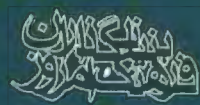
گالیله

استیلمن دریک

محمدرضا بهاری

استیلمن دریک، با تعبیر جدید و حیرت‌آوری از مدارک موجود، این فرضیه را مطرح می‌کند که محاکمه و محکومیت گالیله در دادگاه تفتیش عقاید، علتش بی‌اعتنایی او به مسیحیت و مخالفتش با مقامات کلیسا نبود - دشمنی و کینه‌جویی فیلسوفان زمانه‌اش بود.
دریک با نقل استدلال‌های بسیار صریح و روشن خود گالیله نشان می‌دهد که روش علمی او- جستجوی قوانین حاکم بر پدیده‌ها - چقدر با نگرش ارسطویی این فیلسوفان ، که دنبال علت‌های امور می‌گشتند، مغایر بوده است.
روش گالیله در شکل‌گیری فیزیک امروزی اهمیت اساسی داشت و همانی بود که موجب شد علم و فلسفه سرانجام راه‌هایشان را از هم جدا کنند.

استیلمن دریک، استاد ممتاز تاریخ علم در دانشگاه تورنتو، مؤلف کتاب "زندگی‌نامهٔ علمی گالیله" (۱۹۷۸) است.
دریک بعضی از آثار علمی گالیله را به زبان انگلیسی ترجمه کرده، که از مهمترین آنها یکی "علت، آزمایش، و علم"(۱۹۸۱) و دیگری "تلسکوپ، کشند، و تاکتیک" (۱۹۸۳) است.



اندیشه، هنر و تخیل خلاق نخبگان هر نسل چونان بارانی حیات‌بخش فرهنگ هر عصر را بارور می‌سازد. فرهنگ امروز نیز از شعلهٔ تابناک روح این سرآمدان معارف بشری گرمی و روشنی و عظمت می‌گیرد.

تعاطی در سوانح زندگانی و روح اندیشهٔ این نخبگان تنها طریق راهیابی به کاخ پرشکوه فرهنگ امروز است.

هدف مجموعهٔ بنیانگذاران فرهنگ امروز آن است که در شرحی کوتاه، اما انتقادی و مطابق با واقع از حیات عقلانی و آراء و آثار بزرگان فرهنگ بشری و نحله‌ها و مکتب‌های برآمده از اندیشهٔ آنان به نحوی مؤثر و ژرف ما را با بنیادهای فرهنگ معاصر مأنوس و آشنا سازد.

بزرگداشت فردوسی

گالیله

استیلمن دریک

محمدرضا بهاری

انتشارات طرح نو

خیابان خرمشهر (آپادانا) ــ خیابان نوبخت
کوچه دوازدهم ــ شماره ۱۰ تلفن: ۸۷۶۵۶۳۴
صندوق پُستی: ۷۷۱۳ــ۱۵۸۷۵
فروشگاه: خیابان خرمشهر (آپادانا) ــ خیابان نوبخت
شماره ۳۶ تلفن: ۸۵۰۰۱۸۳
E-mail: Tarh_e_no@yahoo.com

گالیله • نویسنده: استیلمن دریک • مترجم: محمدرضا بهاری • مدیر هنری و طراح جلد: بیژن صیفوری • حروفچینی و صفحه‌آرایی: حروفچینی هُما (امید سیّدکاظمی) • چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی • نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۸۲ • شمارگان: ۳۳۰۰ جلد • قیمت: ۱۴۰۰ تومان • همه حقوق محفوظ است.

شابک: ۶ــ۰۱۱ــ۴۸۹ــ۹۶۴ ISBN: 964-489-011-6

این کتاب ترجمه‌ای است از:
Galileo
Stillman Drake
Past Masters,
Oxford University Press, 1980.

دریک، استیلمن
گالیله / استیلمن دریک؛ مترجم محمدرضا بهاری. ــ تهران: طرح نو، ۱۳۸۲.
۱۷۰ ص. ــ (بنیانگذاران فرهنگ امروز)
کتابنامه: ص. ۱۶۱ــ۱۶۴.
گالیله، گالیله‌ئو، ۱۵۶۴ــ۱۶۴۲. Galilei, Galileo. الف. بهاری، محمدرضا، مترجم. ب. عنوان.
۴ د ۲ گ / QB ۳۶ ۵۲۰ / ۹۲۴

فهرست

□ پیشگفتار ۷
□ مقدمه ۱۰

۱. پیشینه ۲۰
۲. سال‌های جوانی گالیله ۴۰
۳. درگیری با فیلسوفان ۶۸
۴. ستیز با منجمان و متکلمان ۹۳
۵. گفت‌وگو و دادگاه تفتیش عقاید ۱۲۵
۶. سال‌های آخر ۱۳۷

□ برای مطالعهٔ بیشتر ۱۶۱
□ نمایه ۱۶۵

دکتر حسین معصومی همدانی به خواهش من این ترجمه را قبل از چاپ خواندند و هر جا که لازم دیدند تصحیح کردند. از ایشان بسیار متشکرم.
مترجم

پیشگفتار

واداشتن گالیله به سکوت و مجازات او در اواخر عمری که وقف تحقیقات علمی‌اش کرده بود واقعه‌ای بسیار مهم در تاریخ فرهنگ ماست. درک کامل این رویداد مستلزم چیزی است بسیار فراتر از فرض تعارض اجتناب‌ناپذیرِ علم و دین ــ کلیشه‌ای که عمدتاً از ماجرای گالیله نشئت گرفته و برای توضیح آن فراوان به‌کار برده شده است. توضیح ساده‌ای اگر وجود می‌داشت، می‌بایست مبتنی بر قساوت معمولِ قدرت اجتماعی در سرکوب نظر اقلیت باشد، و در مورد گالیله، صاحب اصلی این قدرت ارسطوگرایی بود نه مسیحیت. درک سرنوشت گالیله مستلزم آگاهی از رویدادهای دوران زندگی او همراه با آن حسّ عاقبتِ ناگزیری است که از چشم بازیگران پنهان است و تراژدی‌نویسان یونان باستان به تماشاگران القا می‌کردند.

آن تماشاگران را همسرایان در جریان ماوقع نگه می‌داشتند ــ و من باید نقش همسرایان را بازی کنم، چون‌که در یک کتابِ کوچک، پرداختن به طور مشروح به بیش از یک موضوع از میان فعالیت‌های چندگانهٔ گالیله ممکن نیست. محکومیت گالیله در دادگاه تفتیش عقاید رم در سال ۱۶۳۳ را موضوع اصلی گرفته‌ام، و زندگینامهٔ او را در زمینه قرار داده‌ام. این انتخاب محدودیت‌هایی ایجاب کرده است. برای توجیه اظهاراتم دربارهٔ جنبه‌های فنی علم گالیله، حتی در مواردی که این اظهارات با نظریات اخیر محققان متفاوت‌اند، جای کافی نداشته‌ام؛ تنها کاری که از دستم برمی‌آمده این بوده است که خواننده را مطمئن کنم که این اظهارات مبتنی بر اسنادی است جامع‌تر از آنچه در کتابهای عمومی تاریخ علم به آنها استناد شده است.

تأثیر بعدی گالیله بر علم، و خاستگاه‌های اندیشهٔ او ــ ارتباطش با فلسفه و برگرفته‌هایش از علم قرون وسطا ــ موضوعاتی‌اند که مسلماً برای فیلسوفان علم و مورخان اندیشه اهمیت دارند، اما پرداختن به آنها در یک زندگینامه چنان روایت را مختل می‌کند که پیوستگی‌اش را از بین می‌برد. پس در این کتاب به این نوع مطالب به‌اختصار و فقط تا آنجا پرداخته‌ام که برای خوانندگان مفید یا برای توضیح نظریات شخصی‌ام دربارهٔ علم گالیله و رابطه‌اش با فلسفه لازم می‌دانسته‌ام.

علم گالیله مانند علم دکارت یا علم نیوتون ــ دو متفکری که در پیشبرد و تکامل علم گالیله پس از مرگش بسیار مؤثر واقع شدند ــ نبود. با علم دانشگاه‌های زمان خودش هم، که عمدتاً از فلسفهٔ طبیعت ارسطو شکل گرفته بود، تفاوت داشت. فیزیک گالیله بر پایهٔ اندازه‌گیری‌های واقعی خود او ــ با چنان خلاقیت و دقّتی که به‌کشف قانون سقوط اجسام انجامید ــ بنا شد. این یک روش قرون وسطایی برای مطالعهٔ حرکت نبود. رهیافت فلسفی هم نبود، چون فلسفهٔ طبیعت علت‌ها را جستجو می‌کرد نه قوانین را، و علت‌ها نه با اندازه‌گیری که با استدلال آشکار می‌شوند. گالیله در سال ۱۶۰۵ در جایی پرسیده است: «فلسفه اصلاً چه ربطی به اندازه‌گیری دارد؟»

رهیافت گالیله علمی بود نه فلسفی، چون اندازه‌گیری ــ هر قدر هم که وسایل و روش‌های آن اصلاح شود ــ همیشه تقریبی است. فیلسوفان در جستجوی معرفتِ کامل‌اند، نه آنکه چون دانشمندان صرفاً خواستار تقریب‌های هر چه بهتر باشند و به آنها رضایت بدهند. وقتی گالیله شروع به اندازه‌گیری‌های فیزیکی کرد، فلسفه را موقتاً کنار گذاشت؛ و هنگامی که اندازه‌گیری او را به قانون رساند علاقه‌اش را به علت از دست داد، و دیگر عملاً هرگز به فلسفه رو نیاورد.

قانونی که با اندازه‌گیری کشف شده باشد الزاماً شکل ریاضی دارد، و استفاده از تناسب‌ها در بررسی آن پیامدهایی را آشکار می‌کند که قطعیت‌شان از آن قانون کمتر نیست و با اندازه‌گیری تأیید می‌شوند. در این بررسی‌ها بود

که گالیله معتقد شد ریاضیات برای فیزیک ضروری است ــ نه به این سبب که دنیای کاغذی ریاضیات جالبتر از دنیای ملموس پیرامون ماست، بلکه به این دلیل که با زبانِ ریاضیات توانست بـه قـول خـودش «کـتابِ عـظیم طبیعت» را بخواند.

هدفم این بوده است کـه رونـد شکـل‌گیری و بـلوغ انـدیشهٔ گـالیله و مخالفت‌های روزافزون با آن‌را که گالیله تلاش کرد بـه مـؤثرترین نـحو در مقابلشان بایستد به اختصار حکایت کنم. به این منظور بسیاری قطعات از ترجمه‌های انگلیسی آثار او را در این کتاب نقل کرده‌ام. بـرای اجـتناب از پانوشت‌های زاید، در پایان هر نـقل قـول حـروف اخـتصاری کـتاب‌های مربوط و شمارهٔ صفحات مورد نظر آنها را آورده‌ام. در پایین این صفحه نام کامل کتاب‌ها در مقابل علامت اختصاری‌شان چاپ شده است. مشخصات کاملتر این آثار در فهرستهای پایان کتاب آمده است. برای اجازهٔ نقل نوشته‌ها از کتاب‌های مربوط به گالیله، از ناشران آنها سپاسگزارم.

D	Galileo, *Dialogue...* (University of California Press, Berkeley)
D&O	S. Drake, *Discoveries and Opinions of Galileo* (Doubleday & Co., New York)
GW	S. Drake, *Galileo At Work* (University of Chicago Press, Chicago)
L	B. Dibner and S. Drake, *A Letter from Galileo* (Burndy Library, Norwalk, Conn.)
OP	A. Favaro (ed.), *Opere di Galileo* (G. Barbera, Florence)
PLG	[M. Allan–Olney], *The Private Life of Galileo* (Macmillan, London)
TNS	Galileo, *Two New Sciences* (University of Wisconsin, Madison)

مقدمه

ظاهراً ابتدا دین بود که به تبیینِ انسان و عالم هستی پرداخت. فلسفه، دست‌کم در جامعهٔ غرب، بعداً وارد صحنه شد، و سرانجام نوبت علم رسید. پس طبیعی است که فلسفه در ابتدا دنباله‌رو دین و راهبر علم بوده باشد. در فرهنگ اروپایی، از زمان احیای دانش‌پژوهی در قرن دوازدهم تا عصر گالیله، مسلماً چنین الگویی در کار بوده است.

اهمیت گالیله در شکل‌گیری علم جدید، بسیار بیش از آنچه مدیون کشفیات و آرای او در فیزیک و نجوم باشد، مرهون امتناع او از کمک به تداوم دنباله‌روِ علم از فلسفه است. بی‌اعتنایی گالیله به مرجعیت ریشه‌دار و جاافتادهٔ فیلسوفان، آنها را رفته‌رفته بر آن داشت که به کتاب مقدس دست بیاویزند، و از همین‌جا پیکاری برای رهانیدن پژوهش علمی از تنگنای فلسفه درگرفت که در تکوینِ جامعهٔ نوین بسیار مؤثر بود.

عموماً چنین تلقی شده است که گالیله در این پیکار، زیر لوای علم، در واقع معارضهٔ گستاخانه‌ای علیه ایمان مذهبی به راه انداخته بوده است. اما او به‌هیچ‌وجه چنین نیتی نداشت. درست است که اصحاب کلیسا سعی کردند علم گالیله را سرکوب کنند، اما شاید آنها هم از ابتدا چنین قصدی نداشتند. دعوای اصلی در آن معرکهٔ مشهور ــ یعنی محاکمه و محکومیت گالیله در دادگاه تفتیش عقاید کلیسای رم در سال ۱۶۳۳ ــ بر سرِ علمِ گالیله نبود.

پژوهشگران برجسته‌ای از تمام ملیت‌های اصلی اروپا که بیش از یک قرن به بررسی این واقعه پرداخته‌اند هنوز دربارهٔ آن متفق‌القول نیستند. حتی خودِ اینان هم به یکی از دو اردوگاهِ علم یا ایمان گرایش داشته‌اند؛ شاید به این دلیل که یک محاکمهٔ خصمانه هم تنها ممکن است به یکی از دو حکم حدّی ــ«گناهکار» یا «بیگناه»ــ بینجامد. در چنین وضعیت‌هایی انسان بسیار مستعد است که، به رغم معماهای حل‌ناشده، نهایتاً به نفع یک طرف یا طرف دیگر رأی بدهد. همراه با رشد احترام متقابل در میان رهبران و نمایندگان جماعات مذهبی و علمی، تلاش‌های زیادی برای کاستن از تعداد این معماها یا تخفیفِ دشواری آنها صورت گرفته است. در اوضاعی چنین پیچیده، تنها با در نظر گرفتن همهٔ احتمالات است که می‌شود به روشن شدن واقعیت تاریخی امیدوار بود. هر فرضیهٔ جدید می‌تواند موازنهٔ این احتمالات را به شدت به هم بزند. من اگر در این میان موضعی می‌گیرم که با هر آنچه در این‌باره خوانده‌ام فرق می‌کند، قصدم این نیست که ارزش راه‌حل‌های دیگرِ این مسئلهٔ دشوار را انکار کنم. فقط می‌خواهم فرضیه‌ای پیشنهاد کنم که، گیریم در نظر اول خیلی عجیب هم بنماید، شاید بتواند معماهای کهنه را از میان بردارد بی‌آنکه معماهای تازه‌ای به همان اندازه دست و پاگیر مطرح کند.

این چیزی است که معمولاً در خودِ علم هم اتفاق می‌افتد و از قضا مثال بارزی که برای توضیح آن به‌کار گرفته می‌شود همان فرضیهٔ علمی‌ای است که به‌آن مجادلات معروف انجامید و گالیله را درگیر کرد. در واقع وقتی کپرنیک خورشید را ثابت و زمین را متحرک در نظر گرفت، منجمان از مدت‌ها پیشتر توانسته بودند مواضع گذشته و آیندهٔ سیارات را به همان دقّتی که کپرنیک محاسبه می‌کرد تعیین کنند، و پذیرفته بودند که در مورد بعضی معماهای نجوم، مانند بستگی ظاهری دوره‌های تناوب بعضی سیارات به وضعیت خورشید، و حرکت رُجعی بعضی دیگر در مقابل خورشید،

نمی‌شود کاری کرد. فرضیهٔ کپرنیک البته همهٔ معماهای نجوم را حل نکرد اما بعضی از معماهای قدیمی را که مانع توجه منجمان به مسائل به‌اصطلاح جدی‌تر نجوم شده بودند از میان برداشت ــ با این‌همه هنوز هم غریب و بی‌ربط می‌نمود، چون هر کسی می‌توانست ببیند که زمین حرکت نمی‌کند.

فرضیهٔ من دربارهٔ ماجرای گالیله هم، درست مثل فرضیهٔ کپرنیک، شاید در نگاه اول بسیار نامحتمل به‌نظر برسد. بنا به این فرضیه، گالیله البته آدم متعصبی بود اما نه در هواداری از نظام کپرنیکی، بلکه در حمایت از آیندهٔ کلیسای کاتولیک و محافظت از ایمان مذهبی در برابر هر کشف علمی‌ای که ممکن بود صورت بگیرد. به‌کسانی که چنین چیزی را غیرقابل تصور می‌دانند فعلاً تنها می‌توانم بگویم که اگر این فرضیه را صرفاً به‌عنوان یک داستان هم بپذیرند، در ادامهٔ مطالب کتاب خواهند توانست خودشان ببینند که چگونه می‌توان بسیاری از باورهای جاافتادهٔ قدیمی را کنار گذاشت ــ کمااینکه گالیله هم برایمان تعریف می‌کند که استادی در پیزا، آنتونیو سانتوچی، دست به کارِ مطالعهٔ نظریهٔ کپرنیک شد تا بتواند «غلط‌بودنش» را نشان بدهد، اما درعوض شیفتهٔ این نظریه شد و آن‌را پذیرفت. چنین چیزی به‌احتمال زیاد قبلاً برای خود گالیله هم اتفاق افتاده بوده است؛ چون هیچ‌کس با این اعتقاد که زمین حرکت می‌کند به‌دنیا نمی‌آید، و کمتر کسی است که حرکت زمین را از ابتدا بی‌چون و چرا بپذیرد.

با این‌همه، اعتقاد رایجی هست که گالیله، بی‌آنکه شواهد علمی کافی در دست داشته باشد، از اولین سال‌های جوانی‌اش هوادار سرسخت نظام کپرنیکی بوده است. چنین چیزی، اگر حقیقت داشته باشد، درک مواجههٔ بسیار محتاطانهٔ او با مسائل علمی دیگر را واقعاً مشکل می‌کند. از این هم مشکل‌تر، پاسخ دادن به این پرسش است که چرا گالیله قبل از آنکه به سنین بالای سی‌سالگی برسد هرگز سخنی حاکی از برتر شمردن نجوم کپرنیکی نگفت، و بعد از آن هم یک دههٔ دیگر در این‌باره سکوت کرد. گالیله، وقتی

که نوشته‌ای از او در تأیید نظام جدید چاپ و منتشر شد تقریباً پنجاه سال داشت، و قبلاً تحقیقات باارزشی، هم در فیزیک و هم در نجوم، انجام داده بود. آنها که گالیله را هوادار متعصبِ نظریهٔ کپرنیک می‌دانند لابد از آنچه لئونارد اولشکی دربارهٔ «شخصیت علمی او» گفته است مطلع نیستند.

تصویری که از شخصیت گالیله در مکاتبات و مقالات او طی سال‌های متوالی به چشم می‌خورد تصویر مردی است محتاط که تا شواهد را نمی‌سنجید نتیجه‌گیری نمی‌کرد؛ کاملاً از رسوم اجتماعی باخبر بود، و هیچ تمایلی نداشت که با مقامات بلندپایهٔ کلیسا یا حکومت دربیفتد. باعث و بانی بیشترِ مجادلاتی که گالیله درگیر آنها شد دیگرانی بودند که به‌نظریات بارآورش اعتراض می‌کردند ــ نه اینکه برعکس باشد ــ و او به بیشتر این اعتراضات حتی پاسخ هم نداد. البته قابل تصور هست که آدمی پنجاه‌ساله، بی‌آنکه قبلاً آثار تزلزلی از خود بروز داده باشد، احتمالاً بتواند یکباره به‌چیزی تعصب پیدا کند؛ اما چنین تغییری در مورد کسی که با بسیاری از مردانِ هوشمند و آگاه، از طبقات فرهنگی و اجتماعی گوناگون، دوستی و معاشرت داشت بسیار بعید می‌نماید.

این فرضِ رایج که گالیله هوادار متعصب نظریهٔ کپرنیک بوده، به تصاویر کاملاً متناقضی از خصلت‌ها و شخصیت او انجامیده است. نمی‌خواهم بگویم که دلیل غلط بودنِ فرض همین مغایرت است، اگرچه در منطق تنها فرض‌های غلط به نتایج متناقض منجر می‌شوند. در یک تصویر، گالیله قهرمانی است با درکی شهودی از علم، که بی‌آنکه شواهد کافی در دست داشته باشد به مصاف سنّتِ جهل رفته است؛ در تصویر دیگر، اخلالگر بی‌مسئولیتی است که به مخالفت با نهادهای مسئولِ برقراری نظمِ اجتماعی برخاسته و از این طریق به منافع علم واقعی لطمه زده است. دست‌کم یکی از این دو تصویر ــ و به‌اعتقاد من هر دو ــ ناگزیر غلط و کنارگذاشتنی است. به جای آنکه شخصیت گالیله را از مواجههٔ او با «دادگاه تفتیش» استنباط

کنیم، لازم است مستقلاً به مطالعهٔ آن بپردازیم تا بلکه بتوانیم علل آن مواجهه را بهتر بفهمیم. اسناد فراوانی در دست داریم که می‌شود با مطالعهٔ آنها طرز فکر و خصلت‌های گالیله را از گفتارها و رفتارهای او در امور گوناگون استنباط کرد. بیشتر مردم به‌قدر کافی در قضاوت دربارهٔ خصلت و شخصیت دیگران خُبره‌اند، یا دست‌کم می‌توانند آدم‌های متعصب را از اشخاص منطقی و معقول تشخیص بدهند.

پیشنهاد ملاحظهٔ شخصیت در سنجش فرضیه‌های مختلف دربارهٔ محاکمهٔ گالیله شاید دور از شیوهٔ تحقیق به‌نظر برسد، چون‌که مفهوم شخصیت ذهنی‌تر از آن است که بتواند موضوع یک تحقیق عالمانه باشد. گروهی ترجیح می‌دهند گالیله را شخصیتی بدانند که بیشتر بازیچهٔ دست نظام‌های مقتدر اجتماعی و فکری است تا آدمیزادی که می‌تواند برای خودش بیندیشد، یا بر مبنایی غیر از فلسفه‌ای مبهم تصمیم بگیرد. من نمی‌گویم که شخصیت یک مفهوم عینی است، اما گمان هم نمی‌کنم که موضوعیت آن برای پژوهش از موضوعیت کلیسای کاتولیک، که بسیاری محققان مطالعات بسیاری را وقف آن کرده‌اند، کمتر باشد. کلیسای کاتولیک در نظر من جماعت بزرگی بود از افراد گوناگون ــ هر یک با شخصیتی احتمالاً به پیچیدگی خودِ گالیله ــ از جمله سه کاردینالی (از میان ده کاردینالِ مسئول) که از امضای حکم محکومیت گالیله امتناع کردند و اسقف اعظمی که در گرماگرم معرکه از گالیله دعوت کرد پس از پایان محاکمه مهمان او باشد و بلافاصله بعد از آن هم سلامتِ عقل و شاید جان گالیله را نجات داد. هر فردی از کلیسای کاتولیک که گفتار و کردارش را بررسی کرده‌ام برای من شخصیتی دارد که قابلیت درک و انسجام آن از شخصیتِ گالیله کمتر نیست ــ و البته بیشتر هم نیست. اما کل کلیسای کاتولیک به‌عنوان یک موجودیت منفرد ــ چه در آن‌زمان و چه در این زمان ــ کاملاً از حیطهٔ درک من خارج است. گیج‌کننده‌ترین پدیدهٔ موجود در این میان، به‌نظر من،

صِرف ماندگاری کلیسای کاتولیک است، که مطالعهٔ آن هم اصلاً به سهولت بررسی شخصیت گالیله نمی‌تواند باشد.

در شناساییِ شخصیتِ یک فرد، هیچ‌کس به‌اندازهٔ آنهایی که ممکن است از رفتار این فرد به مخاطره بیفتند احتیاط نمی‌کند. دو دانشگاهِ بزرگ و دو گراندوکِ توسکانی سال‌های سال به گالیله اعتماد کردند؛ و جلب اعتماد دانشگاه‌ها و سران حکومت هرگز، بخصوص در ایتالیا، کار آسانی نبوده است. روشن است که کارفرمایانِ گالیله او را آشوبگر تلقی نمی‌کردند، هرچند به قدر کافی خبر داشتند که مبارزی ستیزه‌جوست. به خدمت گرفتن گالیله به این معناست که کارفرمایانش حق‌طلبانه بودن مبارزات او را قبول داشته‌اند، و این خود به شناخت ما از شخصیت گالیله کمک می‌کند.

من با مطالعهٔ دقیق نوشته‌های گالیله مطمئن شده‌ام که او کلماتش را به دقّت انتخاب می‌کرد و این کلمات گویای اعتقاد صادقانهٔ اوست. اما در یک مورد چنین قضاوتی نمی‌کنم. نوشتن به زبان ایتالیایی، در آن‌زمان هم مثل حالا، مستلزم کاربرد عباراتِ مؤدبانه و نوعی اغراق بوده است که زمانی در زبان انگلیسی هم بسیار رایج بود، و این را می‌شود غیرصادقانه تلقی کرد. این هم هست که آداب و رسوم کلیسای کاتولیک ایجاب می‌کرد که در گفتارها و نوشتارها حرمتِ اعتقادات کاتولیکی و مقامات کلیسا رعایت شود، که البته معلوم هم نیست همیشه رعایت شده باشد. وقتی داشتم یاد می‌گرفتم نوشته‌های ایتالیایی گالیله را بخوانم، سعی‌ام این بود که تعارفات مؤدبانه را با حرف‌های صمیمانه اشتباه نکنم. به همین علت، تا مدت‌ها شور و شوق متعصبانه‌ای که گالیله به وفور در مورد کلیسای کاتولیک ابراز می‌کند در من تأثیری نداشت و در واقع به آن اعتنا نمی‌کردم. گالیله واژهٔ «شور و شوق» را ظاهراً جز در مورد کلیسای کاتولیک به کار نبرده است. «شور و شوق» واژه‌ای است قوی که کاربردش شاید اصلاً ضرورت نداشته باشد، مگر احتمالاً در دو مورد ــ یکی وقتی که برای بیان اشتیاقِ صادقانه است و

دیگری وقتی که در یک ترفندِ دفاعی، به دور از هرگونه احساسی، بر آن تأکید می‌شود.

تازه وقتی که داشتم این کتاب را می‌نوشتم، و در واقع وقتی که بخشی از آن‌را با نوشتن مطالب نسبتاً متفاوتی تمام کرده بودم، کاملاً یکباره، به صرافت افتادم به این فرضیه بپردازم که گالیله نه برای رعایت آداب و رسوم بلکه از صمیم قلب از شور و اشتیاقش به کلیسا سخن گفته است، و همین تعصبِ کاتولیکی ممکن است او را به پذیرفتن مخاطراتی واداشته باشد که سرانجام نه‌تنها پاداشی نصیبش نکرد بلکه به محکومیتش منجر شد. قبل از آن بارها اَسناد مربوط به محاکمات گالیله را خوانده بودم و آنها را همراه با مطالبی که خود او در مناسبت‌های مختلف دربارهٔ ماجرا گفته بود، همزمان ــ اگر بشود گفت ــ پیشِ رو داشتم. این فرضیهٔ جدید هیجان زیادی در من برانگیخت، مثل سند فراموش‌شده‌ای بود که ناگهان می‌توانست معماهای قدیمی را حل کند. اگر گالیله نگرانی اصلی‌اش کلیسای کاتولیک باشد و ببیند که مقامات این کلیسا، به ترغیب دشمنان قدیمیِ علم او، در آستانهٔ ارتکاب اشتباه بزرگی قرار گرفته‌اند، آن‌وقت دیگر عجیب نیست که گراندوک، به رغم توصیه‌های فرستادهٔ دست‌آموز واتیکان به گالیله اعتماد کند. در جایی که گراندوک تعصب کپرنیکی را صرفاً نادرست و نامعقول بخواند، پس لابد تعصبِ کاتولیکی را تأیید خواهد کرد. اینکه سه کاردینال در دادگاه تفتیش عقاید از امضای حکم محکومیت گالیله امتناع کرده‌اند عجیب می‌نماید، مگر اینکه فرض کنیم آنها شخصاً از ایمان قلبی او به آیین کاتولیک مطمئن بوده‌اند. به این ترتیب، فرضیهٔ جدید بسیاری از معضلات قبلی را از میان برمی‌دارد. گمان نمی‌کنم که این فرضیه هرگز در مناظرات کهنهٔ اصحاب کلیسا مطرح شده باشد، چون گالیله به زعم آنها از فرمان کلیسا سرپیچی کرده بود؛ یا هرگز به ذهن حامیان علم قدیم خطور کرده باشد، چون آنها تعصب دینی را از آدمی مثل گالیله بسیار بعید می‌دانستند.

احتمالش خیلی کم است که در این‌باره اسناد جدیدتری کشف شود؛ به یک معنی می‌شود گفت که مشکل اصلی از زمان‌های گذشته تا به حال سازگار کردن همین شواهدِ موجود با یکدیگر بوده است. مورخانی که این اسناد را تنها در پرتو رویدادهای بعدی (چون از انتشار آنها بیش از یک قرن نمی‌گذرد) بررسی کرده‌اند، بسیاری از اظهارات گالیله را صمیمانه ندانسته‌اند، زیرا شکاف بزرگ میان دین و علم را به‌عنوان واقعیت پذیرفته بوده‌اند. اسناد محاکمهٔ گالیله در بحبوحهٔ جر و بحث‌های مربوط به‌نظریهٔ داروین منتشر شد و شاید این مجادلات هم در تعبیر تاریخی آنها بی‌تأثیر نبوده باشد.

اما قبل از ماجرای گالیله، شکافی میان علم و دین و تمایزی میان علم و فلسفه در کار نبوده است. گالیله علمی را آفرید که ممکن نبود مقبول فیلسوفان باشد، و به همین علت است که تمام تلاش‌های اخیر برای فیلسوف جلوه دادن گالیله البته بحث‌های فراوانی برانگیخته ولی چیزی را روشن نکرده است. اما این گالیله نبود که شکاف میان دین و علم را ایجاد کرد. چنان‌که خود او در نامه به کریستینا در شروع مجادلات مربوط به فرضیهٔ کپرنیک در سال ۱۶۱۵ به صراحت نوشته است، این شکاف را متولیان فلسفه ایجاد کرده بودند:

> آنها کوشیده‌اند این عقیده را شایع کنند که چنین نظریاتی [نظریات کپرنیکی] به‌طور کلی مغایر نصوصِ کتاب مقدس و در نتیجه بدعت‌آمیز و مستحق تکفیرند. آنها می‌دانند که می‌توان نوع بشر را چنان برانگیخت که حتی بتوانند همسایه‌اش را بیازارد، و برایش فرقی هم نکند که این کار تا چه حدّ ناعادلانه است... بنابراین، پیدا کردن مبلغانی که بر نظریهٔ جدید مُهر ارتداد بزنند و آن‌را بر سرِ منبر لعنت کنند برایشان آسان بوده است...
>
> این فیلسوفان برخلاف نیت کتاب مقدس و تمایل مقامات کلیسا، این نوع احکام را ــ اگر اشتباه نکنم ــ حتی به مباحثِ فیزیکی

صرف، که ربطی به ایمان هم ندارند، تعمیم خواهند داد. آنها ما را وامی‌دارند تا عقل و منطق و مدرکات حسّی خودمان را به خاطر عباراتی در کتاب مقدس به کلی کنار بگذاریم، اگرچه این عبارات ممکن است در ورای معانی سطحی‌شان حاوی مفاهیم کاملاً متفاوتی باشند (D&O, 179).

گالیله کشیشی را که از منبر وعظِ خود در فلورانس به او بی‌حرمتی کرده بود حتی سرزنش هم نکرد. این شخص دومینیکی جوان و فتنه‌جویی بود که فکر می‌کرد به این ترتیب می‌تواند در کلیسا به جایی برسد (که بعداً معلوم شد خیال باطلی بوده است). در این مورد گالیله سرشت بشر را شماتت کرد، نه مذهب را. این کشیشِ نادان در اقدام جاهلانه‌اش متکی به مراجع فلسفه بود که با تعبیرِ کتاب مقدس بدعت گذاشتند. گالیله آنها را، که وقتی از منطق کم آوردند به قدرت متوسل شدند، نمی‌توانست ببخشد. بنا به اصولِ خود آنها، عقل می‌بایست در همهٔ امور حاکم باشد. گالیله مراجع فلسفه را متهم کرد که تسلیم وسوسه‌های نفسانی شده‌اند و به اصول خودشان هم پایبند نبوده‌اند. مسبّب کشانده شدن کتاب مقدس به آن مجادلات فقط خودِ آنها بودند؛ و گالیله این اقدام آنان را صادقانه مغایر با شئون اخلاقی و مذهبی می‌دانست.

عجیب است که در میان این‌همه نوشتارهای فراوانی که دربارهٔ این واقعه فراهم شده است، حتی اشاره‌ای هم به اتهاماتی که گالیله به این مدرسان فلسفه وارد کرد، دیده نمی‌شود. البته شاید بتوان این فیلسوفان را تماشاگران بی‌غرضِ معرکه‌ای دانست که خودشان از آن برکنار بوده‌اند، یا در بدترین حالت آنها را مرتجعان دلقک‌صفتی تلقی کرد که گیریم کتاب‌های بی‌اهمیتی هم در ردِّ نظریات گالیله نوشته‌اند؛ اما مدارک موجود حاکی از روا بودنِ اتهاماتی است که گالیله به آنها وارد کرده است. این مخالفان، قبل از آنکه هیچ فرد روحانی‌ای بر ضد گالیله سخن گفته باشد، نظریات او را مغایر

با آیات کتاب مقدس اعلام کردند و کشیشی را به تبلیغ نظریات خود واداشتند ــ اقدامی که یکی از مقامات کلیسا هم آن‌را تقبیح کرد. گالیله، پیش از اینکه کلمه‌ای دربارهٔ رابطهٔ میان علم و دین بنویسد، از این رویدادها خبر داشت و دشمنان پنهانش را خوب می‌شناخت.

۱

پیشینه

دانته ارسطو را «استاد دانایان» خوانده است. از زمان آکویناس تا زمان گالیله تلقی فرهیختگان از ارسطو چنین بوده است. اگر کسی می‌خواست بداند، راهش این بود که کتاب‌های ارسطو را به دقّت بخواند، تفسیرهایی را که بر آثار ارسطو نوشته شده بود مطالعه کند تا منظور او را در بندهای دشوار بفهمد، و به جستجوی پاسخ پرسش‌هایی بپردازد که از کتاب‌های ارسطو ناشی شده و موضوع بحث و جدل بودند. الگوی آموزش دانشگاهی هم، از همان آغاز در قرن سیزدهم، مبتنی بر همین شیوه بود. از آنجا که ارسطو قبل از دوران مسیحیت زیسته بود، گفته می‌شد که دربارهٔ بعضی نکات اشتباه کرده است، اما اینها زیاد نبودند و عالمانِ الهیات آنها را یافته و تصحیح کرده بودند. کلمهٔ فیلسوف عموماً اسم خاصی برای ارسطو تلقی می‌شد؛ همهٔ مقولات دانش در حیطهٔ فلسفه بود و هر آنچه به ایمان مربوط می‌شد به الهیات تعلق داشت.

علوم فیزیکی به طور عام «فلسفهٔ طبیعی»، یعنی دانش طبیعت را تشکیل می‌داد. (فوزیس در زبان یونانی به معنی طبیعت است.) ارسطو

در آثار متعددی به فلسفهٔ طبیعی پرداخته بود ــ بخصوص در طبیعت (فیزیک)، دربارهٔ آسمان، آثار علوی، و در کتاب‌های دیگری که دربارهٔ به‌وجود آمدن و از میان رفتن (کون و فساد) موجودات نوشته بود. اصول علوم فیزیکی در کتاب مابعدالطبیعه که ارسطو آن‌را بعد از نوشتن آثار علمی‌اش تألیف کرده بود بیان می‌شد زیرا درست نمی‌بود که اصول علم در خودِ علم تعیین شود، و نادرست‌تر اینکه علم مبتنی بر اصول دلبخواهی باشد که بدون مطالعهٔ دقیق طبیعت از پیش تعیین شده است.

بیشتر خوانندگان این کتاب احتمالاً با الگوی فیزیک و کیهان‌شناسی ارسطویی آشنا هستند، و ارائهٔ یک چکیدهٔ مختصر هم حق مطلب را ادا نخواهد کرد. با وجود این، سعی می‌کنم کلیاتی از نگرش ارسطویی به‌طبیعت را، چنان‌که در آموزش دانشگاهی آن‌زمان جا افتاده بود، توصیف کنم تا سرچشمه‌های مخالفت‌هایی که گالیله به‌خاطر اتخاذ رویکرد دیگری به‌طبیعت با آنها مواجه شد به‌روشنی قابل درک باشد.

هدف اساسی فلسفهٔ ارسطو درک این نکته بود که چرا اوضاع جهان چنین است که می‌یابیم، چرا نمی‌تواند (یا نمی‌توانسته است) طور دیگری باشد، و چرا بهتر است چنین باشد که هست. درک این ضرورت‌ها مستلزم تعمق در علل پدیده‌ها و پی بردن به‌منظور غایی از همهٔ رویدادهای طبیعت است. ارسطو، با تکیه بر کارهای اسلافش، چهار «عنصر» ــ خاک، هوا، آب، و آتش ــ و چهار خاصیت وابسته به‌آنها را در قالب دو زوجِ متضاد ــ گرما و سرما، و رطوبت و خشکی ــ به‌عنوان عناصر و خواص بنیادی پذیرفت. برای این عناصر مکان‌های طبیعی، یعنی جایی که به‌آن تعلق داشتند، در نظر گرفت و به‌آنها دو «میل طبیعی» نسبت داد که عبارت بود از سبکی و سنگینی، و

موجب می‌شد عناصر دورافتاده از مکان‌های طبیعی‌شان همواره در تلاش باشند تا به‌آن مکان‌ها بازگردند. قوانین منطقی وضع شد که با آنها می‌شد برای معلول‌هایی که در طبیعت دریافت می‌کنیم علت تعیین کرد، علت‌هایی که فقط از استدلال حاصل می‌شوند نه آنکه مستقیماً توسط حواس ما آشکار شوند. ماده، صورت، فاعل، و غایت، تعیین‌کنندهٔ انواع متمایز علت‌ها، یا حاکم بر آنها، شناخته می‌شد. ذات درونی اشیا در تعریف آنها مشخص می‌شد تا از خواص عرضی‌ای که در شرایط مختلف بروز می‌دهند متمایز باشد. پس فلسفهٔ طبیعی شامل توضیح علّی پدیده‌های مشاهده‌شده در طبیعت در قالب این طرحِ منطقی و کلی بود.

فیزیک ارسطو عمدتاً با تغییر مرتبط بود؛ ارسطو تغییر را بنیادی‌ترین خصیصهٔ طبیعت می‌دانست و ناآگاهی از تغییر را بی‌خبری از طبیعت تلقی می‌کرد. اصطلاحی که ارسطو برای تغییر به‌کار برده بود پس از ترجمه به‌لاتینی به‌صورت «حرکت» وارد این زبان شد و سرانجام به‌همان معنایی محدود شد که ارسطو آن‌را حرکت انتقالی[1] (جابجایی برحسب زمان) می‌نامید؛ او حرکت انتقالی را به‌نحوی منطقی مقدم بر انواع دیگر تغییر یا متضمنِ آنها می‌دانست، اما اهمیت خاصی برای آن قائل نبود. تغییر کیفیت، مثلاً تغییر رنگ آهن در اثر گرما از قهوه‌ای به‌سرخ و بعد به‌نارنجی و سپس به‌زرد، یا تغییر براثر رشد با گذشت زمان هم درست به‌همان اندازه برای ارسطو اهمیت داشت.

ارسطو، وقتی از فیزیک به‌کیهان‌شناسی رو آورد، آسمان را از عالم عناصر، که زمین در مرکز و آتش در سپهرِ (فلکِ) برین آن بود و

1. locomotion

جملگی به سپهر (فلک) ماه محدود می‌شدند، جدا کرد. در ورای چهار عنصر، همه‌چیز متشکل از جوهر پنجمی بود که برخلاف این عناصر دچار هیچ تغییری نبود مگر حرکت انتقالی یکنواخت در دایره‌های کامل. به نظر می‌رسد کیهان‌شناسی ارسطو مستقیماً از یکی از فرضیات افلاطون، که ائودوکسوس[1] آن‌را به‌روش ریاضی توجیه کرد، شکل گرفته باشد؛ پس در این مورد تعارضی میان این دو فلسفه وجود نداشته است.

کیهان‌شناسی ارسطویی در مقابل نجوم بطلمیوسی، علی‌رغم فلک‌های خارجِ مرکز و حرکات فلک تدویری‌اش که تصور سادهٔ قبلی حرکت دایره‌ای یکنواخت به‌دور زمین را به هم می‌ریخت تاب آورد و دچار تغییری نشد، اما در مواجهه با نجوم کپرنیکی ــ که برخلاف اصول اساسی فلسفهٔ طبیعی ارسطو، خود زمین را در حرکت می‌دانست ــ نتوانست دوام بیاورد. می‌بایست یکی از این دو نظریه، کیهان‌شناسی ارسطویی یا نجوم کپرنیکی، کنار گذاشته می‌شد یا به‌کلی تغییر می‌کرد.

بین سال‌های ۱۶۰۵ و ۱۶۴۴ مجموعه کتاب‌هایی به سرعت به دنبال هم در انگلستان، ایتالیا، و فرانسه منتشر شد که فلسفهٔ طبیعی ارسطوییِ دانشگاه‌ها را بی‌حاصل اعلام می‌کرد. مؤلفان این کتاب‌ها فرانسیس بیکن، گالیله، و رنه دکارت بودند. تنها موضوع مشخصی که این مؤلفان در آن اتفاق نظر داشتند این بود که علم ارسطویی علمِ خوبی نیست. البته پیش از آن هم، بخصوص در قرن شانزدهم و به‌طور چشمگیر در اواخر آن، کسانی به نقد ارسطو و به زمینه‌سازی‌هایی برای

1. Eudoxus

اعتلای علم پرداخته بودند. در سال‌هایی که گفتیم کتاب‌های دیگری هم منتشر شدند، ولی برای مقصود فعلی‌مان کافی است به یک دوران مهم در تاریخ فرهنگی اروپا که با ظهور سه متفکر سرشناس در یک نسل اما در سه کشور مختلف مشخص می‌شود توجه کنیم ــ هر سهٔ این متفکران، بعد از چهار قرن حاکمیت ارسطو بر علم، به‌دلایل محکم ولی بسیار متفاوتی در مقابل آن ایستادند.

چون در اینجا می‌خواهیم فقط به سهم گالیله در این مخالفت‌ها بپردازیم، خوب است به یک تفاوت مهم نگرش او با آرای بیکن و دکارت تأکید کنیم. بیکن و دکارت به‌خاطر نظریات فلسفی‌شان، که هنوز هم «بیکنی» و «دکارتی» نامیده می‌شوند، در یادها مانده‌اند. در میان فیلسوفان بعدی، یا مورخان فلسفه، مشکل بتوان کسی را یافت که به این دو اعتنا نکرده باشد. اما گالیله، برعکس این دو، فقط به‌خاطر دستاوردهایش در علم به یاد آورده می‌شود. در اروپا و امریکا فیلسوفان یا مورخان فلسفه به‌ندرت از گالیله حرفی به میان آورده‌اند، اما بسیاری از دانشمندان و تقریباً همهٔ مورخان علم به‌او توجه داشته‌اند.

