اُلِگ موروز
برگردان: پرویز شهریاری

موسیقی آسمان

کپلر شاعر بود؛ شعر می‌سرود و حتا آن‌ها را چاپ می‌کرد. نخستین شعر او، وقتی چاپ شد که هنوز به‌نوزده سالگی نرسیده بود. مردم سروده‌های او را، که به‌زبان لاتینی بود، می‌پسندیدند و تحسین می‌کردند.

ولی کپلر، نه تنها در سروده‌های خود، که در اخترشناسی هم، شاعر بود و با تمامی وجود خود، هم‌آهنگی شگفت‌آوری را که برجهان هستیِ حاکم است احساس می‌کرد و همه‌ی زندگی خود را وقف کشف قانون‌های این هم‌آهنگی کرد.

گمان نمی‌رود، از میان دانشمندان، بتوان نمونه‌ی دیگری را یافت که مساله‌ای به‌این عظمت را در برابر خود گذاشته باشد. البته هواداران فیثاغورس و افلاتون هم، در زمان خود، به‌همین موضوع پرداخته بودند، ولی مشاهده‌ها و تجربه‌هایی که در اختیار آن‌ها بود، بی‌اندازه اندک می‌نمود. آن‌ها ناچار بودند، با پیش‌فرض‌های ساختگی، تا جایی که می‌توانند خیال‌بافی کنند. تنها کپلر بود که برای نخستین بار، تلاش کرد پاسخ قطعی را با تکیه بر داده‌هایی که تا زمان او گرد آمده بود، پیدا کند.

به‌نظر می‌رسد، دانشمند خود را به‌جای «آفریننده» می‌گذارد و می‌کوشد به‌صورتی منطقی، استدلال کند: «کامل‌ترین و برترینِ سازندگان» چه نظامی را برمی‌گزیند تا به«آفرینشی زیبا و بدون نقص» دست یابد، یعنی به‌همان جهان هستی که در برابر ما قرار دارد؟ از آن جا که جسم‌های آسمانی «با حساب مشخصی» آفریده شده‌اند، پس عدد باید مهم‌ترین اصلی باشد که در مبنای همه چیز قرار داده شده است. ولی در این جا با پرسشی دشوار روبه‌رو می‌شویم. از این اصل، چگونه استفاده شده است؟

کپلر، با حوصله‌ای غیرعادی، همه‌ی امکان‌هایی را که از اندیشه‌اش می‌گذرد، یکی پس از دیگری، به‌آزمایش می‌گذارد. ساده‌ترین پیش‌فرض: چه بسا، کلید اصلی، در دنباله‌ی عددهای طبیعی، یعنی یک، دو، سه، چهار، پنج،... باشد. فرض کنیم، طول مدار برخی سیاره‌ها، دو، سه یا چهار برابر بعضی دیگر باشد.

ولی افسوس! مدارها از این حساب ساده پیروی نمی‌کنند. کپلر اندازه‌های مدارها را، به‌همان گونه که درواقع امر هستند، یادداشت کرده و به‌آزمایش پرداخت: آیا رابطه‌ای پیچیده‌تر از رابطه‌ی بین عددهای طبیعی پیدا نمی‌شود که بتواند قانون‌مندی تغییر از یک زوج سیاره به‌دیگری را روشن کند؟ همه‌ی تلاش‌ها بیهوده بود. کپلر روایت می‌کند: «وقت زیادی را روی این مساله، روی بازی با عددها، هدر دادم، ولی نتوانستم هیچ نظمی در رابطه‌های عددی یا انحرافی را که در آن‌ها وجود دارد، پیدا کنم».

آن وقت کپلر، به‌قول خودش، گام «عجیبی» برداشت و فرض را بر این گذاشت که بین عطارد

(تیر) و زهره (ناهید) همچنین بین مریخ (بهرام) و مشتری (برجیس)، دو سیاره وجود دارد که به‌دلیل کوچکی، دیده نمی‌شوند. ولی این فرض هم، کمکی به‌او نکرد.

به‌این ترتیب، کپلر، بار دیگر در محاسبه‌های پرزحمت و بیهوده‌ی خود، شکست خورد، ولی از نو جست‌وجوهای خود را، در طول سال‌ها، دنبال کرد. او با تمامی وجود خود باور داشت، برای گشودن دشواری، راه‌حلی وجود دارد و زمانی فرا می‌رسد که تلاش‌ها و محاسبه‌های طولانی و خسته کننده به‌نتیجه برسد و میوه‌ی پرارزش خود را به‌بار آورد.

در هر گامی که برمی‌داشت، به‌حیله‌های پیچیده‌تری متوسل می‌شد که البته او را آزار نمی‌داد، ولی در هرحال تلاش می‌کرد، احساس زیبایی‌شناسی خود را از دست ندهد. سرانجام راه‌حل مساله، یکباره، در ذهن او درخشید و معلوم شد، به‌صورتی غیرعادی، ساده است. بله، راه‌حلی بسیار ساده! باید جای تصاعد حسابی، تصاعد هندسی را در نظر گرفت.

نهم ژوئیه سال ۱۵۹۵ میلادی، به‌عنوان یکی از تاریخ‌های کشف‌های بزرگ که همچون تاریخ‌های تولد به‌یادماندنی است، کپلر حرکت مشتری (برجیس) و زحل (کیوان) را برای شاگردان خود شرح داد. برای این منظور، درون دایره، مجموعه‌ای از مثلث‌های متساوی‌الاضلاع را رسم کرد که یک راس هرکدام از آن‌ها برمحیط دایره واقع و هریک نسبت به‌دیگری اندکی چرخیده بود. در برابر او دایره‌ی کوچک‌تری پدید آمد که ضلع‌های مثلث‌ها، روی محیط آن، با هم برخورد داشتند. عجب! روی تصویر دو دایره بود: محاط در هریک از مثلث‌ها و محیط برهرکدام از آن‌ها! از هندسه می‌دانیم، شعاع اولی، برابر نصف طول شعاع دومی است. ولی مگر محیط چنین نسبتی از شعاع‌ها، مدارهای مشتری و زحل نیستند؟ و همین، کلید حل اندیشه‌ی اصلی کشف بود! مدارهای این دو سیاره چنان‌اند که یکی محیط برمثلث‌ها و دیگری محاط در آن است. خوب، بعد چی؟ به‌ظاهر منطق بعدی چنین بود. زحل و مشتری «نخستین» سیاره‌ها و مثلث «نخستین» شکل از شکل‌های هندسی است. برای زوج دوم سیاره‌ها، یعنی مشتری و مریخ، مدارها به‌یاری شکل «دوم» یعنی مربع ساخته می‌شوند. برای زوج سیاره‌های بعدی باید از پنج ضلعی، شش ضلعی و هفت ضلعی استفاده کرد.

آیا ممکن است اندیشه‌ای به‌این زیبایی، نادرست باشد؟ افسوس که همین گونه است. در این جا هم، شبیه اندازه‌هایی که کوپرنیک برای مدارها به‌حساب می‌آورد، با محاسبه تطبیق نمی‌کرد. با وجود این، آیا به‌واقع می‌توان این اندیشه را زیبا دانست؟ در این جا، چیزی از میان افتاده است: این اندیشه روشن نمی‌کند، چرا تعداد سیاره‌ها درست شش عدد است (در آن زمان، تنها شش سیاره را می‌شناختند) و نه بیست یا صد عدد؟ از این گذشته، کپلر باور داشت، عدد شش به‌تصادف انتخاب نشده است. او از چنین منطقی پیروی می‌کرد؛ خود او می‌گوید:

