الفصل

4

تناغُم العالَم

عندما وصل (كپلر) إلى (لينز) في أيار (مايو) عام 1612 كان منهكاً من الناحية العاطفية. فالمجتمع الفكري الرائع في العاصمة الامبراطورية والذي كان فيه (كپلر) شديد الإبداع ووفير الإنتاج قد غرق في خضم الحرب الأهلية. ولقد سلبَتْه الأحداث الرهيبة في العام الفائت رغبَتَهُ في مواصلة دراساته الفلكية.

كان عام 1611 مدمِّراً وحزيناً على (پراغ) وعلى عائلة (كپلر) كذلك. ومع بداية هذا العام أصيبت زوجته (باربارا) بالحمى الهنغارية وظهر عليها دلائل على الاضطراب العقلي.

وعندما بدأت تشفى أصيب أطفالها الثلاثة بالجدري. وقد نجا منهم كلٌّ من (سوزانا) وهي ابنته

الثانية التي أخذت نفس الاسم ذات الثمانية ربيعاً و(لودڤيك) ذي الثلاث سنوات، وأما ابنه المفضل الغالي (فريدريك) ابن الستة أعوام فقد مات في 19 شباط (فبراير) مما أغرق (باربارا) في عالم الكآبة والحزن. بعدها بدأت قوات الأرشيدوق (ليوبارد) غزوها، واكتسح جيرةَ (كپلر) في المدينة القديمة فلاحون بوهيميون فوضويون منظمون تنظيماً مهلهلاً وذلك بهدف الدفاع عن القضية البروتستانتية. هنا ضاعف (كپلر) من جهوده مرة أخرى كي ينقل عائلته بعيداً عن (پراغ). ومع ذلك فإنه بينما كان عائداً من رحلة إلى (لينز) لإجراء الترتيبات اللازمة في حزيران (يونيو) عام 1611، وجد أن (باربارا) كانت مريضة مرضاً مميتاً بسبب حمى مُعْدية جلبتها معها قوات (ماتثياس) النمساوية إلى (پراغ). وماتت في 3 تموز (يوليو) عام 1611.

ومع أنه كان سعيداً من بُعْده عن الجو المتقلّب والمشحون في (پراغ) فقد رافق وصولَه إلى (لينز) الهادئة آلام مفاجئة ناجمة عن الشعور بالذنب. فقبل ثلاث سنوات كان قد بدأ بالتخطيط لهذا الانتقال ليسوّي خلافاته مع زوجته التي لم تكن طبيعتها البسيطة تسمح لها أن تشعر بالاطمئنان في العاصمة الامبراطورية. وكان قد اختار المكان بسبب شبهِهِ بـ(غراز) مسقط رأس (باربارا). كانت (لينز) العاصمة الإقليمية لـ(النمسا) العليا وتقع شمال شرق دوقية (ستايريا). وهي كمثل جارتها قبل التطهر المذهبي للأرشيدوق (فرديناند)، فقد كانت (النمسا) العليا

بروتستانتيةً في مذهبها السائد. ومع ذلك فقد كانت ضمن الأملاك الموروثة لعائلة (هابسبرغ)، لذلك كان في مقدور (كپلر) أن يرتّب أمر مواصلة عمله هناك. وشعر حيسوب الامبراطور بعد أن أصبح بلا زوجة بأنه ليس في موقعه الذي يجب، في مدينةٍ لا يمكنها أن تفتخر بجامعة خاصة بها ولا أن تعتز بوجود آلة طباعة: مدينة ذات مدرسة بروتستانتية أقل وأدنى من مثيلتها في (غراز).

كان العثور على منصب لرجل من مقام (كپلر) أمراً مثيراً للضحك. وبناء على دعوة من بعض لوردات (النمسا) العليا، قدّم (كپلر) خدماته إلى ممثلي مجلس النمسا العليا بعد تنازل (رودولف) عن العرش. ووُقّع عقدٌ يواصل (كڤلر) بموجبه عمله في (الجداول الرودولفية) وأن يضع خارطة للنمسا العليا وأن يقوم بأي دراسات «مفيدة ومناسبة» في الرياضيات والفلسفة والتاريخ. وقد شغل بذلك عملياً نفس الوظيفة التي كان يشغلها في (غراز): حيسوبٌ للمنطقة ومدرّس في مدرسة المنطقة. وكان ذلك منصباً عادياً نوعاً ما بالنسبة لرجل في مثل ما وصل إليه، ولكن السلطات في (لينز) كانوا يدفعون له مبلغ 400 فلورين بشكل منتظم، وهو ما تجاوز ما كان يمكن أن يقوله في حق الوظيفة الامبراطورية الرفيعة.

وقد عرّضت حياةُ (كپلر) العظيمة ولسوء الحظ هذا الرجلَ إلى تدقيق غير مرغوب فيه من قبل إخوانه في

الدين في (لينز). فما أن وصل (كپلر) حتى سعى وراء التواصل مع الكاهن الأول (دانييل هيتزلر) الذي كان هو نفسه من خريجي المدرسة العليا اللاهوتية في (توبنجن).

ومنذ أيام المدرسة العليا كان (كپلر) يطرح أسئلة حول العقيدة (اللوثرية) كانت تتنامى حتى تحولت إلى رفضٍ لتوقيع (صيغة الوئام) التي تمثّل إيمان (اللوثريين) الصارم.

والأمر الذي كان يهتم له اهتماماً خاصاً هو تفسير (القربان المقدس)، وفيه يقف (كپلر) في صف منافسي (اللوثريين) المقيتين وهم أتباع (كالڤن). وقد طلب (هيتزلر) من (كپلر) أن يوقّع (صيغة الوئام). رفض (كپلر) أن يوقّع على الفقرة الخاصة بتفسير (القربان المقدس)، فرفض (هيتزلر) أن يمنحه (العشاء الرباني) وبذلك استثناه من الصلوات الجماعية.

أن تكون قناعاته الشخصية الراسخة هي السبب في إخراجه من المجتمع البروتستانتي ـ كان هذا الأمر شديد الإيلام على (كپلر) لا سيما وأن ذلك كان بسبب فكرة دقيقة وناعمة من أفكار البروتستانتية لا يقدّرها ويفهمها إلا علماء اللاهوت. في آب (أغسطس) استأنف حكم (هيتزلر) لدى المحكمة الكنسية في (شتوتغارت). وسرعان ما رُدّ التماسه في رسالة مهنية كانت تدعم (هيتزلر) في كل النواحي وتنصح (كپلر) بأن يتجنب «التأملات اللاهوتية» وأن يحصر اهتمامه بالدراسات

الرياضية. وكان لا بد له كـ«غنمة صغيرة تائهة» من أن ينصاع إلى صوت كبير الرعاة. ومع أنه لم يكن بوسع (كپلر) أن يكون كـ«الغنمة» في الأمور المتعلقة بالضمير فقد وعد بأن يكون هادئاً وألا يثير المتاعب.

