

گفت و شنودی به زبان  
کتاب طبیعت

توریچلی: سرکار خانم، اجازه بدهید خودم را معرفی کنم. من اوانجلیستا توریچلی<sup>۱</sup>، یکی از شاگردان آبوت کاستلی<sup>۲</sup> هستم. خانم نیکولینی: آه، پس شما جوانی هستید که آن نامه پرشور را نوشتید و در آن خود را پیرو کپرنیک و گالیله معرفی کردید؟

توریچلی: خیلی از ما جوانها این طور فکر می‌کنیم. من از آبوت کاستلی شنیده‌ام که استاد مشغول نوشتن کتاب جدیدی هستند. مایلم درباره آن با ایشان صحبت کنم.

خانم نیکولینی: آیا نمی‌دانید که گالیله زندانی دادگاه مقدس واتیکان است؟ آنها بر خلاف معمول به ایشان اجازه داده‌اند که اینجا در خانه شوهر من زندگی کند، و این فقط به خاطر آن است که دوک اعظم توسکان مؤکداً چنین درخواستی کرده بود. شوهر من که سفیر دوک اعظم است، مجبور شد قول بدهد که هیچ‌کس در اینجا گالیله را ملاقات نکند.

توریچلی: هیچ‌کس نمی‌داند که من به اینجا آمده‌ام؛ در راه کسی مرا ندید.

خانم نیکولینی: بسیار خوب، به شما اجازه ملاقات می‌دهم،

---

1. Evangelista Totricelli

2. Abbot Castelli

زیرا می‌دانم که استاد پیر از اینکه با کسی سخن بگوید که حرفش را می‌فهمد، لذت خواهد برد. گاهی ایشان راجع به کار جدیدش با من حرف می‌زند، ولی غالباً نمی‌توانم صحبت‌هایش را پی‌بگیرم. بعد از هفته‌ها بی‌خوابی، دیشب استاد خوب خوابید و به‌همین دلیل امروز حسابی سر حال است. با من بیایید. اگر کسی شما را در اینجا دید، می‌گوییم که از خویشاوندان من هستید و برای دیدن من به اینجا آمده‌اید.

توریچلی: سپاسگزارم خانم. بر من منت گذارده‌اید.

خانم نیکولینی: لطفاً از این راه بیایید... آقای گالیله، میهمانی را به‌حضورتان آورده‌ام که از دیدارش خیلی خوشحال می‌شوید، او انجلیستا توریچلی.

گالیله: البته که خوشحال می‌شوم. توریچلی شما چقدر قابل تحسینید که نترسیدید و به‌دیدار پیرمردی آمدید که متهم به ارتداد است.

توریچلی: من و دوستانم گفت و شنود شما را درباره‌ی دو منظومه بزرگ خلقت، کتاب مقدس خود می‌دانیم. آبوت کاستلی می‌گفت اکنون مشغول نوشتن کتابی هستید که از هر چه تاکنون راجع به مکانیک نوشته شده‌است پیشی خواهد گرفت. آمده‌ام که درباره‌ی آن برایم شرحی بدهید.

گالیله: مدت زیادی بود که تصمیم داشتم این کتاب را بنویسم. بالاخره چند ماه پیش آن را شروع کردم، ولی کارم متوقف شد، زیرا که از رم مرا برای تفتیش عقاید احضار کردند. از آن وقت

تا به حال حتی فرصت نکرده‌ام که يك سطر به این کتاب اضافه کنم. در هر حال، هیچ چیز برایم مهمتر از تمام کردن آن نیست. این اثر خلاصه‌ای خواهد بود از هر آنچه راجع به حرکت می‌دانم. این کتاب بی‌شک از همه کارهای قبل من پیشی خواهد گرفت. اما از اینکه نتوانم آن را به پایان برسانم سخت بیمناکم. اگر این کشاکش ناخواسته آنچنان از پایم درآورد که موفق به پایان رساندن این کتاب نشوم، پیروزی در آن برایم جز شکست نخواهد بود.

توریچلی: خیلی شائقم که درباره محتوای آن توضیحی بدهید. گالیله: ریاضیدانان یونانی به نتایج خارق‌العاده‌ای در کارشان دست‌یافتند، و بعضی از آنها - مانند ارشمیدس - نتایج بدست آمده را در مسائل عملی با موفقیت چشمگیری بکار بستند. اما متأسفانه آنها از مطالعه ریاضی حرکت، شانه خالی کردند و از آن زمان تا به حال هم، کسی بدین کار نپرداخته‌است. اساسیترین بخش کتاب من، اگر اصلاً تمام شود، توصیف ریاضی حرکت خواهد بود.

توریچلی: مشکل بتوان فهمید که چرا یونانیها به این کار نپرداختند. براستی علتش چه بود؟

گالیله: فیلسوفان یونانی گاه‌گاه به بحث درباره حرکت پرداخته‌اند. احتجاجات جدلی زنون<sup>۱</sup> درباره آشیل و سنگ‌پشت، یا

۱. Zeno. احتجاجات جدلی [زنون]... برای اثبات اینکه حرکت حقیقت ندارد...: انتقال، از يك نقطه است به نقطه دیگر، پس هر گاه میان آن دو نقطه خطی فرض کنیم... می‌توان آن را نیمه کرد، و آن نیمه را می‌توان نصف کرد. [الخ] پس آن خط اجزاء بی‌شمار دارد و جسم متحرك از همه آن اجزا باید گذر کند، و گذر کردن از اجزاء بی‌شمار مدت نامتناهی لازم دارد؛ ←

درباره تیر پرتابی مثالی بر این مدعاست. اگر چه بنظر می‌رسید که زنون با این مثالها کوشش می‌کرد نشان دهد که حرکت وجود ندارد، اگر دقت کنیم می‌بینیم که منظور اصلیش این بود که حرکت يك مفهوم تناقض‌آمیز است، و بنا بر این نمی‌توان آن را با روشهای ریاضی بیان کرد. ارسطو سعی کرد که احتجاجهای زنون را رد کند، ولی کوششهایش در ابطال سخنان زنون فقط منجر به این شد که حرکت وجود دارد، و البته هر کودک به این امر آگاه است. ابطال واقعی احتجاجهای زنون در این نهفته است که نشان‌دهیم حرکت را می‌توان با ریاضیات شرح داد. این چیزی است که ارسطو در این زمینه هیچ گامی برداشت. کار من در این کتاب، اگر روزی به اتمام برسد، اولین ابطال واقعی احتجاجهای زنون خواهد بود. در واقع، ارسطو و زنون هر دو معتقد بودند که مطالعه حرکت خارج از قلمرو ریاضیات است. ولی انگیزه‌ای که ارسطو را وادار به چنین فکری کرده با انگیزه زنون متفاوت بوده است. ارسطو معتقد بود که حکمت طبیعی با اموری سر و کار دارد که استقلال وجودی دارند ولی قابل تغییر و تبدیلمند در حالی که ریاضیات با چیزهایی سر و کار دارد که وجودشان وابسته ولی غیرقابل تغییر است. بنا بر این، بر طبق اعتقاد

---

— بنا بر این، آن جسم به نقطه مقصد نمی‌رسد... [به همین ترتیب نیز آشیل] که چابکترین مردم است هر گاه در دنبال سنگ پشت - که یکی از کندروترین جانوران است - برود... هرگز نباید به او برسد... و هر گاه تیری از کمان پرتاب کنیم بر حسب ظاهر روان می‌شود، اما در واقع ساکن است...  
 ر.ک.: سیر حکمت در اروپا، محمد علی فروغی، صفیه‌الیشاه، ص ۱۵ و ۱۶، تهران، ۱۳۱۷ ه. ش.

او، امور وابسته و متغیر - که حرکت یکی از آنهاست - نمی‌توانند موضوع مطالعه هیچ دانشی باشند. بدین ترتیب نزدیک به ۲۰۰۰ سال رأی ارسطو مانع آن شد که ریاضیدانها و فلاسفه به مطالعه ریاضی حرکت پردازند. تعالیم غلط ارسطو سدی غیرطبیعی میان ریاضیات و علوم طبیعی ایجاد کرد که تنها عده بسیار اندکی جرأت کردند از آن بگذرند.

توریچلی: برای خواندن کتابتان روزشماری می‌کنم. استاد بزرگ، جای شرمساری است که شما را با اتهامهایی مسخره و واهی آزار می‌دهند و نمی‌گذارند کتابتان را به پایان برسانید که گشاینده عصری جدید در دانش خواهد بود. اجازه بدهید سؤالی بکنم: چرا به جای اینکه به گوشه دنجی بروید و کارهایتان را بدون مزاحمت دنبال کنید، بهرم آمدید؟

گالیله: چه می‌توانستم بکنم؟ دادگاه تفتیش عقاید مرا احضار کرده‌است.

توریچلی: می‌توانستید به جایی بگریزید که دست دادگاه از آنجا کوتاه باشد.

گالیله: وقتی بهرم آمدم، هنوز امیدوار بودم که بتوانم کلیسا را متقاعد کنم که مسأله حرکت زمین مسأله‌ای علمی است نه اعتقادی، و باید صحت و سقم آن به علم وا گذاشته شود. احساس می‌کردم که نه فقط به خاطر دانش، بلکه حتی به خاطر کلیسا هم وظیفه دارم این مطلب را تبیین کنم. اگر کلیسا به حمایت خود از نظام بطلمیوسی همچنان ادامه بدهد، مانند کسی خواهد بود که حاضر نیست عرشه کشتی در

حال غرق شدن را ترك كند. گمان می کردم که اگر شخصاً با کلیسا به بحث بنشینم، می توانم عقیده منفی آنها را نسبت به نظریه کپرنیک عوض کنم. من اطمینان داشتم که می توانم شخص پاپ<sup>۱</sup> که از گذشته های دور دوست من بود، قانع کنم - یعنی زمانی که مافئو باربرینی<sup>۱</sup> خوانده می شد و کاردینال بود. او برای من ادب و احترام خاصی قائل بود؛ شاید شنیده باشید که حتی يك باد برایم شعری نیز گفته بود. و من همواره او را دوستدار دانش می دانستم؛ و در واقع هم با آزاد کردن کامپانلا<sup>۲</sup> بیچاره از زندان بر مسند پاپی نشست و بکار پرداخت. فکر می کردم که اگر فرصتی برای مذاکره مستقیم با پاپ دست دهد، می توانم او را متقاعد کنم که منافع کلیسا نیز حکم می کند که دست دانش را برای مطالعه حرکت زمین باز بگذارد. اما همه امیدم بر باد رفت؛ و پاپ حتی حاضر نشد، کسی سخن از من در حضورش بر زبان آورد. دشمنان من به پاپ چنان فهمانده بودند که در قالب سیمپلیچیو<sup>۳</sup> ابله، شخصیت او را در گفت و شنود خود مسخره کرده ام. حالا آن دوستی سالیان ما مبدل به نفرت و کینه شده است. شما درست می گوید که بهتر بود من به رم نمی آمدم، ولی دیگر دیرتر از آن شده است که غصه بخورم.

تورپچلی: فکر نمی کنم خیلی دیر شده باشد. آیا می توانم در

اینجا با خیال راحت صحبت کنم؟

گاليله: من هیچ رازی را از خانم نیکولینی پنهان نمی کنم؛

ایشان بهترین دوست من هستند. این خانم نیکولینی بود که عمویش،

1. Maffeo Barberini

2. Campanella

3. Simplicio

پدر ریکاردی<sup>۱</sup> را وادار کرد که گفت و شنود مرا به چاپ برساند. حالا هم مانند مادر از من نگاهداری می‌کند، و دائم در فکر پیدا کردن راهی است تا مرا تسلی بخشد و به تواناییم در مقابل رنج این محاکمات بیفزاید و کاری کند که من سفیدمو بتوانم تا آخر این ماجرا دوام بیاورم. در برابر خانم نیکولینی هر چه می‌خواهید بگویید.

توریچلی: من در این باره شکی نداشتم؛ وقتی که خانم نیکولینی به من اجازه داد تا شما را ببینم، فهمیدم که می‌توانم به ایشان اعتماد کنم. ولی این روزها حتی دیوار هم گوش دارد. خانم نیکولینی: در خانه من می‌توانید با خیال راحت صحبت کنید.

گالیله: دوست جوان من، باور می‌کنید که همین چند روز پیش خانم نیکولینی یکی از مستخدمان خود را اخراج کرد برای اینکه متوجه شده بود که او برای اداره تفتیش عقاید خبرچینی می‌کند؛ البته برای اینکه من را ناراحت نکند، در این باره چیزی به من نگفت؛ این طور نیست؟

خانم نیکولینی: بسیار خوب، حالا که شما ماجرا را فهمیده‌اید، من هم آن را تکذیب نمی‌کنم. ولی به بقیه مستخدمان خود کاملاً اطمینان دارم؛ آنها همه اهل فلورانس و افرادی قابل اعتمادند. آقای توریچلی، هر چه می‌خواهید بگویید؛ حرفهای شما چون راز مخفی خواهد ماند.



