محك صحت علمی گردآوری معلومات است از روی صبر و حوصله و جسارت داشتن در حدس زدن قوانینی که این معلومات را به یکدیگر مربوط می‌سازد. هیچ یك از این دو حسن نزد کوپرنیکوس بدان‌سان که در اخلاف او دیده می‌شود رشد نیافته است؛ اما در آثار او هردوی این‌محاسن تا اندازهٔ زیادی وجود دارد.

بعضی از کسانی که کوپرنیکوس نظریهٔ خود را برایشان نقل می‌کرد لوتریهای آلمانی بودند، اما وقتی که خود لوتر از آن نظریه اطلاع یافت سخت برآشفت و گفت «مردم سخنان طالع بین نوخاسته‌ای را استماع می‌کنند که می‌کوشد نشان دهد که زمین می‌چرخد، و نه قبهٔ فلکی و خورشید و ماه. گویا هر کس بخواهد خود را زیرك جلوه دهد باید برای خود دستگاهی اختراع کند که از همهٔ دستگاههای گذشته بهتر نیز باشد. این احمق می‌خواهد که علم نجوم را به کلی زیرو رو کند. اما کتاب مقدس به ما می‌گوید که یوشع به خورشید فرمان داد تا بحرکت بایستد، نه به زمین[1].» کالوین نیز کوپرنیکوس را با بیان این گفتهٔ کتاب مقدس، تخطئه کرد که: «ربع مسکون نیز پایدار گردیده است و جنبش نخواهد خورد.» («مزامیر داود،» ۹۳:۱) و برخروشید که «کیست که جرئت کند حکم کوپرنیکوس را به جای حکم روح‌القدس قرار دهد؟» روحانیان پروتستان نیز دست کم به اندازهٔ روحانیان کاتولیك تعصب داشتند؛ معهذا دیری نگذشت که در کشورهای پروتستان نسبت به کشورهای کاتولیك آزادی اندیشه بسیار بیشتر به دست آمد؛ زیرا در کشورهای پروتستان قدرت

---

۱. «... ای آفتاب برجبعون بایست و تو ای ماه بر وادی ایلون.» صحیفهٔ یوشع، ۱۰:۱۲ - م

روحانیان قدرت کمتر بود. امتیاز برجستهٔ مذهب پروتستان تجزیه‌طلبی بود، نه رفض والحاد؛ زیرا تجزیه طلبی منجر به تشکیل کلیساهای ملی می‌شد و کلیساهای ملی آنقدر قدرت نداشتند که دولتها را به زیر استیلای خود درآورند. این امر یکسره به سود مردم بود؛ زیرا در جاهای دیگر کلیساها تا آنجا که از دستشان بر می‌آمد با هر چیز نوی که باعث افزایش شادی یا دانش بشر در روی زمین می‌شد مخالفت می‌ورزیدند.

کوپرنیکوس در وضعی نبود که بتواند دلیلی قطعی در تأیید فرضیهٔ خود ارائه دهد، و ستاره‌شناسان تا مدتها فرضیهٔ او را رد می‌کردند. دومین منجم مهم تیکو براهه Tycho Brahe (۱۵۴۶–۱۶۰۱) بود که حد وسط را گرفت، بدین معنی که گفت خورشید و ماه به دور زمین می‌گردند، و ستارگان به دور خورشید. از لحاظ نظری، نظریات تیکوبراهه چندان بدیع و اصیل نبود، ولی او دو دلیل قوی برضد این نظر ارسطو ارائه کرد که بالای ماه همه چیز لایتغیّر است. یکی از این دلایل ظهور ستارهٔ جدیدی بود در ۱۵۷۲ که اختلاف منظر روزانه نداشت، و بنابرین می‌بایست دورتر از ماه باشد؛ دلیل دیگر رصدگیری شهابهای ثاقب بود که معلوم کرد اینها نیز دورتر از ماه هستند. خوانندگان این نظریهٔ ارسطو را به یاد دارند که می‌گفت کون و فساد منحصر و محدود به جهان زیر ماه است؛ این نکته نیز مانند هر چیز دیگری که ارسطو در باب علوم گفته بود خار راه ترقی از آب درآمد.

اهمیّت تیکوبراهه به عنوان مردی نظریه‌ساز نیست، بلکه او مشاهده کننده و رصدگیر مهمی است که نخست در تحت حمایت پادشاه

دانمارك و سپس امپراتور رودلف دوّم بـه مشاهده و تحقیق پرداخت. وی زیجی از ستارگان ترتیب داد و اوضاع ستارگان را در مدت چندین سال در آن ثبت کرد. در اواخـر عمرش کپلر، کـه در آن هنگام جوان بود، دستیار او شد. مشاهدات او بـرای کپلر ارزش بی حد و حصری داشت.

کپلر (۱۵۷۱ـ۱۶۳۰) یکی از جالبترین شواهد این مدعا است کـه با صبر و حوصلهٔ فـراوان، و بی‌نبوغ چندان، می‌توان بـه چه توفیقها رسید. پس از کوپرنیکوس، کپـلر نخستین منجم نامداری بود که نظریهٔ مرکزیت خورشید را اتخاذ کرد، امـا معلوماتی کـه تیکو براهه ثبت کرده بود نشان داد کـه این نظریه بـه صورتی که کوپرنیکوس بدان بخشیده بود، نمی‌تواند کاملا صحیح باشد. کپلر متأثر از مذهب فیثاغوری بود و، با آنکه پروتستان کاملی بود، کم و بیش از روی خیالبافی به خورشیدپرستی تمایل داشت. این انگیزه‌ها بیشك تمایلی بـه جهت فرضیهٔ مرکزیت خورشیـد در او ایجـاد می کـرد. جنبهٔ فیثاغوریش همچنین او را متمایل بـه پیروی از رسالهٔ «تیمائوس» افلاطون می‌ساخت که می گوید معنی جهان باید وابسته بـه پنج حجم منتظم باشد. کپلر این اجسام را به عنوان راهنما در طرح فرضیه‌های خود به کار می‌برد، و از حسن اتفاق یکی از آنها مفید واقع شد.

توفیق بزرگ کپلر همانا کشف سه قانون حرکت سیّارات است. دو تا از این قوانین را وی در ۱۶۰۹ و سومی را در ۱۶۱۹ انتشار داد. قانون اول او می گوید: سیارات روی مدارهای بیضوی شکلی حرکت می کنند که خورشید در یکی از کانونهای آنها قرار گرفته است. قانون دوم او می گوید: خطی کـه یك سیّاره را بـه خورشید وصل کند در

زمانهای مساوی مساحتهای مساوی را می‌پوشاند. قانون سوم او می‌گوید: مجذور مدّت چرخش یك سیّاره متناسب است با مکعب فاصلهٔ متوسط آن از خورشید.