در تاریخ فرهنگ، دوران بیکن، گالیله، و دکارت عموماً عصر انقلاب علمی یا (به‌زعم کسانی) آغاز این عصر نامیده می‌شود. قرن هفدهم قرن طلوعِ علمِ مفید بود ــ متمایز از علم به‌خاطر خودِ علم، که البته آن هم مدام پیش می‌رفت. کاربرد تعمداً از فلسفهٔ طبیعی ارسطویی کنار گذاشته شده بود. ارسطو مخالفتی با دانشِ عملی، که آن‌را تخنه[1] [تکنیک در زبان یونانی] می‌نامید نداشت؛ صرفاً آن‌را

1. Techne

متمایز از دانش علمی، که به‌آن اپیستمه[1] [شناخت] می‌گفت، تلقی می‌کرد. از تخنه واژهٔ تکنولوژی را گرفته‌ایم که عموماً به‌معنی کاربستِ دانش علمی به‌کارش می‌بریم، و از اپیستمه واژهٔ اپیستمولوژی (معرفت‌شناسی) را ساخته‌ایم، که شاخه‌ای از فلسفه است که به‌نظریهٔ شناخت، علمی یا از هر نوع دیگری، می‌پردازد. اما برای ارسطو تفاوت میان تخنه و اپیستمه تفاوت میان کاربرد و نظریه نبود، بلکه تفاوتی بود که میان سرچشمه‌های دانش و همچنین هدف‌های آن وجود داشت. سرچشمهٔ دانش فنی تجربهٔ عملی بود و هدف آن ــ کلی گفته باشیم ــ دانستن اینکه دفعهٔ بعد چه باید کرد. سرچشمهٔ دانش علمی عقل بود، و هدف آن دریافتنِ امور از طریق علت‌های آنها.

انقلاب علمی به‌طور عمده عبارت بود از زدودن این وجوه تمایز کلاسیکی و پیوند دادن دانش ناشی از تجربهٔ عملی با آن نوع دانشی که از طریق تعقل به‌دست می‌آید ــ حتی به‌بهای پذیرش دانشِ «بار دیگر چه باید کرد» به‌جای درک علت‌های امور. این اقدام اخیر، به‌بیانی محترمانه‌تر، در واقع جستجوی قوانین به‌جای جستجوی علت‌هاست.

حتی امروز هم هر نوع تحقیر جستجوی علت‌ها ظاهراً برای فیلسوفان رسمی ناخوشایند است. این بی‌اعتنایی به‌جستجوی علت‌ها در ابتدا، پس از قرن‌ها که تمامی مقصود علم یا فلسفهٔ طبیعت تعیین علت‌های امور بود، از این هم زننده‌تر می‌نمود. مثلاً، دکارت هر نوع روش مغایر با جستجوی علت را چنان غریب می‌دانست که علم گالیله را به‌این دلیل که با جستجوی علل حرکت و ثقل آغاز نشده بود مردود می‌شمرد.

---

1. Episteme

فیزیک ارسطو برای هر نوع تغییری که در طبیعت حادث می‌شد علت‌های مادی، صوری، فاعلی، و غایی یا هدفمند عرضه می‌کرد. فیزیک گالیله عمدتاً به‌حرکت موضعی، و حتی فقط به‌حرکات موضعی اجسام سنگین در سطح یا نزدیکی سطح زمین می‌پرداخت؛ و به‌علاوه، حتی برای این موارد خاص هم دنبال هیچ توضیح علّی نمی‌گشت. این علم نه‌تنها نمی‌توانست از پسِ بیشتر مسائلی که فیلسوفان عصر درگیر آنها بودند بربیابد بلکه احکام صریح ارسطو (مثلاً) دربارهٔ سرعت سقوطِ اجسام سنگین را نقض می‌کرد، و هیچ توضیح علّی هم به‌دست نمی‌داد که جانشین این احکام باشد. روشن است که چرا این فیلسوفان علم گالیله را حتی شایستهٔ تحقیر هم نمی‌دانستند: این علم در نظر آنان به‌نحو رقّت‌انگیزی بی‌مایه و ناتوان بود.

گالیله در ابتدای کار البته تلاش کرده بود تا حرکت را، چنان‌که در دانشگاه آموخته بود، با استدلال علّی بررسی کند. اما در اواخر دوران زندگی‌اش، وقتی قانون سقوط را مطرح کرد ــ همان قانونی که بعداً مبنای فیزیک جدید شد ــ در این‌باره چنین نظری داشت:

> گمان نمی‌کنم اکنون فرصت مناسبی برای ورود در بحث علتِ شتاب حرکات طبیعی باشد، که دربارهٔ آن فیلسوفان متعددی نظریات گوناگونی ابراز کرده‌اند... این خیال‌پردازی‌ها و پندارهای دیگری از این قبیل را باید آزمود و روشن کرد، هرچند حاصل چندانی نخواهد داشت. (TNS, 158–9)

خواهیم دید که گالیله چگونه، در چه زمانی، و شاید هم چرا، سرانجام استدلال علّی را کنار گذاشت، اگرچه به‌هیچ‌وجه از به‌کار بردن واژهٔ «علت» ــ که استفادهٔ بجا از آن خیلی کارساز است ــ دست

نکشید. اما قبل از پرداختن به زندگینامهٔ گالیله، خوب است به بعضی اظهارات پختهٔ او دربارهٔ علم و ارتباط آن با فلسفه نگاهی بیندازیم.

علم گالیله نظام بسته‌ای مانند علم ارسطو نبود. بیشتر روش بود تا گردآورده‌ای از نتایج. تا جایی هم که شامل نتایج می‌شد، این نتایج تکه‌تکه و ناکامل بودند، و گالیله انتظار داشت که چنین هم بمانند ــ و برایش فرقی هم نمی‌کرد که علم تا کجا پیش برود. خودش در آسایر (۱۶۲۳) گفته است:

> اگر بخواهم بی‌کنایه و صریح صحبت کنم، و علم را به عنوان روش مناسبی برای اثبات و استدلال که بشر می‌تواند به آن بپردازد در نظر بگیرم، باید بگویم که به اعتقاد من نتایج علمی هرچه به کمال نزدیکتر باشند نکاتی که می‌توانند به ما بیاموزند کمتر است، و اموری که می‌توانند به طور قطعی اثبات کنند از این هم کمتر. در نتیجه، دستاورد علمی هرچه کاملتر باشد جاذبه‌اش کمتر است و طرفداران کمتری خواهد داشت. از طرف دیگر، [کتاب‌هایی با] عنوان‌های باشکوه و بسیاری وعده‌های بزرگ کنجکاوی طبیعی بشر را برمی‌انگیزد و آدمیان را مدام در تصورات غلط و خیال‌های خام نگه می‌دارد، بی‌آنکه هرگز به ایشان نمونه‌ای از آن تندی اثبات حقیقی را عرضه کند تا چشایی‌شان بیدار شود و بفهمند که خوراک عادی‌شان چه بی‌مزه بوده است. (D&O, 239–40)

خوراک عادی‌ای که گالیله به آن اشاره دارد همان فلسفهٔ طبیعی ارسطو است، که صف درازی بود از نتایجی دربارهٔ فیزیک و نجوم، با نظمی برطبق اصول مابعدالطبیعی و رویه‌های منطقی‌ای که می‌شد با آنها علت هر معلولی را که ممکن است در طبیعت مشاهده شود پیدا

کرد. گفتهٔ گالیله، که با پیشرفت علم مسائل مطرحِ آن کمتر خواهد شد، معنی‌اش کمتر شدن به مفهوم مطلق نیست. این کمتری در مقایسه با فلسفهٔ طبیعی و برنامهٔ پرطمطراقِ آن در تبیین هر آن‌چیزی است که ممکن است کشف شود. گالیله در جایی دیگر، برخلاف این اظهارات، گفته است:

> هیچ پدیده‌ای در طبیعت نیست، حتی کوچکترین پدیده، که خلاق‌ترین نظریه‌دانان هم روزی بتوانند آن‌را به تمامی درک کنند. این فرضِ واهیِ درک همه‌چیز، هیچ مبنایی جز «هرگز درکی از هیچ چیز» نمی‌تواند داشته باشد. زیرا هر کسی که فقط یک‌بار درک کامل چیزی را آزموده باشد، و واقعاً حسّ کرده باشد که دانش چگونه تحصیل می‌شود، به بی‌شمار واقعیت‌های دیگری واقف خواهد شد که از آنها هیچ چیز نمی‌فهمد. (D, 101)

شاید متناقض به نظر برسد که گالیله در یک جمله گفته باشد که درک کامل رویدادهای طبیعت، حتی کوچکترینِ آنها، هرگز امکان ندارد، و بعد در جملهٔ دیگری تلویحاً پذیرفته باشد که ممکن هست کسی چیزی را به طور کامل بفهمد، و تنها اوست که به پیامدهای این معرفت آگاه خواهد بود. این ناسازگاری ظاهری با این گفته‌ها برطرف می‌شود:

> من می‌گویم که عقل انسان قادر به درک کامل بعضی موضوعات هست، و بنابراین در چنین مواردی عقل به اندازهٔ خودِ طبیعت کاملاً یقینی است. تنها در مورد علوم ریاضی یعنی هندسه و حساب است که شمار قضایایی که خردِ الهی می‌شناسد، بی‌نهایت بیشتر از قضایایی است که خرد انسانی درمی‌یابد، زیرا تنها خداست که همهٔ این قضایا را می‌داند. اما در مورد

اندک موضوعاتی که در حیطهٔ خرد انسانی است، من معتقدم که دانش بشر از لحاظ یقین عینی با دانش الهی برابری می‌کند ــ زیرا در این مورد موفق به درک ضرورت است، که یقینی بالاتر از آن قابل تصور نیست. (D, 103)

گالیله با تصریح به هندسه و حساب، تعمداً فیزیک و نجوم را، که متضمن رویدادهای طبیعت‌اند، کنار می‌گذارد. علوم ریاضی، به‌گفتهٔ او، به درک کامل تن درنمی‌دهند؛ اما ضرورتی که در اثبات ریاضی تجربه می‌کنیم حسّی از اطمینانی را که طبیعت در عمل خود به نمایش می‌گذارد به ما می‌دهد. در هر صورت وسایلی که باید برای پیوند دادن ریاضیات با طبیعت به‌کار بگیریم به طور کلی نه مطمئن‌اند و نه قابلیت کاربردِ بی‌قید و شرط و نامحدود دارند:

دربارهٔ چیزهایی مثل وزن، سرعت، و شکل [برای اجسام متحرک]، که می‌توانند به راه‌های بسیار متعددی تغییر کنند، هیچ دانش قاطعی نمی‌توان ابراز کرد. پس برای بررسی علمی چنین چیزهایی لازم است از آنها انتزاع کنیم. باید نتایجی را که از راه انتزاع موانع [مادی] بررسی به دست می‌آید پیدا و اثبات کنیم تا بتوانیم آنها را عملاً در محدودیت‌هایی که تجربه به ما خواهد آموخت به‌کار ببریم. (TNS, 225)

به‌این ترتیب گالیله به فکر وحدت تجربهٔ عملی با علم انتزاعی افتاد که مشخصهٔ انقلاب علمی بود. گالیله دربارهٔ آیندهٔ فلسفه نوشته است:

خودِ فلسفه به یقین از مجادلات ما منتفع خواهد شد، زیرا اگر معلوم شود تصورات ما درست بوده‌اند موفقیت‌های جدیدی حاصل خواهد شد و اگر غلط باشند، ابطال آنها به معنی تأیید

بیشتری بر نظریه‌های قبلی است. پس نگرانی خود را برای بعضی فلاسفه نگه دارید؛ به کمکشان بیایید و از آنان دفاع کنید. و اما علم، هیچ راهی جز پیشرفت ندارد. (D, 37–8)

عبارات بالا را که گالیله در کتابش، گفت‌وگو، خطاب به یکی از هواداران ارسطو، که می‌ترسید علم گالیله بساط فلسفه را درهم بریزد، آورده است. گالیله حتی دچار این توهم نبود که فیلسوفان سعی خواهند کرد علم او را بفهمند، چه رسد به اینکه چیزی از نظریاتشان را کنار بگذارند:

چنین خطری در کار نیست که چنین جماعت بزرگی از فیلسوفان بزرگِ خردمند و باریک‌بین بخواهند مغلوب یکی‌دونفری شوند که کمی سر و صدا به راه انداخته‌اند، بلکه این فیلسوفان بی‌آنکه حتی چیزی علیه حریفان بنویسند، تنها با توسل به سکوت، آنها را مطلقاً در بند استهزا و تحقیر نگه می‌دارند. خودخواهی است اگر تصور کنیم که می‌توان با ردّیه‌نویسی بر این یا آن مؤلف فلسفهٔ جدیدی مطرح کرد. باید ابتدا اصلاح ذهن بشر را تعلیم داد و کاری کرد که ذهن بشر قابلیت تشخیصِ حقیقت از کذب را پیدا کند، که آن‌را هم فقط خدا می‌تواند. (D, 57)

گالیله هم مانند بیکن و دکارت در آرزوی فلسفهٔ جدیدی بود که بتواند جای سخن‌پردازی‌های مکتب ارسطو را بگیرد، اما برخلاف این دو خودش سعی نکرد چنین فلسفه‌ای بپردازد. این نوع فلسفه در نظر او متعلق به‌آینده‌ای دور بود؛ پیش از آن می‌بایست با تلفیقی از

تجربهٔ عملی و تعقل ــ که من آن‌را علم مفید نامیده‌ام ــ معلومات خیلی بیشتری دربارهٔ عالم فیزیکی فراهم آورده می‌شد. اولین نشانه‌های علم مفید در قرن شانزدهم، در بیرون از دانشگاه‌ها، ظاهر شده بود، زیرا این علم نمی‌توانست چیزی به‌آنچه در آموزش دانشگاهی فلسفهٔ طبیعی نامیده می‌شد بیفزاید. علم مفید با دانش عملی این تفاوت را داشت که برای اولین‌بار آن‌را به‌نحو نظام‌مندی سازماندهی می‌کرد. فلسفهٔ طبیعت از پیش به‌شدت سازمان‌یافته و کامل بود؛ هر تغییر یا افزایشی که به‌آن اعمال می‌شد مابعدالطبیعه را، که ارسطو از فلسفهٔ طبیعت‌اش گرفته بود، تغییر می‌داد و به‌این وسیله بر باقی فلسفه تأثیر می‌گذاشت. ماهیت یکپارچه و وحدت‌یافتهٔ فلسفه به‌آن قوت می‌بخشید و همزمان ایجاب می‌کرد که علم، اگر قرار بود اصولاً پیشرفتی حاصل کند، مستقل از فلسفه به‌پیش برود.

تا زمانی که دانشِ مکتوب منحصر به‌دستنوشت‌ها بود علم هم طبیعتاً در انحصار دانشگاه‌ها باقی ماند. اولین کتاب‌های چاپی معمولاً گران بودند، در نسخه‌های کمی منتشر می‌شدند، عمدتاً به‌مباحث مورد علاقهٔ محققان و متکلمان می‌پرداختند، و (مانند دستنوشت‌ها) عموماً در مراکز تعلیم و تعلم انباشته می‌شدند. این وضعیت در حدود سال ۱۵۰۰ تغییر کرد. در آن‌زمان ماشین چاپ به‌بسیاری شهرها راه پیدا کرد، و منافع سرمایه‌گذاری بر آنها چندان بود که صاحبانشان را به‌فعالیت هرچه بیشتر ترغیب می‌کرد. در ونیز، آلدوس منوتیوس[1] با همکارانش شروع به‌تولید کتاب‌های ارزان کرد که خوانندگان بسیار بیشتری داشت، و تألیف کتاب‌های جالب برای عامه را به‌مؤلفان

1. Aldus Manutius

جدیدی سفارش داد. در طی جنبش‌های پروتستان تعداد باسوادان به‌سرعت افزایش یافت. پروتستان‌ها و کاتولیک‌ها هر یک در تبلیغ مذهب خود جزوه‌ها و رساله‌هایی نوشتند و هر دو به توسعهٔ سوادآموزی همت گماشتند تا مردمان هر چه بیشتری بتوانند مطالبشان را بخوانند. به ترغیب چاپخانه‌داران، مؤلفان چندبرابر شدند؛ بعضی برای آموزش عموم می‌نوشتند و بعضی به‌منظور انتقالِ دانش جدید و اطلاعات مفید. چنین بود که علم مفید به‌دور از مراکز یادگیری اشاعه پیدا کرد.

دانشگاه‌ها از انتشارِ انبوهِ کتاب‌های ارزان شاید کمتر از هر بخش دیگری از جامعه منتفع شدند. این مؤسسات قرن‌ها بدون داشتن نسخه‌های متعدد از متون رشد کرده بودند و اکنون نیز همچنان از طریق جلسات درس و مباحثه پیش می‌رفتند. علمِ دانشگاهی در هر حال از وضعی که در قرن چهاردهم داشت عقب‌تر بود. شرح و تفسیر آثار ارسطو هنوز هم متون درسی اصلی را تشکیل می‌داد. استاد وظیفه نداشت نوآوری کند، بلکه طبق سنت می‌بایست مطالب پذیرفته‌شده را برمی‌گزید، آنها را در انبانِ دانش خود حفظ می‌کرد، و به دانشجویان انتقالشان می‌داد.

جز در مورد علم پزشکی، مهم‌ترین پیشرفت‌های علمی قرن شانزدهم از بیرون دانشگاه‌ها سرچشمه گرفتند. نظریات نجومی جدید کپرنیک و تیکو براهه، ریاضیاتِ تارتاگلیا[1] و استوین[2]، مکانیکِ گوییدوبالدو دل مونته[3]، و فیزیکِ جی. بی. بِندتّی[4] از آن جمله بودند. به‌علاوه، این تحولات به‌ندرت به تعلیمات دانشگاهی راه یافتند؛ در تمام اروپای قرن شانزدهم تنها سه استاد، که هیچ‌کدامشان هم در

1. Tartaglia 2. Stevin 3. Guidobaldo del Monte
4. G. B. Benedetti

ایتالیا نبودند، به نظریهٔ کپرنیک علاقه‌ای داشتند و آن‌را تدریس می‌کردند. مسائل فیزیک که مورد بحث علمای فلسفه بود ربطی به ظهور علم مفید نداشت و از قرون وسطی آغاز شده بود.

اینکه گالیله تا چه حدّ مرهون علم و فلسفهٔ قرون وسطی بود از مدت‌ها پیش موضوع بحث بوده است. تا قرن بیستم، مورخانِ علم عموماً اعتقاد داشته‌اند که در مورد نجوم، قرون وسطی دوران فترتی بین عصر بطلمیوس و عصر کپرنیک بوده است، در حالی که در فیزیکِ ریاضیاتی از زمان ارشمیدس تا زمان گالیله، که دورهٔ طولانی‌تری هم هست، هیچ تحول مهمی صورت نگرفته است. وقتی پی‌یر دوئم[1] نتایج تحقیقاتش دربارهٔ دستنوشت‌های قرون وسطایی را، عمدتاً در حدود سال‌های جنگ جهانی اول، منتشر کرد معلوم شد که این نظریات خیلی دور از واقعیت‌اند. دوئم کشفیاتش آنقدر پرشمار بود که نتیجه گرفت علم از دوران باستان تا امروز به طور پیوسته تکامل یافته و این تکامل البته گاهگاهی با دوره‌های تحولات بسیار سریع همراه بوده است. دوئم تا آنجا پیش رفت که این نظر چالش‌برانگیز را ابراز کرد که انقلاب علمی، اگر اصولاً در کار بوده باشد، در قرن چهاردهم صورت گرفته است نه در قرن هفدهم. نتایج دوئم اگرچه به‌دست محققان بعدی تعدیل شده‌اند، هنوز از بسیاری جهات معتبرند.

پژوهش‌های دوئم دو پرسش دربارهٔ علم گالیله مطرح کرد. اولی، این پرسش مشخص است که آیا تحقیقات گالیله دربارهٔ سقوط اجسام سنگین مستقیماً از کنکاش در طبیعت نشئت گرفته است، چنان‌که بایستهٔ «علم جدید است»، یا پیامد نظریهٔ قرون وسطایی جنبش مایه[2]

1. Pierre Duhem 2. impetus

و ناشی از تحلیل «سرعت میانگین» در حرکت با شتاب یکنواخت است، که همزمان با (ولی مستقل از) نظریهٔ جنبش‌مایه ابراز شده بود. پرسش دوم، که جامع‌تر است، اینکه آیا علم گالیله مبتنی بر فلسفه بود و با آن مخالفتی نداشت یا در مقابله با فلسفه، روش دیگری برای شناخت طبیعت عَلَم کرده بود ــ چنان‌که همیشه از ارجاعات اهانت‌آمیز گالیله به فلاسفه در دو کتاب آخرش که مهم‌ترین آثارش هستند به نظر رسیده بود. از آنجا که علم قرون وسطایی مسلماً شاخه‌ای از فلسفهٔ ارسطو بود، فرضیهٔ پیوستگی دوئم ایجاب می‌کند بگوییم که فیزیک گالیله به‌لحاظ فلسفی در آثار قرون وسطایی ریشه داشته است، نه در بررسی مستقیم پدیده‌های طبیعی. از طرف دیگر، با حمله‌های شدید ارسطوییان به علم گالیله، مشکل می‌توان او را فیلسوف طبیعیِ پیرو ارسطو تلقی کرد.

در یک رویکرد دیگر در سال ۱۹۳۹، الکساندر کویره[1] علم گالیله را واکنشی افلاطونی به ارسطوگراییِ سنتی دانشگاه‌ها دانست. در نظر کویره، تأکید گالیله بر فیزیک ریاضیاتی از این اعتقادِ افلاطون نشئت می‌گرفت که تنها جهانی که ارزش مطالعهٔ فیلسوفان را دارد جهانی است که دستیابی حواس به‌آن غیرممکن است و تنها از طریق ریاضیات می‌شود آن‌را دریافت. به‌گفتهٔ کویره، بررسی انتزاعی حرکت در قرون وسطی از طریق ریاضیات، اگرچه به دست ارسطوییان رهبری می‌شد، راه را هموار کرده بود، اما افلاطون‌گرایی گالیله منجر به یک انقلاب واقعی در علم شد. کویره معتقد است آزمایش‌های منسوب به‌گالیله کاملاً موهوم‌اند و می‌شود همهٔ مطالعات او دربارهٔ حرکت را با استدلال

1. Alexandre Koyre

ریاضی به شیوهٔ ارشمیدس توضیح داد. چنین نتیجه‌گیری‌هایی مورد تأیید اکثریت مورخان علم قرار گرفت.

پیوستگی علم در قرون وسطی، در معنای دقیقِ آن، را می‌شود به شهادت دستنوشت‌های خودِ گالیله مردود دانست. نه در این دستنوشت‌ها و نه در کتاب‌های منتشرشدهٔ گالیله، هیچ اثری از «سرعت میانگین» در حرکتِ شتابدار، که برای ریاضیدان‌های قرون وسطی بسیار اهمیت داشت، نمی‌توان پیدا کرد. تحلیل قرون وسطاییِ سرعت میانگین، حرکت شتابدار را از طریق سرعت در لحظهٔ میانیِ زمانِ حرکت به حرکتِ یکنواخت مربوط می‌کرد. لحظهٔ میانی تنها برای حرکت متناهیِ تمام‌شده معنی دارد. گالیله دربارهٔ شتاب در حرکت‌های بی‌انتها با سرعتی که به‌لحاظ ریاضی مدام تغییر می‌کرد می‌اندیشید. و اما مفهوم قرون وسطایی «جنبش‌مایه»، در نوشته‌های گالیله به‌زودی جای خود را کاملاً به مفهوم سادهٔ پایستگی سرعت داد. در بعضی یادداشت‌های گالیله هم که اخیراً منتشر شده شواهدی از اندازه‌گیری‌های تجربی هست که نتیجه‌گیری کویره را بی‌اعتبار می‌کند. و حرفِ آخر اینکه، گالیله در راهِ رسیدن به قانونِ سقوط آزاد اجسامِ سنگین، مفاهیم و روش‌های ریاضی‌ای اختیار کرد که با آنچه علمای فلسفهٔ طبیعی در قرون وسطی به‌کار می‌بردند کاملاً تفاوت داشت.

در رهیافت سوم به علم گالیله، مورخانِ روش علمی، به‌رهبری جِی. اچ. راندال[1] (پسر) به مطالعات خاصی دربارهٔ ارسطوگرایی پادوایی در قرن شانزدهم پرداختند و تعبیر ارسطویی جدیدی از علم

1. J. H. Randall

گالیله فراهم کردند. طی دورهٔ رنسانس، بحث‌های تخصصی دربارهٔ روش و یقینی بودن ریاضیات منجر به نوعی ارسطوگرایی روشن‌بینانه در دانشگاه پادوا شد. گالیله بعضی اصطلاحات این مکتب را اقتباس کرد، و این پژوهشگران گفته‌اند که او روش علمی‌اش را هم از همین مکتب گرفته است. در این مورد، مسئله این است که جاکومو زابارلّا[1]، یکی از رهبران مکتب ارسطویی جدید در پادوا که کمی قبل از آنکه گالیله در آنجا به تدریس بپردازد درگذشت، صریحاً با کاربرد ریاضیات در علم مخالفت می‌کرد، اگرچه با بهره‌گیری مستقیم از تجربه موافق بود. جانشین او چزاره کرمونینی[2] بود، که بر سر هر موضوع علمی قاطعانه با گالیله مخالفت می‌کرد، و این در حالی بود که هر دو در پادوا مدرس بودند. کرمونینی و گالیله روابط شخصی دوستانه‌ای داشتند، اما روشن است که شکل‌گیری رسمی و رونق مکتب ارسطویی پادوا نمی‌توانست با حمایتِ گالیله از اندازه‌گیری دقیق و استفاده از تناسب ریاضی، به جای اصول فیزیکیِ حاصل از استقرا و جستجوی علت‌ها از طریق منطقِ قیاسی، سازگار باشد.

در جستجو برای فلسفه‌ای که احتمالاً مبنای موجهی برای استنباط گالیله از علم باشد بعضی پژوهشگران به اتمیسم دموکریتوس رسیده‌اند، اما اینها از درک تحلیل ریاضی گالیله از مقدار پیوسته کاملاً عاجز بوده‌اند. پژوهشگرانی هم از گالیله شخصیتی «مصالحه‌گر» ساخته‌اند، مانند آنهایی که سابقاً آشتی‌دهندهٔ افلاطون و ارسطو نامیده می‌شدند، یا التقاطی‌هایی (مثل جوردانو برونو[3]) که تکه‌پاره‌هایی از فلسفه‌های متضاد را چنان‌که به درد خودشان بخورد تلفیق می‌کردند. بعضی‌ها

1. Giacomo Zabarella
2. Cesare Cremonini
3. Giordano Bruno

گالیله را زمینه‌سازِ تجربه‌گرایی (آمپیریسم) فلسفیِ جان لاک، و دیگرانی او را زمینه‌ساز یافت‌باوریِ (پوزیتیویسم) آگوست کنت دانسته‌اند. اما واقعیت، چنان‌که الیستایر کرُمبی[1] سال‌ها پیش اظهار کرده، این است که مشکل بتوان فلسفه‌ای را نام برد که در نوشته‌های گالیله درهرحال چیزی در تأیید آن، یا سازگار با آن، یافت نشود. پس، ارتباط دادن علم گالیله به این یا آن نظام فلسفی، به هر منظوری هم که باشد، کار بسیار آسانی است.

در دورانِ تحصیل گالیله، فیزیک دانشگاهی درواقع همان فلسفهٔ طبیعی ارسطویی بود؛ پس قابل درک است که کوشش‌های او در نخستین سال‌های کارش در مقام استاد ریاضیات از اصلاح شیوه‌های سنتی بررسی حرکت چندان فراتر نرفته باشد ــ هرچند به خاطر همین نوآوری اندک هم خصومت علمای فلسفه را که فیزیک تدریس می‌کردند برانگیخت. اما در کار تدریس غیردانشگاهی، گالیله با مسائل عملی که شامل ریاضیات بودند مواجه شد و به آنها علاقه پیدا کرد. با حل این مسائل بود که او به علمِ مفید دست یافت و همچنین موفق به شناسایی خلاقیت کسانی شد که، اغلب بدون چندان آموزشی، می‌توانستند مسائل فیزیکی را حل کنند. گالیله سرانجام بیشتر کتاب‌هایش را به زبان ایتالیایی منتشر کرد؛ در سال ۱۶۱۲ در نامه‌ای به دوستی نوشت:

> چیزی که مرا ترغیب به این کار می‌کند این است که می‌بینم در دانشگاه‌ها دانشجویان، که بدون استثنا آمده‌اند تا مثلاً پزشک یا فیلسوف شوند، خودشان را در بسیاری موارد وقف حرفه‌هایی می‌کنند که مناسبشان نیست، در حالی که دیگرانی که شاید مستعد هم باشند گرفتار دغدغه‌های خانوادگی یا کارهای

1. Alistair Crombie

دیگری هستند که هیچ سنخیتی با ادبیات ندارند. این مردمان اگرچه، به قول روزانته[1]، چیزی از شعور و عقل سلیم کم ندارند اما چون نمی‌توانند مطالب مکتوب به زبان لاتین را بخوانند ناگزیر متقاعد می‌شوند که این جزوه‌های مصیبت‌بار که شامل آخرین دستاوردهای منطق و فلسفه‌اند باید تا ابد خارج از درک آنها بمانند. و حالا من می‌خواهم اینها ببینند که درست همان‌طور که طبیعت به آنها، و به فیلسوفان نیز، چشم داده است تا پدیده‌هایش را مشاهده کنند، عقل هم داده است تا بتوانند دربارهٔ این پدیده‌ها بیندیشند و آنها را بفهمند. (GW, 187)

گالیله در پاسخ به این پرسش که چه کسی می‌تواند جای ارسطو را به عنوان راهنمای فلسفه بگیرد، گفته است:

در جنگل‌ها و سرزمین‌های ناشناخته به راهنما نیاز داریم، اما در دشت‌ها و مکان‌های باز تنها نابینایان به راهنما نیازمندند. چنین کسانی بهتر است در خانه بمانند، و درهرحال هر کسی که چشمی به صورت و عقلی به سر دارد می‌تواند راهنمای آنان باشد. (D, 112)

تا قرن نوزدهم که تی. اچ. هاکسلی علم را «عقلِ سلیم سازمان‌یافته» نامید، ایدهٔ سخن گفتن با مردمِ عاقلِ معمولی به نیت گشودن چشم آنها بر آثار طبیعت، بی‌آنکه هیچ راهنمایی فلسفی به آنها داده شود، عموماً مورد پسند دانشوران واقع نشد. پژوهشگران جدیدتر، انتساب چنین نیتی را به گالیله، صرف نظر از هر آنچه ممکن

1. Ruzzante

است گفته باشد، یک نابگاهی[1] محض دانسته‌اند. بعضی که معتقد بوده‌اند علم بدون فلسفه باید همیشه غیرممکن بوده باشد، چون درمی‌یابند که گالیله از تبیین فلسفه‌ای برای علم خود غفلت کرده است، می‌پندارند که این وظیفه بر عهدهٔ مورخان است که فلسفه‌ای برای گالیله کشف یا خلق کنند. اما گالیله وقتی از جنگل‌ها و سرزمین‌های ناشناخته سخن می‌گفت منظورش دقیقاً فلسفه بود، و باز وقتی که گفت:

> چنین تأملات عمیقی متعلق به آموزه‌هایی است بسیار برتر از آموزه‌های ما، و ما [در مقام علم پیشه] باید راضی باشیم استادکارانی با شایستگیِ کمتر باقی بمانیم؛ کسانی باشیم که معدن کشف می‌کنیم و از سنگ آن مرمری به دست می‌آوریم که، بعد، پیکرتراشانِ قابل می‌توانند اَشکال حیرت‌انگیزی را که در زیر ظاهر زمخت و بی‌شکل‌اش پنهان‌اند آشکار کنند. (TNS, 182–3)

گالیله باور نداشت که علم، به‌عنوان روش اثبات و استدلالی در حدّ توانایی بشر، اصولاً بتواند به تمام پرسش‌های مهم و مورد علاقهٔ بشر، یا حتی تعداد بسیار زیادی از آنها، پاسخ بگوید. اینکه گالیله چگونه به این نظر رسید داستان زندگی و کارهای اوست.

---

1. anachronism

۲۶۲۴۴

۲

سال‌های جوانی گالیله

گالیلئو گالیله‌یی پانزدهم فوریهٔ ۱۵۶۴ در پیزا به دنیا آمد. پدرش، وینچنزو گالیله‌یی، موسیقیدانی بود که به موهبت خلاقیت و استعدادهای بحث‌انگیزش، با تلفیق تجربه و نظریه انقلابی در موسیقی به پا کرد ــ همان کاری که پسرش می‌بایست در آینده در مورد علم می‌کرد. دربارهٔ مادر گالیله، جولیا آماناتی، جز چند نامه‌ای که تصویر ناخوشایندی از او به دست می‌دهد اطلاعات چندانی نداریم.

گالیله بزرگترین فرزند خانواده بود و شش خواهر و برادر داشت. تا حدود ده‌سالگی‌اش را در پیزا سپری کرد و بعد با خانواده‌اش به فلورانس رفت. در آنجا چندسالی در مدرسه تحصیل کرد و بعد به یک صومعهٔ کامالدولیسی قدیمی در والومبروزو فرستاده شد. چنان مجذوب زندگی آرام و محیط درس و کتاب صومعه شد که، به عنوان طلبهٔ نوآموز، به فرقهٔ کامالدولیس پیوست. اما وینچنزو که مایل بود پسرش پزشکی بخواند، او را به فلورانس بازگرداند. گالیله در فلورانس هم تحصیلاتش را نزد راهبان کامالدولیس دنبال کرد، اگرچه دیگر عضو آزمایشیِ فرقه نبود، تا آنکه در سال ۱۵۸۱ در دانشگاه پیزا پذیرفته شد.

تقریباً در همان زمان در فلورانس یک آکادمی غیررسمی به‌نام کامِراتا تأسیس شد که در امور ادبی، هنری، و بخصوص موسیقیاییِ شهر فعال بود، و پدر گالیله را به‌طرفِ خود کشید. وینچنزو، که چند سال پیش از آن در ونیز در محضر جوزفو زارلینو موسیقی نظری تعلیم گرفته بود، خسته از موسیقی چندصداییِ آوازی بسیار متکلف زمانهٔ خود، به‌فرم‌های موسیقیِ کلاسیک یونان علاقه‌مند شد و همچنین به‌بررسی مسائلی در موسیقیِ سازی به‌صورتی که به‌آواز تک‌صدایی مربوط می‌شد پرداخت. این فعالیت‌ها، که در کامراتا صورت می‌گرفت، منجر به‌مجادلات شدیدی بین وینچنزو و زارلینو بر سر مبانی نظری موسیقی شد؛ موسیقی در آن‌زمان چنان انتزاعی و ریاضیاتی شده بود که نوآوری را دشوار می‌کرد. در مورد تفاوت اپیستمه (دانش) یا تخنه (فن) در فلسفهٔ ارسطو، مشکل بتوان مثالی بهتر از تفاوتِ علم سنتی موسیقی ــ با آن مجادلات نظری بی‌حاصلش ــ و موسیقی عملی ــ با آن تحولات سریعی که به‌زودی پس از مبارزهٔ وینچنزو علیه نظریهٔ محض منجر به‌پیدایش اپرا و تکامل مدولاسیون هارمونیک شد ــ پیدا کرد.

گالیله در نخستین سال‌های تحصیل در دانشگاه پیزا به‌خاطر مخالفت‌هایی که با نظریات استادانش ابراز می‌کرد شهرتی به‌هم زد. سال‌ها بعد در یادداشتی نوشت که از همان ابتدایِ فراگیری فلسفهٔ طبیعی ارسطو، در اینکه سرعت سقوط اجسام واقعاً متناسب با ابعاد آنها باشد، تردید داشته است. او دیده بود که دانه‌های تگرگ با اندازه‌های بسیار متفاوت، با هم به‌زمین می‌خورند، و عقلِ سلیم می‌گفت که این دانه‌ها می‌بایست سقوطشان را با هم، همه تقریباً از یک ارتفاع، آغاز کرده باشند. بنا به‌نظر ارسطو، می‌بایست دانه‌ای درشت‌تر زودتر و دانه‌های ریزتر دیرتر به‌زمین می‌رسیدند. اما چیزی

که مشاهده می‌شد این نبود. ضرورت سازگاری علم با مشهودات واقعی اکنون مسلم فرض می‌شود، اما در فلسفهٔ طبیعی ارسطو اهمیت چندانی نداشت. فلسفهٔ طبیعی ارسطو تنها به توضیح اینکه امور بر وفق اصول علّی و کیفی چگونه باید اتفاق بیفتند بسنده می‌کرد.

در سال ۱۵۸۳ گالیله در چند جلسهٔ سخنرانی دربارهٔ هندسهٔ اقلیدس ــ که نه در دانشگاه بلکه توسط ریاضیدان‌های عملی که در خدمت گراندوکِ توسکانی بودند برگزار می‌شد ــ شرکت کرد. این سخنرانی‌ها گالیله را برانگیخت تا اصول اقلیدس را نزد خود مطالعه کند. اُستیلیو ریچی[1]، ریاضیدان دربار، از پرسش‌هایی که گالیله از او می‌کرد خیلی زود به‌استعدادش پی برد. بنابراین از وینچنزو خواست اجازه بدهد که گالیله تلاش‌هایش را بر ریاضیات متمرکز کند، ولی پدر اصرار داشت که پسر ابتدا درس پزشکی را تمام کند. اما گالیله به‌خواستِ پدر اعتنا نکرد، ریاضیات و فلسفه خواند و در سال ۱۵۸۵ بی‌آنکه درجه‌ای کسب کرده باشد دانشگاه را رها کرد.

قدیمی‌ترین دستنوشت‌هایی که از گالیله باقی مانده تقریباً از همین زمان به‌بعد است. این نوشته‌ها شامل بحث‌ها و گفت‌وگوهایی است که احتمالاً برای استفاده در تدریس فراهم شده، و همچنین شامل پرسش‌هایی است دربارهٔ فیزیک و کیهان‌شناسی، که مشغلهٔ ذهنی استادان فلسفهٔ طبیعی در دانشگاه‌های آن‌زمان بود. بررسی این پرسش‌ها به‌روش سنتیِ رایج صورت گرفته است. در این نوشته‌ها به‌ندرت اثری از خلاقیت پیدا می‌شود. هیچ تأکیدی بر ریاضیات، که بعدها به تألیفات گالیله راه پیدا کرد، دیده نمی‌شود. گالیله از نجوم

1. Ostilio Ricci

کپرنیکی هم اسمی به میان آورده ولی قاطعانه آن‌را رد کرده است. اینکه چرا گالیله باید چنین کار پرحجم و معمولی‌ای انجام داده باشد حیرت‌انگیز است مگر بپذیریم که در فکر دست و پا کردن شغل تدریس بوده و این یادداشت‌ها را برای استفادهٔ شخصی آماده کرده است. حالا معلوم شده که این مطالب از درس‌ها و کتاب‌های استادان برجستهٔ یسوعیِ اواخر قرن شانزدهم اقتباس شده است. گالیله در مقام دانشجو البته در صحت بعضی نتایج فیزیکی ارسطو تردید کرده بوده ولی روشن است که هنوز با اصول پذیرفته‌شدهٔ فلسفهٔ طبیعی مخالفتی نداشته است.

گالیله در این اولین دستنوشت طولانی‌اش دربارهٔ فیزیک، با طرح پرسش‌های موشکافانه و با منطق اسکولاستیک به نقد متون ارسطو پرداخته است، و این کارش بیش از آنکه بررسی طبیعت باشد نوعی لفاظی استادانه است. سال‌ها بعد، در کتاب آسایر[1] در پاسخ به یک دانشمند یسوعی در مجادله‌ای که بر سر دنباله‌دارها درگرفته بود نوشت:

> اینجا سارسی سلاح به دست برمی‌خیزد و در حملاتی متعدد و مکرر تمام توانش را به کار می‌گیرد تا نشان بدهد که من منطقی ضعیفی هستم زیرا یک‌بار پیش آمده است که بسیار بزرگی را «نامتناهی» نامیده‌ام... در سن و سالی که من دارم، از این مناقشات صرفاً مشمئز می‌شوم، اگرچه خودم در روزگار جوانی با شعف به استقبال چنین چیزهایی می‌رفتم... سارسی اینجا به راستی جولانگاه وسیعی دارد تا چنین بنماید که در منطق از تمامی مؤلفان جهان بهتر است، اما به او اطمینان می‌دهم که این

1. *The Assayer*

مؤلفان از هر ده مورد در نُه مورد استفاده از «نامتناهی» را بر «فوق‌العاده بزرگ» ترجیح داده‌اند. (D&O, 241)

گالیله پس از ترک دانشگاه، چندسالی در فلورانس و سیینا[1] به تدریس خصوصی ریاضیات پرداخت. اولین رسالهٔ علمی بدیع خود را در سال ۱۵۸۶ نوشت. این رساله، که به تعادل هیدروستاتیکی اختصاص داشت، آمیزه‌ای از علایق نظری و عملی، و جنبه‌های نظری‌اش مبتنی بر کارهای ارشمیدس بود. تقریباً در همین زمان نگارش رساله‌ای دربارهٔ حرکت را آغاز کرد، و همین رساله بود که پس از اصلاحات و اضافاتی که در طی چهار یا پنج سال بعدی بر آن اعمال شد، اساس مهم‌ترین دستاوردهای گالیله در فیزیک را فراهم کرد.

در این ضمن پدر گالیله با آزمایش‌هایی که دربارهٔ طول و کشش سیم در آلات موسیقی انجام می‌داد موفق به‌کشف یک قانون ریاضیاتی شد که فرض اساسی نظریهٔ موسیقی سنتی را نقض می‌کرد. گالیله احتمالاً شاهد این آزمایش‌ها بود و بعدها هنگامی که به دنبال قاعده‌ای برای تغییر سرعت اجسام در سقوط آزاد می‌گشت آنها را به‌خاطر داشت. نوشته‌های پدر گالیله هم از بسیاری لحاظ به‌نوشته‌های خود او در مجادلات علمی‌اش شباهت داشت؛ مثلاً وینچنزو در کتابش، گفت‌وگو دربارهٔ موسیقی کهن و موسیقی جدید، می‌نویسد:

> در نظر من، آنها که در اثبات هر چیز، بی‌آنکه استدلال منطقی ارائه کنند، صرفاً از مرجعیت مایه می‌گذارند مرتکب کار بسیار عبثی می‌شوند. من، برعکس آنها، مایلم بتوانم آزادانه پرسش‌هایی مطرح کنم و بی‌هیچ تملّق‌گویی [در مقابل مراجع] به پاسخگویی

1. Siena

بپردازم، چنان‌که شایستهٔ کسانی است که واقعاً در جستجوی حقیقت‌اند. (PLG, 2)

در این زمان حتی رهبران محافل ادبی فلورانس هم کم‌کم به قابلیت‌های گالیله در ریاضیات پی برده بودند. در سال ۱۵۸۸ آکادمی فلورانس از گالیله دعوت کرد تا دربارهٔ محل، ابعاد، و طبقات جهنم، چنان‌که در دوزخ دانته آمده بود، برای اعضای آکادمی سخنرانی کند. ما اکنون کمدی الٰهی دانته را به‌عنوان یک اثر شاعرانه می‌شناسیم نه علمی، ولی دانته علوم پذیرفته‌شدهٔ زمانهٔ خود را ماهرانه در آن گنجانده بود. در قرن شانزدهم بر سر تصور دانته از دوزخ بحث‌های جدی به راه افتاده بود، و مفسران آثار دانته دو نظر متضاد در این‌باره مطرح کرده بودند. گالیله، به‌دلایل جغرافیایی و ریاضیاتی، از عقیده‌ای که زودتر ابراز شده بود حمایت کرد. متعاقباً، رئیس بانفوذ آکادمی ادبیات فلورانس به‌گالیله کمک کرد تا مقام استادی ریاضیات را ابتدا در دانشگاه پیزا و بعد در دانشگاه پادوا به‌دست بیاورد.

در اواخر سال ۱۵۸۷، گالیله روش هوشمندانه و مفیدی برای تعیین مرکز ثقل بعضی جامدات کشف کرد. این کشف، که تحولی فراتر از دانسته‌های ارشمیدس بود، آوازهٔ او را برای اولین‌بار به‌خارج از ایتالیا رساند. به‌اتکای همین دستاوردِ بااهمیت، گالیله در سال ۱۵۸۸ داوطلب اشغال یک کرسی خالیِ ریاضیات در دانشگاه بولونیا شد. این کرسی را جی. اِی. ماگینی[1] اخترشناس پادوایی، به‌اعتبار کتاب‌هایی که قبلاً منتشر کرده بود، تصاحب کرد اما کشف گالیله

1. G. A. Magini

توجه و علاقهٔ مارکیز گوییدوبالدو دل مونته را که مؤلف کتاب مهمی در علم مکانیک بود برانگیخت؛ از آن‌پس گوییدوبالدو تا زمان مرگش در سالِ ۱۶۰۷ دوست و حامیِ گالیله بود. همین کشف موجب شد که گالیله در اولین سفرش به شهر رم در اواخر سال ۱۵۸۷ با کریستوفر کلاویوس[1]، ریاضیدان و اخترشناس کالج یسوعی رم، آشنا شود. کرسی استادی ریاضیات در دانشگاه پیزا در سال ۱۵۸۹ به گالیله داده شد. این شغل کم‌درآمد بود چون در این دانشگاه تحصیل ریاضیات چندان مهم شمرده نمی‌شد، اما به گالیله وجهه‌ای دانشگاهی داد که به اتکای آن می‌توانست به موقعیت ممتازتری در دانشگاه پادوا بیندیشد. دو حامی گالیله فوراً برای رسیدن او به این کرسی به فعالیت پرداختند.