توریچلی: من و دوستانم که خود را پیروان گالیله می‌خوانیم، همه وسایل فرار شما را آماده کرده‌ایم. ابتدا شما را به‌ونیز می‌بریم؛ آنجا مدتی از شر اداره تفتیش عقاید در امان خواهید بود، زیرا جمهوری ونیز نمی‌تواند تحت هیچ شرایطی شما را پس بفرستد. بعد از آن اگر خواستید می‌توانید با کشتی به هلند بروید. در آنجا بدون هیچ مزاحمتی می‌توانید به کارهای خود بپردازید و کتاب جدیدتان را به چاپ برسانید. همه ریزه‌کاریهای فرار را بررسی کرده‌ایم. اگر موافقت کنید، همین الان می‌توانیم بر سر تاریخش به توافق برسیم.

گالیله: میزبانانم مسئول نگهداری من هستند و نمی‌خواهم برای آنها گرفتاری ایجاد کنم. چیزهای دیگر به کنار، فقط همین یک دلیل کافی است تا درخواست شما را رد کنم.

توریچلی: ما این نکته را هم در نظر داشته‌ایم. تصمیم داریم که شما را هنگامی که دفعه آینده به دادگاه مقدس می‌برند، از چنگ مأموران اداره تفتیش بریباییم. چون این واقعه در خیابان روی می‌دهد، هیچ‌کس نخواهد توانست عالیجناب نیکولینی سفیر را مسئول آن قلمداد کند. ما افراد قابل اعتمادی داریم که براحتی می‌توانند از پس نگهبانان برآیند.

گالیله: زبانم قاصر است تا خوشحالیم را از اینکه جوانان وطنم در فکر نجاتم هستند، بیان کنم. ولی هر قدر نقشه شما دقیق و جالب توجه باشد عملی نیست، زیرا پیکر پیر مرا یارای رفتن به چنین مسافرتی نیست. شاید شنیده‌باشید که بتازگی از بستر بیماری برخاسته‌ام، و هنوز هم از آن کاملاً بهبود نیافته‌ام.

توریچلی: درباره این هم فکر کرده‌ایم. یکی از دوستانم که همیشه همراه شما خواهد بود پزشک است، و وظیفه‌اش مراقبت از سلامت شماست. مسیر این مسافرت خیلی دقیق طراحی شده‌است. از رم تا ونیز مکانهای مطمئنی را برای اقامت شبانه در نظر گرفته‌ایم. اقرار می‌کنم که در حین سفر نمی‌توانیم وسایل آسایش شما را مانند این منزل فراهم سازیم. فراموش نکنید که ممکن است هر لحظه شما را به زندان دادگاه مقدس بپردازند. فکر می‌کنم بین زندان و کلبه محقر يك چوپان باصفا، انتخاب آسان است.

گالیله: دوست جوان من، از برنامه و هدف شما قدردانی می‌کنم، ولی بنظر می‌رسد که نمی‌توانید خود را به جای يك پیرمرد بگذارید. بیایید دیگر درباره جزئیات این سفر صحبت نکنیم و فرض کنیم که من از همه مصائب آن جان سالم بدر ببرم. اما هنوز از من نپرسیده‌اید که آیا اصلاً می‌خواهم رم را ترك کنم یا نه.

توریچلی: شما همین چند لحظه پیش قبول کردید که آمدنتان به رم کار اشتباهی بود. من چنین استنباط کردم که اگر فرصتی پیش بیاید، حاضرید فرار کنید.

گالیله: منظورم را بد فهمیده‌اید. من در شرایط حاضر نمی‌توانم عقب‌نشینی کنم؛ اگر چه امکان پیروزی از آنچه تصور کرده بودم کمتر است، ناچارم این جنگ را به پایان برسانم. اگر فرار کنم، دشمنان من پیروز می‌شوند و مشعل آزادی تحقیقات علمی در ایتالیا خاموش خواهد شد. درست به خاطر شما، و به خاطر منافع نسل جوان است که نمی‌توانم عقب‌نشینی کنم.

توریچلی: استاد، منظورتان را نمی‌فهمم. همان طوری که گفتید نمی‌توانید دل به حمایت پاپ ببندید. پس به چه کسی می‌توانید اعتماد کنید؟ من اطلاع دارم که بین یسوعیان خیلیها هستند که می‌دانند شما درست می‌گویید. اما امیدوارم تصور نکنید که کسی از آنان جرأت می‌کند با پاپ در بیفتد. مثلاً اخیراً من با پدر گرینبرگر<sup>۱</sup> صحبت کردم و از او خواستم که نظرش را در مورد گفت و شنود شما صریحاً بیان کند.

گاليله: عجب! جواب راهب چه بود؟

توریچلی: خیلی واضح بود که می‌خواست هم به وجدان علمیش وفادار بماند و هم به کلیسا. گفت که تحت تأثیر استدلالهای روشن و دانش بی‌نظیر شما قرار گرفته‌است و اضافه کرد که چون بعضی از جمله‌های مندرج در گفت و شنود با احتیاط کافی نوشته نشده است، دشمنان شما این فرصت را یافته‌اند که مقامات کلیسا را علیه شما برانگیزند. با وجود همه اینها، وی هرگز به اخلاص شما در هدفهایتان شکی نکرده‌است. او استدلالهای شما را بی‌نهایت قابل توجه می‌داند، هر چند که احساس می‌کند در بعضی موارد احساسات، شما را به افراط کشانده‌است با اینکه خودش به پرهیز از بیان پاره‌ای از مکنونات خود مشكوك است.

گاليله: این يك جواب واقعاً حساب شده‌است، هر کس هر چه بخواهد می‌تواند در آن بیابد. راست می‌گویید که نمی‌توانم به كمك چنین دوستان محافظه‌کاری امید ببندم. آیا او چیز دیگری

1. Pater Grienberger

هم گفت؟

توریچلی: بله، گفت که شما را يك كاتوليك خوب به حساب می آورد و این گفته او شاید مهم باشد.

گالیله: پدر گرینبرگر خیلی خوب می داند که مسأله، مسأله مذهب نیست، و شما فرزندم، فریب نخورید، دشمنان من ردای مذهب به تن کرده اند تا به یاری آن به من حمله کنند. آنها این شیوه را از همان ابتدا بکار بردند و پس از دهها سال زمینه سازی مکارانه توانستند کلیسا را به طرف خود، یعنی علیه من و علیه دانش بکشانند. اما به هر حال اصل مطلب چیز کاملاً متفاوتی است.

توریچلی: دشمنان واقعی شما چه کسانی هستند؟ دلیل تنفر آنها از شما چیست؟

گالیله: دشمنان اصلی من همکاران ابله و نالایق منند. دانشمندانمایانی هستند که طوطی وار حرفهای ارسطو را تکرار می کنند و حاضر نیستند از دریچه تلسکوپ من به جهان بنگرند؛ می ترسند که مبادا ناچار شوند در تعالیم غلط خود تجدید نظر کنند. آنها به این خاطر از من منزجرند که از روشهای اصیل علمی می ترسند. به نظر من، هدف اصلی فلسفه درك قوانین طبیعت است، و این میسر نمی شود مگر با مشاهدات دقیق و آزمایشهای بدقت طراحی شده و سپس با باریك اندیشی تحلیل شده؛ و این قوانین را تنها به کمک ریاضیات می توان بیان کرد. اما آنچه آنها فلسفه می نامند، چیزی نیست جز رد و بدل کردن سخنان ارسطو به یکدیگر.

توریچلی: برای من غیر قابل تصور است که کسی بخواهد

طبیعت را بفهمد اما از بکار بستن روشهای علمی احتراز کند. بی شک آنچه در تعالیم ارسطو اساسی بوده، توسط خود او یا برخی از دیگر دانشمندان یونانی به همان شیوه ارسطو تبیین شده است.

گاليله: کاملاً همین طور است، و بجرأت می‌توانم بگویم که اگر ارسطو امروز زنده بود، علیه این دانشمندانمایانی که مرتب سخنانش را تکرار می‌کنند، قیام می‌کرد. اما فراموش نکنید که اینها نه به علم دل بسته‌اند و نه به شناخت طبیعت؛ علاقه آنها صرفاً پوشیدن خرقة دانشمندی و گرفتن دستمزد کلان است. بنا بر این دسیسه‌های آنها علیه من ابداً تعجب‌انگیز نیست. دیگر این واقعیت را پذیرفته‌ام که بدون انتظار حمله از جانب آنها نه می‌توانم چیزی بنویسم نه حرفی بزنم. اینها توطئه‌چینی را بر تحقیق علمی ترجیح می‌دهند و برای اولی خیلی بیشتر از دومی خود را آماده کرده‌اند. و بدبختی من در این است که با این کارشان من را هم از کار باز می‌دارند. بهترین سالهای عمرم را در دفاع از خود در برابر دروغها و اتهامهای این کسان تلف کرده‌ام، و حالا پیرمردی شده‌ام که هنوز نتوانسته‌ام کتابی را بنویسم که سالهای سال تدارك آن را دیده‌بودم.

توریچلی: اگر نقشه ما را بپذیرید، می‌توانید کتابتان را که عاشقان واقعی علم مدت‌هاست منتظرش هستند به رشته تحریر در آورید. من هنوز نمی‌توانم بفهمم که چرا نمی‌خواهید از این وضعیتی که شایسته شما نیست نجات پیدا کنید. شما نباید در انتظار پایان خوشی باشید. دوستانتان نمی‌توانند کاری به نفعتان انجام دهند و از دشمنانتان هم تغییر عقیده بسیار بعید است. پس دیگر به چه امیدی

نشسته‌اید؟

گاليله: من فقط به حقیقت و راستی امیدوارم. دوباره به کل مسأله بیندیشید: آنها مرا به چه چیزی می‌خواهند متهم کنند؟ گفت و شنود را به تشویق شخص پاپ به نگارش در آوردم، و طبق قانون آن را به اداره سانسور سپردم. آنها آن را از همه جهات مورد بررسی قرار دادند و اجازه طبع و نشر دادند. اما دشمنانم می‌گویند که اداره سانسور احتیاط لازم را بخرج نداده‌است و نمی‌بایست اجازه انتشار آن را می‌داد. اما این چه ربطی به من دارد و مرا چگونه می‌خواهند محکوم کنند؟ البته آنها می‌توانند کتاب را توقیف کنند، من هم در واقع بدان اعتراض ندارم، زیرا به هر حال مدت‌هاست که نایاب شده است. اگر بخواهند کتابم را بسوزانند، نمی‌دانم از کجا می‌توانند حتی يك نسخه آن را تهیه کنند. جالب توجه خواهد بود اگر دوباره کتاب را چاپ کنند تا چیزی برای سوزاندن داشته باشند. اما در غیر این صورت آنها حتی نمی‌توانند اداره سانسور را محکوم کنند. زیرا من کاملاً به دستود کاردینال بلارمینه‌اود مودد عدم دفاع از تعالیم کپرنیک وفادار مانده‌ام. در گفت و شنود، با بی‌طرفی کامل همه مزایا و نقایص نظام کپرنیکی را بررسی کرده‌ام. هر کس که این کتاب را بدقت بخواند، می‌بیند که من استدلال‌های مبتنی بر ساکن بودن زمین را به قویترین شکل ممکن عرضه کرده‌ام، یعنی بسیار بهتر از آنچه هر يك از دشمنان ابلهم در در نظریه کپرنیک با فریاد و فغان عرضه می‌دادند. پس دیگر تقصیر من نیست اگر این استدلالها قانع کننده نیستند. اگر کسی می‌خواهد مرا سرزنش

کند، بهتر است ابتدا دلایل محکمتری از آنچه من برای ساکن بودن زمین آورده‌ام ارائه بدهد. در جریان محاکمه تا کنون فرصت نشده است که این مطالب را تذکر بدهم. هر بار که خواسته‌ام شروع به صحبت کنم، آنها مرا ساکت کرده‌اند و پی در پی سؤال پیچم کرده‌اند که چرا در سال ۱۶۱۶ به‌اداره سانسور تذکر نداده‌بودم که مسأله‌ای که طرح کرده‌بودم در دادگاه مقدس تحت بررسی بوده‌است. اما این مسخره است، زیرا اداره سانسور از تصمیمات واتیکان بهتر از من اطلاع داشت. اما آنها می‌گویند چرا دستورهای ۱۶ سال پیش بلارمینو را به‌اداره سانسور گوشزد نکرده‌بودم. سپس آنها می‌پرسند که بلارمینو تنها گفته بود که از تعالیم کپرنیک دفاع نکنم یا آنکه اصلاً ذکر از آنها به‌میان نیاورم. البته او نگفته بود که حق ندارم از تعالیم کپرنیک سخنی بگویم. در این زمینه من برگ برنده‌ای در دست دارم و آن نامه‌ای است از بلامینو که در آن فقط گفته شده که نباید به‌جانبداری از نظریه کپرنیک برخیزم.