در توضیح اهمیت این قوانین باید قدری سخن گفت.

در زمان کپلر دو قانون اول فقط در مورد سیارهٔ مریخ قابل «اثبات» بود؛ در مورد سایر سیارات رصدها با آن قوانین سازش داشت، منتهی چنان نبود که آنها را قطعاً محقق سازد، و مدتها گذشت تا دلایل قطعی در تأیید آنها به دست آمد.

کشف قانون اول، یعنی اینکه سیارات روی مدارهای بیضوی حرکت می‌کنند، بیش از آن که برای مردم امروز به آسانی قابل تصور باشد مستلزم کوشش در رها ساختن گریبان خود از چنگ سنتهای کهنه بود. تنها نکته‌ای که همهٔ ستاره‌شناسان در آن خصوص با هم توافق داشتند این بود که همهٔ حرکات سماوی دورانی است یا از حرکات دورانی ترکیب شده. هرگاه دوایر برای توضیح حرکات سیارات کافی نبودند، از فلك تدویر (اپی‌سیکل) استفاده می‌شد. فلك تدویر قوسی است که از حرکت نقطه‌ای واقع بر دایره‌ای که روی دایرهٔ دیگری گردش کند رسم می‌شود. مثلا چرخ بزرگی را بگیرید و به طور افقی به زمین وصل کنید؛ چرخ کوچکتری را نیز بگیرید که باز به طور افقی روی زمین قرار داشته باشد و در آن میخی فرو کنید. بعد چرخ کوچك را در حالی که خود می‌چرخد به دور چرخ بزرگ بگردانید، چنان که نوك میخ با زمین تماس داشته باشد. در این صورت اثر میخ روی زمین یك فلك تدویر خواهد بود. مدار ماه نسبت به خورشید تقریباً از همین نوع است: یعنی زمین تقریباً

دایره‌ای به دور خورشید رسم می کند و در عین حال ماه نیز دایره‌ای به دور زمین رسم می کند. اما این فقط تقریبی است. چون رصد گیری دقیقتر شد، معلوم شد که هیچ منظومه‌ای از فلکهای تدویر با حقیقت واقع تماماً راست در نمی‌آید. کپلر متوجه شد که فرضیهٔ خودش بسیار بیش از فرضیهٔ بطلمیوس، و حتّی کوپرنیکوس، با اوضاع ثبت شدهٔ کرهٔ مریخ توافق دارد.

قرار دادن بیضی به جای دایره مستلزم رها کردن آن تمایل زیبا شناختی بود که از زمان فیثاغورس به بعد بر نجوم حکومت کرده بود. دایره شکل کامل و افلاك سماوی اجسام کامل شناخته می‌شدند- که در اصل مقام خدایی داشتند و حتی در آثار افلاطون و ارسطو نیز رابطهٔ نزدیکی با خدایان دارند. واضح به نظر می‌رسید که یك جسم کامل باید بر یك مدار کامل حرکت کند. به علاوه، چون اجسام آسمانی آزادند، یعنی بی‌آنکه کشیده یا رانده شوند حرکت می‌کنند، پس حرکت آنها بایستی «طبیعی» باشد؛ و تصور اینکه دایره «طبیعی» است و بیضی چنین نیست امر آسانی بود. بدین ترتیب بسیاری از سبق ذهنهای عمیق می‌بایست منسوخ و مطرود گردد تا قانون اول کپلر بتواند مورد قبول واقع شود. هیچ یك از قدما، حتی آریستاخوس ساموسی، چنین فرضیه‌ای را پیشبینی نکرده بودند.

قانون دوم مربوط به سرعت متغیّر سیاره در نقاط مختلف مدار خویش است. اگر S خورشید باشد و P_1 و P_2 و P_3 و P_4 و P_5 به ترتیب اوضاع سیاره در فواصل زمانی متساوی-مثلا یك ماه-، پس قانون کپلر می گوید که مساحتهای P_1SP_2 و P_2SP_3 و P_3SP_4 و P_4SP_5 همه با هم متساویند. بنابرین سیاره در نزدیکترین فاصلهٔ خود به

خورشید بیشترین سرعت را دارد و در دورترین فاصلهٔ خود از خورشید کمترین سرعت را. این نکته هم باز سبب حیرت می‌شد؛ زیرا که وقار و متانت سیاره مغایر این بود که گاهی شتابان وزمانی خرامان راه برود!

قانون سوم از این لحاظ مهم بود که حرکات سیارات مختلف را نسبت به هم می‌سنجید، و حال آنکه دو قانون اول به چند سیاره، هریك به تنهایی، مربوط می‌شد. قانون سوم می گوید که اگر a فاصلهٔ متوسط یك سیاره نسبت به خورشید و T طول سال آن باشد، پس $\frac{a^3}{T^2}$ در مورد همهٔ سیارات یك اندازه است. این قانون (تا آنجا که به منظومهٔ شمسی مربوط می‌شود) دلیل قانون جاذبهٔ نیوتون نیز قرار گرفت. اما در این خصوص ما بعداً سخن خواهیم گفت.

گالیله (۱۵۶۴ـ۱۶۴۲)، شاید صرف‌نظر از نیوتون، بزرگترین پایه گذاران علم جدید است. در حوالی روز مرگ میکل‌آنژ به دنیا آمد و در سال تولد نیوتون از دنیا رفت. من این نکات را برای کسانی نقل می کنم که هنوز به تناسخ ارواح عقیده دارند (اگر چنین کسانی موجود باشند.) گالیله به عنوان ستاره شناس دارای اهمیت است؛ ولی شاید اهمیت او به عنوان مؤسس علم نیروشناسی یا دینامیك از این هم بیشتر باشد.