«... در آن جا بود که با نیروهای تازه‌ای به‌جلو هدایت شدم. چه رابطه‌ای؛ بین شکل‌های روی صفحه، با مدارهای فضایی وجود دارد؟ از همین جاست که توجه به‌سمت جسم‌های فضایی می‌رود...» و به‌طور طبیعی، از اندیشه‌ی چند ضلعی‌ها به‌سمت چند وجهی‌ها می‌رود. چند ضلعی‌های منتظم را به‌هر تعداد دلخواه می‌توان ساخت، ولی چند وجهی‌های منتظم تنها پنج گونه‌اند. این را، اقلیدس هم ثابت کرده است. تنها پنج گونه چند وجهی و تنها شش سیاره... پنج و شش، پنج و شش... عجب یافتاری! مگر نه این است که تعداد فاصله‌های بین سیاره‌ها، پنج است؟ کپلر زمزمه می‌کند: «حیرت‌آور است! با این که هنوز اندیشه‌ی روشنی دربارهٔ ردیف و نظمی که باید جسم‌های منتظم داشته باشند، پیدا نکرده‌ام، توانسته‌ام پیشرفتی داشته باشم... درباره‌ی ردیف قرار گرفتن آن‌ها، همان گونه که پیش از این هم آزمایش کرده‌ام، چیزی تغییر نکرده است. اکنون دیگر، به‌خاطر وقتی که روی کار گذاشته‌ام، افسوس نمی‌خورم، احساس خستگی نمی‌کنم و از محاسبه باکی ندارم، ولو این که محاسبه‌هایی دشوار باشد. شبانه‌روز محاسبه خواهم کرد. یا پیش‌فرض من با مدارهای کوپرنیکی سازگار درمی‌آید و یا شادی من برباد می‌رود... چند روز که بگذرد، همه چیز جای خودش را می‌گیرد. یک جسم متقارن را بعد از دیگری می‌بینم. درست همان گونه که مدارهای آن‌ها در نظر گرفته شده است. مثل این که به‌قلابی در آسمان آویخته شده‌اند تا به‌زمین نیفتند؛ و این، همان پاسخ مساله است...».

کپلر جسم‌های منتظم را با چه ردیفی در نظر گرفت؟ درون کره‌ی زحل، دورترین سیاره نسبت به‌خورشید، مکعبی محاط کرد. مکعب به‌نوبه‌ی خود مشتری را دربر گرفته بود. سپس پشت سر هم، چهار وجهی فضای مریخ را، دوازده وجهی فضای زمین را، بیست وجهی فضای زهره را و هشت وجهی فضای عطارد را تشکیل می‌داد.

□

کپلرِ احساساتی، از کشف خود شادمان بود. به‌احتمالی نتوان، بعد از کپلر، دانشمند دیگری را یافت که به‌این اندازه شاد شده باشد؛ کسی هم به‌این اندیشه نیفتاد تا دیدگاه او را به‌آزمایش بگذارد. همه چیز با هم جور بود. معلوم می‌شود، به‌هر حال، «نظامی عددی» برقرار است و چقدر جالب است، کار با چندوجهی‌های منتظم و کره به‌پایان رسید. کپلر به‌معلم سابق خود در دانشگاه توبینگن نوشت: «در خط‌ها و سطح‌ها، هیچ عدد مشخصی دیده نمی‌شود. آن‌ها بی‌پایان‌اند. بنابراین تنها جسم‌ها می‌مانند، ولی البته جسم‌های نامنظم را، که نمی‌توانند برای ساختمان جهان مناسب باشند، باید کنار گذاشت. بنابراین تنها شش جسم باقی می‌ماند، کره... و پنج گونه چندوجهی منتظم».

همین که دانشمند از شادی نخستین به‌در آمد، به‌تلاشی پی‌گیر دست زد تا اندیشه‌ی مربوط

به‌بخش‌های دستگاه خود را به‌سامان رساند و آن را کامل کند. چرا جسم‌های منتظم به‌این ردیف قرار گرفته‌اند، نه به‌ردیف دیگری؟ کپلر می‌خواست در این جا هم، خود را به‌گونه‌ای «اصل» یا «قانون‌مندی» برساند. مجموعه‌ی چند وجهی‌ها را به‌دو گروه تقسیم کرد. مکعب، چهار وجهی و دوازده وجهی را در گروه اول گذاشت. این‌ها، جسم‌های «نخستین»اند. در گروه «دوم»، هشت وجهی و بیست وجهی قرار دارند. سیاره‌های «بالایی» ـ زحل، مشتری و مریخ ـ با شکل‌های «نخستین» همراه‌اند و سیاره‌های «پایینی» ـ زهره و عطارد ـ با شکل‌های «دوم». و زمین ماده‌ی خاصی است که بین آن‌ها و این‌ها واقع است.

جسم‌های دو گروه «اول» و «دوم» چه اختلافی دارند؟ پیش از همه، اختلاف در این جاست که در گروه «اول»، سه یال در هر راس به‌هم می‌رسند. در حالی که در گروه «دوم» در هر راس بیش از سه یال به‌هم برخورده‌اند. ولی اختلاف دیگری هم وجود دارد. دانشمند کنجکاو و ریزبین یادآوری می‌کند، وقتی چهار وجهی و دوازده وجهی را روی یکی از وجه‌ها بگذاریم، بهتر و متقارن‌تر به‌نظر می‌رسد، در حالی که هشت وجهی یا بیست وجهی را، برای این منظور، باید روی یکی از راس‌های آن قرار داد. کپلر می‌گوید: «اگر چند وجهی‌های «دوم» را روی یکی از وجه‌ها بخوابانیم، یا یکی از چند وجهی‌های «اول» را روی یکی از راس‌های خود نگه داریم، چشم از پذیرش آن‌ها امتناع می‌کند و آن‌ها را ناقص می‌پندارد». به‌اعتقاد کپلر، این اختلاف موجب می‌شود «جسم‌های منتظم نخستین، بنابر طبیعت خود، پایدار و جسم‌های منتظم گروه دوم شناور باشند». ساختگی بودن این استدلال برهمگان روشن است؛ خود کپلر هم این را می‌دانست. ولی نمی‌توانست اندیشهٔ بهتری را جانشین آن کند.

□

با وجود این کپلر، بیش از ساختگی بودن این نظریه، از چیز دیگری ناآرام بود. ناراحتی اصلی او این بود که باز هم نتیجه‌ی محاسبه‌ها، مُدل تازه‌ی او را تایید نمی‌کرد و با آن چه کوپرنیک به‌دست آورده بود، نمی‌ساخت، با این که در آغاز با شوق و تب و تاب روی کشف خود کار می‌کرد، راضی به‌نظر نمی‌رسید و در جریان کار متوجه ایرادهای جدی شد. به‌ویژه از عطارد ناراضی بود. نسبت شعاع کره‌ی عطارد به‌شعاع کره‌ی نزدیک‌ترین سیاره ـ زهره ـ غیر از مقداری که کوپرنیک داده بود، به‌دست می‌آمد و بیش از یک پنجم اختلاف داشت. روشن است که این وضع، پذیرفتنی نبود.

کپلر برای این که مُدل زیبای خود را نجات دهد، به‌حیله‌ای دست زد: برای عطارد کره‌ی دیگری را انتخاب کرد؛ به‌جای این که کره بروجه‌های هشت وجهی مماس باشد، آن را مماس بروسط یال‌های چند وجهی گرفت. در این صورت عددها، بیشتر با هم سازگار بودند. ولی چه

ارزشی داشت! دقیق‌تر شدن مُدل به‌حساب محاسبه، به‌قیمت خراب شدن تقارن آن بود: نه تنها پایه‌ای قانع‌کننده برای ردیف چند وجهی‌ها وجود ندارد، بلکه یکی از سیاره‌ها، به‌دلیلی نامعلوم، از نظم عمومی بیرون می‌رود.

با این همه، کپلر، با خود می‌گفت: «چنین نزدیکی نسبت عددی مربوط به‌ویژگی‌های جسم‌های منتظم، با فاصله‌های بین سیاره‌ها، نمی‌تواند تصادفی باشد... به‌سادگی می‌توان دید، اگر آزمایش من با طبیعت آسمان ناسازگار بود، چه اختلاف بزرگی بین عددها پدید می‌آمد»!