خانم نیکولینی: و اگر دشمنان شما مدرکی جعل کنند که خلاف آنچه می‌گویید در آن نوشته شده باشد، چه می‌کنید؟

گاليله: چنین مدرکی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

خانم نیکولینی: قبلاً هم بسیار پیش آمده‌است که مدارك تقلبی درست کرده‌اند.

گاليله: من حتی نمی‌توانم تصور کنم که دشمنانم دست به چنین کار شرم‌آوری بزنند.

خانم نیکولینی: فراموش نکنید که کسی که بر علیه حقیقت

می‌جنگد، نمی‌تواند در انتخاب راههایش چندان سختگیر باشد، او روز به روز بیشتر در منجلاب دروغ و افترا غوطه‌ور می‌شود.

گاليله: نه، این ممکن نیست. مطمئنم که اگر نامه‌های بلارمینو را به آنها نشان دهم، همه ماجرا پایان می‌رسد؛ وقت این کار هم فرارسیده‌است. آنها فقط درباره این قبیل مسائل صوری سؤال می‌کنند؛ حتی يك کلمه هم درباره اینکه حقیقت مسأله چیست، صحبت نکرده‌اند. آنها نپرسیده‌اند که آیا زمین روی محور خود می‌چرخد، آیا دور خورشید می‌چرخد، یا در مرکز جهان هستی آرام و بی‌حرکت ایستاده‌است. اگر امکان آن را بدست آورم که درباره افکارم سخن بگویم، فکر می‌کنم که وضعیت بکلی تغییر کند.

توریچلی: اگر فرصتی به شما بدهند چه می‌گویید؟ آیا برایشان ثابت می‌کنید که نظریه کپرنیک بی‌تردید تنها نظریه صحیح است؟

گاليله: فرزندم، من آرزو دارم که بتوانم چنین کنم، زیرا معتقدم که حقیقت همین است. اما متأسفانه نمی‌توانم آن را طوری به ثبوت برسانم که جای هیچ شکی باقی نماند. من تنها می‌توانم ثابت کنم که تعالیم کپرنیک با همه واقعیات علمی موجود سازگار است و هیچ واقعیت ثابت شده‌ای نیست که با آن در تناقض باشد. تناقضات ظاهری را می‌شود بسادگی رد کرد. من ثابت کرده‌ام که اگر زمین در حال حرکت باشد، ما که روی آن زندگی می‌کنیم و با آن در حال حرکت هستیم نمی‌توانیم حرکتش را مستقیماً حس کنیم. بنا بر این، تجربه روزمره ما نمی‌تواند دلیلی بر رد نظریه کپرنیک باشد. در مورد



کروی بودن زمین هم مسأله همین طور بود، ابتدا مردم از قبول آن سر باز می زدند؛ در عهد دانتِه می گفتند کروی بودن زمین خلاف عقل سلیم است و تجربه روزمره را شاهدی بر این مدعا می دانستند. می گفتند که اگر زمین کروی است باید مردمی که در آن سوی زمین زندگی می کنند آویزان شوند و بیفتند؛ و آن همه چرنیدیات درباره نقاط متقاطع می گفتند! امروز همه قبول دارند که زمین کروی است و آن همه بحث و استدلال را فراموش کرده اند. وقتی مردم دیدند کشتی که به سوی شرق حرکت کرده است از غرب بازمی گردد، دیگر چه می توانستند بگویند؟ امسال یکصد و یازدهمین سالگرد بازگشت کشتی «پیروزی» ماژلان از سفر دور دنیا است. در مورد حرکت زمین، هنوز اثبات چشمگیری مانند آنچه حرکت کشتی ماژلان نشان داد، در دست نداریم. به این دلیل است که نمی توانیم حرکت زمین را بی شك و شبهه به اثبات برسانیم. من تنها می توانم نشان دهم که همه اشکالاتی که بر نظریه کپرنیک گرفته می شود یا بر اثر عدم درك واقعی آن است یا جهل. من قادم ثابت کنم که تفسیر حرکت ظاهری خودشید و ماه و سیارات دیگر بر اساس فرضیه کپرنیکی به مراتب ساده تر از نظریه بطلمیوس است. اقلاد برجیس، حلقه کیوان، داس زهره، و پدیده های متعدد دیگری که کشف کرده ام، همگی مؤید دستی نظریه کپرنیک است، اما هیچ يك از آنها آن را ثابت نمی کند. در حین محاکمه، یکی از اتهامها این بود که من سعی کرده ام در گفت و شنود حقانیت کپرنیک را به ثبوت برسانم. وقتی در جواب گفتم که بدین علت کتاب را ننوشته ام، فقط این حقیقت را پنهان داشتم که بگویم به این سادگی

نمی‌توانستم به ثبوت برسانم، زیرا هنوز دلایل قطعی در دست نداشتم.

توریچلی: آیا نظریهٔ جزر و مد دلیلی قطعی بر حرکت زمین نیست؟

گالیله: وقتی که گفت و شنود را می‌نوشتم، به این پدیده اهمیت زیادی دادم. ولی باید اقرار کنم حالا وقتی آن را پس از سه سال می‌خوانم، این بخش کتاب مرا راضی نمی‌کند. اگر می‌خواستم کتاب را حالا بنویسم، بخش جزر و مد را به گونه‌ای دیگر می‌نوشتم یا اصلاً نمی‌نوشتم.

توریچلی: چرا؟ توضیح شما دربارهٔ وقوع جزر و مد بر اثر حرکت دو گانهٔ زمین بسیار قانع‌کننده است.

گالیله: سوء تفاهم نشود، منظور من این نیست که به کشفیاتم در مورد جزر و مد شك برده‌ام. اما فکر می‌کنم در حالی که تبیین پدیدهٔ جزر و مد با حرکت دو گانهٔ زمین از دیگر استدلالها ساده‌تر است، لیکن از آنها قطعیت‌تر نیست.

توریچلی: که این طور.

گالیله: می‌دانم که حالا تعجب می‌کنید که چرا خود را اینقدر بسزحمت انداخته‌ام در حالی که نتوانسته‌ام مسأله را به‌طور قطعی حل کنم. نه، خواهش می‌کنم اعتراض نکنید. می‌دانم که این فکر در مغز شما هست، کاملاً هم طبیعی است. خودم هم در ماه گذشته گاهی فکر کرده‌ام که آیا بهتر نبود چند سالی صبر می‌کردم تا اثبات قاطعی پیدا کنم. ولی وقتی درست فکر کردم دیدم که جواب این سؤال منفی

است. من دیگر پیر شده‌ام و نمی‌توانم بیشتر از این منتظر بمانم. شاید آنقدر زنده نمانم تا شاهد کشف این اثبات قاطع باشم. احساس می‌کنم چیزی که می‌خواهم بگویم، حتی اگر مسأله را کاملاً حل نکند، دارای چنان اهمیتی است که باید گفته شود. همچنین احساس می‌کنم که وظیفه من گفتن آن است، زیرا که این نظریات ممکن است به یافتن اثبات قطعی کمک کند. اما می‌ترسم که زمان پیدا شدن این اثبات اصلاً نزدیک نباشد. مسأله مهم دیگری نیز وجود دارد و آن اینک که حتی خود اصول کپرنیک را باید کامل کرد، زیرا با این اصول حرکت ظاهری سیارات دقیقاً قابل توجیه نیست. من موفق نشده‌ام که اختلاف بین فرضیه و مشاهدات را توضیح دهم.

توریچلی: کپلر ادعا می‌کند که اگر فرض کنیم مدار هر سیاره بیضی است که خورشید در یک کانون آن قرار دارد، و همچنین اگر فرض کنیم که سیارات با سرعت یکنواخت روی مدارشان در حرکت نیستند بلکه طوری حرکت می‌کنند که حاصل ضرب سرعت طول خطی که از کانون بر جهت لحظه‌ای حرکت عمود می‌شود مقداری است ثابت، در آن صورت به توافق بهتری با مشاهدات خواهیم رسید.

گالیله: آیا کپلر واقعاً چنین چیزی گفته است؟ جای تعجب است؛ تا حالا به این موضوع توجه نکرده بودم. به هر حال فکر می‌کنم فرضیه‌هایی از این قبیل واقعاً مورد نیاز نیستند. چرا باید سیارات فقط روی مدارهای بیضی شکل در حرکت باشند؟ آیا این فرض ما را به یاد مدارهای تدویر نمی‌اندازد که برای سازگار کردن نظریه

بطلمیوس با واقعیات بکار گرفته می‌شد؟ این فرض که مدار سیارات دایره و سرعت آنها یکنواخت است، تنها گمانی است که من می‌توانم آن را با مکانیک توجیه کنم، و در واقع ساده‌ترین راه هم هست.

توریچلی: اینکه چیزی ساده باشد، دلیل بر صحت آن نیست. استاد، خود شما کسانی را که حاضر نبودند وجود کوهها را در ماه بپذیرند - به رغم آنکه اگر از تلسکوپ شما نگاه می‌کردند، آنها را می‌دیدند - به ریشخند گرفتید. آنها وجود کوه را در ماه قبول نمی‌کردند، زیرا می‌گفتند اگر در ماه کوه باشد، دیگر ماه نمی‌تواند کره کامل باشد، پس در آن نقص هست.

گالیله: البته این استدلال خیلی مسخره است؛ مسخره‌تر از آن این است که کلاویوس<sup>۱</sup> کامل بودن ماه را می‌خواست این طور توجیه کند: همه دره‌های ماه با ماده‌ای نامرئی پر شده است و به رغم کوههایی که بر روی ماه می‌بینیم، سطح آن یک کره کامل بدون کوچکترین ناهمواری است. به همین احتمال، من هم می‌توانم بگویم که بر سر کلاویوس در واقع دو گوش الاغ وصل است، اما از ماده‌ای نامرئی و غیرقابل لمس و مشاهده ناپذیر. در مورد بیضیهای کپلر هم البته باید آن مفروضات را به معرض آزمایش گذاشت. اگر آزادی تحقیق وجود داشته باشد، در مدت کمی می‌توان چنین آزمایشهایی را انجام داد. در مورد وضعیت خودمان، به اعتقاد من نکته مهم این است که کلیسا آزادی تحقیقات علمی را در خصوص حرکت زمین با هر پرسش

---

1. Clavius

دیگری راجع به طبیعت محدود نکند. آنها می گویند گفت و شنود من نظریه کپرنیک را تأیید می کند. من در جواب می گویم که گفت و شنود من پرچم آزادی تحقیقات علمی را برمی افرازد. درست به این دلیل بود که کتاب را نوشتم، و به این دلیل بود که تبعات آن را بجان خریدم. و گرنه من هیچ نگرانی نسبت به سرنوشت نظریه کپرنیک ندارم؛ دیر یا زود صحت آنها به اثبات می رسد و مردم آنها را می پذیرند. اما ترس فراوان من از این است که اگر در این نبرد پیروز نشوم، تحقیقات علمی تا مدت زیادی، لااقل در ایتالیا، فلج خواهد شد. چه فایده ای دارد اگر من فرار کنم و به هلند بروم؟ گذشته از آنکه در این سن نمی توانم حتی تصور شروع زندگی جدیدی را بکنم، فرار من به این معناست که قبل از اینکه جنگ را باخته باشم خود را تسلیم کرده ام. تا زمانی که کوچکترین بارقه امیدی در قلب من روشن باشد، رم را ترك نخواهم کرد. خواهشمندم صمیمانه ترین تشکرات مرا به دوستان خود ابلاغ کنید. دلگرم کننده است که هنوز کسانی وجود دارند که می خواهند مرا یاری دهند.

توریچلی: همیشه می توانید به کمک من و دوستانم امیدوار باشید؛ ما نهایت سعی خودمان را می کنیم. اما می ترسم اگر زمان بگذرد، برای عملی کردن طرح فعلی دیر بشود. اگر عقیده تان در مورد نقشه ما عوض شد یا کاری پیش آمد که می توانستم به نوعی کمک کنم، فوراً مرا خبر کنید. خداحافظ استاد.

گالیله: خداحافظ دوست من. از اینکه نزد من آمدید و از همه کارهایی که می خواستید برایم انجام بدهید، سپاسگزارم. خداحافظ.

خانم نیکولینی: من تا دم در آقای توریچلی را همراهی می کنم... آقای گاليله، این توریچلی جوان خیلی خوبی است... راستی ز این زردآلوهای رسیده‌ای که از فلورانس برایمان آورده‌اند میل کنید. از نگاه کردن به آنها انسان گرفتاریهایش را فراموش می کند. من به مباحثه شما با توریچلی با علاقه فراوان گوش دادم، اما همه حرفهای شما را کاملاً نفهمیدم. هر وقت فرصتی شد، سؤالهایی برایم پیش آمده است، می خواهم از شما بپرسم.

