنفسهم إلى البعثة لاختبار عقيدتهم. وكلُّ من لا يكون كاثوليكياً أو لا يتعهد بالتحول إلى المذهب الكاثوليكي سيطرد إلى خارج البلد. وقد رافق الأرشيدوق (فرديناند) أفراد البعثة بنفسه. وقد أقاموا طاولة كبيرة في وسط الكنيسة. وعلى مدى ثلاثة أيام، يوماً بيوم، دنا من الطاولة أكثر من 1000 مواطن وأفصحوا عن أنفسهم. وعندما جاء دور (كپلر) أعلن أنه (لوثريّ) وأنه غير راغب في الارتداد عن هذه العقيدة. فنُقش اسمه على قائمة الرجال المنفيين، وكان الخامس عشر من أصل 61. ومُنح ستة أسابيع وثلاثة أيام للخروج من البلد.

وبدأ (كپلر) بإجراء الترتيبات الخاصة بالمغادرة، وما كان عليه إلا أن يقرر إلى أين سيذهب. وقد أُفسدت الترتيبات مع (تايكو) لأنها كانت تفترض سلفاً أنه سيتلقى معظم إيراداته من (ستايريا). ثم كتب إلى (مايستلين) وهو في حالة قنوط يسأله فيما إذا كان هناك وظيفة مدرس مهما صغُرت في (توبنتجن). ونظراً لأنه لم يتلق خبراً من (مايستلين) ونظراً لأنه لم يكن يملك خيارات أخرى فإنه سيتوجّه عائداً إلى (پراغ). وكان هناك من نصحه بأن

(تايكو) سيجد سبيلاً للاهتمام به، وقد تجاوب (تايكو) فعلاً مع تعاسة (كپلر) وذلك بأن كتب إليه يقول بأن انهيار ترتيباتهم ليست بالأمر المهم: وما كان على (كپلر) أن يتردد، بل كان عليه أن يعود بكامل الثقة.

وفي الـ30 من أيلول (سبتمبر) عام 1600 أي بعد أسبوعين من الموعد المحدد لطرده، غادر (كپلر) وزوجته وابنته في عربتين تحتويان على كل ممتلكاتهم. لقد انتهت إقامته في (غراز).

كانت لدى (كپلر) هواجس جدية حول عودته إلى خدمة (تايكو). فقد كان (تايكو) شديدَ الاعتزاز بنفسه ولم يكن مضمون العواقب إذا ما اعتمد عليه (كپلر) أو اعتمد على رحمته أو شفقته. ولكن لم يكن أمامه طريق آخر يسلكه. وفي طريقه إليه أصيب (كپلر) بحمى مخيفة. وعندما وصل إلى (پراغ) في التاسع عشر من تشرين الأول (أكتوبر) أدخله البارون (هوفمان) بيته وقد أصبح رجلاً مكتئباً ومنهكاً ومريضاً. وعندما ردّ (مايستلين) بأنه لم يكن أمل في وظيفة لـ(كپلر) في (توبنتجن) كان (كپلر) قد أصبح إنساناً مدمّراً. فردّ على الرسالة باستسلام حزين قائلاً «لا يمكنني أن أصف لك نوبة الكآبة المبرّحة التي سبّبتَها لي رسالتك... لأنني وجدت هنا في (پراغ) أن الأمور غير ثابتة ومنها حياتي. الأمر المؤكد الوحيد هنا هو أنني سأبقى هنا إلى أن أُشفى أو أموت». وقد صاحب الحمى سعالٌ خطير، وكان (كپلر) يخشى من أنه

مصاب بالسل. وقد مرضت زوجته كذلك.

وعندما شُفي أخيراً بما يكفي لأن يذهب إلى العمل، اكتشف أن ظروف (تايكو) قد تغيّرت كذلك تغيراً ملحوظاً. فقد تخلّى (تايكو) عن عمله الذي لم ينته في «أورانيبرغ الجديدة» في (بناتكي) من أجل جماعةٍ ضيقة الفكر في المدينة. وعندما انحسر تأثير الطاعون الذي أمسك بخناق (پراغ) في السنة الفائتة، عاد الامبراطور (رودولف) الثاني وحاشيته، وأبدى الامبراطور رغبته في تواجد مُنجِّمِهِ (تايكو براهي). لقد كان هذا العمل هو بالتحديد ما كان يكرهه (تايكو) ـ كان من الصعب إقناع الامبراطور بحدود التكهنات الفلكية ـ ولكن كان من الضروري أن يُرضي راعِيَه. وكان يلملم أدواته ويبذل قصارى جهده كي يضعها في بيته الجديد في المدينة. كذلك كان (كپلر) وعائلته محشورين ومكبوتين في مكان ما بعدما غادروا منزل البارون (هوفمان). وقد تبدل كذلك موظفو (تايكو). فقد تركه (لونغومونتانوس) بعد سنوات عديدة من الخدمة، وعاد إلى الدانمرك ليقيم لنفسه مستقبلاً مهنياً مستقلاً عن (تايكو). ولم يُفلح أحد من الألمان الذين حاول (تايكو) جذبهم إليه بما في ذلك (يوهانز موللر).

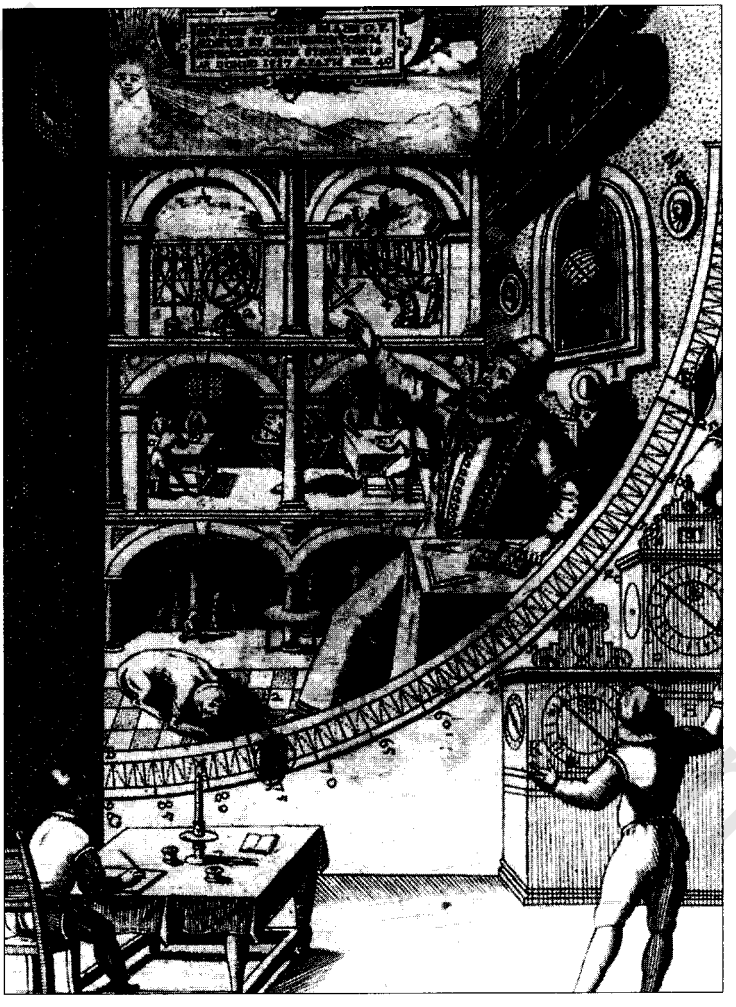
كانت الحمى لدى (كپلر) تثور بشكل متقطع ولعدة أشهر طوال ربيع عام 1601، ولم يكن بوسعه أن يعمل العمل الكثير في أبحاثه حول المريخ. ولم تتراجع هذه

الحمى إلا في الصيف وذلك أثناء زيارة العودة إلى (ستايريا). كان العجوز (جوبست موللر) قد مات، ولم يَعُد إلى هناك إلا (كپلر) وذلك ليهتم بأمر ميراث الزوجة آملاً أن يحوّل موجوداتها إلى سيولة نقدية. وذهبت جهوده عبثاً، ولكنه وبعد زيارته التي استمرت أربعة أشهر في حوالي نهاية آب (أغسطس) شعر شعوراً حقيقياً بأنه قد شُفي وأنه مرتاح. وعندما عاد إلى (پراغ) كان لدى (تايكو) خطة يضمن له بموجبها وظيفةً رسمية لدى الامبراطور.