گالیله ابتدا اهمیت «شتاب» را در دینامیك کشف کرد. «شتاب» یعنی تغییر سرعت چه در مقدار و چه در جهت. بدین ترتیب جسمی که با سرعت یکنواخت روی دایره‌ای حرکت می کند، در همه حال دارای شتابی به سوی مرکز دایره است. به زبانی که پیش از گالیله مرسوم بود، می‌توان گفت که وی فقط حرکت یکنواخت در خط

مستقیم را «طبیعی» می‌دانست، خواه این حرکت در آسمان واقع شود و خواه برروی زمین. قبلا پنداشته می‌شد که حرکت «طبیعی» اجسام سماوی دایره است وحرکت اجسام زمینی خط مستقیم. ولی می‌پنداشتند که اگر اجسام متحرك زمینی را به حال خود بگذاریم رفته رفته از حرکت باز خواهند ماند. در مقابل این نظر، گالیله عقیده داشت که هر جسمی، اگر به حال خود گذاشته شود، به سرعت یکنواخت در خط مستقیم به حرکت خود ادامه خواهد داد. هر تغییری، چه در سرعت و چه در جهت حرکت، باید به عنوان نتیجهٔ اعمال یك «نیرو» توجیه شود. این اصل را نیوتون به عنوان «قانون اول حرکت» اعلام کرد. آن را «قانون لختی» نیز می‌نامند. من در بارهٔ مفاد آن بعداً بحث خواهم کرد. ابتدا باید قدری در تفصیل اکتشافات گالیله سخن گفت.

گالیله نخستین کسی بود که قانون اجسام سقوط کننده را وضع کرد. این قانون می‌گوید: وقتی که جسمی در حال سقوط باشد، شتاب آن ثابت است مگر تا حدی که مقاومت هوا دخالت کند؛ دیگر اینکه شتاب در مورد همهٔ اجسام، چه سنگین و چه سبك، چه بزرگ و چه کوچك، مساوی است. اثبات کامل این قانون تا هنگام اختراع ماشین تخلیهٔ هوا، که در حدود ۱۶۵۴ واقع شد، میسر نشد. پس از این اختراع مشاهدهٔ سقوط اجسام در فضایی که عملا خلأ به حساب می‌آمد ممکن شد، و دیده شد که در این خلأ پر و سرب به یك سرعت سقوط می‌کنند. آنچه گالیله اثبات کرد این بود که هیچ تفاوتی قابل اندازه گیری میان یك قطعهٔ بزرگ و یك قطعهٔ کوچك از جسم واحد، وجود ندارد. تا زمان گالیله می‌پنداشتند که یك قطعهٔ بزرگ سرب از یك قطعهٔ کوچك سرب بسیار تندتر سقوط می‌کند؛ اما گالیله

به تجربه ثابت کرد که چنین نیست. اندازه گیری در عصر وی به دقت امروز نبود: با این حال گالیله قانون صحیح اجسام سقوط کننده را پیدا کرد. اگر جسمی آزادانه در خلأ سقوط کند، سرعت آن به نسبت ثابتی افزایش خواهد یافت. در پایان ثانیهٔ اول سرعت آن ۳۲ پا در ثانیه خواهد بود و در پایان ثانیهٔ بعد ۶۴ پا در ثانیه و در ثانیهٔ سوم ۹۶ پا در ثانیه و قس علی هذا. شتاب، یعنی نرخ افزایش سرعت، همیشه یك مقدار ثابت است: در هر ثانیه افزایش سرعت (تقریباً) ۳۲ پا در ثانیه است.

گالیله حرکات اجسام پرتاب شده یا پرتابه‌ها را نیز که برای مخدومش دوك توسکانی دارای اهمیت بود مطالعه کرد. قبلا می‌پنداشتند که گلوله‌ای که به طور افقی شلیك شود، تا مدتی به‌طور افقی حرکت خواهد کرد و آنگاه ناگهان به طور عمودی فرو خواهد افتاد. گالیله نشان داد که صرف‌نظر از مقاومت هوا، سرعت حرکت افقی مطابق «قانون لختی» ثابت خواهد ماند، اما یك سرعت عمودی نیز به آن اضافه خواهد شد که مطابق قانون اجسام سقوط کننده افزایش خواهد یافت. برای کشف اینکه گلوله پس از مدت کوتاهی، مثلا یك ثانیه، چگونه حرکت خواهد کرد چنین استدلال می کنیم: اول: اگر گلوله در حال سقوط نباشد، پس مسافت افقی معینی را، که مساوی است با مسافتی که در ثانیهٔ اول حرکت خود پیموده است، طی خواهد کرد. دوم : اگر به طور افقی حرکت نکند بلکه فقط در حال سقوط باشد، به طورعمودی سقوط خواهد کرد، به سرعتی که با مدت زمان حرکت متناسب خواهد بود. در حقیقت مسیر تغییر مکان آن چنان است که گلوله ابتدا یك ثانیه به طور افقی به سرعت اولیه و سپس یك ثانیه به

طور عمودی به سرعتی متناسب با مدت زمانی کـه در پرواز بوده است، حرکت کرده باشد. یك محاسبهٔ ساده نشان می‌دهد کـه مسیر منتج از آن یك سهمی است، و این موضوع را مشاهده تأیید می کند- مگر تا حد دخالت مقاومت هوا.

شرح بالا مثال ساده‌ای است از اصلی که در دینامیك بسیار مفید از کار درآمد: یعنی این اصل که هر گاه چند نیرو در آن واحد عمل کنند نتیجه چنان خواهد بود که هریك از آن نیروها به نوبت عمـل کرده باشند. این اصل قسمتی از یك اصل کلی‌تر است که «قـانون متوازی‌الاضلاع» نامیده می‌شود. مثلا فرض کنید که شمـا بر عرشهٔ یك کشتی که درحال حرکت است قرار دارید وعرض عرشه‌را می‌پیمایید. هنگامی که عرض عرشه را پیمودید، کشتی نیز به جلو حرکت کرده است، به طوری کـه شما، نسبت بـه سطح آب، هم بـه جلو حـرکت کرده‌ایـد و هم به جهت عمود بر کشتی. اگر می‌خواهید بدانید که نسبت به سطح آب در کجا واقـع شده‌اید می‌توانید فـرض کنید که تخت شما ثابت ایستاده‌اید و کشتی به جلورفته است، و سپس به مدتی مساوی با دفعهٔ قبل کشتی ثابت مانده و شما عرض عرشه را پیموده‌اید. همین اصل در مورد نیروها نیز صدق می کند. این اصل امکان می‌دهد که منتجهٔ چنـد نیرو را حساب کنیم، و پدیده‌هـای متعددی را که بر اجسام متحرك عمل می کنند کشف کنیم. آن که این روش بسیار مثمر و مفید را باب کرد گالیله بود.

در مطالب بالا من کوشیده‌ام تا آنجا که ممکن است زبان قرن هفدهم را به‌کار برم. زبان جدید از جهات مهمی با این زبـان تفاوت دارد، اما برای توضیح اکتشافاتی که قرن هفدهم بدان نایل شد بهتر

همان است که فعلا طرز بیان همان قرن را به‌کار بریم.