گاليله: همین حالا بپرسید، کاترین. من از اینکه با شما درباره م صحبت کنم لذت می برم. شما بینش منطقی و آزادی دارید. افکار ما را این فضل فروشان مکتب مدرسی<sup>۱</sup> نپوسانده‌اند.

خانم نیکولینی: آیا شما پس از این همه صحبت خسته شده‌اید؟ نمی خواهید استراحت کنید؟

گاليله: ابدأ. فقط کمی ناخوشنودم، و گرنه آنقدر سر حالستم که حاضرم درباره هر چه بخواهید با کمال میل صحبت کنم. به من بگویید به چه موضوعی علاقه دارید؟

خانم نیکولینی: در مورد تعالیم کپرنیک منظورتان را نفهمیدم. می گویند قانع شده‌اید که نظریه وی درست است ولی نمی توانید آن را ثابت کنید. اگر قادر به اثبات آن نیستید، پس چگونه قانع شده‌اید که این نظریه درست است؟ و اگر دلایل کافی برای قبول آن دارید، پس چرا آن را هنوز اثبات نشده می دانید؟

گاليله: این سؤال پر دردسری است و نمی توان آن را با یکی

---

1. scholastic

دو کلمه جواب گفت. ابتدا باید برایتان دربارهٔ روش علمی صحبت کنم. اما قبل از آن، خیلی مشتاقم بدانم که از کجا فهمیدید خدمتکاری که اخراج کردید جاسوسی مرا می کرده است؟

خانم نیکولینی: حالا که از جریان مطلع شده‌اید، برایتان شرح می‌دهم. ابتدا پی‌بردم که جوزپه، این پست‌فطرت رذل، گاهی چند ساعتی غیبتش می‌زند. ظهر جمعهٔ گذشته وقتی به بازار رفتم، او را دیدم که در دالانی با یکی از راهبان دومینیکی<sup>۱</sup> پیچ‌پیچ می‌کند. البته این صحنه مرا خیلی مظنون کرد، ولی برای این نتیجه‌گیری که وی جاسوس است، کافی نبود. بنا بر این فکر کردم که او را آزمایش کنم. شاهینی را درون یک کیف گذاشتم و از پدر کاستلی<sup>۲</sup> خواستم که آن را به منزل ما بفرستد و وانمود کند که برای شماست. بعد وقتی صدای در را شنیدم، جوزپه را فرستادم که در را باز کند. بعد از چند دقیقه خودم دنبال او رفتم. دیدم که شاهین در راهرو در حال پرواز است و جوزپه هم با دستان خون‌آلود سعی می‌کند آن را بگیرد. با این آزمایش تقریباً یقین کردم که او جاسوس است، ولی هنوز کمی شک داشتم. پیش خود گفتم شاید فقط فضولی باعث شده است که ببیند داخل کیف چیست. بنا بر این تصمیم به آزمایش دیگری گرفتم. نامه‌ای برای اسقف اعظم آسکانیو پیکولومینی<sup>۳</sup> نوشتم و در آن راجع به وضعیت مزاجی شما توضیح دادم. سپس نامه را عمداً روی میز گذاشتم و کمی جوهر کنار میز روی زمین ریختم. بعد جوزپه را صدا کردم تا جوهر را از روی زمین پاک کند. خودم هم فوراً اتاق را ترك

1. Dominican

2. Pater Castelli

3. Ascanio Piccolomini

کردم و روی بالکن رفتم و مخفیانه از پشت پنجره کوچک به تماشایش نشستم. دیدم آن پست فطرت کثیف با شوق و هیجان نامه را برداشت، شروع به خواندن آن کرد، و بعد مشغول یادداشت برداری از آن شد. دیگر برایم شکی نماند که جاسوس است، اما برای آخرین امتحان فردایش از او پرسیدم که آیا خواندن و نوشتن می‌داند. جواب داد که حتی اسم خودش را هم نمی‌تواند بنویسد. آنگاه بر سرش فریاد زدم: «ای احمق خرفت! از خانه من بیرون شو! من به بیسواد ابله‌ی چون تو احتیاج ندارم.» ولی قبول کنید نمی‌دانم چرا سر شما را با این داستان دراز بدرد آوردم.

گاليله: هیچ سرم را بدرد نیاوردید! از آنچه گفتید متوجه شدم که با وجود اینکه شما هیچ وقت روش علمی را رسماً یاد نگرفته‌اید، آن را از تمام مشاعیون دانشگاه پادوا<sup>۱</sup> بهتر می‌دانید. کاری که شما در مورد جوزپه کردید، يك روش علمی است. ابتدا متوجه شدید که او گاهی چند ساعتی ناپدید می‌شود، بنا بر این به دنبال علتش گشتید. بعد او را در حال بیخ‌گوشی حرف‌زدن با راهب دومینیکی دیدید و به او مظنون شدید. بنا بر این فرضیه‌ای ابداع کردید و آن اینکه او جاسوسی می‌کند. بعد منتظر نماندید که حادثه جدیدی تصادفاً روی دهد و فرضیه شما را به ثبوت برساند، بلکه آزمایش شاهین را انجام دادید. با خود گفتید اگر جاسوس باشد، در کیف را باز می‌کند و چنین هم شد. اگر متفکر عمیقی نبودید، در این مرحله فرضیه خود را اثبات شده تلقی می‌کردید. ولی از خود پرسیدید آیا ممکن نیست



فضولی باعث شده باشد که جوزپه در کیف را باز کند؟ بنا بر این اگر چه نتیجه آزمایش مثبت بود و فرضیه شما را تأیید می کرد، برایتان هنوز قطعی نبود. پس آزمایش نامه نگاری را طرح کردید و نتیجه آن را هم در تأیید فرضیه خود یافتید. با وجود همه اینها، سرانجام از او پرسیدید که آیا می تواند بخواند یا بنویسد، و هنگامی که پاسخ منفی شنیدید، متقاعد شدید که واقعاً جاسوس است، و او را اخراج کردید. کسی که می خواهد به اسرار طبیعت دست یابد نیز باید اساساً همین روش را در پیش بگیرد. بر اساس مشاهدات باید فرضیه ای ساخت و بعد با آزمایشهای دقیقاً طراحی شده آنها را امتحان کرد. گوش سپردن به نداهای تصادفی طبیعت کافی نیست؛ باید طبیعت را چند جانبه آزمود. اگر نتایج آزمایش با فرضیه در تضاد بود، فرضیه رد می شود. اما اگر سازگار بود، فرضیه اثبات نمی شود، زیرا باید پرسید که آیا نمی توان نتیجه را هنوز با روش دیگری توصیف کرد؟ اگر توصیف دیگری بیابیم، یعنی فرضیه ای تازه و متفاوت با اولی پیدا کنیم، باید آزمایش دیگری انجام دهیم تا معلوم شود کدام يك از فرضیه های اول یا دوم درست است. اگر نتیجه آزمایش دوم، بار دیگر در تأیید فرضیه اول، ولی در تضاد با فرضیه دوم بود، آنگاه باید فرضیه دوم را کنار گذاشت یا دست کم تغییر داد.

خانم نیکولینی: اما این روند هیچ گاه تمام نمی شود، زیرا همیشه می توان برای تمام آزمایشها چنین توصیفهای عجیب و غریبی یافت. برای مثال، در مورد جوزپه می توان فرض کرد که کنجکاوی باعث شد او نامه را بخواند. البته این فرضیه علت نسخه برداری او

از نامه مرا روشن نمی‌کند. اما می‌توان تصور کرد که این کار او به دلیل آن بود که مثلاً به سبک نامه‌نگاری من علاقه‌مند شد، و بعد بدان سبب قدرت خواندن و نوشتنش را انکار کرد که ترسید من بکار او رونویسی را هم بیفزایم و مشغله‌اش زیاد شود. آیا این نشان نمی‌دهد که فرضیه‌ها را نمی‌شود ثابت کرد و فقط آنها را می‌توان رد نمود؟

گالیله: نه. البته پس از هر آزمایشی که با فرضیه در تضاد باشد، می‌توان تناقض را رفع کرد. اما هر آزمایشی که نتیجه‌اش بر اساس فرضیه ما قابل پیش‌بینی باشد و نیز با تناقضات گفته‌شده سازگار نباشد، می‌تواند فرضیه ما را تأیید کند. تعداد زیادی از این آزمایش‌های تأییدکننده می‌تواند ما را به صحت فرضیه‌مان متقاعد کند، هر چند که عملاً اثبات قطعی در دست نباشد.

خانم نیکولینی: کم کم دارم متوجه می‌شوم. اگر هر جای يك پیراهن کهنه را که وصله می‌زنم جای دیگرش پاره شود آنگاه می‌فهمم که باید اصلاً آن را به دور بیندازم. ولی هنوز جواب سؤال مرا نداده‌اید. اصلاً چطور ممکن است فرضیه‌ای را درباره طبیعت مطلقاً درست دانست؟

گالیله: يك فرضیه فیزیکی در مورد طبیعت را هرگز نمی‌توان مثل يك قضیه ریاضی ثابت کرد. در ریاضیات، اثبات به کمک يك سلسله استنتاج منطقی از تعدادی اصول موضوع انجام می‌پذیرد. اما فرضیه‌های ما در مورد طبیعت، خود واقعاً اصول موضوعند، و می‌دانید که حتی در ریاضیات هم اصول موضوع را نمی‌شود ثابت

کرد. مثلاً نمی‌توانیم اصول موضوع هندسه را ثابت کنیم. ما آنها را می‌پذیریم و صحیح می‌دانیم، زیرا هندسه‌ای که بر مبنای آنها ساخته می‌شود جهانی را که ما در آن زندگی می‌کنیم به‌خوبی توصیف می‌کند. فرضیه‌های فیزیکی معمولاً به‌طور صوری قابل اثبات نیستند. تنها کاری که می‌توان انجام داد این است که از آنها نتایجی در مورد رویدادهای مشاهده‌پذیر و از نظر تجربی مهارشدنی بدست بیاوریم و بعد این نتایج را با نتایجی مقایسه کنیم که از تجربه حاصل می‌شوند. اما نتایجی را که از فرضیه‌ها استنتاج می‌کنیم باید با روشهای ریاضی نیز بدست بیاوریم، پس فرضیه‌ها نقش اصول موضوع را بازی می‌کنند، و از این اصول حقایق مورد نظر به‌کمک دقت ریاضی حاصل می‌شود.

خانم نیکولینی: حالا کم‌کم متوجه می‌شوم که چرا در مطالعه طبیعت به ریاضیات احتیاج داریم.

گاليله: این فقط یکی از علل ضرورت استفاده از ریاضیات در مطالعه علوم طبیعی است. علت دیگری هم وجود دارد که بمراتب عمیقتر است: قوانین اساسی طبیعت را به‌هیچ طریقی نمی‌توان بیان کرد مگر به‌زبان ریاضی. کتاب عظیم طبیعت را فقط کسانی می‌توانند بخوانند که به‌زبان آن آشنایی داشته باشند، و آن زبان هم ریاضیات است. کسانی که فقط راجع به طبیعت و راجی می‌کنند و از مشاهده آن یا تحریک و وادار کردن آن به‌وسیله آزمایش، غافلند، هرگز چیزی از آن را درک نمی‌کنند. ولی اگر کسی موفق شد که طبیعت را وادار سازد که با او سخن بگوید، طبیعت به‌زبان ریاضیات با او سخن

خواهد گفت، و اگر او این زبان را نداند، سخن طبیعت را هم در نخواهد یافت. متأسفانه عده زیادی هستند که این زبان را فقط به طور پراکنده و نامنظم فرا گرفته‌اند، و این کافی نیست، زیرا خیلی اتفاق می‌افتد که این افراد مفهوم بکلی متفاوتی را از سخن طبیعت برداشت می‌کنند، و بعد وقتی می‌خواهند اندیشه‌هایشان را به زبان ریاضیات بیان کنند، نتیجه‌اش لکنت‌زبانی اسفبار است. فیلسوفانی هم هستند که عقاید عجیب و غریبی - حتی می‌توانم بگویم عقایدی بدوی - نسبت به ریاضیات دارند. با وجودی که دیگر امروز نمی‌توانند لزوم دانش ریاضی را انکار کنند، می‌گویند که کسی که ریاضیات را برای مطالعه طبیعت بکار می‌گیرد، نیازی ندارد آن را عمیق و کامل فراگیرد. این درازگوشها مدعیند که تنها به نتایج نهایی احتیاج دارند؛ آنها نه حوصله و نه وقت آن را دارند که با اثبات و صورتبندی دقیق قضایا دست و پنجه نرم کنند. حرف این فیلسوفان همانقدر احمقانه است که کسی بگوید: «بگذارید ریشه و شاخه‌های درخت را قطع کنیم، چون فقط به میوه‌های آن نیاز داریم.» کسی که می‌خواهد از میوه‌های ریاضیات بهره‌مند شود، چه بخواهد و چه نخواهد باید روش تفکر آن را نیز بپذیرد.