والحقيقة هي أن (كپلر) كان هو المساعد الوحيد الذي ترك (تايكو). لقد ذهب (لونغومونتانوس)، وتزوج (تنغناجيل) ابنة (تايكو) والمسماة (إليزابيث) في ذلك الصيف وذهب إلى (ديڤنتر) في (هولاندة) بعد أن أخذ معه مساعداً آخر هو (يوهانز إريكسون).

وبعد أن حقن (كپلر) بقدر كبير من الإيمان، أخذ (تايكو) (كپلر) إلى البلاط وقدّمه إلى الامبراطورِ الرجلِ الغريب والخجول ذي العينين المستديرتين البريئتين كبراءة الأطفال في وجهٍ يرسو على لحية مهيبة وهي الصفة المميزة لعائلة (هابسبرغ). وقد قدّم للامبراطور خطةً لتجميع مجموعة كبيرة من الجداول الفلكية وطلب الإذن بتسميتها بال(الجداول الرودولفية) على اسم الامبراطور. كانت لفتة رائعة. وكانت الجداول الفلكية كالجداول (الألفونسية) أو (البطالمية) والجداول (البروتينيك) أو

(الكوبرنيكية) تسمى على أسماء من يرعاها لضمان نوع من أنواع الخلود لها. ولو أن جداول (تايكو) ارتفعت إلى مستوى ما كانت تعِد به لكانت نُصُباً تذكارياً رائعاً حقاً. وأحب (رودولف) الفكرة حباً جماً. والشيء الوحيد الذي سيطلبه (تايكو) هو تخصيص راتب لمساعدة (يوهانز كپلر).



يوجد مطبوعاً في هذه اللوحة الجدارية (ميكانيك تايكو). (تايكو) هنا يشير إلى السماء. وتُظهر صورة مقطوعة لـ(أورانبيرغ) منصات الرصد والمكتبة والكرة السماوية وأفران الكيمياء في القبو.

ولم تكد الأوراق الرسمية الخاصة براتب (كپلر) أن توضع موضع التنفيذ حتى ألغيت.

فمنذ انتقل (تايكو) إلى المدينة ودائرته الاجتماعية تزداد اتساعاً، وعاد إلى هواية النبلاء القديمة (ودون أن يلحظ ما كان يفعله) في حضور الحفلات حيث كانت تُحتسى الشرابات الثقيلة والمُسكرة بشكل كبير. وقد حضر في 13 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1601 حفلة في منزل (بيتر ڤوك روزمبرك). وكي يتجنب خرق قواعد التصرف (الإتيكيت) ظل (تايكو) جالساً إلى الطاولة لمدة أطول بكثير مما تسمح به مثانَتُه. كان ذلك سوء تقدير قاتلاً. وعندما وصل إلى البيت لم يعد يستطيع أن يتبوّل، وسرعان ما تبين أنه يواجه مشكلة خطيرة. ومن المستحيل معرفة ما كان يوجِع (تايكو). فقد كان التبول القليل يسبّب له آلاماً جسدية مبرّحة، ومع تراكم النفايات في جسمه عانى ممّا سماه (كپلر) «الحمى المعوية»، وهي ما يحتمل أن نسميه اليوم «تبولن الدم». كان يمضي الليالي أرِقاً يعاني من الآلام المبرحة. وعندما علم بأنه سيموت تحدث إلى (كپلر) وتوسل إليه بأن يقدّم ويعرّف ببحثه الخاص بالنظام (التايكوي) بدل النظام (الكوبرنيكي). ثم بدأ بالانفعال والهذيان وهو يكرر المرة تلو المرة

عمِل (تايكو) كمنجّم لدى الامبراطور الروماني المقدس (رودولف) الثاني (الصورة أدناه) واقتراح مجموعة كبيرة من الجداول الفلكية التي سمّيت باسم (الجداول الرودولفية) على شرفه.

«أرجو ألا تَدَعْني أبدو وكأنني عشت بلا جدوى». وأخيراً وكما حفر (كپلر) على آخر صفحة في سجل ملاحظات (تايكو):

«في الرابع والعشرين من تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1601 وعند بدأ هذيانه ينحسر لبضع ساعات وسط الأدعية والدموع والجهود من قبل عائلته لمواساته، خارت قواه ومات موتاً هادئاً.

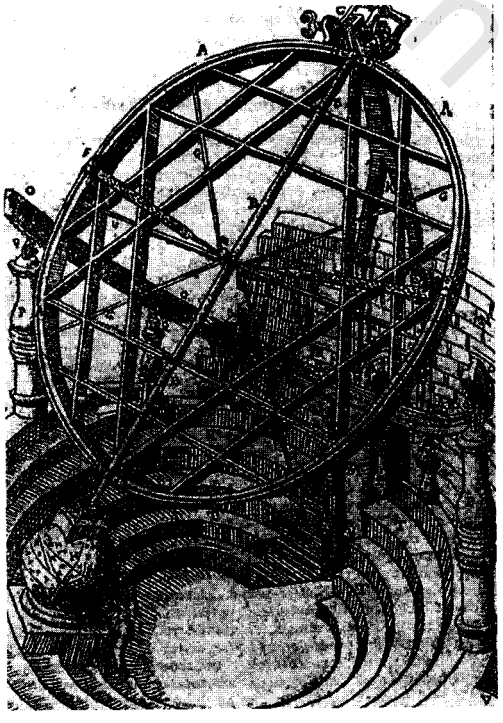
في هذا الوقت انقطعت سلسلة ملاحظاته الرصدية السماوية، ووصلت ملاحظاتُ ثمانٍ وثلاثين عاماً إلى نهايتها».

في 4 تشرين الثاني (نوڤمبر) وبعدما وُضعت له حاشية من القماش الأسود مزينة بالذهب مع ملابس دروع عائلة (براهي)، حَمَل أحد عشر ضابطاً امبراطورياً نَعْش (تايكو) وكانوا جميعاً من النبلاء في موكب باتجاه كنيسة (تاين) البروتستانتية. وكان يرافق النعش حملة الأعلام السوداء وهم يحملون قوائم بألقابه ومنجزاته بأحرف من ذهب. وجاء بعد ذلك حصانه (بدون فارس) والرجال الذين يحملون أسلحته ودرعه. تلا ذلك استعراض شعبي وفيه النبلاء والبارونات والسفراء والمساعدين بما فيهم (كپلر) وعائلة (تايكو) والنخبة من المواطنين. وكان يحيط بالموكب سور قوي من البشر مصطفين على طول مسار الموكب الطويل الذي كان يتلوّى كالأفعى في شوارع المدينة. ولم يكد هناك موطئ قدم في الكنيسة. ودُفن (تايكو) في صحن الكنيسة، وقد تميز قبره بإفريز خامي

أحمر فخم يصوِّره بكامل لباس دروعه. وهو الآن في مثواه هناك.

