

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَصَلَّى اللَّهُ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِهِ الطَّاهِرِينَ

«ما باید به یک خدای لایتناهی، ابدی، همه‌جه‌حاضر،  
علیم، قادر مطلق، خالق همه کائنات، خردمندترین،  
عادل‌ترین، خیرترین، و مقدس‌ترین اعتراف کنیم، و  
هیچ خدای دیگری جز او نداشته باشیم. ما باید به او  
عشق بورزیم، از او بیمناک باشیم، او را ارج بنهیم، به  
او اعتماد کنیم، برای او نماز بگذاریم، او را  
شکرگذاریم، ستایش کنیم، نامش را تقدیس کنیم، از  
فرامینش اطاعت کنیم، و اوقاتی را برای خدمت به او  
اختصاص دهیم، بدانگونه که در فرمان‌های سوم و  
چهارم دستور داده شده‌ایم»

آیزاک نیوتن<sup>۱</sup>

---

1. I. Bernard Cohen and Richard Westfall, eds. (1995) *Newton: Texts, Backgrounds, Commentaries*: p. 34<sup>۱</sup>.

این جملات بخشی از رساله‌ای با عنوان "چهارچوب دین حقیقی" است که نیوتن در بیست سال آخر عمر خود نوشته بود و تا اواخر قرن بیستم اجازه انتشار نیافته بود.

# روشن‌شناسی نیوتن

عیدزیا کلام

استاد دانشگاه تهران



انشارات  
دانشگاه امام صادق علیه السلام

عنوان: روش‌شناسی نیوتن

مؤلف: سعید زیباکلام

ناشر: دانشگاه امام صادق علیه‌السلام

صفحه‌آرا: محمد روشنی

طراح جلد و مشاور هنری: رسول خسروبیگی

نمایه‌ساز و ناظر نسخه‌پردازی و چاپ: رضا دیبا

چاپ و صحافی: چاپ سپیدان

چاپ اول: ۱۴۰۰

قیمت: ۳۲۰/۰۰۰ ریال

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۴-۹۲۳-۷

فروشگاه مرکزی: تهران: خیابان انقلاب، بین خیابان فخررازی و خیابان دانشگاه، مجتمع پارسا، همکف، واحد ۳ و ۲  
تلفن: ۶۶۹۵۴۶۰۳ - تلفن مرکز پخش: ۹۱۰۶۰۶۷۴۱۱  
فروشگاه کتاب صادق: تهران: بزرگراه شهید چمران، پل مدیریت، ضلع شمالی دانشگاه  
صندوق پستی ۱۴۶۵۵-۱۵۹ • کد پستی: ۱۴۶۵۹۴۳۶۸۱ • تلفکس: ۸۸۳۷۰۱۴۲  
فروشگاه اینترنتی: E-mail: pub@isu.ac.ir • www.press.isu.ac.ir

سرشناسه: زیباکلام، سعید، ۱۳۳۲ -  
عنوان و نام پدیدآور: روش‌شناسی نیوتن / سعید زیباکلام.  
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه امام صادق (ع).  
مشخصات ظاهری: ۱۶۴ ص.  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۴-۹۲۳-۷  
موضوع: نیوتن، آیزاک، ۱۶۴۲-۱۷۲۷ م -- نقد و تفسیر  
موضوع: علوم -- روش‌شناسی  
موضوع: علوم -- فلسفه  
شناسه افزوده: دانشگاه امام صادق (ع)  
رده‌بندی کنگره: QC ۱۶  
رده‌بندی دیویی: ۵۳۰/۰۹۲  
شماره کتابشناسی ملی: ۷۵۶۴۰۶۱

تمام حقوق محفوظ است، هیچ بخشی از این کتاب بدون اجازه مکتوب ناشر قابل تکثیر یا تولید مجدد به هیچ شکلی از جمله چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی، فیلم و صدا و انتقال در فضای مجازی نمی‌باشد.  
این اثر تحت پوشش قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان ایران قرار دارد.

تقدیم به

زینب بزرگ،

آن زبان علی در کام،

آن رسالت حسین بر دوش،

او که در زنجیر اسارت، و در بازگشت از قتلگاه همه خاندانش،

فریادهای علی وارث بر سر شهرهای دژخیمان غاصب و کاخهای مفسدان  
و هوسرانان و عوامفریبان ظاهرالصّلاح هنوز در گوش تاریخ طنین افکن است.



## فهرست مطالب

۷	سخن ناشر.....
۹	قدردانی.....
۱۳	مقدمه.....
۲۷	فصل اول: روش علمی نیوتن در کتاب اصول ریاضی.....
۲۹	چهارچوب کلی اصول ریاضی.....
۳۱	روش علمی در اصول ریاضی (۱۶۸۷).....
۳۳	روش علمی در اصول ریاضی (۱۷۱۳).....
۴۷	روش علمی در اصول ریاضی (۱۷۲۶).....
۵۳	جمع بندی.....
۵۹	فصل دوم: روش علمی نیوتن در نورشناسی.....
۶۰	روش علمی در نورشناسی (۱۷۰۴).....
۶۵	روش علمی در نورشناسی (۱۷۰۶).....
۸۲	روش علمی در نورشناسی (۱۷۱۷).....
۹۰	جمع بندی.....
۹۷	فصل سوم: روش علمی نیوتن در قول و فعل.....
۹۷	مقدمه.....
۱۲۱	جمع بندی.....
۱۲۵	فصل چهارم: روش علمی نیوتن را می شناسیم؟.....
۱۲۷	مواضع متحول روش شناختی - معرفت شناختی.....
۱۴۵	آیا روش علمی نیوتن را می شناسیم؟.....
۱۴۹	جمع بندی.....
۱۵۳	فهرست منابع.....
۱۵۷	نمایه.....





«بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ»  
وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي  
فَضَّلَنَا عَلَى كَثِيرٍ مِّنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ  
(قرآن کریم، سوره مبارکه النمل / آیه شریفه ۱۵)

## سخن ناشر

رسالت و مأموریت دانشگاه امام صادق (علیه السلام) «تولید علوم انسانی اسلامی» و «تربیت نیروی درجه یک برای نظام» (که در راهبردهای ابلاغی مقام معظم رهبری مدظله تعیین شده) است. اثرپذیری علوم انسانی از مبانی معرفتی و نقش معارف اسلامی در تحول علوم انسانی، دانشگاه را بر آن داشت که به طراحی نو و بازمهندسی نظام آموزشی و پژوهشی جهت پاسخگویی به نیازهای نوظهور انقلاب، نظام اسلامی، و تربیت اسلامی به عنوان یک اصل محوری برای تحقق مأموریت خویش پردازد و بر این باور است که علم توأم با تزکیه نفس می تواند هویت جامعه را متأثر در مسیر تعالی و رشد قرار دهد.

از این حیث «تربیت» را می توان مقوله ای محوری یاد نمود که وظایف و کارویژه های دانشگاه، در چهارچوب آن معنا می یابد؛ زیرا که «علم» بدون «تزکیه» بیش از آنکه ابزاری در مسیر تعالی و اصلاح امور جامعه باشد، عاملی مشکل ساز خواهد بود که سازمان و هویت جامعه را متأثر و دگرگون می سازد.

از سوی دیگر «سیاست ها» تابع اصول و مبادی علمی هستند و نمی توان منکر این تجربه تاریخی شد که استواری و کارآمدی سیاست ها در گرو انجام پژوهش های علمی و بهره مندی از نتایج آن هاست. از این منظر پیشگامان عرصه علم و پژوهش، راهبران اصلی جریان های فکری و اجرایی به حساب می آیند و نمی توان آینده درخشانی را بدون توانایی های علمی - پژوهشی رقم زد و سخن از «مرجعیت علمی» در واقع

پاسخ‌گویی به این نیاز بنیادین است.

**دانشگاه امام صادق (علیه‌السلام)** در واقع یک الگوی عملی برای تحقق ایده دانشگاه اسلامی در شرایط جهان معاصر است. الگویی که هم‌اکنون ثمرات نیکوی آن در فضای ملی و بین‌المللی قابل مشاهده است. طبعاً آنچه حاصل آمده محصول نیت خالصانه و جهاد علمی مستمر مجموعه بنیان‌گذاران و دانش‌آموختگان این نهاد است که امید می‌رود با اتکاء به تأییدات الهی و تلاش همه‌جانبه اساتید، دانشجویان و مدیران دانشگاه، بتواند به مرجعی تمام‌عیار در گستره جهانی تبدیل گردد.

**معاونت پژوهشی دانشگاه امام صادق (علیه‌السلام)** با توجه به شرایط، امکانات و نیازمندی جامعه در مقطع کنونی با طرحی جامع نسبت به معرفی دستاوردهای پژوهشی دانشگاه، ارزیابی سازمانی - کارکردی آن‌ها و بالاخره تحلیل شرایط آتی اقدام نموده که نتایج این پژوهش‌ها در قالب کتاب، گزارش، نشریات علمی و... تقدیم علاقه‌مندان می‌گردد. هدف از این اقدام - ضمن قدردانی از تلاش خالصانه تمام کسانی که با آرمان و اندیشه‌ای بزرگ و ادعایی اندک در این راه گام نهادند - درک کاستی‌ها و اصلاح آنها است تا از این طریق زمینه پرورش نسل جوان و علاقه‌مند به طی این طریق نیز فراهم گردد؛ هدفی بزرگ که در نهایت مرجعیت **مکتب علمی امام صادق (علیه‌السلام)** را در گستره بین‌المللی به همراه خواهد داشت. (ان‌شاء‌الله)

وَلِلَّهِ الْحَمْدُ

معاونت پژوهشی دانشگاه

## قدر دانه نامه

برای این کتاب، همچون سایر کتاب‌ها، اشخاص متعددی به طرق مختلف به بنده کمک کرده‌اند که از میان آنها سه نفر بویژه محبت‌هایی کرده‌اند که لازمست از آنها با ذکر نام صمیمانه تشکر کنم. آقای اسماعیل پناهی، مدیر کل امور پژوهشی فرهنگستان هنر، که با گشاده‌رویی تمام منابع و آثار متعددی را در اختیارم می‌گذاشتند. نیز، دانشجوی مهربان اسبقم خانم تبریزی‌نژاد که کتاب نایابی را تهیه و از خارج کشور برایم فرستادند. و بالاخره، همسرم که تقریباً تمام امور تحریریه‌ای کتاب را با دقت عهده‌دار شدند. بر خود وظیفه میدانم که از نامبردگان فوق و سایر کسانی که به گونه‌های مختلفی به بنده مددی در امر این کتاب رسانده‌اند تشکر کنم و برای جمیع‌شان خیر و برکت و عاقبت بخیری از حضرت حق مسئلت کنم.

«وما الحیوه الدنیا الا لعب و لهو\* و للدار الاخره خیر للذین یتقون\* افلاتعقلون (سوره مبارکه انعام: ۳۲).

سعید زیباکلام

نسیم‌آباد، ۲۶ اسفند ۱۳۹۹



«نیوتن همانقدر وقت صرف پژوهش‌های کیمیاگرانه و  
الهیاتی می‌کرد که صرف پژوهش‌های ریاضی و  
فیزیکی»

کرین فیگالا (۲۰۰۲)<sup>۱</sup>

---

1 . K. Figala (2002) “Newton’s Alchemy”, in I. Bernard Cohen and G.E. Smith, eds. (2002) *Cambridge Companion to Newton*: p. 370.



## مقدمه

---

در این مقدمه می‌خواهم به این سؤال بپردازم که چرا روش علمی نیوتن را مورد پژوهش قرار داده‌ام؟ در دانشگاه‌های ما نوعاً این تصویر وسیعاً رایج است که توفیقات و شکوفایی علوم طبیعی یا همان که به غلط علوم پایه<sup>۱</sup> خوانده می‌شود مولود روشی است مضبوط به ضوابط و قواعدی که دانشمندان علوم آن را به خوبی و به نحو شسته‌رفته و مناقشه‌ناپذیری می‌شناسند و با دقت تمام آن را بدون کوچکترین انحراف یا اختلافی بکار می‌برند. این روش علمی یکتا خصلتاً بسیار دقیق و منطقی قطعاً است. موافق این تلقی، آن روش علمی یکتا روی هم‌رفته و یا همواره ثابت و تغییرناپذیر است. به‌علاوه، مطمئن و یقینی است زیرا همواره به کشف نظریه‌ها یا پدیدارهایی نایل شده است. مطابق همان تصویر از علم، عالمان اجتماعی باید در علوم اجتماعی یا همان که به نحو گمراه‌کننده‌ای عموماً علوم انسانی خوانده می‌شود، هر چه دقیق‌تر روش علوم طبیعی را فراگرفته با کمی یا بدون جرح و تعدیل آن را در پژوهش‌های خود بکار گیرند. در این الگوبرداری،

---

۱. به نظر من، "علوم پایه" (یا همان علوم انسانی-اجتماعی) علمی هستند که جامعه و تمدن را تقویم می‌کنند و سایر علوم و فنون مستقیم یا به واسطه تحت تأثیر پایه‌ها و ساختارهای بینشی و ارزشی جامعه و تمدن جهت می‌یابند و حرکت می‌کنند و یا روی هم‌رفته سازگار با آن بینش‌ها و ارزش‌های تقویمی هستند.