خانم نیکولینی: من متوجه نمی‌شوم که چطور ممکن است کسی بخواهد ریاضیات را بکارگیرد ولی با روح آن نیز در ستیز باشد. من در ریاضیات تنها یک تازه‌کارم، و دانشم فقط در همین حد اندکی است که شما در طی صحبت‌هایمان به من آموخته‌اید، بنا بر این شاید اظهار نظرم در این مورد پرمدعایی باشد. با این حال، من

متوجه مطلبی شده‌ام. ولی نمی‌خواهم خسته‌تان بکنم، چون یقیناً آنچه بتوانم بگویم خودتان می‌دانید.

گاليله: لطفاً ادامه بدهید. نظرتان را بگویید. خیلی مایلم بدانم نکته‌ای که متوجه آن شده‌اید چیست. ذهن بی‌غرض و منصفانه شما به چیزهایی توجه می‌کند که از دید بسیاری از همکاران دانش-آموخته من پنهان می‌ماند.

خانم نیکولینی: متوجه شده‌ام که يك قضیه ریاضی را تنها هنگامی واقعاً فهمیده‌ام که اثبات آن را کاملاً درک کرده باشم. حتی اتفاق افتاده است که تنها، وقتی قضیه‌ای را برایم از راه متفاوت دیگری ثابت کرده‌اید، آن را کاملاً متوجه شده‌ام. زمانی به من گفتید که می‌خواهید راه حل متفاوتی برای يك قضیه ارائه بدهید. اعتراف می‌کنم که با خود گفتم چه لزومی دارد که چنین کنید، و چرا يك اثبات کفایت نمی‌کند. اما بعد متوجه شدم که چقدر مفید است که از جهات مختلف به مسأله‌ای نظر کنیم، درست مانند آنکه مجسمه‌ای را از زوایای مختلف تماشا کنیم. البته درک می‌کنم که چرا انسان گاهی از اثبات دشوارتر می‌گریزد. خودم هم بسیاری اوقات از يك سلسله استدلال طولانی که می‌بایست گام به گام دنبال شود وحشت زده می‌شدم. من در این موارد احساس کوهنوردی را داشتم که به طرف قله‌ای در میان پرتگاههای خطرناک در حرکت است و باید تنها جلو پایش را نگاه کند تا مبادا پایش بلغزد. اما جالب توجه این است که وقتی به قله می‌رسد و از آن بالا به منظره اطرافش می‌نگرد، آن چنان لذت غیرقابل توصیفی به او دست می‌دهد که همه مشکلات راه را از

یادمی برد. ابتدا من اثباتهای طولانی را به شوق رسیدن به چنین چشم‌اندازی دنبال می‌کردم. اما بتازگی از هر گام شگفت‌انگیز و نبوغ‌آمیز اثبات لذت فراوانی می‌برم که بالذت شنیدن زیباترین قطعات موسیقی قابل مقایسه است. فکر می‌کنم که وضعیت برای کوهنورد هم مشابه این است: ابتدا او فقط به فکر قله و منظره زیبایی است که از آنجا می‌بیند، ولی کم‌کم برایش نفس کوهنوردی اهمیت پیدا می‌کند، از سرراه برداشتن هر مانعی و پیدا کردن هر دستاویزی در میان صخره‌ها برایش شادی بخش و فرح‌افزا می‌شود.

گاليله: نمی‌دانید حرفهای شما چقدر مرا خوشحال کرد. در طول عمر درازم فقط تعداد کمی از شاگردانم مرا و روح واقعی ریاضیات را اینقدر خوب فهمیده‌اند. هر وقت چیز جدیدی به شما یاد می‌دهم، بلافاصله به چشمانتان نگاه می‌کنم تا برق آنها را مشاهده کنم. هر وقت چشمانتان برق می‌زند، می‌فهمم که متوجه نکته قضیه شده‌اید. هنگام تدریس، این برق دیدگان بالاترین لذتها را به من می‌دهد. درست مثل لذت آن لحظه‌ای است که آتش اجاق، پس از سعی زیاد در روشن کردنش، بالاخره زبانه می‌کشد. معلمانی هستند که می‌خواهند ریاضیات را با حفظ کردن قواعد و روشهای مکانیکی به شاگردانشان بیاموزند. کار آنها از سر رفع تکلیف است، و تدریسشان پشیزی نمی‌ارزد. معلم واقعی کسی است که به شاگردش یاد می‌دهد که چگونه باید فکر کند و بفهمد. کسی که در عوض فهم حقیقی مطلب فقط دستورالعملها را می‌آموزد، قادر نخواهد بود که آنها را درست بکارگیرد، زیرا دانستن درست تنها در سایه تفکر امکان‌پذیر است.

کسی که به جای فکر کردن تنها به شمردن اکتفا کند، معمولاً پیچیده-ترین راهها را خواهد پیمود و غالباً هم آن چیزی را که لازم است نمی‌شمارد. بنا بر این حتی اگر اشتباه هم نکند، نتیجه‌اش بی‌ارزش و بی‌فایده خواهد بود. بگذارید دو مطلب به گفته‌های شما اضافه کنم. اول اینکه ریاضیات علاوه بر آنکه مفید است و برای کسانی که می‌خواهند به مطالعه طبیعت پردازند یا از قدرت آن - مثلاً در ساختن ماشینها - استفاده کنند اجتناب‌ناپذیر است، مبحثی است بسیار زیبا و جالب توجه، و از ماجراجوییهای هیجان‌انگیز و شگفتی‌آور مغز آدمی است. من فکر می‌کنم که زیبایی ریاضیات يك نکته فرعی و الحاقی به آن نیست، بلکه یکی از خصایص اساسی آن است. حقیقت همیشه زیباست و زیبایی همیشه حقیقت دارد. یونانیان باستان به این نکته خوب پی برده بودند. کسانی که تصوراتی منحط از ریاضیات دارند، یا زیبایی آن را نمی‌بینند و یا اینکه بدان مشکوکند، گمان می‌برند زیبایی يك جنبهٔ تجملی و زائد است، و وقتی بدان پشت می‌کنند به خیال خود به واقعیت نزدیکتر می‌شوند. این کسان خود را مرد عمل می‌نامند و متکبران به تحقیر کسانی می‌پردازند که در روح واقعی ریاضیات نفوذ کرده‌اند. در حالی که هیچ چیز غیر منطقیتر از خودبینی آنها نیست که در واقع انعکاس ناتوانی خود آنهاست. حالت آنها درست مثل اسکندر کبیر است که از روی خشم گره گوردیوس<sup>۱</sup> را با شمشیر برید، زیرا نتوانست به راز آن پی ببرد. این را هم بدانید که در دربار حکومتهای خودکامهٔ ابتدایی، هنر و علم

---

1. Gordius

صرفاً جنبه تشریفاتی داشتند، در حالی که در یونان باستان هنر و علم هر دو اجزاء تشکیل یافته زندگی بودند. این هر دو به روشهای مختلف به آدمیان کمک کردند تا خودشان و جهان اطرافشان را بشناسند. حالا که پس از ۲۰۰۰ سال ما ادامه دادن به راه آنها را آغاز کرده‌ایم باید از آنجایی شروع کنیم که ارشمیدس باز ایستاد.

خانم نیکولینی: درست می‌گویید، هنرمندان عصر ما هم همین کار را می‌کنند. ولی گفتید که به گفته‌های من دو نکته می‌خواهید بیفزایید. نکته دوم چیست؟

گاليله: نکته دومی که می‌خواهم بیان کنم، با نکته اول رابطه بسیار نزدیک دارد. تا به حال راجع به زیبایی ریاضیات و لذتی که از آن حاصل می‌شود صحبت کرده‌ام. این لذت، درست مانند لذت درك زیبایی يك اثر هنری است. مولد این لذت شناخت واقعی، و نشانه آن برق زدن چشمان آدمی است. اما در ریاضیات این لذت فقط با کوشش بسیار بدست می‌آید. تمثیل کوهنوردی شما را بدان سبب دوست دارم که این جنبه را هم نشان می‌دهد. بدون تلاش عمیق فکری نمی‌توان در ریاضیات پیش رفت. اما کسی که لذت دانش ناب را چشیده و به زیبایی آن پی برده باشد، دوست دارد که رنج آن را بارها و بارها تحمل کند. هدف اصلی تعلیم ریاضیات نیز باید این باشد که شاگردان را با این حظ وافر آشنا کند و از این راه تفکر سازمان یافته و منطقی را که خاص ریاضیات است به آنها بیاموزد. این موضوع از آن رو مهم است که کسانی که هنر تفکر منطقی را از راه ریاضیات بیاموزند، می‌توانند آن را در همه شئون زندگی بکار گیرند.



خانم نیکولینی: بعضیها معتقدند که اگر همه کس فکر خود را بکار بیندازد، هرج و مرج خواهد شد. آنها می‌گویند بهتر است مردم از قدمای صاحب اختیار پیروی کنند. نظر شما در این باره چیست؟

گاليله: همه عمرم، در جنگ با این گونه عقاید سپری شده است. بگذارید به يك مثال اکتفا کنم. ارسطو فکر می‌کرد که برای ادامه حرکت يك جسم، نیرو لازم است. اما این موضوع درست نیست: محتوای اصلی کار جدید من، که ادله فراوانی آن را تأیید می‌کنند، این است که تنها برای تغییر حرکت نیرو لازم است؛ اگر نیرویی بر جسم متحرك وارد نشود، آن جسم حرکت خود را ادامه می‌دهد. بدون تشخیص این پدیده، هیچ کس قادر به درك قوانین حرکت نخواهد بود. دلیل اینکه ۲۰۰۰ سال است که مردم متوجه این مطلب نشده‌اند این است که به گفته قدمای صاحب اختیار - ارسطو - بیشتر از مشاهدات خود اعتقاد داشتند. در زندگی عادی نیز همانند کارهای علمی، مردم باید شخصاً به مسائل بیندیشند. مردم همچون گوسفندان نیستند که کسی باید آنها را به کمک سگهای گله به آغل براند. فرق انسان با حیوان در این است که او قادر به تفکر و اندیشیدن است. کسی که معتقد است انسان نباید شخصاً فکر کند، می‌خواهد او را تا درجه حیوان تنزل دهد. به هر حال فکر می‌کنم که از بحث اصلی خود دور شده‌ایم. نمی‌دانم آیا به سؤال شما جواب دادم یا نه؟

خانم نیکولینی: سرانجام خوب متوجه نشدم که منظورتان چه بود وقتی به توریچلی گفتید که هنوز اثبات قاطعی برای نظریه کپرنیک پیدا نکرده‌اید. از مطالبی که پیشتر ابراز داشتید به نظر

رسید که چنین اثباتی اصلاً نمی‌تواند وجود داشته باشد.

گالیله: سرکار خانم نیکولینی، شما اشتباه متوجه مطلب شده‌اید. می‌توان تصور اثباتی را کرد که بالاخره فرضیه سکون زمین در مرکز عالم و گردش خورشید به دور آن را باطل سازد. وقتی من از اثبات قاطع سخن می‌گویم، منظورم آزمایش یا مشاهده‌ای است که به هیچ وجه با مفهوم بطلمیوسی عالم سازگار نباشد. من مرتب در این راه گام بر می‌دارم. برای اینکه بهتر متوجه سختی مسأله بشوید، به این آزمایش توجه کنید: تصور کنید که در يك کشتی، در اتاقی دربسته و بدون پنجره هستید؛ اگر نیمه‌شب از خواب بیدار شوید، حتی اگر مجهز به وسایلی برای آزمایش هم باشید، متوجه نخواهید شد که آیا کشتی ایستاده است یا روی خط مستقیم با سرعتی یکنواخت حرکت می‌کند. مثلاً اگر شیئی را رها کنید، در این دو وضع، فرود آمدنش یکسان است. البته اگر کشتی سرعت یا جهتش را تغییر دهد، حالت فرود آمدن آن شیء فرق می‌کند. اما مادامی که سرعت یکنواخت، و مسیر مستقیم است، از درون اتاق نمی‌توان حرکت را حس کرد. البته اگر اتاق پنجره داشته باشد و از آن بتوان ساحل را دید، قادر خواهیم بود حرکت کشتی را نسبت به ساحل حس کنیم. اما اگر در عرشه کشتی ایستاده باشیم و فقط کشتی دیگری را ببینیم که نسبت به کشتی ما در حرکت است، باز نمی‌توانیم بفهمیم که آیا این تغییر بر اثر حرکت آن کشتی است یا کشتی خودمان، یا هر دو.