لم يكد يكون لدى (كپلر) الكثير من الوقت للتفكير في المستقبل. وفي غضون يومين أُبلغ بأنه سيصبح حيسوب الامبراطور مع مسؤولية الاعتناء بأدوات (تايكو) وتكملة منشورات (تايكو) التي لم تنته وسيكون من أهمها (الجداول الرودولفية). كان (كپلر) في وقت تعيينه هو الخيار الواضح: فلم يكن هناك مرشح مؤهل غيره، وكان (تايكو) قد قدّمه قبل أسبوع واحد على أنه المتعاون الرئيسي معه في (الجداول الرودولفية). ومع ذلك فقد رأى الامبراطور أن أدوات (تايكو) وسجلاته في الرصد

اشترى الامبراطور رودولف الثاني الجهازين المبينين بعد وفاة تايكو ووضعهم في عهدة كپلر



كانت تخصّ وبحقٍّ ورثته، لذلك فقد اشتراها وببساطة بمبلغ باهظ وصل إلى 20000 فلورين: وهو مبلغ يكفي لدفع رواتب (كپلر) السابقة في (ستايريا) ولمدة قرن كامل، أو لشراء ستة عقارات ريفية في (بوهيمية). لكن المال في بلاط (رودولف) الثاني كانت له صفة غير دنيوية. كان الامبراطور يعدُ بما يريد؛ أما تحصيلها من الخزينة الامبراطورية فقد كان أمراً آخر. وقد كان (كپلر) وعلى الدوام يواجه مشاكل في تحصيل راتبه السنوي البالغ 500 فلورين.

وقد بَذَرت شروط خلافةِ (كپلر) لـ(تايكو) فيم نصبه بذورَ الشقاق مع ورثة (تايكو) الذين سيمارسون تأثيراً كبيراً على شكل مستقبل العمل العلمي بـ(كپلر). وعندما عاد (تغناجيل) من (إنكلترة) في الصيف التالي اكتشف أن ورثة (تايكو) بالكاد تلقوا أيّ أموال من الخزينة. كان (تنغناجيل) رجلاً نبيلاً وكان صهراً لـ(تايكو) بحكم زواجه من (إليزابيث). لذلك فقد كان يمثل مصالح العائلة: فكّر أولاً بممارسة شيء من الضغط وذلك برفع دعوى يستعيد بها سجلات الرصد إلى أن يُدفع ثمنها. ثم خطر بباله أنه كان هناك أموال في مشروع (الجداول الرودولفية). في تشرين الأول من عام 1602 تمكن من الحصول على المسؤولية عن (الجداول الرودولفية) التي انتقلت إليه مقابل ضعفيْ راتب (كپلر). ومما زاد النار اشتعالاً أنه اتّهم (كپلر) بالتهاون وسعى لأن يعيَّن شخص ما للتدقيق فيما كان (كپلر) يفعله.

في ذلك الوقت كان لدى الامبراطور حيسوبان، وربما تساءل تساؤلاً محقاً عما كان (كپلر) يفعله حتى يدفع له راتباً. وقد اضطر (كپلر) لتسمية الكتب التي سيؤلفها كي يبرر مواصلة استخدامه. كانت تلك لحظة مصيرية لأنه عندما انتقى من بين مشاريعه التي لم تكتمل بعد، فإنه قد سمّى ما سيكون أكثر كتب العلوم مغزى في القرن السابع عشر. وكما وصف الوضعَ في رسالة إلى أحد الأصدقاء:

«لأن دأبي وجدّي أصبحا موضع شك وريبة. لقد أخذت على عاتقي مسؤولية عمليْن: الأول سيكون جاهزاً في عيد الفصح من عام 1603 واسمه (تعليقات حول نظرية المريخ) أو ربما يكون له اسم آخر مثل (المفتاح نحو علم الفلك الكوني)... والآخر سيكتمل في غضون ثمانية أسابيع تحت اسم (الجزء المنظور والعيني في الفلك)».

وكتاب (الجزء المنظور من الفلك) والذي أصبح اسمه فيما بعد (إضافات إلى «ڤيتيلو» التي يعالج فيها القسم الفلكي من علم الفلك) كان منشؤه مقالةً كان قد ألّفها (كپلر) في صيف عام 1600 حول الخيالات المتكوّنة من خلال ثقب صغير. ففي وقت سابق من ذلك العالم أخبره (تايكو) بملاحظاته حول خسوف جزئي للشمس وفيه مرّ القمر أمام الشمس دون أن يغطيها تماماً. كان (تايكو) قد رصد هذه الحادثة بدون النظر مباشرة إلى

الشمس وذلك بالسماح لضوء الشمس بالسقوط من خلال ثقب صغير على شاشة بيضاء حيث شكل صورةً للشمس المكسوفة. وباستخدامه هذه المقاييس توصل (تايكو) إلى أن خسوف الشمس الكلي والكامل الذي يغطي فيه القمرُ الشمسَ تماماً أمرٌ مستحيل. كان (كپلر) متشكّكاً بخصوص هذا الإدعاء، لأنه كانت هناك دلائل وتقارير كافية عن كسوفات كليّة للشمس في سجل التاريخ. وبعد رصده لخسوفٍ جزئي للشمس بنفسه ومن (غراز) في 10 تموز (يوليو) من عام 1600، حلّل (كپلر) تحليلاً دقيقاً تَشَكُّلَ الصور من خلال الثقوب الصغيرة فتوصل إلى الاستنتاج الصحيح القائل بأن دقّتها كانت تعتمد على حجم الفتحة (فتحة الثقب). وقد فسّر هذا الاكتشاف سببَ خطأ استنتاج (تايكو) حول إمكانية الكسوفات الشمسية: فقد تشوّهت الصورة المأخوذة من خلال الثقب للشمس بسبب حجم الفتحة والتي كانت واسعة قليلاً، مما أدى بـ(تايكو) للاعتقاد بأنه لا يمكن للقمر أبداً أن يغطي الشمس بشكل كامل. كانت مقالة (كپلر) رديفاً لطيفاً كما قال لكتاب (ڤيتيلو) المسمى (البصريات) وهي رسالة القرن الثالث عشر الموحدة حول النظرية البصرية.

كان لمقالة (كپلر) تداعياتها الواضحة على الرصد الفلكي، وبعد سنتين تمسك بها بقوة كشيء يمكن أن يُهيّأ بسرعة وسهولة للنشر في غضون أسابيع قليلة. وهنا كان عجز (كپلر) المأثور عن التركيز على مشكلة واحدة في وقت واحد قد بدا جلياً. فقد أراد أولاً أن يضيف

العناصر الأخرى للبصريات ذات الصلة بالفلك كالانحراف الجوي. ثم تورط تماماً في بحث شامل حول الكسوف وحجوم وأبعاد الشمس والقمر، وهو ما كان يعمل فيه أيضاً. وفي نهاية المطاف قرر أنه لا يستطيع عملياً أن يكتب حول الرصد الفلكي دون أن يأخذ بعين الحسبان وظيفة العين البشرية.