ومع كل هذا فقد أصبح موضع ثرثرة واسعة لا تهدأ متركزة على آرائه غير الرشيدة. وعلى عكس أولئك الذين كانوا يسعون وراء تسييس الإيمان والحطّ من قدر المعارضين، فقد كان (كپلر) يستمد عناصر الحقيقة الدينية من المذهب (اللوثري) و(الكالڤاني) والكاثوليكي. وكان يُهتم وبشكل متناوب بأنه مذبذب العقيدة وأنه يريد أن يؤسس عقيدة (كپلرية) متفردة خاصة به. وقد كانت استجابته مريرة عندما قال «إنه لحماً يملأ قلبي قيحاً أن العقائد الثلاثة الكبيرة قد مزّقت الحقيقة تمزيقاً تعيساً بين بعضها، وأن عليّ أن أجمَعَ القصاصات الصغيرة إلى بعضها أنّى وجدتُها». حتى عندما كانت البلاد الناطقة بالألمانية تحتّ الخطى وبعناد كامل نحو حرب دينية مدمّرة فإنه لم يتوقف عن محاولة لعب دور المصلح بين هذه المعتقدات. وكان جزاؤه هو الشك والريبة والغيبة والتهديدات. وكان الفصل الأخير في استثناء (كپلر) من العشاء الرباني عقب زيارة مؤلمة ومحرجة قام بها إلى أستاذه القديم في اللاهوت (ماتثياس هافِنرڤر) في (توبنجن) في خريف عام 1617. وعلى أمل بعيد المنال في أن يُعاد إدخاله إلى العشاء الرباني. بدأ مراسلات مفصّلة وانفعالية مع (هافِنرڤر) حول رفضه النابع من

وجدانه أن يوقّع على (صيغة الوئام). وبعدما تبادلا رسالتين، وضع (هافِنرفّر) مراسلاتهما أمام السلطة اللاهوتية والمحكمة الكنسية لإصدار قرار بشأنها. انتهى وقت المشاورات. وفي 31 تموز (يوليو) عام 1619 سُلّم حكمهم الرسمي «إما أن تهجر أوهامك الخاطئة والضالة وتعتنق الحقيقة بإيمان متواضع، أو أن تبقى بعيداً عن رفقتك لكنيستنا ومذهبنا». كان (كپلر) عملياً قد فُصل عن الكنيسة (اللوثرية).

وبعد وصوله إلى (لينز) في عام 1612، كان أول مشروع حطّ رحاله فيه هو العثور على زوجة جديدة تهتم بأطفاله وتدير بيته الجديد. وقد حمل على عاتقه عملية البحث هذه بحماس لاهب، لكن ما رافق ذلك هو عجزه المتميز بأن يستمر في أمر واحد يفكر فيه. وطريق العذاب الذي اتّبعه (كپلر) للعثور على عروسٍ له ما يزال محفوظاً ضمن رسالة موجهة إلى نبيل من أصدقائه لم يذكر اسمه، وفيها يشير (كپلر) إلى المرشحات بأرقام، وهذا ما يضفي على هذا الأسلوب نبرة رياضية مرحة. وكان قد سمى سنّيه الثلاثين من التجربة والخطأ في النظرية الكوكبية بسني «حالة الحرب مع المريخ». كذلك فإنه أعلن عن معركة في ذهنه يتخير بموجبها المرشحة كزوجة له.

كانت الرقم (1) أرملةً كان هو وزوجته يعرفانها في (پراغ) وهي مَنْ بدا وكأن زوجته قد أوصت بها وزكّتْها

قبل موتها. وكان أمراً مناسباً أن يستقر رجل ناضج مثل (كپلر) ممن تجاوز سن العاطفة والهياج مع امرأة خبيرة في إدارة المنازل. ولكن كان لها ابنتان في سن الزواج وكانت أملاكها تُسيَّر من قبل وصيٍّ لا تودّ أن تصرفه أو أن تنفّره. وفوق ذلك فإنها وعلى الرغم من أنها كانت تبدو في صحة جيدة فقد كانت لها رائحة فم، وعندما رآها (كپلر) بعد ست سنوات لم تكن جذابة بالنسبة إليه. ومما عقّد الأمور أن إحدى ابنتيها أصبحت المرشحة رقم (2) في هذه الأثناء: وهو تحوّلٌ في الأمور لم يكن متوقعاً. كانت الابنة جذابة وحسنة الثقافة ولكنها كانت معتادة على الرفاهية، وكانت غير ناضجة في أمور تدبير المنازل. وستكون متألقة أكثر من أن تكون مفيدة. هنا وبعد أن ضاع بين الاختيار والتساؤل عما إذا كان ما يمكن أن تريده الزوجة أمراً يستحق التفكير كان (كپلر) قد غادر (پراغ).

فإذا ما وضعنا هذه الاحتمالات عل حدة فإن هناك المرشحة رقم (3) وهي أرملة أخرى من (بوهيميا): كانت جذابة وصالحة للتعامل مع الأطفال. وكانت ميالة إليه ولكنها كانت مخطوبة إلى رجل آخر، وكان هذا الخطيب في هذه الأثناء قد جعل من إحدى العاهرات حبلى منه، مما جعل الأرملة تشعر بالتحرر من أي التزام تجاهه. ولكن ذلك لم ينجح.

وتواصلت السلسلة في (لينز) مع الرقم أربعة.

وكانت من عائلة شريفة، وكانت جذابة ورياضية البنية، وكان يمكن لهذه المصاهرة أن تمضي لولا أن (كپلر) قد انصرف ذهنه إلى الرقم خمسة. وبالمقارنة مع الرقم أربعة فقد كانت عائلة الرقم خمسة أقل هيبةً، وكانت ذات أملاك أقل ومَهْرٍ أصغر، ولكنها كانت متميزة بشخصيتها الجادة والمستقلة، ومتميزة بحبّها وبإيمان (كپلر) بتواضعها وعدم تبذيرها ودأبها وحبها لأولاد زوجته.

تردّد (كپلر) بانتظار من ينصحه بالزواج من رقم ثلاثة. وعندما انصرف عن هذا الاحتمال بدأ يميل إلى الرقم أربعة، ولكنها كانت أثناء ذلك كله قد ملّت الانتظار فخُطبت إلى شخص آخر. كذلك بدأت الرقم خمسة تفقد تلهّفها أيضاً. كان لدى الرقم ستة النبالة ولكنها لم تكن ناضجة وربما كانت مغرورة. شعر بالحرج في الانصراف عن الرقم خمسة وعاد إليها. ولكن بعض الأصدقاء كانوا يهتمون بالأصول المعروفة أَوْصوْهُ بالرقم سبعة، وكانت امرأة نبيلة. كانت مرشحة صالحة ولكن لم يستطع حَزْمَ أمره فرفضَتْه.

في هذا الوقت أصبح تودد حيسوب الامبراطور إلى النساء بالشكل غير المناسب حديثَ الأوساط في (لينز)، ولكن استعراض المرشحات تواصَلَ. كان لدى الرقم ثمانية بعض الشكوك الدينية التي يعود سببها إلى استثناء (كپلر) من العشاء الإلهي وطقوسه ـ كانت الرقم تسعة مصابة بمرض رئوي، وقد امتحنها (كپلر) بحماقة عندما

أخبرها أنه كان واقعاً في حب امرأة أخرى. أما الرقم عشرة فقد كانت قبيحة وسمينة جداً حتى إن (كپلر) كان يخشى أن يسخر الناس من التباين المضحك بين سمنَتِها وهزالة جسمه. أخيراً انسحبت الرقم أحد عشر بعد طول انتظار: فقد كانت صغيرة جداً في السن.