خانم نیکولینی: من این مطلب را می‌فهمم. ولی بنا بر نظریه کپرنیک حرکت زمین روی خط مستقیم نیست و به دور خورشید

خانم نیکولینی: بعضیها معتقدند که اگر همه کس فکر خود را بکار بیندازد، هرج و مرج خواهد شد. آنها می‌گویند بهتر است مردم از قدمای صاحب اختیار پیروی کنند. نظر شما در این باره چیست؟

گاليله: همه عمرم، در جنگ با این گونه عقاید سپری شده است. بگذارید به يك مثال اکتفا کنم. ارسطو فکر می‌کرد که برای ادامه حرکت يك جسم، نیرو لازم است. اما این موضوع درست نیست: محتوای اصلی کار جدید من، که ادله فراوانی آن را تأیید می‌کنند، این است که تنها برای تغییر حرکت نیرو لازم است؛ اگر نیرویی بر جسم متحرك وارد نشود، آن جسم حرکت خود را ادامه می‌دهد. بدون تشخیص این پدیده، هیچ کس قادر به درك قوانین حرکت نخواهد بود. دلیل اینکه ۲۰۰۰ سال است که مردم متوجه این مطلب نشده‌اند این است که به گفته قدمای صاحب اختیار - ارسطو - بیشتر از مشاهدات خود اعتقاد داشتند. در زندگی عادی نیز همانند کارهای علمی، مردم باید شخصاً به مسائل بیندیشند. مردم همچون گوسفندان نیستند که کسی باید آنها را به کمک سگهای گله به آغل براند. فرق انسان با حیوان در این است که او قادر به تفکر و اندیشیدن است. کسی که معتقد است انسان نباید شخصاً فکر کند، می‌خواهد او را تا درجه حیوان تنزل دهد. به هر حال فکر می‌کنم که از بحث اصلی خود دور شده‌ایم. نمی‌دانم آیا به سؤال شما جواب دادم یا نه؟

خانم نیکولینی: سرانجام خوب متوجه نشدم که منظورتان چه بود وقتی به توریچلی گفتید که هنوز اثبات قاطعی برای نظریه کپرنیک پیدا نکرده‌اید. از مطالبی که پیشتر ابراز داشتید به نظر

رسید که چنین اثباتی اصلاً نمی‌تواند وجود داشته باشد.

گاليله: سرکار خانم نیکولینی، شما اشتباه متوجه مطلب شده‌اید. می‌توان تصور اثباتی را کرد که بالاخره فرضیه سکون زمین در مرکز عالم و گردش خورشید به دور آن را باطل سازد. وقتی من از اثبات قاطع سخن می‌گویم، منظورم آزمایش یا مشاهده‌ای است که به هیچ وجه با مفهوم بطلمیوسی عالم سازگار نباشد. من مرتب در این راه گام بر می‌دارم. برای اینکه بهتر متوجه سختی مسأله بشوید، به این آزمایش توجه کنید: تصور کنید که در يك کشتی، در اتاقی دربسته و بدون پنجره هستید؛ اگر نیمه‌شب از خواب بیدار شوید، حتی اگر مجهز به وسایلی برای آزمایش هم باشید، متوجه نخواهید شد که آیا کشتی ایستاده است یا روی خط مستقیم با سرعتی یکنواخت حرکت می‌کند. مثلاً اگر شیئی را رها کنید، در این دو وضع، فرود آمدنش یکسان است. البته اگر کشتی سرعت یا جهتش را تغییر دهد، حالت فرود آمدن آن شیء فرق می‌کند. اما مادامی که سرعت یکنواخت، و مسیر مستقیم است، از درون اتاق نمی‌توان حرکت را حس کرد. البته اگر اتاق پنجره داشته باشد و از آن بتوان ساحل را دید، قادر خواهیم بود حرکت کشتی را نسبت به ساحل حس کنیم. اما اگر در عرشه کشتی ایستاده باشیم و فقط کشتی دیگری را ببینیم که نسبت به کشتی ما در حرکت است، باز نمی‌توانیم بفهمیم که آیا این تغییر بر اثر حرکت آن کشتی است یا کشتی خودمان، یا هر دو.

خانم نیکولینی: من این مطلب را می‌فهمم. ولی بنا بر نظریه کپرنیک حرکت زمین روی خط مستقیم نیست و به دور خورشید

است. آیا این مانند تغییر جهت در حرکت کشتی نیست که می‌توان از درون اتاقك در بسته متوجهش شد؟

گاليله: اگر کشتی خیلی آهسته و تدریجی تغییر جهت بدهد، احساس آن بسیار دشوار است؛ ما فقط تغییرات ناگهانی را متوجه می‌شویم. يك سال طول می‌کشد تا زمین گرد خورشید بچرخد، و ظرف چند ساعت تنها مقدار بسیار ناچیزی جهتش را تغییر می‌دهد. این است که پی‌بردن به این پدیده خیلی سخت است.

خانم نیکولینی: درباره چرخش زمین حول محور خودش چه می‌گویید؟ تا آنجا که من می‌دانم، بر طبق نظریه کپرنیک زمین هر روز يك دور حول محورش دوران می‌کند. آیا مستقیماً نمی‌توان آن را به طریقی حس کرد؟

گاليله: از سؤالتان چنین بر می‌آید که منظورم را از اثبات قاطعی که در پی آن هستم فهمیده‌اید. در هر حال، چنانکه گفتم، هنوز آن را پیدا نکرده‌ام. ولی اطمینان دارم که علم بزودی به آن دست خواهد یافت.

خانم نیکولینی: سؤال دیگری هم دارم: کاملاً متوجه نشدم که منظورتان از اینکه گفتید قوانین طبیعت را به زبان ریاضیات نوشته‌اند چیست. ممکن است برای تشریح آن مثالی بزنید؟

گاليله: لطفاً با من کنار پنجره بیایید. به این توپ نگاه کنید؛ من آن را رها می‌کنم و شما چگونگی فرود آمدن آن را به زمین مشاهده کنید. چیزی دستگیرتان شد؟

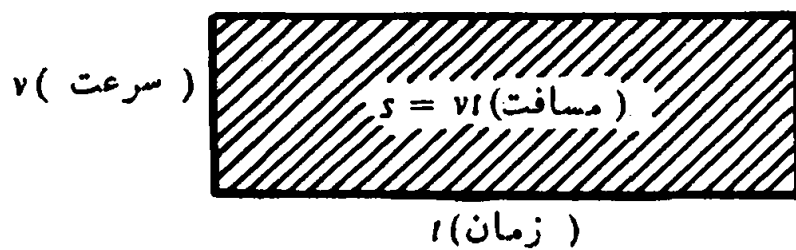
خانم نیکولینی: بنظر می‌رسد که سرعت فرود آمدن آن زیاد و

زیادتر می شود.

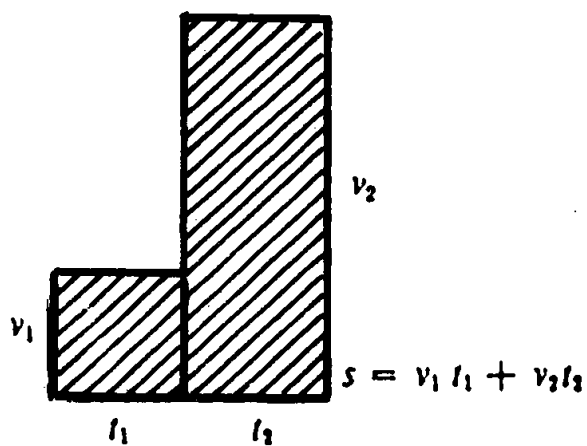
گاليله: حق با شماست، ولی افزایش این سرعت چگونه است؟  
 نظم خیره کننده و در عین حال ساده‌ای در آن وجود دارد. اگر  
 مسافتی را که توپ در زمانهای مساوی طی کرده‌است اندازه بگیرید،  
 می بینید که نسبت تغییرات آن مانند اعداد فرد است. مثلاً در ثانیه  
 دوم مسافت طی شده سه برابر ثانیه اول است؛ در ثانیه سوم پنج برابر  
 ثانیه اول؛ در ثانیه چهارم هفت برابر ثانیه اول، و همین طور تا  
 آخر. پس افزایش سرعت جسم در حال سقوط یکنواخت است. به  
 عبارت دیگر حرکت آن به طور یکنواختی غیر یکنواخت است. پیروان  
 مکتب مدرسی این نوع حرکت را مطالعه می کردند، اما برای آن  
 ریاضیات را بکار نمی بردند. در حالی که این حرکت بدون ریاضیات  
 واقعاً قابل درک نیست.

خانم نیکولینی: جداً که خیلی جالب توجه است.

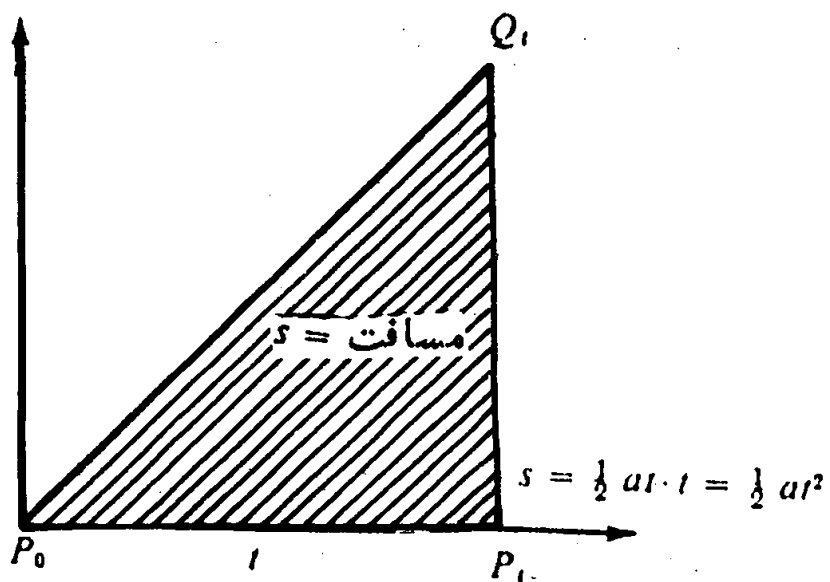
گاليله: کمی صبر کنید، هنوز حرفم در مورد سقوط اجسام  
 تمام نشده‌است. آنچه قبلاً گفتم می توان این طور هم بیان کرد که  
 سرعت جسم، متناسب با زمان تغییر می کند. حالا بیایید مسافتی را  
 که جسم در حال سقوط از ابتدا تا يك لحظه دلخواه طی می کند در  
 نظر بگیریم. فرض کنید که در ثانیه اول مسافتی به اندازه  $a$  را  
 پیموده باشد؛ در ثانیه دوم طبق آنچه گفتم مسافتی به اندازه  $3a$  را  
 طی می کند، پس در ثانیه‌های اول و دوم روی هم رفته  $3a + a = 4a$   
 را می پیماید. حال شما بگویید که می دانید در ثانیه سوم چه مسافتی  
 طی می شود؟



حرکت با سرعت ثابت



حرکت با سرعت قطعه‌ای ثابت



حرکت با سرعتی که بطور یکنواخت تغییر می‌کند.

خانم نیکولینی: البته  $5a$ ، پس در سه ثانیه اول جمعاً  $4a + 5a = 9a$  را می‌پیماید؛ در ثانیه چهارم مسافتی به طول  $7a$  را طی می‌کند و تا آن موقع کلاً  $16a$  را طی کرده‌است.

گالیه: پس جسم در حال سقوط در دو ثانیه  $4a$  و در سه ثانیه  $9a$  و در چهار ثانیه  $16a$  را طی می‌کند. در این مطلب نظمی نمی‌بینید؟

خانم نیکولینی: بنظر می‌رسد که طول مسافتی که از ابتدا طی شده، متناسب با مربع تعداد ثانیه‌ها باشد. آیا واقعاً چنین است؟

گالیه: بله، و این موضوع نه فقط برای ثانیه‌های اول، دوم، سوم، ...، بلکه در حالت کلی هم درست است.

خانم نیکولینی: چگونه می‌توان این نظم را در حالت کلی به اثبات رسانید؟

گالیه: خیلی ساده است. خط مستقیمی به نام  $L$  بکشید و نقطه  $P_0$  را روی آن انتخاب کنید. فرض کنید که  $P_0$  متناظر با لحظه شروع حرکت باشد. در این صورت هر نقطه  $Q_t$  روی خط  $L$  در طرف راست  $P_0$  نمایانگر لحظه  $t$  پس از آغاز حرکت خواهد بود. در هر نقطه  $P_t$  خطی عمود بر  $L$  رسم کنید و روی آن نقطه  $Q_t$  را طوری انتخاب کنید که فاصله‌اش از  $Q_t$  مساوی با سرعت جسم در حال سقوط در لحظه  $t$  باشد. چون سرعت متناسب با زمان افزایش می‌یابد، نقاط  $Q_t$  همگی روی یک خط راست گذرنده از  $P_0$  خواهند بود.