قانون لختی معمایی را که قبل از گالیله منظومهٔ کوپرنیکی قادر به حل آن نبود، توضیح داد. چنانکه گذشت، اگر شخصی سنگی را از بالای برجی رها کند، آن سنگ در پای برج خواهد افتاد، و نه قدری به طرف مغرب آن. اما اگر زمین درحال چرخش است، پس در مدت سقوط سنگ باید به فاصلهٔ معینی از زیر سنگ لغزیده باشد. اینکه چرا چنین نمی‌شود بدین علت است که سنگ سرعت زمین را، که قبل از رهاشدن مانند همهٔ اشیای روی زمین دارا بوده است، حفظ می کند. در حقیقت اگر برج ما به اندازهٔ کافی بلند می‌بود اثری عکس آنچه مخالفان کوپرنیکوس انتظار داشتند ظاهر می‌شد؛ زیرا که قلهٔ برج چون نسبت به پایهٔ آن از مرکز زمین دورتر است سریعتر حرکت می کند، و بنابرین سنگ باید کمی به طرف مشرق پایهٔ برج به زمین بیفتد. اما این اثر ناچیزتر از آن است که بتوان اندازه گرفت.

گالیله با مهارت تمام منظومهٔ مرکزیت خورشید را اتخاذ کرد، و با کپلر مکاتبه کرد و اکتشافات او را پذیرفت. وپس از آنکه شنید شخصی هلندی یك تلسکوپ اختراع کرده است، خود نیز تلسکوپی ساخت و فوراً نکات مهمی کشف کرد. دریافت که کهکشان از عدهٔ فراوانی ستارگان جداگانه تشکیل شده. وی اهلّهٔ مختلف سیارهٔ زهره را نیز رصدگیری کرد. کوپرنیکوس می‌دانست که این اهله در نظریه‌اش بیان شده است. ولی چشم غیر مسلح نمی‌توانست آنها را مشاهده کند. گالیله اقمار سیارهٔ مشتری را هم کشف کرد و به افتخار مخدوم خود آنها را «سیدرا مدیچا» («ستارگان مدیچی») نامید. معلوم شد که این اقمار از قوانین کپلر متابعت می کنند. اما اشکالی هم

در میان بود. قبلا همیشه هفت جرم سماوی وجود داشت که عبارت بودند از پنج سیاره و خورشید و ماه. از طرفی عدد هفت عدد مقدسی است. مگر نه این است که سبت هفتمین روز هفته است؟ و مگر نه شمعدانها هفت شاخه دارند و کلیساهای آسیا هفتگانه‌اند؟ پس بهتر از این چه می‌تواند باشد که اجرام سماوی نیز هفت‌تا باشد؟ اما اگر چهار قمر مشتری را به آنها بیفزاییم، عدد آنها یازده خواهد شد، که دارای هیچ گونه خواص اسرارآمیزی نیست. به همین‌دلیل کهنه‌پرستان تلسکوپ را محکوم کردند و از نگریستن در آن سرپیچیدند و مدعی شدند که این دستگاه چشم را می‌فریبد و آنچه از توی آن دیده می‌شود فریبی بیش نیست. گالیله به کپلر نامه‌ای نوشت و در آن گفت که ای‌کاش می‌توانستیم با هم بر حمق این «عوام‌الناس» بخندیم؛ و چنانکه از باقی نامه معلوم می‌شود «عوام‌الناس» عبارت بوده‌اند از استادان فلسفه که به قوهٔ «براهین منطقی، چنانکه گویی اوراد سحر و جادو است،» می‌خواسته‌اند شر و مضرت اقمار مشتری را از سر جهان دور کنند.

چنانکه همه می‌دانند گالیله به وسیلهٔ محکمهٔ تفتیش عقاید محکوم شد- نخست در ۱۶۱۶ به طور محرمانه، و سپس ۱۶۳۳ به طور علنی: و در دفعهٔ دوم عقاید خود را انکار کرد و قول داد که دیگر هرگز نگوید که زمین می‌چرخد یا می گردد.* تفتیش عقاید توانست که حیات علم را در ایتالیا پایان دهد، و از آن پس تا قرنها علم در آن سرزمین احیاء نشد؛ اما نتوانست مانع مردم در قبول نظریهٔ مرکزیت خورشید شود، و با حماقت خود صدمات سنگینی به‌کلیسا زد. اما خوشبختانه کشورهای پروتستانی نیز وجود داشتند و در آن

کشورها روحانیان هر اندازه هم مایل و مشتاق بودند کـه علم را از پیشرفت باز دارند، باز نمی‌توانستند زمام دولت را به دست بگیرند.

نیوتون (۱۶۴۲ـ۱۷۲۷) به پیروزی نهایی و کاملی که کوپرـ نیکوس و کپلر و گالیله راهش را هموار ساخته بودند رسید. نیوتون با شروع کردن از سه قانون حرکت خودـ که دو قانون اول آن را مدیون گـالیله بودـ ثابت کرد کـه سه قانون کپلر معادل این قضیه است که: هر سیاره، در هر لحظه، دارای شتابی است در جهت خورشید که به نسبت عکس مجذور فاصلهٔ آن از خورشید تغییر می کند. وی نشان داد کـه شتابهای مـاه در جهت خورشید و زمین، مطابق همـان فورمول، حرکت ماه را توضیح می‌دهد؛ و نیـز شتاب اجرام سماوی کـه بر سطح زمین سقوط می کنند، بـاز مطابق قـانون عکس مجذور فاصله، به شتاب ماه مربوط می‌شود. نیوتون «نیرو» را به عنوان عامل تغییر سرعت، یعنی شتاب، تعریف کرد؛ و بدین ترتیب توانست قانون جاذبهٔ عمومی خود را وضع و اعلام کند، که می گوید: «اجسام به‌نسبت مستقیم حاصل ضرب جرمهای خود، و به نسبت معکوس مجذور فاصلهٔ خود، یکدیگر را جذب می کنـند.» نیوتون توانست از این فورمول همهٔ مفاد نظریهٔ سیارات، یعنی حرکات سیارات و اقمـار آنها و مسیر شهابهای ثاقب و جزر و مد، را استنتاج کند. بعدها معلوم شد که حتی انحرافات جزئی سیارات از مدارهای بیضویشان نیز از قانون نیوتون قـابل استنـتاج است. پیروزی چنان کـامل و قطعی بود که بیم آن می‌رفت کـه نیوتون ارسطوی ثانی شود و بـه صورت مـانعی بـزرگ و دست نیافتـنی در برابر پیشرفت درآید. در انگلستان یك قـرن از مرگ او گذشت تا مردم توانستند خود را آن اندازه از زیر سلطه‌اش

درآورند که بتوانند در زمینه‌هایی کـه مورد بحث و تحقیق او قـرار گرفته بود، دست به کارهای تازه بزنند.