احتمال دارد برخی از استادان جاافتاده‌تر علوم اجتماعی میان حوزه علوم اجتماعی و علوم طبیعی تفاوت‌ها یا محدودیت‌هایی را اینجا و آنجا قائل شوند اما روی هم رفته چهارچوب و شاکله‌های روش علمی در علوم اجتماعی را همان می‌دانند که در علوم طبیعی کاملاً مرسوم و مستمراً بکار می‌رود.

مطابق این تصویر بسیار آرامش‌بخش دانشمندان علوم طبیعی کسانی هستند که دارای "ذهنی علمی" هستند. همچنین، گزاره‌های مشاهده‌تی محض یا واقع‌نما، گزاره‌هایی هستند که در صورت رعایت آن روش علمی یکتا، واقعیات را بدان‌گونه که به واقع هستند بدون کمترین پیش‌پنداشت و پیش‌فرضی همچون آئینه‌ای توصیف و گزارش می‌کنند. و بالاخره، فرضیه‌ها پس از طی دوران نوجوانی بلوغ‌یافته تبدیل به نظریه‌ها می‌شوند. مطمئناً می‌توان به این تصویر اجزاء دیگری افزود از جمله درباره سیر تاریخ علوم طبیعی و نیز روش تاریخ‌نگاری آن علوم.<sup>۱</sup>

اینک اما پیش از پرداختن به سؤال ابتدای مقدمه خوب است بدانیم که پیترو مداور،<sup>۲</sup> دانشمند در حوزه علوم زیست‌شناسی، استاد جانورشناسی و برنده جایزه نوبل در فیزیولوژی، در مقاله‌ای<sup>۳</sup> متذکر می‌شود که «هیچ چیزی به منزله یک ذهن علمی وجود ندارد». دانشمندان انواع ذهنیت یا گرایش‌ها را دارند: برخی گرایش گردآورندگی دارند و برخی دسته‌بندی‌کنندگی را. برخی گرایش شدیدی به مرتب و جمع‌وجورکردن دارند و بسیاری ذهنیت کارآگاهانه دارند و برخی دیگر به کاوش‌گری گرایش دارند. برخی تمایلات هنری و برخی تمایلات صنعتگرانه دارند. همچنین، برخی دانشمند-شاعر هستند و برخی دانشمند-فیلسوف. حتی معدودی هم

۱. نظر به اینکه در فصل سوم کتاب *معرفت‌شناسی اجتماعی* (۱۳۸۴/۱۴۰۰) تفصیلاً به این موضوعات پرداخته‌ام، علاقه‌مندان می‌توانند به آنجا رجوع کنند.

2. Peter B. Medawar (1987-1915)

استاد جانورشناسی برزیلی تبار بریتانیایی، استاد دانشگاه آکسفورد، برمینگام و سپس دانشگاه لندن و مدیر مؤسسه ملی پژوهش‌های پزشکی (۱۹۷۱-۱۹۶۲).

3. P. B. Medawar (1974) "Hypothesis and Imagination".



ذهنیت عارفانه دارند. مداور سپس سؤال می‌کند: «این همه انسان بناست چه نوع ذهن یا گرایش مشترکی داشته باشند؟» (Medawar, 1974: 275).

به سؤال ابتدای مقدمه بازمی‌گردیم. با احتساب دوران رساله دکتری، سی و پنج سال است که مشغول تحقیق و تدریس در باب روش‌شناسی و فلسفه علوم هستم. در تمام این سال‌ها آراء بسیاری از فیلسوفان روش‌شناس نامدار علم را صرفاً به شیوه فلسفی طرح و بحث و نقد کرده، و در مواردی بسط داده‌ام. اگرچه به فراخور دوران پساکوهنی‌ای که در آن مشغول پژوهش رساله‌ام بودم، آموخته بودم که باید به تاریخ علم توجهی ویژه کرد و در نتیجه به میزان قابل توجهی در **انقلاب علمی** قرن هفدهم غور و تفحص کرده‌ام اما هیچگاه شیوه عملی (همان رویه‌های اعمال‌شده) و نیز اظهارات روش‌شناسانه هیچیک از دانشمندان پیشگام نامدار را موضوع پژوهش روش‌شناسانه **دست اول** خود قرار نداده بودم. تحت تأثیر رویکرد تاریخی دوران‌ساز **ساختار انقلاب‌های علمی تامس کوهن** و توجه محوری **کوهن** به شیوه عمل دانشمندان، در آثار بسیاری از فیلسوفان روش‌شناس از دهه هفتاد به بعد، به طور روزافزونی اشاراتی عموماً پراکنده به تنی چند از این دانشمندان طلایه‌دار رایج می‌شود، اشاراتی که علی‌الغلب بدون استشهاد و نقل اقوالی از آن دانشمندان<sup>۱</sup> با این سخن نمی‌خواهم دلالت بدهم که آن اشارات و نتیجه‌گیری‌های متعاقب همگی و یا عموماً ناموجه و نابجا هستند.

در این سال‌ها که مکاتب روش‌شناسی را صرفاً به نحوی فلسفی پیگیری می‌کردم این دو سؤال به طور روزافزونی برایم جدی‌تر می‌شد که: به راستی دانشمندان از روش علمی یکتایی – صرف‌نظر از قواعد و اصول آن – **بالاتفاق** و

۱. ملاحظه کنید:

- L. Laudan (1977) *Progress and its Problems*.
- B. van Fraassen (1980) *The Scientific Image*.
- H. Longino (1990) *Science as Social Knowledge*.
- R.W. Miller (1987) *Fact and Method*.