درست است که به‌این ترتیب، خود را تا اندازه‌ای راضی می‌کرد، ولی نمی‌توانست به‌عدم دقت‌هایی که وجود داشت تسلیم شود. اکنون که کار با عطارد را به‌نحوی سر و صورت داده بود، در برابر وضع مشابهی برای عددهای کپلری و کوپرنیکی مربوط به‌مشتری قرار گرفت. آیا نمی‌شود، دقت محاسبه را برای همه‌ی سیاره‌ها بالا برد؟ به‌نظر می‌رسید از همه‌ی امکان‌ها استفاده شده است. شاید هنوز هم امکان‌های دیگری وجود داشته باشد؟ کپلر به‌معیار (به‌عددهای کوپرنیک) نزدیک شده بود؛ ولی آیا همه‌ی این عددها دقیق‌اند؟ کوپرنیک «برای این که محاسبه‌ها راکوتاه کند و در عین حال، به‌این خاطر که نگران دور شدن از روش بتلمیوس بود»، موقعیت سیاره‌ها و مدارهای آن‌ها را، نه نسبت به‌خورشید، بلکه نسبت به‌مرکز زمین در نظر می‌گرفت. کپلر، که درواقع پیشگام اندیشه‌ی نیوتون بود، خورشید را به‌گونه‌ای ساده «رهبر جهان» نمی‌دانست که «برتخت پادشاهی نشسته است» بلکه آن را سرچشمه‌ی حرکت سیاره‌ها به‌شمار می‌آورد، سیاره‌هایی که مرکز مدار آن‌ها در مرکز خورشید قرار دارد، نه جای دیگری.

کپلر برای این که انحراف محاسبه‌ی خود را اصلاح کند، از موستلین، معلم سابق خود خواهش کرد، با این فرض که مرکز خورشید مرکز مدار سیاره‌ها باشد، یک بار دیگر عددهای کوپرنیکی را آزمایش کند. وقتی موستلین این کار دشوار را به‌پایان رساند، طرح نامنتظری پدیدار شد. گرچه برای مشتری، عددها بیشتر و بهتر تطبیق می‌کرد، ولی برای عطارد (نیشخند سرنوشت را ببینید!)، عددها به‌همان جایی رسید که کپلر آن‌ها را رد می‌کرد و نسبت فاصله‌های سیاره‌های دیگر ـ مریخ، زمین، زهره ـ بسیار متفاوت از آن چه کپلر با استفاده از چند وجهی‌ها به‌دست آورده بود، درآمد.

باید همه چیز را از نو آغاز کرد.

□

کپلر متوجه شد، با تکیه بر «جسم‌های منتظم» کار به‌سامان نمی‌رسد و گامی «عجیب و جسورانه» برداشت. او تصمیم گرفت از داوری به‌عنوان یک «هندسه‌دان ظریف» و نکته‌سنج دست بردارد و به‌صورت یک فیزیک‌دان وارد میدان شود. تلاش کرد بستگی بین شعاع مدار

سیاره‌ها را با دوره‌ی گردش آن‌ها به‌دور خورشید پیدا کند. این بستگی چگونه است؟ یک نسبت مستقیم؟ نه، تحقیق این فرضیه را رد می‌کند. کپلر احساس می‌کند، در این جا، به‌هم خوردن نسبت‌ها، باید ناشی از «نیروی محرک» خورشید باشد. ولی برای این که تصوری از این نیرو به‌دست آورد، به‌استدلال منطقی پرداخت و سعی کرد بفهمد، این نیرو به‌چه ترتیب بین سیاره‌ها پخش شده است. کپلر می‌اندیشد: «به‌احتمال زیاد بتوان فرض کرد، اثر خورشید از همان قانونی پیروی می‌کند که برای نور داریم... چه در نور و چه در نیروی محرک، میزان ضعیف شدن را باید در نسبت محیط دایره‌ها جست و جو کرد. مدار زهره نزدیک‌تر از مدار عطارد است، به‌همین مناسبت، عطارد با نیروی بیشتری حرکت می‌کند، با عجله‌ی بیش‌تر و تندتر از زهره، ولی هرچه طول مدار بیش‌تر باشد، زمانی که سیاره برای دوران لازم دارد، بیش‌تر است، ولو این که نیروی محرکی که برآن‌ها اثر می‌کند، یکسان باشد. بنابراین، بزرگ‌تر شدن فاصله‌ی سیاره از خورشید، از دو جهت بر بیش‌تر شدن دوره‌ی گردش آن اثر می‌گذارد».

کپلر با به‌حساب آوردن این «تاثیر دوگانه» بستگی ریاضی دوره‌های گردش دو سیاره را با شعاع مدار آن‌ها به‌دست آورد. البته، دستوری که کپلر نتیجه گرفت، نادرست است. امروز می‌دانیم، این دستور تنها گاهی و به‌گونه‌ای موقت می‌تواند جای قانون سوم کپلر را، که خیلی دیر کشف کرد، بگیرد. ولی کپلر به‌یاری همین دستور توانست فاصله‌های نسبی بین سیاره‌ها و خورشید را پیدا کند که به‌محاسبه‌های کوپرنیک بسیار نزدیک بود.

دوباره توبت آرامش و شادی دانشمند، به‌خاطر نتیجه‌بخش بودن زحمت‌های طاقت‌فرسا فرا رسید: «می‌بینم تا چه حد توانسته‌ام به‌حقیقت نزدیک شوم».

□

همه‌ی این‌ها درست، پس دیگر چه نیازی به‌چند وجهی‌های منتظم دارد؟ مگر نه این است که آخرین محاسبه‌های موفقیت‌آمیز خود را بدون یاری گرفتن از آن‌ها انجام داده است؟ باید قدر دستوری را که پیدا کرده است، بداند. با همه‌ی این‌ها، دوباره به«جسم‌های منتظم» برگشت. کپلر به‌فریدریک، اشراف‌زاده‌ی ووتنبرگ مراجعه و از او خواهش کرد مُدل جهان را به‌صورت یک مکعب نقره‌ای و طبق طرح او بسازد. فریدریک در پاسخ گفت، از هزینه‌ی کار نمی‌هراسد، ولی می‌خواهد در آغاز این مکعب را، به‌صورتی که با کاغذ ساخته شده باشد، ببیند. کپلر به‌وجد آمد. به‌محاسبه پرداخت، شکل‌های پیچیده‌ای از کاغذ برید، به‌هم چسباند و یکی را در درون دیگری جا داد. سرانجام، مکعب آماده شد منظره‌ای جالب داشت که برهر کسی تاثیر می‌گذاشت. نیم کره‌ی بزرگ که مکعبی در آن جا داده شده بود، بعد نیم کره‌ای کوچک‌تر با قالب چهار وجهی در درون آن، سپس شکل‌هایی مینیاتوری که تشخیص آن‌ها، با چشم دشوار بود -

نیم کره‌هایی با دوازده وجهی، بیست وجهی و هشت وجهی ـ همه چیز با دقت تمام و همان گونه که کپلر درباره‌ی جهان هستی تصور می‌کرد.

ولی اشراف‌زاده نمی‌خواست به‌هواداری از کوپرنیک مشهور و شریک «جرم» او شود، و یا به‌هر دلیل دیگری، به‌خواست کپلر تن در نداد. آرزوی کپلر که می‌خواست هم‌آهنگی جهان هستی را برای همگان قابل درک کند و تصورهای خود را به‌صورتی عینی نشان دهد، به‌صورت آرزو باقی ماند. مکعب کاغذی که با دست‌های خود ساخته بود، تنها یادگار ناپایدار از اندیشه‌ی او بود.

□

با وجود این، یادگار کاغذی دیگری از کپلر باقی ماند که استوارتر و ماندگارتر است: کتابی با عنوان دراز «بررسی‌های کیهانی درباره‌ی راز جهان هستی در رابطه با نسبت‌های زیبا و شگفتی که بین دایره‌های آسمانی وجود دارد و دلیل‌های عددی واقعی و اندازه‌های کره‌های آسمانی و همچنین حرکت‌های دوره‌ای، به‌یاری پنج جسم منتظم. یوهان کپلر از ووتنبرگ، همراه با قانون‌های قانع‌کننده‌ی ریاضی».

