گالیله‌ئو گالیله

(۱۵۶۴-۱۶۴۲ میلادی)

پرویز شهریاری

چهارصد و چهل سال از تولد گالیله می‌گذرد. سال‌هایی که در آن پیش‌آمدهای بزرگی در تاریخ و دانش انسانی پدید آمده است. ولی افتخار و بزرگی این دانشمند نه تنها کم‌رنگ نشده، بلکه روزبه‌روز کارهای او بیش‌تر مقبولیت عام پیدا کرده و به‌رسمیت شناخته شده است. این وضع برای گالیله تصادفی نبود. او را تا امروز یکی از کشف‌کنندگان مرزها می‌شناسند و بسیاری از تازه‌های دانش را به‌او مدیون‌اند. در این بیش از چهارصد سالی که از زمان گالیله می‌گذرد، خیلی از فرضیه‌ها از درجه‌ی اعتبار افتاده است، در حالی که بیش‌تر نظریه‌های گالیله هم‌چنان مورد مطالعه قرار می‌گیرد و درس داده می‌شود. دلیل این امر آن است که گالیله دوران تازه‌ای را در تاریخ دانش آغاز کرد؛ او توانست جمود سده‌های میانه را درهم بشکند و با فراست نبوغ‌آمیز خود اساس دانش‌های طبیعت را، به‌طرزی نو قرار دهد. در گالیله یک تجربه‌کار و نظریه‌پرداز، مهندس و فیلسوف، اهل مناظره و مبلغ را می‌بینیم. اندیشه‌ی عمیق او همراه با فصاحت کلامش موجب شد تا نگاه تازه‌ای به‌جهان بیاندازد. وقتی به‌مطالعه‌ی او می‌پردازیم، خود را در کنار او و هم‌دست او در مبارزه، حساب می‌کنیم؛ او مسیر حرکت اندیشه‌ی خود را روشن می‌کند، ما احساس می‌کنیم در خلاقیت او شریک‌ایم، به‌همین مناسبت نمی‌توانیم بی‌تفاوت از او بگذریم.

حقیقت‌های اساسی در زندگی گالیله، به‌خوبی روشن است. از خانواده‌ی مشهوری بود، ولی به‌علت ضعف مالی خانواده، او ناچار شد شغل پردرآمدی برای خود پیدا کند و پزشکی را برگزید. ولی او به‌فن بیش‌تر علاقه داشت، می‌خواست طبیعت را بررسی کند، و در این میان به‌ارزش ریاضیات پی برد. گالیله از پزشکی چشم پوشید و مقاله‌هایی درباره‌ی وزن‌های هیدروستاتیک، درباره‌ی محاسبه‌ی گرانیگاه (مرکز ثقل) و غیره نوشت (ولی این مقاله‌ها، چاپ نشد). او را به‌عنوان یک ویژه‌کار به‌رسمیت شناختند و در ۲۵ سالگی در «پیزا» یک کرسی