ظلّت الرقم خمسة طويلاً في ذاكرته. استجمع قواه وعاد إليها وعرض عليها الزواج فقبلَتْ. كانت هي (سوزانا رويتنجر) الابنة اليتيمة لنجار مفروشات عاش سنوات طويلة حارس لدى البارونة (ڤون شتارهمبرغ) والتي كان زوجها واحداً ممن رَعَوْا (كپلر) في (لينز). وكانت في الرابعة والعشرون من عمرها وكان في الحادية والأربعين من عمره، الأمر الذي أثار لغطاً ولغواً؛ حتى إن (ريجينا) ابنة زوجته كتبت تقول إن (سوزانا) لم تكن كبيرة بما يكفي كي تكون أماً ثانية لأولاد (كپلر). ولكنه كان يحبها ويثق فيها. وتزوجا في 30 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1613 وفي الوقت المناسب تماماً، ووُلدت له سبع أطفال آخرين: ولم يبلغ منهم إلا واحد أو اثنان سنَ البلوغ. ولا نسمع إلا القليل عنها أثناء حياته، ولكننا نعلم أنه وأثناء حياة (كپلر) يكون عدم وجود أخبار هي الأخبار الحسنة عادةً.

ومع أن الوثيقة التي يتدفق فيها (كپلر) بالمعلومات إلى صديقه النبيل حول بليّة اختيار عروس جديدة مثيرة للشفقة، لا بل هزلية، فقد وجد (كپلر) في العملية أمراً

صعب الفهم. ولم يستطع أن يفعل شيئاً أكثر من أن يتساءل عن دور العناية الإلهية في سلسلة الأحداث التي جرّته إلى أحد السبل ثم إلى سبيل آخر قبل أن تكشف عن حبه الحقيقي. وخلال العملية كان يتحوّل بسببٍ من اعتبارات الحالة المادية المتوقعة للعروس أو بسبب ثروتها أو بسبب موقعه من مجموعته، ولكنه اختار أخيراً امرأة شريفة وعادية. وقد جعلَتْه تصرفاته يسائل نفسه وذلك حينما تساءل: «هل يمكنني أن أجد الله الذي أستطيع من خلال التفكير بالكون الشامل أن أشعر بأنه في متناول يدي وداخل نفسي»؟.

وجد (كپلر) الراحة والطمأنينة بالعودة إلى العمل العلمي. ومع استمرار عجزه عن الغوص ثانية في العمل الفلكي والذي استنفد قواه، فقد وجّه مهاراته باتجاه مشكلة رياضية ممتعة لها علاقة ببراميل النبيذ. ففي صيف عام 1613، استُدعي (كپلر) إلى (ريجنسبرغ) من قبل الامبراطور (ماتثياس) الذي خَلَف (رودولف) بعد موته، وثبّت تعيين (كپلر) كحيسوب امبراطوري بعد ذلك بقليل. وفي طريق العودة مع مسار نهر (الدانوب) نحو (لينز) لاحظ (كپلر) أن ضفاف النهر كانت ملأى ببراميل خشبية من مختلف الأشكال والحجوم، مما أثار اهتمامه بمسألة التعبير عن حجومها تعبيراً رياضياً.

وبما أن أطراف البراميل لم تكن مستقيمة فقد كان عليه أن يفكر بطريقة يقرّب فيها أحجامها باعتبارها

في كتابه (قياس أحجام براميل النبيذ الجديد)، يناقش (كپلر) مشكلة قياس حجم براميل النبيذ. كان تجار النبيذ يحسبون حجم البرميل بمقياس طولي لقطر البرميل من فتحة التعبئة (a) إلى طرف القعر (z). وقد بسّط (كپلر) عملية القياس بمعاملة البرميل الخشبي وكأنه محصلة مخروطين مقطوعين.

STEREOMETRIA DO-

Gr, de æquentur capacitate, quia vix vnquam profunditates ventrium ad diametrum orbis lignei, attingunt proportionem sesquitertiam.

Hactenus de figura Dolij rustriact, sequitur,

De virga cubicâ ciusq; certitudine.

THEOREMA XXVI.

In dolijs, quæ sunt inter se figuræ similis: proportio capacitatum est tripla ad proportionem illarum longitudinum, quæ sunt ab orificio summo, ad imum calcem alterutrius Orbis lignei.

Sint dolia diversæ magnitudinis, specie eadem SQKT, XGCZ, quorum orificia OA, diametri orbium ligneorum QK, ST & GC, XZ, eorum q; ima T, K & Z. C, longitudines OK, OT æquales, sic & AC, AZ Dico, capacitates doliorũ, esse in tripla proportione longitudinis OK, AC. Agantur enim per O, A, plana OV, AY, parallela orbibus ligneis, & sint duo trunci Conici, SV & VQ, fcXY, & YG inter se similes. Quæ igitur de proportione dimidiorum doliorum sunt vera, illa etiam de duplicatis erunt vera. Sint igitur propositæ figuræ OVKQ, AYCG, conici trunci, sintq; latera figurarum OQ, VK, & AG, YC. Diametri Basium minorum QK, GC, diametri basium maiorum OV, AY, & OQKV, AGCY sectiones quadrilateræ figurarum per suos axes, similes inter se, earumq; diagonij OK, AC.

Ergò cum figuræ similes, sint ad seinvicem in tripla proportione analogorum laterum, erit proportionis AG lateris ad OQ latus, aut GC diametri, ad OK diametrum tripla, proportio GY corporis ad QV corpus. At in figuris planis trilateris AGC & OQK similibus, ut GC ad analogum QK, vel ut AG ad analogum OQ, sic etiam diagonios AC ad analogos diago.

Schema XXII.

محصلةَ عدد كبير من الأقراص الدقيقة، وكل واحد منها أكبر قليلاً أو أصغر قليلاً من تاليه. وبأسلوب (كپلريّ) مميّز أدرك بعد وقت قصير أنه يمكن استخدام أساليب مماثلة لحساب حجم مجموعات كاملة من الأعداد الجامدة. وبصورة عامة، كان يريد أن يعمّم هذه الدراسة

لتشمل الأشكال المتولدة عن القطوع المخروطية (وهي مجموعات المنحنيات التي تضم الدائرة والقطع الناقص والقطع المكافئ) التي تدور حول خط معين في مستواها. وعلى الرغم من أن بعض العروض كانت تعوزها الدقة الرياضية المتناهية، فقد أصبح هذا العمل جزءاً مهماً من تاريخ تطور حساب التكامل في القرن السابع عشر مع أن له عنواناً مبتذلاً وعادياً وهو (قياس أحجام براميل النبيذ الخشبية الجديد).

لم يُلاقِ الكتاب نجاحاً هائلاً. والحقيقة أنه بعد أن أخفق في إثارة اهتمام أي ناشر أخذ (كپلر) زمام المبادرة وطلب مجيء أحد رجال الطباعة وهو (يوهانز پلانك) إلى (لينز) في عام 1615 وطُبع الكتاب هناك فأصبح أول كتاب يُطبع في هذه المدينة. لم يكن من هُم أعلى مقاماً من (كپلر) وهم ممثّلوا مجلس الأملاك متأثرين تأثيراً حسناً بذلك، وقد نصحوا حيسوبهم بأن يركّز على الأمور المحددة في العقد وهي (الجداول الرودولفية) وعلى الخارطة. وكان (كپلر) قد اكتشف أن العمل في الخارطة لم يكن مملاً ومقيتاً فحسب بل إن رحلات جمع المعلومات كان يفسدها «التوبيخ والتهديدات من قبل فلاحين متشككين فظّين قليلي الخبرة» كما جاء في تقريره حول العمل. وفوق ذلك فقد كان يجادل في أن الخارطة كانت تُشتّت اهتمامه بعيداً عن (الجداول الرودولفية). تفهّم الممثلون المقصود من كلامه ونقلوا المسؤولية عن الخارطة إلى مهندس المنطقة.