در قرن هفدهم کارهای جالب صورت گـرفت، نه فقط در زمینهٔ نجوم و دینامیك، بل در بسیاری زمینه‌های دیگر نیز که به علم مربوط می‌شد.

ابتدا مسئلهٔ ابزارهای علمی را در نظر بگیرید[1]. میکروسکوپ کمی پیش از قرن هفدهم، یعنی در حـدود سال ۱۵۹۰ اختـراع شد. تلسکوپ در سال ۱۶۰۸ به وسیلهٔ یك هلندی به نام لیپرشی Lippershey اختراع شد؛ منتهی نخستین کسی که از آن برای مقاصد علمی استفاده کـرد گالیله بود. دماسنج را نیز گالیله اختراع کرد ـ یا حـد اقل به اغلب احتمال چنین به نظر می‌رسد. شاگرد او توریچلی Torricelli نیز هواسنج را اختراع کرد. گـریك Guericke (۸۶ـ۱۶۰۲) مـاشین تخلیهٔ هوا را اختراع کرد. ساعت نیز گرچه چیز تازه‌ای نبود در قرن هفدهم، و بیشتر به دست گالیله، تکامل فراوان یـافت. به واسطهٔ این اختراعات امر مشاهـدهٔ علمی از زمـانهـای پیشین بسیار دقیقـتر و وسیعتر شد.

علاوه بر نجوم و دینـامیك، در علوم دیگر نیز کارهـای مهمی صورت گرفت. گیلبرت Gilbert (۱۵۴۰ـ۱۶۰۳) کتاب بزرگ خود را دربارهٔ مغناطیس در سال ۱۶۰۰ انتشار داد. هاروی Harvey (۱۵۷۸ـ ۱۶۵۷) گـردش خون را کشف کرد و کشف خود را در ۱۶۲۸ انتشار

---

۱. در این باره ر ك به فصل « ابزارهای علمی » از کتاب *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, by A. Wolf.

داد. لیوونهوك Leeuwenhoek (۱۶۳۲ـ۱۷۲۳) اسپرماتوزوئید را کشف کرد، گو اینکه شخص دیگری نیز، یعنی استیون هم Stephen Hamm ظاهراً چند ماه پیشتر آن را کشف کرده بود. لیوونهوك همچنین پروتوزوئرها یا جانوران تك سلولی، و حتی باکتریها را کشف کرد. روبرت بویل Robert Boyle (۱۶۲۷ـ۹۱)، چنانکه در ایام کودکی من به کودکان می‌آموختند، «پدر علم شیمی و پسر ارل آوکارك» بود، ولی اکنون بیشتر به مناسبت «قانون بویل» نامش در خاطرها باقی است. این قانون می گوید که فشار مقدار معینی از گاز در حرارت معین با حجم آن تناسب معکوس دارد.

تا اینجا من دربارهٔ پیشرفتهایی که در ریاضیات محض صورت گرفت چیزی نگفتم. اما باید دانست که این پیشرفتها بسیار بزرگ بود و جزو لازم بسیاری از کارهایی بود که در علوم فیزیکی صورت می گرفت. ناپیر Napier لوگاریتم را که کار خودش بود در ۱۶۱۴ انتشار داد. هندسهٔ تحلیلی براثر کار چندین تن از ریاضیدانهای قرن هفدهم به وجود آمد، که از آن میان بزرگترین سهم را دکارت داشت. نیوتون ولایب‌نیتس هریك مستقلا حساب دیفرانسیل و انتگرال را اختراع کردند، و این حساب به منزلهٔ ابزار کار همهٔ ریاضیات عالی است. اینها که ذکر شد برجسته‌ترین توفیقهایی است که در زمینهٔ ریاضیات محض به دست آمد. کارهای بیشمار دیگر هم صورت گرفت که دارای اهمیت فراوان بود.

نتیجهٔ این کارهای علمی که برشمردیم این شد که جهان‌بینی مردم درس خوانده تغییر کلی یافت. در آغاز قرن سر توماس براون Sir Thomas Browne در محاکمهٔ جادوگران شرکت می کرد، و حال

آنکه در پایان قرن چنین چیزی غیرممکن بود. در زمان شکسپیر هنوز ستارگان دنباله‌دار به عنوان نشانه‌های شومی و نحوست شناخته می‌شدند، در حالی که پس از انتشار کتاب «اصول» *Principia* نیوتون در ۱۶۸۷ معلوم شد که نیوتون و هالی Halley مدار چند ستارهٔ دنباله‌دار را حساب کرده‌اند و مسلم شد که این ستارگان نیز مانند سیارات تابع قانون جاذبه هستند، و در نتیجه دیگر اموری از قبیل سحر و جادو برای مردم پذیرفتنی نبود. در ۱۷۰۰ جهان‌بینی فکری مردم درس خوانده کاملا جدید بود؛ و حال آنکه در ۱۶۰۰ به جز در میان چند تن انگشت شمار، طرز تفکر هنوز بیشتر قرون وسطایی بود.

در باقی ماندهٔ این فصل من خواهم کوشید تا آن عقاید فلسفی را که ظاهراً از علوم قرن هفدهم نتیجه شده بود به اختصار بیان کنم، و نیز برخی از جهات مغایرت علم جدید را با علم نیوتون نشان دهم.

نخستین چیزی که باید گفت این است که آخرین آثار اعتقاد به روح از قوانین طبیعی زدوده شد. یونانیان، گرچه خود تصریح نکرده‌اند، از قرار معلوم قدرت حرکت را دلیل زندگی می‌دانستند. با مشاهدهٔ عادی چنین به نظر می‌رسد که جانداران خود را حرکت می‌دهند و حال آنکه مادهٔ بیجان وقتی به حرکت در می‌آید که یك نیروی خارجی در آن عمل کند. در فلسفهٔ ارسطو روح جانور وظایف مختلفی برعهده دارد، که یکی از آنها به حرکت درآوردن جسم جانور است. مطابق تفکر یونانی خورشید و سیارات یا خدا هستند، یا دست کم به وسیلهٔ خدایان تنظیم می‌شوند و به حرکت درمی‌آیند. البته آناکساگوراس عقیده‌اش غیر از این بود، منتهی او لامذهب و خدا ناشناس به حساب می‌آمد. دموکریتوس هم عقیده‌اش جز این بود،

منتهی همه او را به نفع افلاطون و ارسطو در طاق نسیان نهادند، و تنها اپیکوریان به تعالیم او توجه داشتند. چهل و هفت یا پنجاه و پنج «جنبانندهٔ ناجنبیدهٔ» ارسطو ارواح الهی هستند که منبع اصلی هر گونه جنبش و حرکت را در سماوات تشکیل می‌دهند. هر جسم بیجان را اگر به حال خود بگذاریم به زودی از حرکت باز خواهد ایستاد؛ بنابراین اگر حرکت نباید متوقف شود، عمل روح برجسم باید پیوسته و مداوم باشد.