خانم نیکولینی: این درست، ولی چگونه می‌توان از روی این



شکل مجموع مسافت طی شده را یافت؟

گاليله: خیلی ساده: مسافت طی شده تا لحظه  $t$  برابر با مساحت مثلث  $P_0P_tQ_t$  است.

خانم نیکولینی: چرا؟

گاليله: اگر سرعت ثابت باشد، مسافت طی شده مساوی است با حاصلضرب سرعت در زمان. اگر خط افقی نشانگر زمان و خط عمودی نمایانگر سرعت باشد، مسافت طی شده برابر است با مساحت مستطیلی که يك ضلعش زمان است و ضلع دیگرش سرعت. اگر سرعت تغییر کند، مسأله مشکلتر می شود، ولی مسافت هنوز با يك مساحت قابل بیان است. مثلاً اگر سرعت برای مدتی ثابت باشد و ناگهان افزایش بیابد و در آن حالت بماند، مسافت طی شده مساوی است با مساحت ناحیه‌ای متشکل از دو مستطیل. اگر سرعت مرتباً تغییر کند اما بین هر دو تغییر ناگهانی ثابت بماند، مسافت طی شده برابر خواهد بود با مساحت ناحیه‌ای مرکب از تعداد زیادی مستطیل. اگر سرعت به طور پیوسته و یکنواخت از صفر شروع به افزایش کند، مسافت طی شده مساوی مساحت يك مثلث است. برای فهمیدن دلیل آن، کافی است توجه کنید که مثلث ترکیبی است از تعداد بی شماری مستطیل موازی بی نهایت نازک با ارتفاعهای مختلف.

خانم نیکولینی: واقعاً خارق العاده است. آیا کتاب شما در

باب ریاضیات حرکت با این سؤال هم سر و کار خواهد داشت؟

گاليله: بله، در آن کتاب راجع به بسیاری از مسائل مشابه

دیگر نیز توضیح خواهم داد. درست همان طور که می توان پیش بینی

کرد که وضعیت سنگی که در حال سقوط است در هر لحظه چیست، می‌توان نشان داد که اگر سنگی را در هر راستایی پرتاب کنیم، مسیرش سهمی خواهد بود. این مشاهده نه تنها به دلایل عملی جالب توجه است، بلکه به کمک آن می‌توانم نشان دهم که چگونه حرکتهای مختلف را می‌توان درهم آمیخت. در واقع برای من عجیب است که چرا هیچ کس، به استثنای احتمالاً ارشمیدس سعی نکرد مسیر حرکت يك قطعه سنگ را در حالت سقوط یا پرتاب بررسی کند در حالی که از زمان بطلمیوس سعی شده بود که مدار ظاهری خورشید، ماه و سیارات محاسبه شود. بگذارید باز هم مرا به الحداد محکوم کنند، اما باز حرفم را تکرار می‌کنم که قوانین حاکم بر حرکت در زمین همان است که در آسمانها.

خانم نیکولینی: پس جهان هستی مانند ساعت بسیار بزرگی است که در آن می‌توانیم دقیقاً حساب کنیم که هر چرخه، کوچک یا بزرگ، چگونه می‌چرخد.

گاليله: این نظم خارق‌العاده تنها يك فصل از «کتاب طبیعت» است. رویدادهای نامنظم، غیرقابل پیش‌بینی، و تصادفی نیز بسیارند.

خانم نیکولینی: منظورتان چیست؟

گاليله: ستاره‌گان جدیدی را در نظر بگیرید که گاه‌گاه (مثل ۶۰ سال پیش) ظاهر می‌شوند. مثلاً ستاره‌های ناگهان در آسمان ظاهر می‌شود، چند سالی درخششش بیشتر و بیشتر می‌شود، اما درست همان گونه که به‌طور ناگهانی ظاهر شد ناگهان هم غیبش می‌زند.

لکه‌های خورشیدی را در نظر بگیرید که دور خورشید و نزدیک سطح آن می‌چرخند، گاهی بزرگ می‌شوند و گاهی کوچک، بعضی وقتها ظاهر می‌شوند، می‌چرخند، و بعد غیب می‌شوند. نمی‌شود گفت که جهان از همه جهات تابع يك ساخت و کار است؛ از بعضی جنبه‌ها بیشتر به يك زن هوسباز و غیرقابل پیش‌بینی می‌ماند.

خانم نیکولینی: از آنچه گفتید بنظر می‌رسد که در کتاب طبیعت فصولی هم هست که به زبان ریاضیات نوشته نشده‌است، زیرا که با پیشامدهای غیرقابل پیش‌بینی سر و کار دارد.

گاليله: اشتباه می‌کنید و حق هم دارید، زیرا تا به حال فقط گامهای نخست در توصیف ریاضی پدیده‌های تصادفی برداشته شده است. اما این کار شدنی است، و من اخیراً این را با يك مثال بسیار ساده نشان داده‌ام.

خانم نیکولینی: مثالتان را اگر ممکن است بگویید.

گاليله: بازی قدیمی اما هنوز متداول تاس را در نظر بگیرید، اگر تاس را بریزیم، طرز نشستن آن کاملاً به شانس بستگی دارد. اگر اعداد ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ را روی شش وجه تاس بنویسیم و آن را بریزیم، تنها چیزی که می‌توان گفت این است که یکی از این اعداد خواهد آمد. اما اگر تاسی را به دفعات زیاد بریزیم، نظم خاصی را مشاهده خواهیم کرد: هر يك از این اعداد به تعداد تقریباً مساوی ظاهر خواهد شد. مسأله جالبتر این است که اگر دو تاس را همزمان بریزیم و اعداد حاصل شده را جمع کنیم، چه خواهیم دید. انتظار شما چیست؟

خانم نیکولینی: کاملاً واضح است؛ مجموع می‌تواند هر عددی بین ۲ و ۱۲ باشد.

گاليله: بله، اما احتمال آمدن این ۱۱ عدد مساوی نیست. تقریباً در  $\frac{1}{6}$  دفعات مجموع ۷ را می‌بینیم؛ دو عدد ۶ و ۸ در تقریباً  $\frac{5}{36}$  دفعات ظاهر می‌شوند؛ بعد دو عدد ۵ و ۹ در  $\frac{1}{9}$  دفعات، و ۴ و ۱۰ در  $\frac{1}{12}$  دفعات مشاهده خواهند شد؛ دو عدد ۳ و ۱۱ را در حدود  $\frac{1}{18}$  کل دفعات می‌بینیم، و بالاخره اعداد ۲ و ۱۲ در  $\frac{1}{36}$  دفعات ظاهر می‌شوند.

خانم نیکولینی: عجیب بنظر می‌رسد. چرا چنین می‌شود؟

گاليله: دلیل ساده‌اش این است که ۴ به ۳ طریق ممکن بدست می‌آید: یکی اینکه تاس اول ۳ و تاس دوم ۱ بیاید، دیگر اینکه تاس اول ۱ و تاس دوم ۳ بیاید، و سوم اینکه هر دو تاس ۲ بیایند. در حالی که ۱۲ فقط به یک طریق ظاهر می‌شود و آن اینکه هر دو تاس ۶ بیایند. پس در بین این مجموعه‌ها، ۴ تقریباً ۳ برابر ۱۲ ظاهر می‌شود.

خانم نیکولینی: حالا که اینها را گفتید، سعی می‌کنم این قوانین را يك بار در بازیهای آینده‌ام بکار بگیرم. فکر می‌کنید می‌توانم پول زیادی برنده شوم؟

گاليله: اگر قوانین بازی طوری طرح شده باشند که هیچ بازیکنی در وضعیت از پیش مطلوبتری نسبت به بازیکن دیگر، قرار نداشته باشد، آن بازی عادلانه است، البته اگر قوانین به طریق صحیحی وضع نشده باشند، بازیکن می‌تواند مقدار زیادی پول ببرد به شرط آنکه آن اندازه پول داشته باشد که بتواند بازی را تا به آنجا

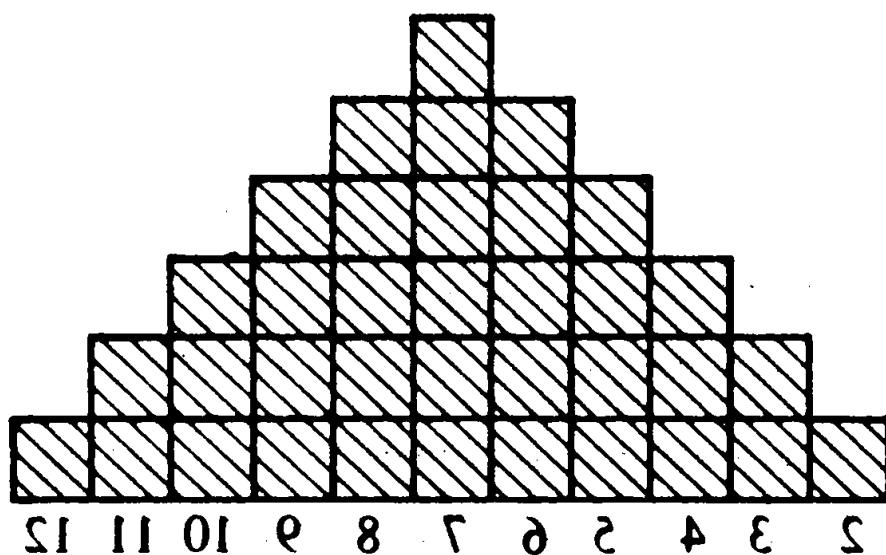
ادامه دهد که قوانین شانس در موردش به اجرا در آیند.

خانم نیکولینی: هرگز فکر نمی‌کردم که حتی پایه‌بازیهای شانس هم ریاضی باشد. این مطالب به چه شاخه‌ای از ریاضیات تعلق دارد؟

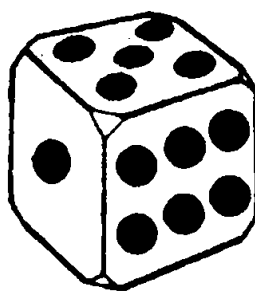
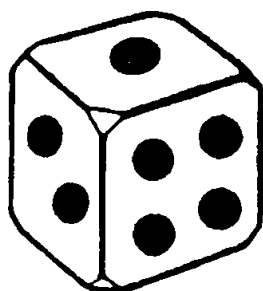
گاليله: این مبحث به قدری جدید است که هنوز برایش نامی نگذاشته‌اند. می‌توان آن را مثلاً حساب احتمالات نامید.

خانم نیکولینی: چگونه است که من تا به حال درباره آن هیچ چیزی نشنیده‌بودم؟

گاليله: چون ریاضیدانها عادت کرده‌اند که فقط با چیزهای منظم و دقیق سر و کار داشته‌باشند، و تا همین اواخر از مطالعه قوانین شانس کوتاهی کرده‌بودند، زیرا بنظر نمی‌رسید که این رشته ربطی به ریاضیات داشته‌باشد. این هم یکی از همان مواردی است که اطاعت کردن محض از پیشگامان باعث گمراهی شده‌است، زیرا ارسطو می‌گفت ریاضیات فقط با چیزهایی سر و کار دارد که تغییرناپذیر باشند. خودتان می‌دانید که شاید هیچ چیز تغییرپذیرتر از شانس نیست. البته تعصبات قدیمتر دیگری نیز وجود داشت: طبق سنت مردم اتفاقات تصادفی مانند ریختن تاس، پرواز پرندگان، و شکلهای نامنظم جگر حیوان قربانی‌شده را نشانی از اراده خدایان می‌انگاشتند. این باعث شده‌بود که کوشش برای درك یا مطالعه وقایع تصادفی به یاری عقل آدمی کفر شمرده‌شود. به هر حال نظر من این است که در سر آدمی چیزی به نام مغز گذاشته‌اند که می‌تواند از آن استفاده کند.



$$\begin{aligned}
 2 &= 1 + 1 \\
 3 &= 1 + 2 = 2 + 1 \\
 4 &= 1 + 3 = 2 + 2 = 3 + 1 \\
 5 &= 1 + 4 = 2 + 3 = 3 + 2 = 4 + 1 \\
 6 &= 1 + 5 = 2 + 4 = 3 + 3 = 4 + 2 = 5 + 1 \\
 7 &= 1 + 6 = 2 + 5 = 3 + 4 = 4 + 3 = 5 + 2 = 6 + 1 \\
 8 &= \quad \quad = 2 + 6 = 3 + 5 = 4 + 4 = 5 + 3 = 6 + 2 \\
 9 &= \quad \quad \quad = 3 + 6 = 4 + 5 = 5 + 4 = 6 + 3 \\
 10 &= \quad \quad \quad \quad = 4 + 6 = 5 + 5 = 6 + 4 \\
 11 &= \quad \quad \quad \quad \quad = 5 + 6 = 6 + 5 \\
 12 &= \quad \quad \quad \quad \quad \quad = 6 + 6
 \end{aligned}$$



$$1 + 5 = 6$$

خانم نیکولینی: با اینکه معلومات من فقط در حد چیزهایی است که از شما شنیده‌ام، جداً از راهی که ریاضیات مسائل پیچیده را ساده می‌کند لذت فراوان می‌برم. با نور مشعل ریاضیات، بسیاری از مسائل سخت و غیرقابل فهم همچون بلور شفاف و روشن می‌شوند. گاليله: درست است، ولی باید به شما بگویم که ریاضیات گاهی هم نشان می‌دهد که چیزهای به ظاهر ساده واقعاً خیلی مشکل و پیچیده است.