كان لخبرته في كتاب (المقياس الجديد لأحجام البراميل الخشبية للنبيذ) نتيجة مهمة: وهي إجبار (كپلر) أن يصبح الناشرَ لكتبه. وقد غذّى (پلانك) في السنوات التالية بسلسلة من الأعمال التي ألّفها في (لينز). وقد طولِب بطبعة ألمانية وذلك لسببين: أولهما أن (پلانك) كان عاطلاً لا يعمل، وثانيهما أنها تمنح فرصة توسيع دائرة نُسَخ التقديم والتعريف التي كان (كپلر) يتقاضى مكافأة مالية في مقابلها. كانت هذه المكافآت الشرفية أجزلُ ربحاً من واقع مبيعات الكتاب. أما بالنسبة للطبعة الألمانية فكان (كپلر) قد أعد الرواسم الخشبية (الكليشيهات) من أجل الرسوم التوضيحية وما كان عليه إلا أن يدفع أجر التنضيد والطباعة. وما أن وزّع نسخ التعريف وتابع تحصيل مكافآت الشرف التي تلقاها في مقابل ذلك حتى غطى تكاليف الإنتاج وجمع لنفسه ما لا يقل عن 40 فلورين كربح صافٍ قبل أن يبيع عملياً أية نسخة. وفضلاً عن ذلك فقد عاود نشر التكهنات السنوية في عام 1616 بعد فجوة زمنية تقدّر بأحد عشر عاماً. واعتبر هذا العمل «أكثر كرامة بقليل من التسوّل». وكان يحتاج إلى المال من أجل مشروع النشر الجريء والكبير التالي وهو: كتاب نصوص فلكي.

وكان واضحاً حتى وبينما كان (كپلر) يؤلف كتاب (علم الفلك الجديد) أن فلكه الجديد سيكون عسير الفهم على معظم القراء. فبالإضافة إلى كونه غريباً من الناحية الفلسفية، فقد جعل الإهليلجُ أو القطعُ الناقص مع قانون

المساحة العملياتِ الحسابية أكثر تعقيداً بكثير.

وكان (كپلر) في وقت سابق من عام 1611 قد بدأ شرحاً على شكل كتاب نصوص يمكن أن يصل إلى الطلاب «في أخفض مقاعدهم»؛ وهو يتضمن مع ذلك الأساس النظري لـ(الجداول الرودولفية).

وقد سمّى الكتاب باسم (خلاصة الفلك الكوبرنيكي) وذلك عن تقليدٍ واعٍ لكتاب النصوص الذي ألّفه أستاذه (مايستلين) والذي أعيدت طباعته عدة مرات والمسمى (خلاصة علم الفلك). ولكن وبينما درّس (مايستلين) علم الفلك التعريفي من خلال وجهة نظر مركزية الأرض، كان (كپلر) أول شخص يقدم علم الفلك على شكل كتاب نصوص من خلال مركزية الشمس. قدّم (كپلر) مخطوطةَ أول مجلد في عام 1616 إلى (پلانك)، وكانت تحتوي على المادة الأساسية حول الطبيعة ومجال الفلك وشكل الأرض والأفلاك السماوية وحركة الأرض حول الشمس وما ينتج عنها من شروقات وغروبات وصولاً إلى بعض المسائل المتعلقة بقياس المثلثات الكروي.

وبعد الانتهاء من هذا المجلد مباشرة أعطى (كپلر) لـ(پلانك) كتابه (التقاويم الفلكي) لعام 1618، وهي تحتوي على جداول تعطيك موقع كل كوكب من الكواكب وفي كل يوم من السنة. وبما أن (التقاويم الفلكية) هي كتب مراجع مهمة بالنسبة إلى علماء النجوم

والبحّارة، فقد كانت إنتاجاً مدراً للأرباح لعلماء الفلك في زمان (كپلر). ويمكن أن تقدّم (الجداول الرودولفية) النظرية والوسيلة إلى أي شخص لحساب التقاويم الفلكية التي كانت ستكون دقيقةً كدقة تقاويمه هو، لذلك أخذ (كپلر) زمام المبادرة في حساب قدرتها التجارية وذلك بأن بدأ بحساب تقاويمه الفلكية الخاصة به قبل تقديمها إلى الآخرين كوسيلة ليفعلوا ذلك.

وقد كانت له نظرية جيدة حول (المريخ) في كتابه (علم الفلك الجديد). فعندما بدأت حياته في (لينز) تستقر في عام 1614 شرع يعمل في الكواكب الأخرى جيئة وذهاباً، وما أن حلّ (مايو) أيار من عام 1616 حتى كان قد مضى بعيداً في ذلك حتى انطلق في عمل دؤوب قاس في تقاويمه الفلكية. ولكن كان ما يواجهه في ذلك الوقت هو طباعتها. كانت التقاويم الفلكية في معظمها أرقاماً ولم يكن لدى رجال المطابع عادةً ما يكفي من الأرقام. لذلك قرر (كپلر) أن يستثمر أمواله في مجموعته الخاصة به من الأحرف الطباعية الرقمية. وقد استغرقت الحسابات المُضجرة وقتاً كذلك. وقد كان يتلقى مساعدة بين الحين والآخر من بعض المساعدين، ولكن كان عليه أن يقوم بمعظم العمل بنفسه.

وبمساعدة أحرف (كپلر) الطباعية ظلت مطبعة (پلانك) تدور. وقد انتهت تماماً تكهنات عام 1618 في عام 1617 كي تكون جاهزة للعام الجديد. وتلا ذلك في

1618 التقويمُ الفلكي لعام 1617 والتقويم الفلكي لعام 1619 وتكهنات عام 1619.

وحتى عندما نظف (پلانك) لوحة الطباعة الخشبية من كل شيء، فقد حَرَفَتْ المتاعب المتزايدة في حياة (كپلر) الشخصية ـ حرفَتْه عن واجب إتمام (الجداول الرودولفية).

ومنذ البداية، أثقل إخراجُه من العشاء الرباني بشكل كبير على تفكيره. كذلك بدأت رياح المشاكل العائلية تهب عليه من موطنه في (ڤوتنبرغ). في نهاية كانون الأول عام 1615 تلقى كلمة من أقاربه تقول بأن اتهامات بالسحر قد وُجِّهت إلى أمه البالغة من العمر 68 عاماً. وبعد حوالي العام وبهدف إبعادها عن زيادة الأمور سوءاً، فقد أرسلوها إلى (لينز) كي تعيش مع ابنها.

وتعاظمت العاصفة التي هبت على حياة (كپلر) الشخصية في خريف عام 1617. وكان أول الغيث وفاة ابنته (مارغريت ريجينا) من زوجته (سوزانا) والبالغة من العمر عامين ونصف في 8 أيلول (سبتمبر) عام 1617 من السعال والسل والصرع. بعد ذلك بوقت قصير توفيت ابنة زوجته السابقة والتي تحمل نفس الاسم (ريجينا) في 4 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1617.