قانون اول حرکت همهٔ این مطالب را تغییر داد. مادهٔ بیجان همین که به حرکت درآید حرکت خود را تا ابد ادامه خواهد داد، مگر اینکه به وسیلهٔ یك عامل خارجی متوقف گردد. به علاوه، عوامل تغییر حرکت نیز، هرجا که به طور قطعی معلوم و محقق شد، خود مادی از آب درآمد. باری، معلوم شد که منظومهٔ شمسی به حول قوهٔ خود و مطابق قوانین خود در حرکت است و احتیاجی به دخالت خارجی ندارد. شاید هنوز به وجود خدا احتیاج بود تا این دستگاه را به کار بیندازد. مطابق نظر نیوتون سیارات در اصل به حول و قوهٔ الهی به حرکت درآمده‌اند؛ اما پس از آنکه خدا سیارات را به حرکت درآورد و قانون جاذبه را مجری داشت، همه چیز به خودی خود حرکت را ادامه داد، بی آنکه دیگر نیازی به دخالت ید قدرت الهی باشد. وقتی که لاپلاس گفت که همین نیروهایی که اکنون عمل می‌کنند ممکن است باعث پدید آمدن سیارات از خورشید شده باشند، سهم خدا در جریان طبیعت باز هم محدودتر شد. اکنون ممکن بود خدا به عنوان «خالق» باقی بماند، اما این موضوع هم مورد تردید بود، زیرا روشن نبود که جهان دارای آغازی در زمان بوده باشد.

هر چند غالب دانشمندان خود نمونه‌های دینداری بودند، جهان‌بینی که از کارهای آنان بر می‌آمد داشت پایه‌های این ایمان را می‌لرزانید و علمای دین حق داشتند که احساس نگرانی کنند.

یکی دیگر از نتایج علم تغییر تصور انسان بود از مقام بشر در گیتی. در جهان قرون وسطی زمین مرکز کائنات بود و هرچیزی دارای غایت و منظوری راجع به بشر بود. در جهان نیوتون زمین سیارهٔ کوچك یکی از ثوابت بود که خود آن هم امتیاز خاصی نداشت. فواصل نجومی چنان بزرگ بود که در قیاس آنها زمین سر سنجاقی بیش نبود. محتمل به نظر نمی‌آمد که اینهمه صنعتگریها از بهر موجودات حقیری باشد که روی این سر سنجاق زندگی می کنند. به علاوه، مفهوم غایت که از زمان ارسطو به بعد جزء مهمی از علم بود، اکنون از جریان علم بیرون رانده شده بود. در این زمان هر کسی ممکن بود هنوز معتقد باشد که وجود کائنات محض تجلی شکوه و جلال خداست؛ اما دیگر هیچ کس بدین اعتقاد اجازهٔ دخالت در محاسبات نجومی نمی‌داد. ممکن بود جهان غایتی داشته باشد، اما این غایت دیگر نمی‌توانست در توضیحات علمی داخل شود. ظاهراً نظریهٔ کوپرنیکوس بایستی برای غرور بشر تحقیر کننده بوده باشد؛ اما در حقیقت اثر عکس داشت، زیرا پیروزیهای علم غرور بشر را زنده کرد. احساس گناه در تن محتضر جهان قدیم فساد کرده بود، و به صورت درد و افسردگی به قرون وسطی به ارث رسیده بود. خاکساری در برابر خدا هم صحیح بود و هم مقرون به احتیاط، زیرا خدا غرور را مجازات می کرد. ناخوشی و سیل و زلزله و ترك و تاتار وستارهٔ دنباله‌دار قرون مظلمه را دچار سرگیجه ساخته بود، و مردم احساس می کردند که فقط

خاکساری بیشتر و بیشتر است که می‌تواند این بلایای واقعی و احتمالی را رفع کند. اما پس از آنکه بشر به توفیقهایی از این قبیل نایل آمد که:

طبیعت با قوانین طبیعت درون ظلمت شب داشت مسکن
خدا گفتا «نیوتون باد» و آنگاه جهان از پای تا سر گشت روشن،

دیگر خاکساری برایش غیر ممکن شد. و در مورد لعنت الهی نیز این فکر پیش آمد که خالق جهانی بدین پهناوری بیگمان مشاغل فکریش بهتر و والاتر از این است که کسی را به خاطر اشتباهات جزئی در حکمت الهی به آتش جهنم دچار کند. یهودای اسخریوطی ممکن بود دچار لعنت ایزدی گردد، اما نیوتون با آنکه مذهب آریوسی داشت ممکن نبود ملعون واقع شود.

البته برای خودپسندی دلایل فراوان دیگر هم وجود داشت. تاتارها در آسیا محصور و محدود شده بودند و از ناحیهٔ ترکها نیز دیگر بیم خطری نمی‌رفت. ستارگان دنباله‌دار را هالی از مقام شومشان فرود آورده بود، و زلزله نیز، با آنکه همچنان وحشتناك بود، از لحاظ علمی به اندازه‌ای جالب بود که دانشمندان کمتر می‌توانستند از وقوع آن متأسف شوند. مردم اروپای غربی به سرعت ثروت می‌اندوختند و به صورت خداوندان سراسر جهان درمی‌آمدند: امریکای شمالی و جنوبی را به تصرف درآورده بودند، در افریقا و هندوستان صاحب قدرت بودند، در چین بدانها احترام می‌گذاشتند، و ژاپون از آنان حساب می‌برد. وقتی که پیروزیهای علم را نیز بر اینها بیفزاییم، دیگر جای شگفتی نخواهد بود اگر ببینیم که مردم قرن هفدهم خود را مردم نازنینی می‌انگاشتند و دیگر آن گناهکاران

بیچاره‌ای نبودند که هنوز هم در روزهای یکشنبه خود را بدان نام می‌خواندند.