پیوسته پیروی می‌کرده‌اند؟ و اگر چنین است آن روش علمی یکتا دقیقاً چیست و چه قواعدی دارد؟ عاقبت حدود پانزده سال پیش عزم بر پژوهشی تفصیلی برای پاسخ به آن دو سؤال کردم. پس از مطالعه اولیه ادبیات مربوطه به سرعت متوجه شدم که در میان پیشقراولان انقلاب علمی (کپلر، گالیله، بویل، و نیوتن) و نیز پیشگامان تحولات بزرگ عصر طلایی فیزیک اتمی از اواخر قرن نوزدهم تا حدود نیمه قرن بیستم (تامسون، پلانک، اینشتاین، بور، شرودینگر، هایزنبرگ، دوبروی، و پاولی) هیچیک به اندازه یک دهم آیزاک نیوتن مورد توجه و تحقیقات گسترده قرار نگرفته است. گذشته از نقش منحصر بفرد و تعیین‌کننده در انقلاب علمی، برخی از پیشگامان فیزیک معاصر همچون آلبرت اینشتاین، نیوتن را بزرگترین فیزیکدان همه اعصار قلمداد کرده‌اند. مبالغه نخواهد بود اگر گفته شود که از دهه هشتاد قرن بیستم به بعد، فوج روبه‌تزایدی از مورخان، فیلسوفان، و جامعه‌شناسان علم متمرکز بر روش پژوهشی و اندیشه نیوتن شده‌اند. نظر به اینکه بسیاری از اجزاء تصویر مرسوم دانشگاهیان ما از علم، در این کتاب به تصریح و به تلویح طرح و بحث شده در اینجا تنها به موضوع گزاره‌های مشاهدتی محض یا واقع‌نما می‌پردازم، گزاره‌هایی که تصور می‌شود واقعیات را بدان‌گونه که به واقع هستند و بدون کمترین تأثیر و تعاملی از جانب فاعل مشاهده‌گر، همچون آینه، گزارش می‌کنند.

از حدود قرن چهارم پیش از میلاد مسیح، از زمانی که فیزیک ارسطویی تدریجاً پذیرفته و پارادایم شد تا قرن هفدهم میلادی، دانشمندان پرشماری مشاهدات و اندازه‌گیری‌های بی‌شماری از پدیده‌های طبیعی انجام دادند. در این بازه حدوداً دو هزار ساله، دانشمندان حرکت هر نوع شی‌ای در عالم را مطابق نظریه حرکت ارسطو نیل به "حیّز طبیعی" یا قرارگاه طبیعی آن شی، مشاهده و گزارش می‌کردند. همچنین، پس از پذیرفتن و پارادایم‌شدن نجوم بطلمیوسی از قرن دوم میلادی زمین اولاً ساکن دیده شد و ثانیاً در مرکز عالم قرار گرفت. از آن زمان تا قرن

هفدهم، همه منجمان در بیشتر تمدن‌های مختلف در آن پانزده قرن، سکون زمین و قرار داشتن آن در مرکز عالم را مشاهده و گزارش می‌کردند.

اگر گزاره‌های بی‌شمار آن قرون را گزاره‌های مشاهده‌تی محض و واقع‌نما بدانیم آنگاه با این سؤال مواجه می‌شویم که بر سر آن گزاره‌های مشاهده‌تی چه آمده که در هیچ یک از کتب درسی و مقالات پژوهشی علوم طبیعی امروزه کمترین اثری از آنها وجود ندارد؟ اگر قائل شویم که علت فقدان و حذف‌شان از دنیای علم امروزه این است که آنها محض/واقع‌نما نبوده‌اند، آنگاه با این سؤال مواجه می‌شویم که چگونه دریافتیم که آنها محض/واقع‌نما نبوده‌اند؟ در اینجا دو جواب ممکن به نظر می‌آید. نخست، می‌توانیم بگوییم: از آنجا دریافتیم که آنها را جامعه علمی معاصر طرد کرده است و دوم اینکه می‌توانیم به موازین تمییز محض/واقع‌نما از نامحض/ناواقع‌نما متوسل شویم. اگر بنا را بر قضاوت جامعه علمی روز بگذاریم با این وضعیت ناگوار مواجه می‌شویم که همواره برای تمییز گزاره‌های مشاهده‌تی محض و واقع‌نما از نامحض و ناواقع‌نما باید مقلدانه در انتظار قضاوت جامعه علمی روز باشیم. از این ناگوارتر اینکه، چه ضمانتی وجود دارد که جامعه علمی معاصر گزاره‌های مشاهده‌تی محض همین ایام را چند صباح دیگر نامحض اعلام نکند؟ و یا، چه ضمانتی وجود دارد که جامعه علمی چند دهه یا سده دیگر، گزاره‌های محض و واقع‌نما این روزگار را نامحض و ناواقع‌نما اعلام نکند؟ این موکول کردن منزلت گزاره‌ها به قضاوت جامعه علمی زمانه، ما را با این وضعیت رسوا مواجه می‌کند که درباره گزاره‌ها هیچ قضاوتی نکنیم تا جامعه علمی تصمیم لاجرم عجالی و موقت خود را بگیرد. امیدوارم روشن باشد که چرا ارزیابی جامعه علمی همواره عجالی و موقتی خواهد بود. خوب است به خود یادآور شویم که دانشمندان اعصار متمدنی از قرن چهارم پیش از میلاد تا قرن هفدهم، حدود دو هزار سال در فیزیک و هزار و پانصد سال در نجوم، گزاره‌های مشاهده‌تی حوزه خود را محض و واقع‌نما می‌دانستند. همچنین، جامعه علمی دوران حاکمیت علم

نیوتنی، حدود دویست سال، گزاره‌های مشاهده‌تی خود را محض و واقع‌نما می‌دانستند. در اینجا شایسته است قدری تأمل کنیم: کدام جامعه علمی است که در وضعیت علم عادی گزاره‌های مشاهده‌تی مورد توسل و مقبول خود را محض و واقع‌نما نداند؟