و طبق معمول، نسخه‌هایی از کتاب خود را پس از چاپ، برای همکارانش و از جمله گالیله و تیخو براهه فرستاد.

گالیله با شتاب نگاهی به‌پیش گفتار کتاب انداخت ـ پیکی که کتاب را آورده بود، عجله داشت ـ و تنها توانست بفهمد، کپلر یکی از هواداران کوپرنیک است. نامه‌ای موثر و محرمانه نوشت و ضمن سپاس و آرزوی موفقیت برای او، اظهار کرده بود: این کتاب به‌او امید داد تا کسی مثل کپلر را پیداکند که «با همکاری او در جست و جوی راستی و حقیقت باشند». ولی بعد که کتاب را با دقت بیش‌تری خواند، به‌ظاهر از شوق نخستین خود افتاد، این کتاب به‌مذاق او (و هم بعدها به‌مذاق نیوتون) که به‌نیروی تخیل کپلر پی نبرده بود، خوش نیامد. ولی در هرحال، کپلر را از دیدگاه کلی خود درباره‌ی کتاب آگاه نکرد. او هیچ گاه و در هیچ نامه‌ای اظهار نظری درباره‌ی این کتاب نکرده است ولی همیشه تاکید می‌کرد، روش او و اندیشه‌ی او با روش و اندیشه‌ی کپلر «فرق دارد».

تیخو براهه در پاسخ دادن شتاب نکرد. ضمن ستایش کپلر به‌خاطر هنرمندی در محاسبه‌ها، به‌او سفارش کرد، از تخیل‌های بیهوده دست بردارد و بیش‌تر و دقیق‌تر به‌مشاهده بپردازد، چرا که این راه او را زودتر به‌حقیقت می‌رساند. از ساختمانی که کپلر برای آسمان طرح ریخته است چه نتیجه‌ای حاصل می‌شود؟ سی و پنج سال است، آگاهی‌هایی دقیق و منظم درباره‌ی هرچیزی که در آسمان است ـ برای هر حرکت سیاره‌ها، ستارگان دنباله‌دار، ستارگان ثابت،... ـ

جمع‌آوری شده و آگاهی‌های زیادی درباره‌ی آن‌ها به‌دست آمده است.

کپلر و براهه، هردو می‌دانستند، با این که از هم دورند و با این که خصلت‌ها و رفتارهای کاری متفاوتی دارند، به‌هم نیازمندند؛ البته هر کدام از آن‌ها، این نیاز را به‌صورتی خاص خود درک می‌کرد. براهه چند سال از زندگی خود را با پی‌گیری وقف مشاهده کرده بود و احساس می‌کرد به‌تنهایی نمی‌تواند از آن‌ها نتیجه‌گیری کند و در جست و جوی کسی بود که به‌عنوان دستیار، بتواند با آرامش به‌نتیجه‌های درسنی برسد. در عین حال، براهه برای خود مدلی از جهان هستی داشت. این مُدل با مدل بتلمیوس و کوپرنیک متفاوت و چیزی در بین آن‌ها بود. او مثل کوپرنیک باور داشت، سیاره‌ها روی مدارهای دایره‌ای دور خورشید می‌چرخند. ولی زمین را استثنا می‌کرد و مثل بتلمیوس زمین را ساکن و در مرکز جهان می‌دانست که خورشید هم روی مدار دایره‌ای دور آن حرکت می‌کند.

کپلر به‌این مناسبت می‌گوید: «تیخو مشاهده‌های خوبی در اختیار دارد و ستارگان را می‌شناسد. فاصله‌ها و هر آن‌چه را که لازم است، فراهم آورده است. تنها یک معمار کم دارد که با استفاده از همه‌ی این‌ها و همراه با خود تیخو به‌هدف برسد. هرقدر که بخت یار تیخو باشد و به‌هر اندازه که هنرمندی داشته باشد، چند جانبه بودن مساله و به‌دلیل این موقعیت که گاه، حقیقت در ژرفای ابهام و تاریکی پنهان می‌شود، مانع‌هایی در مسیر او وجود دارد... از آن جا که روح و نیروی او کاهش یافته است و یا در چند سال آینده کاهش می‌یابد، به‌دشواری می‌توان اندیشید که خود به‌تنهایی بتواند کار را به‌انجام برساند».

ولی خود کپلر، گرچه احساس می‌کرد به‌مشاهده‌های براهه نیاز دارد، به‌هیچ وجه درباره‌ی مُدلی که برای جهان ساخته بود، کمبودی نمی‌دید. او بی‌هیچ تزلزلی هوادار کوپرنیک بود؛ خیال داشت از دستگاه کوپرنیکی دفاع کند و آن را عمیق‌تر سازد. هرچه بیش‌تر روی «راز کیهان» کار می‌کرد، این احساس او ژرف‌تر می‌شد که بدون آگاهی‌های دقیق درباره‌ی حرکت سیاره‌ها، نمی‌تواند پیش برود، همان گونه که بدون هوا نمی‌توان نفس کشید. کتاب‌های بزرگی که براهه تنظیم کرده بود، او را آرام نمی‌گذاشت و از این بابت رنج می‌برد که آن‌ها را در اختیار ندارد، ولی رنج، چاره‌ی کار نبود.

کپلر به‌موستلین می‌نویسد: «باور من درباره‌ی تیخو این است: او بیش از اندازه غنی است، ولی به‌اندازه‌ی غنای خود آگاهی ندارد تا بداند با ثروت خود چه کند. بنابراین، باید این زحمت را به‌عهده بگیرم... او را از جمع آوری مال باز دارم و او را وادارم، بی‌درنگ مشاهده‌های خود، و هم بقیه‌ی نوشته‌های خود را چاپ کند».

□

سرانجام، با هم روبه‌رو شدند. تیخو براهه، از کپلر به‌عنوان دستیار خود دعوت کرد. در آن زمان، رصدخانه‌ی مشهور «اورنی بورگ» را در «دانی» ترک و به«باناتِک» نزدیک پراگ رفته بود.

به‌راستی چه زیباست وقتی دو دانشمند به‌هم بپیوندند و با هم، مثل تنی واحد، روی یک مساله کار کنند و هیچ برخوردی با هم نداشته باشند و این، در حالی بود که هردو از خصلت‌های متفاوت یکدیگر اطلاع داشتند. از این گذشته، کپلر از نظر براهه درباره‌ی «راز کیهانی» خود آگاه بود و می‌دانست، براهه به‌او، به‌عنوان یک همکارِ برابر نمی‌نگرد و درواقع به‌چشم یک مشاهده‌کننده و محاسب به‌او نگاه می‌کند. کپلر با افسوس، گله‌ی خود را با موستلین درمیان می‌گذارد: «تیخو کسی است که با او نمی‌توان زندگی کرد و توهین‌های خشن او قابل تحمل نیست».

اگرچه هردو ـ هم کپلر و هم براهه ـ به‌سختی برای بهبود رابطه‌ی خود تلاش می‌کردند، ولی در عین حال از تلخی‌ها و بدگمانی‌ها رنج می‌بردند. با این همه، باید گفت، این رابطه، برای دانش و برای تاریخ، موفقیتی بی‌نظیر بود. نمی‌توان تصور کرد، اگر این رابطه بریده شده بود، چه فاجعه‌ای پیش می‌آمد! کم مانده بود، چنین وضعی پیش آید. خستگی زیاد ناشی از بیماری و تیره‌روزی، مبهم بودن جایگاه او، خشم ناشی از این که خود را برتر از براهه می‌دانست، موجب شد کپلر در دیداوری که از «باناتک» داشت، در را به‌روی خود ببندد و به‌خانه برگردد، ولی خوشبختانه، خیلی زود از تصمیم خود منصرف شد و سرانجام در پراگ ساکن شد. ولی همیشه در این اندیشه بود که آیا راه درستی را انتخاب کرده است! سرآخر، وقتی نتوانست جای مناسب دیگری پیدا کند، به‌همکاری با براهه تن داد.