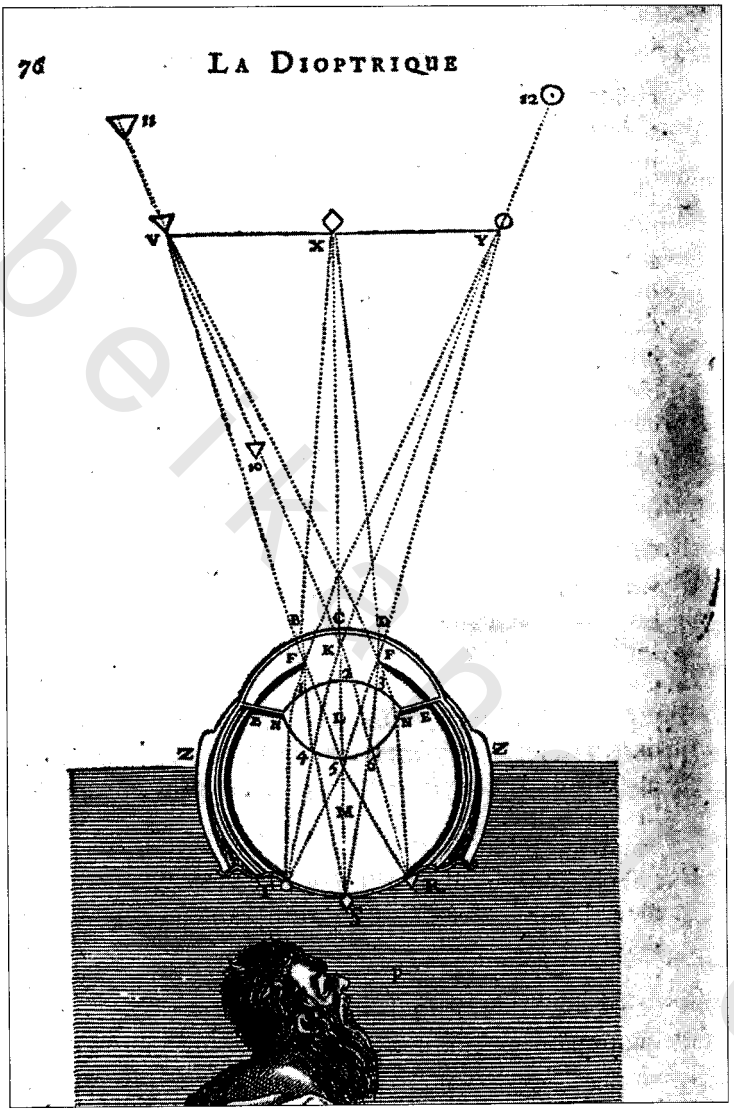
وقد تمكن من تفكيك البحث حول حجومات وأبعاد الشمر والقمر وأن يضعها على حدة، ولكن مادة البحث الخاصة بالعين كانت نجاحاً كبيراً له. فبالإضافة إلى الصور من خلال الثقوب الصغيرة، فإنه تمكن من نشر أول وصف صحيح للرؤية وللعين. وعلى مدى القرون كانت عملية النظر وهي المسألة المعقدة التي تضم فيها طبيعة الضوء والبصريات الهندسية وتشريح العين موضوعَ استقصاءٍ وبحث من قبل الفلاسفة الطبيعيين والمنظّرين في علم البصريات. وقد أدرك (كپلر) عندما أسس آراءه وبدقة على تحليله البصري الآخر بأنه من الأصح القول بأن عدسة العين (تُسقِط) صورة العالم الخارجي على سطح الشبكية من أن نقول إن إشعاعات الضوء (تُحبَس) بشكل من الأشكال في السائل الموجود في كرة العين. وقد اقتضت مبادئ (كپلر) البصرية أن تتشكل هذه الصورة بشكل مقلوب وإلى الوراء على الشبكية؛ أما كيفية نقل الصورة إلى الدماغ وتقويم شكلها المقلوب ونحو الأمام فهذا أمر لم يستطع تفسيره. وقد تمكن بدعمٍ من رأيه الجديد حول البصر من أن يضيف

إلى ذلك وصفاً دقيقاً لوظيفة النظّارات العينية المختلفة في تقويم قصر النظر وبُعد النظر. وأخيراً وفي فصله الاستهلالي حول طبيعة الضوء استطاع أن يتوصل إلى العلاقة الصحيحة لشدّة الضوء كوظيفة لبعده عن المصْدر. وهو عندما بيّن بالمنطق بأن الضوء ينتشر من نقطةٍ ما في كُرةٍ ما فقد توصل إلى أن شدّته يجب أن تكون متناسبة مع مساحة تلك الكرة أو أن شدته متناسبة طرداً مع مربّع المسافة.

ولم تستسلم له بعض المسائل التي هاجمها من مثل التفسير الدقيق لنظرية الانكسار الضوئي: انحناء إشعاعات الضوء وهي تنتقل من وسطٍ إلى آخر. وعلى الرغم من ذلك وانطلاقاً من تحليلٍ لمسألة محددة في كتاب (البصريات) لـ(ڤيتيلو) انتهى إلى تنقيح وإصلاح دقيق وشامل للنظرية البصرية، حتى إن كتابه المسمى (الجزء البصري من علم الفلك) أصبح الأساس للنظرية البصرية في القرن السابع عشر. ولم يكن ذلك بالأداء السيء لشخص (مثل كپلر) كان عليه أن «يبرّر وجوده في وظيفته».

كان (كپلر) قد وعد بإنجاز كتابه (الجزء المنظور في علم الفلك) قبل عيد الميلاد من عام 1602. ومع تضخمه بحيث أصبح كتاباً كبيراً مؤلفاً من 450 صفحة فقد تأخرت طباعته ولم يستطع أخيراً أن يقدّمه للامبراطور إلا في كانون الثاني من عام 1604. وطُبع في (فرانكفورت) وظهر

obeikandl.com



صُوّرت نظرية (كپلر) في الرؤية الشبكية في كتاب (ديوپتريك) للعالم (رينيه ديكارت). الزاوية (ڤي) أُسقطت على الشبكية عند (آر)، والدائرة (ي) عند (تي). وهكذا أُسقطت صورة العالم الخارجي بشكل مقلوب ونحو الوراء على الشبكية.

في الوقت المناسب كي يُعرض في معرض الكتاب في (فرانكفورت) في خريف عام 1604.

وعندما خرج الكتاب من بين يديه وجّه (كپلر) اهتمامه نحو المشروع الأخير الذي وعدبه الامبراطور:

عملٌ كان يشير إليه ويسميه (التعليقات على المريخ) أو (المفتاح إلى علم الفلك الكوني). كان نموذجاً غريباً لكتابٍ فلكي: فلم تكن حركة كوكبٍ بعينه موضوعَ معالجة مطولة في كتابٍ ما من قبل. هذا التركيز الدقيق قد جرى التحايل عليه بشكل من الأشكال. لأن (تنغناجيل) قد اختطف منه المسؤولية بالنسبة للمشروع الأكبر وهو مشروع الخروج بجداول لكل الكواكب. ولكن (كپلر) أدرك أنه عمل ذو مغزى كبير، لأن استخدامه للملاحظات الرصدية حول المريخ هو الذي هيّأه لأن يكتشف أنه كانت هناك حاجة إلى تغيير رئيسي في نظرية مدار الأرض. وقد عَرَف مغزى هذا الاكتشاف حتى قبل أن يُلزم نفسه بكتاب (التعليقات) كما جاء في إحدى رسائله. «باختصار فإنني راقبت الشمس في نظرية المريخ وكأنها مرآة، من حيث أنني أستطيع أن أرى كيف تؤثر على بقية الكواكب وإلى أي مدى. وأجد في المريخ مثالاً أعامل به بقية الكواكب. وهكذا فإنني آمل حالياً كل الخير لكل قسم من أقسام الفلك».

وقد برّر عمل (كپلر) حتى الآن أسلوبَ معالجته الفيزيائية والمتجدد لاستنباط مدارات الكواكب. كان لديه الإحساس المبني على فكرة قوة تحريك الكواكب المتأتية عن الشمس مما يعني أنه كان على الأرض أن تكون كبقية الكواكب بحيث تزداد سرعتها كلما اقتربت من الشمس وتتباطأ كلما ابتعدت عنها. ولقد كان محقاً في ذلك. فلو كان يستطيع أن يُظهر أن «فيزياءه السماوية» كانت ناجعة

فإنه سيتمكن من الجدال في أن نظام (كوبرنيكوس) في الكون كان وحده الذي يقدم منطقاً مادياً وأنه هو الصحيح. وبما أن نظام مركزية الشمس كما كان يؤمن هو الرمز المادي للخالق في خلقه فإن إثبات صحته ظلّ يشكل بالنسبة إليه بُعداً دينياً هاماً أيضاً.

ومنذ وفاة (تايكو) نحى بحثُ (كپلر) في المريخ منحى باتجاه أن يصبح فيزيائياً وطبيعياً أكثر من ذي قبل. وقد انطلق من فرضية قوة تحريك الكواكب التي نقلها في كتابه (سر الكون)، ولكنه أدرك أن صياغته لها كان يشوبها بعض الخلل. فبدأ بعد ذلك باستخدام المبدأ البسيط القائل بأن سرعة الكوكب حول الشمس تتناسب طرداً مع بعده عنها: فكلما اقترب منها كلما ازدادت سرعة دورانه حولها. ولكن كيف سيتمكن المرء من وصف الحركة التالية وصفاً رياضياً؟ كان سؤالاً صعباً، لأن الكوكب سيغيّر بُعده قليلاً إذا كان على مدار لا متراكز (أي منحرف عن المسار الدائري)، مما يستتبع تغير سرعته طيلة دورانه. ويستعمل عالِمُ الرياضيات الحديث التفاضل والتكامل في حساب هذا الأثر ولكن ذلك لم يكن قد اختُرع بعد.

