ارسطوی دانشمند

آیا اجسامی که جرم‌های متفاوتی دارند، با سرعت‌های برابر سقوط می‌کنند؟ در مدرسه به ما گفته‌اند که گالیلئو گالیله با انداختن دو گلوله از برج پیزا نشان داد که پاسخ درست «بله» است. از سوی دیگر، بیش از دو هزار سال پیش از آن، ارسطو با اصول عقاید خود که بر اساس آن هرچه جسم سنگین‌تر باشد، سرعت سقوط آن بیشتر است، چشم همه را به روی این حقیقت کور کرده بود. جالب اینجاست که طبق این داستان، به نظر می‌رسد پیش از آنکه فرانسیس بیکن و معاصرانش مشاهدهٔ طبیعت را آغاز کنند و خود را از قیدوبند اصول عقاید ارسطویی برهانند، هرگز برای کسی این پرسش پیش نیامده بود که آیا این امر واقعاً درست است یا خیر... داستان خوبی است؛ اما مشکلی دارد. یک تیلهٔ شیشه‌ای و یک لیوان کاغذی را از بالکن به پایین بیندازید. بر خلاف آنچه در این داستان زیبا آمده، اصلاً درست نیست که این‌دو همزمان به زمین برخورد می‌کنند: تیلهٔ سنگین‌تر، درست همان‌طور که ارسطو گفته، بسیار سریع‌تر به زمین می‌رسد.

بدون تردید می‌توان استدلال کرد که این اتفاق به دلیل وجود هوا در محیطی است که اجسام در آن سقوط می‌کنند. درست است؛ اما ارسطو ننوشت که اگر همهٔ هوای محیط را تخلیه کنیم، اجسام با سرعت‌های متفاوت سقوط می‌کنند. او نوشت اجسام در جهان ما، که در آن هوا وجود دارد، با سرعت‌های متفاوتی سقوط می‌کنند. او با دقت طبیعت

را مشاهده می‌کرد؛ بهتر از نسل معلمان و دانش‌آموزانی که به جای آنکه خودشان چیزی را آزمایش کنند، آماده‌اند تا گفته‌های دیگران را باور کنند.

فیزیک ارسطو با انتقادات زیادی مواجه شده است. تصور بر این است که بر اساس پیش‌فرض‌هایی جدا از مشاهده و به وضوح گمراه‌کننده بنا شده است. این اساساً بی‌انصافی است. فیزیک ارسطو مدت‌هایی طولانی نقطهٔ مرجع تمدن مدیترانه‌ای باقی ماند و این نه‌فقط به دلیل تعصب خشک، بلکه واقعاً جوابگو بود. فیزیک ارسطو توصیف خوبی از واقعیت و چهارچوب مفهومی بسیار مؤثری ارائه کرد که تا دو هزار سال بعد کسی نتوانست بهتر از آن بیاورد. اصل نظریه این است که هر جسم در غیاب دیگر عوامل مؤثر، به سمت «جایگاه طبیعی» خود حرکت می‌کند: در زمین کمی پایین‌تر، در آب کمی بالاتر، دوباره بالاتر برای هوا و برای آتش باز هم بالاتر. سرعت «حرکت طبیعی» با افزایش وزن افزایش می‌یابد و با توجه به چگالی محیطی که جسم در آن غوطه‌ور است، کاهش می‌یابد. این نظریهٔ ساده و جامعی است که توصیف زیبایی از گسترهٔ وسیعی از پدیده‌ها فراهم می‌کند؛ مثلاً چرا دود بالا می‌رود و چرا یک تکه چوب در هوا پایین می‌افتد، اما در آب به سمت بالا شناور می‌شود؟ واضح است که در مقام نظریه، کامل نیست؛ اما باید به یاد داشته باشیم که در علوم مدرن هم هیچ‌چیز کامل نیست.