گزینه دوم برای ارزیابی گزاره‌های مشاهده‌تی توسل به موازینی برای تمییز محض از نامحض بود. در این صورت، آیا روشن است چه موازینی در اختیار داریم؟ و آیا چنین موازینی را می‌توانیم علی‌المبنا داشته باشیم؟ روشن است که نه ما فیلسوفان علم و نه عالمان علوم طبیعی، به رغم تصور بسیار رایج اما عامیانه اکثریتی از عالمان اجتماعی و انسانی وطنی، معیارهایی برای تمییز گزاره‌های محض واقع‌نما از نامحض ناواقع‌نما در اختیار نداریم. برای شواهد فراوان تاریخی برای اینکه چرا و چگونه نداریم کتاب پژوهشی بسیار خواندنی **چگونگی علم<sup>۱</sup>** از هری کالینز و ترور پینچ کفایت می‌کند. اما استدلال برای اینکه چرا نمی‌توانیم چنین موازین تمییزی داشته باشیم را ذیلاً ارائه می‌کنم.

«آیا چنین موازینی را می‌توانیم علی‌المبنا داشته باشیم؟» و پاسخ به وضوح این است که نه. زیرا «واقع» یا «واقعیت» را *جمله* از همین گزاره‌های مشاهده‌تی‌ای که بدان درست یا غلط یا معوج دلالت می‌کند نمی‌شناسیم تا با تطبیق این گزاره‌ها با شناخت مستقل از همین گزاره‌ها، حکم بر واقع‌نما و محض بودن یا ناواقع‌نما و نامحض بودن گزاره‌های مشاهده‌تی‌مان کنیم. باید با این تصور وسیعاً رایج مولود دوران مدرسه وداع کنیم که ما از پدیدار یا هستی مورد پژوهش خود شناختی جدای از مشاهدات و نظریه‌های خود داریم به طوری که صدق و کذب یا واقع‌نما و ناواقع‌نما بودن مشاهدات‌مان را می‌توانیم با تطبیق‌شان با آن شناخت تعیین کنیم. باید بدین نکته بسیار پیش‌یافته و بسیار ظریف معرفت‌شناختی اما اغلب مغفول توجه تام کرد که شناخت ما از واقع یا واقعیت چیزی ورای همین گزاره‌های

۱. هری کالینز و ترور پینچ (۱۳۹۹)، **چگونگی علم**. ترجمه مرتضی جابری مقدم، تهران: سمت.

مشاهدتی که خود موضوع مباحثه و مناقشه هستند، نیست.

آری! **هیچگاه** موازین تمییز گزاره‌های واقع‌نما از ناواقع‌نما در اختیار نداشته‌ایم زیرا اگر می‌داشتیم مسائل و معضلات معرفتی ما به **ارسطو** و ارسطوئیان و نیوتن و نیوتنیان و هکذا نمی‌کشید: پیش‌سقراطیان و حتی ماقبل پیش‌سقراطیان با اعمال آن معیارها گزاره‌های واقع‌نمای محض را از غیر آن تمییز می‌دادند و در همان هزاره‌های پیش از میلاد ماجرای علم و علم‌ورزی به پایان می‌رسید! به طور قطعی، یقینی و برای همیشه!

می‌ماند اینکه امکان دارد معدودی فیلسوفان برخی از مکاتب شروطی برای **مشاهده** واقع‌نما، و نه برای **گزاره‌های مشاهدتی** واقع‌نما، مقرر کنند. خواه چنین فیلسوفانی به واقع وجود داشته‌اند یا نه، می‌توان تصور کرد که آنها قائل شوند که اساسی‌ترین امر برای انجام مشاهداتی که واقع‌نما و 'درست' باشند این است که مشاهده‌گر باید ذهن خود را پیش از مشاهده از هرگونه پیش‌پنداشت یا تلقی و شناخت ممکنه تخلیه کند به طوری که ذهن‌اش شبیه یا قریب به لوح نانوخته‌ای شود تا ورودی حسی از طریق حاسه مربوطه بتواند آن را بمباران کرده تصویری و یا شناختی از پدیدار مورد تجربه حسی را بر آن حکاکی یا انطباع کند. اگرچه در بادی نظر این سخن شهوداً جالب می‌نماید لیکن با کمی تأمل می‌توان به وضوح دریافت که این مجموعه خود فرضیه‌ای کلان بیش نیست، فرضیه کلانی حاوی فرضیه‌هایی. پیش از توضیح فرضیه‌ها شایسته است به برخی از ابهامات جدی روش‌شناختی-معرفت‌شناختی این کلان‌فرضیه اشاره‌ای کنم. نخست اینکه این تخلیه در چه عرصه‌هایی باید صورت گیرد: آیا مشاهده‌گر باید خود را از هرگونه تلقیات و پیش‌پنداشت‌های ممکنه تخلیه کند یا از تلقیات مربوط به آن پدیدار؟ اگر هرگونه، در این صورت آیا مشاهده‌گر اساساً دیگر می‌تواند تجارب مشاهدتی فهم‌پذیر و مقرون یا مشرف به 'معنی' و 'معرفت' داشته باشد؟ آیا در صورت تخلیه کامل از هرگونه تلقیات، مشاهده‌گر بنیاناً می‌تواند پدیدار مورد کاوش را حتی از سایر پدیدارها تمییز ابتدایی یا اجمالی - همان

عرفی — بدهد؟ آیا روشن نیست که در این صورت، مشاهده‌گر را به طفل نوباوه‌ای تقلیل داده‌ایم که میان عموم اشیاء و اعیان مورد تجربه حسی خود کمترین تمیزی نمی‌تواند بدهد؟ اگر هم بجای هرگونه تلقیات و پیش‌پنداشت‌ها گفته شود از «تلقیات مربوط به آن پدیدار»، با این ابهام و دشواری مواجه می‌شویم که چگونه و به مدد کدام شناخت «تلقیات مربوط به آن پدیدار» را باید تحدید کرد؟ یعنی، با چه شناختی باید تلقیات و پیش‌پنداشت‌های مربوط را از نامربوط تمیز داد؟ قابل تصور است که در پاسخ گفته شود: با همان شناخت عرفیِ اجمالی. در این صورت، آیا شرط‌گذاری اصولی اولیه برای مشاهده محض و واقع‌نما را نقض نکرده‌ایم؟ افزون بر این، ما با یک شناخت عرفیِ اجمالی *واحد یکتایی* مواجه نیستیم. و لذا با این سؤال افزون‌تر مواجه می‌شویم که کدام معرفت عرفیِ اجمالی را باید مبنای شناسایی بیشتر خود قرار دهیم؟ نیز، آیا این شناخت عرفیِ اجمالی را می‌توان منقاد ضوابطی کرد تا از تنوع و تحول آن ممانعت کرد؟ قدری فروتر، آیا زندگی عرفی که منبع و منشأ آن شناخت عرفی است را می‌توان به نوبه خود مضبوط به ضوابطی کرد تا، در نتیجه، آن شناخت را بتوان به قدر کفایت تحدید و تثبیت کرد؟