اتخذ (كپلر) في البدء أسلوب القوة العمياء. وقد حسب البعد بين الشمس والمريخ عند كل درجة في مدارٍ دائري لا متراكز، واستخدم محصّلة هذه الأبعاد كمقياس للزمن الذي يستغرقه من مكان إلى آخر. كان ذلك خبرةً

مملة وغير مُقنعة، ولكنه وبينما كان يفكر في ذلك تذكر أن (أرخميدس) الرياضي الإغريقي الذي عاش عند انتهاء القرن الثاني قبل الميلاد كان قد استخدم حيلة مماثلة مع محصّلة الأبعاد وذلك لحساب مساحة دائرةٍ ما. ومما لا شك فيه أن المساحة التي يكتسبها المريخ وهو يدور حول مداره سوف تشكّل مقياساً صالحاً لمحصلة الأبعاد. وبذلك توصل (كپلر) إلى المبدأ التقريبي (أو المقارب) فإن المساحة التي يغطيها الكوكب في دورانه حول مداره سيكون متساوياً في الفواصل الزمنية المتساوية.

وهذا ما كان يُعرف فيما بعد بـ(قانون كپلر الثاني) مع أنه توصل إليه أولاً. جاء ذلك من خلال حادثة تاريخية معينة.

حاول تطبيق قانونه الجديد في المساحة على مدار دائري لا متراكز إلى حد ما، بحيث وُضعت الشمس بعيداً عن المركز وعلى محور يمر بمركز الدائرة، وحدّد أقرب وأبعد موقع للمريخ من الشمس.

وعندما فعل ذلك أدرك أن المريخ في موقعه المحسوب والمقدّر كان يُمضي زمناً أكثر مما يجب عند أطراف مداره البعيدة عن المحور. لذلك وَجب تسريع حركته هناك، مما يعني أنه يجب ضغط مداره إلى الداخل قليلاً عند الأطراف بهدف إعادة توزيع المساحة أو الزمن على أجزاء المدار الأخرى. كان الأمر كما وصفه وكأنك تُمسك بقطعة (سجق) محشيّة جداً في وسطها، فإنك

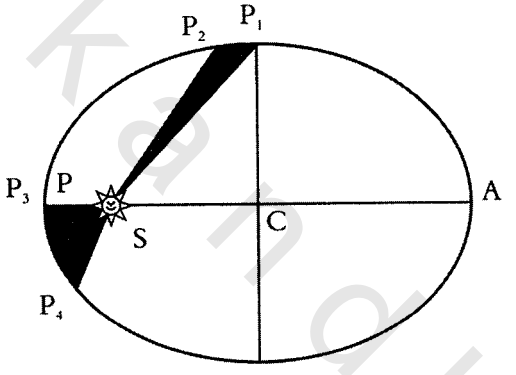
obeikandl.com

قانونا (ككلر) الأولان

قانونا (كپلر) هما:

1 ـ تتحرك الكواكب في مدارات إهليلجية، وتكون الشمس عند أحد المحارق.

2 ـ يغطي الخط الواصل بين الكوكب والشمس مساحات متساوية في أزمنة متساوية.



ويتمثل القانونان في الشكل أعلاه وهو يُظهِر المدار الإهليلجي لأحد الكواكب والشمسُ موجودةٌ عند المحرق (S). ويعطى مقاس القطع الناقص عادةً بحسب (المحور نصف الأعظمي)، وهو نصف الطول للمحور (AP)، أو للبعد (PC). ويعرّف الانحراف عن المسار بأنه نسبة بعد الشمس عن المركز مقسمةً على طول المحور نصف الأعظمي، أو:

$$\text{الانحراف} = \frac{SC: \text{ بعد الشمس عن المركز}}{PC \text{ المحور نصف الأعظمي}}$$

obeikandl.com

والقطع الناقص المصوّر أعلاه له انحراف كبير وغير عادي بالمقارنة مع مدارات الكواكب والتي قد تبدو دائرية تماماً إذا ما عُرضت بهذا المقياس.

ويبين قانون (كپلر) الثاني بأن المساحة التي يغطيها الكوكب وهو يدور حول مداره من موقع P_1 إلى موقع P_2 [وهي المنطقة المظللة (P_1SP_2)] يجب أن تكون مماثلة للمساحة التي يغطيها في فاصل زمني مكافىء وهو ينتقل من P_3 إلى P_4 (المساحة P_3PS_4). وكما هو واضح في الصورة البيانية فإن ذلك يعني أنه عندما يكون البعد عن الشمس أقل فإنه يجب أن يتحرك بالمقابل بعيداً حول مداره وفي نفس الفترة الزمنية. وكنتيجة لذلك فإن أقصى سرعة للكوكب تكون عندما يتواجد الكوكب في الحضيض الشمسي (P)، وأبطأ سرعة له عندما يتواجد في نقطة الأوج (A). وربما كان (كپلر) سيعبّر عن ذلك بالقول إن الكوكب تزداد سرعته عندما يكون أقرب إلى مصدر قوة تحريك الكواكب، وتتناقص سرعته عندما يبتعد عنها.

obeikandl.com

تضغطها من وسطها مما يجعل اللحم يخرج من الأطراف. وهكذا توصل (كپلر) عند ممارسة وتطبيق حدسه الفيزيائي والمادي توصل إلى تقدير أن المدار يجب أن يكون بيضوياً نوعاً ما أكثر من أن يكون دائرياً تماماً. وسيكرّس ما تبقى من الجهد لتحديد أي الأشكال البيضوية بالتزامن والتماكن مع قانونه في المساحة كان يمنح مواقعَ تتفق مع ملاحظات (تايكو) الدقيقة والمتقنة الرصد.

إن مهمة تحديد أي الأشكال البيضوية هي المناسبة وتحديد كيفية تكوينها كانت مُهمةً وعمليةً معقدةً تعقيداً مؤلماً: وقد استغرقت معه كامل العام 1604. وقد كتب (كپلر) إلى (لونغومونتانوس) يقول إنه قد جرّب عشرين طريقة مختلفة في ذلك. ولجأ في نهاية الأمر إلى استخدام قطع ناقص من أجل تقريبه إلى شكل المدار البيضوي المتوقع. والقطوع الناقصة هي مجموعة فرعية من الأشكال البيضوية تتميز بخصائص رياضية تجعل منها أشكالاً أسهل في الاستعمال لا سيما عند حساب المساحات. ومع وجود مدار ذي قطع ناقص مقارب ومع وجود قانون المساحة أصبح الخطأ معاكساً إلى حد بعيد جداً ما كان عليه في المدار الدائري الشكل: فقد ضُغِط (السجق) ضغطاً فاق الحدود. بعدها استنتج بأن المدار لا بد أن يكون شكله بينَ بينَ.

كان لهذا القطع الناقص (البيني بيني) الجديد ميزة

مهمة وهي أن الشمس كانت تحتلّ وبدقةٍ واحداً من محارقه. وبالفعل فإن اهتمام (كپلر) بالمدار الجديد قد أثاره في الأصل تفكيره في شكل الدائرة التي يكوّنها المريخ عندما يكون في موقع ربع المسافة حول مداره. كان يعلم أنه لا بد أن يدخل في حوالي نصف بُعد محاولته السابقة، ولكنه أدرك فجأة أنه وعندما يُقاس من الشمس كان هناك طريقة مثلثاتية مختصرة في وصف ذلك البعد مما استتبع أن يكون مداراً إهليلجياً. وفوق ذلك فقد فهم فهماً دقيقاً كيف كان يتغير بُعد المريخ عن الشمس خلال مداره، وقد حلّ هذه الإهليلج أو القطع الناقص مشكلةً مزعجة تتعلق بدقةِ مقاربةِ قانون المساحة. وقد جاءته هذه النظرات والأفكار كالسيل العرم وبشكل مفاجئ. وقد كتب يقول «كان الأمر وكأنني كنت أفيق من حلم لأرى ضوءاً جديداً». وهكذا توصل إلى «قانونه الأول» المتعلق بحركة الكواكب والقائل بأن مدارات الكوكب قطوع ناقصة وأن الشمس تكون عند أحد المحارق.