همزمان با شروع کارِ تدریس در پیزا، یکی از محققان برجستهٔ آثار دانته به نام جاکوپو مازّونی[2] که به استادی کرسی فلسفه در این دانشگاه منصوب شده بود با گالیله طرح دوستی ریخت و مشاورِ او شد. مازونی بعداً کتابی منتشر کرد و در آن به مقایسهٔ فلسفهٔ افلاطون با فلسفهٔ ارسطو پرداخت. گالیله بعدها در نامه‌ای در اظهار نظر دربارهٔ این کتاب به اختلاف نظرهایی که در دوران تدریس در دانشگاه پیزا با مازونی داشت اشاره کرده است. در بحث‌های فلسفی آنها جیرولامو مرکوریاله[3] هم شرکت می‌کرد؛ مرکوریاله استاد پزشکی و مؤلف کتاب بدیعی دربارهٔ ژیمناستیک و تندرستی بود. ظاهراً بیشتر اوقاتِ گالیله در پیزا صرف مباحثه با همکارانِ سالخورده‌تر دربارهٔ موضوعاتی عام‌تر از ریاضیات می‌شد، هرچند در آن‌زمان هم قریحه و استعدادش در ریاضیات چندان بود که ریاضیدان مدعو از دانشگاه رم ــ لوکا والریو ــ را تحت تأثیر قرار داد.

---

1. Christopher Clavius
2. Jacopo Mazzoni
3. Girolamo Mercuriale

گالیله در این زمان هنوز زمین را مرکز عالم می‌دانست و شرحی بر مجسطی بطلمیوس نوشت، اگرچه قبلاً با کار کپرنیک هم آشنا شده بود. گالیله اینها را در دستنوشت دربارهٔ حرکت، که در پیزا تألیف شد و چندین فصلِ آن شامل حملات صریحی به فیزیک ارسطوست، ذکر کرده است. این رساله را، که آمیزه‌ای از مفاهیم علّی برگرفته از فلسفهٔ ارسطو و مفاهیم ریاضیاتی برگرفته از کارهای ارشمیدس است، می‌توان کلاً پیش‌ـعلمی نامید. در ابتدا گالیله امیدوار بود بتواند، با برطرف کردن بعضی اشتباهات ارسطو ولی با حفظ اساس فلسفهٔ طبیعی، این مفاهیم را با هم سازگار کند.

آنچه در دربارهٔ حرکت اهمیت ویژه دارد استدلال‌های گالیله است در این‌باره که اجسامِ هم‌جنس در محیط یکسان، به رغم وزن‌های مختلف‌شان، با هم سقوط می‌کنند، یعنی زمانِ سقوط از یک ارتفاع معین برای همهٔ آنها یکی است. مورخان علم عموماً در مورد داستانِ آزمایش گالیله در برج کج پیزا، که اولین‌بار بعد از مرگ گالیله از زبان یکی از دست‌پروردگان او که مدت‌ها پس از واقعه به دنیا آمده بود جاری شده است، تردید کرده‌اند. بنا به این داستان، نمایش سقوط آزادِ اجسام در حضور دانشجویان گالیله و گروهی از استادان صورت گرفته است. احتمالاً دانشجویان گالیله، که احکام ارسطو را از استادان فلسفه‌شان فراگرفته بودند، علیه گالیله استدلال می‌کرده‌اند که وزن اجسام باید در سرعت سقوط آنها مؤثر باشد. در این صورت نمایش برج پیزا نه‌فقط برای قبولاندن واقعیت به دانشجویان بلکه برای متقاعد کردن استادان بوده است به اینکه باید، چنان‌که قبلاً هم می‌گفته است، در فیزیک ارسطویی تجدید نظر کرد.

بعداً (۱۶۱۲) در یک مناقشهٔ دیگر با گالیله، یکی از مدرسانِ

فلسفهٔ دانشگاه پیزا به منظور تأیید فیزیک ارسطو آزمایش‌هایی در برج کج انجام داد و نتیجه گرفت که اجسامی از یک جنس ولی با وزن‌های مختلف دقیقاً با هم به زمین نمی‌خورند. گالیله تفاوت اساسی این رهیافت با روش خودش را در آخرین کتابش چنین توضیح داده است:

> ارسطو می‌گوید که گلوله‌ای به وزن صد پوند که از ارتفاع صد زراع رها شده باشد قبل از اینکه گلوله‌ای یک‌پوندی به اندازهٔ یک زراع سقوط کند به زمین می‌رسد. من می‌گویم که هر دو گلوله همزمان به زمین می‌رسند. شما اگر آزمایش کنید خواهید دید که گلولهٔ بزرگتر در انتهای مسیر فقط دو بند انگشت از گلولهٔ کوچکتر جلو افتاده است. حالا شما می‌خواهید نود و نه زراع ارسطو را در پشت این دو بند انگشت پنهان کنید؛ فقط از خطای کوچک من حرف می‌زنید و اشتباهِ بسیار بزرگ ارسطو را به سکوت برگزار می‌کنید. (TNS, 68)

در علم ارسطو هر جزئی با اجزای دیگر ارتباط منطقی داشت، و بنابراین پیروان ارسطو گمان می‌کردند که هیچ‌یک از گفته‌های او ممکن نیست غلط باشد. گالیله در این‌باره گفته است:

> اگر ارسطو چنان شخصیتی بوده که اینان تصور می‌کنند، لابد ذهنی سرکش، طینتی لجوج، و روحیه‌ای وحشی داشته است ــ مردی با امیال مستبدانه که همه را گوسفندانی احمق می‌پنداشته و می‌خواسته که احکام خودش از عقلِ همگان، از تجربه، و از خودِ طبیعت برتر شمرده شود. اما این پیروان ارسطو بودند که تاج مرجعیت بر سرش گذاشتند، نه اینکه خودِ او این تاج را غصب یا تصاحب کرده باشد. (D ,110)
>
> خیلی وقت‌ها تعجب می‌کنم که چرا این حامیانِ سرسخت

ارسطو و شیفتگان تک‌تک حرف‌های او نمی‌توانند دریابند که چه لطمه‌ای به آبرو و اعتبار او می‌زنند، و نمی‌فهمند که هر چه بیشتر بخواهند به مرجعیت او قوت ببخشند در واقع آن‌را ضعیف‌تر می‌کنند. چون، وقتی می‌بینم به اصرارِ تمام از نظریاتی دفاع می‌کنند که غلط‌بودنشان برایم محرز است، و سعی می‌کنند متقاعدم کنند که آنچه می‌گویند واقعاً فلسفی است و همان است که خودِ ارسطو هم اگر بود می‌گفت، در اینکه ارسطو در مورد بقیه اموری هم که آشنایی‌ام با آنها کمتر است فلسفهٔ درستی پرداخته باشد بیشتر تردید می‌کنم. (D, 111)

کتاب دربارهٔ حرکت گالیله به‌کتاب‌های چاپ‌شده در همین زمینه‌ها برتری داشت و شامل مطالبی بود که برای اولین‌بار عنوان می‌شد. گالیله که شغل بهتری جستجو می‌کرد به نفعش بود که چیزی منتشر کند، با وجود این دربارهٔ حرکت را چاپ نکرد. شاید به این دلیل که نتایج تحقیقاتش دربارهٔ سرعت اجسام روی سطوح شیبدار در آزمایش واقعی تأیید نمی‌شد، و این را خودش هم صادقانه می‌پذیرفت. گالیله این ناسازگاری را به «موانع مادی» نسبت داد و بعضی ملاحظات نظری را هم به آن اضافه کرد، اما در واقع غفلت خودِ او از شتاب بود که موجب می‌شد اولین نتایجش خیلی از واقعیت دور باشند. درهرحال، امتناع گالیله از چاپ کردن دربارهٔ حرکت، با خصلت‌های دیگر او جور درمی‌آمد، زیرا چنان‌که بعداً به مناسبتی در نامه‌هایی راجع به لکه‌های خورشید نوشته است:

دشمنانِ نوآوری حتی کوچکترین اشتباه مرا به خطای کبیره تعبیر می‌کنند، چنان‌که گویی آدمی بهتر است همرنگ جماعت

به‌خطا برود تا آنکه یک‌تنه راهِ استدلال درست را بپیماید. اضافه می‌کنم که من ترجیح می‌دهم عقب‌تر از دیگران باشم ولی به نظریات صحیحی دست پیدا کنم، نه آنکه سرآمد باشم امّا بعداً ناگزیر شوم حرفی را که ممکن است قبلاً، ولی با دقّتِ کمتر، گفته باشم انکار کنم. (D&O, 90)

گالیله وقتی قرارداد سه‌ساله‌اش با دانشگاه پیزا نزدیک به پایان بود، به دلایلی می‌دانست که این قرارداد تجدید نخواهد شد. اگرچه در میان همکارانش معدودی دوستان صمیمی هم پیدا کرده بود، استادان دیگر را به‌خصومت واداشته بود و همچنین ــ با انتقادِ شدید از برنامه‌ای برای توسعهٔ لنگرگاهی در لیورنو ــ دشمنیِ شخصی قدرتمند و نزدیک به‌دربار توسکانی را برانگیخته بود. علاوه بر این، پس از مرگ پدرش در سال ۱۵۹۱، ناگزیر شده بود که به‌جای او تهیهٔ جهیزیهٔ بزرگترین خواهرش ویرجینیا را به‌عهده بگیرد. در سال ۱۵۹۲، به‌اعتبارِ تدریس در پیزا و همچنین به‌لطف حامیان قبلی‌اش، به‌استادیِ ریاضیات در دانشگاه پادوا منصوب شد ــ با حقوقی سه‌برابرِ آنچه در پیزا دریافت می‌کرد.

دانشگاهِ پادوا به‌خاطر دانشکدهٔ پزشکی‌اش در تمام اروپا شهرت داشت؛ در این دانشکده وسالیوس تدریس کرده بود و فابریسیوسِ اکواپندنتایی، که بعداً ویلیام هاروی را تعلیم داد، به‌تازگی بر کرسی کالبدشناسی نشسته بود. فلسفهٔ دانشگاه پادوا هم اشتهارش از این کمتر نبود. جاکومو زابارلّا[1]، استاد فلسفهٔ این دانشگاه و مفسّر برجستهٔ روش ارسطویی در فلسفهٔ طبیعی در دورهٔ رنسانس، در سال ۱۵۸۹

1. Jiacomo Zabarella

درگذشت و کرسی او به چزاره کرمونینی واگذار شد. کرمونینی چنان جانانه از تک‌تک گفته‌های ارسطویی دفاع می‌کرد که گالیله در گفت‌وگوهای جاافتاده‌اش او را الگوی فیلسوفان قرار داده است. در ریاضیات، از تمام دانشگاه‌های ایتالیا، فقط بولونیا از پادوا برتر بود؛ ماگینی هم که در رقابت با گالیله موفق به تصاحب کرسی ریاضیات بولونیا شده بود، کرسی ریاضیاتِ پادوا را ترجیح می‌داد و واقعاً برای رسیدن به آن تلاش کرد.

پادوا، واقع در بیست‌مایلی ونیز و در خشکی اصلی ایتالیا، حدود یک قرن پیش از آن تحت حاکمیت ونیز درآمده بود. حکومت روشن‌بینِ ونیز از همهٔ حکومت‌های ایتالیا مدارای بیشتری داشت و دانشگاه پادوا هم از منافع این روشن‌بینی بی‌نصیب نبود. در پادوا جمعی از روشنفکرانِ فعّال هم، مستقل از دانشگاه، وجود داشتند. کانون این جمع خانهٔ جی. وی. پینلّی[1] بود. پینلی، که مجموعهٔ بزرگی از کتاب‌های خطی داشت، به‌کرات پذیرای شخصیت‌های عالی‌مقام و دانشمندان بود و نویسندگان و محققان پادوایی را برای ملاقات با این میهمانان به‌خانه‌اش دعوت می‌کرد. گالیله مدتی را در خانهٔ پینلّی گذراند و تا مرگ او در سال ۱۶۰۱ دوستِ نزدیکش بود. احتمالاً در همین خانه بود که گالیله با فرا پائولو سارپی[2] و روبرت کاردینال بلارمینه[3]، که هر دو بعداً نقش مهمی در حرفهٔ علمی او ایفا کردند، آشنا شد. اینکه گالیله بسیار مورد احترام این دونفری بود که خودشان بر سر موضوع مهمی به شدت اختلافِ نظر داشتند، در ارزیابی قابلیت‌ها و شخصیت او بسیار اهمیت دارد.

1. G. V. Pinelli 2. Fra Paolo Sarpi
3. Robert Cardinal Bellarmine

سارپی، عضو فرقهٔ «خادمان مریم»، بیشتر به‌خاطر فعالیت‌هایش در مقامِ متکلّمِ رسمی جمهوری ونیز در سال ۱۶۰۶ معروف است. در این سال، پس از مدت‌ها اختلاف نظر میان رم و ونیز بر سر موضوعات مربوط به قدرت پاپ در امور دنیوی، پاپ پل پنجم ونیز را به توصیهٔ بلارمینه که مشاور شخصی‌اش بود تحریم مذهبی کرد. سارپی به‌مقامات ونیز توصیه کرد که این تحریم را نادیده بگیرند و از کشیشان بخواهند که یا به خدماتشان ادامه بدهند یا پذیرای مجازاتِ حکومتی باشند. روحانیان یسوعی از سرزمین‌های جمهوری ونیز اخراج شدند؛ کشیشانِ دیگر ماندند، و هیچ اختلال مهمّی در زندگی مردم پدید نیامد. در حالی که ونیزی‌ها عملاً فاتحِ این معرکه بودند، سارپی و بلارمینه به‌مجادلات شدیدی پرداختند؛ گناهِ یک سوء قصد تقریباً موفق به‌جان سارپی عموماً به‌گردن یسوعیان انداخته شد. پیش از این رویدادها سارپی با علاقه و اشتیاق به تحقیق در فلسفه و علوم مشغول بود، و بعداً با شدت کمتری به همین کار ادامه داد. گفته شده است که تحقیقات فابریسیوسِ آکواپندنتایی دربارهٔ دریچه‌های رگ، که برای هاروی در کشف گردش خون بسیار اهمیت داشت، ملهم از پیشنهادات سارپی بود. اولین توصیف گالیله از نظریهٔ جزر و مد در دفتر یادداشت‌های سارپی پیدا شده است، و سارپی اولین کسی بود که گالیله در سال ۱۶۰۴ از قانون سقوط آزادش و در سال ۱۶۰۹ از دوربین نجومی‌اش برایش نوشت.

بلارمینهٔ یسوعی یکی از کاردینال‌های دادگاه تفتیش عقایدی بود که در سال ۱۶۰۰ جوردانو برونو را به جرم بدعت‌گذاری به‌مرگ محکوم کرد. مرتبط کردن محکومیت برونو با نظریهٔ کپرنیک غیرعادی نیست، اما وضع در این مورد با موردِ گالیله به‌کلی فرق می‌کرد. برونو

هوادارِ متعصب مکتب کپرنیک بود، اما اگر این تعصب اصولاً ارتباطی هم به سرانجامِ تلخ او داشته بوده باشد، ارتباطی غیرمستقیم داشته است. برونو آرزو داشت که با اختیار کردنِ یک فلسفهٔ جامع بتواند وفاق عمومی را به‌مذهب بازبگرداند، فلسفه‌ای که کاردینال‌های دادگاه تفتیش سرانجام آن‌را به‌عنوان بدعت محکوم کردند بی‌آنکه به‌تقاضاهای مکرر او برای فرجام‌خواهی از پاپ در مسائل مربوط به‌بدعت اعتنا کرده باشند. برونو به‌کاردینال‌هایی که حکم به‌اعدام او دادند گفته بود: «شما باید از صادر کردن این حکم بیشتر نگران شده باشید تا من از شنیدنش.» بلارمینه، هرگز نمی‌توانسته است این کلمات را که صریح و منصفانه در محکومیت قضاتی ادا شده بود که متهمی را از حقِ قانونیِ استینافِ نهایی محروم کرده بودند از یاد برده بوده باشد. توصیه‌ها و اقدامات بلارمینه در وقایع سال‌های ۱۶۱۵ و ۱۶۱۶ که گالیله از آنها برکنار نماند شاید متأثر از همین خاطره بوده باشد.

بلارمینه به‌نیتِ دیدار پینلّی، همراه با کاردینالِ دیگری به نام چزاره بارونیوس[1]، سفری به‌پادوا کرد. بیرونِ شهر این دو لباس‌های محقر پوشیدند و نه به‌عنوان مقامات کلیسا بلکه در هیئت راهبان به‌منزل پینلی وارد شدند، و تازه پس از برخورداری از استقبالِ صمیمانه و پذیرایی‌های گرم میزبانان بود که هویت واقعی خودشان را آشکار کردند. این واقعه حاکی از نزاکت اعضای محافلی است که گالیله در پادوا به‌آنها رفت و آمد داشت، اما اهمیت اصلی‌اش مربوط به‌منبع احتمالی گفته‌ای است که گالیله در سال ۱۶۱۵ آن‌را از بارونیوس نقل

1. Cesare Baronius

کرده است: «انجیل به ما می‌گوید که چگونه به سوی عرش اعلی حرکت کنیم نه آنکه عرش اعلی خود چگونه حرکت می‌کند.» گالیله مسلماً چنین چیزی را در نوشته‌های مورخانِ فاضل مسیحیت پیدا نکرده، بلکه احتمالاً آن‌را در صحبت‌های خانهٔ پینلی شنیده است.

پس از درگذشت پینلی، خانهٔ آنتونیو کوئرنگو[1] ــ کشیش کلیسای جامع و سرایندهٔ ممتازِ شعر به زبان لاتین ــ محل اصلیِ اجتماع دوستانِ اهل ادبِ گالیله شد. یکی از سرگرمی‌های محبوبِ این جمع دوستانه، محاوره به لهجهٔ روستاییِ پادوایی بود، که در اوایل قرن شانزدهم به ابتکار نویسنده‌ای که خودش را «روتزانته» می‌نامید در میان روشنفکران رایج شده بود. تخصص روتزانته نوشتنِ گفت‌وگوها و نمایشنامه‌هایی در استهزای شاعرانِ روستا دوستِ بسیار دانی بود که زندگی سادهٔ روستایی را ستایش می‌کردند. روتزانته این زندگی را چنان‌که بود نشان می‌داد ــ دشوار، اما قابل تحمل به لطفِ عقل متعارف و شوخ‌طبعیِ عامیانه. گالیله از این ادبیاتِ واقع‌گرا بسیار لذت می‌برد.

دانشگاه پادوا بسیاری اشراف‌زادگان جوانِ خارجی را که سودایِ نظامی‌گری در سر داشتند به خود جلب می‌کرد. گالیله عمدتاً به منظور کمک به آنها و همچنین برای افزایش درآمد خود داوطلب شد که کلاس‌های آزادی در زمینه‌های معماری، استحکامات، نقشه‌برداری، مکانیک، و سایر موضوعات نظامی که در برنامه‌های درسی دانشگاه وجود نداشت دایر کند. در سال ۱۵۹۳ طرح کلی دروس مکانیک و استحکامات را نوشت و دروس دیگر را بعداً به آنها اضافه کرد. مدرکی

1. Antonio Querengo

در دست نیست که گالیله قبل از سال ۱۵۹۵ توجه خاصی به نجوم کرده باشد. اما در این زمان برای توضیح مکانیکی پدیدهٔ جزر و مد به‌دو حرکت دایره‌ای زمین که در نظریهٔ کپرنیک آمده بود نیاز پیدا کرد. و همین ظاهراً سرآغازِ گرایش گالیله به‌اخترشناسی جدید (کپرنیکی) بود.

در آن‌زمان، قبل از اختراع تلسکوپ، دلیل خیلی قانع‌کننده‌ای در تأیید نظام کپرنیکی در دست نبود. بعد از کپرنیک، تیکو براههٔ دانمارکی مهم‌ترین اخترشناس زمانهٔ خود بود. تیکو حرکتِ زمین را نمی‌پذیرفت چون معتقد بود که این حرکت، هم با آیات انجیل و هم با تبیین رویدادهای زمینی براساس فیزیک ارسطویی در تناقض است. طرح خود او که طبق آن زمین ثابت بود اما سیارات به‌دور خورشید می‌گشتند دست‌کم به‌اندازهٔ نظریهٔ کپرنیک طرفدار پیدا کرده بود، هرچند بیشتر دانشمندان هنوز معتقد به نظام بطلمیوسی بودند ــ اینکه زمین ساکن است و سیارات و خورشید به‌دور آن می‌گردند. این دو مدل از لحاظ نجومیِ صرف تفاوتِ چندانی نداشتند. از لحاظ فلسفی، نظام بطلمیوسی را آسان‌تر می‌شد با فیزیکِ ارسطویی سازگار کرد اگرچه این امر مستلزم پذیرفتن کره‌های (افلاک) بلوری صلبی بود که سیارات را حمل می‌کردند، و البته تیکو براهه شواهد محکمی در نفی آنها از دنباله‌دارها آورده بود. آنهایی که این شواهد را پذیرفتند نظام تیکو را راهِ مناسبی برای پرهیز از درافتادن با فیزیک ارسطویی می‌دانستند.

کتاب ماتزونی[1]، که به مقایسهٔ افلاطون و ارسطو پرداخته بود و در سال ۱۵۹۷ منتشر شد، شامل استدلال فریبکارانه‌ای بر ضد نجوم

1. Mazzoni

کپرنیکی بود که گالیله در نامهٔ مفصلی به‌آن پاسخ داد. تا آنجا که معلوم شده است، این اولین‌باری بود که گالیله تمایل خود را به نظام کپرنیکی اظهار می‌کرد. بعداً در همان سال مسافری از آلمان اولین کتاب منتشرشدهٔ یوهانس کپلر را، که کپرنیکی متعصبی بود، برای گالیله سوغات آورد. گالیله در قدرشناسی از کپلر گفت که مدت‌هاست نجوم جدید را پذیرفته و آن‌را برای توضیح چیزهایی به‌کار برده است که جز به‌این طریق قابل تبیین نبوده‌اند، اما نگرانی از خطر مخالفانِ نادان این نجوم ــ که یکی دوتا هم نیستند ــ نگذاشته است که آن‌را به‌طور علنی تدریس کند. کپلر از گالیله نپرسید که چه چیز را توضیح داده است (هرچند به‌درستی حدس زد که این چیز باید جزر و مدر بوده باشد)، اما از او خواست که اگر ابزار دقیقی در اختیار دارد رصدهای نجومی معینی را که هدف از آنها تأیید حرکت سالانهٔ زمین با استفاده از اختلاف منظر ستاره‌ها بود، انجام بدهد. گالیله، که احتمالاً ابزار خاصی نداشت و مسلماً امیدوار هم نبود که بتواند به‌شواهدی دست بیابد که از چشم بهترین رصدگران هم گریخته بودند، به‌این کار اقدام نکرد. تا آنجا که معلوم شده است، گالیله اولین رصدهایش را در سال ۱۶۰۴ و به‌منظورهای دیگری انجام داد.

گالیله برای دانشجویان نظامی‌اش رساله‌ای دربارهٔ هدف‌گیری و مثلث‌بندی نوشته بود، که در ادامهٔ آن در سال ۱۵۹۷ یک وسیلهٔ مکانیکی برای محاسبه اختراع کرد و اسم آن‌را «پرگار هندسی و نظامی» گذاشت. این وسیله که در ابتدا به‌منظور حل یک مسئلهٔ عملیِ توپخانه طراحی شده بود، بعداً آنقدر پیش برده شد که می‌توانست حل تقریبی هر مسئلهٔ ریاضی‌ای را که در آن‌زمان ممکن بود عملاً پیش بیاید سریعاً به‌دست بدهد. گالیله در سال ۱۵۹۹ صنعتگری را

به‌خدمت گرفت تا از این دستگاه‌ها برای فروش بسازد، و از آن به‌بعد هر سال درسی دربارهٔ نحوه و موارد استفادهٔ آنها تدریس کرد.

در حدود همین سال‌ها گالیله ــ که هرگز ازدواج نکرد ــ با زنی از اهالی ونیز به‌نام مارینا گامبا[1] روابطی برقرار کرد. مارینا برای او دخترانی در سال‌های ۱۶۰۰ و ۱۶۰۲ و پسری در سال ۱۶۰۶ به‌دنیا آورد. بعدها وقتی گالیله در سال ۱۶۱۰ به فلورانس بازگشت، مارینا در پادوا ماند. در طی این سال‌ها گالیله در مضیقهٔ مالی گرفتار بود، چون تأمین جهیزیهٔ مفصلی برای خواهر کوچکترش لیویا را که در سال ۱۶۰۱ ازدواج کرد به عهده گرفته بود. برادرش میکل‌آنجلو با پولی که از او قرض گرفته بود به لهستان رفت و هیچ‌وقت این پول را بازنپرداخت، و آن نیمی از جهیزیهٔ خواهر را هم که سهم او بود و پیش‌قسطش معادل دوبرابرِ حقوق گالیله می‌شد تأمین نکرد. میکل‌آنجلو بعداً به آلمان رفت و در آنجا ازدواج کرد ــ خرج عروسی را هم از گالیله گرفت، و سرانجام ابتدا پسرش و بعد بقیهٔ خانواده‌اش را به فلورانس فرستاد تا زیر سایهٔ گالیله زندگی کنند.

گالیله تدریس خصوصی را افزایش داد، از حقوق‌هایش پیش‌پرداخت گرفت، و از جووان فرانچسکو ساگرِدو[2] ــ نجیب‌زادهٔ ونیزی که با او درس خوانده و یکی از نزدیکترین دوستانش شده بود ــ پول قرض کرد. ساگرِدو عالمِ متفنّن و مستعدی بود که در امور دولتی هم فعالیت می‌کرد، و بخصوص سهم بزرگی در پیشبرد گرماسنجی داشت. تحقیقاتش را از گرمانمایی آغاز کرد که گالیله اختراعش کرده بود و دوست مشترکشان سانتوره سانتوریو[3]، که در آن‌زمان در ونیز طبابت

1. Marina Gamba
2. Giovanfrancesco Sagredo
3. Santorre Santorio

می‌کرد و بعداً استاد دانشگاه پادوا شد، در پزشکی به‌کارش برده بود. سانتوره در پزشکیِ تجربی کارهای زیادی کرد؛ در مطالعاتی که دربارهٔ سوخت و ساز در بدن انسان انجام داد، گالیله هم یکی از افراد آزمودنی‌اش بود.

تا حدود سال ۱۶۰۲ گالیله در پادوا عمدتاً درگیرِ تحقیقات عملی بود، نه تحقیقات نظری. در این سال رسالهٔ خود دربارهٔ دینامیک را به‌کلی اصلاح کرد و مطالعات قبلی‌اش دربارهٔ حرکت طبیعی را از سر گرفت؛ این مطالعات برای اولین‌بار منجر به‌کشف دو قضیهٔ درست دربارهٔ حرکت روی سطح شیبدار شد. جالب اینجاست که هر دو قضیه از فرضیات نادرست قبلی گالیله در کتاب دربارهٔ حرکت گرفته شده بود. برای ما ظاهراً راحت‌تر است فکر کنیم که از فرض‌های نادرست نمی‌شود با استدلال منطقی به نتایج درست رسید، هرچند تنها عکس این مطلب صادق است ــ یعنی از فرض‌های درست نمی‌توانیم با استدلالِ منطقی به نتایج نادرست برسیم. در آغازِ علم جدید، معمولاً فرضِ نادرست بود که ابتدا به‌واقعیتی جدید منجر می‌شد. و بعداً، وقتی معلوم می‌شد که فرضِ اولیه، هم به نتایج غلط و هم به نتایج صحیح می‌انجامیده است، واقعیت جدید بر پایه‌های استوارتری بنا نهاده می‌شد.

در اواخر سال ۱۶۰۲ گالیله در نامه‌هایش به‌گوییدوبالدو دل‌مونته از یافته‌های خود سخن گفت و این را هم اضافه کرد که گمان می‌کند اجسامی که از نقاط مختلفی روی مسیری به شکل دایرهٔ قائم رها شده باشند در یک زمان به پایین‌ترین نقطهٔ آن مسیر می‌رسند ــ که البته فقط تقریباً درست است.

گوییدوبالدو آزمایش‌هایی با استفاده از دورهٔ یک غربالِ بزرگ

انجام داد و دریافت که این حدس غلط است؛ گالیله در جوابش نوشت که ناهمواری و اصطکاکِ سطح ممکن است بر نتیجهٔ آزمایش مؤثر باشد و برای حذف این عوامل می‌شود، به جای رها کردن جسم روی سطح در مسیر دایره‌ای، وزنهٔ یک آونگ طویل را از نقاط مختلف رها کرد. روشن است که گالیله درگیر آزمایش‌های واقعی بود و در طراحی آنها ماهر شده بود، اگرچه در همان نامه اظهار کرده بود که نباید توقع داشت نتیجهٔ آزمایش مطلقاً و با دقّت ریاضی درست باشد. آزمایش‌های گالیله با آونگ در این زمان سانتوریو را به فکر انداخت «ضربان‌سنج»ای برای استفاده در تشخیص پزشکی اختراع کند؛ که البته خیلی‌ها به غلط آن‌را از اختراعات گالیله در دوران دانشجویی‌اش دانسته‌اند.

آونگ مقدر بود چنان سهم بزرگی در تحقیقات علمی گالیله داشته باشد که شایسته است قدری درباره‌اش صحبت کنیم. عجیب است که چرا از خاصیت ثابت بودن زمان نوسان آونگ خیلی پیشتر از اینها در زمان‌سنجی و تحقیقات علمی استفاده نشده بود. چند دهه قبل گفته شد که یک منجم دوران اسلامی آونگ را در کتابش معرفی کرده، اما بعداً معلوم شد که چنین نبوده است. در زمان گالیله ساعت‌ها را با میله‌ای افقی که به وسیلهٔ وزنهٔ متصل به نخی تحت زاویهٔ کوچکی نوسان می‌کرد تنظیم می‌کردند ــ و این تقریباً همان روشی است که بعدها برای تداوم بخشیدن به نوسان آونگ‌ها به‌کار گرفته شد. سرعت این ساعت‌ها را می‌شد با تغییر دادن وزنه‌های کوچکِ آویخته از میله تنظیم کرد، اما چنین زمان‌سنج‌هایی زیاد قابل اعتماد نبودند. گالیله با استفاده از آونگ یک زمان‌سنج نجومی ساخته بود، اما ساعت آونگ‌دارِ واقعی را کریستیان هویگنس پس از درگذشت او اختراع کرد. در مورد

آونگ، خاصیتی که ابتدا توجه گالیله را به‌خود جلب کرد صرفاً این نبود که آونگ در زمان‌های مساوی به پس و پیش تاب می‌خورد، بلکه این بود که (به‌زعم او) هر چه دامنهٔ نوسان بزرگ یا کوچک می‌شد زمان نوسان فرقی نمی‌کرد ــ یعنی دورهٔ نوسان آونگ مستقل از دامنهٔ آن و مقدار ثابتی بود. چنین چیزی البته دقیقاً درست نیست، ولی تقریباً [برای نوسان‌های کم‌دامنه] درست است، و عجیب به‌نظر می‌رسید که در حین مستهلک شدن نوسان، آونگ می‌تواند سرعتش را چنان تنظیم کند که، به‌رغم دامنه‌ای که مدام کوچکتر می‌شود، مدت هر نوسان ثابت بماند. در سال ۱۶۰۲ شاید در حین آزمایش با آونگِ طویل و سنگین بود که گالیله متوجه اهمیت شتاب در حرکت رو به‌پایین و همچنین در تداوم حرکت شد ــ و همین‌ها بود که به‌زودی او را به‌مبنای کاملاً جدیدی برای علمِ حرکت رساند، و او هم آن‌را جایگزین استدلالِ علّی قبلی‌اش کرد.

در طی سال ۱۶۰۳ گالیله چندین مسئلهٔ حرکت روی سطوح شیبدار را حل کرد و به‌بررسی شتاب پرداخت. از قرن چهاردهم تا آن‌زمان فرض بر این بود که پرش‌های کوچکِ متوالی در سرعت پدید می‌آید، چنان‌که سرعت در فاصلهٔ زمانیِ هر دو پرشِ متوالی ثابت و از مرحلهٔ قبلی بزرگتر است. گالیله کار را با همین فرض شروع کرد ولی خیلی زود ناچار شد آن‌را کنار بگذارد. در سال ۱۶۰۴ روشی ابداع کرد تا بتواند آهنگ تغییر مسافت را در حرکت شتابدار عملاً اندازه بگیرد. به‌این منظور گویچه‌ای را روی سطحی با شیب بسیار ملایم (کمتر از ۲) گذاشت تا از حالتِ سکون به‌پایین بغلتد و مکان گویچه را در فاصله‌های زمانی مساوی مشخص کرد؛ زمان با استفاده از موسیقی‌ای که دورهٔ تناوب ضرب آن تقریباً نیم ثانیه بود سنجیده می‌شد. گالیله

سپس فاصلهٔ میان مکان‌های گویچه را برحسب واحدی تقریباً برابر با یک میلی‌متر اندازه گرفت و به‌این قاعده رسید که مسافت‌های طی‌شده در زمان‌های مساوی در مراحل متوالی به نسبتِ اعداد ۱، ۳، ۵، ۷،...اند و از اینجا نتیجه گرفت که مسافت‌های کل طی‌شده از آغازِ حرکت در زمان‌های متوالی به نسبتِ ۱، ۴، ۹، ۱۶...اند، و به‌این ترتیب قانون سقوط اجسام را به‌دست آورد ــ که براساس آن مسافتِ طی‌شده متناسب با مجذور زمانِ سپری‌شده است.

با این آگاهی، گالیله بی‌آنکه آزمایش‌های دیگری انجام بدهد تحقیقاتش را به‌سرعت پیش برد، زیرا وقتی ریاضیات با اندازه‌گیری واقعی تلفیق شود می‌توان به‌آن اعتماد کرد. همهٔ مجادلات پیشینِ فیلسوفان بر سر «قطعیت ریاضیات»، بی‌توجه به‌اندازه‌گیری واقعی انجام گرفته بود ــ و این نکته را خودِ گالیله کمی بعد در موقعیتی دیگر اظهار کرده است. اما قضیه‌های جدید و درستِ گالیله کمکی به‌او نکردند تا یکباره فرض‌های درستی پیدا کند که بتواند از آنها خودِ قانون سقوط اجسام را اثبات کند. در اکتبر ۱۶۰۴ به‌ساربی نوشت که اثباتی پیدا کرده است، اما اشتباه می‌کرد. استدلال گالیله این بود که چون «قابلیت» (انرژی حرکتی) وزنه‌ای که سقوط می‌کند متناسب با مسافتی است که قبلاً سقوط کرده است و در این میان فقط سرعت است که به‌ازای مسافت‌های مختلف تغییر می‌کند، پس سرعت سقوط باید متناسب با مسافت طی‌شده باشد. درواقع مربع سرعت است که انرژی جنبشی را می‌سازد. اما بیش از سه سال طول کشید تا گالیله متوجه اشتباه اولیه‌اش شد.

پایهٔ جدیدی که علم حرکت گالیله بر آن قرار داشت اندازه‌گیری دقیق بود، که او از طریق آن جستجوی قوانین فیزیکی را جانشین

جستجوی قدیمی علت‌ها کرد. گالیله در آن زمان که نوشتن کتاب‌های علمی‌اش را شروع کرد، دیگر مسلم می‌دانست که آزمایش، کلید وصول به علم کامل است و لزومی نمی‌دید که این را در کتاب‌هایش هم بگوید. ممکن است عجیب به نظر برسد، اما در تاریخِ علم نامعقول نیست که فنون و روش‌های جدیدی که لازمهٔ کشف‌هایی بوده‌اند، در زمانِ خود و صرفاً به خودی خود چندان بااهمیت شمرده نشده باشند، زیرا خودِ کشف‌ها همیشه خیلی جالب‌تر و مهم‌تر تلقی می‌شوند. گالیله البته گاهی در کتاب‌های خود به توصیف روش‌های اندازه‌گیری‌اش می‌پردازد ، و اگر به تفصیل آزمایش واقعی را به عنوان لازمهٔ کشف‌هایش توصیف نمی‌کند علت‌هایی دارد که با استقلالِ فیزیک او از فلسفهٔ طبیعی قدیم بی‌ارتباط نیست:

اول آنکه کل علم نجوم از همان ابتدای ظهورش وابسته به اندازه‌گیریِ دقیق بوده است. حتی می‌شود گفت نجوم چیزی نیست جز اندازه‌گیری دقیقِ زاویه‌ها و زمان‌ها و جستجوی قوانینی که این اندازه‌گیری‌ها را به صورت نظام‌مندی به هم مربوط کند. علم نجوم را در دانشگاه‌ها همیشه استادان ریاضیات تعلیم می‌دادند، در حالی که استادانِ فلسفه رشتهٔ کاملاً متفاوتی را تدریس می‌کردند که مبتنی بر کتابِ در آسمان ارسطو بود. این رشته که می‌توانیم کیهان‌شناسی‌اش بنامیم، علم واقعی افلاک در مفهوم شناخت (اپیستمه) بود، در حالی که نجوم در نظر فیلسوفانِ عالی‌مقام درواقع به هیچ‌وجه علم شمرده نمی‌شد بلکه فن (تخنه) به حساب می‌آمد. اندازه‌گیری اصلاً جایی در کیهان‌شناسیِ ارسطویی نداشت و ارسطوگرایان این نوع امور معمولی را به کسانی که صرفاً به‌کارهای تجربی می‌پرداختند واگذار می‌کردند. این تلقی از دوران باستان شکل گرفته بود، یعنی از آن‌زمان که هیپارخوس (۱۵۰

قبل از میلاد) نجومی را پایه‌ریزی کرد که بعداً به‌بطلمیوسی معروف شد و آنچه در آن اهمیت داشت صرفاً اندازه‌گیری و محاسبه بود و همهٔ توضیحات علّی یا فیزیکی به‌فلاسفه، که به‌همین منظور تربیت شده بودند، واگذار می‌شد. بنابراین، سنت کهنی در علم وجود داشت ــ اگر نجوم را علم بشماریم و نه صرفاً فن ــ و گالیله گمان می‌کرد که فیزیکش چیزی جز کاربستِ روش‌های نجومی در پژوهش حرکت نیست.

به‌پشتِ سر که نگاه کنیم، بسیار قابل توجه به‌نظر می‌رسد که چرا چنین چیزی خیلی پیشتر صورت نگرفته بود. البته در مکانیک صورت گرفته بود، اما مکانیک قبل از قرن هفدهم جزو فیزیک به‌حساب نمی‌آمد و عمدتاً در استاتیک خلاصه می‌شد. اندازه‌گیری حرکت خیلی دشوارتر از اندازه‌گیری وزن و فاصله است که در استاتیک دخیل‌اند؛ گذشته از این، علل حرکت را، که فیزیکدان‌ها صرفاً به‌آن علاقه‌مند بودند، نمی‌شد با اندازه‌گیری تعیین کرد. چنین بود که فیزیکدان‌های قرون وسطی فقط به‌طور مجرد با اندازه سر و کار داشتند و حتی اقدام به‌اندازه‌گیریِ دقیقِ حرکت واقعی هم نمی‌کردند. گالیله این کار را می‌کرد، اما لازم نمی‌دید در کتاب‌هایش به‌توصیف اندازه‌گیری‌هایی بپردازد که با آنها واقعیاتی دربارهٔ حرکت کشف کرده بود، چون‌که در نظرِ او این اندازه‌گیری‌ها صرفاً تعمیم همان شیوه‌ای بودند که از مدت‌ها پیش از آن اخترشناسان به‌کارش می‌بردند.

نکتهٔ دیگری که باید گفته شود، و البته شرحِ همهٔ پیامدهایش در علم در این کتاب مناسبتی ندارد، این است که اندازه‌گیری مستلزم نوعی واحد است تا نتایج برحسب آن بیان شود، و اندازه‌گیری

برحسب واحدها و کسرهای آنها در عمل حدّی دارد. گالیله برای اندازه‌گیری مسافت‌هایی که در حرکت واقعی طی می‌شد از واحدی استفاده می‌کرد که در حدود میلی‌متر بود، و خرده‌های کمتر از نصفِ میلی‌متر را هم به حساب نمی‌آورد؛ و البته دقّت اندازه‌گیری با استفاده از خط‌کش و با چشم غیرمسلح عملاً بیش از این هم نیست. هر چقدر هم فنون اندازه‌گیری را بهتر کنیم، همیشه عملاً حدّی برای دقّت وجود دارد، و کسانی که اندازه‌گیری‌های عملی انجام می‌دهند خیلی زود به‌این نکته پی می‌برند. پدر گالیله نشان داده بود که چگونه نظریه‌های مبتنی بر فرضِ غیرممکن اندازه‌گیری دقیق مانع از پیشرفت موسیقی عملی بوده‌اند؛ گالیله وقتی شروع به اندازه‌گیری عملیِ مسافت و زمان کرد دریافت که اختلافِ آن با نظریهٔ ریاضی محض، ذاتیِ خود فرایند اندازه‌گیری است. بنابراین، اصراری بر آن نوع کمالی که فیلسوفان همواره در پی‌اش بودند نداشت، و علمِ او با فلسفهٔ طبیعی قدیمی تفاوت داشت زیرا مبتنی بر سازگاری خِرَدپذیر با مشاهده بود نه مبتنی بر عقلِ الهی یا مفاهیمی که به تجربه درنمی‌آمدند ــ چه مفاهیم ریاضیاتی (مانند مفاهیم افلاطون)، چه مفاهیم کلامی (مانند مفاهیم ارسطو).

ممکن است چنین علمی را سهل‌انگار بخوانیم یا به‌آن سودگرا بگوییم؛ ممکن است از آن بدمان بیاید یا تحسین‌اش کنیم؛ و ممکن است حتی فلسفهٔ طبیعی را از آن برتر بدانیم؛ اما واقعیتِ غیرقابل انکار این است که منبع کشفیات گالیله دربارهٔ حرکت، اندازه‌گیریِ دقیق بود. او سرنخ این کشف‌ها را از اخترشناسی گرفت، نه از سنجش‌های انتزاعیِ فیزیکدان‌های قرون وسطی، یا از اصول مکتبِ ارسطویی دانشگاه پادوا، یا از مجادلات رنسانسی دربارهٔ سرچشمه و ماهیتِ

قطعیت ریاضیاتی. چیزی که گالیله را مشغول کرده بود در دلِ ریاضیات نبود، در دلِ فیزیک هم نبود، بلکه در دلِ روابط میان فیزیک و ریاضیات بود. مسائلی که گالیله در بررسی حرکت از سال ۱۶۰۲ تا سال ۱۶۰۶ درگیرشان بود معناشناختی و ریاضیاتی بودند؛ فلسفه‌های پیشین هیچ کمکی به حل آنها نکردند.

منظورم از این گفته‌ها اشاره به تحلیل گالیله از سقوطِ طبیعی اجسامِ سنگین است که مهم‌ترین دستاورد او در فیزیکِ ریاضیاتی بود. تازه همین اواخر، با مطالعهٔ یادداشت‌های کاری گالیله، این امکان به‌وجود آمده است که بشود گفت او با چه مسائلی مواجه بوده و چگونه آنها را حل کرده است. زیاد نیستند خوانندگانی که نکات فنی تحقیقات گالیله دربارهٔ سقوط آزاد، که کلیات آن در فصل بعدی آمده است، برایشان جالب باشد، اما چون در خلاصه‌نگاری‌های معمول از فیزیکِ گالیله جایی برای توصیف ریزه‌کاری‌های فنی کار او وجود نداشته است، من به مشکلات اساسی تحقیقات او اشاره خواهم کرد.