به‌دست آورد. در سال‌های ۱۵۹۲ تا ۱۶۱۰ میلادی، استاد دانشگاه «پادووا» بود. در این سال‌ها، به‌جز کشف‌های زیادی که در مکانیک داشت ـ قانون سقوط جسم‌ها در محیطی که هوا نیست، حرکت جسم روی محیط سهمی، به‌شرطی که با زاویه‌ای نسبت به‌افق پرتاب شود، جمع سرعت‌ها، اصلی اینرسی (ماند) نسبت به‌نیروهای وارد بر آن و غیره ـ روش بررسی را تنظیم کرد. در سال ۱۶۱۰ میلادی، به‌سبب کشف‌های اخترشناسی خود، به‌کمک دوربینی که خود ساخته بود («تلسکوپ گالیله»)، افتخار بزرگی برای خود کسب کرد. به‌او نتیجه‌گیری‌های «کوپرنیک» را دادند و گالیله با استفاده از این نظرهای تازه، دنبال کارهای کوپرنیک را گرفت. مبارزه در راه به‌کرسی نشاندن نظریه‌ی خورشید مرکزی، فعالیت ده‌ساله‌ی بعدی گالیله را دربر می‌گیرد. برای گالیله، این مبارزه‌ای به‌خاطر اخترشناسی تازه و مبارزه‌ای به‌خاطر مکانیک تازه، و در واقع، مبارزه‌ای به‌خاطر دانش تازه علیه جمود فکری براساس آزمایش و مشاهده، همراه با تجزیه و تحلیل نظری و به‌کارگیری روش‌های ریاضیات در رابطه با مکانیک بود. در سال ۱۶۳۲ میلادی «گفت‌وگو درباره‌ی دو گونه دستگاه جهان» را منتشر کرد و در سال ۱۶۳۳ میلادی، مورد سوءظن دستگاه بازبینی اندیشه‌ها (تفتیش عقاید) قرار گرفت (که در نتیجه‌ی آن در خانه‌ی خود زندانی شد). او در واقع، به‌طور رسمی از آموزش «فیثاغوری» حرکت زمین را پس گرفت، زیرا برخلاف نظر کلیسا بود، و در عمل روی نظر خود ایستاد. گالیله که بیمار و چشمهایش کم‌سو شده بود، تلاش کرد در خودش نیرویی پیدا کند و کارهای مربوط به‌مکانیک خود را دنبال کرد. در سال ۱۶۳۸ میلادی، گالیله، دومین اثر خود را «مناظره‌ای درباره‌ی اثبات ریاضی مربوط به‌دو دانش تازه» که حرکت یکنواخت جسم را در فضای بدون هوا تشریح می‌کرد، چاپ کرد. گالیله کار خود را با دقت تا آخرین روزهای زندگی‌اش ادامه داد.

چندجانبه بودن دانش گالیله شگفتی‌آور است؛ ولی ریاضیات را به‌صورت جدی قرانگرفته بود، گرچه در آغاز سال ۱۶۱۰ میلادی، که در فلورانس در خدمت دوک توسکانی بود، ریاضیات را «دوک بزرگ» نامید. با این همه، گالیله را می‌توان چهره‌ی بزرگی در تاریخ ریاضیات دانست. ریاضیات سهم بزرگی در اندیشه‌های فلسفی او و هم در روش‌های بررسی او دارد. او درباره‌ی بسیاری از مسأله‌های اساسی ریاضیات اندیشیده است و گالیله را باید یکی از بزرگ‌ترین مربیان دانش ریاضی در سده‌ی شانزدهم دانست. که در این‌باره صحبت خواهیم کرد، به‌ویژه درباره‌ی جنبه‌هایی از فعالیت او که کم‌تر روشن شده است.

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های گالیله، به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین زمینه‌های دانش دوران تازه، نفی آموزش ارسطو در این باره بود که فضای کیهانی از ماده‌ای ویژه و فناناپذیر تشکیل شده