ولم يكن يُفترض أن يكون الكتاب مجرد كتاب حول نظرية جديدة تتعلق بالمريخ. فقد كان الظهور الأول لمعالجة جديدة فيزيائية متكاملة تجاه النظرية الفلكية والتي صدف أنها كانت مبنيةً على بحث (كپلر) الخاص بالمريخ، ولهذا فقد سماها (علم الفلك الجديد المبني على المسبّبات أو على الفيزياء السماوية والتي تعالج بالتعليقات حركاتِ المريخ). كان يعلم أنها لا يمكن أن

(تُثْبت) بأن فلكه الفيزيائي أو أن نظام (كوبرنيكوس) كانا صحيحين.

وسيكون علماء الفلك الرياضيون جميعاً على أتم الاستعداد لتجاهل ما كان يظن أنه أهمُ ميزةٍ تفرض نفسها في الكتاب، ألا وهي الأساس الفيزيائي لنظرياته الفلكية الجديدة. وكانت رحلته خلال النظرية الفلكية تحمل طابعه في النقاش.

كتب يقول «ليس هناك أسلوب آخر أكثر نجاعة من الأسلوب المؤسس الأسباب المادية والفيزيائية للحركات». وأخيراً فإن النقاش نقاشٌ منمق ومتكلَّف: فالحقيقة القائلة بأن (كپلر) اكتشف القطع الناقص وقانون المساحة على إثر أحاسيس معينة لا تعني منطقياً بأن محاكمته العقلية صحيحة.

وأدرك (كپلر) في حوالي عيد الفصح من عام 1605 أن مدار المريخ إهليلجي، ولكن كان أمامه الكثير كي يكتب ويكتب. وقبل أن يتمكن (كپلر) من النشر كان عليه أن يسوّي أموره مع (تينغنيغل) الذي كان له الحق أن يوافق على أي عمل من قبل (كپلر) مبنيٌ على ملاحظات (تايكو) الرصدية. وكان احتمال أن يتدخل (تينغنيغل) في عمله أمر أكثر من أن يستطيع (كپلر) تحمله، لا سيما بعد أن ترك (تينغنيغل) عمله في (الجداول الرودولفية) عملياً. ووافق (كپلر) على السماح لـ(تينغنيغل) بأن يكتب مقدمةً لكتابه وفيها نصح (تينغنيغل) القارئ «ألا يتأثر بأي شيء

يقوله (كپلر) لا سيما عندما يعطي (كپلر) لنفسه الحرية في معارضة (براهي) بنقاشات فيزيائية».

ومضت الأمور متباطئة، ولم يظهر كتاب (علم الفلك الجديد) إلا في عام 1609. واحتفظ الامبراطور لنفسه بالحق في توزيع كل نسخة من عمل حيسوبه الشخصي، ولكن كان على (كپلر) أخيراً أن يحوّل الطبعة بكاملها إلى المطبعة كي يغطي التكاليف المعلقة التي لم تسدّد. ولم تكن تلك انطلاقةً ميمونة بالنسبة لعملٍ يظهر أنه سيكون واحداً من أهم الأعمال الفلكية في التاريخ.

كان (علم الفلك الجديد) مجلداً من 340 صفحة طويلاً أنيقاً وإن كان متقشفاً بلا زينة. ويُعتبر رائعة (كپلر). وهو عملٌ ذو عبقرية رياضية عظيمة وإبداع يلهب الألباب. ووجهة نظره القائلة بأن معرفة حركات الكوكب لا يمكن تحديدها إلا بالتأمل في السبب الفيزيائي لتلك الحركات ـ اعتُرف بهذه النظرة أخيراً واعتُبرت صحيحة. ومن المثير على كل حال أنه على الرغم من أنه قد أظهرت أن علم الفلك يجب أن يكون فيزيائياً طبيعياً فإن فيزياءه الخاصة قد نُبذت في نهاية المطاف. وفي الأجيال التي تلت وفاته ثبت أنه ليس هناك من قوة قادمة من الشمس تدفع الكواكب للدوران. فعلم الميكانيك السماوي الذي طوّره (إسحاق نيوتن) مختلف تماماً. وتنزع الكواكب إلى مواصلة الحركة في خطوط مستقيمة، وتدفعهم قوة جاذبية الشمس نحو الداخل مما يقيّد

دورانهم حولها. ولكنْ وحتى مع وجود هذه الفيزياء المختلفة فإن قانونا (كپلر) تُتبّع بالضرورة: فمدارات الكواكب إهليلجية مع وجود الشمس في أحد المحارق، والمساحة التي يغطيها الكوكب متساوية في الأزمنة المتساوية.

الآن وقد اكتمل العمل العظيم في كتاب (علم الفلك الجديد) فقد مَنح نفسه إجازةَ راحةٍ من عناء دراساته، وتوجه بذهنه نحو (غاليليو). كيف ستكون ردة فعل هذا الإيطالي الذي يسعى كذلك وراء براهين فيزيائية على نظام (كوبرنيكوس) على عرضه المضني لعلم الفلك الفيزيائي؟ وما كان يدري إلا القليل عن عدم دراسة (غاليليو) لكتابه (علم الفلك الجديد)، وعن قيام هذا الأخير باكتشافات فلكية ستجعل منه حديثَ أوروبة وتضمن له السمعة والصيت في كل زمان.

وفي 15 آذار (مارس) عام 1610 وصلت إلى (پراغ) الأخبار المذهلة بأن (غاليليو) قد اكتشف أربع كواكب جديدة. وكان صديق (كپلر) والمستشار الامبراطوري (يوهان ماتثاوس ڤاكخر ڤون ڤاكنفيلس) متأثراً جداً من هذا التقرير حتى إنه أوقف عربته عند منزل (كپلر) ودعاه للنزول إلى الشارع كي يخبره. وقد غمرت السعادة كليهما فما كانا يتكلمان إلا نادراً. كانا يهذيان ويضحكان من شدة الانفعال والسرور من هذا الخبر. كان (كپلر) منفعلاً ولكنه كان خجلاً ومرتبكاً أيضاً. ماذا كان الاكتشاف يعني

بالنسبة إلى فرضيته حول المتعدد السطوح. فلقد حدّد العدد الضروري للكواكب، ولم يكن هناك متسع لمزيد منها.

ولم يكن كتاب (كپلر) قد غادر المطبعة عندما طارت الأخبار إلى (پراغ) أولاً. وكانت أول نسخة من كتابه (مراسل النجوم) عام 1610 تصلُ المدينة مخصصةٌ للامبراطور الفضولي الذي أعارها إلى حيسوبه لأخذ الرأي حولها. وشعر (كپلر) بالخلاص والفرج في الحال.

كانت الكواكب الجديدة توابع للمشتري ومجهولة في السابق، وقد اكتشفها (غاليليو) باستخدام المنظار المكبر (التلسكوب) المخترَع حديثاً. وقد أظهر (غاليليو) بالإضافة إلى أقمار المشتري وبشكل دقيق بأن سطح القمر كان سطحاً وعراً وأشبه بسطح الأرض. كذلك فإنه وجّه منظاره نحو النجوم فكشف عن الآلاف منها مما لم يكن يُرى في السابق. وقد قرر بأن المجرّة (أو درب اللبّانة) هي آلاف النجوم التي تنضم أضواؤها الضعيفة في شريط سديمي في عرض السماء.