كان عمرها سبع سنوات عندما تزوج (كپلر) أمها (باربارا)، وقد أحبّها منذ البداية. وخلال السنوات التالية في (پراغ) وبينما كان يكافح دفاعاً عن نظرية المريخ كان

يراقبها وهي تكبر فتصبح امرأة شابة. وفي عام 1608 رآها وهي تتزوج زواجاً مناسباً من (فيليب إِهِم) وهو من سلالة عائلة (أوغسبرغ) المرموقة، وكان وقتها ممثلاً لـ(فريدريك) الرابع (ذي الحق في انتخاب الامبراطور) لدى البلاط الامبراطوري. كان (فريدريك) من بلدة (پالانتينيت). وكانت قد انتقلت عائدةً إلى (پالانتينيت) خلال أحداث 1610 مع أنها ظلت على اتصال بوالدها عبر الرسائل. وكانَتْ وزوجها قد انتقلا تواً إلى (ڤالدرباخ) قرب (ريجينسبرغ) عندما ماتت وهي في سن السابعة والعشرين.

سعى (فيليب إِهِم) بكل جهده طالباً المساعدة لأحفاد (كپلر) الثلاثة، وتوسل إليه أن يرسل إليه ابنته البكر (سوزانا) ذات الخمسة عشر عاماً لتساعده بصورة مؤقتة. ووافق (كپلر)، ورافقها شخصياً في رحلتها إلى أعالي (الدانوب) باتجاه (ريجينسبرغ). ذهب من هناك إلى (ڤوتّنبرغ) حيث كانت أمه قد وصلتها في وقت سابق من الشهر، وذلك ليرى ما يمكن أن يفعله ليضع حداً لهُرائها حول مهنة السحر.

وأخذ معه من باب التسلية في رحلته كتاب (حوار يتعلق بالموسيقى القديمة والحديثة) من تأليف (غاليلي) والد الفلكي (غاليليو): وفي هذا الكتاب يدافع (غاليلي) عن نظرية (فيثاغورس) في التناغم. كان (كپلر) ومنذ وقت طويل مهتماً بنظريات التناغم نظراً لكونها تقوم على

أساس رياضي. ومع أنه وجد في اللغة الإيطالية لغة فظة نوعاً ما، فقد كانت تشبه شبهاً كافياً اللغة اللاتينية، فقرأ حوالي ثلاثة أرباع الكتاب بكل استمتاع أثناء رحلته.

ولم يتمخض عن الرحلة إلى (ڤوتنبرغ) أي ثمرة أو نتيجة، لأن الإجراءات المتخذة ضد أمه قد أُجّلت مرة أخرى. ولكنه حصل على فرصة زيارة (توبنتجن) حي تدارس كل جانب من جوانب الجداول الجديدة مع العجوز (مايستلين)، وقابل كذلك شاباً مثيراً للإعجاب وهو (ڤلهِلم شيكارد) الذي لم يكن موهوباً في الرياضيات فحسب بل كان خبيراً في اللغات الشرقية كاللغة العبرية واللغة العربية. ولكن محاولة (كپلر) لإعادة الوئام بينه وبين (هافنرڤر) ومع عقيدته قد رُفضت. وتوقف في طريق عودته لزيارة (سوزانا) ليتأكد من مدى استقرارها هناك، ثم عاد إلى (لينز).

وصل إلى (لينز) في 22 كانون الأول (ديسمبر) عام 1617 وذلك عند بدء الاحتفالات بعيد الميلاد، وجاءت اللطمة عليه عندما وجد أن ابنته الثانية من (سوزانا) والبالغة من العمر ستة أشهر كانت مريضة مرضاً مميتاً، وتوفيت هي أيضاً في 9 شباط (فبراير) عام 1618. وهكذا فقد (كپلر) ثلاثة أطفال في غضون ستة أشهر.

كانت معنوياته منحطة جداً بحيث لا يمكنه أن يعود إلى العمل في (الجداول الرودولفية)، التي أوقفها فجأة في الخريف. وبدلاً منها فقد نشد السلوان من نشازات

حياته الشخصية المريعة في دراسةٍ أخرى، فكتب إلى أحد أصدقائه يقول «بما أن (الجداول) تتطلب الهدوء فإنني قد تركتها والْتفتُّ بفكري نحو تطوير كتابي (التناغم)».

كانت أول مرة أحسّ فيها (كپلر) بعملٍ مكرّس نحو أنواع معينة من التناسقات الرياضية في العالم ـ والتي كان يسميها «التناغمات» ـ أثناء فترة عام 1599 الحالكة بعد موت ابنته الأولى المسماة (سوزانا) وأثناء ما كانت الإجراءات ضد البروتستانت في (ستايريا) تزداد عدوانية. ولقد كوّن أفكاره العامة حول التناغم الرياضي في ذلك الوقت وبتفاصيل لا بأس بها، حتى إنه مضى أبعد من ذلك فوصف بنيةَ الكتاب الذي سيؤلفه في يوم من الأيام.

وعندما نجح في الحصول على نسخة من كتاب (التناغم) لـ(كلاوديوس بتولمي) وكانت أول الأمر من خلال ترجمة لاتينية ثم حصل على مخطوطة مكتوبة باللغة اليونانية الأصلية ـ عندما حصل عليها ذُهِل من التشابه بينهما. أن يلتقي رجلان كان يفصل بينهما زمنياً ألف عام ونصف حول نفس الاكتشافات أظهَرَ لـ(كپلر) أنه قد تجاز الزمان والمكان في تأملاته حول الخالق. فكتب يقول «أن تتكشف طبيعة الأشياء عن نفسها إلى الناس من خلال مفسِّريْن يفصل بينهما بون شاسع من القرون ـ هذه آية من آيات الله».

والسؤال الذي عاد إليه (كپلر) في عام 1618 هو نفس السؤال الذي كان قد عاد إليه عندما تغيّر مستقبله

المهني من الكنيسة إلى العلوم: للإفصاح عن عظمة الله من (كتاب الطبيعة). وكما كان في كتابه (السر) فقد سعى لأن يظهر وبجلاء حكمة الله وذلك بالكشف عن التناسقات الرياضية التحتية في الطبيعة. إن غرابة هذه الدراسة لا يجب أن تجعلنا نظن أن (كپلر) قد لجأ إلى التصوف: أي الاتحاد الروحي اللاعقلاني مع الله. ومع أن منطقه كان يلطّخه بين الحين والآخر مسعاهُ لإيجاد تفسير عقلاني يكمن وراء كل جانب من جوانب التناغم فقد تعقّب أسئلته إلى أن وجد لها إجابات معقولة.

كان التناغم والانسجام هو من أوائل الخبرات البشرية المتعلقة بالعلائق الرياضية الفكرية في الطبيعة. وكان (الفيثاغورسيون) قد عرفوا في القرن السادس قبل الميلاد دور الأرقام في التناغم مع الخشوع الديني. وكانت أول الظواهر هي تلك الموجودة في الموسيقى. فإننا إذا ما شددنا أحد الأوتار مرة واحدة ثم تركناه ينزل نصف نزول ثم شددناه ثانية فإننا نحصل على صوت ثماني. ونسبة طول الأوتار هو 1 إلى 2. وهناك عدد محدود من الأنغام المنسجمة الإضافية. إن نسبة 2 إلى 3 تعطي صوتاً خُمسياً، و3 إلى 4 تعطي ربعاً، و3 إلى 5 ثلثاً كبيراً، و5 إلى 8 ثلثاً صغيراً، و4 إلى 5 سدساً كبيراً، و6 إلى 5 سدساً صغيراً. ولكن لماذا هذه الأطوال ولماذا تكون منسجمة ومتناغمة؟

كان الانسجام يُعتبر كذلك هو التفسير للمساحات

الفاصلة بين أبعاد الكواكب عن الأرض: ستُرتَّب الكواكب على أبعاد محددة تتوافق مع فواصل منسقة ومنسجمة. وقد أثارت هذه الأبعاد المتّسِقَة فكرةً تقول بأن هناك «موسيقى للكواكب السيارة».