قبل از گالیله هیچ‌کس «سرعت» را تعریف نکرده بود، حتی علمای فلسفهٔ طبیعی که از طریق ریاضیاتی به‌آن پرداخته بودند؛ زیرا ارسطو قبلاً «سرعت مساوی» و «سرعت بیشتر» را تعریف کرده بود و همین هم کافی می‌نمود، تا آنکه مفهوم تغییر پیوسته در ریاضیات مطرح شد و ناگزیر می‌بایست به‌حساب آورده می‌شد. سرعتِ یکنواخت را ارشمیدس تحلیل کرده بود، و تحلیل تغییر یکنواخت سرعت هم در نوشته‌های قرون وسطی آمده بود؛ اما تغییرِ یکنواخت الزاماً تغییر پیوستهٔ ریاضیاتی نیست. وقتی می‌شماریم، اعداد به‌طور یکنواخت با پرش‌های یک‌واحدی تغییر می‌کنند، اما اسمِ این را تغییرِ پیوسته نمی‌شود گذاشت. «درجات سرعت» را در قرون وسطی به‌همین

ترتیب می‌شمردند. گالیله در مسئلهٔ سقوط با تغییرِ پیوستهٔ سرعت مواجه شد، و برای پرداختن به‌آن ناچار بود «سرعت» را طوری تعریف کند که با اندازه‌گیری‌های فیزیکی واقعی سازگار باشد. این کار آسان نبود، زیرا آن تعریفی که به‌بهترین نحو با پدیدهٔ تأثیر سازگاری داشت مناسبِ سرعتی بود که از طریق اثر برخورد اندازه‌گیری می‌شد، اما برازندهٔ سرعتی که در حین سقوط آزاد کسب می‌شد نبود. به‌این ترتیب مسئلهٔ معناشناختی‌ای به‌وجود آمد که علمای فلسفهٔ طبیعی، که هرگز کاری با اندازه‌گیریِ عملی نداشتند، حتی فکرش را هم نمی‌کردند.

یک مسئلهٔ ریاضی هم باید حل می‌شد، چون‌که مفهوم «سرعت لحظه‌ای»، اگر با مهارتِ ریاضیاتی کافی به‌آن پرداخته نشود، پارادوکس‌های متضمنِ بینهایت پیش می‌آورد. لازم بود راه‌حل ارسطو برای پارادوکس‌های زنون دربارهٔ حرکت طوری تعمیم داده شود که برای تحلیل کمّی و دقیقِ تغییرِ پیوسته قابل استفاده باشد. گالیله ــ اگرچه به‌سختی و در طی چند سال ــ توانست مسئله را حل کند. این کار مستلزم ابداع فنون ریاضی‌ای بود که به‌هیچ‌وجه نمی‌توانست ملهم از تأملات فلسفی باشد و فیلسوفان تا سال‌های سال پس از مرگ گالیله هم با آنها مخالفت می‌کردند.

گالیله وصول به‌فیزیک ریاضیاتی‌اش را مرهون کاربست یک نظریهٔ تناسب در اندازه‌گیری‌های واقعی‌ای بود که با وسایلی که در اختیار داشت حتی‌الامکان دقیق انجامشان داده بود. نظریهٔ تناسبی که او به‌کار گرفت، اگرچه در اصول اقلیدس ــ مقالهٔ پنجم ــ مطرح شده بود، با نظریهٔ مورد استفادهٔ مؤلفان قرون وسطی که نسخهٔ معیوبی از کتاب اقلیدس در دست داشتند، تفاوت داشت. راهنمای گالیله هیچ باور متافیزیکی دربارهٔ طبیعت هم نبود؛ بلکه اعتقاد معرفت‌شناسانه‌ای

بود که او به‌دانشِ موثّق داشت. هـمتای ایـن اعـتقاد در دوران کـهن فلسفهٔ افلاطون نبود، نجوم بطلمیوس بود ــ چون‌که نجوم بطلمیوس تکیه بر اندازه‌گیریِ واقعی داشت اما فلسفهٔ افلاطون حقیقت ابدی را در ورای هر اندازه‌گیری ممکنی جستجو می‌کرد. اندازه‌گیری به‌علم تعلق دارد؛ حقیقتِ ابدی متعلق به‌ایمان است، چه ایمانِ فلسفی باشد چه ایمانِ کلامی.

۳

درگیری با فیلسوفان

در اکتبر ۱۶۰۴ در همان زمان که گالیله قانون سقوط آزاد خود را در نامه‌ای به سارپی شرح می‌داد، یک ابَرنواَختر در آسمانِ شب پدیدار شد. گالیله خبر واقعه را چند روز پس از آنکه یک دانشجوی پزشکی به نام بالدسار کاپرا و معلم ریاضی او سیمون مایر آن‌را مشاهده و تأیید کرده بودند شنید. در سال ۱۵۷۲ هم ستارهٔ جدیدی دیده شده بود و تیکو براهه ثابت کرده بود که این ستاره جزو ستاره‌های ثابت است. بنا به‌اصول بنیادی ارسطو، وقوع هیچ تغییری در آسمان هرگز ممکن نبود، چون همهٔ چیزهای موجود در آن از مادهٔ کامل و تغییرناپذیری به نام «جوهر پنجم» (اثیر) ساخته شده بود. تغییر فقط در مواد عنصری ــ خاک، آب، هوا، و آتش ــ امکان داشت. بنابراین فیلسوفانِ طبیعت گمان می‌کردند دنباله‌دارها اشیای نجومی نیستند بلکه پدیده‌های جوّی‌اند که در سپهر عناصر در زیر ماه [عالمِ تحتِ فلکِ قمر] اتفاق می‌افتند. در توضیح ستاره‌های جدید هم می‌توانستند بگویند که آنها نوعی دنباله‌دارهای بی‌دنباله و بی‌حرکت‌اند، نه اجسام واقعیِ موجود در آسمان.

گالیله با منجمانی در شهرهای دیگر مکاتبه کرد و به مقایسهٔ رصدهای آنها با مشاهدات خودش پرداخت. این ستارهٔ جدید هم، مثل ستارهٔ تیکو، هیچ اختلاف منظری که قابل تشخیص باشد نشان نمی‌داد؛ از هر کجا که رصد می‌شد، مکانش نسبت به ستاره‌های ثابتِ دور و برش یکسان دیده می‌شد. چنین چیزی برای اجسامی که به قدر ماه نزدیک به زمین باشند ممکن نیست. چون پدیده‌های غیرعادی در آسمان همیشه برای مردم هیجان‌انگیز بودند، گالیله سه سخنرانی عمومی دربارهٔ ستارهٔ جدید برگزار کرد و توضیح داد که چگونه از رصدها و اندازه‌گیری‌های دقیقِ زوایا معلوم شده است که جای این ستاره باید در آسمان باشد. یعنی که ارسطو به‌کلی در اشتباه بوده است.

چزاره کرمونینی، در مقام استادِ ارشد فلسفه در پادوا، فوراً به دفاع از ارسطو برخاست. امروز فهمیدنش سخت است که روزگاری اگر یک ریاضیدانِ محض می‌توانست ثابت کند که آسمان واقعاً تغییر می‌کند چه تیشه‌ای به ریشهٔ فلسفهٔ طبیعی زده بود! کِرمونینی و گالیله دوستان خوبی بودند و بی‌گمان در مناسبت‌های متعددی راجع به فلسفه و علم با هم بحث کرده بودند، اما این دیگر بحثِ دوستانه نبود ــ نزاعِ علنی بود. استدلال‌های کرمونینی بر ضدِ گالیله در اوایل سال ۱۶۰۵ در کتاب کوچکی، که به ظاهر تألیف شخصی به نام آنتونیو لورنزینی بود و در آن اسمی از کسی برده نشده بود، در پادوا منتشر شد. گالیله، که پی برده بود بخش‌هایی از کتاب را خود کرمونینی نوشته است، در پاسخ به این کار کتاب کوچکی (با اسم جعلی) در قالب گفت و شنودی میان دو روستایی منتشر کرد؛ این محاورات که به لهجهٔ روستاییِ پادوایی نوشته شده بود چنین القا می‌کرد که حتی روستاییان بهتر از استادِ نام‌آور استدلال می‌کنند.

نظر کرمونینی این بود که قواعد معمولی اندازه‌گیری در روی زمین را نمی‌شود در مورد فواصل بسیار دور به‌کار برد؛ برای استدلالِ درست دربارهٔ پدیده‌های آسمان باید از اصل ارسطو که اجسام آسمانی را از مواد عنصری متمایز می‌کند استفاده کرد. سخنگوی روستاییِ گالیله (در کتابش) پرسیده بود که اصلاً فیلسوفان از اندازه‌گیری چه می‌دانند، و گفته بود که باید در کارِ اندازه‌گیری تنها به ریاضیدانان اعتماد کرد، و برای ریاضیدانان هم فرقی نمی‌کند که چیزی که مشاهده می‌شود «جوهر پنجم» باشد یا پورهٔ سیب‌زمینی، چون ماهیت این چیز فاصله‌اش را تغییر نمی‌دهد. گالیله، به پشتوانهٔ کشف قانون سقوط، از این پس در کارهای علمی‌اش فرض را بر آن گذاشت که قواعد مربوط به اندازه‌گیری‌های واقعی را پس از آزمودن می‌شود در مواردی هم که آزمونِ مستقل برایشان ممکن نیست به‌کار برد.

اخترشناسی قرن‌ها بود که بر اندازه‌گیری دقیق متکی بود، اما فیزیک تا زمان گالیله چنین تکیه‌گاهی نداشت. قبل از تحقیقات وینچنزو گالیله دربارهٔ سازهای زهی، جز در اپتیک به سختی می‌توان نمونه‌ای از کشف یک قانونِ ریاضیاتی پیدا کرد. اینکه گالیله وقتی درگیر مجادله با یک استاد فلسفه بر سر اندازه‌گیری نجومی شد به تازگی قانون سقوط آزاد را از طریق اندازه‌گیری کشف کرده بود شاید در تحکیم علم گالیله به‌عنوان علم کمّی و کنار گذاشتن «کیفیات» ارسطویی اهمیت داشته باشد. تا این اواخر روشن نبود که گالیله تحقیقاتش را به‌کمک اندازه‌گیری تجربی انجام داده باشد، و اعتقاد به اینکه تأکید او بر ریاضیات تنها حاکی از یک اعتقاد راسخ فلسفی بوده است، عالمانه‌تر به نظر می‌آمد.

از سال ۱۶۰۵ به بعد، گالیله مشاهده و آزمایش را اساس مستحکم

علم می‌دانست. هر وقت که امکان داشت اندازه‌گیری می‌کرد، و تنها به‌اتکای همین اندازه‌گیری‌ها بود که می‌توانست نتایج تحقیقاتش در نجوم و فیزیک را با قطعیت بیان کند. ارسطو گفته بود که وقتی پای ماده در میان بیاید نباید انتظار دقّتِ ریاضی داشت، و گالیله، دست‌کم تا سال ۱۶۰۲ با این گفته موافق بود. بعداً وقتی سخنگوی ارسطو در کتاب گفت‌وگو درست همین نکته را مطرح می‌کند، گالیله در جوابش می‌تواند بگوید که: «درست است، اما اگر دقّت ریاضی فراهم بود چرا از آن استفاده نکنیم؟»

تابستان سالِ ۱۶۰۵ را گالیله به‌عنوان معلمِ ریاضیات در دانشگاه فلورانس به‌آموزش امیرزادهٔ جوانی به نام کوزیمو دومدیچی[1] گذراند. گالیله که از مدتی پیش مورد توجه خاصّ خاندان حکمرانِ مدیچی واقع شده بود از آنان خواست که در انتصاب مجدد به‌استادی در پادوا کمکش کنند، چون با مجادلاتی که بر سر ستارهٔ جدید با استادان فلسفهٔ این دانشگاه به‌راه انداخته بود منصب استادی‌اش را برای اولین‌بار در خطر می‌دید. او همچنین تلویحاً به‌آنها فهماند که بدش نمی‌آید مقام ریاضیدان دربار را (که پس از مرگ استیلیو ریچی در سال ۱۶۰۳ هنوز کسی به‌آن منصوب نشده بود) تصاحب کند. ریاضیات عملی‌ای که گالیله به‌کوزیمو آموزش می‌داد مبتنی بر ابزار محاسباتی ابداعی خودش بود، که به‌کوزیمو قول داده بود دربارهٔ آن کتابی بنویسد و به‌او تقدیمش کند. در جریان مذاکراتی که گالیله برای تمدید قرارداد تدریس و افزایش حقوقش با مقامات دانشگاهِ پادوا داشت، سفیر توسکانی در ونیز واقعاً کمکش کرد، اگرچه در این زمان هیچ پاسخی

1. Cosimo dé Medici

به پیشنهاد او مبنی بر استخدامش در دربار داده نشد.

کتاب گالیله دربارهٔ ابزار محاسباتی‌اش در سال ۱۶۰۶ منتشر شد ــ به زبانِ ایتالیایی، تا مهندسان و نظامیان بتوانند به راحتی از آن استفاده کنند. در اوایل سال ۱۶۰۷ بالدسار کاپرا[1] مطالب همین کتاب را به اسم خودش به زبان لاتین به چاپ رساند و اشاره کرد که دیگرانی که دربارهٔ این ابزار کتابی نوشته‌اند مطلب را از او به سرقت برده‌اند. کاپرا تا سال ۱۶۰۲ حتی شروع به تحصیل ریاضیات هم نکرده بود، و تازه در این سال بود که زیر نظر سیمون مایر، استاد مدعو آلمانی، به این کار پرداخت؛ در حالی که در این زمان گالیله چند سال بود ــ از سال ۱۵۹۷ ــ که داشت ابزار محاسبه‌اش را تولید می‌کرد و می‌فروخت. اتهامِ تقدیم کتابی به امیرزادهٔ مدیچی که به تمامی کار خودش نبوده است به گالیله خیلی گران می‌آمد. گالیله از سارپی و دیگرانی که در همان اوایل نمونه‌هایی از «خط‌کش» محاسبه‌اش را برایشان فرستاده بود شهادت‌نامه‌هایی گرفت، و یکی از همین افراد اعلام کرد که کاپرا دو سه‌سالی پیش از این ماجرا، هم خودِ ابزار و هم دستنوشتِ گالیله دربارهٔ طرز کار آن‌را از او قرض گرفته بوده است. گالیله علیه کاپرا در محضر مدیران دانشگاه اقامهٔ دعوا کرد و در بازپرسی نشان داد که این شاگرد حتی محتویات کتاب لاتینِ مورد مناقشه را هم ــ که احتمالاً بیشترش را مایر قبل از بازگشت به آلمان (۱۶۰۵) انشا کرده بود ــ درست یاد نگرفته است. کاپرا از دانشگاه اخراج و کتابش توقیف شد.

این واقعه بر شخصیت گالیله اثر گذاشت. تا این زمان گالیله در انتشارِ اطلاعات و اعلام کشفیاتش بی‌پرده و آزاد عمل می‌کرد. رفتار

1. Baldessar Capra

کاپرا، که گالیله حتی با پدرش دوستی داشت و سفارش او را به دوکِ مانتوا کرده بود، موجب شد که در مورد کشفیاتش پنهانکار شود و در حُسن نیت رقبای احتمالی‌اش تردید کند. و با اینکه توضیحِ کامل این ماجرا را منتشر کرد، صِرفِ متهم شدن او به سرقتِ یک اختراعِ دستاویزی برای دشمنانش شد تا بعداً در کار او با دوربین نجومی‌اش هم که اختراع مهم‌تری بود شک کنند.

در سال‌های ۱۶۰۷ و ۱۶۰۸، گالیله قضایای قبلی خود را دربارهٔ حرکت با هم تلفیق کرد و قضایای دیگری هم به آنها افزود، و سرانجام دریافت که سرعت در سقوط آزاد متناسب با جذر مسافت طی‌شده است نه با خودِ مسافت. این یافته راهی برایش فراهم کرد که بتواند فرض قبلی‌اش را مبنی بر اینکه حرکت افقی در غیاب اصطکاک یکنواخت خواهد بود بیازماید. در این مورد هم آزمایش به نتایج بسیار دقیقی منجر شد و باز هم گالیله از آن به بسیاری قضایای جدید رسید که البته تک‌تک‌شان را جداگانه نیازمود. مهم‌ترین آنها به حرکت پرتابی مربوط می‌شد، که در نتیجهٔ آزمایش جدید دریافته بود که مسیر آن سهمی است. گالیله از همین زمان شروع به تألیف کتابی دربارهٔ حرکت‌های طبیعی کرد که، به دلایلی که به‌زودی روشن خواهد شد، تا چند سال مانده به پایان زندگی‌اش منتشر نشد. در اینجا یک مطلب مهم دربارهٔ فیزیک گالیله را، که وجه تفاوت آن با فیزیک نیوتون و فیزیک‌های بعدی است، بازگو می‌کنم تا برخورد محتاطانه‌اش را با اصول کلی نشان بدهم.

تداوم حرکت با سرعت یکنواخت روی خط راست، سرانجام رکن اصلی فیزیکِ نیوتون شد. این حرکت را ــ که امروز «حرکتِ لَخت» نامیده می‌شود ــ گالیله مختص اجسام سنگینی می‌دانست که

در نزدیکی‌های سطح زمین مسافت‌های [افقی] کوتاهی را می‌پیمایند. در فیزیکِ گالیله، جسم سنگین وقتی سرعت کسب می‌کرد یا از دست می‌داد که در حالِ نزدیک شدن به مرکز زمین یا دور شدن از آن باشد؛ یعنی اگر اصولاً در حال سقوط یا صعود باشد. در طی مسافت‌های کوتاهِ افقی، یعنی در وضعیتی که در آزمایش سال ۱۶۰۸ آزموده بود، فاصلهٔ جسم تا مرکز زمین تغییر نمی‌کرد؛ پس در فیزیکِ گالیله هم قانون لَختی (اینرسی) همانی بود که ما امروز در چنین مواردی به‌کار می‌بریم. اما گالیله میلی نداشت که این قاعده را تعمیم بدهد و از آن یک اصل کلی و جهانی تدوین کند. تداوم نامحدودِ حرکتِ یکنواخت در مسیر مستقیم ایجاب می‌کرد که عالم نامتناهی باشد، و هر نوع تمایلِ طبیعی اجرام آسمانی به چنین حرکتی، در نظر گالیله، با نظمی که در کیهان مشاهده می‌شد ناسازگار بود. گالیله می‌گفت حرکتی هم در طبیعت اگر واقعاً یکنواخت باشد حتماً از نوع دایره‌ای است، اما بر یکنواخت بودنِ واقعی هیچ حرکتی تأکید نمی‌کرد؛ معتقد بود که تنها حرکت‌های افقیِ نسبتاً کوچک در نزدیکی سطح زمین را می‌شود یکنواخت دانست. همین‌قدر برای فیزیک زمینی کافی بود، و گالیله، برخلافِ کپلر، دربارهٔ فیزیک آسمانی نظریه‌پردازی نمی‌کرد.

وقتی فیلسوفان کم‌کم داشتند به علمای الهیات (متکلمان) متوسل می‌شدند تا حمایت آنان را جلب کنند، گالیله در نوشته‌ای علم را منحصر به اموری دانست که بشود آنها را بر مبنای «تجربه‌های حسّی و برهان‌های ضروری» احراز کرد، و هیچ چیز بهتر از این عبارات خود گالیله گویای تلقی او از علم نیست. نیوتون قانون لختی را وقتی به همهٔ اجسام تعمیم داد که قانون گرانش جهانی را کشف کرده و آن‌را با رصدهای متعددی آزموده بود. بدون گرانش جهانی، تعمیم قانون

لختی، چنانکه اندکی پس از مرگ گالیله در آثار پی‌یر گاسندی و رنه دکارت می‌بینیم، صرفاً در قلمرو اندیشه و نظر می‌ماند، اما گالیله مایل بود که چنین تأملاتی را به فیلسوفان وابگذارد و خودش صرفاً به «استخراجِ سنگ مرمر»ی بپردازد که این مفاهیم از آن تراشیده شد.

در اواسط سال ۱۶۰۹ گالیله سخت مشغول تألیف رساله‌اش دربارهٔ حرکت طبیعی بود که وقوع رویدادهایی موجب شد علایق علمی‌اش را برای چندسالی تغییر بدهد. اولین رویداد اختراع ابزاری در هلند بود که اجسام دوردست را نزدیک نشان می‌داد. در سال ۱۶۰۸ از دولت هلند تقاضای ثبت این اختراع را کرده بودند و سارپی قبل از پایان سال خبر را شنید. تا ژوئیهٔ ۱۶۰۸ گالیله از این داستان باخبر نشد یا نخواست که این «شایعات» را باور کند. در این ماه گالیله در سفری به ونیز با سارپی در این‌باره صحبت کرد و سارپی نامهٔ یکی از شاگردان سابق او را که در آن هنگام در پاریس زندگی می‌کرد نشانش داد که خبرها را تأیید می‌کرد. گالیله آن اواخر باز هم مدتی برای افزایش حقوقش تلاش کرده بود و به تازگی متوجه شده بود که احتمالِ موافقت با درخواستش بسیار کم است. پس به فکر افتاد که شاید دوربین بتواند برای قدرتی دریایی مانند ونیز اهمیت داشته باشد، و به پادوا شتافت تا بلکه بتواند آن‌را بسازد. در آنجا شنید که همان‌روزها یک خارجی با دوربینی که می‌خواسته آن‌را به قیمت هنگفتی به حکومتِ ونیز بفروشد از پادوا عبور کرده است.

گالیله، بنا به نوشته‌های بعدی‌اش، اندیشید که عدسی‌ها یکی باید محدب و دیگری مقعر باشد، و وقتی دو عدسیِ عینک را به همین ترتیب در یک لولهٔ سربی تعبیه کرد دید که درست حدس زده است. اما این اولین دوربین بیشتر شبیه بازیچه‌ای بود که فقط می‌توانست

چیزها را دو یا سه‌بار درشت‌تر نشان بدهد. گالیله در نامه‌ای که به ونیز (بی‌تردید خطاب به سارپی) فرستاد، نوشت که به‌زودی دوربینِ نجومی خوبی خواهد ساخت. درواقع سنای ونیز از سارپی، به خاطر اشتهار علمی‌اش، دربارهٔ خرید دوربینِ مسافر خارجی نظرخواهی کرده بود. سارپی با این خرید مخالفت کرد، و در اواخر ماه اوت گالیله با تلسکوپی که تقریباً به‌قدرت دوربین‌های شکاری امروزی بود، از راه رسید. با این دوربین می‌شد کشتی‌های نزدیک‌شونده را دو ساعت پیش از آنکه دیده‌بان‌های حرفه‌ای با چشم غیرمسلح صرفاً بتوانند آنها را ببینند، شناسایی کرد. وقتی گالیله اختراعش را به حاکم ونیز ارائه کرد به‌او پیشنهاد شد، تقریباً با دوبرابر دستمزدِ قبلی‌اش، مادام‌العمر به‌عنوان مدرس به‌استخدام رسمی دانشگاه پادوا دربیاید.

اما گالیله وقتی این پیشنهاد را می‌پذیرفت همهٔ نکات آن‌را درست نفهمیده بود. بعداً متوجه شد که تا قرارداد قبلی‌اش به سر نیاید افزایش حقوقی در کار نخواهد بود، و تازه این افزایش هم هیچ‌وقت افزایش دیگری در پی نخواهد داشت، و ناچار خواهد بود تمام عمر را هم به تدریس در پادوا بگذراند. گالیله با تمام وجود فلورانسی بود، و پادوا با تمام جاذبه‌هایش نمی‌توانست جای وطن را بگیرد. این را هم نمی‌خواست که تمام عمرش را ناگزیر به تدریس بگذراند ــ می‌خواست فرصت بیشتری برای پژوهش و تألیف داشته باشد. چون هنوز چیزی از این قراردادِ جدید عایدش نشده بود، به‌خودش حق داد که مذاکراتش را برای انتصاب به‌مقامِ ریاضیدانِ دربار در فلورانس، که حالا دیگر کوزیمو در آنجا گراندوک شده بود، از سر بگیرد.

سفری عجولانه به‌فلورانس رفت و ابزار جدیدش را به‌کوزیمو نشان داد. پس از بازگشت به‌کارِ تراشِ عدسی برای ساختن دوربین

قویتری پرداخت؛ شیشهٔ خام را مخفیانه از فلورانس دریافت می‌کرد تا رقبایش سر از کارِ تازه‌اش درنیاورند. تا اول دسامبر توانست تلسکوپی بسازد که اجسام را بیست بار نزدیکتر می‌آورد، و با آن ماه را در شب‌هایی که آسمان ابری نبود رصد کرد. چیزهایی را که دید به درستی به‌اثبات وجود کوه‌ها و گودال‌های آتشفشان تعبیر کرد ــ در حالی که فیلسوفانِ طبیعت افلاک را بی‌نقص می‌دانستند و بر کرویت کامل اجرام آسمانی اصرار داشتند. در اوایل ژانویهٔ ۱۶۱۰ گالیله چهار قمر کشف کرد که به‌دورِ مشتری می‌گشتند، و این ناقضِ تصورِ فیلسوفان طبیعت بود که می‌گفتند زمین مرکز تمام حرکات آسمانی است. به‌کمکِ تلسکوپ، بسیاری ستاره‌ها که قبلاً قابل رویت نبودند در چندین صورت فلکی کشف شدند، و معلوم شد که راه شیری درواقع متشکل از هزاران هزار ستاره است.

در اوایل ماه مارس، گالیله این کشف‌ها را در کتابی به نامِ پیک ستارگان، که به‌گراندوک (کوزیمو) تقدیم شده بود، منتشر کرد. در تعطیلاتِ عید پاک برای دیدار از دربار به پیزا دعوت شد، و پس از این دیدار، جزئیات انتصاب او به‌مقام ریاضیدان و فیلسوفِ (یعنی فیزیکدانِ) ارشد در دربار توسکانی، صرفاً تشریفاتی بود که می‌بایست طی می‌شد.

کشفیات گالیله که در پیک ستارگان اعلام شده بود با واکنش‌های شدیدی مواجه شد. عامهٔ اهل دانش بسیار به هیجان آمدند ولی بیشترِ فیلسوفان و منجمان این کشفیات را خطاهای اپتیکی دانستند و گالیله را به تمسخر گرفتند یا به‌فریبکاری‌اش متهم کردند. یک استثنای قابل ذکر کپلر بود که در آن‌زمان در پراگ مقامِ منجم امپراتورِ مقدسِ روم را داشت. گالیله توسط سفیر توسکانی در پراگ از او خواست که نظرش

را دربارهٔ این کشفیات اعلام کند. کپلر فوراً مقالهٔ مفصلی با عنوان «گفت‌وگو با پیک ستارگان» نوشت و در آن اظهار کرد که کشف‌های گالیله را واقعی می‌داند و آنها را می‌پذیرد. دو سه ماه بعد، خودِ کپلر با استفاده از تلسکوپی که گالیله برای شاهزادهٔ حاکمِ کُلن فرستاده بود قمرهای مشتری را رصد کرد و در تأیید آنها مقاله‌ایَ نوشت.

مقارن با همین احوال، در ماه آوریل که گالیله سرِ راه خود از بولونیا عبور می‌کرد، گروهی از مردم که ماگینی در این شهر دور هم جمعشان کرده بود نتوانستند قمرها را ببینند ــ با آنکه گالیله خودش حاضر بود و می‌توانست به‌آنها نحوهٔ استفاده از تلسکوپ را نشان بدهد. یکی از دست‌پروردگانِ ماگینی به‌نام مارتین هورکی خبر ماجرا را برای کپلر فرستاد و کتابی در رد ادعاهای گالیله منتشر کرد. در رم، پدر کلاویوس اظهار کرد که به‌عقیدهٔ او همهٔ چیزهای جدیدی که دیده شده‌اند در عدسی‌ها بوده‌اند نه در آسمان. عده‌ای دیگر هم که به‌دلایل نجومی و فلسفی کشفیاتِ گالیله را قبول نداشتند مطالبی در مخالفت با او به‌چاپ رساندند.

گالیله پاسخی به‌این جماعت نداد، اگرچه یکی از دوستانش در بولونیا و یکی از دانشجویانش در پادوا مطالبی از قول او خطاب به‌مدعیان منتشر کردند. دومی همچنین گزارش داد که گالیله تلسکوپش را برای مطالعهٔ حشرات از فاصلهٔ نزدیک به‌کار گرفته و یافته‌هایش را به‌اطلاع استاد کِرمونینی رسانده است. اما کرمونینی هرگز نپذیرفت که با تلسکوپ به‌آسمان نگاه کند، همچنان‌که گولیو لیبری استاد فلسفه در پیزا هم از این کار امتناع کرد. گالیله سه سخنرانی عمومی در پادوا برگزار کرد و ماوقع را به‌وزیرِ خارجهٔ کوزیمو گزارش داد:

تمام جمعیتِ دانشگاه حضور داشت، و من چنان همه را متقاعد و راضی کردم که دستِ آخر درست همان رهبرانی که

> در ابتدا تند و تیزترین منتقدان و سرسخت‌ترین مخالفانِ نوشته‌هایم بودند، وقتی دیدند چاره‌ای ندارند و در واقع کاملاً شکست خورده‌اند، علناً اظهار کردند که نه‌تنها مجاب شده‌اند بلکه حاضرند در مقابل هر فیلسوفی که جرأت مخالفت با تعالیم مرا داشته باشد از من حمایت و از نظریاتم دفاع کنند. (D&O, 60)

در سال ۱۶۱۰ منجمان یسوعی در رم سرانجام با دستیابی به تلسکوپی که به قدر کافی قوی بود توانستند کشفیات گالیله را تأیید کنند، و از همین زمان حمایت از گالیله به تدریج گسترده‌تر شد. اما کلاویوس در مورد کوهستانی بودن سطح ماه، که معتقد بود خطای دیداری است، به‌مخالفت برخاست. وجود کوه بر سطح ماه را فیلسوفانِ طبیعت آنقدر ناموجه و قابل اعتراض می‌دانستند که در آلمان، و همچنین یسوعیان در مانتوا، بر سر آنها مباحثات طولانی به راه انداختند و گالیله با شکیبایی مفصلاً به‌آنها پاسخ داد.

این مجادلات بر سر کرویت کامل ماه عمدتاً از طریق مکاتبات یا نوشتن رسالاتی صورت می‌گرفت که به‌صورت چاپی منتشر نمی‌شدند، و بنابراین توجه چندانی به‌آنها جلب نشده است. اما مخالفت با کوه‌های ماه در روشن کردن ماهیتِ فلسفهٔ طبیعت که فلسفهٔ غالب در آن‌زمان بود اهمیت دارد، و این کاملاً جدا از بحث‌هایی است که به تلسکوپ نمی‌بایست اعتماد کرد ــ بحث‌هایی که اخیراً باز هم فیلسوفان و مورخانی که نظریه را مقدم بر مشاهده می‌خواهند به‌آن پرداخته‌اند. امروز بعضی محققان می‌گویند که اگر گالیله به جای اینکه هوادارِ متعصبِ کپرنیک باشد دانشمند خوبی می‌بود، می‌توانست از پایبندی به‌آنچه از راه تلسکوپ بر او آشکار شده بود، شانه خالی کند.

این همان‌چیزی است که کلاویوس و دیگران در آن‌زمان می‌گفتند. دلیلی ندارد چیزی که در شیشه‌های خمیده دیده می‌شود در جایی جز در خود آن عدسی‌ها وجود داشته باشد، چون اگر عدسی‌ها را از مقابلِ چشم برداریم آن چیز هم ناپدید می‌شود. بنابراین ــ امروز گفته می‌شود ــ لازمهٔ اعتماد کردن به تلسکوپ آن بود که از قبل نظریهٔ کاملی برای اپتیک موجود باشد؛ و گالیله چنین نظریه‌ای نداشت.

آنچه این بحث‌های امروزی ثابت می‌کند این است که علم توجیه فلسفی ندارد ــ که من هم می‌پذیرم ــ اما علمِ گالیله همان‌قدر مصداق این گفته است که علمِ امروزیِ ما، نه بیشتر. چیزی که این بحث‌ها وانمود به اثباتِ آن می‌کند این است که مبانیِ استدلالِ نخستین منتقدان کشف‌های گالیله محکم‌تر از مشاهده بود، که به نظر من درست نیست. حتی اگر آنها نظریهٔ کاملی دربارهٔ اپتیک می‌داشتند (که نداشتند) و می‌توانستند نشان بدهند که همهٔ مشاهدات ماهیتاً در معرض خطا هستند ــ چنان‌که بعدها بیشاپ برکلی نشان داد ــ باز هم علمی بهتر از علمِ گالیله عایدمان نمی‌شد. چنین اوضاعی ممکن بود اصولاً به علمی منجر نشود و فقط فلسفه‌ای عایدمان می‌کرد ــ که شاید هم موهبتی بود چون در آن صورت از قید هر تردیدی رها می‌بودیم. هدفِ مخالفان اصلی گالیله هم، که فقط فلسفه‌ای داشتند و همه‌چیز را به همان روال می‌خواستند، جز این نبود.

در فلسفهٔ طبیعیِ ارسطو جای هیچ تردیدی نبود که ماه، و به طور کلی همهٔ اجرام آسمانی، کرهٔ کامل‌اند. این اعتقاد ربطی به نظریهٔ اپتیک نداشت، بلکه مبتنی بر بی‌نقص بودنِ جوهر بود که آن هم نمی‌تواند برای علم مبنای محکم‌تری از مشاهده باشد. گالیله بارها این نظر را که اصولاً شکلِ کاملی وجود داشته باشد مردود اعلام کرد؛ می‌گفت که

این کمال فقط برحسب کاربرد موضوعیت دارد ــ مثلاً آجرِ کروی برای دیوارسازی شکل کاملی نیست. در گفت‌وگو نوشته است:

> این دکترهای فلسفه هرگز نمی‌پذیرند که ماه کمتر از آینه صیقلی باشد؛ ماه را از آینه هم صیقلی‌تر می‌خواهند (اگر بشود تصورش را کرد) چون معتقدند که فقط شکل‌های کامل به‌اجسامِ کامل می‌برازند. بنابراین، [در نظر آنها] کرویتِ کراتِ آسمانی باید مطلق باشد. در غیر این صورت، اگر قرار بود آنها هر نقصِ حتی بسیار کوچکی در این کمال را بپذیرند، من بی‌تردید دنبال نقصِ دیگری، کمی بزرگتر، می‌گشتم؛ زیرا از آنجا که کمال در واقع به معنیِ تقسیم‌ناپذیری است، یک تارِ مو هم می‌تواند به قدرِ یک کوه آن‌را ضایع کند. (D, 80)

و سخنگوی مکتب ارسطو، در پاسخ به اینکه چرا چنین کرویت کاملی در اجرام آسمانی لازم است، می‌گوید:

> پذیرای کون و فساد نبودن، تغییرناپذیری، دائمی بودن، و ابدی بودنِ اجرام سماوی متضمن آن است که این اشیا مطلقاً کامل باشند؛ و مطلقاً کامل بودن ایجاب می‌کند که از هر نظر کامل باشند. بنابراین، شکل آنها هم کامل است؛ به‌عبارتِ دیگر، کروی است ــ مطلقاً و کاملاً کروی، نه تقریباً و به طور نامنظم. (D, 84)

فیلسوفان در پاسخ به گفت‌وگوی گالیله چندین کتاب منتشر کردند بی‌آنکه معترض باشند که مطالبی از این قبیل که در بالا آوردیم تصور نادرستی از فلسفهٔ طبیعی ارسطو که آنها حامی‌اش بودند به‌دست می‌دهد. این مؤلفان خبرهٔ کتاب‌های قرون وسطی و دورهٔ رنسانس بودند که حالا گفته می‌شود گالیله هم تصورش را از علم

مدیون همین کتاب‌ها بوده است؛ با وجود این هیچ‌یک از استدلال‌های او را درست نمی‌دانستند، و وقتی گالیله به مشاهده متوسل می‌شد با اصول جزمی‌شان به مصافِ او می‌رفتند. درست است که گالیله نظریهٔ کاملی برای اپتیک عرضه نکرد، اما توصیف بسیار دقیقی از آزمایش‌هایی با آینه‌های کروی، آینه‌های تخت، و سطوح بازتابندهٔ ناصاف به دست داد. از نتایج این آزمایش‌ها معلوم می‌شد که اگر ماه کرهٔ کامل باشد، بازتاب نور خورشید از آن‌را فقط به‌صورت یک نقطهٔ روشن می‌دیدیم، اما بازتاب نور از ماهِ صرفاً ناهموار، حتی اگر کوهی هم نداشته باشد، درست همین‌طور به‌نظر می‌رسید که در واقع می‌بینیم. گالیله با استفاده از روش‌هایی که مساحان با آنها آشنا هستند، کوه‌هایی را در ماه اندازه گرفته بود که ارتفاعشان به چهار مایل هم می‌رسید. با این‌همه، مخالفانش حتی کوچکترین بی‌نظمی در سطح ماه را نمی‌پذیرفتند.

اینکه بگوییم چنین افرادی دانشمندانی بهتر از گالیله بوده‌اند، کمااینکه امروز عده‌ای می‌گویند، گویای هیچ چیز نیست مگر عقیدهٔ بعضی‌ها دربارهٔ اینکه به چه چیزی علم درست می‌توان گفت. هرکسی حق دارد فلسفه را برتر از علم بداند، اما این ادعا که علتِ اعتقاد گالیله به‌حرکتِ یکنواختِ سیارات روی دایره‌های کامل این بود که نمی‌توانست خود را از سنت قدیمی کامل بودن اجرام سماوی خلاص کند، صرفاً غلط است ــ چون‌که او موقع بحث دربارهٔ ماه علناً به تمسخر این سنّت پرداخته و در کتاب گفت‌وگو هم دربارهٔ بی‌نظمی‌های حرکتِ ماه و خورشید سخن گفته است.

گالیله قبل از آنکه از پادوا برود زُحل را هم با آن ظاهر غیرعادی‌اش رصد کرده بود، اگرچه با تلسکوپ او نمی‌شد حلقه‌های این سیاره را متمایز از یکدیگر دید. در ماه سپتامبر به فلورانس رفت؛ قبلاً دخترانش را

به‌آنجا فرستاده بود تا پیش مادرش بمانند، پسرش را هم در پادوا پیش مارینا گامبا گذاشته بود که تا رسیدن به سنِ رشد تحت مراقبت او باشد. پس از ورود به فلورانس طولی نکشید که در همان ماهِ سپتامبر توانست زهره را ــ که قبل از آن خیلی نزدیک به خورشید واقع شده بود ــ به‌طور مرتب رصد کند و سرانجام اهلهٔ ماه‌گونهٔ آن‌را کشف کرد. این کشف مسلم کرد که زهره به‌دور خورشید می‌گردد نه به‌دورِ زمین، و نظام‌های ارسطویی و بطلمیوسی را به‌هم ریخت. البته این مشاهدات هنوز برای استوار کردن نظام کپرنیکی کافی نبود، چون در نجوم تیکو براهه هم با آنکه حرکتِ زهره به‌دور خورشید پیش‌بینی می‌شد، زمین همچنان ثابت بود. اما گالیله، به‌درستی، نظام تیکو را از لحاظ دینامیکی محال می‌دانست، چون اگر خورشید قدرتی داشت که می‌توانست تمام سیارات را به‌دورِ خود بگرداند، ممکن نبود کاری به‌کار زمین نداشته باشد.

اهمیت خاص اهلهٔ زهره در آن بود که چیزی را تبیین می‌کردند که خود کپرنیک هم از آن به‌عنوان یک معضل بزرگ یاد کرده بود. اگر تغییر فاصلهٔ میان زهره و زمین چنان بود که نظریهٔ او ایجاب می‌کرد، انتظار می‌رفت اندازهٔ ظاهری زهره خیلی بیشتر از آنچه درواقع دیده می‌شد تغییر کند. حالا تلسکوپ نشان می‌داد که وقتی زهره در دورترین فاصله‌اش از زمین باشد، به‌تمامی روشن از نورِ خورشید دیده می‌شود (مثل ماهِ کامل)، اما وقتی در نزدیکترین فاصله‌اش از زمین واقع می‌شود تنها هلال باریکی از قرص ظاهری‌اش ــ که در این وضعیت خیلی بزرگتر هم هست ــ روشن دیده می‌شود. گالیله کپرنیک را تحسین می‌کرد که نگذاشته بود یک معمای حل‌ناشده مانع از تدوین نظریه‌اش شود؛ اگر کپرنیک خودش هم از پاسخ مسئله خبر می‌داشت:

دیگر اندیشهٔ حیرت‌انگیز او در میان فرهیختگان خیلی کمتر از آنچه هست تحسین‌برانگیز می‌نمود! زیرا چنان‌که قبلاً هم گفته‌ام، می‌توانیم ببینیم که چگونه به راهنمایی تعقل، قاطعانه بر صحتِ نظریه‌اش که گاه تجربهٔ محسوس هم ظاهراً آن را نقض می‌کرد پای فشرد. (D, 339)

این گفته ممکن است با قیودی که گالیله برای علم قائل بود ــ و پیش از این گفتیم ــ ناسازگار به‌نظر برسد، اما چنین نیست. کپرنیک هم جز به «تجربه‌های محسوس و برهان‌های ضروری» متوسل نشده بود، و همین‌که این معمای خاص با «تجربهٔ محسوس» حل شد، فراهم کردن «برهان ضروری» دیگر کاری نداشت. منظور گالیله در این مورد این بود که در علم بهتر آن است که قضاوت دربارهٔ مسائلِ حل‌نشده را به تعویق بیندازیم و به‌اتکای کثرتِ شواهدِ دیگر پیش برویم. توسل به حدس‌های دلبخواهی، راه‌حلِ علمی نبود، چنان‌که در بحث در مورد کوه‌های ماه، هم مخالفِ آلمانی گالیله و هم لودویکو دلّه کولُمبه[1] که استاد فلسفه در فلورانس بود، برای آنکه بر سر حرف خود مبنی بر کرویت و هموار بودن سطح ماه بمانند، اظهار کرده بودند که سطح ماه پوشیده از بلور شفافی است که گالیله کوه‌ها را در زیر آن دیده و به غلط گمان کرده است که در روی آن‌اند. کولمبه این نظر را به‌اطلاع کلاویوس که در رم بود رساند، و منشیِ کاردینالِ ژوایوز[2] نامه‌ای به‌گالیله نوشت و از طرف این کاردینال بسیار مهربان جویای پاسخ او و به‌این مطالب شد. گالیله جواب داد که این مادهٔ بلورین را به دشمنانش اعطا خواهد کرد به‌شرطی که آنها هم لطف کنند و به‌او

1. Ludovico delle Colombe 2. Joveuse

اجازه بدهند که با آن کوه‌هایی به ارتفاع ده‌برابر آنهایی که واقعاً در ماه رصد کرده است بسازد.

این روش پاسخگویی به مخالفان با پیش کشیدن پیامدهای سازگار با فرضیاتِ خود آنها، که برای خودشان هم قابل قبول نبود ولی ابطالشان هم به لحاظ منطقی امکان نداشت، استدلال تخریبی [استدلال صرفاً برای ساکت کردنِ خصم] نامیده می‌شود. با این ترفند می‌شود دیدگاهی را تخریب کرد بی‌آنکه نیاز به اتخاذ موضع شخصی محکمی باشد، و گالیله به کرات از این روش استفاده کرده است. منتقدانِ امروزی گالیله که غالباً منطق چنین برهان‌هایی را درنیافته‌اند معتقدند که او بر صحتِ امور گوناگونی تأکید کرده است، در حالی که این نوع اظهاراتِ گالیله تنها برای تضعیف آن نوع برهان‌ها بوده است تا نتوانند چیزی را که مدعی اثباتِ آن‌اند اثبات کنند.

اولین مسئله‌ای که گالیله در فلورانس به‌آن پرداخت مسئلهٔ تعیینِ مدارها و دوره‌های چهار قمرِ مشتری بود. این کار چنان مشکل می‌نمود که کپلر علناً تردید خود را از شدنی‌بودنش اظهار کرده بود. در ماهِ دسامبر، گالیله خبرِ کشف اهلهٔ زهره را با رمزی به صورت حروفِ جابجاشده (آناگرام) به پراگ فرستاد در ضمن اطلاع داد که مشغول محاسبهٔ دورهٔ گردش ماه‌های مشتری هم هست. (منظور گالیله از گزارش یافته‌هایش به صورت این نوع رمز این بود که بعداً در صورتی که کسی مدعی تقدم شد مدرکی برای اثبات تاریخ این کشف‌ها داشته باشد. ترتیبِ حروف را در کلمات توصیف‌کنندهٔ کشف به هم می‌زد و بعد آن‌را در نامهٔ تاریخداری برای دوستی می‌فرستاد. بعدها هویگنس و نیوتون هم از همین ترفند استفاده کردند.) سرنخی که گالیله در مورد دورهٔ گردش قمرها به‌دست آورده بود خیلی خوب نتیجه داد؛ تا

مارسِ ۱۶۱۱، اطلاعات اساسی لازم برای پیش‌بینی فراهم شده بود و گالیله در ضمنِ دیداری از رم در ماه آوریل شروع به تدوین جدول‌هایی برای حرکات قمرهای مشتری کرد.