این بستگی تنها از این جهت سودمند نبود که، پس از مرگ براهه، کپلر وارث مشاهده‌های باارزش او شد، چیزی که همیشه در آرزوی آن بود. دلیل‌های دیگری هم، برای پربار بودن این رابطه، وجود داشت. «آب» و «آتش» تنها دشمن یکدیگر نیستند، بلکه در ضمن، می‌توانند هم را تکمیل کنند: براهه‌ی آرام و ملاحظه‌کار و اندیشه‌های سخاوتمند و جنون‌آمیز کپلر. تا این جا چیزی نبود که آزادی کپلر را محدود کند. می‌توانست هرچه را که می‌خواهد، برای بررسی انتخاب کند و او بنابر انرژی بی‌پایان و حرارت لجام‌گسیخته‌ی خود، اغلب گسترده‌ترین زمینه‌های عددی را برمی‌گزید. پیش از آن که به‌پراگ برود، کپلر طرح تنظیم کتاب بزرگی درباره‌ی «هم‌آهنگی جهان» ریخته بود. ولی براهه، مساله‌ی محدودی را در برابر او قرار داد: نظریه‌ی حرکت مریخ، چیزی که در برابر اندیشه‌ی کپلر، یک بازی نه چندان شیرین بود، آرمان بزرگ کپلر، چه جایی در این مساله می‌توانست داشته باشد؟ چگونه می‌شود در این جا، اشتیاق نسبت به‌زیبایی را تسکین داد؟ هم‌آهنگی ـ این آوای رازگونه و حیرت‌آوری که از همهٔ

بخش‌های آسمان به‌گوش می‌رسد، شبیه آن‌چه او با طرح خود نشان داده، ولی هنوز در «راز کیهانی» به‌صورتی گسترده باز نشده است. ولی اکنون باید به‌کاری دیگر بپردازد، کاری که براهه در برابر او گذاشته است که اگر با براهه برخورد نمی‌کرد، آغاز هم نمی‌شد. ولی سرانجام همین وظیفه‌ی مهم زندگی او شد که بسیار هم ثمربخش بود.

کار روی نظریه‌ی مریخ، درواقع، هیچ شباهتی به‌کشف رمز نظام کلی ساختمان جهان نداشت. در این جا، کپلر تازه‌ای زاده شد که با کپلر سابق تفاوت اساسی دارد. می‌توان گمان کرد، کس دیگری که هرگز در پی شناخت جهان هستی و هم‌آهنگی حاکم برآن نبوده و تمایلی برای یافتن «شاه کلیدی» که رازگشای جهان باشد، نداشته است، او را برانگیخته تا نظریه‌ی مریخ را بسازد.

در آغاز کار را ساده می‌پنداشت و شرط بست آن را در هشت روز تمام کند. ولی موفق نشد. شرط را باخت. کار هشت روزه، شش سال طول کشید. به‌درازا کشیدن کار، دلیل‌هایی جدی داشت. مریخ از روزگاران قدیم، در بین اخترشناسان، مشهور به‌سیاره‌ای خودسر و هوس‌باز بود. به‌قول کپلر، این سیاره «با حیله‌گری‌های خود به‌آن‌ها می‌خندد، فکر آن‌ها را پریشان می‌کند و آرزوهای آن‌ها را بی‌رحمانه به‌هم می‌ریزد... از روزگاران کهن، بارها در این باره شکوه کرده‌اند و پژوهشگر خستگی‌ناپذیر رازهای طبیعت، پلینی مشهور، مبارزه با مریخ را تا سر حد مرگ اعلام کرد».

خودتان داوری کنید: برای نمونه، در اوت سال ۱۶۰۸، جایی که باید طبق محاسبه باشد، چهار درجه و در اوت و سپتامبر سال ۱۵۹۳، قریب پنج درجه فاصله دارد...

کپلر مساله‌ی سازگار کردن محاسبه را با مشاهده، رودرروی خود گذاشت. این بار هم‌آهنگی را کنار گذاشت و دقت را هدف خود در کار قرار داد. چه بسا، توجه به‌هم‌آهنگی، مانع دقت او شود و به‌نتیجه گیری‌های او آسیب برساند.

پیش از هرچیز، اندیشه‌ی حرکت یکنواخت سیاره‌ها را ـ که هم بتلمیوس پذیرفته بود و هم کوپرنیک ـ کنار گذاشت. این مطلب، دلیلی فیزیکی داشت: اگر سیاره برای حرکت خود، از نیروی محرک خورشید بهره می‌برد (و کپلر هم، همین گونه می‌اندیشید)، بنابراین وقتی نزدیک‌تر به‌خورشید است، باید تندتر از زمانی حرکت کند که از خورشید دورتر است. حرکت سیاره با نزدیک شدن به‌خورشید تندتر و با دور شدن از آن کندتر می‌شود.

اکنون باید به‌محاسبه پرداخت. کپلر در یادداشت‌های براهه، آگاهی‌هایی درباره‌ی ده‌ها حالت مریخ پیدا کرد و از بین آن‌ها، حالت‌های مربوط به‌چهار سال ۱۵۸۷، ۱۵۹۱، ۱۵۹۳ و ۱۵۹۵ را برگزید. سپس به‌کار مشغول شد، کاری که جز اعمال شاقه، نام دیگری برای آن

نمی‌توان پیدا کرد.

محاسبه می‌کرد و عددها را به‌دنبال هم می‌گذاشت، تقریب درست آن‌ها را پیدا می‌کرد و در جست و جوی حقیقت بود. محاسبه‌های او نهصد صفحه را پر کرد. دست کم هفتاد بار برآوردهای خود را تکرار کرد و به‌آزمایش دوباره گذاشت...

مثل همیشه، ماه‌ها و سال‌ها برای کپلر به‌هم پیوست و او همچنان جذب کار خود بود، کار سنگینی که سرانجام با پیروزی شادی‌آوری همراه بود. دورترین و نزدیک‌ترین نقطه به‌خورشید، در چهار سالی که کپلر انتخاب کرده بود، برای مریخ پیدا شد. کپلر به‌یاری آن‌ها، همین نقطه‌ها، یعنی اوج و حضیض را، برای مریخ در شش سال دیگر پیدا و با نتیجه‌هایی که از مشاهده‌های براهه در دست داشت، مقایسه کرد. اختلاف بسیار ناچیز و کمتر از دو دقیقه‌ی زاویه‌ای بود... این یک پیروزی بود، پیروزی که مدت‌ها انتظارش را می‌کشید.

اکنون می‌توان نفسی تازه کرد و به‌یاد آورد، چه کشاکش‌های سختی را برای درست اندیشیدن باید تحمل کرد تا به‌هدف رسید... و این پیروزی تا چه اندازه باارزش است! درضمن، باید برای انتقادهای احتمالی آماده شد. کپلر می‌نویسد: «هندسه‌های پیچیده‌ای در برابر ماست.. که نمی‌توان آن‌ها را رد کرد... اثبات این که روش من کافی نیست، مهارت می‌خواهد... چه بسا این ریاضیات بتواند نیروی خود را نشان دهد و راه حل هندسی مساله پیدا شود. هرکدام از این مساله‌ها را مدیون آپولونیوس بزرگ هستم... برای من کافی است از یک قضیه‌ی مقدماتی (چهار مشاهده و دو فرضیه) آغاز کنم و چهار یا پنج نتیجه بگیرم، یعنی می‌توانم از ماز پیچ در پیچ، نه با نور مشعل، بلکه با راهنمایی نخ ساده‌ای (که از آغاز در دست‌های خود دارم) بیرون بروم. اگر روش را به‌درستی نفهمیم، آن وقت بررسی مطلب باز هم دشوارتر می‌شود».