مواردی هست که در آنجا فیزیك نظری جدید با دستگاه نیوتون مغایرت دارد. مثلا اول اینکه مفهوم «نیرو» که در قرن هفدهم مقام برجسته‌ای دارد اکنون زائد شناخته شده است. در دستگاه نیوتون «نیرو» عبارت است از علت تغییر حرکت، چه در مقدار و چه در جهت آن. مفهوم علت مهم انگاشته می‌شود، و «نیرو» را در تخیل آن نوع چیزی می‌پندارند که وقتی ما چیزی را می‌رانیم یا می کشیم احساس می کنیم. به همین دلیل این حقیقت که جاذبه از دور عمل می کند، همچون اشکالی در اصل جاذبه جلوه گر می‌شد، و خود نیوتون نیز اذعان داشت که بایستی واسطه‌ای در میان باشد که نیروی جاذبه به توسط آن منتقل شود. اما به تدریج معلوم شد که همهٔ معادلات را بدون دخالت دادن نیرو می‌توان نوشت. آنچه قابل مشاهده بود عبارت بود از رابطهٔ خاصی میان شتاب و هیئت و وضع؛ و اگر بگوییم که این رابطه به توسط «نیرو» برقرار می‌شود، در واقع چیزی به دانش خود نیفزوده‌ایم. مشاهده نشان می‌دهد که سیارات در همهٔ احوال دارای شتابی به جهت خورشید هستند که به نسبت عکس مجذور فاصلهٔ آنها از خورشید تغییر می‌کند. اگر بگوییم این شتاب در نتیجهٔ «نیرو»ی جاذبه است، فقط یك حشو لفظی به‌کار برده‌ایم. مانند اینکه بگوییم افیون آدم را به خواب می برد، زیرا خاصیت خواب‌آور دارد. به همین جهت فیزیکدانهای جدید فقط فورمولهایی را بیان می کنند که شتابها را معیّن می‌سازد و از استعمال کلمهٔ «نیرو» یکسره اجتناب می‌ورزند. «نیرو» عبارت بود از شبحی رقیق و اثیری که معتقدان به روح به عنوان

علت حرکت ارائه می‌دادند، و اکنون دیگر این شبح رفته رفته ناپدید و نابود شده است.

تا هنگام پدید آمدن مکانیك کوانتوم هیچ واقعه‌ای پیش نیامد که مفاد اصلی دو قانون اول حرکت را (یعنی اینکه قوانین دینامیك را باید به صورت شتابهای مختلف بیان کرد) به جهتی اصلاح کند. از این حیث کوپرنیکوس و کپلر را هم باید در ردیف قدما گذاشت. این دو در جستجوی قوانینی بودند که اشکال مدارهای اجسام سماوی را بیان کنند. نیوتون باز نمود که قوانینی که بدین‌شکل بیان شوند جز بیان تقریبی واقعیات کاری از آنها ساخته نیست. سیارات روی مدارهای بیضوی تمام حرکت نمی کنند، زیرا جاذبهٔ سایر سیارات مخل حرکت یکنواخت آنهاست. و نیز مدار یك سیاره به همان دلیل هرگز عیناً مجدداً پیموده نمی‌شود. اما قانون جاذبه که دربارهٔ شتابها بحث می کرد بسیار ساده بود و تا دویست سال پس از نیوتون کاملا دقیق پنداشته می‌شد؛ و وقتی‌هم که اینشتین آن را اصلاح کرد، باز این‌قانون به‌صورت قانونی که دربارهٔ شتابها بحث می کند باقی ماند.

درست است که بقای انرژی قانونی است که از سرعتها بحث می کند و نه از شتابها؛ اما در محاسباتی که این قانون را به کار می برند هنوز شتابها هستند که باید به‌کار برده شوند.

و اما تغییراتی که مکانیك کوانتوم پیش آورده است، گرچه بسیار عمیق است، هنوز تا حدّی مورد بحث است و به تحقیق نرسیده.

در فلسفهٔ نیوتون یك تغییر دیگر هم رخ داده است که اکنون باید از آن نام برد، و آن طرد زمان و مکان مطلق است. خوانندگان ما به این موضوع را در مورد دموکریتوس به یاد دارند. نیوتون

معتقد بود که مکان از نقاط و زمان از لحظات تشکیل شده و وجودشان مستقل از اجسام و وقایعی است که در آنها واقع می‌شوند. در مورد مکان در تأیید نظر خود از یك برهان تجربی استفاده می کرد، و آن اینکه پدیده‌های طبیعی ما را قادر به تمیز دادن چرخش مطلق می‌سازند. اگر آب موجود در یك سطل را بچرخانیم، آب در نزدیکی جدار سطل بالا می آید و در مرکز آن فرو می‌رود؛ و حال آنکه اگر سطل را بچرخانیم، و آب ثابت بماند، چنین اثری مشاهده نمی‌شود. پس از نیوتون تجربهٔ آونگ فوکو Foucault تعبیه شد و چنین می‌پنداشتند که این تجربه چرخش زمین را نشان می‌دهد. حتی در جدیدترین نظریات نیز مسئلهٔ چرخش مطلق اشکالی ایجاد می کند. اگر حرکت نسبی باشد، پس فرق بین این فرضیه که زمین می‌چرخد واین فرضیه که آسمان به گرد زمین می‌چرخد یك تفاوت لفظی صرف است و بیش از فرق این دو بیان نیست که «زید پدر عمرو است» و «عمرو پسر زید است». اما اگر آسمان بچرخد، باید ستارگان سریعتر از نور حرکت کنند، و این محال انگاشته می‌شود. نمی‌توان گفت که پاسخهای جدیدی که بدین مشکل داده شده کاملا قانع کننده است، اما آنقدر قانع کننده هست که بتواند تقریباً همهٔ فیزیکدانها را براین اعتقاد باقی بگذارد که حرکت و مکان صرفاً نسبی هستند. این موضوع، به اضافهٔ ترکیب شدن زمان و مکان به صورت «زمانمکان» (space-time) نظر ما را دربارهٔ جهان نسبت به آنچه از کارهای گالیله و نیوتون بر می‌آمد تغییر فراوان داده است. ولی من دراین باره نیز، مانند نظریهٔ کوانتوم، فعلا بیش از این بحثی نخواهم کرد.

فصل هفتم

فرانسیس بیکن

فرانسیس بیکن (۱۵۶۱ـ۱۶۲۶) گرچه فلسفه‌اش از بسیاری جهات قانع کننده نیست، به عنوان بنیادگذار روش استقرایی جدید و پیشاهنگ تنظیم منطقی روش علمی دارای اهمیّت همیشگی است.