اولین انجمن علمیِ بااهمیت و ماندگار را در سال ۱۶۰۳ چهار مردِ جوان به ریاست فدریکو چِسی[1] در رم تأسیس کرده و نام آن‌را آکادمی لینچه‌ای[2] گذاشته بودند. چِسی ضیافتی به افتخار گالیله برپا کرد که در آن واژهٔ «تلسکوپ» ساخته شد و مدعوین کشفیات جدید گالیله را در آسمان رصد کردند. رفتن گالیله از دانشگاه به دربار موجب شده بود که او کمتر در جریانِ تحولات علمی باشد، و حالا با انتخاب شدن به عضویت آکادمی لینچه‌ای و با مکاتباتی که پس از آن با اعضای این انجمن در ایتالیا و در کشورهای دیگر برقرار کرد حتی پیش از گذشته از اوضاع و احوال فعالیت‌های علمی باخبر می‌شد.

در رم برای گالیله فرصتی هم برای تجدید مودت با پدرِ روحانی کلاویوس و کاردینال بلارمینه به‌وجود آمد. منجمان یسوعی در کالجِ رم کنفرانس مخصوصی به افتخار او برگزار کردند. چندین نفر از کاردینال‌ها و مقامات دیگرِ کلیسا در نمایش‌های متعددی که گالیله برای رصد کشفیاتش، از جمله لکه‌های خورشید، برپا کرد شرکت کردند، و او اشتیاق آنها را در آن‌زمان صرفاً حمل بر کنجکاوی‌شان کرد. حتی پاپ پل پنجم او را به حضور پذیرفت. تا این زمان هنوز هیچ نشانه‌ای از مخالفت کلامی با گالیله یا کشفیات او مشهود نبود، هرچند بلارمینه نامه‌ای به دادگاه تفتیشِ عقاید در ونیز نوشته بود تا ببیند پای گالیله هم در دعاوی دادگاه بر ضد کرمونینی به میان آمده

1. Federico Cesi 2. Lincean

است یا خیر. علتش احتمالاً این بود که گالیله پیشِ بلارمینه اشاراتی به پیامدهای کپرنیکیِ کشفیاتش کرده بود. کرمونینی با این چیزها مرتبط نبود اما همیشه با دادگاه تفتیشِ عقاید مشکل داشت، زیرا امتناع می‌کرد از اینکه در کتاب‌هایش بنویسد که بعضی از نظریات ارسطو، مثلاً فانی بودن روح و ابدی بودن عالم، بدعت‌آمیز اعلام شده‌اند.

گالیله کمی پس از بازگشتش به فلورانس، با خاطرهٔ آن‌همه پذیرایی گرم و صمیمانه‌ای که در رم نصیبش شده بود، درگیرِ مجادله‌ای با فیلسوفان بر سر یک مسئلهٔ فیزیکی شد. فیلیپو سالویاتی[1]، اشراف‌زادهٔ فلورانسی، که محفلی برای بحث‌های روشنفکرانه در خانه‌اش تشکیل داده بود از گالیله دعوت کرد که به این محفل بپیوندد. در ژوئنِ سال ۱۶۱۱ موضوع بحثِ گروه سالویاتی غلظت و رقّت بود که یکی از مسائل اساسیِ مورد بحث بین ارسطو و اتم‌گرایان محسوب می‌شد. وینچنزو دی‌گراتزیا[2]، یکی از استادانِ فلسفه در پیزا، یخ را «آبِ غلیظ» می‌نامید. گالیله گفت که بهتر است به آن «آبِ رقیق» بگوییم چون‌که در آب شناور می‌شود. دی‌گراتزیا پاسخ داد که علت این شناوری آن است که یخ با شکل صاف و عریضی که دارد نمی‌تواند به مقاومت آب در برابر تقسیم شدن غلبه کند و در آن فرو برود. گالیله تذکر داد که اگر یک قطعه یخِ تخت را در آب فرو ببریم و رهایش کنیم بالا می‌آید، یعنی چنین مقاومتی را ــ اگر اصولاً وجود داشته باشد ــ در هم می‌شکند. او تردید داشت که آب در مقابل فرو رفتن جامدات مقاومت کند، زیرا ذراتِ خیلی کوچک گِل هم در زمان کافی سرانجام ته‌نشین می‌شدند. وقتی گفته شد که اگر با شمشیر از پهنایش به آب ضربه بزنیم این

1. Filippo Salviati
2. Vincenzio di Grazia

مقاومت را مشاهده می‌کنیم، گالیله پذیرفت که آب البته سرعت را کم می‌کند اما جسم را از فرو رفتن باز نمی‌دارد ــ که این را ارسطو هم گفته بود.

دی‌گراتزیا این مباحثه را نزد کولمبه، که به‌خاطر اعتراض گالیله به‌کتابی که در سال ۱۶۰۴ دربارهٔ ستارهٔ جدید نوشته بود کینه‌ای از او به‌دل داشت، مطرح کرد. کولمبه اظهار کرد می‌تواند با آزمایش نشان بدهد که گالیله اشتباه می‌کند و واقعاً شکلِ اجسام است که باعث شناوری‌شان می‌شود؛ و منظورش آزمایش با تراشه‌های نازکِ چوبِ آبنوس بود، نه با یک تخته‌چوبِ آبنوس. در این زمان درباریان به‌کوزیمو گفته بودند که ریاضیدانش درگیرِ مناقشاتی شده که ممکن است اعتبارش را مخدوش کند، و کوزیمو از گالیله خواست که استدلال‌هایش را بنویسد و از بگومگو در انظار بپرهیزد. در ایامی که گالیله داشت مطالبش را می‌نوشت، از یک استاد فلسفهٔ دانشگاه پیزا که تازه به‌این سِمت منصوب شده بود دعوت شد که در مهمانی شام دربار که دو کاردینال هم در آن حضور داشتند موضوع را با گالیله به‌بحث بگذارد. نتیجهٔ این مباحثه، احرازِ حقانیت کامل برای گالیله بود ــ کاردینال باربرینی[1] هم که بعدها پاپ اوربان هشتم شد، جانب او را گرفت.

در همین ایام گالیله برای گذراندن دورهٔ نقاهتِ یک بیماری که علتش را هوای بدِ شهر می‌دانست (اما احتمالاً تحملِ فشار هیجان‌ها و دسیسه‌های محیطِ دربار و شدت یافتنِ دشمنی فیلسوفان در وخامت آن مؤثر بود) به‌خانهٔ ییلاقی سالویاتی در چندمایلی غربِ فلورانس

1. Barberini

رفت، و در آنجا بود که با تجدید نظر در مقاله‌ای که در دفاع از نظریاتش نوشته بود آن‌را به رسالهٔ مفیدی دربارهٔ اجسام شناور تبدیل کرد. با استفاده از دو اصل از مکانیکی که خودش تدوین کرده بود مبنای جدیدی برای هیدروستاتیک اختیار کرد، و برای اولین‌بار توضیح داد که چگونه می‌توان تیر سنگینی را در مقدار خیلی کمی آب شناور کرد. او که از ابتدا بر درستی اصل ارشمیدس تأکید کرده بود آن‌را در مورد تراشه‌های نازکِ چگالتر از آب هم ــ که شناوری‌شان ظاهراً اصل ارشمیدس را نقض می‌کرد ــ به‌کار گرفت و شناوری آنها را درست مثل کتری خالی‌ای که روی آب شناور می‌ماند توضیح داد. گالیله مشاهده کرده بود که چنین تراشه‌هایی تماماً زیرِ سطح آب قرار می‌گیرند، یعنی درون گودی‌های کوچکی شناور می‌شوند که آنقدر هوا در آنها هست که چگالی مجموعهٔ تراشه و هوا با چگالی آب برابر می‌شود. برای آنکه نشان بدهد تخت بودنِ جسم کمکی به شناوری آن نمی‌کند به این نکته پرداخت که مخروط مومیِ کوچکی که با برادهٔ فلز سنگین شده باشد اگر از قاعده روی آب گذاشته شود در آن فرومی‌رود، ولی اگر همین مخروط را از طرفِ تیزش در آب بگذاریم در آن شناور می‌شود ــ یعنی درست برعکسِ آنچه در صورت مقاوم بودن آب به شکافتگی در برابر اجسامِ تخت انتظارش می‌رفت.

با آنکه محتمل نمی‌نمود رساله‌ای دربارهٔ هیدروستاتیک علاقه‌مندان زیادی داشته باشد، این کتابِ گالیله در سال ۱۶۱۲ دوباره به‌چاپ رسید. بسیاری از خوانندگان اظهار کردند که در ابتدا فرضیاتِ گالیله را پر از تناقض تلقی می‌کرده‌اند ولی با خواندن این کتاب به‌درستی نظریات او متقاعد شده‌اند. استقبال عمومی از این کتاب قابل درک است چون در آن آزمایش‌های متعدد، متنوع، و ذاتاً جالبی توصیف

شده بود که انجام دادنشان نیاز به تجهیزات خاصی نداشت و بسیار سرگرم‌کننده بود. چهار استاد فلسفه مقالات مفصلی در اعتراض به کتابِ گالیله منتشر کردند ــ نه به این دلیل که ارسطو چیز زیادی دربارهٔ شناوری گفته بود، بلکه به این دلیل که نظریات بنیادی او را دربارهٔ غلظت و رقّت کمی در خطر می‌دیدند. خصومت آنان با گالیله به حدی بود که حتی به موارد اتفاق نظر او با ارسطو هم معترض بودند ــ مثلاً به این گفته‌اش که شکل جسم در غرق شدن آن مؤثر نیست بلکه فقط بر سرعت فرو رفتنش در آب اثر می‌گذارد. ساختار منطقی فلسفهٔ طبیعت ارسطویی چنان بود که اگر یکی از اصول آن نفی می‌شد می‌بایست همه‌چیزش تغییر می‌کرد. رهیافت تدریجی گالیله به علم چنان طراحی شده بود که پیروانش هرگز به چنین مشکلاتی گرفتار نیایند.

گالیله در کتابش دربارهٔ هیدروستاتیک اظهار کرد که در نظر او مرجعیت ارشمیدس ارزشمندتر از مرجعیت ارسطو نیست، و ارشمیدس را تنها به این دلیل محق می‌داند که نظریاتش با آزمایش تأیید می‌شود. در زمانهٔ ما، این تلقی نادرست که گالیله به‌داوری نهایی ریاضیات بیش از آزمایش معتقد بوده منجر به کج‌فهمی‌هایی دربارهٔ او شده است. مثل این می‌ماند که گفته شود گالیله معتقد بود وضعیت قمرهای مشتری آنی نیست که رصد کرده بلکه آنی است که محاسبه کرده است، یا اینکه مکان‌های واقعی گوی روی سطح شیبدار آنهایی نیستند که اندازه گرفته است. در هیچ‌یک از آثار گالیله چنین اظهاراتی پیدا نمی‌شود؛ در جایی گفته است:

> وقتی یک کرهٔ مادی را روی یک سطح مادیِ واقعی می‌گذارید، در واقع کرهٔ ناکاملی را روی سطحی می‌گذارید که آن هم کامل

نیست، و می‌گویید که محل تماس این دو یک نقطه نیست. اما من به شما می‌گویم که حتی در عالم انتزاع هم تماس کرهٔ غیرمادی‌ای که کامل نباشد با سطحی که به طور کامل تخت نباشد نه در یک نقطه بلکه در بخشی از سطح است ــ پس همان‌چیزی که اینجا در عالمِ واقع اتفاق می‌افتد در عالم انتزاع هم روی می‌دهد.

برای من واقعاً عجیب می‌بود اگر حسابداری برحسب اعداد انتزاعی، نظیرِ ملموسی در داد و ستد واقعی برحسب سکه‌های طلا و نقره نمی‌داشت. درست همان‌طور که حسابداری که می‌خواهد موجودی شکر، ابریشم، و پشم را حساب کند باید وزن جعبه و کیسه و بسته را از آنها کم کند، فیلسوف ـ مهندس هم، وقتی می‌خواهد آثاری را که به شکل انتزاعی اثبات کرده است در عالم ملموس شناسایی کند باید موانعِ مادی را کنار بگذارد؛ و اگر بتواند چنین کند، من به شما اطمینان می‌دهم که توافق تجارب مادی کمتر از محاسباتِ ریاضی نیست. پس خطاها از انتزاعی بودن یا عینی بودن ناشی نمی‌شوند، بلکه معلول ناتوانی حسابداری هستند که قادر به موازنهٔ حساب‌هایش نیست. (D, 207–8)

نظر گالیله دربارهٔ جایگاه ریاضیات در فیزیک همان‌قدر با نظرِ افلاطون متفاوت است که با نظرِ ارسطو. در نظر افلاطون مفاهیم نابِ ریاضیات به تنهایی ارزش بررسی دارند؛ اگر رفتار اشیای فیزیکی با این مفاهیم جور درنیاید، بَدا به حالِ آنها، چون‌که این اشیا درهرحال ناقص و ناکامل‌اند. ارسطو معتقد بود که روش‌های ریاضی برای فیزیک بیگانه است زیرا ریاضیدان‌ها اصلاً به ماده توجهی ندارند.

هر دو فیلسوف تحت تأثیر خصلتِ انتزاعی ریاضیات در مقابل دنیای مادیِ ملموس بودند. اما گالیله، برعکس آنان، مجذوبِ کارآیی ریاضیات به‌عنوان ابزاری برای مطالعهٔ فیزیک بود. صِرف اینکه محاسبه دقیقاً با مشاهده سازگار نبود نمی‌توانست دلیلی برای عزیز داشتنِ یکی یا دست کشیدن از دیگری باشد. ناسازگاری در مواردی می‌تواند گویای آن باشد که چیزی را به حساب نیاورده‌ایم، نه اینکه ایجاب کند که یکی از این دو را کنار بگذاریم.

با جا افتادن این نظر، چنان‌که در قرن هفدهم اتفاق افتاد، نیازهای فیزیک انگیزهٔ مهمی برای پیشرفتِ ریاضیات شد. گالیله، دکارت، و نیوتون هر یک روش‌های ریاضی مفیدی برای فیزیک ابداع کردند که قبلاً ریاضیدان‌های محض هیچ نیازی به‌آنها احساس نکرده بودند ولی بعداً با استفاده از آنها غنای زیادی به ریاضیات بخشیدند. نیازی به‌گفتن نیست که درعوض فیزیکدان‌ها هم ابزارهای ریاضیاتیِ جدیدی از ریاضیدان‌ها دریافت کردند. موانع فلسفی کهنه‌ای که توسط افلاطون و ارسطو برپا شده بود جای خود را به‌درک جدیدی از هر دو مقولهٔ فیزیک و ریاضیات داد.

۴

ستیز با منجمان و متکلمان

وقتی گالیله کتابش دربارهٔ شناوری در آب را می‌نوشت، یک یسوعیِ آلمانی به نام کریستوفر شاینر[1] با نامِ مستعار کتابی دربارهٔ لکه‌های خورشید منتشر کرد. شاینر که بالادستانش او را از هر اقدامی که باعث بدنامی فرقه‌اش شود منع کرده بودند کتابش را در شکلِ نامه‌هایی خطاب به مارک ولسِر[2] اوگزبورگی، که قبلاً نظریات مخالفِ منجمان آلمانی در مورد کوه‌های ماه را برای گالیله فرستاده بود، تدوین کرد. ولسر، که برای یسوعی‌ها بانکداری می‌کرد و به‌زودی به عضویت آکادمی لینچه‌ای منصوب شد، نامه‌های شاینر را با عنوانِ «آپلِز» به چاپ رساند و آنها را، با این گفته که شخصاً گمان نمی‌کند لکه‌های خورشید برای دانشمندِ ایتالیایی چیز تازه‌ای باشد، برای گالیله فرستاد تا درباره‌اش اظهار نظر کند.

گالیله این مطالب را وقتی دریافت کرد که به فلورانس رفته بود تا دستنوشتِ کتابش را به دست ناشری بسپارد. از شاگرد سابقش، راهبِ ارشدِ بندیکتی به نام بِندِتو کاستلّی[3] که برای کمک به‌او به فلورانس

---

1. Christopher Scheiner
2. Mark Welser
3. Benedetto Castelli

آمده بود خواست تا بر کارِ چاپ کتابش نظارت کند، و هر روز به رصد حتی‌الامکان دقیقِ لکه‌های خورشید بپردازد. کاستلی نتایج این رصدها را چنان با دقّت ثبت کرد که می‌شد با استفاده از آنها حرکت روزانهٔ لکه‌ها را هم اندازه گرفت، و به‌این ترتیب گالیله توانست ثابت کند لکه‌ها روی سطح خورشیدند و نشان بدهد که خورشید تقریباً در مدتِ یک ماه یک‌بار به‌دورِ خودش می‌چرخد. شاینر نتیجه گرفته بود که چیزهایی که لکه‌های خورشید نامیده شده‌اند درواقع سیارات کوچکی هستند که به‌دور زمین یا خورشید می‌گردند و جلوی دید را می‌گیرند. او نامه‌های دیگری هم نوشت که ولسر چاپشان کرد، و گالیله هم به‌آنها پاسخ داد. سه نامهٔ گالیله با عنوان نامه‌هایی دربارهٔ لکه‌های خورشید در سال ۱۶۱۳ با حمایتِ آکادمی لینچه‌ای در رم منتشر شد. مدیران آکادمی برخلافِ میل گالیله، پیشگفتاری بر کتاب افزودند که در آن تقدم گالیله در این کشف ذکر شده بود.

گالیله در سال ۱۶۱۱ که در رم اقامت داشت لکه‌های خورشید را به دیگران نشان داده بود، و بعدها پل گالدین ریاضیدان یسوعی گفت که در آن‌زمان خبر آن‌را هم برای شاینر فرستاده بود. حتی قبل از کتاب شاینر هم کتاب دیگری دربارهٔ لکه‌های خورشید به‌قلم یوهان فابریسیوس منتشر شده بود. با این‌همه، شاینر از تأکید بر متقدم بودنِ گالیله در پیشگفتارِ کتاب منتشرشده در رم به‌خشم آمده بود، و بسیاری یسوعی‌های دیگر هم چنین حالتی داشتند. این آغازِ رنجش طولانی و تلخی برای شاینر بود که بعدها عواقبش دامن گالیله را هم گرفت.

هم شاینر و هم گالیله در کتاب‌هاشان علاوه بر لکه‌های خورشید به‌بسیاری مطالب نجومی و موضوعات دیگر هم پرداخته بودند. گالیله عقیده داشت که همهٔ پدیده‌های آسمانی را باید بر مبنای قیاس با

پدیده‌های زمینی تعبیر کرد ــ برخلافِ ارسطو که بین این دو تفاوتِ اساسی قائل بود. علاوه بر این، گالیله تأکید می‌کرد که پی بردن به جوهر اشیا و ماهیت امور ممکن نیست، و کارِ علم فقط شناختِ خواص اشیا و رویدادهایی است که مشاهده می‌شوند. این گفته‌ها به معنی اعلامِ استقلالِ علم از فلسفه بود.

این اولین (و تنها) باری بود که گالیله در یک نوشتهٔ چاپ‌شده صریحاً از کپرنیک جانبداری می‌کرد. در پیام‌آور ستارگان از این موضع‌گیری امتناع کرده بود، و حتی پس از کشف اهلهٔ زهره هم شواهد نجومی برای مخالفت با نظام تیکویی در دست نداشت. تازه در پیوست نامه‌هایی دربارهٔ لکه‌های خورشید بود که گالیله از مدرک قاطعی که به‌آن متکی بوده است نام برد. این مدرک کشف گرفت‌های قمرهای مشتری و همچنین کشف وسیلهٔ ساده‌ای برای پیش‌بینی چنین رویدادهایی بود. اهمیت این کشف به‌عنوان یک شاهدِ علمی اقتضا می‌کند که درباره‌اش توضیح مختصری بدهیم، بخصوص چون‌که خود گالیله هم از آن چیز زیادی نگفته است.

برای پیش‌بینی مواضع قمرها لازم بود تصحیحی در حرکتِ زمین ــ یا در حرکتِ خورشید در نجوم قدیم ــ اعمال شود. این مرحله در نظام کپرنیکی معنی روشنی داشت، چون‌که حذفِ آن معادل با انتقالِ ناظر به خورشید بود. در سالِ ۱۶۱۲ که گالیله به‌وقوع گرفت‌های قمرها پی برد، همین معنی مستقیماً به پیش‌بینی چنین گرفت‌هایی راهنمایی‌اش کرده بود. امروز، از دیدگاهِ صرفاً ریاضی، نظام تیکویی با نظام کپرنیکی یکی است. اما در سالِ ۱۶۱۴ سیمون مایر[1] که مدعی

1. Simon Mayr

تقدّم در کشف قمرهای مشتری شد و جدول‌هایی برای حرکات آنها منتشر کرد که از جدول‌های مورد استفادهٔ گالیله در سال ۱۶۱۲ کمی دقیق‌تر بودند، اذعان کرد که هرگز گرفتِ قمر ندیده بوده است و هیچ راهی هم برای پیش‌بینی آنها عرضه نکرد. همان تصحیحی که در بالا گفته شد در جدول‌های او به‌کار گرفته شده بود، اما این کار برای این منجمِ تیکویی هیچ معنایی جز نوعی میزان کردنِ تجربیِ «حرکت خورشید» نداشت. مایر اصلاً نمی‌توانست خودش را در گردش به‌دور خورشید بپندارد، یا برحسب آنچه از خورشید دیده می‌شد. بیندیشد. منجمانی که حرکت‌های زمین را واقعی نمی‌دانستند مشکل بزرگی در درک حرکت‌هایی که مشاهده می‌کردند داشتند، و «معادل بودنِ ریاضیاتیِ» نظام مورد قبولشان با نظام کپرنیکی هم کمکی به‌آنها نمی‌کرد.

گالیله جز در پیوستِ نامه‌هایی دربارهٔ لکه‌های خورشید، به‌دو دلیل، هیچ مطلبی دربارهٔ گرفتِ قمرها منتشر نکرد. یک دلیلش این بود که خیال داشت طرحی را که برای تعیین طول جغرافیایی تهیه کرده بود بفروشد و بنابراین روش محاسبه‌اش را مخفی نگه می‌داشت. دوم اینکه ــ به‌عللی که به‌زودی شرح داده خواهد شد ــ ناگزیر شده بود که دیگر هرگز حرکات واقعی به‌زمین نسبت ندهد، و موضوع گرفت‌های قمرها بسیار فنی‌تر از آن بود که بشود برای خوانندهٔ غیرمتخصصِ گفت‌وگو توضیحش داد ــ چه رسد به‌توضیحی که زمین می‌بایست در آن ثابت گرفته می‌شد.

از آنجا که داریم به‌سلسله رویدادهایی که منجر به‌دخالت کلیسا در یک موضوع صرفاً علمی شد نزدیک می‌شویم، شاید بد نباشد در ابتدا توضیحاتی بیاوریم. امروز زیاد گفته می‌شود که مدرک قاطع دال

بر حرکت سالانهٔ زمین تا اوایل قرن نوزدهم، یعنی تا وقتی که دقّتِ وسایل نجومی به‌حدی رسید که برای اولین‌بار پی بردن به‌اختلاف منظر در مورد بعضی ستاره‌های ثابت ممکن شد، به‌دست نیامده بود. دربارهٔ حرکت وضعی زمین هم گفته می‌شود که اولین مدرک سرراست آن آونگ فوکو بوده که در نیمهٔ قرن نوزدهم پدید آمده است. چنین احکامی البته هیجان‌انگیزند اما دلایل اعتقادِ علمی را غلط ارائه می‌کنند. در قرن نوزدهم دانشمندان در این‌باره اصولاً تردیدی به‌دل نداشتند که بخواهند با مشاهدهٔ این تحولات آنها را تبدیل به یقین کنند، مسئلهٔ حرکت‌های زمین درواقع به‌لطف قانون گرانش جهانی نیوتون، که اندازه‌گیری‌های بسیار متعددِ نجومی و وقوع جزر و مد را با حرکت‌های وضعی و انتقالی زمین مرتبط می‌کرد، عملاً حل شده بود.

شاید گفته شود که با تمام اینها باز هم نمی‌شود انکار کرد که گالیله هیچ مدرک غیرقابل انکاری در تأیید نظام کپرنیکی نداشت، چون‌که قبل از به‌دنیا آمدن نیوتون از دنیا رفته بود. کاملاً درست است، و گالیله هم واقعاً هیچ‌وقت مدعی نشد که مدرکِ غیرقابل تردیدی دارد. چیزی که واقعاً در دست داشت انبوهی از شواهدی بود که پدیده‌هایی مانند اهلهٔ زهره، گرفت‌های قمرها، سرعت سیارات و فاصلهٔ آنها از خورشید، و وقوع جزر و مد را به‌هم ربط می‌داد، سازگاری این پدیده‌ها را با فیزیکِ زمینی او نشان می‌داد، و غلط بودن کیهان‌شناسی و فیزیک ارسطویی را در موارد گوناگونی اثبات می‌کرد. البته باز هم معماهای بسیار زیادی باقی بود، اما از این لحاظ وضعیتِ گالیله مثلِ وضعیت نیوتون بود، یا شبیه به‌وضعیتی که امروز خود ما داریم. در علم هیچ چیز مصون از کشف‌های بعدی نیست. پیشرفت علم متکی بر فراوانی شواهد است، نه بر حتمیت. کثرت شواهدی که گالیله در

دست داشت حاکی از آن بود که حرکت‌های زمین واقعی است، و اعتقاد گالیله به آنها علمی بود، اگرچه بعداً معلوم شد بعضی از شواهدی که او بر آنها تکیه کرده است از لحاظ علمی ناکافی‌اند.

با این زمینه می‌شود فهمید که چرا گالیله خودش را ناگزیر می‌دید که هر چه از دستش برمی‌آید انجام بدهد تا کلیسا را از ارتکابِ اشتباهی که ممکن بود سرانجام اعتبارِ آن‌را خدشه‌دار کند بازبدارد. مشکل اینجا بود که حتی خبرگان نجوم هم هنوز اهمیت شواهدی را که گالیله می‌شناخت درنیافته بودند. توضیحِ این امور برای اصحابِ کلیسا غیرممکن بود، چون آنها از نجوم و فیزیک چندان سر درنمی‌آوردند و فقط در همتاهای ارسطویی و نادرستِ این مقولات تبحّر داشتند. پس هر تلاشی به این منظور، چیزی جز اتلاف وقت نبود. از طرف دیگر، روحانیان صدر مسیحیت، خردمندانه ایمان را از علم جدا کرده بودند ــ دقیقاً به منظور اجتناب از بحران‌های مشابهی که در سطوحی پایین‌تر در روزگار خودشان هم بروز کرده بود. چنین بود که گالیله، با غیرت و تعصبی که به مسیحیت داشت، به مقامات کلیسا متوسل شد تا آن‌را درست از عواقب همان اشتباهی که عملاً در سال ۱۶۱۶ مرتکب شد برهاند.

شکاف بزرگِ میان مدرک قاطع و فراوانی شواهد همان است که علم ارسطو را از علمِ گالیله متمایز می‌کند. این نکته را منتقدان گالیله هنوز خوب درنیافته‌اند، زیرا اطمینانِ گالیله به علم خودش را به دلایلی نسبت می‌دهند که مناسبتی با او نداشته‌اند، اگرچه اعتماد گالیله به علمش کمتر از اعتماد او به دینش نبود. گالیله اصولاً آن نوع دلیلی که کاردینال بلارمینه آن‌را قطعی و غیرقابل بحث می‌دانست، و منتقدان امروزی‌اش این‌قدر مایل‌اند بر آن تأکید کنند، در اختیار نداشت. اما

فراوانی شواهدی که در اختیار داشت مؤید او بودند؛ و چون همیشه همین فراوانی است که در علم اهمیت دارد، می‌شود رفتارهای گالیله را با در نظر داشتن این نکته به‌خوبی فهمید.

این را هم باید به‌خاطر سپرد که در سراسر جر و بحث‌های ۱۶۱۳ تا ۱۶۱۶، منظور گالیله این نبود که حقانیتِ یک طرفِ مجادلهٔ علمی را نشان بدهد، بلکه می‌خواست موضوعات صرفاً علمی را از موضوعاتِ مربوط به‌ایمان جدا کند تا شاید آزادی گفت‌وگوی عقلانی تضمین شود. بسیاری نویسندگان گفته‌اند که گالیله می‌خواست کلیسا را به‌پذیرشِ نظام کپرنیکی وابدارد، که نه‌تنها غلط است بلکه اصل مطلبِ مورد بحث را هم ندیده می‌گیرد. گالیله نمی‌خواست که کلیسا در هیچ مجادلهٔ علمی‌ای این یا آن طرف را بپذیرد و طرف دیگر را به‌دلایلِ اعتقادی سرکوب کند؛ به‌گفتهٔ گالیله، کلیسا اگر بنا بود چیزی را منع کند می‌بایست هر نوع دخالت مراجع دینی در این امور را منع می‌کرد ــ دخالت در بحث‌هایی که می‌شد آنها را صرفاً با تکیه بر تجربه و استدلال فیصله داد. چنین بود آن جدایی‌ای بین دین و علم که گالیله می‌خواست؛ او اگرچه هرگز در حق مداخلهٔ کلیسا در این مورد تردید نمی‌کرد، امّا شدیداً اصرار داشت که کلیسا این کار را نکند. مدتها پیشتر از آن، سنت آگوستین هم بر همین جدایی تأکید کرده بود ــ گفته بود که ممکن است مُلحدی بیش از یک مسیحی به‌امور نجوم آگاه باشد؛ که مسیحیان نباید اوقاتی را که بهتر است به‌عبادت و عملِ زاهدانه بگذرانند برای یاد گرفتنِ نجوم تلف کنند؛ که درست نیست اعتبار مسیحیت را با این امور به‌خطر بیندازند.

در سال ۱۶۱۳ کاستلی به‌توصیهٔ گالیله به‌کرسی قبلی او در ریاضیات در دانشگاه پیزا منصوب شد. مدیر دانشگاه در شروع کار

به‌او هشدار داد که نباید نظریات کپرنیک را تدریس کند. کاستلی پاسخ داد که قبلاً خودِ گالیله نه‌تنها او را نصیحت کرده که چنین کاری نکند بلکه گفته است که در طی تقریباً بیست سال دوران تدریسش در دانشگاه، خودش هم هرگز کپرنیک درس نداده است. باید یادآوری کرد که گالیله در سال‌های تدریس در دانشگاه از شواهد دالّ بر صحت فرضیهٔ کپرنیک ــ که حالا از آنها خبر داشت ــ غافل مانده بود؛ شواهدی که در نظرِ منتقدانِ امروزی هنوز هم کفایت نمی‌کرد تا مبنای اعتقاد علمیِ راسخی باشد. این منتقدان دست‌کم طبق نظریات خودشان باید بپذیرند که لابد گالیله کاستلی را درست نصیحت کرده بوده است، اما آنها ترجیح می‌دهند بگویند که گالیله مدت‌های مدید اعتقادات علمی‌اش را ریاکارانه پنهان می‌کرد. در هر صورت، اندرز گالیله به‌کاستلی نشان می‌دهد که او در پایان سال ۱۶۱۳ هم، که در واقع تمامِ شواهدی را که می‌توانست داشته باشد در اختیار داشت، کپرنیکیِ متعصبی نبود.

مراجع فلسفه که با گالیله بر سر اجسام شناور جنگیده بودند انجمنی در فلورانس به‌رهبری کولمبه تشکیل دادند که در جلسات آن تمام سعی‌شان ابطالِ هر آن‌چیزی بود که گالیله می‌گفت. بیشتر اینها در دانشگاه پیزا درس می‌دادند و با کاستلی که شاگرد گالیله بود از همان ابتدای کارش در این دانشگاه دشمن بودند. در اواخر سال ۱۶۱۳ کاستلی به‌صبحانه‌ای در دربار دعوت شد که در آن کوزیمو، مادرش گراندوشس کریستینا، همسرش آرک دوشس، و دیگر اعضای خاندان مدیچی او را به‌صحبت دربارهٔ قمرهای مشتری، که گالیله آنها را به‌افتخار این خاندان «ستاره‌های مدیچیایی» نامیده بود، کشاندند. یک استاد فلسفه که در مکتب افلاطون تخصص داشت فرصت را

مغتنم شمرد، و به‌کریستینا اظهار کرد که گالیله ــ که در آنجا حاضر نبود ــ در اشتباه است که می‌گوید زمین حرکت می‌کند، چون چنین چیزی با آیات انجیل مغایرت دارد.

بعد از صبحانه، کریستینا کاستلی را واداشت که به‌عنوان عالمِ الهیات در این‌باره توضیح بدهد، و بخصوص دربارهٔ معجزهٔ یوشع به‌روایت تورات ــ که برطبق آن خورشید از حرکت بازداشته شده بود ــ صحبت کند. کاستلی به‌همهٔ پرسش‌هایی که مطرح شده بود پاسخ گفت و اظهار عقیده کرد که قضاوت دربارهٔ موضوعاتِ صرفاً علمی باید مبتنی بر ارزش خود آنها باشد، و از همین ارزش‌هاست که بعداً می‌توان دربارهٔ عینی بودن یا استعاری بودنِ عباراتِ کتاب مقدس حکم کرد. کاستلی شرحِ مکتوبِ ماوقع را برای گالیله به فلورانس فرستاد، و گالیله بر همین مبنا مقالهٔ بلند نامه‌ای به‌کاستلی را نوشت و در آن علاوه بر تأیید همهٔ گفته‌های قبلی‌اش مطالب دیگری هم آورد. این اولین نامه‌ای بود که در آن گالیله استدلال می‌کرد که عالمان الهیات باید آزادی پرس‌وجو دربارهٔ هر موضوعی را که تعیین تکلیف آن تنها با توسل به«تجارب حسّی و برهان‌های ضروری» ممکن باشد مجاز بدارند. این عبارت پهنهٔ علم را به‌اموری که هیچ ربطی به‌رستگاریِ روح ندارند محدود می‌کرد. هیچ تناقضی میان طبیعت، به‌عنوان مجری ارادهٔ خدا، و کتاب مقدس، به‌عنوان گنجینهٔ گفته‌های خدا، نمی‌تواند وجود داشته باشد. کتابِ مقدس اغلب به‌استعاره سخن گفته و همواره سهولت درک برای مردم عادی را در نظر داشته است. گفتار کتاب مقدس قابل تفسیر است، که باید این تفسیر را به‌متکلمان واگذاشت، اما رفتار طبیعت را مسلماً خودش تبیین می‌کند.

قبلاً هم یکی دو بار اتفاق افتاده بود که پای کتاب مقدس در

ماجرایی به میان بیاید، اما این اولین رویدادِ جدی بود. در سال ۱۶۱۱ که گالیله در رم بود، کتابی علیه پیام‌آور ستارگان منتشر شد که در آن به استنادِ آیات کتاب مقدس با موضوع قمرهای مشتری مخالفت شده بود، اما یسوعیان به‌گالیله گفته بودند که نظر خوبی دربارهٔ این کتاب ندارند. در سال ۱۶۱۲ شایعه‌ای به‌گوش گالیله رسید مبنی بر اینکه نیکولو لورینی[1]، راهب دومینیکیِ سالخورده‌ای که بسیار مورد علاقهٔ خاندان مدیچی بود، گفته بوده است که «این مردک امپریکوس»، ظاهراً برخلاف آیات کتاب مقدس سخن می‌گوید. در «انجمنِ فلورانس» پیشنهاد شده بود کشیشی را وادار کنند تا به‌گالیله اعتراض کند اما یکی از مردان کلیسا، شاید هم اسقف اعظم فلورانس که جلسهٔ انجمن در خانه‌اش تشکیل شده بود، آنان را سرزنش کرده بود. و اکنون یک استاد فلسفه در مقابل کارفرمایانِ گالیله بر ضد او سخن رانده بود، و گالیله ساکت ننشست.

سالها تجربه به گالیله یاد داده بود که بهترین مشی همان جدا کردن موضوعات عینی از موضوعات عقیدتی است. مثلاً وقتی مسئلهٔ مکانِ ستارهٔ جدید مطرح بود، گالیله آن‌را با فنونِ عادی اندازه‌گیری تعیین کرد. کرمونینی به‌جوهرِ آن متوسل شد، که چون تباه‌شدنی است نمی‌تواند آسمانی باشد. گالیله این را نظری دانست که با واقعیت در تضاد است. در موضوعِ اجسام شناور، اطلاعاتی که از مشاهده به‌دست می‌آمد مغایرِ عقایدی بود که دربارهٔ علت‌ها ابراز می‌شد. در مورد لکه‌های خورشید هم نتایج اندازه‌گیری این نظر را که این لکه‌ها از سطح خورشید دورند باطل کرد.

---

1. Niccolo Lorini

در نظر گالیله، مشاهده و اندازه‌گیری در حکم عالی‌ترین دادگاهی بود که حکم آن برای تعیین قلمرو واقعیت‌های علمی کفایت می‌کرد. اینکه فیلسوفانِ ارسطوگرا چنین واقعیت‌هایی را تشخیص می‌دادند یا نه برایش اهمیتی نداشت. پذیرش این واقعیت‌ها مستلزم تجدید نظر نسبتاً کاملی در اصول آنها بود، اما چنین چیزی در صورتی امکان داشت که کسی زحمت این کار را به خود می‌داد. در غیر این صورت، علم می‌بایست مستقل از آرای فلسفی به پیش می‌رفت.

موضوعِ کتاب مقدس به‌کلی فرق می‌کرد. در علم هم، مثل هر مقولهٔ دیگری، هیچ مغایرتی با احکام کتاب مقدس را نمی‌شد جایز شمرد. خوشبختانه، مواردِ تناقضِ ظاهری میان نجوم و کتاب مقدس اندک بود، زیرا کتاب مقدس، برخلاف فیلسوفان، قصد آموزش نجوم نداشت. تفسیر کتاب مقدس تابع آرا ــ آرای خبرگانِ علم کلام بود و بنابراین می‌بایست از واقعیات نجوم و فیزیک تبعیت می‌کرد. علم نمی‌توانست مستقل از آرای خبرگانِ علمِ کلام به پیش برود، اما سازگاری میان این دو را می‌شد به راحتی تضمین کرد.

چنین بود دیدگاه گالیله، و این دیدگاه سوابق بسیار مستحکمی هم داشت. نخستین آبای کلیسا توصیه کرده بودند که دینِ مسیح را به هیچ‌وجه نباید با موضوعاتی که ربطی به رستگاری ندارند آمیخت، بخصوص با موضوعاتی که نیازمندِ مطالعهٔ مشروح و مستلزم صرفِ زمان هستند، زمانی که بهتر است صرف تأملات مؤمنانه‌اش کرد. شورای ترنت اجماعِ آبای کلیسا را مبنای تفسیر کتاب مقدس دانسته بود، و هیچ‌یک از اعضای آن وابسته کردن دانش دنیایی به دین را توصیه نکرده بود. پس گالیله احساس می‌کرد که موضع امنی دارد.

تقریباً یک‌سالی می‌شد که هیچ اتفاق نامساعد دیگری برای گالیله

نیفتاده بود، هرچند کاستلی بارها در دانشگاه با مزاحمت‌هایی روبه‌رو شده بود. اما ناگهان در دسامبر ۱۶۱۴ دومینیکیِ جوانی به نام توماس کاچینی[1]، که عضو همان صومعه‌ای بود که لورینی به‌آن تعلق داشت، در مجلس وعظی از منبرِ کلیسای مهمی در فلورانس، به‌طور کلی همهٔ ریاضیدان‌ها و بخصوص ریاضیدان‌های پیرو گالیله را به بادِ انتقاد گرفت؛ نصّی که به‌آن استناد می‌کرد همان معجزهٔ کتاب یوشع بود. همین کتاب قبلاً موضوع گفتار مفصلی در نامه به‌کاستلی گالیله شده بود، و گالیله رودرروی ارسطوییان با همان روشِ «اسکاتِ خصم» به‌نقدِ آن پرداخته بود تا نشان بدهد که اگر منظور تأییدِ مضامینِ توصیف‌شده در کتاب مقدس باشد، عبارتِ «و تو خورشید، در جایِ خود بمان» را، در معنای لفظ به‌لفظ‌اش، حتی با کیهان‌شناسیِ مورد قبول همهٔ فیلسوفان زمان هم نمی‌شود سازگار کرد.

سخنرانی کاچینی در فلورانس بلوایی در نقاط دیگر ایتالیا به پا کرد. اولین‌باری نبود که او چنین جنجال می‌کرد ــ قبلاً یک‌بار به خاطر سخنان نسنجیده‌ای که از منبر بولونیا گفته بود، توبیخ هم شده بود. کاچینی با اشتیاق چشم به‌منصبی در رم دوخته بود و ظاهراً گمان می‌کرد که این حمله به‌گالیله‌گرایان (که درواقع هم بعضی شاگردانِ جوانِ گالیله در فلورانس خودشان را به‌این اسم می‌نامیدند) کمکش خواهد کرد که به‌این مقام برسد. برادرِ خودِ کاچینی کاملاً با این گفته‌ها مخالف بود و شدیداً از او می‌خواست که دست از این ترفندها بردارد. یک کشیش دومینیکی در رم در نامه‌ای به‌گالیله از او به‌خاطر رفتار بد کاچینی، که هم‌فرقه‌ای‌اش بود، عذرخواهی کرد. پرنس چِسی از تمام

1. Caccini

استادان ریاضیات در همهٔ دانشگاه‌ها دعوت کرد که یک اعتراضِ عمومی به راه بیندازند ــ بی‌آنکه موضوع نظام کپرنیکی را صریحاً پیش بکشند ــ و عقیده داشت که باید از اسقفِ اعظم فلورانس خواست که کاچینی را توبیخ کند. کاستلی که خصومت‌های مداومِ استادان و مدیران دانشگاه پیزا را تحمل کرده بود، از اقدام کاچینی در محکوم کردن ریاضیات ــ که کمتر از هر مقولهٔ دیگری بحث‌انگیز بود ــ تعجبی نکرد؛ به گالیله نوشت که «این حملات اولین اقدام نیست و آخرین هم نخواهد بود.»

وقتی خبر خطابهٔ کاچینی به پیزا رسید، خاندان حاکم در آن وقتِ سال طبق سنت همیشگی‌اش در آنجا اقامت داشت، و اتفاقاً لورینی هم آنجا بود. کاستلی نامهٔ یک سال قبل گالیله را ــ که از تندروی کاچینی اظهار تأسف می‌کرد ــ به لورینی نشان داد. لورینی از بیشتر مطالبِ این نامه نسخه‌ای برداشت و با خودش به فلورانس برد، محتوای نامه را با دیگر اعضای صومعهٔ خود در میان گذاشت و بعد آن‌را برای رسیدگی به دادگاه تفتیش عقاید کلیسای رم تسلیم کرد ــ البته بی‌آنکه اتهامی به گالیله یا پیروان او وارد کرده باشد. گالیله از ماجرا باخبر شد، یا حدس زد که لورینی نسخه را به‌چنین منظوری تهیه کرده بوده است. ترسید که نکند حرف‌های خودش را هم تحریف کرده باشند، و بنابراین نامهٔ اصلی را از کاستلی گرفت و رونوشتی از آن برای پی‌یرو دینی، یکی از کلیساییانی که در رم ملاقات کرده بود، فرستاد و از او خواست که به یسوعی‌ها و در صورتِ امکان به کاردینال بلارمینه نشانش بدهد.