اندوه پنهانی، که لحظه‌های شادی کپلر را پوشانده است از درون این واژه‌ها احساس می‌شود، کپلر با «خدای جنگ» مباره می‌کند، ولی خدای پشتیبان هنر و زیبایی او را آرام نمی‌گذارد. دانشمند با خود زمزمه می‌کند: هدف دانش ثابت کردن است که البته برپایه‌ی مشاهده و چند فرضیه قرار دارد و از این راه به‌برخی نتیجه‌های مطمئن می‌رسد. ولی از این راه میل درونی انسان ارضا نمی‌شود. برای کپلر، راهی که در پیش گرفته مهم است. این بار مسیر را کورمال کورمال می‌پیماید و به‌محاسبه‌های سنگین و طولانی پناه می‌برد. ولی این، بهترین روش نیست. زیبایی ندارد، ظرافت ندارد... هندسه! تنها هندسه است که به‌باور کپلر، برای روشنی بخشیدن به‌موضوع مناسب است.

به‌این ترتیب است که کپلر، باز هم حقیقت را در «زیبایی» و «زیبایی» را عین حقیقت می‌یابد.

□

با این همه، مدت کوتاهی بود که اطمینان به‌نتیجه‌گیری‌های محاسبه‌ای او را خوشحال می‌کرد. در حد فاصل بین اوج و حضیض، محاسبه‌ی او با محاسبه‌های براهه تفاوت داشت و این اختلاف، نه دو، بلکه درست هشت دقیقه بود، ولی مثل این که هنوز چندان زیاد نیست! کپلر، ضمن کار روی «راز کیهانی»، گاهی انحراف‌های بیش‌تر را هم ندیده می‌گرفت و با این چشم‌پوشی، هم‌آهنگی لازم را تامین می‌کرد. هم‌آهنگی، هم هدف او بود و هم می‌توانست ناکامی‌ها را تلافی کند. ولی در این جا، تنها به‌یک چیز باید توجه داشت: دقت، دقت، باز هم دقت.

هشت دقیقه را نمی‌توان بی‌اهمیت شمرد، به‌ویژه اگر توجه داشته باشیم که اشتباه «زاویه‌یاب تیخو» به‌مراتب کمتر است و کپلر نتیجه‌ی اندوه‌باری گرفت: «باید ساختمانی را که براساس برخی مشاهده‌های تیخو بنا کرده‌ایم، ویران کرد و با استفاده از مشاهده‌های دیگری از همان مرد، دوباره دست به‌کار شویم».

ناکامی چه دلیلی داشت؟ پاسخ کپلر روشن بود: «حق هم همین بود که تنبیه شویم، زیرا درست است که با دنبال کردن پیشینیان خود تا اندازه‌ای به‌حقیقت نزدیک شده‌ایم، ولی معلوم شد که، درواقع، با فرضیه‌های نادرستی سروکار داشته‌ایم.» از آن جا که بین همه‌ی نقطه‌های مدار مریخ، تنها دو نقطه‌ی اوج و حضیض با مشاهده تطبیق می‌کند، پس باید همه‌ی دشواری، مربوط به‌شکل مدار باشد. این مدار نباید دایره‌ای شکل باشد، مدار شکل دیگری دارد. باید دایره را، گرچه قلب‌های کوپرنیک و بتلمیوس را به‌خود جلب کرده بود، کنار گذاشت.

همه چیز دوباره آغاز شد: درست است این بار نتوانست به‌هم‌آهنگی برسد، ولی دست کم متوجه شد که باید باز هم ویژگی‌های زیبایی را که از نسل‌های گذشته‌ی اخترشناسان به‌ارث رسیده است، قربانی دقت کار کرد.

بسیار خوب! ولی به‌واقع شکل مدار چگونه است؟ اگر دایره نیست، چه شکل دیگری را می‌توان جانشین آن کرد؟ همان‌گونه که ارشمیدس در جست و جوی نقطه‌ی اتکایی برای اهرم خود بود، کپلر هم، ضمن جست و جوی نقطه‌ی اتکای تازه، دیدگاه خود را تغییر داد و نقطه‌ی مشاهده را از مریخ به‌سمت زمین برگرداند. اگر قرار باشد به‌قانون‌های حرکت جسم‌های دور آسمانی پی ببریم، باید در آغاز بدانیم نزدیک‌ترین سیاره، یعنی سیاره‌ای که زیر پاهای ماست، چگونه گردش می‌کند؟

کپلر خیلی زود قانع شد، زمین تفاوت‌های خاصی با دیگر سیاره‌ها ندارد و حرکت آن و مدار حرکت آن، با عضوهای دیگر خانواده‌ی سیاره‌ها یکسان است. اکنون باید نیمه‌ی دوم مساله را حل کرد و، اگر بتوانیم، بستگی ریاضی بین حرکت زمین را با فاصله‌ی آن تا خورشید، پیدا کنیم. برخی مشاهده‌ها این فکر را تلقین می‌کند که «تندتر و کندتر شدن حرکت، با فاصله‌ی سیاره تا مرکز عالم، به‌تقریب متناسب است. کپلر با این پیش فرض، زمانی را که زمین برای عبور از

نقطه‌ای به‌نقطه‌ی دیگر لازم دارد، محاسبه کرد. برای این منظور، محیط دایره را به ۳۶۰ بخش برابر تقسیم کرد و فاصله‌ی هریک از این بخش‌ها را تا مرکز خورشید بدست آورد (او هنوز مدار حرکت زمین به‌دور خورشید را، دایره‌ای فرض می‌کرد). بعد، برای این که زمان را پیدا کند، باید فاصله‌هایی را که به‌دست می‌آید، باهم جمع کند».

محاسبه بسیار مفصل و وقت‌گیر بود، با وجود این، چندان دقیق از آب در نیامد. با این که کپلر به‌این گونه محاسبه‌ها خو گرفته بود، در این باره می‌اندیشید که: آیا نمی‌توان آن را ساده‌تر کرد؟ در این جا بود که با موضوع جالبی برخورد کرد: به‌یاد آورد ارشمیدس مساله‌ی مشابهی را حل کرده است. ارشمیدس برای محاسبه‌ی نسبت طول محیط دایره به‌طول قطر آن، به‌جای تقسیم دایره به‌چند بخش محدود، آن را به‌مجموعه‌ای از بی‌نهایت مثلث بخش کرد. کپلر به‌یاد می‌آورد: «وقتی متوجه شدم، بی‌نهایت نقطه روی مدار وجود دارد و متناظر با آن، بی‌نهایت فاصله (از خورشید)، این اندیشه در من پیدا شد که، مجموع این فاصله‌ها، می‌تواند مُعرف مساحت مدار باشد». یعنی مساحتی که خط فاصل بین سیاره و خورشید می‌پیماید، با زمان لازم برای این حرکت متناسب است.

به‌این ترتیب، ضمن کار و در جریان تدبیرهای جانبی، پیش از آن که به‌قانون اول خود پی ببرد، قانون دوم مساحت‌ها زاده شد.

□

اکنون که زیر پای خود را محکم کرده‌ام، می‌توان به‌مریخ برگشت، کپلر دوباره و با تکیه برآگاهی‌های دقیقی که درباره‌ی حرکت زمین به‌دست آورده بود، به‌سراغ موقعیت مریخ رفت، البته با همان پیش‌فرض پیشین، یعنی دایره‌ای بودن مدار آن، و نتیجه‌ی محاسبه‌های خود را با آن چه از مشاهده در دست داشت، مقایسه کرد. دیگر نمی‌توان تردید کرد: مریخ روی مدار دایره‌ای حرکت نمی‌کند. آن گونه که کپلر می‌نویسد، مدار از دو سمت «نسبت به‌مریخ به‌درون تمایل پیدا می‌کند، سپس در حضیض دوباره به‌سمت دایره می‌رود».

سرانجام، حقیقت خود را نشان داد: مدار مریخ، بیضی شکل است. درواقع، حق با بتلمیوس و کوپرنیک نیست که آن را دایره‌ای می‌پنداشتند.