وی یکی از پسران سر نیکولا بیکن، مهردار سلطنتی و خواهرزادهٔ زوجهٔ سر ویلیام سسیل، ـ بعدها لرد بورگلی ـ بود؛ و بدین ترتیب در محیط امور دولتی و دیوانی بزرگ شد. در بیست و سه‌سالگی به پارلمان رفت و مشاور اسکس Essex شد. با این حال

وقتی که اسکس مغضوب واقع شد، بیکن به محاکمه کنندگانش کمك کرد. بدین مناسبت وی سخت مورد سرزنش قرار گرفته است. مثلا لیتون استریچی Lytton Strachey در کتابش به نام «الیزابت و اسکس» بیکن را همچون هبولای خیانت و نمك‌ناشناسی نمایانده است. اما این دور از انصاف است. بیکن تا زمانی که اسکس خادم دولت بود با او کار کرد، اما هنگامی که ادامهٔ خدمت به او در حکم خیانت بود او را رها کرد؛ و در این عمل هیچ چیزی که حتی خشکترین اخلاقیان آن عصر بتوانند محکومش کنند وجود نداشت.

بیکن با آنکه اسکس را رها کرد، در زمان حیات الیزابت هرگز مورد لطف و عنایت دربار واقع نشد؛ اما چون جیمز به تخت نشست وضع و حال او بهتر شد. در ۱۶۱۷ مقام پدرش، یعنی مهردار سلطنتی، را به دست آورد و در ۱۶۱۸ به مقام خزانه‌داری منصوب شد. اما پس از آنکه فقط دو سالی در این منصب بزرگ باقی بود، به اتهام قبول رشوه محاکمه شد. بیکن صحت اتهام را گردن نهاد، و در دفاع از خود همینقدر گفت که تحف و هدایا هرگز در تصمیمات او مؤثر نبوده است. در این خصوص هر کس می‌تواند برای خود عقیده‌ای داشته باشد، زیرا شاهدی در دست نیست که تصمیمات بیکن در شرایط دیگرچه صورتی پیدا می کرد. بیکن به پرداخت ۴۰،۰۰۰ لیره جریمه و حبس در برج لندن مادامی که میل پادشاه باشد، و طرد همیشگی از دربار و اتصال دائم از خدمات دولتی محکوم شد. از این حکم فقط جزء ناچیزی اجرا شد؛ بدین معنی که وی را به پرداخت جریمه مجبور نساختند، و فقط چهار روز در برج زندانی شد؛ اما او را مجبور به ترك زندگی سیاسی ساختند، و ناگزیر باقی عمرش را به نوشتن

کتابهای مهم صرف کرد.

در آن ایام اخلاق قضات کمی سست بود. تقریباً همهٔ قضات، و معمولاً از هر دو طرف دعوا، هدیه می‌پذیرفتند. امروز به نظر ما رشوه گرفتن قضات کاری جنایتبار است، و جنایتبارتر آنکه پس از گرفتن رشوه، قاضی بر ضد راشی رأی بدهد. اما در آن روزگار پذیرفتن هدیه رسم بود و قضات «تقوا»ی خود را بدین ترتیب نشان می‌دادند که تحت تأثیر هدایا قرار نگیرند. بیکن تصادفاً در یك نزاع حزبی محکوم شد، و نه بدان سبب که جرمی استثنایی مرتکب شده باشد. البته بیکن مانند سلفش سر توماس مور نبود که در اخلاق مقامی بلند داشته باشد؛ اما او را فاسد مطلق هم نباید به حساب آورد. بیکن از لحاظ اخلاق شخصی متوسط و عادی بود که از دیگر معاصرانش بهتر یا بدتر نبود.

بیکن پس از آنکه پنج سال در گوشه‌ای گذراند، هنگامی که برای آزمایش نگه‌داری غذا از راه یخ بندان شکم مرغی را با برف می‌انباشت، سرما خورد و در گذشت.

مهمترین کتاب او «پیشرفت دانش» *The Advancement of Learning* از بسیاری جهات سخت متجددانه است. بیکن را عموماً به عنوان نخستین کسی که گفت «دانایی توانایی است» می‌شناسند؛ و گرچه شاید پیش از او هم کسانی همین معنی را برزبان آورده باشند، باید گفت که بیکن با تأکید تازه‌ای این نکته را بیان کرده است. اساس فلسفهٔ بیکن تماماً عملی بود، یعنی کوشش در این که بشر به وسیلهٔ اکتشافات و اختراعات علمی بر نیروهای طبیعت غالب شود. وی عقیده داشت که فلسفه باید از الهیّات جدا باشد، نه چنانکه در فلسفهٔ مدرسی مشهود

است با آن درآمیزد. بیکن مذهب رسمی را می‌پذیرفت، زیرا آدمی نبود که بر سر چنین موضوعی با دولت دست به گریبان شود. اما در عین حال که معتقد بود عقل و استدلال می‌تواند وجود خدا را اثبات کند، باقی مطالب الهیّات را تماماً حاصل کشف و شهود محض می‌دانست. در حقیقت معتقد بود که وقتی احکام دینی در نظر عقل محض کاملا نامعقول می‌نماید پیروزی ایمان به حد اعلی رسیده است. اما فلسفه باید فقط متکی بر عقل باشد. بدین ترتیب وی از طرفداران نظریهٔ «حقیقت مضاعف» بود، یعنی حقیقت حاصل از عقل و حقیقت حاصل از کشف و شهود. در قرن سیزدهم بعضی از ابن رشدیان این نظریه را تعلیم می‌دادند، اما کلیسا آن را محکوم کرده بود. «پیروزی ایمان» برای مؤمنین چیز خطرناکی بود. بیل Bayle در اواخر قرن هفدهم آن را به سخره گرفت و آنچه را عقل می‌توانست بر ضد عقیدهٔ رسمی مذهبی بیان کند به تفصیل بسیار حلاجی کرد و بعد نتیجه گرفت که «پس اگر با تمام این اوصاف باز هم از عقیدهٔ خود دست برنداریم پیروزی ایمان بسی بزرگتر خواهد بود.» اما اینکه اعتقاد دینی بیکن تا چه حد صادقانه بوده است نکته‌ای است که تحقیقش ممکن نیست.

بیکن نخستین فرد از سلسلهٔ طویل فلاسفهٔ علمی بود که اهمیت استقراء را در برابر قیاس تأکید کرده‌اند. او مانند اغلب اخلاف خود می‌کوشید که نوعی استقراء بهتر از آنچه «استقرای ناقص» نامیده می‌شود پیدا کند. استقرای ناقص را می‌توان با یك حکایت روشن کرد. یك وقت یك مأمور آمارگیری بود که می‌بایست نام خانوارهای یك دهکدهٔ واقع در ایالت ویلز را ثبت کند. نخستین کسی که این مأمور نامش را پرسید ویلیام ویلیامز نام داشت، نفر دوم هم نامش همین بود،