وقد رأى (الفيثاغورسيون) و(أفلاطون) أن الأرقام أمر أساسي. ولكن (كپلر) لم ينظر إلى الأرقام وإلى الكميات على أنها أمر جوهري. وهكذا فهو عندما تساءل لماذا كان هناك ست كواكب ولا غيرها كما جاء في كتابه (سرّ مظهر الكون) فهو لم يتأمل في مغزى الرقم ستة. وبدلاً من ذلك فقد كان يرى أن الهندسة هي الأساس. كتب يقول «كانت الهندسة قبل نشوء الأشياء خالدةً مع خلود (الفكر المقدس)».

وقد بدأ أساس عمله حول التناغم (أو التناسق والانسجام) بجزئين مهمين من أجزاء الهندسة. عرّف مختلف مستويات «المعرفيّة» بالأعداد التي يمكن تركيبها بواسطة أدوات (إقليدس) التقليدية وهي المسطرة والفرجار: المثلث المتساوي الأضلاع والمربع والمخمس والمسدس والمثمّن وبضع أشكال أخرى. وبما أن الشكل ذا الأضلاع السبعة (أو المسبّع) لم يكن بالإمكان إنشاؤه بهذه الوسيلة فقد حسب أن الله نفسه لا يمكن أن يكون قد استخدم هذا الشكل في إنشاء العالم. وقد عبّر عن استنتاجه بشكل أفضل في رسالة إلى صديق له قال فيها إنه في عالم الرياضيات «هذه الأشياء هي ما نعرفه بشكل

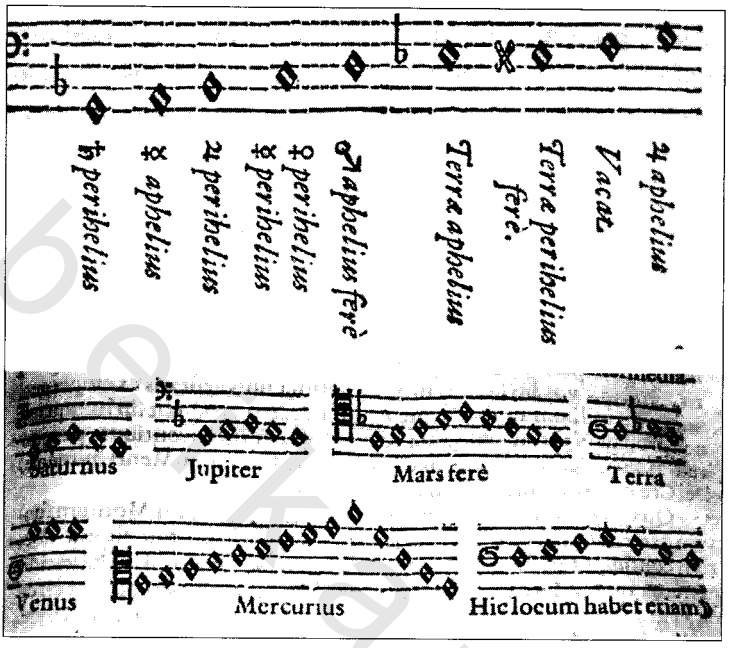
مناسب ولوحدها، ويمكن القول إننا نعرفها بشكل ممتاز ـ إننا نعرفها بنوع من الاستيعاب كما نعرف الله، أو نفهمها ونستوعبها كما نفهم أي شيء في هذه الحياة الفانية».

كان غالب الجزئين الأولين من كتاب (كپلر) من الرياضيات الأصلية. نجد مثلاً أن تعريفه «للتطابق» هو أساس أحد حقول الرياضيات التي لا تزال تمارس بفعالية اليوم. كان «التطابق» عند (كپلر) هو خاصية متعددات السطوح المستوية على التراصع أو على إملاء مستوٍ ما بشكل منتظم وكامل. والمربعات والمثلثات والمسدسات أشكال متطابقة تطابقاً تاماً لذلك يمكن أن تُبلَّط بها الأرضيات؛ من هنا جاءت تسمية هذا الحقل من الرياضيات بـ«نظرية التبليط». وقد نشر (كپلر) كذلك اكتشافه لمجسمَّيْن كاملين وهما ما يسمى بالمجسمات النجمية، ولكل منهما 60 جانباً أو طرفاً. ولكن وبما أنها تُنشأ فوق أعلى المجسمات الأفلاطونية (بإلصاق مجسم مربع السطوح مثلاً على كل وجه من وجوه المجسم ذي العشرين سطحاً) فقد اعتبرها (كپلر) ثانوية من حيث الأهمية بالنسبة إلى المجسمات الأفلاطونية الخمس الأساسية.

وطبّق (كپلر) رياضياته على التناغم الموسيقي حينما جادل في أن المجسمات المتعددة السطوح المعروفة والتي تقسم محيط الدائرة إلى قطاعات متكاملة والتي هي نفسها عدد وجوه المجسم المتعدد السطوح المعروف ـ هذه

تشكّل نُسباً متوافقة الأنغام. فالمثمّن والمخمس مثلاً هما من الأشكال المعروفة أي القابلة للإنشاء بالمسطرة والفرجار. والمثمن يقسم الدائرة إلى ثمانية أقواس متساوية. وبما أن المخمس من الأشكال المعروفة المتعددة السطوح أيضاً فإنه يمكنه أن يتحد مع خمسٍ من هذه الأقواس وأن يماثل طوله لمحيط الدائرة. وعندها ستكون نسبة الأطوال 5 إلى 8، وهي نفس نسبة الأوتار في النغم الثلاثي الصغير. ومن ناحية أخرى فإنه نظراً إلى أن المجسم السباعي (المسبّع) ليس من متعددات السطوح المعروفة فإن الأقواس المتحدة بنسبة 7 إلى 8 سوف تكون غير منسجمة أو متناغمة. والسبب الكائن وراء هذين النموذجين من التناغم والانسجام جاء في نهاية المطاف من العلاقة بين الله وخَلْقه. ونظراً إلى أن البشر قد صُنعوا من صورة الخالق فإن فيهم تقديراً موروثاً لنسب توافق الأنغام التي حددتها متعددات السطوح المعروفة، حتى ولو كانوا جاهلين بالرياضيات.