آوازهٔ بد فیزیک ارسطویی تا حدی تقصیر گالیله است که در نوشته‌های خود حمله‌های همه‌جانبهٔ کوبنده‌ای علیه نظریهٔ ارسطویی داشت و پیروان آن را ابله جلوه داد. او این کار را به دلایل بدیهی انجام داد. اما آوازهٔ بد فیزیک ارسطویی به سبب شکاف غیرمنطقی‌ای که میان فرهنگ علمی و گفتمان اومانیستی ـ فلسفی ایجاد کرده نیز هست. معمولاً کسانی که ارسطو می‌خوانند، اطلاعات کمی در زمینهٔ فیزیک دارند و کسانی که به فیزیک مشغول‌اند، علاقهٔ چندانی به ارسطو ندارند. درخشش علمی کتاب‌های ارسطو، مانند دربارهٔ آسمان[1] و طبیعیات[2] ــ کاری که عنوان این رشته از آن گرفته شده ــ همگی به راحتی نادیده گرفته شده است.

عامل بسیار مهم دیگری هم وجود دارد که چشم ما را بر درخشش علمی او بسته

1. *On the Heavens*
2. *Physics*

است: این اندیشه که مقایسهٔ تفکر ایجادشده از سوی جهان‌های فرهنگی بسیار دور از هم، مانند فیزیک ارسطویی و فیزیک مدرن، غیرممکن است و بدین ترتیب حتی نباید آن را امتحان کنیم. امروزه بسیاری از مورخان از این ایده که فیزیک ارسطویی را به صورت تقریبی از فیزیک نیوتنی ببینند، ابراز تنفر می‌کنند. استدلال آن‌ها این است که برای فهمیدن ارسطوی اصیل باید او را با توجه به شرایط خودش و نه از طریق چهارچوب‌های مفهومی قرون بعدی، بررسی کنیم. اگر بخواهیم درک خود از ارسطو را بهبود ببخشیم، ممکن است درست باشد؛ اما اگر به فهم دانش امروزی و چگونگی ظهور آن از گذشته کنجکاو باشیم، دقیقاً رابطهٔ بین دنیاهای دور از هم است که اهمیت پیدا می‌کند.

فیلسوفان و تاریخ‌نگاران علم، مانند کارل پوپر و توماس کوهن[1] که تأثیر زیادی بر تفکر معاصر داشته‌اند، بر اهمیت نقاط گسست در روند پیشرفت دانش تأکید داشته‌اند. از جمله مثال‌هایی از این «انقلاب‌های علمی» که طی آن نظریه‌ای قدیمی کنار گذاشته می‌شود، می‌توان به گذار از ارسطو به نیوتن و از نیوتن به اینشتین اشاره کرد. به گفتهٔ کوهن در مسیر چنین گذارهایی نوعی بازسازی فکری بنیادین اتفاق می‌افتد؛ تا جایی که اندیشه‌های پیشین بی‌ربط و حتی نامفهوم می‌شوند. به گفتهٔ او آن‌ها با نظریهٔ بعدی قابل‌مقایسه نیستند. پوپر و کوهن به دلیل تمرکز بر این جنبهٔ تحولی دانش و اهمیت تحولات، شایستهٔ تحسین‌اند؛ اما تأثیر آن‌ها باعث کاهش نامعقول ارزش جنبه‌های انباشتی[2] دانش نیز شده است. از آن بدتر ناکامی در شناخت ارتباط منطقی و تاریخی میان نظریه‌های پیش و پس از هر گام مهم رو به جلو است. فیزیک نیوتن تقریب بسیار خوبی از نسبیت عام اینشتین شناخته می‌شود؛ نظریهٔ ارسطو نیز تقریب بسیار خوبی از نظریهٔ نیوتن است.