کاردینال‌های دادگاه تفتیش عقاید که نسخهٔ ناقص را در یک جلسهٔ عادی خوانده بودند از اسقف اعظمِ پیزا خواستند که نامهٔ اصلی

را هر طور شده از کاستلی بگیرد و به رم بفرستد. در ادامهٔ ماجرا، یک عالم دینی صاحب صلاحیت گزارشی در این‌باره برای اقدام رسمی نوشت و متذکر شد که در آن نامه فقط گاهی کلمه یا عبارتی احتمالاً نسنجیده یافته است و اعلام کرد که نامه را به طور کلی از نظر علم کلام غیرقابل اعتراض می‌داند. کاچینی به رم رفت تا بر ضد گالیله شهادت بدهد، و پس از ادای این شهادت، دادگاه دنبال دو شاهدِ دیگر که او اسمشان را برده بود فرستاد. بعد پرونده موقتاً بسته شد تا شواهدی فراهم شود دال بر اینکه گالیله چیزی علیه کلیسا گفته یا نوشته است. جالب است که دادگاه تفتیش حتی به این اظهارات گالیله در نامه به کاستلی هم اعتراض نکرد:

> بنابراین، از آنجا که کتاب مقدس در بسیاری موارد نه‌تنها مستحق بلکه مستلزمِ تفسیری متفاوت با معنی ظاهریِ عبارات است، به‌نظر می‌رسد که در مجادلات مربوط به‌فیزیک باید آن‌را در مکانِ آخر گذاشت. (GW, 225)

روشن است که متکلمان دنبالِ دستاویزی برای نکوهش گالیله هم نبودند، چه رسد به اینکه بخواهند در مسائل علمی دخالت کنند. در این مورد هم گالیله با دشمنانِ توطئه‌گرِ شخصی‌اش و با یک کشیشِ جاه‌طلب مشکل داشت نه با مقاماتِ مسئولِ کلیسا. در نیمهٔ سال ۱۶۱۵ گالیله نامه به‌کاستلی اش را شرح و بسط داد و به‌صورت بسیار مفصل‌تر با عنوان نامه به‌کریستینا منتشرش کرد و در آن از اظهارات سنت آگوستین و مراجع دیگری که مطمئن بود اگر قرار بر بررسیِ ممنوع کردنِ کتاب‌های کپرنیکی باشد ــ که انتظارش را داشت ــ کلیسا رسماً تابع نظر آنها خواهد بود شواهدی آورد. گالیله با دینی و دیگر

دوستانش در رم مکاتبه کرد و همهٔ آنها به‌او اطمینان دادند که بلوای خطابهٔ کاچینی فروکش کرده است و به‌نظر نمی‌رسد که جنجالِ دیگری در راه باشد. بخصوص بلارمینه گفته بود که موضوعِ تحریم کتاب کپرنیک مطرح نیست، اما دستِ بالا ممکن است فقط بعضی عبارات آن حذف شود و به‌فرضیهٔ نجومی‌اش دست نخواهند زد.

در این زمان یک متکلمِ ناپلی به‌نام فوسکارینی[1] که کشیشی از فرقهٔ کرملی[2] بود کتابی منتشر کرد که در آن سعی کرده بود نجوم کپرنیکی را با کتاب مقدس، بند به‌بند، آشتی بدهد، و به‌رم آمد تا در این‌باره با هرکس که مایل باشد مناظره کند. نسخه‌ای از کتابش را برای بلارمینه فرستاد و در پاسخ نامهٔ مؤدبانه‌ای دریافت کرد که در آن از خودِ او و گالیله به‌اسم یاد شده بود. کاردینال بلارمینه گفته بود که تا وقتی آنها حرکت زمین را فرضیه تلقی کنند ایرادی به‌کارشان وارد نیست، اما اگر اصرار بر واقعی بودنِ چنین حرکتی داشته باشند آن‌وقت ادعایشان متضمن برداشت‌های جدید و تعابیر دشوار از کتاب مقدس خواهد بود ــ بسیار بیشتر از آنچه گمان کرده‌اند ــ و به‌آنها توصیه کرده بود که با آن کارها خودشان به‌دستِ خودشان کلیسا را وادار به‌موضع‌گیریِ رسمی نکنند.

گالیله می‌توانست توصیهٔ بلارمینه را بپذیرد بی‌آنکه لطمهٔ مهمی به‌پیشرفت نجوم زده باشد، و بسیاری دانشوران معتقدند که می‌بایست چنین می‌کرد ــ نه‌فقط برای ایمنی خودش بلکه به‌این دلیل که توصیهٔ بلارمینه لازمهٔ علم واقعی بود. امتناع گالیله از عمل کردن به‌نصایح بلارمینه را معمولاً گواه بر علاقهٔ مفرط او به‌کپرنیک گرفته‌اند. چنین

1. Foscarini 2. Carmelite

شور و شوق نامعقولی برای فرضیهٔ علمی‌ای که هنوز اثبات نشده است لابد می‌تواند اقدامات بعدی گالیله را هم موجه کند. اما برای توضیحِ رفتارهای بعدی گالیله لزومی ندارد چنین تعصبی به‌او نسبت بدهیم ــ تعصبی که با اَعمالِ بعدی او هم چندان جور نمی‌آید. چون گالیله، در یک اقدامِ بعدی، دلایل مفصلی آورد که ایمانِ کاتولیکی به‌هیچ‌وجه نباید متکی به‌واقعیت‌های علمی باشد. هیچ تناقضی میان کتاب مقدس و علم نمی‌توانست در میان باشد، و تنها کاری که می‌بایست انجام داده می‌شد روشن کردن این نکته بود. کتاب مقدس را حتی به‌طرفداری از یک فرضیهٔ نجومی در مقابل فرضیهٔ دیگر نباید تعبیر کرد، چه رسد به‌پذیرش یکی از آنها، و نباید اموری را که اثباتشان فقط در علم امکان دارد به‌زورِ برداشت‌ها و تعابیر جدید با کتاب مقدس سازگار کرد. چنان‌که گالیله در کهنسالی، در دستنوشتی که بعداً به‌کتاب گفت‌وگو تبدیل شد، آورده است:

> زنهار خداشناسان، چنین مشتاقانه که شما نظریات مربوط به‌ثبات خورشید یا زمین را به‌موضوعاتِ اعتقادی بدل می‌کنید، بیم آن است که سرانجام آنانی را که به‌سکون زمین و حرکت خورشید معترف باشند بدعت‌گذار بخوانید ــ و این سرانجام شاید مقارن شود با زمانی که متحرک بودن زمین و ثابت بودن خورشید به‌طریقی، فیزیکی یا منطقی، اثبات شده باشد. (D, iii)

البته گالیله در نامه به‌کریستینا مستقیماً متکلمان را مخاطب قرار نداده بود، هرچند نیتش این بود که به‌آنان گفته باشد. درست ندانسته بود که یک غیرروحانی، به‌صورتِ مکتوب، روحانیان خبره را دربارهٔ اموری در حوزهٔ صلاحیت خودشان نصیحت کند. برای حصول اطمینان

از اینکه همه‌چیز رعایت شده است می‌بایست نظریات شخصی‌اش را به‌صورت دستنویس به‌گردش می‌انداخت و به رم می‌رفت تا بتواند از مقاماتی که پذیرایش بودند تأییدیه بگیرد. دلیلِ دیگر برای رفتن به رم سوء ظنی بود که کاچینی، که قبلاً در دادگاهِ تفتیش بازجویی شده بود، در نهان و آشکار دربارهٔ گالیله ابراز کرده بود و حالا او می‌خواست که خودش را از هر اتهامی تبرئه کند. از اطلاعاتی که دربارهٔ سفر بسیار حسّاس گالیله به رم در اواخر سال ۱۶۱۵ در دست داریم معلوم است که او در این سفر در بسیاری اجتماعات دربارهٔ مزیت‌های نجوم کپرنیکی هم بحث‌هایی داشته است، اما به‌نظر نمی‌رسد که این از دلایلِ اصلی سفرش بوده باشد. افکار عمومی، یا حتی نظر فرهیختگان دربارهٔ حقانیت نظریات کپرنیکی، در مذاکرات متکلمان که گالیله را نگران می‌کرد خیلی کم اهمیت داشت.

سفیر توسکانی در رم به‌گراندوک هشدار داده بود که پاپ پل پنجم چنان خصومتی با همهٔ انواع روشنفکران دارد که آنها یاد گرفته‌اند نظریاتشان را کتمان کنند؛ گفته بود «حالا وقتِ رم آمدن و دربارهٔ ماه حرف زدن نیست.» با این‌همه، کوزیمو سفر گالیله را تصویب کرد و برای اقامت او جایی در سفارتِ توسکانی در ترینیتا دل‌مونته تدارک دید.

توصیف سفیر از پاپ پل پنجم احتمالاً بازتابی از نوعی دلواپسیِ عمومی بود که در آن‌زمان واقعاً در رم در میان روشنفکران دیده می‌شد، و البته این نگرانی دلایلی هم داشت. یکی از زمینه‌های اصلی اختلاف نظر میان کاتولیک‌ها و پروتستان‌ها آزادی در تفسیرِ کتاب مقدس بود ــ یعنی هر تفسیر جدید کاتولیکی می‌توانست دستاویزی برای پروتستان‌ها باشد: اگر امکان یک تعبیر تازه از آیاتِ کتاب مقدس

هست چه دلیلی دارد که بسیاری برداشت‌های جدیدِ دیگر ممکن نباشد؟ پاپ هنوز مناقشهٔ دومینیکی‌ها با یسوعی‌ها بر سر مسائلِ جبر و اختیار را از یاد نبرده بود، چنان‌که در سال ۱۶۰۷ ناگزیر وارد عمل شده بود تا اعضای این دو فرقهٔ بزرگِ تعلیم‌دهنده را از متهم کردن یکدیگر به بدعت‌گذاری برحذر بدارد. این‌همه حکایت از آن دارد که پل پنجم، اگر هم خلق و خوی ضد روشنفکری نداشت، عادت کرده بود هر مناقشه‌ای را که ممکن بود به ایجاد تفرقه در مسیحیت بینجامد و موجب تقویتِ آرای پروتستان‌ها شود در نطفه خاموش کند.

در رم گالیله در مکان‌های گوناگون و در حضور گروه‌های گوناگون، در دفاع از نظریات نجومی خود و علیه کیهان‌شناسی ارسطویی سخن گفت. دوست قدیمی پادوایی او، آنتونیو کوئرنگو، در نامه‌هایی گزارش کرد که گالیله اگرچه فقط توانسته عدهٔ کمی را به نظریات خودش بگرایاند، بساط مخالفانش را به‌کلی درهم ریخته است. اما برای گالیله مشکل بود که شخصاً با بعضی مقامات کلیسا برای بحث دربارهٔ موضوعات دینی ملاقات کند، و ناچار بود برای ارتباط با آنها به میانجی متوسل شود. در اوایل سال ۱۶۱۶ نظریهٔ جزر و مدش را، که مبتنی بر حرکت‌های زمین بود، به‌طور کامل در رسالهٔ بلندی برای کاردینال اَلساندرو اُرسینی[1] نوشت. اما وقتی اورسینی سعی کرد با پاپ ملاقات کند به‌او گفته شد که بهتر است به‌جای این کار گالیله را متقاعد کند که دست از جر و بحث بردارد تا مبادا دادگاه تفتیش عقاید (که کاملاً گوش به فرمان پاپ بود) دست روی او بگذارد.

کاردینال بلارمینه، که پاپ با او تبادل نظر کرده بود، توصیه کرد که

1. Cardinal Alessandro Orsini

فرضیه‌های مورد بحث به روحانیان عضو شورای تشخیص صلاحیت، که معمولاً به‌این امور رسیدگی می‌کردند، ارجاع شود، و گالیله بعداً در جریان اقدامات مبتنی بر آرای این روحانیان قرار بگیرد. شیوه‌ای که اتخاذ شد همین بود؛ دو فرضیهٔ گالیله به‌این شورا تسلیم شد و نظر شورابیان دربارهٔ آنها از این قرار بود:

۱. در بابِ اینکه خورشید در مرکزِ عالم است، و هیچ حرکت ندارد.

رأی شورا: همگان بر این اعتقادند که فرضیهٔ مذکور به‌لحاظ فلسفی پوچ است و باطل، و رسماً بدعت‌گذارانه است زیرا ــ بنا به نصِّ الفاظ و بنابر نظرات و نیّاتِ مشترک شارحان و متکلمان ــ نصوص صریح کتابِ مقدس را در موارد متعددی نقض می‌کند.

۲. در باب اینکه زمین نه در مرکزِ عالم است و نه در سکون، بلکه هم کلاً در حرکت است و هم حرکت روزانه دارد.

رأی شورا: همگان اتفاقِ نظر دارند که این فرضیه از لحاظ فلسفی مشمول همان حکم قبلی است، و از لحاظ تعالیم و اعتقاداتِ دینی، دست‌کم نادرست است. (OP XIX, 321)

جالب اینجاست که در هر دو مورد، احکام برحسب اعتبارِ فرضیات در فلسفه صادر شده بود. نکتهٔ قابل توجه دیگر اینکه این فرضیات «پوچ و باطل» خوانده شده است نه غلط. از نجوم هیچ حرفی به‌میان نیامده بود، چون البته فرض بر آن بود که منجمان تابع احکامِ فلاسفه‌اند. اگر از هیئتی از منجمان نظر خواسته می‌شد، این هیئت بی‌تردید از شورای تشخیص صلاحیت حمایت می‌کرد، چون هر

هیئتی از منجمان که در آن‌زمان بتوان تصور کرد علیه گالیله رأی می‌داد. با این‌همه، اگر شورای تشخیصِ صلاحیت واقعاً با هیئتی از منجمان مشورت کرده بود، و این را در احکامِ خود هم ذکر کرده بود، مورخان تا به‌امروز گناه این تصمیم‌گیری را به‌جای متکلمان به‌گردنِ منجمان می‌انداختند.

عجیب است که مورخان، برای این تصمیم علیه آزادی اندیشهٔ علمی در نجوم، متکلمان را نکوهش کرده‌اند نه فیلسوفان را. در حالی که فیلسوفان بودند که متکلمان را به‌مداخله ترغیب کردند، چون مطمئن بودند که از حمایت آنان برخوردار خواهند بود. از نامه‌های گالیله در این ایام چنین برمی‌آید که او هم اطمینان داشته که مقامات در این مورد بی‌طرفانه عمل خواهند کرد؛ مطمئن بوده که مقامات مذهبیِ مسئولِ آیندهٔ مسیحیت یک مسئلهٔ نجومی مورد اختلاف را به یکی از اصول دین تبدیل نخواهند کرد. این انتقالِ مسئولیتِ تفسیر کتاب مقدس از متکلمان به فیلسوفان برای گالیله بهت‌انگیز بود. اینکه مردم عادی ، و حتی بعضی کشیشان، الفاظ ظاهری کتاب مقدس را مؤیدِ نظریات ارسطو تلقی کنند، البته انتظارش می‌رفت، اما اینکه مقامات کلیسا هم رسماً همین تلقی را بپذیرند در نظرِ گالیله امری بی‌سابقه بود. گالیله در نسخهٔ دستنویسِ خودش، که بعداً به گفت‌وگو تبدیل شد، آورده است:

> در بابِ مطرح کردنِ نظراتِ بدیع
>
> آیا تردیدی هم هست که اگر بخواهیم ذهن‌هایی را که خداوند آزاد خلقشان کرده است به پذیرفتنِ بی‌چون و چرای تمایلات دیگران وا بداریم تخمِ شدیدترین رسوایی‌ها را کاشته‌ایم؟

و واداشتن مردم به انکارِ شعور خودشان و پذیرش سلطهٔ دیگری؛

و واگذاشتنِ داوری دربارهٔ کسانی که صاحب علمی هستند به افرادی که به کلی از آن علم بی‌خبرند، و با برخورداری از این اختیار قدرت می‌یابند که امور را به سلیقهٔ خود بگردانند: اینها هستند بدعت‌هایی که می‌توانند جمهوری‌ها را ویران و دولت‌ها را سرنگون کنند. (OP VII, 540)

اینها سال‌ها بعد از واقعه نوشته شده، اما نشان می‌دهد که گالیله دربارهٔ آنچه اتفاق افتاد چه نظری داشته است. نوآوری اتهامی بود که اساتیدِ محافظه‌کار، که دشمنِ نوآوری بودند، همیشه دوست داشتند به گالیله وارد کنند. منظورِ گالیله از «دیگران» ارسطوییان بود، و «دیگری» به ارسطو اشاره داشت، چون در خودِ گفت‌وگو هم همین مفهومِ سرسپردگی را به‌کار برده است. تفویضِ قدرت از متکلمان به فلاسفه در نظر گالیله بدعت بود، بدعتی که می‌توانست دولتِ خوب را از میان ببرد. از آنجا که موضوع حقیقتاً به جمهوری یا کشوری مربوط نمی‌شد، منظورِ گالیله بی‌تردید کلیسا و دین بوده است، اگرچه نمی‌توانسته است خودش را راضی کند که چنین پیش‌بینیِ دردناکی را بر کاغذ بیاورد.

مهم است توجه کنیم که تشخیص‌دهندگان صلاحیت احکامشان را صرفاً با گفتنِ «مسخره و باطل است که گفته شود خورشید ساکن است» یا «همه می‌گویند که خورشید حرکت می‌کند» توجیه نکردند. در این صورت مسئولیتِ تصمیم‌گیری تماماً به‌گردنِ خودشان می‌افتاد. اما سؤالی که به‌آنها ارجاع شده بود این نبود که آیا طرزِ حرف‌زدنی

مسخره است یا نه؛ این بود که آیا شیوهٔ خاصی از سخن گفتن دربارهٔ نجوم تعارضی با کتابِ مقدس دارد یا خیر. و از اینجا الزاماً این سؤال پیش آمد که آیا بیاناتِ کتاب مقدس در بندهای مربوط استعاری بودند یا منظور از آنها ابلاغِ حقایقِ نجومی بود. شورای تشخیص صلاحیت برای بررسی مسئله به فلسفه متوسل شد، و این کار به معنی احالهٔ مسئولیت در تفسیرِ کتاب مقدس در موضوعاتی بود که حل و فصل آنها به دست علم ممکن می‌شد. سنت آگوستین، و یا سنت توماس آکویناس در این‌باره احتمالاً می‌گفتند که معنی واقعیِ عبارات کتاب مقدس مؤید آن فرضیه‌ای در نجوم است که در طبیعت محقق شود، و فرقی هم نمی‌کرد که تا آن‌زمان فلان یا بهمان فرضیه برای منجمان به یقین تأیید شده باشد یا خیر. این بود آنچه گالیله شنیدنش را از متکلمانِ متعهد انتظار داشت؛ اما آنها درعوض گفتند که کتابِ مقدس مؤید اصول مکتبِ فلسفیِ غالب است.

توصیه‌های شورای تشخیص صلاحیت در نشستِ هفتگی کاردینال‌های دادگاه تفتیش در ۲۴ فوریه ۱۶۱۶ قرائت شد. بعداً پاپ از بلارمینه خواست به گالیله اطلاع بدهد که دیگر مجاز نیست به فرضیه‌های محکومش معتقد باشد یا از آنها دفاع کند. اگر گالیله مقاومت می‌کرد، رئیس دادگاه تفتیش عقاید می‌بایست به‌او، در حضور منشیان و شاهدان، فرمان می‌داد که نباید به این نظریات معتقد باشد، از آنها دفاع کند، یا تعلیمشان بدهد، تا مبادا دادگاه تفتیش بر ضد او وارد عمل شود. غرض از این دستورِ مضاعف روشن بود: اگر گالیله بدون اعتراضی تسلیم می‌شد، هیچ فرمانی شدیدتر از توصیه‌ها و دستور کارهای عمومی برای همهٔ کاتولیک‌ها که قرار بود رسماً منتشر شود خطاب به شخص او صادر نمی‌شد.

همهٔ رویدادهای بعدی به‌کلمهٔ «تعلیم» بستگی پیدا کرد. اگر به‌شخصِ گالیله امر کرده بودند که به‌هیچ نحوی نظام کپرنیکی را تعلیم ندهد، موظف می‌شد که حتی به‌توصیف آن هم نپردازد. اگر چنین حکمی به‌او داده نمی‌شد، همچنان مجاز می‌بود که ــ مثل همهٔ کاتولیک‌ها ــ به‌بحث دربارهٔ نظام کپرنیکی بپردازد به‌شرطی که معتقد به‌صحتِ این نظام نباشد یا آن‌را چیزی بیش از یک فرضیهٔ نجومی محض نشمرد و از آن دفاع نکند. بررسی ارزشِ همهٔ استدلال‌های طرفینِ یک مجادله، دفاع از یک طرف در مقابل طرفِ دیگر تلقی نمی‌شد. خواهیم دید که گالیله سرانجام فقط به‌خاطر این کلمهٔ «تعلیم» بود که به‌محاکمه خوانده شد، و خواهیم دید همهٔ مدافعات او مبتنی بر این بود که نشان بدهد از اطاعت هیچ فرمانی خطاب به‌شخصِ خودش سر باز نزده است.

آنچه واقعاً در ملاقاتِ گالیله با رئیس دادگاهِ تفتیش عقاید اتفاق افتاد بیش از یک قرن مورد بحث بوده است. منبع اصلی اختلافِ نظر درواقع دو سندِ ملحق به‌گزارشی است که بعداً از مذاکراتِ ضد گالیله تنظیم شد. اولی، که به‌دست دفتردارِ رسمی یا برای او تهیه شده ولی به‌امضا نرسیده است، شرحی است از جلسه‌ای در اقامتگاه کاردینال بلارمینه که در آن کاردینال گالیله را از آرای مخالفِ تصمیم‌گیرندگان در مورد حرکت زمین و سکون خورشید مطلع کرده و گفته بود که به‌این ترتیب دیگر نمی‌شود این فرضیه‌ها را قبول داشت یا حمایتشان کرد، و به‌دنبالِ همین ملاقات بود که نمایندهٔ دادگاه تفتیشِ عقاید تحت لوای پاپ فوراً گالیله را از پذیرفتنِ این فرضیه‌ها، دفاع از آنها، و تعلیم و تبلیغشان به‌هر صورتی، چه شفاهی و چه مکتوب، اکیداً منع کرد. سند دوم درواقع اظهار نامه‌ای است که کاردینال بلارمینه به‌گالیله

داده است، به‌این مضمون که تنها چیزهایی که به‌گالیله گفته شد این بود که دو فرضیه محکوم شده‌اند و اینکه او دیگر نمی‌بایست قبولشان داشته باشد یا از آنها دفاع کند.

طرفدارانِ گالیله سندِ اول را تحریفِ رویدادها برشمرده‌اند، در حالی که حامیانِ متعصب کلیسا اظهار کرده‌اند که اظهارنامهٔ بلارمینه صرفاً کلی‌گویی ملایمی بوده که برای حفظ مناسبات گالیله با حاکم توسکانی که او را در خدمت خود داشته سرهم‌بندی شده است. البته خیلی بعید است که اسنادِ دادگاه تفتیش دستکاری شده باشد یا کاردینال بلارمینه کلی‌بافی و لفّاظی کرده باشد، و بنابراین ــ اگر ممکن باشد ــ باید هر دو سند را اصیل دانست. یکی از اظهارات گالیله در محاکمهٔ بعدی‌اش، که محتملِ توضیح دیگری نیست، حاکی از آن است که زنجیرهٔ توالی رویدادها اساساً به‌قرار زیر بوده است.

صبح روز ۲۶ نوامبر ۱۶۱۶، کاردینال بلارمینه دو مأمورِ بازداشت را روانه کرد تا گالیله را به‌محل اقامت او بیاورند. نمایندهٔ دادگاه تفتیش هم به‌اتفاقِ یک منشی و عده‌ای کشیشِ دومینیکی سرزده وارد شد تا مطمئن شود که این کاردینالِ یسوعی میانه‌رو تحت تأثیر اعتراض احتمالی گالیله با او مدارا نمی‌کند. کاردینال از این کار خوشش نیامد اما مشکل می‌توانست راهشان ندهد. او عادت داشت به‌هرکسی که به‌خانه‌اش وارد می‌شد، در جلوی در و کلاه در دست، خوشامد بگوید، و می‌دانیم که وقتی گالیله از راه رسید کاردینال چیزی به‌او گفت و بعد به‌مهمانانِ دیگر ملحق شدند. بلارمینه احتمالاً به‌گالیله گفته بوده است که هرچه شنید هیچ اعتراضی نکند. همین اشارت کافی بود، چون گالیله با کاردینال‌ها زیاد سر و کار داشت و از این تمهیدات باخبر بود.

کاردینال بلارمینه وقتی با گالیله پیش دیگران برگشت بر کرسی‌اش نشست و رسماً حکم را برای گالیله قرائت کرد. اما نمایندهٔ دادگاه که دیده بود او قبلاً چیزی به گالیله گفته است و حدس زده بود که این چیز باید دعوتِ او به‌خودداری از اعتراض باشد، اندیشید که همین کافی خواهد بود تا گالیله را از تمام قید و بندهای قبلی رها کند. پس، بی‌آنکه به‌گالیله فرصتِ پاسخگویی بدهد، شخصاً از طرف پاپ، ولی حتی شدیدتر از آنچه پاپ اختیار داده بود، حکم صادر کرد. و آن‌وقت گالیله با اکراه تسلیم شد. همهٔ اینها را دفتردار ثبت کرد.

بلارمینه گالیله را تا درِ خروجی بدرقه کرد و اصرار داشت که او قبل از رفتن به فلورانس یک‌بارِ دیگر به‌ملاقاتش بیاید. بعد نمایندهٔ دادگاه تفتیش را محرمانه مؤاخذه کرد که چرا برخلاف سفارش صریحِ پاپ عمل کرده است. بلارمینه در چنین شرایطی نمی‌توانست گزارش دفتردار را امضا کند، و قصد داشت به‌گالیله سفارش کند که هر چیزی جز دستورِ قانونی خودِ او را نادیده بگیرد، چون تا وقتی که اکیداً این فرمان را اطاعت می‌کرد هیچ تهدیدی از طرف پاپ در کار نمی‌بود.

در جلسهٔ بعدی کاردینال‌های دادگاه تفتیش عقاید، بلارمینه گزارش داد که تصمیم پاپ به‌گالیله گوشزد شده و او به‌آن تن داده است. نمایندهٔ دادگاه هم در این جلسه حاضر بوده، و جزئیات امر نشان می‌دهد که هیچ حرفی به‌گفته‌های کاردینال اضافه نکرده است. در روز پنجم مارس فرمانی صادر شد که تمام آثاری را که در آنها حرکت زمین و سکون خورشید واقعی یا سازگار با کتاب مقدس تلقی شده بود در فهرست کتاب‌های ممنوع جای می‌داد. کتابِ فوسکارینی مطلقاً ممنوع شده بود، در حالی که کتاب کپرنیک و یک کتابِ دیگر، که تفسیری بود بر کتاب ایوب، تا زمانِ اِعمال تصحیحات لازم معلق اعلام

شده بودند. این تصحیح به‌معنیِ حذف گفتارهای مربوط به‌سازگاری با آیات کتاب مقدس یا گفتارهایی بود که از تلقی صرفاً فرضیه‌ایِ احکام کپرنیکی فراتر رفته بودند.

بلارمینه به‌زودی مجدداً با گالیله صحبت کرد و آنچه را واقعاً اتفاق افتاده بود به پاپ هم خبر داد. و همین بود که دو سه روز بعد گالیله از تصحیح‌هایی که می‌بایست در کتاب دربارهٔ دَوَران افلاک آسمانی، که تا سال ۱۶۲۰ منتشر نشده بود، صورت می‌گرفت کاملاً مطلع شد و همچنین فرصتی برای شرفیابی به‌حضور پاپ به‌او اعطا شد. در این ملاقات به‌گالیله اطمینان داده شد که توطئه‌های دشمنانش و رفتارِ درست او عیان است، و گفته شد که تا وقتی پاپ پل پنجم زنده است هیچ جایی برای نگرانی نیست.

نامه‌هایی از دوستانِ گالیله در پیزا و ونیز نشان می‌داد که شایع شده است او به‌مجازات رسیده و مجبور شده است دست از اعتقاداتش بردارد. گالیله در ماه مه این نامه‌ها را پیش بلارمینه برد و از او تقاضای مدرک قاطعی کرد که کذبِ چنین داستان‌هایی را به‌کارفرمایانش بقبولاند. کاردینال اظهارنامه‌اش را نوشت، و گالیله به‌فلورانس بازگشت.

گالیله، که عملاً دربارهٔ مکتب کپرنیک وادار به‌سکوت شده بود، توجه‌اش را به‌موضوعات دیگری معطوف کرد، که اولین آنها یک موضوع عملی بود. زمانی که گالیله گرفت‌های قمرهای مشتری را در سال ۱۶۱۲ کشف کرد، طرحی به‌ذهنش رسید که با استفاده از آنها طول‌های جغرافیایی را دقیق‌تر تعیین کند، و البته این کار با استفاده از گرفت‌های معمولی از مدت‌ها پیش انجام می‌شد. از همین‌جا راهی به‌نظرش رسید که کشتی‌ها در دریا بتوانند با استفاده از مشتری، به‌مانند نوعی ساعتِ آسمانی که قمرهای مشتری به‌منزلهٔ عقربه‌هایش

عمل می‌کردند، طول جغرافیایی تقریبی موضع خود را تعیین کنند. این طرح از طریق سفیر توسکانی در اختیار حکومت اسپانیا قرار گرفته بود، اما معوّق مانده بود. گالیله به‌کامل کردنِ جدول حرکات قمرها پرداخت و در سال ۱۶۱۷ موفق شد این کار را با دقّتِ چشمگیری تمام کند. دولت اسپانیا هیچ‌وقت برنامهٔ تعیین طول‌های جغرافیایی را به‌کار نگرفت، اما در آخرین سال‌های زندگیِ گالیله دولت هلند پاداش سخاوتمندانه‌ای برای این طرح به‌او اعطا کرد.

بعد گالیله به‌تحقیق دربارهٔ حرکت که در پادوا شروع کرده بود برگشت، با این قصد که رساله‌اش را دربارهٔ این موضوع که مدت‌ها بود کنارش گذاشته بود تکمیل کند. اما تا بخواهد کار را شروع کند، در پاییز ۱۶۱۸، سه دنباله‌دار در آسمان ظاهر شدند و توجه زیادی برانگیختند. از گالیله نظر خواسته شد، و همزمان کتاب‌های متعددی دربارهٔ دنباله‌دارها منتشر شدند. یکی از این کتاب‌ها ظاهراً نظریات ریاضیدانان کالج یسوعی رم را بازگو می‌کرد، و مؤلفِ ناشناس آن اُراتزیو گراسی[1] بود.

ماریو گوییدوچّی[2]، که با گالیله در نوشتنِ رسالهٔ حرکت همکاری داشت، به‌تازگی به‌ریاست آکادمی فلورانس انتخاب شده بود و نیاز به‌موضوعی برای سخنرانی معارفه‌اش داشت. تصمیم گرفته شد که او دربارهٔ دنباله‌دارها، در چارچوبی که گالیله در محاوراتش با دوستان به‌کار می‌گرفت، صحبت کند. بخشی از سخنرانی گوییدوچی، که متعاقباً به‌صورتِ کتاب منتشر شد، بررسی انتقادیِ موضع یسوعی‌ها دربارهٔ دو موضوع بود. اول اینکه، گراسی از نظر تیکو براهه هواداری

1. Orazio Grassi 2. Mario Guiducci

کرده بود، که می‌گفت دنباله‌دار نوعی شبه‌سیاره است که در یکی از مدارهای سیاره‌ای به وجود می‌آید و منهدم می‌شود. گالیله، مانند کپلر، متوجه شده بود که مسیر مرئی دنباله‌دارها بیشتر به خط راست می‌ماند تا به دایره. موضع دوم یسوعی‌ها مربوط به خواص بزرگنمایی تلسکوپ می‌شد، که تصور غلطی از آن داشتند. انتقادات گوییدوچی به یسوعی‌ها بسیار گران آمد و به درستی دریافتند که اینها در واقع اعتراضاتِ گالیله است. گراسی با نامِ مستعارِ لوتاریو سارسی، کتابی منتشر کرد که صریحاً حاوی حملات تندی علیه گالیله بود، و تا آنجا پیش رفت که گالیله را متهم کرد که در توضیحِ خمیدگی ظاهری مدارهای دنباله‌دارها تلویحاً بر نظریات کپرنیک صحه گذاشته است.

اعضای آکادمی لینچه‌ای در رم اصرار داشتند که گالیله به این سخنان پاسخ بدهد. این کار برای گالیله خطری نداشت، چون ارسطوییان دنباله‌دارها را اجرام آسمانی نمی‌دانستند و کپرنیک هم چیزی دربارهٔ آنها نگفته بود. کتاب آسایر که در سال ۱۶۲۳ منتشر شد حاوی رئوس نظریات گالیله دربارهٔ استدلال علمی در مقابل جر و بحث‌های بیهوده و ملال‌آورِ منطقی است که فیلسوفان طبیعت را اقناع می‌کرد. این کتاب حاوی قطعاتی است که امروز معروف‌اند اما اغلب خارج از متن نقل می‌شوند؛ مثلاً چند خط آخر این عبارت:

> چنین برمی‌آید که سارسی قویاً معتقد است که فلسفه‌پردازی را باید الزاماً بر عقاید یک مؤلفِ مشهور مبتنی کرد، انگار که اذهانِ خودِ ما جز به قیمت پایبندی به تعقلاتِ کسی دیگر باید همواره سترون و بی‌حاصل بماند. او شاید گمان می‌کند که فلسفه کتابِ داستانی است مثل ایلیاد یا مثل اُرلاندوی خشمگین[1]، که در آنها

1. *Orlando Furioso*

کم‌اهمیت‌ترین موضوع این است که آنچه نویسنده گفته است واقعیت دارد یا خیر. باید بگویم، آقای سارسی، که چنین نیست. فلسفه را در این کتاب عظیم عالم، که همواره در برابر چشمان ما گشوده است، نوشته‌اند. اما درک این کتاب ممکن نیست مگر ابتدا یاد بگیریم که زبانِ آن‌را بفهمیم و الفبای این زبان را بخوانیم. کتابِ طبیعت به زبان ریاضیات نوشته شده است، و حروف آن مثلث‌ها، دایره‌ها، و دیگر شکل‌های هندسی‌اند که بدون آنها فهم حتی کلمه‌ای از این کتاب در توانِ بشر نیست؛ بی این ابزار حال کسی را داریم که در هزارتوی تاریکی سرگردان باشد. (D&O, 237–8)

بسیار گفته‌اند که جملاتِ آخر به این معنی است که گالیله هم، مانند افلاطون، نگران خودِ طبیعت نبود بلکه جهانی از لحاظ ریاضیاتی کامل در ورا یا بر فرازِ طبیعت برایش اهمیت داشت. با این‌همه، گالیله در اینجا از ریاضیات به‌عنوان زبانی لازم برای درکِ طبیعت سخن گفته است، نه به‌عنوانِ یک غایت، در نظرِ او نظم ریاضیاتی در تضاد بود با:

«سازگاری»، «ضدیت»، «خواصِ پنهان»، «تأثیرات»، و اصطلاحات دیگری که فیلسوفان پاسخ درست را که شاید جز «نمی‌دانم» چیزی دیگری نباشد در لفافِ آنها می‌پیچند و پنهان می‌کنند. پاسخِ «نمی‌دانم» بسیار قابل تحمل‌تر از بقیه است، چنان‌که راستی و صداقت هم از نیرنگ و تزویر زیباتر است.

در بندی دیگر، گالیله احساسات را از خواص اجسام فیزیکی بیرونی متمایز می‌کند:

من فکر می‌کنم طعم، بو، و رنگ، و کیفیاتی از این قبیل، تا آنجا که صحبت از اشیایی است که به آنها منتسبشان می‌کنیم، چیزی بیش از اسم‌هایی نیستند، و در آگاهی ما جای دارند. اگر موجودات زنده از میان برداشته می‌شدند این کیفیات هم محو و نابود می‌شدند. (D&O, 274)

کسانی می‌گویند که گالیله با برداشتنِ، مثلاً، رنگِ سرخ از اشیایی که آنها را سرخ می‌نامیم امور انسانی را از علم جدا کرده است، اگرچه به همین اندازه صحیح است که بگوییم گالیله توجه خاصی به احساس و آگاهی داشته است. هدفش زایل کردنِ این تصور بوده است که کلمات دارای آن نوع قدرتی نیستند که فیلسوفان برای آنها قائل‌اند:

اگر فیلسوفان توانایی آن‌را دارند که با رأی و صدای خود به چیزهایی که نام می‌برند هستی ببخشند، تمنایم این است که مرا مشمول الطاف خود قرار بدهند و بسیاری ابزار و آلات مستعملی را که در خانه دارم «طلا» بنامند. (D&O, 253)

تمایز میان احساسات و پدیده‌های فیزیکیِ بیرونی بعدها بخش مهمی از فلسفهٔ تجربه‌گرای جان لاک شد، که معمولاً از آن به‌عنوانِ تفکیکِ کیفیاتِ اولیه از کیفیاتِ ثانوی نام می‌برند. نه این نامگذاری و نه نظریات فلسفی تجربه‌گرایانه هیچ‌کدام متعلق به گالیله نبود، اگرچه غالباً این هردو را بر مبنای بعضی مطالبی که در آسایر آمده است منتسب به‌او کرده‌اند. این تفکیک در مفهوم کلی‌اش ــ که در آثار لوکرسیوس هم یافت می‌شود و احتمالاً از همان ابتدا با اتمیسم یونانی همراه بوده است ــ ریشه در زمان‌های بسیار قدیم‌تر داشت. به معنایی

که اصطلاحاتِ تجربه‌گرایی و خردگرایی در جدل‌های فلسفیِ پس از دکارت و لاک به‌کار رفته است، گالیله نه تجربه‌گرا بود نه خردگرا. علم گالیله همزمان مستلزم تجربهٔ ملموس و برهانِ لازم بود؛ گالیله برای هیچ‌یک از این دو «واقعیتِ» بیشتری قائل نبود، احساس را هم انکار نمی‌کرد یا کم‌اهمیت‌تر از پدیده‌های فیزیکیِ بیرونی نمی‌دانست. البته مایل بود اموری را که از مقولات متفاوتی بودند ولی فیلسوفان به‌وفور آنها را خلط می‌کردند از هم متمایز کند.

به‌تخت نشستن مافئو باربرینی به‌عنوان پاپ اوربانِ هشتم درست مقارن با زمانی شد که آکادمی لینچه‌ای داشت آسایر را در رم منتشر می‌کرد. از آنجا که باربرینی اهلِ فلورانس، روشنفکر، و از ستایندگانِ گالیله بود، اعضای آکادمی تصمیم گرفتند کتاب جدید را به‌او تقدیم کنند. گالیله در سال ۱۶۲۴ برای ادای احترام به پاپِ جدید به رم رفت، و چندین رویداد در آن‌زمان موجب شد که شروع به نوشتنِ کتاب دیگری کند. یک کاردینال آلمانی به پاپ گفته بود که حکم سال ۱۶۱۶ باعث شده است که کلیسا گروَندگان بالقوه‌ای را از دست بدَهد، و بعداً پاپ اظهار کرده بود که اگر اختیار دست او بود چنین حکمی هرگز صادر نمی‌شد. گالیله کلیات نظریهٔ جزر و مدّ خود را ــ که از مدتها پیش مایل بود منتشرش کند ولی مبتنی بودن مطالب آن به حرکاتِ کپرنیکی زمین مانع از این کار می‌شد ــ برای اوربان بازگو کرد. اگر آن حکم سختگیرانه‌تر از آنچه باید تعبیر می‌شد، ایتالیا مقام رهبری را در عالم علم از دست می‌داد. گالیله در شش نوبتی که در طی اقامتش در رم با پاپ ملاقات کرد ظاهراً توانسته بود موافقت او را برای انتشار نظریهٔ جزر و مدّ کسب کند، و تصریح کرده بود که حرکات زمین صرفاً فرضیه تلقی شده‌اند و اثبات واقعی بودن آنها با آزمایش‌های زمینی یا

با رصدهای آسمانی ممکن نیست. به‌این ترتیب مسیحیت و برتری علمی ایتالیا به‌خطر نمی‌افتاد و منافع خودِ گالیله هم تأمین می‌شد بی‌آنکه نیازی به‌لغوِ حکم باشد، که البته اوربان اصولاً چنین کاری نمی‌کرد.

وقتی گالیله با بسیاری نشانه‌های احترام و محبتی که پاپ به‌او نشان داده بود رم را ترک می‌کرد ظاهراً چنین تفاهمی حاصل شده بود. اما گالیله در این ملاقات‌ها ذکری از واقعهٔ سال ۱۶۱۶ ــ که کاردینال بلارمینه به‌او توصیه کرده بود فکر کند هرگز اتفاق نیفتاده است ــ به‌میان نیاورده بود.

۵

گفت‌وگو و دادگاه تفتیش عقاید

از ۱۶۲۴ تا ۱۶۳۰ گالیله به تناوب مشغول تألیف کتابش بود؛ در آخرین روزهای کار به‌او توصیه شد که این کتاب را «گفت‌وگو دربارهٔ جزر و مد» ننامد چون چنین اسمی تأکیدی به یک استدلال فیزیکی برای حرکات زمین به‌نظر می‌رسید. این توصیه با توجه به‌معنای نجومیِ مرسوم بررسیِ حرکات سیارات به‌عنوان فرضیهٔ محض، با صرف‌نظر از همهٔ ملاحظات فیزیکی آنها، توصیهٔ معقولی بود، و بنابراین گالیله عنوان کتاب را به گفت‌وگو دربارهٔ دو نظام اصلی جهان ــ بطلمیوسی و کپرنیکی تغییر داد.

انتخاب شکل گفت‌وگو دلایلِ مختلفی داشت؛ یک دلیلش این بود که در قرن شانزدهم این شکل برای عرضهٔ کتاب‌هایی که برای آموزش عموم تألیف می‌شد بسیار رایج و پرطرفدار شده بود. شکل محاورهٔ استاد ـ شاگرد که در ابتدا در این نوع کتاب‌ها رواج داشت بیشتر به تعلیمات کسالت‌آور دینی شبیه شده بود، بنابراین گفت‌وگوی کتاب گالیله عملاً برای اولین‌بار گفت‌وگویی بود میان دو آدم خبره که برای جلب حمایتِ نفرِ مستقل و بی‌طرف سومی با هم رقابت می‌کردند.

دلیل دیگرِ استفاده از این شکل این بود که مؤلف می‌توانست خودش را از اظهار پایبندی به نظرهایی که امکان داشت مسئله بسازد معاف کند. البته یکی از سخنگویان اصولاً نمایندهٔ گالیله بود، اما خودِ او وقتی می‌خواست عقاید شخصی یا تعهداتش را در مورد امور خاصی ابراز کند فقط به عنوان «دوستِ ما» یا «آدمِ دانشگاهی» یا شخصیتِ دیگری از این قبیل در کتاب ظاهر می‌شد.

گالیله در این کتاب فیلیپو سالویاتی[1] را، که در سفری به اسپانیا در سال ۱۶۱۴ ناگهان درگذشته بود، سخنگوی اصلی خودش کرد. نام متخصص ارسطویی این گفت‌وگو ــ به یاد یک مفسّر برجستهٔ آثار ارسطو در یونان باستان ــ سیمپلیچیو[2] انتخاب شد. حرف‌های سیمپلیچیو از استدلال‌های چزاره کرمونینی و لودویکو دله کولمبه الگوبرداری شده بود. نمایندهٔ شخصیت علاقه‌مندِ غیرمتخصص این گفت‌وگو درواقع جووان فرانچسکو ساگردو بود که در سال ۱۶۲۰ درگذشته بود، و یکی از دوستان ونیزی ساگردو گفته است که گالیله دقیقاً فکر و سبک او را بازآفریده است.

گفت‌وگو منقسم به بحث‌هایی در طی چهار «روز»ی بود که شرکت‌کنندگان به بررسی مزیت‌های نسبی نجوم قدیم و جدید اختصاص داده بودند. در روز اول، بحث با تمایز میان مواد آسمانی و عنصری و حرکات وابسته به‌آنها در مکتب ارسطو آغاز می‌شد. این مفهوم اساسی فلسفهٔ طبیعت به‌این علت مطرح شده بود که هم با دلایل منطقی و هم با عنایت به یافته‌های جدیدِ نجوم از زمان ارسطو به‌بعد نقد و بررسی شود. از دیدگاه منطقی، ارسطو متهم بود که در

1. Filippo Salviati 2. Simplicio

بسیاری موارد آنچه را نیاز به‌اثبات دارد فرض گرفته است، و مفروضاتِ نامشخص و ناموجهی هم مطرح کرده است. مهم‌ترین کشفیات جدیدی که در این قسمت به‌بحث گذاشته شد یکی خصوصیات سطح ماه و دیگری تغییرات مداومِ روشنایی کوه‌ها و دهانه‌های آتشفشانیِ ماه بود.

عمدهٔ بحث‌های روز دوم به‌این منظور بود که نشان داده شود هیچ‌یک از استدلال‌های رایج در نفی حرکات روزانهٔ زمین استدلال قاطعی نیست. سلاح اصلی گالیله در این بحث‌ها نسبیتِ حرکت و بقای حرکت بود، و استدلال‌هایش بیشتر فیزیکی بودند تا نجومی.