اما فرضیات: یکی اینکه ذهن ما همچون آئینه و یا لوح نانوخته‌ای است که عالم خارج از طریق حاسه‌های ما، بر آن می‌تابد و مطابق النعل بالنعل تابانده می‌شود. دوم اینکه، معرفت (شناخت) همان است که آئینه ذهن ما می‌تاباند. سوم اینکه، به تبع تصویر آئینه‌ای از ذهن، پنداشته شده که به هر میزان آن آئینه صیقلی شده‌تر و پیراسته‌تر، به همان میزان معرفت حاصل شده نمایاننده‌تر و واقع‌نماتر. بالاترید هر یک از این فرضیات در جای مناسب خود نیازمند تحلیل و موشکافی جداگانه است، و از جمله نشان‌دادن فرضیاتی که در دل هر یک از آنها مندرج و مضمّن است. ملاحظه می‌شود که شرطی که برای انجام مشاهداتی درست و واقع‌نما ابتدا به ساکن روی هم‌رفته شهودی و مقبول می‌نمود در چنبره‌ای از مشکلات و موانع و

فرضیات پیچیده شده است، فرضیاتی که هر یک نیازمند بحث و تحلیل‌هایی است تا بتوان میزان توجیه‌پذیری و مقبولیت هر یک را ارزیابی کرد. در بالا اشاره کردم که «خواه چنین فیلسوفانی به واقع وجود داشته باشند یا نه». اینک اما می‌خواهم به اشارتی بسیار موجز، نظر مؤثرترین فیلسوف پوزیتیویست در اشاعه و معرفی پوزیتیویسم منطقی در صبح‌دم طلوع این مشرب بسیار مؤثر در بخشی از قرن بیستم را در زمینه گزاره‌های مشاهده‌ای واقع‌نما مطرح کنم. آلفرد ایر که مدتی را در سال ۱۹۳۳ در جمع حلقه وین گذرانده بود در سال ۱۹۳۶ کتاب *زبان، صدق، و منطق* را منتشر کرد، کتابی که منشور این مکتب از آب درآمد و مورد اقبال بسیار واقع شد. در همین اثر، ایر بالصراحه اعلام می‌کند که:

هیچ گزاره تجربی مطلقاً قطعی‌ای وجود ندارد....  
گزاره‌های تجربی همگی فرضیه هستند، فرضیه‌هایی که با تجارب حسی واقعی می‌توانند تأیید یا بی‌اعتبار<sup>۱</sup> شوند. و گزاره‌هایی که در آنها ما مشاهدات را ثبت می‌کنیم [گزاره‌های مشاهده‌ای]، گزاره‌هایی که این فرضیه‌ها را راستی‌آزمایی می‌کنند، خود فرضیه‌هایی هستند که در معرض آزمون تجارب حسی افزون‌تر هستند. بدین ترتیب، هیچ گزاره نهایی‌ای وجود ندارد (Ayer, 1936/1946, 124).

پس از فرضیه‌ای دانستن گزاره‌های مشاهده‌ای، ایر بلافاصله نکته لاجرم بعدی را تصریح می‌کند که گزاره مشاهده‌ای خصلتاً فرضیه‌ای را می‌توان به نوبه خود راستی‌آزمایی کرد. و سپس تأکید می‌کند که «منطقاً هیچ دلیلی وجود ندارد که چرا

---

۱. جالب است که ایر از نقش تجارب حسی برای «اثبات» یا «ابطال» گزاره‌های علمی سخن نمی‌گوید بلکه از «تأیید» و «بی‌اعتباری»، مفاهیمی که به شدت گرانبار نظریه‌هایی هستند و در نتیجه به قوت مناقشه‌خیز و زوال‌پذیر.

این فرایند راستی‌آزمایی نباید الی غیرالنهاییه ادامه پیدا کند» (Ayer, 1936/1946, 125). **منطقاً** پایانی برای این آزمون‌ها وجود ندارد زیرا هر آزمونی بر دوش گزاره‌های مشاهده‌تی ای بنا می‌شود که به نوبه خود می‌تواند مورد آزمونی دیگر واقع شود. اما عالمان **عملاً** چه می‌کنند؟ در عمل ما برخی از مشاهدات را قابل اعتماد فرض می‌کنیم و زحمت پرداختن به فرایند راستی‌آزمایی را رها می‌کنیم. «اما اینکار را نه از سر متابعت از ضرورتی منطقی، که صرفاً از سر انگیزه‌ای **پراگماتیک** انجام می‌دهیم» (Ayer, 1936/1946, 125)؛ تأکید اضافه شده).