همهٔ ماجرا این نیست؛ چراکه می‌توان در نظریهٔ نیوتن جنبه‌هایی از فیزیک ارسطویی را به رسمیت شناخت؛ مثلاً ایدهٔ فوق‌العادهٔ تفاوت حرکت «طبیعی» اجسام از حرکت «واداشتهٔ» آن‌ها در فیزیک نیوتنی دست‌نخورده نگه داشته شده است، همان‌طور که بعدها در نظریهٔ اینشتین باقی ماند. چیزی که تغییر کرده، نقش گرانش است: گرانش عامل حرکت

1. Thomas Kuhn

۲. منظور از جنبه‌های انباشتی وابستگی به شواهدی است که شواهد پیشین را تأیید می‌کند.

واداشته در فیزیک نیوتن است (که در آن حرکت طبیعی مستقیم‌الخط یکنواخت است)، درحالی‌که همین ویژگی حرکت طبیعی در فیزیک ارسطو و به شکل عجیبی در فیزیک اینشتین نیز هست. در فیزیک اینشتین به این حرکت طبیعی اصطلاحاً «ژئودزیک» گفته می‌شود و معادل وضعیتی است که در فیزیک ارسطو، جسم در حال سقوط آزاد قرار دارد. دانشمندان فقط در نتیجهٔ اندوختن صرف دانش یا با استفاده از انقلاب‌های تمام‌عیار که در آن همه‌چیز را بیرون می‌ریزند و دوباره از صفر شروع می‌کنند، پیشرفت نمی‌کنند. در عوض پیشرفت دانشمندان همچون مقایسه‌ای جالب است که اولین بار اوتو نویرات آن را مطرح کرد و کواین بارها به آن استناد کرد: «همچون ملوانانی که باید روی دریای آزاد کشتی خود را بازسازی کنند، هرگز نمی‌توانند بازسازی را از کف شروع کنند. هرجا که یک تیر عرضی برداشته می‌شود، بلافاصله باید تیر جدیدی جایگزین شود و به همین منظور، از بقیهٔ کشتی به صورت تیر قائم یا تکیه‌گاه استفاده می‌شود. به این ترتیب می‌توان کشتی را دوباره شکل داد؛ اما فقط با بازسازی تدریجی.» در کشتی بزرگ فیزیک جدید هنوز هم می‌توانیم ساختارهای قدیمی را تشخیص دهیم ــ مانند وجه تمایز میان حرکت واداشته و حرکت طبیعی ــ همان‌طور که اولین بار در کشتی قدیمی تفکر ارسطو ارائه شد.

سراغ اجسامی برویم که در حال سقوط آزاد در هوا یا آب هستند و ببینیم واقعاً چه اتفاقی می‌افتد. سقوط نه آن‌طور که ارسطو معتقد بود، با سرعت ثابت رخ می‌دهد و به وزن جسم بستگی دارد و نه آن‌طور که گالیله استدلال کرده، شتاب آن ثابت است و به وزن بستگی ندارد (حتی اگر از اصطکاک صرف‌نظر کنیم!). وقتی جسمی سقوط می‌کند، در ابتدا شتاب می‌گیرد، سپس سرعت آن ثابت می‌شود که این سرعت برای اجسام سنگین‌تر بیشتر است. ارسطو این مرحلهٔ دوم را به خوبی توصیف کرده است. از سویی، مرحلهٔ اول معمولاً بسیار کوتاه است، مشاهدهٔ آن سخت است و در نتیجه مورد توجه او قرار نگرفته است. وجود این مرحلهٔ اول قبلاً، در دوران قدیم، مورد توجه قرار گرفته بود: مثلاً استراتونِ لامپساکوسی جریان آب در حال سقوطی را مشاهده کرد که به شکل قطرات آب از هم می‌پاشید و نشان‌دهندهٔ این بود که قطرات در حال سقوط شتاب می‌گیرند؛ درست مانند ترافیک در مسیری که با شتاب گرفتن وسایل نقلیه باز می‌شود.

گالیله برای مطالعهٔ این مرحلهٔ اولیه که چون همه‌چیز بسیار سریع رخ می‌دهد،