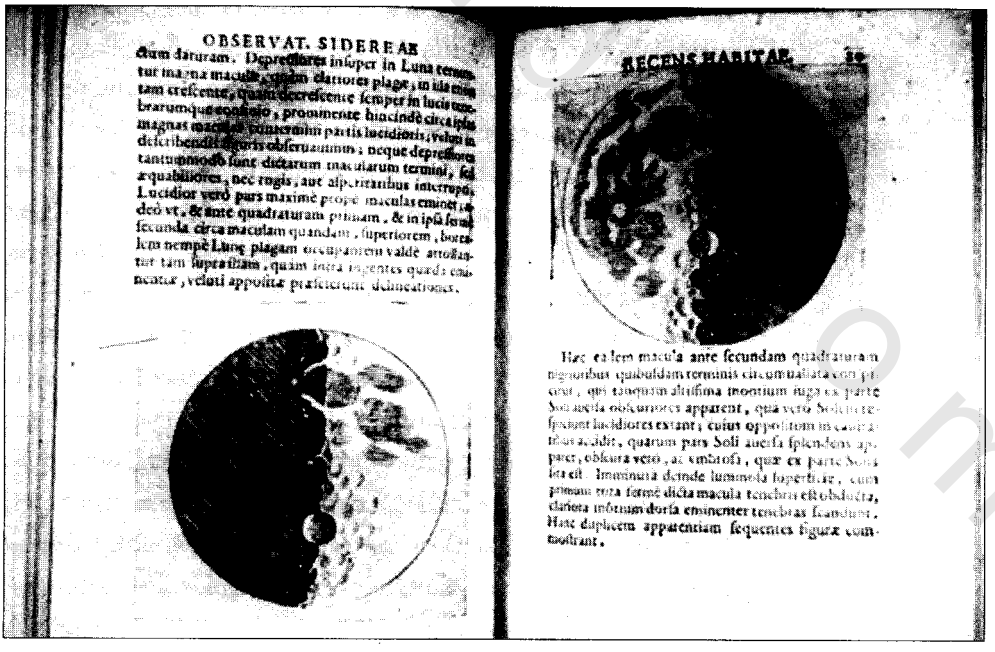
إن مجيء الرصد بالتلسكوب سيفتح حقبة جديدة أمام علم الفلك. وفي هذا الوقت، كان إعلان (غاليليو) متطرفاً جداً حتى إن الكثيرين لم يكادوا يصدقونه. ونظراً لأن (كپلر) كان الحيسوب الامبراطوري فإن رأيه سيكون له ثقل خاص وسيمنح (غاليليو) مصداقية مهمة.

أرسل (غاليليو) نسخةً من كتابه مع رسالة يطلب

فيها من (كپلر) حكمه إلى السفير (التوسكاني) لدى (پراغ) الذي أوصل الكتاب بدوره إلى (كپلر). وفي الثالث عشر من نيسان (أبريل) زار (كپلر) مقر السفير حيث قرئ عليه التماس (غاليليو). وكان هناك مراسل رسمي عائد إلى (توسكاني) في غضون أسبوع، فوعد (كپلر) بأن يكون ردّه جاهزاً عند رحلة العودة. وقد أنهى رسالته إلى (غاليليو) في 19 نيسان (أبريل).

كان الكثير من الناس الآخرين متشوقين لمعرفة ما قاله (كپلر)، فطبع ذلك في كتيب صغير من 35 صفحة تحت عنوان (حديث مع مراسل النجوم) في عام 1610. كان عملاً غير عادي. ولم يكن لدى (كپلر) تلسكوب، لذلك لم يستطع أن يؤكد هذه الملاحظات الرصدية.

هذه الصور من كتاب (المراسل النجمي) لـ(كپلر) يصوّر سطح القمر ما يُرى من خلال التلسكوب. وقد أظهرت ملاحظات (غاليليو) الرصدية أن القمر كان جبلياً وأشبه بالأرض.


OBSERVAT. SIDEREAE

dum datarum. Deprehenditur insuper in Luna termi-
tur magna macula, quam clariores plagæ, in alia mo
tam crescente, quam decrescente semper in lucis ter
brarumque confinio, prominere hinc inde circa ipsa
magnas macul
deliribendis figuris observauimus; neque deprehen
tantummodo sunt dictarum macularum termini, sed
æqualiores, nec rugis, aut asperitatibus interrupti.
Lucidior verò pars maximè propè maculas eminet, e
deò vt, & ante quadraturam primam, & in ipsa secun
secunda circa maculam quandam, superiorem, borea
lem nempè Lunæ plagam occupantem valdè attollan
tur tam superiùs, quàm intra tegentes quasi ema
nentur, veluti appositæ perfectorum delineationes.

RECENS HABITAE

Hæc eadem macu'a ante fecundam quadraturam
nigoribus quibuldam terminis circumuallata con
cernit, qui tanquam altiffima montium iuga ex parte
Soli aucta obfcuriores apparent, quia verò Soli ex
fpiciunt lucidiores extant; cuius oppofitum in cæ
tibus accidit, quarum pars Soli aucta fplendens ap
paret, obfcura verò, ac umbrofa, quæ ex parte Soli
ta eft. Imminuta deinde luminofa fuperficie, cum
primum tota formè dicta macula tenebris eft obducta,
clariora intimum doria eminenter tenebras fcandunt.
Hanc duplicem apparentiam fequentes figuræ com
noftrant.

[حاول ولم يفلح في أن يرسل له (غاليليو) تلسكوباً، فكان عليه أخيراً أن يستعير واحداً كي يرى بنفسه الظواهر الجديدة]. وفي أثناء ذلك، كان كل ما استطاع (كپلر) أن يفعله لتقديم الدعم إلى (غاليليو) هو أن يثبت معقولية ما أبلغ عنه (غاليليو) مبتدئاً بالتلسكوب نفسه. وكان قد أُشير في نظرية بصرية سابقة إلى مبدأ تكبير الصور باستخدام مجموعة من العدسات بشكل من الأشكال. ولكن ذلك كان أمراً سهى عنه (كپلر) في كتابه (علم الفلك البصري). وبعد خمسة أشهر كان قد فتّت المشكلة، وفي السنة التالية نشر (كپلر) أول نظرية بصرية مفصّلة حول أنظمة العدستين في أحد كتبه في عام 1611، بما في ذلك تصميم لتلسكوب متفرق يستخدمُ عدستين محدّبتين وهو ما يسمى الآن (بالتلسكوب الفلكي أو الكبلري).

وفيما عدا ذلك لم يستطع (كپلر) إلا أن يتجاوب تجاوباً حماسياً مع مكتشفات (غاليليو) وأن يتأمل ملياً في مغزاها. أما بالنسبة إلى بيان (غاليليو) حول جغرافية القمر فقد اعترف (كپلر) بأنه مقتنع تمام القناعة بملاحظات (غاليليو) وبتحليله حول الجبال والفوهات البركانية على سطح القمر، وأنه يخمّن بأن مظهر الفوهات البركانية كان مردّه احتمالياً إلى أن القمر كان خفيفاً ومليئاً بالمسام (وطبقاً لعلم الفلك الفيزيائي الخاص بـ(كپلر) فإن ذلك يعلّل سرعة دورانه حول الأرض). والاحتمال الآخر هو أن تكون الفوهات البركانية متاريس دائرية كبيرة بناها سكان القمر وفي ظلّها يَحْتَمون أثناء الأربع عشر يوماً

القاسية من أشعة الشمس المتواصلة على سطح القمر.