گفت‌وگوهای روز سوم به‌حرکت سالانهٔ زمین حول خورشید مربوط می‌شد، که البته شامل بعضی پدیده‌های ناشی از چرخش روزانه و گردش سالانهٔ زمین هم بود. یکی از این پدیده‌های مربوط به‌حرکت انتقالی، تغییرات دوره‌ای مسیرهای لکه‌های خورشید در طی سال بود. توضیح این تغییرات با پذیرفتن حرکات وضعی و انتقالی کپرنیکی آسان بود اما اگر بنا بود همهٔ حرکات در خودِ خورشید واقع شده باشد، بسیار پیچیده و غیرقابل قبول می‌شد. چنان‌که خواهیم دید، گالیله با گنجاندن این موضوع کریستوفر شاینر را بسیار برآشفته کرد.

گالیله در ارائهٔ نظام کپرنیکی به‌خوانندگان گفت‌وگو نه‌تنها حرفی از مسیرهای بیضوی سیارات که کپلر مطرح کرده بود به‌میان نیاورد بلکه حتی نجوم کپرنیک را با در نظر گرفتن خورشید در مرکز مدارهای تمامی سیارات بسیار ساده‌تر کرد. به‌خاطر همین کار، بسیاری از محققانِ امروزی که از نیتِ گالیله در نوشتن گفت‌وگو غافل بوده‌اند، چنان بر او خرده گرفته‌اند که گویی می‌خواسته است کتابش

کتاب درسی نجوم باشد. منظور گالیله این بود که مقاومت مخالفان حرکت‌های کپرنیکی زمین را درهم بشکند تا بتواند جزر و مدّ را با همین حرکات توجیه کند. گالیله درواقع بنا به حکم سال ۱۶۱۶ از پرداختن به این حرکت‌ها جز به‌عنوان فرضیه منع شده بود؛ پس تمامی آنچه از دستش برمی‌آمد این بود که بی‌اعتباری همهٔ دلایلی را که برای اثباتِ سکون زمین آورده بودند نشان بدهد. در روز سوم، که به‌گردشِ سالانه زمین به‌دور خورشید اختصاص داشت، بحث گالیله این بود که این حرکت گَردهٔ ساده‌تری در اختیار منجمان می‌گذارد و برای اثبات گفته‌هایش کافی دید که تنها از اولین نمودار کتاب کپرنیک استفاده کند بی‌آنکه واردِ جزئیات فنی دیگر شود.

و اما در مورد مدارهای بیضوی کپلری، که به‌راستی سرآغاز نجوم جدید بودند، بدفهمی‌های بسیاری در کار بوده است. بیضوی بودن این مدارها، اگرچه مبنای قوانین حرکت سیاره‌هاست، بسیار اندک است. مدارهای دایره‌ای هم، در تقریبِ اول، بسیار خوب از عهدهٔ توضیح این حرکات برمی‌آیند، و ما قبلاً دربارهٔ تلقی گالیله از تقریب در علوم صحبت کرده‌ایم. پس اصلاً عجیب نیست که گالیله در گفت‌وگو به‌مدارهای بیضی کپلر نپرداخته باشد ــ حتی اگر کپلر یک پروتستان آلمانی و آثارش در فهرستِ کتاب‌های ممنوع نبود و حتی اگر توضیح نجوم او برای خوانندگانِ غیرمتخصصِ زمان گالیله عملاً غیرممکن نبود.

روز چهارم را که نوبتِ بحث جزر و مدّ بود گالیله چنین آغاز می‌کند که اگر به‌معجزه معتقد نباشیم، این حرکت عظیم و تکرار شوندهٔ دریاهای بزرگ را بر مبنای زمینی که مطلقاً ساکن باشد به‌هیچ طریقی نمی‌شود تبیین کرد. این گفتهٔ درستی است، و نتیجه می‌شود که

هر نوع توضیح پدیدهٔ جزر و مدّ باید شامل حرکت زمین باشد. بنابراین، گالیله اگرچه نظریهٔ جزر و مدش بسیار ناکافی بود، انگشت روی پدیدهٔ فیزیکی عادی و معروفی گذاشته بود که توضیح آن واقعاً مستلزم نجوم جدید است. این فقط یک اتفاقِ مبارکِ نبود، چون گالیله از وضعیتی دلیل آورد که ــ بنا به فیزیکی که بعداً تدوین شد ــ آشفتگی‌ای در دریاهای بزرگ به‌وجود می‌آورد، هرچند نه آنقدر که برای وقوع پدیده‌ای مثل جزر و مدّهایی که واقعاً مشاهده می‌کنیم کافی باشد.

نظریهٔ جزر و مدّ گالیله در بیشتر کتاب‌ها آنقدر بد عرضه شده است که به‌کلی بی‌معنی می‌نماید. گالیله دو علتِ اساسی ذکر کرده است، یکی برای آشفتگی پیوستهٔ دریاها و دیگری برای دورهٔ جزر و مدّها در مدیترانه، که نمی‌شد آن‌را از دورهٔ آشفتگی پیوسته نتیجه گرفت. حالا معمول شده است که یکی از دو دلیلِ گالیله را ندیده بگیرند، نتیجه‌گیری کنند که آنچه او گفته است قابل استنتاج نیست، و بعد مدعی شوند که گالیله به‌دلیل تعصب شدید کپرنیکی‌اش مرتکب خطای احمقانه‌ای شده است. نظریهٔ جزر و مد گالیله نادرست ولی علمی بود، همان‌طور که نظریه‌های بسیار متفاوت نیوتون و لاپلاس دربارهٔ این پدیده هم چنین بودند؛ بعدها در اواخر قرن نوزدهم بود که نظریهٔ کم و بیش درستی برای پدیدهٔ جزر و مد تدوین شد.

گرفتن مجوز برای انتشار گفت‌وگو با مشکلاتی همراه بود، و کمی بعد از اینکه این مجوز در رم صادر شد مرگ ناگهانی پرنس چِسی اوضاعِ آکادمی لینچه‌ای را که قصد انتشار این کتاب را داشت به‌هم ریخت. سرانجام مجوز دیگری در فلورانس صادر شد، و گفت‌وگو در مارس ۱۶۳۲ در همانجا منتشر شد. شیوع طاعون موجب شد که ارسال نسخه‌های چاپ‌شده به‌رم به تعویق بیفتد.

ناگهان در ماهِ اوت دادگاه تفتیش رم دستور داد فروشِ کتاب متوقف شود، و گالیله را هم برای محاکمه احضار کرد. کوزیمو درگذشته بود، اما گراندوک فردیناندِ جوان به شدت به چنین رفتاری با مؤلفِ کتابی که مجوز قانونی داشت اعتراض کرد. این اعتراض به جایی نرسید؛ اوربان هشتم سرسخت و بسیار خشمگین بود. حتی بیماری شدید گالیله هم نتوانست کارها را چندان به تعویق بیندازد، اگرچه به تشخیصِ پزشکانی که به سفارش دادگاه تفتیش فلورانس گالیله را معاینه کرده بودند حرکت دادن او ممکن بود به قیمت جانش تمام شود. در این میان زمستان فرارسیده بود، و مسافرت به علت قرنطینهٔ طاعون در راه‌ها بسیار طول می‌کشید، و گالیله داشت به هفتادسالگی‌اش نزدیک می‌شد؛ با این‌همه، به‌او گفتند که یا خودش به رم بیاید یا او را دست‌بسته خواهند آورد و مخارج مأمورانِ دستگیری‌اش را هم از او خواهند گرفت.

آنچه اتفاق افتاده بود این بود که گزارش امضانشدهٔ دفتردار در سال ۱۶۱۶ را به پاپ نشان داده بودند. پاپ دلیلی برای باور نکردن این گزارش نداشت، و چون گالیله هرگز به‌او از هیچ حکمی که حتی بحث دربارهٔ کپرنیک را بر او ممنوع کرده باشد چیزی نگفته بود، به‌نظرِ اوربان هشتم چنین رسید که حکمی قانونی نقض شده است. اینکه چه کسی با چه تلاشی این سند را ــ که می‌بایست به‌عنوان «فاقد ارزش قانونی» منهدم شده بوده باشد ــ کشف و رو کرده بود معلوم نیست. آگاهان در رم عقیده داشتند که کار، کارِ شاینر بوده، که البته بسیار محتمل هم هست. شاینر در سال ۱۶۳۰ کتاب بسیار مفصّلی دربارهٔ لکه‌های خورشید منتشر کرده بود که از جمله شامل حملات بسیار تندی به گالیله و جزئیات مفصلی از تغییر سالانهٔ مسیرهای

لکه‌های خورشید می‌شد. گمانش بر این بود که گالیله استدلالِ روز سوم گفت‌وگویش را (که درواقع پیش از آنکه کتاب شاینر را ببیند مجوز انتشار گرفته بود) بر مطالب کتاب او مبتنی کرده و آن‌را در خدمت تأیید کپرنیک به‌کار گرفته است. شاینر که در سال ۱۶۲۴ به‌رم نقل مکان کرده بود موقعیتی داشت که بتواند به‌دادگاه تفتیش رخنه کند. درهرحال سندی که در سوابقِ دادگاه یافت شد پاپ را متقاعد کرد که گالیله تعمداً او را فریب داده است.

گالیله در فوریهٔ ۱۶۳۳ به‌رم رسید و در منزل سفیر جدید توسکانی که شخصِ بسیار مهربانی بود اقامت کرد، و از گفته‌های او دریافت که تمامی مسئله درواقع بر سرِ موضوعِ ملاقاتِ سال ۱۶۱۶ در اقامتگاه بلارمینه است. سفیر، که به‌خوبی از خشمِ پاپ خبر داشت، از خاطرجمعی گالیله از عاقبت کارش در عجب بود. نه او و نه هیچ‌کس دیگری از زندگان (جز خودِ گالیله) از اظهارنامهٔ بلارمینه خبر نداشت.

تازه در روز دوازدهم آوریل بود که محاکمه آغاز شد. پس از یک رشته بازجویی در مورد تألیف، مجوز انتشار، و چاپ گفت‌وگو، موضوعِ حکم شورای تشخیص صلاحیت در سال ۱۶۱۶ مطرح شد؛ از گالیله پرسیدند که مفاد آن‌را از چه کسی شنیده است، و او پاسخ داد:

> در ماه فوریهٔ ۱۶۱۶، کاردینال بلارمینه به من گفت که چون نظر کپرنیک، اگر مطلق تلقی شود، ناقضِ آیات کتاب مقدس است، نمی‌شود به‌آن پایبند بود یا از آن دفاع کرد، اما می‌شود آن‌را فرضیه پنداشت و به‌کارش گرفت. در تأییدِ این سخنانم اظهارنامه‌ای از همین کاردینال بلارمینه دارم که آن‌را در روزِ بیست و ششم ماه مه ۱۶۱۶ نوشته است... نسخه‌ای از این

اظهارنامه را تقدیم می‌کنم... اصل آن‌را هم، که تماماً به‌خط خود کاردینال نوشته شده است، با خودم به‌رم آورده‌ام. (GW, 346)

دادیار هم وارد معرکه شد و پرسید که آیا کسان دیگری هم در آن جلسه حاضر بوده‌اند یا خیر، و آیا شخص دیگری هم به‌گالیله حکمی، از هر نوعی که باشد، داده است یا خیر. گالیله گفت که چند کشیش دومینیکی، که آنها را نمی‌شناخته است، حضور داشته‌اند و ادامه داد:

تا آنجا که یادم می‌آید، ماجرا چنین اتفاق افتاد: یک روز صبح کاردینال بلارمینه دنبالم فرستاد و بعد، از موضوعی خبردارم کرد که بدم نمی‌آید قبل از هرکس دیگر برای خودِ عالیجناب پاپ بازگویش کنم؛ ولی در آخر به‌من گفت که اذعان به‌نظرِ کپرنیک یا تأیید آن مجاز نیست چون ضد کتاب مقدس است. اما در مورد آن کشیشان دومینیکی باید بگویم که یادم نمی‌آید از ابتدا آنجا بودند یا بعداً آمدند؛ این هم یادم نیست که آیا وقتی کاردینال به‌من گفت که نمی‌شود دنباله‌روی کپرنیک بود اینها هم حضور داشتند یا خیر. شاید هم حکمی [خصوصی] به‌من داده شده باشد که نتوانم معتقد به‌نظر کپرنیک یا حامی آن باشم، اما هیچ چیزی به‌خاطر ندارم، چون سال‌های سال از آن ماجرا گذشته است. (GW, 346–7)

آن‌وقت دادیار آن حکم را، که شاملِ عبارتِ «و به‌هیچ نحوی تعلیم ندهد» بود، برای گالیله خواند. گالیله بر سر حرفش ماند و گفت که چیزی جز هشدارِ بلارمینه را به‌خاطر ندارد و همیشه به‌اظهارنامه اعتماد کرده بوده است ــ اظهارنامه‌ای به‌این مضمون که او را «فقط از

بیانیهٔ عالیجناب پاپ که توسط مجمع تشخیص کتاب‌های ممنوع منتشر شده است مطلع کرده‌اند»؛ بیانیه‌ای حاکی از اینکه حرکت زمین «مغایرِ آیات کتاب مقدس است و بنابراین اعتقاد به‌آن یا حمایت از آن مجاز نیست».

در جریان دادرسی از گالیله خواسته شد که نسخهٔ اصل با امضای بلارمینه را به دادگاه ارائه کند، که کرد. هیچ سند امضاشده‌ای در تأیید گزارشی که دادگاه تفتیش عقاید گالیله را بر اساس آن متهم کرده بود هرگز به‌دست نیامد؛ بنابراین گالیله از تنها اتهام اساسی مطرح شده، طبق قاعدهٔ ملاحظهٔ بهترین شاهد، مبرا شده بود. در این محاکمه هیچ مسئلهٔ علمی‌ای پیش کشیده نشد؛ اتهام عبارت بود از «ظن شدید به‌بدعت‌گذاری»، که سرپیچی از یک فرمانِ رسمی برای وارد آوردنِ آن کافی بود، و فرقی هم نمی‌کرد که بدعتی در کار بوده باشد یا خیر.

نمی‌شد گالیله را تبرئه کرد و هیچ لطمه‌ای به‌آبرو و اقتدارِ دادگاه تفتیش عقاید رم وارد نیاورد؛ پس در نهان قرار بر این شد که گالیله به‌ارتکابِ خطا اعتراف کند و به دفاع از خود بپردازد، و البته از تخفیفِ حکم برخوردار شود. گالیله کتباً اقرار کرد که در بازخوانیِ گفت‌وگو متوجه شده که در مواردی بیش از اندازه تند رفته است؛ و بعد غرور فطری بشر را در استدلال‌های شخصی‌اش بهانه کرد و گفت که هیچ نیّتِ بدی نداشته است. او، که همچنان منتظرِ صدور حکمِ خفیفی بود، از شنیدن حکم «زندان به مدتِ نامعین» به‌کلی در هم ریخت.

در طی اقامت در رم، از گالیله دعوت شده بود که بعد از محاکمه‌اش با اسقف آسکانیو پیکولومینی[1] سیینایی دیدار کند. سفیر تمهیداتی

1. Ascanio Piccolomini

اندیشیده بود تا گالیله دوران محکومیتش را زیر نظرِ اسقف در اقامتگاه او بگذراند؛ و در واقع انسانیت و درک و همدلیِ همین اسقف پیکولومینی بود که زندگی و سلامتِ عقلِ گالیله را نجات داد. پیکولومینی موفق شد ذهن گالیله را دوباره به علم معطوف کند و ترغیبش کرد نوشتنِ رساله‌اش دربارهٔ حرکت را، که سال‌های سال در فکرش بود، شروع کند. اسقف قبلاً از تصمیم گالیله به نوشتن این رساله، از طریق معلم ریاضیاتش بوناونتورا کاوالیری[1]، که شاگرد کاستلی و دوستِ گالیله بود، خبر داشت.

دخترِ بزرگ گالیله، ویرجینیا، در سال ۱۶۱۶ به یک صومعهٔ فرانسیسی در آرچِتری پیوسته بود و در آنجا «خواهر ماریا چلسته»[2] نامیده می‌شد. گالیله خیلی به دخترش دلبستگی داشت، اما در طی این مدت بسیار کمتر از آنچه هر دو آرزو داشتند توانسته بود به دیدارِ او به صومعه برود. در آن‌زمان خانهٔ گالیله در بلَوسگواردو بود، که تا آرچتری فاصلهٔ خیلی زیادی داشت. بیماری‌های پی در پی چنین سفری را برای گالیله بسیار مشکل می‌کرد، و دخترش هم به علت نبود امکانِ مراقبت از پدر بسیار عذاب می‌کشید. گالیله در سال ۱۶۳۱ خانه‌ای ییلاقی در آرچتری در مجاورتِ زمین‌های صومعه خریده بود، که حالا برای بازگشت به آن صبر و قرار نداشت. نامه‌های دخترش معرف زنی است فوق‌العاده باهوش و بسیار بااحساس که هرگز در وفاداری‌اش به پدر یا پایبندی‌اش به دین و آیین تردید نکرد ــ حتی در دورانی که محاکمه برگزار می‌شد. اگرچه ویرجینیا در آن دوران لابد روزگارِ سختی داشته است، به نظر می‌رسد خواهران دیگر هم در

1. Buonaventura Cavalieri
2. Maria Celeste

شادمانی او از رهاییِ گالیله از زندان در رم شریک بوده باشند. نامه‌های ویرجینیا اشتیاقِ پدر را به بازگشت چندان می‌کرد، مثلاً وقتی که نوشت:

> در کبوترخان، دو کبوتر در انتظارت نشسته‌اند که بیایی و نوش جانشان کنی؛ باغ مملو از لوبیاهایی است که باید بچینی‌شان. برجی که ساخته بودی سوگوار غیبتِ طولانی توست. در رم که بودی به خودم می‌گفتم: «چه خوب بود که او در سیینا بود!» حالا که در سیینایی به‌خودم می‌گویم «وای اگر در آرچتری بود!» اما هر چه خدا بخواهد. (PLG, 266)

گالیله سرانجام در پایان سال ۱۶۳۳ اجازه گرفت تا به خانهٔ ییلاقی‌اش برود، و باقی عمرش را در همانجا تحت نظرِ مأموران دادگاهِ تفتیش گذراند.

چیزی از اقامتش در آرچتری نگذشته بود که گرفتارِ مشکلِ فتق شد و از رم اجازه خواست که برای معالجاتِ پزشکی به فلورانس برود. با این درخواست موافقت نشد، و خبرش را درست همان‌روزی به گالیله دادند که برای آخرین‌بار «خواهر ماریا چلسته» را در بستر بیماری شدیدش در صومعه ملاقات کرده بود. مرگ ویرجینیا در دوم آوریل ۱۶۳۴ زخم دیگری بر پیکرِ نحیف گالیله بود که تا سال‌های سال التیام نیافت. تا مدتی او حتی رهایی از این درد را نمی‌خواست، در اواخرِ همان ماه برای دوستی نوشت:

> نتوانستم دربارهٔ اوضاع جسمی و روحی‌ام، که واقعاً غم‌انگیز است، برایت بنویسم. فتق بزرگتر از گذشته عود کرده است؛ غم و غصه و مالیخولیا اشتهایم را کور کرده است؛ از خودم بیزارم و

همیشه صدای دختر محبوبم را که مرا می‌خواند در گوش دارم؛ ... که جز این حتی اندکی از بی‌خوابیِ دائم نمی‌ترسم... فعلاً دل و دماغِ نوشتن ندارم، آنقدر در افکار خودم غرقم که حتی از پاسخ دادن به نامه‌های شخصیِ دوستان هم غافل مانده‌ام. (OP XVI, 85)

۶

سال‌های آخر

گالیله آن اوایلی که در سیِنا اقامت داشت چنان در فکرِ محکومیتش به دست کلیسا بود که در نامه‌ای به خواهر ماریا چلسته نوشته بود که نامش از کتاب زندگان حذف شده است. نامه‌های او به دخترش باقی نمانده‌اند، اما این را می‌شود از پاسخ ویرجینیا به روشنی دریافت:

> نگو نامت را از کتابِ زندگان برچیده‌اند، که نه در میهنِ خودت و نه در هیچ جای دیگر جهان چنین نشده است. تازه، در نظر من اگر اسم و اعتبار تو به مدتی کوتاه در زیر تکه‌ابری پنهان شده بود، حالا آن ابر کنار رفته و نامِ تو پرآوازه‌تر از پیش بر سر زبان‌هاست ــ و این شگفت‌آور است، چون می‌دانم که هیچ‌کس در سرزمین خودش پیامبر شناخته نشده است. (PLG, 265)

حرف‌های دلگرم‌کنندهٔ ویرجینیا صرفاً ترجمانِ شادمانی و راحتی خیالی بود که در صومعهٔ او به مناسبتِ رهایی گالیله از حبس در زندان رم ابراز شده بود. اما بعدها معلوم شد که پیشگویی‌اش درست بوده است، چون در سال ۱۶۳۴ کتابِ مکانیک گالیله را، بسیار پیش از آنکه

به زبان اصلی (ایتالیایی) منتشر شود، مارَن مِرسِنِ[1] راهب به زبانِ فرانسه ترجمه کرد. سال بعد نسخهٔ لاتین گفت‌وگوی بداقبال او که ماتیاس برنگِر[2] ترجمه‌اش کرده بود در استراسبورگ منتشر شد، و در این شکل بسیار بیش از نسخهٔ ایتالیاییِ توقیف‌شده‌اش در جهان مخاطب پیدا کرد. و در سال ۱۶۳۴ نامه به‌کریستینا، که پیش از آن تنها نسخه‌های خطی‌اش دست به‌دست گشته بود، همراه با ترجمهٔ لاتینی‌اش به چاپ رسید، و تمام اروپا را از نظرِ گالیله دربارهٔ دخالت دادنِ آیات کتاب مقدس در موضوعات صرفاً فیزیکی باخبر کرد. عنوان لاتینیِ کتاب مشخص می‌کرد که چنین موضوعاتی آنهایی هستند «که بشود با تجربه‌های حسّی و برهان‌های ضروری پدیدارشان کرد»، و به این ترتیب تعریفِ دقیقِ گالیله از این نوع علم که باید از سانسورِ مذهبی معاف باشد به‌روشنی مطرح شد تا دانشورانِ اروپا آن‌را ملاحظه و بررسی کنند. مترجم این کتاب الیا دیوداتی[3] بود که سال‌ها از پاریس با گالیله مکاتبه داشت، و ناشرِ آن بنگاهِ اِلزویر که مرکزش در هلند بود.

چندین کتاب در اعتراض به گفت‌وگو منتشر شد که گالیله نمی‌توانست به‌طور علنی به‌آنها پاسخ بدهد. گالیله هنگام خواندنِ یکی از اینها که ارسطویی سرسختی به‌نام آنتونیو روکّو در ونیز تألیفش کرده بود، به‌نوشتن یادداشت‌هایی در حاشیهٔ صفحات کتاب پرداخت و بعد برمبنای آنها پاسخ‌ها و گزارش‌های مفصلی تهیه کرد. نسخه‌هایی از این پاسخ‌ها را برای فولجنزیو میکانزیو[4]، راهبِ سرویتی، که دستیارِ سارپی بود و پس از مرگ سارپی در سال ۱۶۲۳ به‌جای او در مقامِ مشاور مذهبی حکومت ونیز نشسته بود، فرستاد. میکانزیو در دورانِ

1. Marin Mersenne
2. Matthias Berneggér
3. Elia Diodati
4. Fulgenzio Micanzio

اقامتِ گالیله در پادوا دوست و ستایشگر او بود، و از این پس مخاطب دائمی نامه‌های گالیله شد و در بسیاری موارد خدمات ارزنده‌ای به‌او کرد. برای گالیله نوشت که:

> فقط گفت‌وگوی تو و کتاب روکو را با خودم به خانه بردم؛ چیز دیگری نبردم. هر دو را با لذت خواندم. مشغولیتِ ذهنم چنان بود که خیرگیِ چشم به نظارهٔ دلقکی که بندبازی می‌کند... دیگر نمی‌توانم فیزیکِ غیرتجربی و مبتنی بر حدس و گمان را تحمل کنم؛ در نظرِ من، اصول ارسطویی پس از بررسیِ دوباره ــ کاری که تو کرده‌ای ــ دود می‌شوند و به هوا می‌روند. (GW, 362)

در میان موضوعاتِ متعددی که گالیله بر آنها شرح و تفسیر نوشت یکی هم کتاب روکو بود ــ کتاب مهمی در ریاضیات ــ که درباره‌اش قبل از رفتن به فلورانس در سال ۱۶۱۰ مقاله‌ای تألیف کرده بود (که حالا گم شده است). موضوع پیوستار بود، که بعدها با ابداعِ حسابِ دیفرانسیل به‌آن پرداخته شد. گالیله با تحلیل هندسی‌اش از پیوستار سرانجام در سال ۱۶۰۸ موفق به درک شتاب یکنواخت سقوط آزاد شده بود. او اکنون تحلیل مشابهی را در مورد ساختار ماده به‌کار گرفت ــ چنان‌که در اولین گفت و شنود آخرین و مهم‌ترین کتاب علمی‌اش هم، که در سیینا شروع به نوشتنِ آن کرده بود، مشهود است. این کتاب، که دو علم جدید نام دارد، در سال ۱۶۳۸ در لیدِن توسط یکی از اعضای خاندان الزویر که به تازگی بنگاه نشر مستقلی برای خودش دایر کرده بود منتشر شد. گالیله از سال ۱۶۳۴ تا سال ۱۶۳۷ مشغولِ نوشتن این کتاب بود. دو علم جدید شاملِ دو بررسیِ کمابیش مستقل در حوزه‌های اصلی فیزیک یعنی ساختار ماده و قوانین

حرکت بود، که هر یک به‌صورت محاوراتِ همان شخصیت‌های کتابِ گفت‌وگو در دو «روز» تنظیم شده بود. گالیله این دو موضوع را بسیار ماهرانه به‌هم مرتبط کرد؛ ابتدا در بخش اول کتابش با بررسی ساختار و مقاومتِ مواد مبانی ریاضیاتی و همچنین فیزیکی‌ای ساخت که بعداً آنها را در تحلیلِ حرکت، در بخشِ دوم، به‌کار گرفت.

نیمهٔ اول کتاب تا اواسط سال ۱۶۳۵ کامل شد، و گالیله به پیشنهاد یک امیرزادهٔ مدیچی نسخه‌ای از دستنویسِ آن‌را به یک مهندسِ فلورانسی داد که عازم آلمان بود تا به‌خدمتِ امپراتور مقدس روم دربیاید. منظور این بود که در صورتِ امکان ناشری برای کتاب پیدا کنند که از حکمِ جاری در رم مبنی بر ممنوعیتِ چاپ یا تجدیدِ چاپِ نوشته‌های گالیله یا متونی که تصحیح کرده است، چه آثارِ گذشته چه آینده، خبر نداشته باشد. خود گالیله هم تا مدت‌ها از شدتِ این ممنوعیت به‌طور کامل خبر نداشت، و تازه وقتی به‌وخامتِ اوضاع پی برد که میکانزیو در نامه‌ای ماجرای ملاقاتش با بازجوی دادگاهِ تفتیش عقاید ونیز را برایش نوشت. بازجو پس از مطرح شدن موضوعِ مجوزِ انتشار برای کتابِ جدید گالیله، که هیچ ربطی هم به‌دین و کلیسا نداشت، حکم را یادآور شده بود و میکانزیو اعتراض کرده بود که معنی‌اش این نیست که گالیله اجازه نداشته باشد حتی مثلاً روایتی از نیایش خداوندگار را هم منتشر کند. بازجو عینِ عباراتِ حکم را با حالتی آمرانه به‌او نشان داده بود، که واقعاً چاپ هر نوع نوشته‌ای از گالیله را، حتی هر کتابی را که او صرفاً تصحیح‌اش کرده بود، ممنوع می‌کرد.

مهندسِ فلورانسی چندین ماه با صبر و حوصله در آلمان و لهستان تلاش کرد تا ناشری پیدا کند، اما همه‌جا یسوعی‌ها هشیار بودند که

مبادا کتابی از گالیله منتشر شود. جالب اینکه تنها ناشرِ مشتاقی که پیدا شد کاردینالی بود که در خانهٔ خودش ماشین چاپی مستقر کرده بود، اما قبل از اینکه کار شروع بشود این ناشر مُرد. در همین احوال دیوداتی به‌گالیله توصیه کرده بود که با خانوادهٔ الزویر، که قبلاً نامه به‌کریستینا را همراه با ترجمهٔ لاتینی خودِ او و همچنین نسخهٔ لاتینی گفت‌وگو را منتشر کرده بودند، مذاکره کند. یک ریاضیدانِ فرانسوی هم از گالیله خواسته بود که دستنویسِ دو علم جدید را برایش بفرستد و به‌او اطمینان داده بود که می‌تواند در فرانسه ناشری برای این کتاب پیدا کند. سرانجام لوییز الزویر، که چاپخانهٔ مستقل‌اش را تازه دایر کرده بود، در آرچتری گالیله را ملاقات کرد و کار انتشار کتاب را پذیرفت؛ بخشی از دستنویس قبل از آنکه الزویر ایتالیا را ترک کند توسط میکانزیو به‌او تحویل داده شد، و باقی کتاب هم به‌تدریج در چند نوبت باز هم توسط میکانزیو به‌چاپخانه در لیدن فرستاده شد. این حرف‌های احساسات‌برانگیز که گالیله مجبور بود دور از چشمِ مأمورانِ گوش به‌زنگ دادگاه تفتیش، که او را در آرچتری زیر نظر داشتند، دستنویس کتاب خود را «قاچاقی» خارج کند فقط قصه است. درواقع، از همین اطلاعات کمی که در دست داریم معلوم می‌شود که این مأموران در اثر همنشینی با گالیله بسیار به‌او علاقه‌مند شده بوده‌اند و صرفاً «ایفای وظیفه» می‌کرده‌اند، یعنی کارشان عمدتاً این بود که مراجعانِ به‌گالیله در آرچتری را بازرسی می‌کردند و خبرش را می‌دادند.

گفت‌وگو، به‌خاطرِ اهمیتش از دیدگاه علم فیزیک، بسیار جلب توجه کرده بود اما احتمالاً بیشتر خوانندگانش آن‌را به‌خاطر بحثی که دربارهٔ نظام‌های نجومی داشت و همچنین به‌خاطر معروفیتش به‌عنوانِ

یک کتابِ ممنوع می‌خواندند. چنان‌که تامس هابز[1] در ملاقاتی با گالیله در ۱۶۳۴ با اطمینان اظهار کرده بود، این کتاب به انگلیسی هم ترجمه شده بود، اما ترجمه‌ای که هرگز منتشر نشد چون نسخهٔ آلمانی برنگر آن‌را در انگلستان هم مانند جاهای دیگر در دسترسِ دانشورانِ علاقه‌مند قرار داده بود. سر آیزاک نیوتون بعدها ترجمهٔ انگلیسی مستقلِ دیگری از گفت‌وگو را که در سال ۱۶۶۱ منتشر شده بود خواند و هنگامی که اولین‌بار در سال ۱۶۶۶ به فکرِ گرانشِ جهانی افتاد یادداشت‌هایی بر این کتاب نوشت. گالیله قانون سقوط اجسامِ خود را بسیار به‌اختصار در گفت‌وگو آورده بود و قول داده بود که در یکی از کتاب‌های بعدی‌اش به طورِ کامل به آن بپردازد. از دیگر مطالبِ فیزیکی مهمی که در این کتاب پیدا می‌شد یکی هم اصل گالیله‌ای نسبیتِ حرکت بود که بعداً کریستیان هویگنس آن‌را به نحو ستایش‌برانگیزی مدون کرد، و دیگری مفهومِ گالیله‌ای پایستگی حرکت بود که بعداً دکارت بسطش داد و نیوتون آن‌را به‌عنوانِ قانون لختی تبیین کرد ــ به طریقی که البته خودِ گالیله آن‌را از لحاظِ علمی موجه ندانسته بود. اما همهٔ این مطالب، با آنکه به‌خودیِ خود نقصی نداشتند، معرّفِ هیچ چیزی شبیه به‌بدنهٔ اصلیِ فیزیک گالیله یا هیچ رهیافت نظام‌مندی به‌موضوع ــ مانند آنچه در دو علم جدید دیده می‌شود ــ نبودند.

از دو علم جدید اولی واقعاً جدید بود؛ پیش از آن هیچ‌کس ساختار ماده را بررسیِ ریاضیاتی نکرده بود، یا نظریه‌ای برای حدِّ مقاومت مواد نپرداخته بود. البته مهندسان و معماران در موردِ دوم، یعنی مقاومتِ مصالح، دانشِ تجربی بسیاری اندوخته بودند. اما این‌همه، در

1. Thomas Hobbes

معنای ارسطویی‌اش، «تخنه» (فن) محسوب می‌شد، که تفاوتِ آن با علمِ مفید در کتابِ گالیله (دو علم جدید) نشان داده شده است. گالیله بحث را از قانون اهرم و فرض توزیع یکنواختِ همچسبیِ میان قطعاتِ جسم جامد آغاز کرد، و به‌منظور سازماندهی دانسته‌ها در این زمینه‌ها نظریه‌هایی ارائه داد، و این مباحث را با استفاده از استنتاجِ ریاضی بسیار فراتر برد. تنها یکی از کشف‌های جالبِ گالیله این بود که بزرگی هر چیزی که متشکل از مواد معینی باشد و در آن نسبت‌های این مواد تغییر نکند حدّی دارد:

> طبیعت هم نمی‌تواند درختانی فوق‌العاده عظیم برویاند، چون شاخه‌های آنها سرانجام زیرِ بارِ وزنِ خودشان خواهند شکست؛ همچنین است که امکان ندارد آدم‌ها، اسب‌ها، یا حیوانات دیگری با قد و قوارهٔ بسیار عظیم، که استخوان‌ها و اندام‌هایشان هم وظایف خود را به‌درستی انجام بدهند، وجود داشته باشند... نتیجه می‌شود که وقتی اجسام کوچک می‌شوند از استحکام یا قدرتشان به همان نسبت کاسته نمی‌شود؛ برعکس، در اجسامِ خیلی کوچک قدرت به‌نسبت بزرگتری افزوده می‌شود، و من باور دارم که یک سگ کوچک بتواند دو یا سه سگِ هم‌جثه با خود را بر پشتش حمل کند، اما تردید دارم که اسبی بتواند به‌یک اسب هم‌جثه با خودش سواری بدهد...
> (TNS, 127)

در جانوران آبزی، چیزی عکسِ جانورانِ خشکی‌زی رخ می‌دهد. در این گروه از جانوران، کار استخوان‌بندی این است که هم وزن خودش را تحمل کند و هم وزن گوشت را؛ در حالی که در گروهِ اول، گوشت وزن خودش و وزن استخوان‌ها را تحمل می‌کند. پس دیگر جای شگفتی نیست که چرا

جانورانِ بسیار بزرگ در آب می‌توانند وجود داشته باشد و در زمین ــ یعنی در هوا ــ نه. (TNS, 129)

اینها مثالی از علمِ مفید در تقابل با دانش عملی است. برای گالیله در درجهٔ اول سازماندهی ریاضیاتیِ دانش موجود، طوری که بشود معلومات بیشتری از آن استنتاج کرد، جالب بود، در حالی که دیگران به‌دنبال اصولی بودند که بتوان از آنها تمامیِ حقیقت را از راهِ کاربردِ منطق نتیجه گرفت. تحقیقاتِ گالیله چنان کاری می‌برد که وقت چندانی برایش باقی نمی‌ماند تا ــ حتی اگر میلش را هم می‌داشت ــ در تأملاتِ فلسفی، که در زمان تألیف آخرین کتابش دیگر تحملش را هم نداشت، غوطه‌ور شود. محاسباتی که به‌او جهتی را که در آن علم پیشرفت می‌کرد نشان داده بودند بسیار وقتگیر بودند؛ این محاسبات، تنها در مقالاتی که از گالیله باقی مانده است، صدها ورق را اشغال کرده‌اند. فقط با چنین کارهای شاقی بود که گالیله توانسته بود شواهد فراوانی علیه اعتقاداتِ جاافتادهٔ فیلسوفان طبیعت فراهم بیاورد. دیگران هم برای درک کامل این شواهد می‌بایست همین نوع کارهای سخت را انجام می‌دادند. بیشترِ مردم، چنان‌که خودِ گالیله گفته بود، وعده‌های بزرگ را می‌پسندیدند؛ اما آنچه او ارائه داد جز علمی کم‌توقع و مفید نبود.

دومین علمی که گالیله عرضه کرد، چنان‌که در مدخلِ آن اظهار کرده است، به‌معنای کاملاً متفاوتی جدید بود. این علم همان علمِ حرکاتِ طبیعی بود که درباره‌اش (به‌گفتهٔ خودِ گالیله) کتاب‌های بسیاری نوشته شده بود بی‌آنکه در آنها توجهی به‌خواص اساسی حرکت که او جستجویشان می‌کرد شده باشد. ارسطو تمامی فیزیک را

بر حرکت و تغییر بنیاد گذاشته بود، اما هیچ‌کس قانونی برای شتاب اجسام در سقوط طبیعی عرضه نکرده بود، یا مؤلفه‌های مستقلِ حرکت را که امکانِ توصیف دقیقِ مسیر پرتابه‌ها را فراهم می‌کرد نشناخته بود. از این دو موضوع، اوّلی مبنایِ گفت‌وگوی سومِ گالیله و دومی اساسِ گفت‌وگوی چهارم و آخرینِ اوست. گالیله گفت‌وگوی پنجمی هم دربارهٔ نیروی کوبش نوشته بود، اما از آنجا که خودش رضایت کامل از آن نداشت تصمیم گرفت منتشرش نکند.

علمِ حرکاتِ طبیعی گالیله هم علمِ مفید بود ــ در همان معنایی که علم مقاومتِ مواد او مفید بود. در این مبحث، گالیله قضایای بسیار زیادی گنجاند که تنها از لحاظِ نظری اهمیت داشتند، اما پایه‌های بررسی ریاضیاتی بسیاری از مسائل عملیِ فیزیک را هم بنا کرد. در جایی این حرف را به‌دهان طرفِ ارسطویی گفت‌وگو، سیمپلیچیو، می‌گذارد که صفحهٔ افقی واقعاً صفحه نیست و اینکه مقاومتِ هوا مانعِ حرکت می‌شود، که سخنگوی گالیله علاوه بر موافقت با این گفته، عوامل دیگری را هم که حذفشان ممکن نیست نام می‌برد:

> می‌پذیرم که نتایج حاصل در تجرید، در واقعیت تغییر می‌کنند... [اما] اگر قرار باشد چنین نکاتی را در امورِ واقعی در نظر بگیریم، باید نخست معماران را نکوهش کنیم که خیال می‌کنند با استفاده از شاغول دارند برج‌های بلندی با خطوط موازی می‌سازند. [هرچند این خطوط در مرکزِ زمین به هم می‌رسند]. (TNS, 223–4)

نه‌تنها فیلسوفانِ زمانِ گالیله، بلکه دیگرانی هم تا امروز، آمیزهٔ تخنه و اپیستمه را که علم مفید را تشکیل می‌داد نپذیرفته‌اند. اما جدایی مدامِ این دو از زمان گالیله تا امروز داستان مناسبی برای مقاصد تحلیل و

بررسی بوده است، نه آنچنان‌که از زمان ارسطو تا زمانِ گالیله یک واقعیتِ تاریخی بود.

تا وقتی که دو علم جدید چاپ شد، گالیله کاملاً نابینا شده بود. در نیمهٔ اول سال ۱۶۳۸، پس از مذاکرات و تعهدات متعددِ بازپرسِ ارشدِ دادگاهِ فلورانس، کلیسای رم به‌گالیله اجازه داد که برای دسترسی به پزشکانِ متخصص پیش پسرش در فلورانس زندگی کند، ولی او را از مجالست با دیگران منع کرد. گالیله حتی برای شرکت در مراسم دعای هفتهٔ مقدس هم می‌بایست برای خروج از خانه‌اش اجازهٔ مخصوص می‌گرفت و مجبور بود قول بدهد که با کسی صحبتی نخواهد کرد. نابینایی برایش عذاب بزرگی بود. نه‌فقط به‌این دلیل که دیگر نمی‌توانست بخواند یا بنویسد بلکه به‌این علت که حسرتِ مشاهده، که به‌لطف استعدادی کم‌نظیر توانسته بود در همهٔ دوران زندگی‌اش از راهِ آن به‌کشفیاتی در فیزیک و نجوم نایل شود، به‌دلش مانده بود:

> افسوس که دوست و خدمتگزار شما گالیله در این یک ماهِ گذشته به‌نابیناییِ علاج‌ناپذیری گرفتار آمده است ــ چنان‌که این فلک، این کرهٔ خاک، و این عالم که من آن‌را با کشفیات استثنایی‌ام و با دلایل روشن، صد بار از آنچه خردمندانِ اعصار گذشته باور داشتند بزرگتر کردم، از این پس برایم به‌چنان فضای کوچکی بدل می‌شود که ابعادش از قلمرو حواس و احساساتم فراتر نخواهد رفت. (PLG, 283)

در اواخر سالِ ۱۶۳۸، شاگرد جوانی به‌نام وینچنزو ویویانی[1] در

1. Vincenzio Viviani

منزلِ گالیله مقیم شد تا پیش او زندگی کند و از او تعلیم بگیرد، و در ضمن محرّرِ او هم باشد. چندین سال بعد ویویانی اولین زندگینامهٔ نسبتاً مفصلِ استادش را نوشت، که با وجود اشتباهاتِ آشکاری که در آن پیدا می‌شود ارزش خاصی دارد، چون حاوی حکایت‌های شخصیِ جالبی است که او از خودِ گالیله در آن آخرین سال‌های عمرش شنیده است.

در سال ۱۶۴۰ گالیله به درخواست پرنس لئوپولد مدیچی نامهٔ مفصلی در پاسخ به بخش‌هایی از یکی از کتاب‌های فورتونیو لیچِتی، استاد فلسفه در دانشگاه پادوا، تقریر کرد. لیچتی تألیفات متعددی از نوع کتاب‌های معمول ارسطوییان داشت که در آنها برحسب اصطلاحات متداولِ ارسطویی به شرحِ دنباله‌دارها، ستاره‌های جدید، سنگ‌های فسفرسان، و پدیده‌های دیگری که دانشمندان برایشان توضیحاتِ دیگری داشتند پرداخته بود، و گالیله از مدت‌ها قبل با او روابط دوستانه‌ای داشت. گالیله در کتاب گفت‌وگویش نور ضعیفی را که بر ماه تقریباً نو دیده می‌شود ناشی از بازتاب نور خورشید از زمین دانسته بود، و لیچتی در بحثِ فسفرسانی این توضیح گالیله را به صورت غلط نقل کرده و به آن تاخته بود. لیچتی از نامهٔ گالیله باخبر شد و از او خواست نسخه‌ای از آن برایش بفرستد تا بلکه بتواند پاسخ‌های خود را در رد مطالب این نامه چاپ کند. گالیله پذیرفت، اگرچه مایل بود قبلاً نامه را بازبینی و پرداخت کند چون آنرا به قصد انتشار نوشته بود. این نامه بخصوص از این جهت اهمیت دارد که بازتابندهٔ موضعِ آشتی‌جویانه‌ای است که گالیله در آخرین سال‌های عمرش در برابرِ ارسطو ــ اما به هیچ‌وجه نه در مورد کسانی چون لیچتی که مدعی پیروی او بودند ــ اختیار کرده بود.

گالیله در ضمن مکاتباتش با لیچتی گفته بود که خودش را از آنهایی که شکایت دارند که او به ارسطو تاخته است ارسطویی بهتری می‌داند. گالیله این رفتار را به احتمال زیاد به این علت پیشه کرد که در دلش احساس می‌کرد ــ هرچند هرگز نمی‌توانست به زبان بیاورد ــ که از آنهایی که بر ضد مکتبِ کپرنیک حکم داده بودند متکلم بهتری بوده است. درهرحال، لیچتی پاسخ طعن‌آمیزی داد که اینکه گالیله مدعی شده است تعارضی با تعالیم ارسطو ندارد برایش خبر بسیار خوشی بوده است: «ظاهراً من از نوشته‌های شما خلاف این گفته را استنباط کرده بوده‌ام، ولی ممکن است در این‌باره مثل باقیِ کسانی که با من هم‌عقیده‌اند اشتباه کرده باشم.» و گالیله پاسخ داد:

لازمهٔ ارسطوباوری واقعی ــ یعنی فیلسوف ارسطویی بودن ــ این است که فلسفه‌پردازیمان سازگار با تعالیم ارسطو باشد... که یکی از این تعالیم اجتناب از مغالطه در استدلال است... در این مورد، گمان می‌کنم قطعیتِ اثبات را از پیشرفت‌های بیشماری که توسط عالمان ریاضیاتِ محض حاصل شده است یاد گرفته باشم، که ابداً مغالطه در کارشان نیست. پس، تا اینجا من ارسطویی‌ام.