است، در حالی که زمین از عنصرهای تجزیه‌پذیر و فاسد شدنی به‌وجود آمده است. گالیله با استفاده از پژوهش‌ها و کشف‌های اخترشناسی خود، روشن کرد که اندازه‌های جهان قابل دست‌رسی را بی‌اندازه بزرگ می‌دید و این‌که این جهان از یک ماده ساخته شده است و تنها یک نوع قانون بر تمام آن حکومت می‌کند. این جهان یگانه ارزش عینی دارد و نباید کیفیت آن را بررسی کرد، چیزی که فیزیک سده‌های میانه ترجیح می‌داد به‌آن بپردازد؛ بلکه باید رابطه‌های کمیتی، شکل‌های هندسی و حرکت آن را بررسی کرد. گالیله در «آزمایش‌گر» که در سال ۱۶۲۴ میلادی نوشته است، می‌گوید: «... وقتی به‌ماده‌ای می‌اندیشم، در ضمن به‌ضرورت می‌اندیشم که ماده باید محدود باشد و یا شکل معینی داشته باشد که در مقایسه با دیگران بزرگ‌تر است یا کوچک‌تر یا در زمان و مکان معینی قرار دارد؛ آیا حرکت می‌کند یا ساکن است؛ آیا با دیگر جسم‌ها تماس دارد یا نه؛ این‌که آیا تنهاست یا بسیار است؟ در هیچ حالتی و با هیچ تصوری نمی‌توان ماده را از این شرط‌ها جدا کرد». ولی «طعم، بو، رنگ و دیگر چیزها، تنها وازه‌اند و مربوط به‌چیزهایی هستند... که به‌طور کامل از جسم احساس می‌شود». از این‌جا حکم گالیله که کتاب بزرگ طبیعت با ریاضیات نوشته شده؛ با زبانی که حرف‌هایش، مثلث‌ها، کمان‌ها و دیگر شکل‌های هندسی است و بدون آن‌ها نمی‌توان طبیعت را فهمید: «که بدون آن‌ها چرخ زدن و گشتن در مازهای (لابیرنت‌های) تاریک است».[1] ریاضیات هرچیزی را که فهمیدنی باشد، درست و دقیق در اختیار ما می‌گذارد. در «گفت‌وگو» می‌خوانیم: «... مساله‌ی مربوط به‌درک را می‌توان به‌صورت دوگانه طرح کرد: به‌صورت فشرده و دقیق، و به‌صورت گسترده؛ وقتی می‌گوییم به‌صورت گسترده، یعنی در رابطه با مجموعه‌ای از چیزهای قابل درک، و این مجموعه‌ای ناشمردنی است، درک آدمی آن قدر خوب است که می‌تواند هزاران حقیقت را، مثل این‌که با یک چیز مقایسه می‌کند، بفهمد؛ ولی اگر درک به‌صورت درست و دقیق باشد، یعنی یک حقیقت را درک کند و به‌طور کامل. پس من تاکید می‌کنم که عقل انسانی، برخی حقیقت‌ها را چنان کامل درک می‌کند که در خود طبیعت است؛ این در واقع، دانش ریاضیات خالص است، یعنی هندسه و حساب.[2]

بنابراین، ریاضیات با دید گالیله، نقش درجه‌ی اول را دارد. گالیله با درک زبان ریاضی طبیعت، باید همه‌ی تلاش خود را در درک ریاضیات زمان خود، به‌کار برده باشد. بنابراین گالیله به«ریاضیات عالی» قدیم و روش جالب ارشمیدس که گالیله مفتون آن بود، مراجعه کرد.

---

۱. همه‌ی این نقل قول‌ها را از «گزارشگر» برداشته‌ایم. گزارشگر را به‌زبان ایتالیایی (Saggiatore) گویند.
۲. گالیله، گفت‌وگو درباره‌ی دو دستگاه بزرگ جهان.

درباره‌ی نهادهای جبری، گالیله از روش‌های پیش از دکارت پیروی می‌کرد، ولی به‌فراوانی از شکل و نمایش شکل‌ها استفاده می‌کرد، اگرچه هنوز «زبان مختصاتی» را به‌کار نمی‌برد. در منحنی جالب به‌نام گالیله شناخته شده است: سیگلوئید و منحنی زنجیری. گالیله با مساله‌های پیوستگی و بی‌نهایت هم کار کرده است.

گالیله پیوسته به‌مکانیک و فیزیک می‌پرداخت. از جمله نشان داد، جسمی که «با حرکتی کند آغاز کرده باشد، به‌سرعتی می‌رسد که کم‌تر از سرعت قبلی است، یعنی در واقع با سرعت کم‌تری حرکت می‌کند» [«گفت‌وگو»]. گالیله بین دو حرکت پیوسته، مقدار سرعت پیوسته و مقدار زمان پیوسته را و در ضمن شتاب حرکت را بررسی کرد. ولی گالیله، در بررسی‌های خود از دیدگاه اتمی به‌ماده می‌نگریست.