باز هم کپلر، لذت پیروزی را چشید. چه مدت درازی را با مریخ در نبرد بود! مبارزه‌ای که در آغاز ساده به‌نظر می‌آمد، چه دشواری‌هایی را پدید آورد و چقدر وقت او را گرفت! مثل هر فرمانده‌ی جنگیِ زمان خود، کپلر هم هراس‌ها، سختی‌ها و محرومیت‌ها را به‌یاد آورد. او می‌نویسد: «اغلب، وجود ماشین جنگی درست در همان جایی که لازم است، کافی نیست. راننده ناوارد و ناشی یا انتخاب راهی غیرمستقیم، ممکن است ماشین را خیلی دیر به‌مقصد برساند و موجب اتلاف وقت زیادی شود. در این صورت دشمن، که از این بی‌کفایتی آگاه است، درست همان جایی که من انتظار می‌کشم، حاضر نمی‌شود. خورشید و ماه، تیراندازان را کور

می‌کند و هدف را ابر غلیظی می‌پوشاند و گاه به‌گاه تیرهایی از میان هوای نمناک رها می‌شود».

کپلر به‌هم‌رزمان خود که در صحنه بوده‌اند، احترام می‌گذارد: «تحسین‌های خود را از ته دل نثار تیخو براهه می‌کنم که در همه‌ی حالت‌ها سرفرمانده بود. همچنین برای پشتیبانی فریدریک دوم و کریستیان... او در طول بیست سال، هرشب و بدون وقفه، از همه‌ی موفقیت‌های دشمن و حیله‌های جنگی او آگاه می‌شد و همه‌ی نیت‌های او را می‌شکافت و، پیش از درگذشت خود، همه‌ی این‌ها را در کتاب خود به‌یادگار گذاشت».

و اکنون، جنگ پایان یافته است. «دشمن به‌صلح تن داده و به‌وسیله‌ی موادی که در طبیعت دارد، به‌عنوان یک اسیر جنگی، با شرطهایی خود را بدون مقاومت، به‌محافظان حساب و هندسه تسلیم کرده است».

□

باز هم پیش‌آمدی ناگهانی! پیش‌آمدی که پیروزی را برباد داد. بازبینی دقیق مشاهده‌ها، تاکید بربیضی بودن مدار داشت، ولی فرضیه‌ی کپلر را تایید نمی‌کرد.

کپلر با اندوه می‌نویسد: «در لحظه‌هایی که از پیروزی لذت می‌بردم و گمان می‌کردم درباره‌ی حرکت مریخ به‌نتیجه رسیده‌ام، و با کنار گذاشتن جدول‌ها، مساله‌ها را به‌خدمت گرفته بودم... آگاهی‌هایی از گوشه و کنار به‌گوش رسید که پیروزی در کار نبوده است و... جنگ با نیروی تازه‌ای آغاز شد. دشمنی که گمان می‌کردم اسیر شده است، دیوار خانه‌ی مرا ویران کرد، معادله‌ها را به‌هم زد و جدول‌ها را از بین برد... از بیرون، جاسوس‌هایی که در طول همه‌ی مدارها جا داده شده بودند (منظورم فاصله‌های واقعی است)، با تسلط کامل مرا به‌مبارزه می‌خواندند... جنگ دلیل‌های فیزیکی داشت که فشار خود را وارد می‌کرد و دوباره آزادی خود را بازیافته بودند». کپلر می‌گوید: موقعیتی جدی بود «چیزی از فرار دشمن نگذشته بود که دوباره به‌پا خاست و مرا دچار ناامیدی کرد. بدون این که دقیقه‌ای را از دست بدهم، هنگی با دلیل‌های فیزیکی تجهیز کردم و به‌جلو فرستادم تا معلوم شود، فراری به‌کدام جهت رفته و در کجا پنهان شده است».

پیش‌فرضی که دانشمند، ضمن دنبال کردن فراری، روبه‌روی خود گذاشته بود، شکل تخم‌مرغی مدار مریخ بود. نزدیک به‌دو سال، برای تحقیق درباره‌ی آن، وقت صرف کرد، ولی توفیقی به‌دست نیاورد.

فرضیه‌ی مربوط به‌بیضی بودن مدار، که خورشید در مرکز آن باشد، باز هم به‌مشاهده‌ها پاسخ نمی‌داد.

سرانجام، کپلر نیروی محرک خورشید را، از مرکز به‌یکی از کانون‌های بیضی منتقل کرد و به‌پیروزی واقعی رسید.

به‌این ترتیب، یکی از دو حالت را یکی پس از دیگری انتخاب کرد و سرانجام به‌حقیقت

نزدیک شد: به‌قانون اول خود.

این دیگر، پیروزی واقعی بود. به‌نظرش می‌رسید، نمی‌تواند قانون دوم را به‌گونه‌ای کامل و به‌صورتی قانع‌کننده ثابت کند. ولی قانون بیضی‌ها، یک پیروزی درخشان واقعی بود. کپلر تردید نداشت که، نه تنها برای مریخ، که برای سایر سیاره‌ها هم نیروی بررسی را دارد. چقدر خوب شد که برای نخستین بررسی خود، مریخ را انتخاب کرد! گاهی به‌عقب برمی‌گشت، به‌زمانی که درباره‌ی پیروزی خود تردید داشت که بتواند «رازهای اخترشناسی را درک کند؛ مثل این که این رازها، برای همیشه پنهان می‌مانند». به‌رشته‌ای ناگسستنی که او را به‌تیخو براهه پیوند می‌داد، می‌اندیشید، رشته‌ای که «حتا بعد از برخوردهای سخت» هم پایدار ماند.

□

چه نیرویی کپلر را برمی‌انگیخت تا با پی‌گیری، جست و جویی به‌این درازی و دشواری را دنبال کند؟ چه نیرویی موجب شده بود، کپلر باور داشته باشد، مدارهای سیاره‌ها، بنابر قانونی ریاضی شکل گرفته‌اند و او قادر است قانون مشخص آن را پیدا کند؟ آیا این نیرو، از باور او به«هم‌آهنگی» سرچشمه نمی‌گرفت، هم‌آهنگی که برتمامی طبیعت حاکم است؟ به‌سختی می‌توان به‌این پرسش، پاسخ قطعی داد. خودِ کپلر، وقتی مدت‌ها بعد، به‌عقب برمی‌گشت، مایل بود به‌این «داستان بزرگ»، که بخش عمده‌ای از زندگی او را فراگرفته بود، جست و جوی هم‌آهنگی بنامد. «چیزی که شانزده سال پیش در جست و جوی آن بودم و به‌خاطر آن نزد تیخو رفتم و بهترین سال‌های زندگیم را صرف آن کردم، بررسی‌های اخترشناسی بود و اکنون همه آن‌ها را به‌دست آورده‌ام». و کپلر به‌عنوان نتیجه‌ی نهایی می‌نویسد: «هم‌آهنگی جهان». با وجود این، وقتی روی نظریهٔ مریخ کار می‌کرد، بخت خود را به‌یاری می‌طلبید که، این وظیفه، هرچه زودتر به‌پایان برسد و بتواند به‌موضوعی بپردازد که برای خود اساسی می‌دانست. «اگر پروردگار مرا از اخترشناسی نجات دهد، می‌توانم به‌چیزی بپردازم که آرزوی قلبی من است، یعنی هم‌آهنگی جهان هستی».

ولی در تاریخ دانش، «اخترشناسی جدید» کتابی است که در آن، گفت و گو برسر مبارزه با مریخ است؛ و کپلر خیلی زود، نه به‌عنوان جست و جوگر هم‌آهنگی، که همچون ویران‌کننده‌ی آن خود را می‌نمایاند. دلقگان پااولی، فیزیک‌دان بزرگ سویسی، عبور کپلر را از دایره‌ها به‌بیضی‌ها، «چرخشی بزرگ در اخترشناسی» می‌داند. برتراندراسل، فیلسوف انگلیسی، می‌نویسد: «... کشف قانون اول، که بنابر آن، سیاره‌ها روی محیط بیضی حرکت می‌کنند، چیزی که برای هم‌عصران ما ساده و قابل فهم است، وقت زیادی را برای آزاد شدن از سنت گرفت... جانشین کردن بیضی به‌جای دایره، به‌معنای صرف‌نظر کردن از کشش به‌سوی زیبایی بود که همه‌ی اخترشناسان را از زمان فیثاغورس به‌خود مشغول کرده بود. لازم بود بسیاری از تصورهای واهی و سنتی را کنار گذاشت...»