یکی از راه‌هایِ درست جستجوی حقیقت این است که تجربه را مقدم بر استدلال بشماریم چون مطمئن‌ایم که هر مغلطه‌ای باید ــ دست‌کم پنهانی ــ در دومی جا خوش کرده باشد، زیرا ممکن نیست که تجربهٔ حسّی برخلاف حقیقت باشد. این درواقع اصلی است که ارسطو بسیار به آن معتقد بود و آنرا بسیار بیش از هر مرجع دیگری در جهان ارج می‌نهاد...

آنها که تلقی ناشیانه‌ای از این اصل دارند چنین به نظرشان خواهد رسید که فلسفه‌ورزیِ خوب این است که به هر نظر یا

قولی که ارسطو پیشنهاد کرده است معتقد باشند. آنها برای تأیید این نظرها و اقوال ناچار می‌شوند که تجربهٔ حسّی را انکار کنند و تعابیرِ عجیب و غریبی از متونِ ارسطو بیرون بکشند... من مطمئن‌ام که اگر ارسطو به‌زمین بازمی‌گشت مرا، با توجه به‌تضادهای اندک ولی قاطعم، در میان پیروانش به‌بسیاری کسان دیگری که برای صحّه گذاشتن بر هر حرفی که او گفته است دست به‌سرقتِ مفاهیم از نوشته‌های او می‌زنند ولی هیچ‌وقت به‌افکارش رسوخ نمی‌کنند ترجیح می‌داد. (GW, 408–9)

لیچتی نه‌تنها به‌نظریات گالیله معترض شده بود بلکه آنها را به‌غلط در کتابش نقل کرده و از قول او چیزهایی آورده بود که گالیله هرگز نگفته بود، و البته بعضی از این حرف‌ها را قبلاً هم ارسطوییان دیگر به‌او منسوب کرده بودند. گالیله با شکیبایی این اظهارات را تصحیح کرد، استدلال‌های خودش را دوباره توضیح داد، و اشتباهاتِ بسیار متعددِ استدلال‌های لیچتی را عیان کرد. اما هیچ امیدی به‌متقاعد کردن فیلسوفانِ دانشگاهی به‌علمِ معقول و مفید نبود؛ لیچتی هیچ چیزی دربارهٔ خطرهای چشم‌بسته پذیرفتنِ احکام مراجع و تعبیر آنها برای جورکردنشان با تصوراتِ پیش پنداشته یاد نگرفت، و یک کتابِ ۱۸۳ بخشیِ ملال‌آور را به‌تکذیبِ مطالب نامهٔ گالیله اختصاص داد. چند قرن بعد، چندتایی از فیلسوفان (قبل از همه دیوید هیوم) تقریباً همان نگرشی را به‌علم اختیار کردند که گالیله کرده بود، و چندتایی دیگر به‌تأیید نظریاتی پرداختند که ــ نه‌چندان سنجیده ــ فرض بر آن بود که متعلق به‌گالیله‌اند، اما بیشتر فیلسوفان ترجیح دادند، به‌دور از جهانِ محسوس، به‌ساختنِ چیزی ادامه بدهند که او آن‌را «جهان‌هایی بر کاغذ» نامیده بود.

درواقع، ارائهٔ دنیای تجربه‌های روزمره در کتابی چاپ‌شده بر کاغذ بسیار دشوار است و گالیله از اندک نویسندگانی بود که بسیار خوب از عهدهٔ این کار برآمدند. او موفقیتش را مدیون انبوهی از مثال‌های ساده و معمولی از چیزهایی است که هرکس متوجه آنها می‌شود بی‌آنکه درباره‌شان فکر کند. تقریباً غیرممکن است که یکی از استدلال‌های گالیله در مورد بازتاب نور از زمین را، که لیچتی انکارش کرده بود، در گفت‌وگو بخوانیم و ماهِ واقعی، ابرهای واقعی، و کوه‌های واقعی را به‌ذهن نیاوریم ــ نه صرفاً تصورِ «ماه» در نجوم و سخنان انتزاعی دربارهٔ ابرها و کوه‌ها را:

سالویاتی[1]: برایم بگو، ماه وقتی تقریباً کامل است ــ که می‌شود آن‌را هنگام روز و همچنین در نیمهٔ شب دید ــ آیا در وقت روز درخشانتر است یا در وقتِ شب؟

سیمپلیچیو: بی‌اندازه درخشان‌تر در شب... و من گاهی ماه را در روز در میان تکه‌ابرهای کوچک مشاهده کرده‌ام، که مثل تکه‌ابر بیرنگی دیده می‌شد؛ اما در شب بعدی بسیار درخشان بود.

سالویاتی: پس اگر هرگز اتفاق نیفتاده بود که ماه را جز در موقع روز ببینی، اصلاً گمان نمی‌کردی که درخشانتر از آن تکه‌ابرهای کوچک باشد... حالا بگو ببینم آیا قبول داری که ماه واقعاً شب‌ها درخشانتر است تا روزها، یا گمان می‌کنی که درخشان‌تربودنش در شب صرفاً تصادفی بوده است؟

سیمپلیچیو: من معتقدم که درخششِ ذاتی ماه در شب و روز یکی است...

---

1. Salviati

سالویاتی: حالا بگو ببینم آیا هیچ‌وقت دیده‌ای که خورشید نیمه‌شب هم زمین را روشن کرده باشد؟...

سیمپلیچیو: غیرممکن است کسی که مثل ما روی زمین باشد در وقت شب بتواند طرفِ روز زمین را هم ببیند...

سالویاتی: پس هیچ‌وقت نشده است ببینی که زمین جز در هنگام روز روشن باشد، اما می‌بینی که ماه در تیره‌ترین شب‌ها هم در آسمان می‌درخشد. و به همین دلیل است که پذیرفته‌ای زمین مثل ماه نمی‌درخشد، چون اگر می‌توانستی از جایی که مثل شب تاریک است به زمین که از خورشید نور گرفته است نگاه کنی، آن‌وقت می‌دیدی که چقدر از ماه باشکوه‌تر است. پس اگر می‌خواهی مقایسه‌ات درست باشد، باید نور زمین را با نوری که ماه در وقتِ روز دارد قیاس کنی نه با نور ماهِ شبانگاهی...

حالا خودت معترفی که قبلاً ماه را در وقتِ روز در میانِ تکه‌ابرهای مایل به سفید دیده‌ای، که خودش هم شبیه به یکی از همان ابرها بوده است. پس می‌توانیم از همین ابتدا بپذیریم که این ابرهای کوچک، اگرچه از مادهٔ عنصری ساخته شده‌اند، همان‌قدر درخورِ دریافتِ نورند که ماه. بهتر اینکه، اگر تکه ابرهای بزرگی به سفیدی برف را که لابد گاهگاهی اتفاق افتاده است که در آسمان دیده باشی‌شان به خاطر بیاوری، تردید نمی‌شود کرد که اگر چنین ابری می‌توانست درخششِ خود را در دلِ شب هم حفظ کند، فضای اطرافش را چنان روشن می‌کرد که یکصد ماه جمعاً هم نمی‌توانستند.

پس اگر مطمئن بودیم که زمین هم به‌اندازهٔ یکی از این ابرها از خورشید نور می‌گیرد، هیچ پرسشی دربارهٔ اینکه

درخشندگیِ آن از درخشندگیِ ماه کمتر نیست باقی نمی‌ماند. و حالا همهٔ تردیدهامان از بین می‌رود وقتی که می‌بینیم همان ابرها، در غیاب آفتاب، همان‌قدر تاریک‌اند که زمین در دلِ شب. تازه، در میان ما کسی نیست که ابر کم‌ارتفاعی را از دوردست دیده باشد، و درنمانده باشد که این ابر است یا کوه ــ که این خودش نشانهٔ بارزی است که کوه‌ها هم کم‌نورتر از آن ابرها نیستند. (D, 87–9)

برای گالیله روشن بود که برای ایجاد امکان غلبهٔ این نوع علم بر لفاظی‌های فلسفهٔ طبیعت باید ذهن خوانندگانش را به تجربه‌های بصریِ خودشان متوجه نگه دارد، و برای این کار از ابزاری استفاده کرد که از شاعران آموخته بود. گالیله بسیار دلبستهٔ شعر و شاعری بود و سبک نوشتاری خودش را متأثر از آریوستو[1] ــ که می‌گویند آثارش را هم بسیار خوب می‌شناخت ــ می‌دانست. در مجادله بر سر دنباله‌دارها در سال‌های ۱۶۱۹ تا ۱۶۲۳، حریف یسوعی او برای اثبات وجود پدیده‌هایی از شعرا استشهاد کرده بود، و گالیله این نوع شاهد آوردن را مسخره خوانده و گفته بود که طبیعت از شعر محظوظ نمی‌شود. امّا استفاده از شیوه‌های توصیفِ شاعرانه کاملاً موضوعِ دیگری بود، که نه برای توسل به مرجعیتِ یک مؤلف بلکه برای جان دادن به تصوّرِ خواننده از چیزهای مشاهده‌شده به‌کار می‌رفت. در طی همان دوره، گالیله مشوق بعضی شاعرانی شده بود که سعی داشتند در ادبیات همان کنند که پدر گالیله در موسیقی کرده بود و خود گالیله هم داشت در علم می‌کرد. مقالهٔ مشروحی هم در مقایسهٔ شعر آریوستو و شعرِ تاسو[2]

1. Ariosto 2. Tasso

نوشته بود. گالیله به‌منظور جذاب کردنِ علمِ جدید برای خوانندگان غیرمتخصص، از ابزارِ ادبی همان بهره‌ای را می‌گرفت که از ابزار ریاضی برای انتقالِ مفاهیم به متخصصان و همکارانش.

همین علاقه به‌زبان در استدلال‌های گالیله بر ضدِ مداخلات متکلمان در آزادیِ تحقیقاتِ علمی هم مشاهده می‌شود. گالیله در نامه به‌کریستینایش صریحاً ابراز عقیده کرده است که نویسندگانِ کتاب مقدس، با الهامات ملکوتی، زبانی را به‌کار گرفتند که برای مردم عادی به‌آسانی قابل فهم باشد، چنان‌که مثلاً با پرداختن به سکونِ خورشید و حرکتِ زمین تردیدی دربارهٔ مسائل مربوط به‌دین و رستگاری در اذهان آنان ایجاد نشود. به‌نظر گالیله، آنها از پیش می‌دانستند که اگر چنین چیزهایی را دقیقاً آموزش بدهند، کسانی که در این امور تردید می‌کنند به‌صحت گفتارشان دربارهٔ مفاهیم جدی‌تر هم ــ که منظور اصلی‌شان بیان آنها بود ــ اطمینان نخواهد کرد. بلارمینه این را فهمید، اما به‌گالیله هشدار داد که چنین استدلال‌هایی را به‌کار نبرد چون مخالفانِ کم‌تجربه‌تر را خشمگین خواهد کرد. گالیله نه‌تنها به‌نکات معنایی توجه کرد بلکه تنها او بود که پرسش‌هایی را که علم می‌توانست پاسخشان بدهد از پرسش‌هایی که فقط در حیطهٔ فلسفه بود متمایز کرد. در این‌باره به‌لیچتی نوشت:

> مسئله یا پرسشِ مرکز عالم، و اینکه آیا زمین در آنجا واقع شده است یا خیر، جزوِ کم‌اهمیت‌ترین مسائل در تمامی علم نجوم است. بزرگترین منجمان هم بسنده کرده‌اند به اینکه فرض کنند کرهٔ خاک در مقایسه با سپهر درخشان ابعاد بسیار کوچکی دارد، و جای آن یا در مرکزِ گردش روزانهٔ آن کره است یا فاصلهٔ ناچیزی از آنجا دارد. دلیلی ندارد که خودمان را برای اثبات این

امر، یا اثبات اینکه ستاره‌های ثابت در فضایی محدود به یک سطح کروی واقع شده‌اند، خسته کنیم؛ همین‌که آنها در فاصلهٔ عظیمی از ما قرار گرفته‌اند کفایت می‌کند. به همین قیاس، سعی کردن برای تعیینِ مرکزِ این فضا ــ که نه شکلش را می‌دانیم نه می‌توانیم بدانیم (و حتی معلوممان نیست که اصولاً شکلی دارد یا نه) ــ به عقیدهٔ من ضرورتی ندارد و کارِ عبثی است. اعتقاد به اینکه زمین را می‌شود در مرکزی قرار داد که موجود بودنش معلوم نباشد به راستی اسف‌انگیز است. (GW, 411)

در نظرِ گالیله چنین بود کارهای مرسومِ فیلسوفان طبیعت، که می‌بایست از آنها روگرداند و به علمِ مفید رو آورد. تا زمانِ گالیله، علم در خدمتِ فلسفه بود و خودِ فلسفه هم در خدمت الهیات. او می‌خواست علم را از فرمانبرداری فلسفه ــ که مانعی تاریخی بر سر راه فایده‌مندی و پیشرفت علم شده بود ــ خلاص کند. در آرزوی این بود که سرانجام فلسفهٔ بهتری ظهور کند، اما مطلق‌گرا نبود و فکر نمی‌کرد که علم باید از تمام قید و بندها رها باشد. در نظر گالیله علم می‌بایست به چنان قیودی مقید می‌شد که هرگز هیچ تعارضی با دین پیدا نمی‌کرد، و از چنین علمی در نهایت فلسفه‌ای حاصل می‌شد که هم با علم و هم با دین به‌خوبی سازگار می‌بود.

بعدها روشنفکرانی که دین را دشمنِ سازش‌ناپذیرِ علم تلقی می‌کردند مفهوم اساسی‌تری از علم که متضمن آزادیِ مطلق بود ارائه کردند. اگر کلیسای کاتولیک مرتکبِ آن اشتباهِ فجیع، یعنی موضع‌گیریِ رسمی به نفعِ یک نوع علم در مقابل نوع دیگر ــ که گالیله بسیار تلاش کرده بود جلویش را بگیرد ــ نشده بود، احتمالاً این مفهوم جدید هم

چندان پا نمی‌گرفت. پس از این موضع‌گیری هم، مثل همیشه، دورهٔ طولانیِ تلاش برای توجیه یک اشتباه به‌کمک پایبندی شدید به‌آن پیش آمد. سرانجام در سال ۱۸۹۰ کلیسا موضعی اختیار کرد که بسیار شباهت به‌آنی داشت که گالیله در نامه به‌کریستینا پیشنهاد کرده بود. وقتی کتابی که در دست دارید برای انتشار آماده‌سازی می‌شد، پاپ جان پل دوم اذعان کرد که در نامه به‌کریستینا «هنجارهای معرفت‌شناسانهٔ مهمی تدوین شده است که برای آشتی دادنِ کتاب مقدس و علم ضروری‌اند.» دلیلی ندارد گمان کنیم که گالیله موقعی که نامه را می‌نوشته واقعاً چنین قصدی نداشته است.

گالیله احساس می‌کرد زیر بارِ حکم «شدیداً مظنون به بدعت‌گذاری» خُرد شده است، چون این حکم او را از کلیسایی که به شدت دوستش می‌داشت جدا می‌کرد؛ چون می‌دانست که فکرِ هیچ بدعتی هرگز به ذهنش خطور نکرده است؛ چون این حکم دومین اشتباهی بود که نهادی که مردم در آن دنبال حقیقت می‌گشتند مرتکب می‌شد، و چون حاصلِ عمرِ خودِ او را محکوم می‌کرد. گالیله مأیوس نبود، چون نجومِ کپرنیک و هر مقولهٔ علمی دیگری طبق دریافت خودش را مطلقاً و کاملاً درست می‌دانست. این را می‌شود از نامه‌ای که در سال ۱۶۴۱ برای دوستی تقریر کرده است فهمید؛ ۱۶۴۱ آخرین سال زندگی‌اش بود و او در این واپسین روزها لابد هیچ امیدی به پاداش یا هیچ واهمه‌ای از مکافاتِ بعدی نداشته است:

> در کذب نظام کپرنیکی به هیچ‌وجه نباید تردید کنیم، بخصوص ما کاتولیک‌ها، که چنین مرجع غیرقابل انکاری داریم، و آن تفسیرِ کتابِ مقدس به دستِ بزرگترین استادان علمِ کلام است، که اجماعِ آنها موجب می‌شود از سکونِ زمین و حرکت

خورشید به دور آن مطمئن باشیم. حدسیاتِ کپرنیک و پیروان او، که برخلاف آیات کتاب مقدس‌اند، هیچ‌یک در برابر این کاملترین استدلالی که متکی به اقتدارِ مطلقِ خداوند است تاب نمی‌آورند و باطل می‌شوند. خداوند قادر است آنچه را به نظرمان می‌رسد به ترتیبی خاص مقرر شده است به ترتیب‌های متعدد یا بهتر بگوییم بی‌شماری مقرر کند، پس نباید وانمود کنیم که دستِ قادر متعال را بسته‌ایم و به درست بودنِ آن ترتیبی پای بفشاریم که ممکن است غلط باشد.

و من درست همان‌طور که مشاهدات و فرضیات کپرنیک را ناکافی تلقی می‌کنم، فرضیات افلاطون و ارسطو و پیروان آنها را هم، که بی‌هیچ نیازی به تعقلِ فرابشری به آسانی می‌توانیم ناقص بودنشان را دریابیم، به همان اندازه و حتی بیش از آن سفسطه‌آمیز و غلط می‌دانم. (GW, 417)

رد کردن همهٔ نظام‌ها به این معنی است که ــ چنان‌که گالیله در گفت‌وگو اظهار کرده است ــ بگوییم: «هیچ رویدادی در طبیعت نیست، نه حتی کوچکترین رویداد موجود، که تا ابد برای نظریه‌دان‌ها کاملاً قابل درک باشد». گالیله به علم به عنوان «یک روش استدلال که بشر می‌تواند دنبال کند» با همان عمقی وفادار بود که هرکس دیگری که تا آن‌زمان زیسته بود می‌توانست باشد، اما نوع علمی که او مطرح کرد با آنچه فرض می‌کند که هر مسئله‌ای سرانجام به طور کامل حل‌شدنی است کاملاً تفاوت داشت. علم به عنوان تقریب‌های پی در پی را نمی‌شود به اتهامِ جستجوی پایان‌ناپذیرِ حقیقتِ عالم محکوم کرد. اینکه چگونه ممکن است در جستجوی چیزی باشیم که می‌دانیم هرگز نمی‌شود

به‌آن رسید، و با این‌همه مطمئن باشیم که هر سال از سال پیش به‌آن نزدیکتر شده‌ایم، یک پرسشِ فلسفی است نه علمی. پاسخ علم‌پیشگان در نظریه و عملِ اندازه‌گیری و در نظریهٔ خطاست که با آن می‌شود دقّت اندازه‌گیری را برآورد کرد بی‌آنکه به‌اندازه‌گیریِ دقیق معرفت مطلق داشته باشیم.

وجدان خود گالیله، هم به‌عنوانِ کاتولیک و هم در مقام دانشمند، راحت بود. یک‌بار به‌مناسبتی، کم یا بیش از فرطِ استیصال، نوشت که گاهگاهی دلش می‌خواسته است که تمام آثار علمی‌اش را بسوزاند؛ ولی هرگز به‌فکرش هم نیفتاد که به‌ایمانش پشت کند. کلیسا به‌گالیله پشت کرد و به‌خاطرِ این کار هم تابه‌حال کم مکافات نکشیده است؛ گالیله در مقابل فقط بعضی افرادِ گمراه را مستحقِ سرزنش دانست. وقتی نیکوله فابری دو پرِک[1]، علم‌دوستِ برجستهٔ فرانسوی که در سال ۱۶۰۳ سخنرانی گالیله را در پادوا شنیده بود، به‌او اطلاع داد که دارد نامه‌ای به‌مقامات کلیسای رم می‌نویسد تا برایش تقاضای بخشش کند، گالیله پاسخ داد:

> نامهٔ حضرتعالی، انباشته از ابراز لطف و حُسن نیت، موجب می‌شود که بداقبالی‌ام برایم گواراتر شود، و به‌نحوی رنج و محنت بیشتری نصیب دشمنانم می‌کند؛ بی‌این دشمنان واقف نمی‌شدم که ستایش‌برانگیزتر از هر چیز انسانیت است، و مهر و عطوفت حامیان شریفم، و بالاتر از همه علاقه و صمیمیتِ آن عالیجناب، بر من پوشیده می‌ماند... نامهٔ شما دشمنانم را برمی‌انگیزد که به‌حالم دلسوزی کنند، حالی که در آن، علاوه بر دلیلی که گفتم، این هم هیچ تسکینم نمی‌دهد که معتقد باشم

1. Nicole Fabri de Peiresc

آنچه هنوز بر من ستم روا می‌دارد قساوتِ فزاینده نیست، بلکه، چنان‌که خواهم گفت، به‌نوعی مشیِ رسمیِ کسانی است که می‌خواهند اشتباه اولشان یعنی ظلمی را که به‌مردِ بیگناهی روا داشته‌اند با ادامه دادن خلافکاری‌ها و اشتباهاتشان بپوشانند، چنان‌که مردم گمان کنند که شاید نکات منفی دیگری هم، که علنی نشده‌اند، وجود داشته باشند که بارِ گناهان متهم را سنگین‌تر می‌کنند. (L, 52)

و باز هم در نامه‌ای به همان مخاطب نوشت:

گفته‌ام که امید به بخشایشی ندارم، و این به‌خاطر آن است که جرمی مرتکب نشده‌ام. اگر خطایی کرده بودم، می‌توانستم در انتظار لطف و بخشایشی باشم؛ زیرا تخطیِ بندگان فرصتی برای ابراز ترحم و عفو اربابان است. پس وقتی کسی به‌اشتباه محکوم به تحملِ مجازات می‌شود، قاضیانش ناچار می‌شوند بر او سخت‌تر بگیرند تا کاربردِ نادرست قانون را لاپوشانی کنند. تأثرِ من از این موضوع کمتر از آنی است که شاید دیگران ممکن بدانند، چون دو دلیل برای آرامشِ دائمی دارم ــ اول آنکه در نوشته‌هایم حتی کوچکترین اثری از بی‌حرمتی به‌کلیسای مقدس یافت نمی‌شود؛ و دومی شهادتِ وجدانم است، که تنها خودم و خدایم به‌آن آگاهی کامل داریم. و خدایم می‌داند که دربارهٔ آرمانی که من به‌خاطرش در عذابم، اگرچه ممکن است بسیاری کسان با دانشِ بیشتری سخن گفته باشند، هیچ‌یک، حتی آبای کهن کلیسا، چنین باتقوا و عشق به‌کلیسا سخن نگفته‌اند که من گفته‌ام. (PLG, 278–9)

آرمانی که گالیله به‌خاطر آن مجازات می‌شد، در نظر خودش،

مطمئناً کپرنیک‌گرایی نبود بلکه رویکرد صحیح به علم کلام و عشق شورمندانه به مسیحیت بود. آن «کاربرد نادرست قانون» که گالیله ذکر کرده بسیار بعید است که محکومیت او در سال ۱۶۳۳ بوده باشد، که تا آنجا که به خودِ گالیله مربوط می‌شود اشتباهی در قلمرو واقعیات بود. آنچه او را متأسف می‌کرد اشتباهی بود که متکلمان در سال ۱۶۱۶ مرتکب شده بودند، که آن هم غیرمستقیم به مجازات او منجر شده بود. اشتباه آنها در نظرِ گالیله کاربرد نادرستِ قانونی بود که آبای کلیسا در صدرِ مسیحیت وضع کرده و خردمندانه علم را از دین جدا کرده بودند.

گالیله آنگاه می‌گوید که اگر می‌شد حیله‌ها و ترفندهایی را که در سال ۱۶۱۶ در رم به مرجع عالی کلیسا تحمیل شد آشکار کرد، پاکی نیات او روشن می‌شد. چون مرجع عالی خود متکلمان بودند، حیله‌ها و ترفندهایی که به آنان تحمیل شد می‌بایست کار کسان دیگری بوده باشد، که از این کسان هم در نامه به کریستینا به عنوانِ استادان فلسفه یاد شده است. همچنین، منظور گالیله از «درستیِ نیات» نمی‌توانسته حمایت از کپرنیک بوده باشد، بلکه فقط مبارزهٔ او برای آزادیِ تحقیقات علمی فارغ از مداخلهٔ کلیسا بوده است.

گالیله در نُهم ژانویهٔ ۱۶۴۲ در آرچتری با وجدانی آسوده از دنیا رفت. چند روز بعد لوک هولسته[1]، از وابستگان خاندان کاردینال فرانچسکو باربرینی (مهم‌ترین کاردینال در میان سه کاردینالی که حکم محکومیتِ گالیله را امضا نکردند) خطاب به دوستی در فلورانس نوشت:

1. Luke Holste

امروز خبر رسید که سینیور گالیله درگذشته است. مرگ او ضایعه‌ای است بزرگ نه‌فقط برای فلورانس بلکه برای تمام دنیا، و برای کل این قرن ــ که عظمتی که از این مرد ربانی گرفت بیش از آنی است که شاید وجود تمام فیلسوفانِ عادیِ دیگر به آن داده باشد. اکنون که حسدها فروکش می‌کند، اندیشه‌های والای گالیله کم‌کم شناخته خواهند شد، و نسل‌های آینده را در جستجوی حقیقت راهنمایی خواهند کرد. (GW, 436)

برای مطالعهٔ بیشتر

دربارهٔ گالیله آثار بسیار زیادی به بسیاری زبان‌ها موجود است. نوشته‌ها و مکاتبات گالیله در مجموعه‌ای با عنوان *Le Opere di Galileo Galilei* گردآوری شده است. این مجموعه که ویراستار آن آنتونیو فاوارو[1] است، در سال‌های ۱۸۹۶ تا ۱۹۱۰ در فلورانس منتشر شده و در سال‌های بعد با اضافاتی تجدید چاپ شده است. کتابشناسی‌هایی از آثار گالیله توسط ای‌کارلی[2] و فاوارو (۱۵۸۸ تا ۱۸۹۵) و جی. بوفیتو[3] (۱۸۹۶ تا ۱۹۴۰) تألیف شده، و آخرین فهرست از آثار او توسط ای. مک‌مالین[4] در سال ۱۹۶۴ به‌کتابِ گـالیله، مردِ علم (نگاه کنید به‌فهرست زیر) ضمیمه شده است. فهرستی که در زیر می‌آید محدود به‌کتاب‌هایی است که به‌زبان انگلیسی منتشر شده‌اند؛ برای پیدا کردن مقالات مهم چاپ‌شده در مجله‌ها و تک‌نگاشت‌های پس از سال ۱۹۶۴ باید به‌فهرست‌های کتابشناسی و یادداشت‌های انتهای کتابهای اخیر مراجعه کرد. اما مشخصات مقالاتی که قبل از ۱۹۶۴ منتشر شده‌اند در سه کتابشناسی عمده‌ای که گفته شد یافت می‌شود. کتاب‌های انگلیسی‌ای که اهمیت چندانی ندارند و کتاب‌هایی که به‌گالیله تنها به‌عنوان جزئی از یک موضوع اصلی دیگر پرداخته‌اند در فهرست زیر نیامده‌اند.

---

1. Antonio Favaro
2. A. Carli
3. G. Boffito
4. A. McMullin

الف. کتاب‌هایی که گالیله هرگز منتشر شان نکرد

W. A. Wallace: *Galileo's Early Notebooks: The Physical Questions* (Univ. of Notre Dame, 1977)

I. E. Drabkin and S. Drake: *Galileo On Motion and On Mechanics* (Univ. of Wisconsin, 1960)

S. Drake and I. E. Drabkin: *Mechanics in Sixteenth–Century Italy* (Univ. of Wisconsin, 1969)

ب. کتاب‌هایی که گالیله منتشر شان کرد یا انتشار آنها منسوب به اوست. (به ترتیبِ تاریخِ انتشار)

1605 Cecco di Ronchitti, *Dialogo... della stella nuova* (Padua): trans. in S. Drake, *Galileo Against the Philosophers* (Zeitlin & Ver Brugge, Los Angeles, 1979)

1606 *Le Operazioni del compasso...* (Padua): trans. S. Drake, *Operation of the Geometric and Military Compass* (Smithsonian Institution, Washington, 1978)

1610 *Sidereus Nuncius...* (Venice) *The Starry Messenger*, trans, and abridged in S. Drake, *Discoveries and Opinions of Galileo* (Doubleday, New York, 1957), cited hereinafter as *Discoveries*, Complete trans. with discussion in S. Drake, *Telescopes, Tides, and Tactics* (Chicago, 1983)

1612 *Discorso introno alle cose... in su l'acqua...* (Florence): trans. S. Drake, With Discussion and notes, in *Cause, Experiment and Science* (Chicago, 1981)

1613 *Istoria... della macchie solari* (Rome): trans. *Letters on Sunspots*, abridged in Discoveries

1615 *Lettera a Madama Cristina de Lorena* (Strasbourg, 1636): trans. *Letter to the Grand Duchess Christina*, in *Discoveries*

1619 *Mario Guiducci, Discorso Delle Comete* (Florence): trans, *Discourse on the Comets* in S. Drake and C. D. O'Malley, *Controversy on the Comets of 1618* (Univ. of Pennsylvania, 1960), hereinafter cited as *Controversy*

1623 Il *Saffiatore*... (Rome): trans. in *Controversy*; also abridged in *Discoveries*

1632 Dialogo... (Florence): trans. S. Drake, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems* (Univ. of Caligornia, 1953, rev. 1967)

1638 *Discorsi... intorno a due nuove Scienze*... (Leyden): trans. S. Drake, *Two New Sciences* (Madison, 1974)

ج. زندگینامه‌ها

1829–30 [J. E. Drinkwater], *Life of Galileo* (London)

1870 [Mar Allan–olney], *The Private Life of Galileo* (London)

1879 Karl von Gebler (trans. Sturge), *Galileo Galilei and the Roman Curia* (London)

1903 J. J. Fahie, Galileo, *His Life and Work* (London)

1931 Emil Namer (trans. Harris), *Galileo* (New York)

1938 F. S. Taylor, *Galileo and the Freedom of Thought* (london)

1955 G. de Santillana, *The Crime of Galileo* (New York)

1964 James Brodrick, S. J., *Galileo: The Man, his Work, his Misfortunes* (London)

1965 Ludovico Geymonat (trans, Drake), *Galileo Galilei: A biography and inquiry into his philosophy of science* (New York)

1978 Stillman Drake, *Galileo At Work: His Scientific Biography* (Chicago)

د. مطالعات خاص یا مجموعه مقالات

1965 M. Kaplon, ed., *Homage to Galileo* (Cambridge, Mass.)

1966 C. Golino, ed., *Galileo Reappraised* (Berkeley and Los Angeles)

1967 E. McMullin, ed., *Galileo Man of Science* (New York)

1970 Stillam Drake, *Galileo Studies* (Ann Arbor, Mich.)

1971 J. J. Langford, *Galileo, Science, and the Church* (Ann Arbor, Mich.)

1972 W. R. Shea, *Galileo's Intellectual Revolution* (New York)

1974 Maurice Clavelin (trans. Pomerans), *The Natural Philosophy of Galileo* (Cambridge, Mass.)

1974 Dudley Shapere, *Galileo: A Philosophical Study* (Chicago)

1978 Alexandre Koyré (trans. Mepham), *Galileo Studies* (Hassocks, Sussex)

1978 R. E. Butts and J. C. Pitt, eds., *New Perspectives on Galileo* (Boston)

1984 William A. Wallace, *Galileo and his Sources* (Princeton)

نمایه

آثار علوی ۲۱
آرچتری ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۴۱، ۱۵۹
آسایر ۲۷، ۴۳، ۱۲۰، ۱۲۲، ۱۲۳
آکادمی ادبیات فلورانس ۴۵
آکادمی لینچه‌ای ۸۶، ۹۳، ۹۴، ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۲۹
آکویناس، توماس ۲۰، ۱۱۴
آلمان ۵۶، ۵۷، ۷۹، ۱۴۰
آماناتی، جولیا ۴۰
آیین کاتولیک ۱۶

ائودوکسوس ۲۳
آبلز ۹۳
اتم‌گرایان ۸۷
اتمیسم ۳۶
اتمیسم یونانی ۱۲۲
اخترشناسی جدید (کپرنیکی) ۵۵
ارسطوگرایی ۷، ۳۴، ۳۵، ۳۶
اُرسینی، الساندرو کاردینال ۱۱۰
ارشمیدس ۳۳، ۳۵، ۴۴، ۴۵، ۴۷، ۶۵، ۸۹، ۹۰
اُرلاندوی خشمگین ۱۲۰
اروپا ۲۴، ۵۰، ۱۳۸
اسپانیا ۱۱۹، ۱۲۶
استدلال تخریبی ۸۵
استراسبورگ ۱۳۸
اصول ۴۲، ۶۶
افلاطون ۲۳، ۳۴، ۳۶، ۵۵، ۶۴، ۶۷، ۹۱، ۹۲، ۱۰۰، ۱۲۱، ۱۵۶
افلاطون‌گرایی ۳۴
اقلیدس ۴۲، ۶۶
الزویر، لوییز ۱۴۱
امپراتور مقدس روم ۱۴۰
امریکا ۲۴
انجمن فلورانس ۱۰۲
انقلاب علمی ۳۳

انگلستان ۲۳
اولشکی، لئونارد ۱۳
ایتالیا ۱۵، ۲۳، ۳۳، ۵۱، ۸۶، ۱۰۴، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۴۱
ای‌کارلی ۱۶۱
ایلیاد ۱۲۰

باربرینی، فرانچسکو کاردینال ۸۸، ۱۵۹
باربرینی، مافئو ۱۲۳
بارونیوس، چزاره ۵۳
براهه، تیکو ۳۲، ۵۵، ۶۸، ۸۳، ۱۱۹
برکلی، بیشاپ ۸۰
برنگر، ماتیاس ۱۳۸
برونو، جوردانو ۵۲، ۵۳
بطلمیوس ۳۳، ۴۷، ۶۷
بندتی، جی. بی. ۳۲
بوفیتو، جی ۱۶۱
بولونیا ۵۱، ۷۸، ۱۰۴
بیکن، فرانسیس ۲۳، ۲۴، ۳۰

پاپ اوربان هشتم ۱۲۳، ۱۳۰
پاپ پل پنجم ۵۲، ۸۶، ۱۰۹، ۱۱۸
پاپ جان پل دوم ۱۵۵
پادوا ۳۶، ۵۱، ۵۳، ۵۷، ۱۳۹، ۱۵۷
پازادوکس‌های زنون ۶۶
پایستگی حرکت ۱۴۲
پدر کلاویوس ۷۸، ۸۰، ۸۴، ۸۶
پراگ ۷۷، ۸۵
پیام‌آور ستارگان ۹۵، ۱۰۲
پیزا ۱۲، ۴۰، ۴۶، ۴۷، ۷۷، ۷۸، ۸۷، ۱۰۵، ۱۱۸
پیک ستارگان ۷۷
پیکولومینی ۱۳۴
پینلّی، جی. وی. ۵۱
پینلّی، جی وی ۵۱، ۵۳، ۵۴

تجربه‌گرایی ۳۷، ۱۲۳
تراژدی‌نویسان یونان باستان ترینیتا دل‌مونته ۱۰۹،

جنبش‌مایه ۳۴، ۳۵
جنگ جهانی اول ۳۳

چسی، فدریکو ۸۶

حرکت انتقالی ۲۲، ۲۳
حرکت زمین ۱۲

خردگرایی ۱۲۳

دادگاه تفتیش عقاید رم ۱۳۰، ۱۳۳
داروین، چارلز ۱۷
دانته ۲۰، ۴۵، ۴۶
دانشگاه بولونیا ۴۵، ۵۱
دانشگاه پادوا ۳۶، ۴۵، ۴۶، ۵۰، ۵۱، ۵۴، ۵۸، ۶۴، ۷۱، ۱۴۷
دانشگاه پیزا ۴۰، ۴۱، ۴۵، ۴۶، ۴۸، ۵۰، ۸۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۵
دانشگاه رم ۴۶
دانشگاه فلورانس ۷۱
در آسمان ۶۲
دربار توسکانی ۷۲، ۷۷
دربارهٔ آسمان ۲۱
دربارهٔ حرکت ۴۷، ۴۹، ۵۸، ۱۳۴
دربارهٔ دَوران افلاک آسمانی ۱۱۸
دکارت، رنه ۸، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۳۰، ۷۵، ۹۲، ۱۲۳، ۱۴۲
دل‌مونته، گوییدوبالدو ۳۲، ۴۶، ۵۸
دموکریتوس ۳۶
دونم، پی‌یر ۳۳، ۳۴
دوزخ ۴۵
دو علم جدید ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۶
دوک مانتوا ۷۳
دومدیچی، کوزیمو ۷۱، ۱۰۰
دی‌گراتزیا، وینچنزو ۸۷، ۸۸
دین ۱۰، ۱۷، ۱۹
دینی، پی‌یرو ۱۰۵، ۱۰۶
دیوداتی، الیا ۱۳۸، ۱۴۱
راندال، جِی. اچ. ۳۵
رنسانس ۵۰، ۸۱
روتزانته ۵۴
روزانته ۳۸
روکو، آنتونیو ۱۳۸
ریاضیات ۹
ریچی، استیلیو ۴۲
زابارلا، جاکومو ۳۶، ۵۰
زارلینو، جوزفو ۴۱
زندان رم ۱۳۷
سارپی، فرا پائولو ۵۱، ۵۲، ۶۱، ۶۸، ۷۲، ۷۵، ۷۶، ۱۳۸
سارسی ۴۳
ساگردو، جووان فرانچسکو ۵۷، ۱۲۶
سالویاتی، فیلیپو ۸۷، ۱۲۶
سانتوچی، آنتونیو ۱۲
سانتوریو، سانتوره ۵۷، ۵۹

سرعت بیشتر ۶۵
سرعت مساوی ۶۵
سنت آگوستین ۹۹، ۱۰۶، ۱۱۴
سنت جهل ۱۳
سیمپلیچیو ۱۲۶
سیینا ۴۴، ۱۳۷
شاینر، کریستوفر ۹۳، ۹۴، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۳۱

طلوع علم مفید ۲۴

عصر انقلاب علمی ۲۴
علم ۱۰، ۱۷، ۱۹
علم ارسطو ۲۷، ۹۸
علم پزشکی ۳۲
علم قرون وسطا ۸
علم گالیله ۸، ۱۰، ۲۷، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۷، ۸۰، ۹۸، ۱۲۳

فابری دو پرک، نیکوله ۱۵۷
فابریسیوسِ اکواپندنتایی ۵۰
فابریسیوس، یوهان ۹۴
فاوارو، آنتونیو ۱۶۱
فرانسه ۲۳
فرضیهٔ کپرنیک ۱۲
فرقهٔ خادمان مریم ۵۲
فرقهٔ کامالدولیس ۴۰
فرقهٔ کرملی ۱۰۷
فلسفه ۱۰، ۱۷، ۲۰
فلسفهٔ ارسطو ۲۱، ۴۶
فلسفهٔ افلاطون ۴۶
فوسکارینی ۱۰۷، ۱۱۷
فیزیک ۱۰، ۲۲
فیزیک ارسطویی ۴۷، ۵۵
فیزیک گالیله ۸
فیلسوفان ارسطوگرا ۱۰۳

قانون سقوط آزاد ۵۲، ۶۸، ۷۰
قانون سقوط اجسام ۶۱
قانون گرانش جهانی ۷۴، ۹۷
قانون لختی ۱۴۲
قرون وسطی ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۶۴، ۶۵

کاپرا، بالدسار ۶۸، ۷۲، ۷۳
کاچینی، توماس ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۹
کاستلی، بندتو ۹۳، ۹۴، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۳۴
کالبدشناسی ۵۰
کالج یسوعی رم ۴۶، ۱۱۹

کاوالیری ۱۳۴
کپلر، یوهانس ۵۶، ۷۴، ۷۷، ۷۸، ۸۵، ۱۲۰، ۱۲۷، ۱۲۸
کرمبی، الیستایر ۳۷
کرمونینی، چزاره ۳۶، ۵۱، ۶۹، ۷۸، ۸۶، ۸۷، ۱۰۲، ۱۲۶
کلاویوس، کریستوفر ۴۶
کُلن ۷۸
کلیسای کاتولیک ۱۴، ۱۵، ۱۶
کمدی الهی ۴۵
کنت، آگوست ۳۷
کوئرنگو، آنتونیو ۵۴، ۱۱۰
کولمبه، لودویکو دله ۸۴، ۸۸، ۱۰۰، ۱۲۶
کویره، الکساندر ۳۴، ۳۵
کیهان‌شناسی ۲۲، ۴۲، ۹۷، ۱۰۴
کیهان‌شناسی ارسطویی ۲۱، ۲۳، ۶۲، ۱۱۰

گاسندی، پی‌یر ۷۵
گالدین، پل ۹۴
گالیله، مرد علم ۱۶۱
گالیله‌یی، لیویا ۵۷
گالیله‌یی، ویرجینیا ۵۰، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۷
گالیله‌یی، وینچنزو ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۴، ۷۰
گامبا، مارینا ۵۷، ۸۳
گراسی، اراتزیو ۱۱۹
گراندوک توسکانی ۴۲
گفت‌وگو دربارهٔ دو نظام اصلی جهان ــ بطلمیوسی و کپرنیکی ۱۲۵
گفت‌وگو دربارهٔ موسیقی کهن و موسیقی جدید ۴۴
گوییدوچی، ماریو ۱۱۹، ۱۲۰

لاپلاس ۱۲۹
لاک، جان ۳۷، ۱۲۲، ۱۲۳
لورنزینی، آنتونیو ۶۹
لورینی، نیکولو ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۰۵
لوکرسیوس ۱۲۲
لهستان ۵۷، ۱۴۰
لیبری، گولیو ۷۸
لیچتی ۱۴۷، ۱۴۹، ۱۵۳
لیدن ۱۳۹، ۱۴۱
لیورنُو ۵۰

مابعدالطبیعه ۲۱
مازونی، جاکوپو ۴۶
ماگینی، جی. اِی. ۴۵، ۷۸

مایر، سیمون ۶۸، ۷۲
مجسطی ۴۷
مدیچی، لئوپولد ۱۴۷
مرسن، مارن ۱۳۸
مرکوریاله، جیرولامو ۴۶
مسیحیت ۷، ۲۰، ۵۴، ۹۸، ۹۹، ۱۱۰، ۱۱۲، ۱۲۴، ۱۵۹
معرفت‌شناسی ۲۵
مکانیک ۵۴، ۱۳۷
مکتب ارسطویی پادوا ۳۶
مک‌مالین، ای. ۱۶۱
منوتیوس، آلدوس ۳۱
موسیقی کلاسیک یونان ۴۱
میکانزیو، فولجنزیو ۱۳۸
میکل‌آنجلو ۵۷

نامه به کریستینا ۱۷، ۱۰۸، ۱۳۸، ۱۴۱، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۹
نامه‌هایی دربارهٔ لکه‌های خورشید ۹۴، ۹۵، ۹۶
نامه‌هایی راجع به لکه‌های خورشید ۴۹
نجوم ۱۰
نجوم بطلمیوسی ۲۳
نجوم کپرنیکی ۲۳، ۴۲، ۵۵
نسبیت حرکت ۱۴۲
نظام کپرنیکی ۱۲
نیوتون، آیزاک ۸، ۷۴، ۸۵، ۹۲، ۹۷، ۱۲۹، ۱۴۲

واتیکان ۱۶
والریو، لوکا ۴۶
والومبروزو ۴۰
وسالیوس ۵۰
ولسِر، مارک ۹۳
ویویانی، وینچنزو ۱۴۶، ۱۴۷

هابز، تامس ۱۴۲
هاروی، ویلیام ۵۰، ۵۲
هاکسلی، تی. اچ. ۳۸
هلند ۷۵، ۱۱۹
هندسهٔ اقلیدس ۴۲
هورکی، مارتین ۷۸
هولسته، لوک ۱۵۹
هویگنس، کریستیان ۵۹، ۸۵، ۱۴۲
هیپارخوس ۶۲
هیوم، دیوید ۱۴۹

یافت‌باوری ۳۷
یسوعیان ۵۲، ۷۹، ۱۰۲