خانم نیکولینی: منظورتان چیست استاد؟

گاليله: بگذارید تنها يك مثال خیلی ساده برای شما بزنم. روی این کاغذ اعداد صحیح را از صفر به بعد می‌نویسیم:

۰, ۱, ۲, ۳, ....

فرض کنید که این دنباله تا بی‌نهایت ادامه داشته باشد. حال در میان این اعداد، آنهایی را که مربع کاملند مشخص می‌کنیم. هر چه جلوتر برویم، تعداد اعداد مربع کامل کمتر و کمتر می‌شود، زیرا فاصله میان آنها بیشتر و بیشتر می‌گردد.

خانم نیکولینی: درست است، فاصله میان آنها را اعداد فرد

تشکیل می‌دهند: ۱, ۳, ۵, ۷, ۹, ....

گاليله: این اعداد مانند مسافت طی شده در ثانیه‌های متوالی سنگی در حال سقوط آزاد است. حالا به من جواب بدهید: اگر بگویم که تعداد اعدادی که مربع کاملند کمتر از تعداد کل اعداد است، آیا درست گفته‌ام؟

خانم نیکولینی: مسلماً.

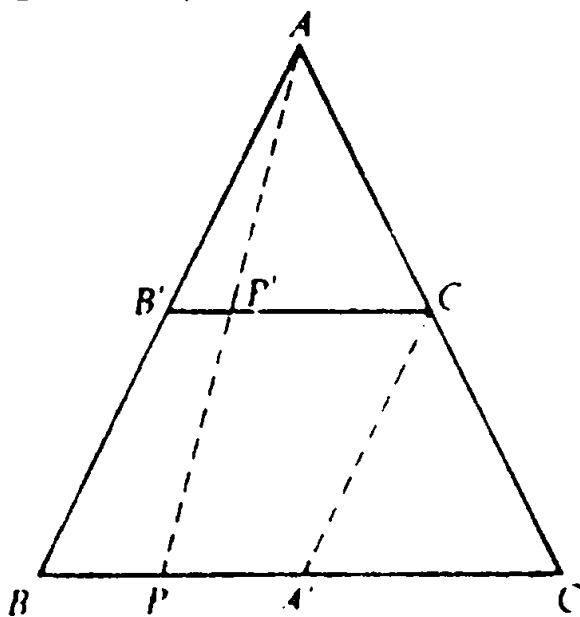
گاليله: حالا این کار را بکنید: دوباره دنباله اعداد صحیح را بنویسید و زیر آن مربع آنها را یادداشت کنید. در سطر دوم فقط اعدادی وجود دارند که مربع کاملند و هر عدد فقط يك بار ظاهر می شود.

خانم نیکولینی: بله.

گاليله: زیر هر عدد از سطر اول يك عدد از سطر دوم وجود دارد، پس در سطر دوم همان تعداد عدد هست که در سطر اول. آیا هنوز هم می گویند که تعداد کل اعداد صحیح بیشتر از تعداد اعداد مربع کامل است؟

- ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵ ۱۶....
- ۱ ۴ ۹ ۱۶ ۲۵ ۳۶ ۴۹ ۶۴ ۸۱....

خانم نیکولینی: من کاملاً سردرگم شده ام. موضوع چیست؟



گاليله: نکته این است که قوانینی که برای تعدادی متناهی از اشیاء صادق است، لزوماً برای تعدادی نامتناهی برقرار نیست. در واقع زنون قبلاً متوجه این مطلب شده بود (احتجاج مسابقه دو او را



به یاد دارید؟) وی متوجه شده بود که اگر پاره خط  $B'C'$  را از نقطه  $A$  روی پاره خط بلندتر  $BC$  تصویر کنیم، آنگاه به هر نقطه  $B'C'$  مانند  $P'$  يك نقطه  $BC$  مانند  $P$  متناظر می شود. تنها زنون متوجه نبود که این احتجاج در مورد اعداد صحیح هم پیش می آید.

خانم نیکولینی: به همین روش می توان نشان داد که اگر چه اعداد صحیح، يك در میان زوجند، تعداد کل آنها با تعداد اعداد زوج برابر است.

گاليله: می بینم که شما مطلب را کاملاً فهمیده اید. زمانی می توانیم بگوییم کسی مطلبی را عمیقاً فهمیده است که بتواند مطلب را به زبان خودش بازسازی و بیان کند؛ در يك کلام، باید بتواند آن را از نو بیافریند.

خانم نیکولینی: واقعاً درست است. مثلاً اگر کسی تنها دستورهای آشپزی را مو به مو اجرا کند، واقعاً آشپز خوبی نیست. آشپز خوب کسی است که هر بار ابتکار خاصی بخرج دهد، يك بار چاشنی را کم و بار دیگر زیاد کند، به طوری که مزه غذا هر دفعه با دفعه قبل تفاوت داشته باشد.

گاليله: آشپز خوب هم مثل يك دانشمند آزمایش می کند، بدون ترس از اتهام ارتداد.

خانم نیکولینی: آقای گاليله، در حالی که برایم این همه چیزهای جالب توجه تعریف می کردید، عقربه زمان هم عصر را به شام کشانید. فکر می کنم وقت آن است که به استراحت بپردازید. متأسفم که تا این موقع شب شما را بیدار نگه داشته ام. حتماً از توضیح

این همه مطلب برای من بسیار خسته شده‌اید.

گاليله: نه، به هیچ روی. این گفتگو مرا از شرایطی که در آن هستم کاملاً غافل کرد و این خود نعمتی بود.  
خانم نیکولینی: شما واقعاً نباید چندان به آن شرایط فکر کنید.

گاليله: راستی، آیا شما همیشه وقتی که از من دربارهٔ ریاضیات سؤالهایی می‌کنید نقشه‌تان این است که مرا از فکر مشکلاتم بیرون بیاورید؟

خانم نیکولینی: امیدوارم که شما را عصبانی نکرده باشم. ولی باور کنید حتی اگر نقشه‌ام چنین باشد، باز هم به این مسائل واقعاً علاقه‌مندم. اما استاد، بنظر می‌رسید که توانایی شما منحصر به خواندن کتاب طبیعت نمی‌شود، بلکه قادر به خواندن ذهن انسان هم هستید. نمی‌فهمم که چرا این قدرت خود را در دفاع از خویش بکار نمی‌گیرید؟ می‌توانید خیلی بهتر خود را تبرئه کنید و کمتر خشم آنها را برانگیزید.

گاليله: خواندن ذهن فرشته‌گون شما همان لذت خالصانه را به من می‌دهد که تحقیق در شگفتیهای طبیعت. اما علاقه‌ای ندارم که فکر دشمنانم را بخوانم؛ فقط خوک پوزه در مزبله فرو می‌برد.

خانم نیکولینی: به هر حال فکر می‌کنم اگر به نفرت خود نسبت به دشمنانتان غلبه می‌کردید و سعی می‌کردید فکر آنها را بخوانید، عقیده‌تان راجع به نقشهٔ تورپچلی و دوستان احساساتیش عوض می‌شد.

گاليله: پس شما هم می‌گویید که باید فرار کنم؟ آیا برآستی معتقدید که باید پیشنهاد آنها را قبول کنم؟

خانم نیکولینی: فقط بدان دلیل با يك «آری» ساده جواب نمی‌دهم که نمی‌دانم نقشه آنها تا چه اندازه عملی است و چه قدر احتمال موفقیت دارد، اگر به جای شما باشم از آنها در این باره مفصلاً پرسش می‌کنم. اگر نقشه عملی بود (که در این مورد اصلاً مطمئن نیستم)، آن را قبول می‌کنم. نمی‌خواستم نظرم را بگویم، ولی حالا که پرسیدید آن را به زبان آوردم.

گاليله: پس شما هم فکر نمی‌کنید که من برنده شوم؟  
خانم نیکولینی: شما گفتید که فقط به حقیقت اعتماد می‌کنید. من هم معتقدم که حقیقت دیر یا زود آشکار می‌شود، ولی اطمینان ندارم که تا آن روز ما زنده باشیم. شما می‌گویید که اتهامهای آنها بی‌اساس است و نمی‌توانند آن را به ثبوت برسانند. اما غافلید که دادگاه تفتیش عقاید در اثبات ادعاهای خود همان معیارهای عالی و دقیقی را بکار نمی‌گیرد که شما در کارهای علمی خود بدان پایبندید. اما بگذارید به این بحث خاتمه دهیم. شاید من خیلی بدبین باشم. ولی دیگر وقت خواب و استراحت است. امیدوارم که امشب هم مانند دیشب خواب راحت و خوشی داشته باشید.

گاليله: دیشب خواب دیدم اتاقی که در آن نشسته بودم ناگهان شروع به پرواز کرد، بالا و بالاتر رفت، از ابرها گذشت و به خلأ رسید. نمی‌توانید تجسم کنید که چه قدر تماشای زمین از آن فاصله دلپذیر بود. هر چه بالاتر می‌رفتم، زمین کوچک و کوچکتر می‌شد، و

بر اثر انعکاس نور خورشید همچون ماه در تاریکی آسمان می درخشید. به آن نگاه می کردم و می دیدم که به طرز معجزه آسایی گرد خورشید و نیز حول محور خودش می چرخد. آنقدر شاد بودم که هرگز در همه عمرم تا به این حد احساس ضعف نکرده بودم. من به چشم خویش حرکت زمین را مشاهده می کردم. با تلسکوپم که بارها از زمین آسمان را دیده بودم، این بار زمین را از آسمان تماشا می کردم؛ جهت تلسکوپ را به سوی رم گرداندم. تلسکوپ دقیق و بی نظیری بود، بهتر از هر تلسکوپی بود که تا به حال ساخته بودم، به طوری که حتی می توانستم با آن چهره اشخاص را تشخیص بدهم. فکرش را بکنید، اینکوفر<sup>۱</sup> و پاسکوالیو<sup>۲</sup>، آن دو ابله روسیاه، را دیدم که داشتند کنار رود تیبر<sup>۳</sup> قدم می زدند و بحث می کردند. دکمه ای را روی تلسکوپم فشار دادم تا صدای آن دو را بشنوم؛ داشتند درباره حرکت زمین سخن می گفتند و ادعا می کردند که موضوع حرکت زمین اعتقادی غلط و ارتدادآمیز است. اما زمین به اراجیف آنها وقعی نمی نهاد؛ با وقار تمام به حرکت بر روی مدار خود ادامه می داد و در حالی که آنها را بر پشت خود داشت حول محور خودش می چرخید. می شنیدم که آن دو من و کپرنیک را به باد تهمت گرفته بودند. گفتار آنها آنقدر مسخره بود که از شدت خنده اشک بر گونه هایم غلتید. آنقدر بلند خندیدم که عاقبت بیدار شدم.

خانم نیکولینسی: خواب واقعاً قشنگی بود. شاید امشب در خواب روزگاری را ببینید که در آن حتی کودکان در دبستان می

1. Inchofer

2. Pasqualigo

3. Tiber

آموزند که زمین به دور خورشید می‌گردد.

گاليله: من این را غالباً وقتی بیدارم در رؤیا می‌بینم و مطمئنم که آن دوران بزودی خواهد آمد. پیشرفت دانش توقف‌ناپذیر است. اما گاهی پیش خود شك می‌کنم که آیا آن دوره به آن میمونی که من تصور می‌کنم خواهد بود؟ آیا تعصبات و تنگ نظریهایی از انواع دیگر، سد راه آنها نخواهد شد؟ آیا در آن زمان هم افراد کودن، حسود، کینه‌توز، و توطئه‌چین وجود خواهند داشت؟ آیا کسانی وجود نخواهند داشت که شخصیت مردان صادقی را با تهمت و ناسزا لکه‌دار کنند؟ و سرانجام آیا آفتهای مزاحمی بر درخت سبز و شکوفای دانش لانه نخواهد کرد؟

خانم نیکولینی: شکی ندارم که آن زمان هم چنین کرمهایی خواهند بود. اما مردانی نیز وجود خواهند داشت که برایشان حقیقت از هر چیز دیگر بالاتر است. آنها به روزگار ما نظر خواهند افکند و خواهند گفت که گالیلهو گالیله‌ای يك سر و گردن از هم‌عصران خود بالاتر بود و افتخار خواهند کرد که خود را از شاگردان و پیروان مکتب او بدانند.