آیا با یک معما روبه‌رو هستیم: باور نخستین و تصورهای ستی، انگیزه‌ی «کشش به‌سوی زیبایی»، و سپس رد کردن آن به‌وسیله‌ی کسی که بیش از دیگران، این کشش را در خود احساس می‌کرد؟

□

سرانجام خواست کپلر برآورده شد. اکنون پس از یک گسستگی طولانی، می‌توانست دوباره به‌جست و جوی خود درباره‌ی هم‌آهنگی جهان ادامه دهد. این بار نمی‌خواست، مثل زمانی که «راز کیهانی» را می‌نوشت، خود را به‌مفهوم مبهم و مه‌آلود، «هم‌آهنگی» محدود کند و تنها به‌شکل‌های موزون و زیبایی مثل دایره و چندضلعی‌های منتظم نظر داشته باشد. او این مساله را در برابر خود گذاشت که به‌جنبه‌ای از بستگی‌های عددی بپردازد که پاسخ‌گوی این راز افسون‌کننده است، بدون این که از واژه‌ها استفاده کند. همچون دیگرانی که پیش از او و یا بعد از او به‌این موضوع پرداخته‌اند، کپلر هم به‌موسیقی رو آورد. مگر به‌ویژه در موسیقی نیست که با روشن‌ترین ترکیب‌های هم‌آهنگ سروکار داریم؟ و کپلر روایتی را به‌یاد آورد که، بنابر آن، فیثاغورس توانست در زمان خود، نسبت‌های هم‌آهنگ را کشف کند. بنابراین روایت، فیثاغورس که از کنار یک دکان آهنگری می‌گذشت، اندیشید چگونه با ضربه‌های چکش برسندان، صداهای مختلفی پدید می‌آید: ضربه‌های سنگین، صدای زیر و ضربه‌های سبک، صدای بم. به‌اندازه‌گیری، به‌سادگی توانست بفهمد، چه ترکیب‌هایی، هم‌آهنگی را پدید می‌آورند و چه ترکیب‌هایی موجب ناهم‌آهنگی می‌شوند و، سپس با کار کردن روی سیم‌ها، این نسبت‌ها را دقیق‌تر به‌دست آورد.

ولی کپلر نیازی به‌نسبت‌های ساده‌ی هم‌آهنگ نداشت، او به‌دنبال هم‌آهنگی‌هایی بود که برپایه‌ی چند ضلعی‌های منتظم بنا شده باشند. درست همین نسبت‌ها اساسی‌اند. بی‌جهت نبود که کپلر برای مدارهای آسمانی آن‌ها را برگزیده بود: کپلر در این باره تردید نمی‌کرد.

مثل همیشه، با فروتنی و حوصله، به‌انبوهی محاسبه رو آورد و به‌این نتیجه رسید که هفت نسبت اساسی هم‌آهنگ وجود دارد: یک به‌دو (اُکتاو)، سه به‌پنج، پنج به‌هشت، دو به‌سه، سه به‌چهار، چهار به‌پنج و پنج به‌شش.

اندکی دقت کنیم و به‌حرکت سیاره‌ها بیندیشیم: «آفریدگار، نسبت‌های هم‌آهنگ را در نظر داشته است». دوباره محاسبه، باز هم محاسبه، ولی این بار در اوج این الهام و با این احساس که به‌تسخیر قله نزدیک شده است.

درست است! یافتم! کپلر توانست راز بزرگ جهان هستی را کشف کند: هم‌آهنگی را باید در کم‌ترین و بیش‌ترین سرعت‌های سیاره‌ها و در نسبت این سرعت‌ها برای در سیاره مختلف دید.

سرانجام، دو نشانه‌ی اصلی و مهم هم‌آهنگی جهانی پیدا شد. در ضمن ببینید، چگونه همه‌ی این‌ها توجه ما را به‌دقت کپلر جلب می‌کند. اگر یک سیاره‌ی جداگانه را در نظر بگیریم،

طبیعی است نتوانیم به‌گونه‌ای هم زمان، در اوج ـ با بیش‌ترین سرعت ـ و در حضیض ـ با کم‌ترین سرعت ـ ببینیم. ولی اگر دو سیاره را در نظر بگیریم، در لحظه‌ای ممکن است یکی از آن‌ها در اوج و دیگری در حضیض باشد، یعنی «هم‌آهنگی» در سیاره‌های جداگانه، متناسب با هم‌آهنگی دو سیاره است، تناسبی ساده با هم‌آوایی یک صدا... به‌هم‌آوایی چند صدا، کپلر می‌گوید: «بنابراین، حرکت‌های آسمانی، چیزی جز موسیقی چندصدایی عالی در لحظه نیست که البته، نه با گوش، بلکه با تعقل شنیده می‌شود».

شادی او مرزی نداشت. بعد از شب زنده‌داری‌های متوالی، که اغلب همراه با ناکامی بود، اکنون خود را خوشبخت‌ترین انسان روی زمین می‌دید. «... ۱۸ ماه پیش بود که برای نخستین بار سپیده نمایان شد، دو یا سه ماه پیش صبح روشن فرا رسید و تنها چند روزی است که خورشید می‌درخشد. چیز دیگری برای من باقی نمانده است و کار دیگری در این دنیا ندارم. مرزی برای شادیم نمی‌بینم. از فرا رسیدن مرگ هراسی ندارم و بی‌شک آمرزیده‌ام. بله، من جام‌های زرین مصری را ربوده‌ام، جام‌هایی که از مرزهای مصر نثار خدای خود می‌کردند. اگر مرا ببخشید شاد خواهم شد و اگر محکوم کنید، تحمل خواهم کرد. کار از کار گذشته و راه برگشتی نیست. کتابی نوشته‌ام، برای هم‌عصران خود و برای آیندگان. فرق نمی‌کند چه کسی آن را بخواند. حتا اگر این کتاب، صدها سال در انتظار خواننده‌ی خود بماند...»

به‌این ترتیب است که کپلر، با شوق و حرارت، از کشف خود یاد می‌کند.

□

در گرماگرم این هیجان بود که کپلر، کشف بزرگ دیگر خود را ارائه داد و قانون سوم خود را اعلام کرد: مجذور زمان‌های گردش دو سیاره، نسبتی برابر با نسبت مکعب فاصله‌های میانگین آن‌ها تا خورشید دارد. ولی طبیعی بود دقت زیادی در آن نکند. آخر در برابر او هدفی بزرگ قرار داشت که با هیچ چیزی قابل مقایسه نبود. از این قانون، تنها به‌عنوان وسیله‌ای برای رسیدن به‌هدف استفاده کرد و به‌یاری آن، حرکت سیاره‌ها را اندازه گرفت. به‌باور او، هدف نخستین و هدف اصلی، هم‌آهنگی بود و همهٔ چیزهای دیگر، خیلی ساده از آن سرچشمه می‌گرفت.

در کدام لحظه، کپلر دیدگاه‌های پراکنده‌ی خود را کنار گذاشت و دنبال بررسی‌های اخترشناسی را نگرفت؟ چه بسا، از همان زمانی که به‌دنبال هدف اصلی خود بود و موضوع‌های پراکنده و جداگانه را، در برابر آن اساسی نمی‌دانست. خود کپلر می‌گوید: «بین هفده سالی که روی مشاهده‌های تیخو کار می‌کردم و اندیشه‌های امروز من، چنان سازگاری وجود دارد که به‌نظرم می‌رسد، همه چیز را در خواب می‌بینم و آن چه از گذشته به‌یاد می‌آورم، واقعیت نداشته است».