كانت أقمار المشتري وبكل المقاييس أروع اكتشافات (غاليليو). وقد كان لها مغزى بالنسبة إلى (كپلر) لأنه كان لها تداعيات ومضامين في صالح مركزية الشمس. أولاً: بدا أن حقيقة أن للمشتري أقماراً قد أزالت الاعتراض القائل بأن الأرض لا يمكن أن تدور حول الشمس دون أن تفقد قمرها. كذلك فإن حقيقة أن الأقمار المذكورة كانت تدور على مستوى دوران المشتري كان يعني ضمناً أن الأقمار كانت تندفع في دورانها بواسطة قوة تحريك الكواكب المتأتية عن المشتري، وهو تماماً ما اقترحه (كپلر) في كتابه (علم الفلك الجديد) من أن الأرض في دورانها كانت تحرّكُ معها قمرها. أخيراً فقد ألمحت أقمار المشتري إلى (كپلر) بأنه لا بد أن في المشتري كائنات ذكية. لماذا إذاً حبى الله المشتري بهذه الميزة التي لا نستطيع رؤيتها؟

ومع نشر كتابه (الحديث) أصبح (كپلر) أول فلكي يخرج علانية ليقف في صف (غاليليو) واكتشافاته. وقد ساعدت مساندة حيسوب الامبراطور في إسكات الترصد والغض الذي كان يواجهه (غاليليو) من منتقديه. ومع ذلك فلم يتلقّ (كپلر) في مقابل ذلك ولو كلمة شكر واحدة ولا اعترافاً بإنجازاته الكبيرة في علم الفلك. ومع أن (كپلر) حاول عدة مرات أن يظل على اتصال مع هذا الإيطالي عن طريق المراسلة فإنه لم يسمع منه أي خبر

مرة أخرى، اللهم إلا الرسالة القصيرة التي لا علاقة لها بموضوعنا وذلك بعد سبع عشرة سنة. ومع أن اثنين من أعظم الفلكيين كانا يعيشان في نفس الزمن وكان بينهما اتصال ما فإنه لم يكن بينهما أي تواصل. ولم يتذمر (كپلر) بطريقته المتواضعة من إهمال (غاليليو) العدواني له. ومن الممكن أن (غاليليو) لم يلتفت بما يكفي إلى إصلاح (كپلر) للنظرية الفلكية.

كانت السنة عندها هي سنة 1611 وكان (كپلر) في التاسعة والثلاثين من عمره. وفي خلال الأحد عشر عاماً ومنذ قدومه إلى (پراغ) تحوّل (يوهانز كپلر) من لاجئ غير آمن إلى شخصية رائدة في دوائر مثقفي العاصمة الامبراطورية ورجلاً ذا سمعة علمية عالمية.

وكان وضْعُه كوريث علمي لـ(تايكو براهي) وكذلك سيلُ الأعمال الهامة التي سال بها قلمه قد أكسباه جواً من المعرفة الفلكية غير المحدودة، والتي وصفها الشاعر الإنكليزي (جون دون) في قصيدته الهجائية (أغناطيوس واجتماع الكرادلة السري) في عام 1611 حيث كتب يقول إنه «منذ وفاة (تايكو براهي) تحمَّل (كپلر) المسؤولية وعُني بها بحيث لا يجب أن يجري أمرٌ في السماء بدون معرفته».

وفي نفس الفترة التي شهدت صعود (كپلر) إلى الشهرة شهدت كذلك انهيار راعيه الغريب الأطوار في لجّة الجنون. وعندما راقب حكم الامبراطور من على

البعد قبل انتقاله إلى (پراغ) أبدى إعجابه بأسلوب الامبراطور الأرخميدسي، وهو ضربٌ من الثبات الحركي كما كان يراه وفيه تمكّنَ الامبراطور مع ذلك من الإبقاء على حرب طويلة مليئة بالمآزق ضد الأتراك العثمانيين، مع إبقائه وبآن واحد على الولايات المشاكِسة بعيداً عن التحلل والانفصال عن الامبراطورية. ولكن ومنذ وصول (كپلر) إلى (پراغ) في عام 1600 أفسح خجلُ الامبراطور والمَرَضي وعناده الشديد الطريقَ أمام العزلة والتردد المُعقد وجنونِ الشك والاضطهاد. وعندما تحول عن العالَم أصبح متوحّداً ومنعزلاً حبيساً ومسجوناً في قلعته الخاصة به. وقد راجتْ إشاعات تقول بأن حالته العقلية الشاذة قد تدهورت إلى حد فقدان العقل والجنون.

وعندما بدأ عناد وعدم فاعلية (رودولف) تهدد بيت (هابسبرغ) والامبراطورية بالخطر، تفجرت مؤامرة ضده. ففي اجتماع سري لعائلة (هابسبرغ) النمساوية في (ڤيينا) في نيسان (أبريل) عام 1606، اتفقت العائلة على الاعتراف بشقيق (رودولف) الأصغر الطموح والمُبعَد (ماتثياس) كرأس ورئيس للعائلة. وبعد سنتين تحرك (ماتثياس) ضد أخيه بقوة السلاح وعلى رأس جيش يقدر بـ20000 رجل من (ڤيينا) وعبر (موراڤيا) إلى داخل (بوهيميا) حتى وصل إلى مسيرة يوم واحد من (پراغ). وعندما واجه هزيمة مؤكدة كفّ الامبراطور عن المقاومة واستسلم. وتخلى لـ(ماتثياس) عن مملكة (هنغاريا) ودوقيات (النمسا) و(موراڤيا) بشرط أن يبدأ سريان ذلك

على الفور، وأبقى (بوهيميا) و(سيليسيا) و(لوساتيا) فقط لنفسه، مع أنه كان على (رودولف) أن يضمن لـ(ماتثياس) خلافتَه له كملك لـ(بوهيميا) بعد موته.

والآن أصبح الامبراطور المستضعف يواجه ضغطاً من الممثلين البروتستانتيين الأقوياء في [مجلس أملاك (بوهيميا)] وهو المجلس النيابي في (بوهيميا) وقد طالبوه (برسالة ملكية) في عام 1609 تضمن الحرية الدينية. وبعد أن أُثقل بالتنازلات التي انتزعوها منه وبعدما بدأ يهوي في بحر الجنون قام (رودولف) بمحاولة يائسة ليستعيد سيطرته على بلاده وعاصمته.

وفي الخريف التالي دعا (رودولف) ابن عمه الأرشيدوق (ليوبارد) الخامس مطرانُ (باسووا) وبشكل لا يمكن تفسيره إلى أن يغزو (بوهيميا). وكان جيش (ليوبارد) يسلب وينهب شاقاً طريقه عبر (بوهيميا) إلى (پراغ) مكتسحاً (هرادكاني) و(البلدة الصغرى) بعد نَهْبهما.

وكان الدفاع الحماسي من قبل القوات البروتستانتية [الذين قاموا بنهب الكنائس والأديرة الكاثوليكية في (المدينة الكبرى)] وللرشوة الكبيرة المقدمة هما اللذان وضعا حداً لهجوم (ليوبارد)، ولكن (رودولف) كان قد انتهى. وقد أخذ ممثلو البروتستانت جانب (ماتثياس). وقد خُلع (رودولف)، وتُوّج (ماتثياس) في 23 أيار عام 1611 ملكاً على (بوهيميا).

وبعد أن أصبح مخبولاً وبلا سلطة عاش الامبراطور بقية حياته في (هرادتشين) حيث توفي خلال سنة واحد وذلك في 20 كانون الثاني (يناير) عام 1612.

ظل (كپلر) وفياً لراعيه حتى النهاية. وعلى الرغم من أنه قد طُلبت منه المشورة والنصيحة، فقد بذل قصارى جهده كي يُبعد (التنجيم) عن تفكير الامبراطور المضطرب والساذج. وعندما اقترب أعداء الامبراطور من (كپلر) حرّف التحليل التنجيمي لصالح الامبراطور متنبئاً له بحياة طويلة، ولـ(ماتثياس) بالمشاكل. ومع ذلك فقد كان (كپلر) يرى أن الاحوال تتدهور. وقد اهتم بأن تكون لديه مخططات جاهزة للدعم، ووجد وضعاً واعداً في عاصمة (النمسا) العليا والمسماة (لينز). وبعد موت الامبراطور لم يعد هناك شيء يُبقي (كپلر) في (پراغ)، وفي منتصف نيسان (أبريل) غادر المدينة متوجهاً إلى (لينز).