ملاحظه می‌شود که اولاً تمام گزاره‌های علمی فرضیه‌ای و در نتیجه خطاپذیر و زوال‌پذیرند. ثانیاً گزاره‌های مشاهده‌تی نیز خصیصه فرضیه‌ای دارند، و نتیجتاً، همچون هر فرضیه‌ای، قابل راستی‌آزمایی‌اند. ثالثاً، فرایند راستی‌آزمایی منطقاً می‌تواند الی غیرالنهاییه ادامه یابد. رابعاً، این ما عالمان هستیم که با توسل به خواسته‌ها و حاجات زیستی خود (همان ملاحظات پراگماتیک) می‌توانیم از تسلسل بی‌نهایت فرایند راستی‌آزمایی‌ها بگریزیم. بایسته است همین‌جا اضافه کنم که **رودالف کارنپ**، مؤثرترین و پایدارترین نظریه‌پرداز پوزیتیویسم منطقی، هنگام بحث از استقراء، و عطف به گزاره‌های مشاهده‌تی، از «فرض» صدق آنها سخن می‌گوید و نیز اینکه «اگر فرض کنیم شاهد نقضی صادق باشد» (Carnap, 1966: 21). به نظر می‌رسد برای نشان‌دادن مواضع دو تن از نامدارترین و مؤثرترین فیلسوفان پوزیتیویست درباره گزاره‌های مشاهده‌تی واقع‌نما و محض و صادق، باید بدین مقدار عجالتاً بسنده کرد. حال که نظر دو تن از فیلسوفان پرچمدار پوزیتیویسم را ملاحظه کردیم می‌خواهم به اختصار تمام نظر تنی چند از برجسته‌ترین طلایه‌داران فیزیک قرن بیستم درباره مشاهده را نه از باب استدلال که صرفاً از باب اطلاع به آن اضافه کنم. **اروین شرودینگر** (۱۸۸۷-۱۹۶۱) کاشف مکانیک موجی و برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۳۳، بر آن است که: «... نه تنها انطباعات (تأثیرات) حسی که ما از محیط‌مان می‌گیریم عمدتاً بستگی به طبیعت و وضعیت مستحدث سامانه حسی ما دارد که



برعکس، همان محیطی که ما می‌خواهیم بفهمیم از جانب ما جرح و تعدیل می‌شود، به‌ویژه به‌واسطه ابزاری که برای مشاهده آن سر هم می‌کنیم» (Schrodinger, 1958/1967, 136). ورنر هایزنبرگ (۱۹۷۶-۱۹۰۱)، مبدع اصل عدم قطعیت و برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۳۲، درباره مشاهده به زبانی بسیار شیوا می‌گوید:

باید به‌خاطر داشته باشیم که آنچه ما مشاهده می‌کنیم طبیعت  
فی‌نفسه نیست بلکه طبیعتی است که به روش پرسشگری ما  
آشکار شده است. کار علمی ما در فیزیک مشتمل است بر  
پرسیدن سؤالاتی درباره طبیعت با زبانی که در اختیار داریم و  
سعی می‌کنیم با وسایلی که در اختیارمان هست جوابی از  
آزمایش بگیریم (Heisenberg, 1962/1990: 46).

آلبرت اینشتاین (۱۹۵۵-۱۸۷۹) مبدع دو نظریه بسیار بنیانی نسبت عام و  
نسبیت خاص و برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۲۲، در گفتگویی با ورنر  
هایزنبرگ می‌گوید: «در اصول، کاملاً اشتباه است که نظریه‌ای را به تنهایی بر مقادیر  
مشاهده‌پذیر بنا کنیم. در واقع، برعکس رخ می‌دهد. این نظریه است که تعیین می‌کند  
ما چه چیزی را بتوانیم مشاهده کنیم» (به نقل از Heisenberg, 1971: 63). با این  
سخن، با موضوع گزاره‌های مشاهده‌تی محض و واقع‌نما وداع می‌کنیم.  
مدت‌ها پیش از اتمام کتاب قصد داشتم مقدمه کتاب را به ارائه تصویری کاملاً  
متفاوت از آنچه در محافل علمی عموماً از نیوتن وجود دارد، اختصاص بدهم.  
لیکن ضرورت پرداختن به تصویری که از روش علمی در محافل علمی ایران وجود  
دارد مقدمه را به سمت دیگری سوق داد. با این وجود، امیدوارم تابلوهایی که برای  
کتاب و هم برای هر فصل در نظر گرفته‌ام رایحه‌ای از آن تصویر بی‌سابقه‌ای که  
می‌خواستم از نیوتن ارائه کنم به شامه خواننده برساند.



«آشکار است که نیوتن متون انجیل را برای تعیین  
صدق گزاره‌های علمی بکار می‌برد. اگرچه امکان  
دارد این رویکرد عجیب یا ساده‌اندیشانه به نظر آید،  
لیکن به‌رغم محاکمه و محکومیت گالیله که  
دشواری سازگاری بخشیدن میان علم و دین را نشان  
داده بود این رویکردی بود که نیوتن در سال‌های بعد  
حفظ کرده بود»

موریت‌زیو مامیانی (۲۰۰۲)<sup>۱</sup>

---

1. M. Mamiani (2002) "Newton on Prophecy and the Apocalypse", in I. Bernard Cohen and G.E. Smith, eds. (2002) *Cambridge Companion to Newton*: p. 387.



## فصل اول:

# روش علمی نیوتن در کتاب اصول ریاضی

عموم استادان و عالمان رشته‌های علوم طبیعی، فنی و مهندسی، پزشکی و شاخه‌های آن، علوم اجتماعی، و علوم انسانی – اعم از دانشگاهی یا حوزوی – بی‌هیچ تردید و درنگی بر این باورند که فیزیک‌دانان آشناترین و داناترین عالمان نسبت به روشی هستند که، غلط یا درست، مطلوب و ممدوح همگان است. لیکن اینشتاین غیر از این فکر می‌کند. سخن فوق، نخستین جمله اینشتاین (۱۹۵۵-۱۸۷۹) در سخنرانی معروف هربرت اسپنسر اوست که تحت عنوان «درباره روش فیزیک نظری» در سال ۱۹۳۳ ایراد گردیده است.<sup>۱</sup> اگرچه اینشتاین خود از جمله دانشمندان فیزیک است و بنابراین امکان دارد به نظر رسد که وی چگونه می‌تواند چنین قضاوتی بکند، لیکن مهم است خاطر نشان کنیم که وی دانشمندی فیلسوف بوده است. مروری بر جمیع آثار وی آشکار می‌کند که او به‌میزان قابل توجهی با آثار فلسفی آشنا بوده<sup>۲</sup> و، به گفته صریح خود، تحت تأثیر برخی از آن آثار و مکتوبات

---

۱. فیلیپ فرنک، استاد فیزیک آزمایشگاه پژوهشی فیزیک دانشگاه هاروارد، مقاله خود تحت عنوان «اینشتاین، ماخ، پوزیتیویسم منطقی» را با این جمله به پایان می‌برد: «در نهایت، پژوهشگر حقیقتاً علاقه‌مند به علم باید از اندرز اینشتاین پیروی کند، هنگامی که می‌گوید: «اگر می‌خواهید چیزی از فیزیک‌دانان نظری درباره روش‌هایی که به‌کار می‌گیرند دریابید، ... به حرف‌های آن‌ها گوش ندهید، و توجه خود را معطوف به اعمال آن‌ها کنید» (Frank, 1949: 286).