بنابراین، روش اندیشه‌ای گالیله چنان بود که با دید تازه‌ای به‌رابطه‌ی بین «پیوستگی» و «غیر قابل تقسیم» می‌نگریست. فیزیک اتمی به‌طور جدی با ریاضیات اتمی به‌هم پیچیده بود که بعدها با فیزیک پیوسته مربوط شد. در ضمن، همان‌طور که «و. پ. زوبُوف» یادآوری می‌کند، غیرقابل تقسیم‌های گالیله، n جزء، مثل ارشمیدس از (n-1) جزء پدید می‌آیند و نه n جزء مثل دموکریت [مقاله‌های زوبُوف «اتمی بودن گالیله» و «مساله‌های تاریخی دانش‌های طبیعی و فن»]. بنابراین، ریاضیات اتمی گالیله، به‌طور کامل به‌آنالیز بی‌نهایت کوچک‌ها می‌رسد. و «از نظر اندیشه‌ی گالیله، با توجه به‌درک شاگردان او، «بوناونتور کاوالیری» (۱۵۹۴-۱۶۴۷ میلادی) و «اوان جلیتْ توریچلی» (۱۶۰۸-۱۶۴۷ میلادی) مفهوم «غیرقابل تقسیم‌ها»، به‌طور عمده در دو حالت عمل ریاضی کاربرد دارد، و تفسیر فیزیکی این مفهوم و کاربرد آن در دنیای فیزیک، در سایه قرار می‌گیرد» [«مساله‌های تاریخ دانش‌های طبیعی و فن» نوشته‌ی «و. پ. زوبوف» چاپ ۱۹۶۴]. با وجود این، یادآوری می‌کنیم اگر به«وین چنسودی و یانی» مراجعه کنیم و دیدگاه گالیله را در نظریه‌ی نسبت‌های اقلیدس ببینیم (خود گالیله تنها گاهی به‌این مطلب در «گفت‌وگو» اشاره می‌کند)، و در برابر ما فهرست کاملی از ریاضی‌دانان بزرگ سده‌ی هفدهم ایتالیا قرار می‌گیرد. مثل گالیله، این ریاضی‌دانان هم با دانشمندان فرانسوی رابطه داشتند و هم با نیوتن، یعنی «باروی» که در ایتالیا بود، برخورد با مکتب گالیله داشتند. همان‌طور که می‌بینیم، گالیله به‌طور مدام با تاریخ ریاضیات سروکار داشته است. اما درباره‌ی آن چه گالیله در زمینه‌ی ریاضیات از خود باقی گذاشته است، تنها می‌توان بعدها داوری کرد. و این مربوط به‌مفهوم بی‌نهایت است.

در «گفت‌وگو» مخالفی که درباره‌ی «غیرقابل تقسیم‌ها»، این استدلال را می‌آورد: اگر خط از

مجموعه‌ی بی‌نهایت نقطه تشکیل شده است، آن وقت بی‌نهایت نقطه‌ای که روی خط بزرگ‌تر است از بی‌نهایت نقطه‌ی خط کوچک‌تر تجاوز می‌کند، چگونه می‌توان این بی‌نهایت را توجیه کرد که از دیگری بزرگ‌تر است؟ او پاسخ می‌دهد: «آن چه گفته شد، از جمله‌ی دشواری‌هاست و مربوط به‌این است که داوری ما درباره‌ی بی‌نهایت مربوط به‌محدود بودن عقل ما است، ما نتیجه و ویژگی‌های آخر کار را می‌بینیم، در حالی که چیزها محدودند. در ضمن، این داوری درست نیست،در این ویژگی‌ها مثل بزرگ‌تر یا کوچک‌تر یا برابر که برای بی‌نهایت به‌کار می‌بریم، نمی‌دانیم آیا بی‌نهایت بزرگ‌تر یا کوچک‌تر است و یا برابر با چیز دیگری است.

این‌که «منطق» چیزهای محدود را نمی‌توان برای بی‌نهایت به‌کار برد، درست و عمیق است. ولی این‌که در این محدوده نمی‌توان مفهوم برابری یا نابرابری را به‌کار برد نادرست است. در ریاضیات می‌توان به‌روندهای بی‌نهایت دست یافت. این در پیش‌رفت بعدی ریاضیات روشن شده است: این‌که در این جا نمی‌توان از منطق چیزهای محدود استفاده کرد، درست است، زیرا تنها در نیمه‌ی دوم سده‌ی نوزدهم و بعد از پیدایش نظریه‌ی مجموعه‌ها به‌وسیله‌ی «کنتور» برد که این دشواری حل شد. در ضمن گالیله هم برای درک برابری یا نابرابری بی‌نهایت‌ها، متوجه تناظر یک به‌یک بود، چراکه نتیجه‌گیری خود را درباره‌ی بی‌نهایت‌ها آورده است.

*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شماره‌ی تلفن جدید چیستا و دانش و مردم

۶۷۴۱۰۵۹