وقمة الأجزاء في كتاب (كپلر) حول التناغم هو الجزء الخامس وفيه يتوجّه بنفسه إلى الفسحة القائمة بين الكواكب وعلاقتها بالتناغم الموسيقي. وكان قد جادل في كتابه (أسرار وصف الكون) أن الله بنى المسافة بين الكواكب على أساس المجسمات الأفلاطونية الخمس. والآن لم يتنازل (كپلر) عن هذه الفكرة ولكنه سعى لأن يعثر على الأسباب المؤدية إلى ظاهرتين أخريين. وكانت إحداهما تتعلق باختلاف مراكز الكواكب، أي مدى بُعد



هذه المدرّجات الموسيقية من كتاب (كپلر) المسمى (الأنغام العالمية الحرة الخمس) في عام 1619 تُظهر كيف أن سرعات الكواكب تتوافق مع التناغمات الموسيقية. ففي المدرّج أعلاه، نجد أن موقع الكواكب في نقطتيها المتناقضتين (الأوج والحضيض) تحدّد النغم الثماني. يبدأ الثماني مع (زحل) في وضع الحضيض الشمسي، وتنتهي بالمشتري في وضع الأوج تربط مجموعة المدرجات أدناه مواقع الكواكب والقمر بعلامات موسيقية على الموازين. ويبدأ كل مدرّج بالكوكب (أو القمر) وهو في وضع الأوج وينتهي في وضع الحضيض.

الشمس عن كل مدار من مدارات الكواكب. واختلاف المركز هو ما يقرّر مدى قرب الكوكب من الشمس في أكبر اقتراب له منها وهو ما يسمى بـ«الحضيض الشمسي»، ومدى ابتعاده عنها في أبعد مسافة لها عنها وهو ما يسمى بـ«الأوج».

وكنتيجة لذلك وطبقاً لما يحكم به قانون (كپلر) الثاني فإن اختلاف المركز يحدّد مدى سرعة تحرّك الكوكب عند الحضيض، ومدى تباطؤ حركته في الأوج. واختلافات مراكز الكواكب ليس كلها واحدة ومتماثلة. فللمريخ اختلاف كبير في المركز، بينما ليس للزهرة نسبياً (ڤينوس) أي اختلاف في المركز على الإطلاق. ومثلما فعل (كپلر) قبل عشرين عاماً في كتابه (أسرار وصف

الكون) فقد وطّد (كپلر) نفسه كي يفسّر المشكلة الكامنة وراء وجود اختلافات عشوائية في المراكز عند الكواكب كما يبدو لنا. والظاهرة الجديدة الثانية والتي كان يسعى وراء معرفة سببها، وقد شغلت أفكاره لمدة 25 عاماً. كان يريد أن يعرف العلاقة الرياضية الدقيقة القائمة بين متوسط أبعاد الكواكب عن الشمس وفترات دورانها المدارية (أي: كم من الزمن كانت الكواكب تستغرق في العودة إلى نفس مكانها في مداراتها).

كان (كپلر) يظن أن الإجابة على كلتا المسألتين يمكن أن يرتبط بالتناغم والانسجام. ولكن المقارنة الدقيقة والأمينة لمختلف أقرب الأبعاد (الحضيض) ومتوسطها وأبعدها (الأوج) لم تكشف عن علاقات متناغمة أو منسجمة. هنا بدأ (كپلر) بالبحث عن علاقات متناغمة بين سرعات الكواكب الزاويّة كما تُرى من الشمس. ويمكن أن يكون ذلك ضمن مدار الكوكب أو بين أبطأ سرعةٍ له في (الأوج) أو أقصى سرعةٍ له في (الحضيض). فلو كانت مثل هذه العلاقة المنسجمة موجودة إن ذلك سيفسّر سبب أن لكل كوكب اختلافٌ في المركز. أو ربما تكون العلاقةُ موجودةً بين كوكبين ولنَقُل بين سرعة الحضيض لأحدهما وبين سرعة الأوج للكوكب التالي. وسوف تنسحب مثل هذه العلاقة على الفسحة القائمة بين الكواكب في علاقتها واحدها بالآخر. كانت مشكلةً مثيرةً للأعصاب ولكن (كپلر) نجح في نهاية الأمر في العثور على ترتيب معين يجسّد كل الإيقاعات

الموسيقية ويتوافق مع اختلافات مراكز الكواكب وأبعادها الملحوظة.

لقد ألّف (كپلر) الكتاب في نوبة من النشاط عادت إليه فيها كل الأفكار التي كانت تراوده حول التناغم فضمّها إلى الكتاب وفي مكانٍ ما منه. وعند النهاية وفي 15 أيار (مايو) من عام 1618 وجدت آخر قطعة من الأحجية حلاً لها. فقد ظل ولمدة 25 عاماً يبحث عن العلاقة بين فترات دوران الكواكب وبين أبعادها عن الشمس. كان الأمر بسيطاً وأبسط مما يتخيل المرء: إن نسبة مربع فترة الدوران على مكعب المسافة كانت متماثلة دائماً بالنسبة إلى كل الكواكب. وهذا هو «قانون (كپلر) الثالث المتعلق بحركة الكواكب».

وحقيقةُ أن هذا اللغز الأخير قد انكشف أمام (كپلر) في اللحظة التي كان يضع لمساته الأخيرة على كتابه الذي هو قمة أعمال حياته جعله متهللاً ومبتهجاً:

> «الآن وبعد ثمانية عشر شهراً من الشفق وثلاثة أشهر من الشروق وبضعة أيام على سطوعِ ضوءِ شمس أروع تأملاتي - فلن يقيّدني شيء بعد الآن. أريد أن أستسلم لهذا الجنون المقدس. أريد أن أوبّخ الناس الفانين باعترافي اللطيف: لقد سرقتُ سفن المصريين الذهبية لبناء مسكن لربّي بعيداً عن حدود مصر. إنْ سامحتموني فإنني سأكون سعيداً. إن شعرتم بالتملق والمداهنة فسوف أصبر وأتحمل. لقد سبق السيف العذل وبدأت بتأليف الكتاب سواء كان ذلك للمعاصِرين من الناس أو من ذريتهم: فهذا لا يهمّ. يمكن

أن ينتظر الكتاب قارئه ولمدة مئة عام، لو أن الله ينتظر من يتأمل فيه ستة آلاف عام.

وفي 27 أيار عام 1618 توقف قلم (كپلر) عن الكتابة وقد اكتمل كتابه المسمى (خمس كتب حول تناغم وانسجام العالم). وقد أهدى (كپلر) الكتاب إلى الملك (جيمس) الأول الإنكليزي، الذي اختاره آملاً أن يعمل (جيمس) كصانعٍ للسلام بين مذاهب أوروبة المتصارعة. وقد قدّمه عسى أن تمنح أمثلة الانسجام الذكي الذي وضعه الله في خَلْقه القوة لـ(جيمس) في سعيه وراء الانسجام والسلام بين الكنائس والدول.

ومهما كان هذا الأمل غير واقعي فقد فات أوانه: فقَبْل أربعة أيام انفجرت (بوهيميا) بالثورة مُشعِلةً (حرب الثلاثين عاماً).

قانون (ككلر) الثالث

لقد كانت فترة دوران الكواكب معروفة بشيء من الدقة ومنذ قرون. وكان من الصعب تحديد مدى أبعاد الكواكب النسبي، ولكن الملاحظات الرصدية الدقيقة الخاصة بـ(تايكو براهي) قد زوّدت (كپلر) بِقِيَم صالحةٍ تتعلق بهذه الأبعاد وذلك أثناء عمله في (الجداول الرودولفية). لقد كان لدى (كپلر) المعطيات التالية:

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل
فترة الدوران	88	225	365	687	4333	10759
البعد	388	724	1000	1524	5200	9510

وفترات الدوران هنا معطاة بالأيام، والأبعاد بمقياس 1/ 1000 من متوسط بُعد الأرض عن الشمس. وإذا ما حولنا فترات الدوران إلى سنين وعرّفنا متوسط بُعد الأرض على أنه (وحدة فلكية واحدة) فإننا نحصل على ما يلي:

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل
فترة الدوران	0,24	0,616	1,00	1,88	11,87	29,477
البعد	0,388	0,724	1,00	1,524	5,20	9,51

ونستطيع الآن أن نرى العلاقة التي لاحظها (كوبرنيكوس)، والعلاقة المترابطة بين أبعاد الكواكب وبين فترات دورانها. ولكن ما كان يسعى إليه (كپلر) هو العلاقة الدقيقة بين الفترة والبعد تكون فيها متماثلةً على كل الكواكب. ولنبدأ بحساب النسبة بين الفترة والبعد:

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل
فترة الدوران / البُعد	0,62	0,851	1,00	1,23	2,28	3,10

إن الفجوة في القيم بين عطارد وزحل يبيّن أن النسبة ليست ثابتة بالنسبة إلى كل الكواكب وتقسيم عامل آخر من عوامل البعد إلى مقسوم عليه (أو مقام) يجب أن يزيد من قيمة (عطارد) بينما يُنقص من قيمة (زحل).

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل
فترة الدوران						
البعد^2	0,38	0,724	1,00	1,52	5,21	9,61

ويبدو للوهلة الأولى وكأننا لا نصل إلى أي شيء. لقد أصبحت الفجوة بين القِيَم أكثر اتساعاً مما كانت عليه عندما بدأنا. ولكن النسب تبدو مشابهة بشكل يدعو للريبة لأبعاد الكواكب. وتقسيم عامل آخر للبعد إلى مقسوم عليه (أو مقام) سيسوّي ذلك كله.

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل
فترة الدوران^2						
البعد^3	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01

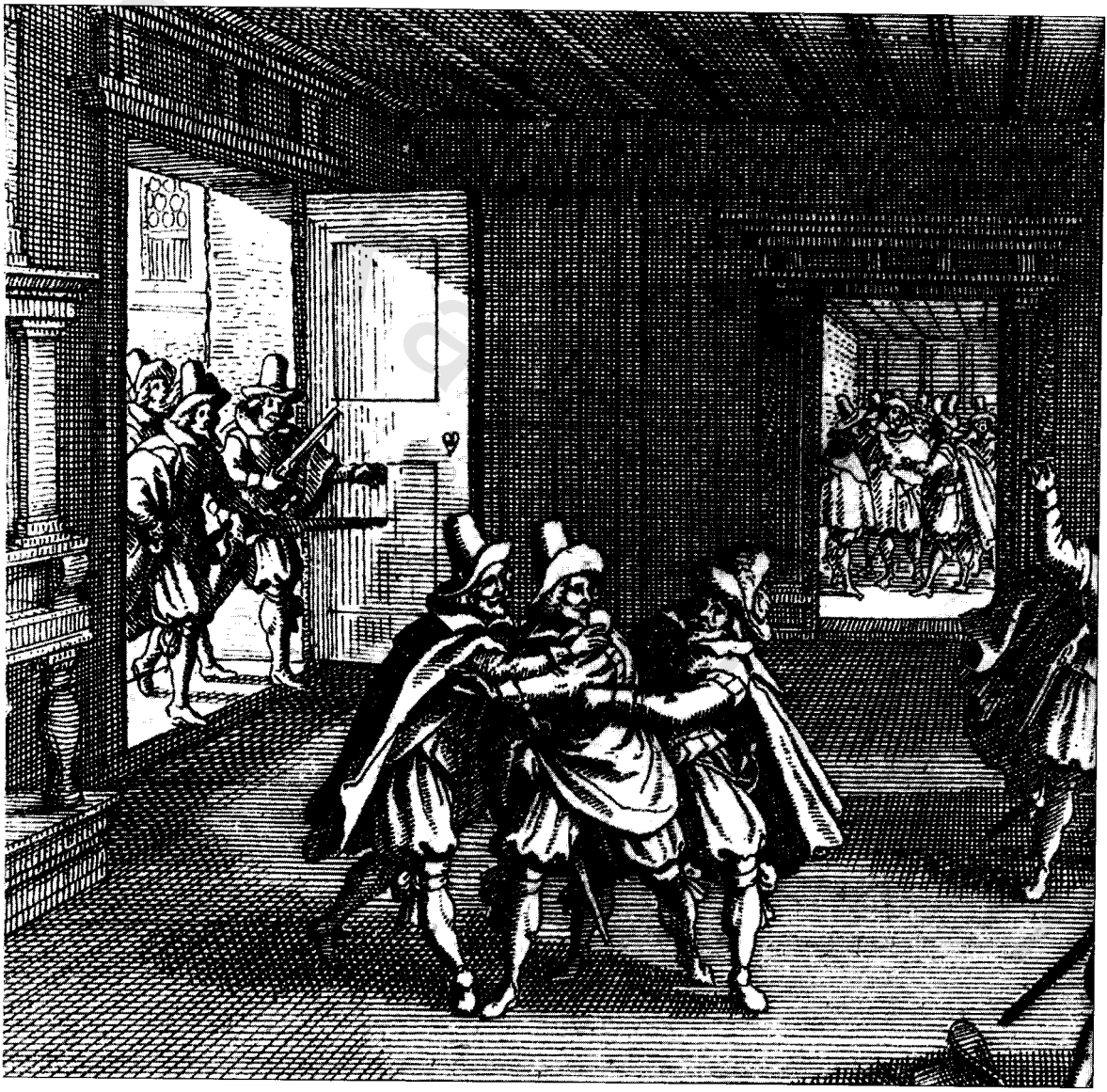
ويتبيّن (وكأنما ذلك لمسةٌ من السحر) بأن مربع الفترة مقسوماً على مكعب البعد يبدو متماثلاً تقريباً بالنسبة إلى كل الكواكب. هذه هي العلاقة التي تربط فترات دوران كل كوكب وأبعاد كل كوكب ـ وهي ما كان يبحث عنه (كپلر) منذ 20 عاماً.

وعند التعبير عن هذه العلاقة بالرموز الحديثة فإن قانون (كپلر) هو أنه بالنسبة إلى كل الأجسام التي تدور في مدار جسم آخر:

$$\frac{p^2}{a^3} = k \quad \text{أو:} \quad \text{الثابت} = \frac{\text{مربع فترة الدوران}}{\text{متوسط البعد}}$$

حيث (p) تمثل فترة الدوران، وa تمثل متوسط البعد، وk تمثل الثابت الذي يعتمد الجسم الذي يُدار من حوله والوحدات المستخدمة. وفي الحالة المذكورة أعلاه وبالنسبة للنظام الشمسي وباستخدام السنين و(الوحدات الفلكية) يتبيّن أنه:

$$\left(1.00\frac{year2}{AU^3}\right) = \text{مكعب الوحدات الفلكية/ مربع السنة} \ 1{,}00$$



في عام 1618 رمى نواب بروتستانتيون غاضبون الأوصياء وسكرتيراتهم إلى خارج النافذة في (هرادتشين) في مدينة (پراغ). وكان هذا العمل بداية (هرب الثلاثين عاماً).