۲. پروفیسور جرالدهولتن این فلاسفه و دانشمندان فیلسوفان را این چنین ذکر می‌کند: افلاطون، اسپینوزا، هیوم، جان استیوارت میل، امپیر، کرشسف، هلم هولتز، هرتز، ماخ، پوانکاره، و کارل پیرسون (Holton, 1986: 164).

بوده است (Einstein, 1949: 53). و این یعنی، شاید قابل قبول باشد که فیزیک‌دانی در طراز اینشتاین بتواند خود را از اقلیم یا پارادایمی که در آن تعلیم و تربیت یافته است، خارج کند و سپس به آنچه هم‌کسوتان خود عامل و قائل هستند بصیرت‌مندانه بنگرد و میان اقوال و اعمال آنها، به‌وضوح تمام، هیچ هم‌سازی و هم‌خوانی نبیند و یا هم‌سازی بسیار اندکی ببیند. و اگرچه این خروج از پارادایم به‌هیچ‌وجه کار سهل و ساده و متداولی نیست، لیکن شدنی و ممکن است.

شایسته است قضاوت سنجیده اینشتاین درباره عدم هم‌سازی قول و فعل فیزیک‌دانان و بلکه همه دانشمندان طبیعی را مورد تأمل و تحقیق قرار دهیم. این شایستگی از آن‌روست که به‌نظر می‌رسد این عدم سازگاری منحصر به فیزیک نظری و یا حتی علوم طبیعی نیست، به‌طوری‌که اگر در حوزه علوم اجتماعی و یا علوم انسانی و به‌ویژه در فلسفه به‌قدر کافی تدقیق کنیم متحیر خواهیم شد که چقدر میان آنچه عالمان این حوزه‌ها می‌گویند با آنچه انجام می‌دهند تفاوت و بلکه تعارض وجود دارد. داستان این تفحص و تحقیق، و قصه حیات‌بخش و بصیرت‌زای آن خصوصاً در باب فلسفه، به پژوهش مستقل و مفصل جداگانه‌ای نیاز دارد. اما آنچه در این موضع بدان خواهیم پرداخت حوزه‌ای است که عموماً پنداشته می‌شود باید الگو و اسوه سایر معارف باشد: علوم طبیعی.

برای این منظور آثار علوم طبیعی نیوتن، و به‌ویژه اثر بزرگ معروف مبنایی بسیار مناقشه‌انگیزش، *اصول ریاضی فلسفه طبیعی*، را مورد کاوش قرار می‌دهیم.<sup>۱</sup> سؤال آغازین ما در این فصل اینست: روش علمی نیوتن در *اصول ریاضی* چیست؟ روشن است که این سؤال حاوی دو وجه است و یا می‌توان از دو منظر بدان نگریست و پاسخ داد. نخست اینکه، نیوتن درباره روش کارش چه گفته است و دوم اینکه، روش علمی نیوتن به‌واقع یا در عمل چه بوده است. به عبارت دیگر، برای پاسخ به سؤال «روش علمی نیوتن در *اصول ریاضی* چیست؟» باید به دو سؤال دیگر پاسخ داد. اول اینکه،

۱. برای روش علمی نیوتن در *نورشناسی*، ر.ک. به فصل دوم همین اثر.

نیوتن خود درباره روش علمی اش چه گفته است؟ دوم اینکه، نیوتن در عمل چه کرده است؟

برای پاسخ بدین سؤالات، نخستین گام این است که دریابیم چهارچوب بسیار کلی کتاب *اصول ریاضی نیوتن* چیست.

### چهارچوب کلی اصول ریاضی

بجاست در همین ابتدا ذکر شود که نیوتن در مجموع دو اثر در فلسفه طبیعی، همان که امروزه ما علوم طبیعی می خوانیم، دارد. اثر دیگر وی *نورشناسی* نام دارد که در حوزه فیزیک قرار دارد، و اگرچه این اثر به نوبه خود اثر نوآورانه و قابل توجهی بوده است، لیکن به دو علت با مناقشات فراگیر و طولی مواجه نشد که برای مدت های مدید دامنگیر *اصول ریاضی* شد. نخست اینکه *نورشناسی*، همان طور که از نامش پیداست، محدود به حوزه ای نسبتاً کوچک در فلسفه طبیعی می شد. و ثانیاً، ویراست نخست آن به زبان انگلیسی (۱۷۰۴) هفده سال پس از ویراست نخست *اصول ریاضی* (۱۶۸۷) انتشار یافت، زمانی که مبانی و مصادرات مابعدالطبیعی و نیز تبعات بنیانی روش شناختی *اصول ریاضی* تا حدودی مورد طرح و بحث، و به مقدار زیادی مورد آشنایی و عادت، قرار گرفته بود.

**طبع نخست اصول ریاضی (۱۶۸۷)** مشتمل است بر سه دفتر: دفتر اول، دفتر دوم، و دفتر سوم. دفتر اول هیچ سخنی درباره نیروی گرانش عمومی نمی گوید. این دفتر درباره مکانیک است و تلاش می کند زمینه را برای تلفیق حرکت مداری در یک نظام متحد مکانیکی فراهم کند که شامل هر دو نوع پدیدار زمینی و سماوی باشد. این دفتر با ارائه تعریف مفاهیم بنیانی و سه قانون معروف حرکت آغاز می کند. قانون اول، اصل لختی (یا اینرسی) را در همان شکلی که هنوز در کتاب های آموزشی به کار می رود، بیان می کند، لیکن خود مفهوم لختی مستقیماً

از گالیله<sup>۱</sup> و دکارت نشئت گرفته است. قانون دوم و تعریف مفاهیم مربوط به آن، مفهوم نیرو را عملاً وارد مکانیک کرد. و بالاخره، قانون سوم، همان عمل و عکس‌العمل برابر و مخالفند، تا حدودی ابداع نیوتن بود اما می‌توان آن را در زبان دینامیک بسط تغییر حرکت در برخورد محسوب کرد، اصلی که کریسچین هویگنز<sup>۲</sup> پیشتر آن را نشان داده بود. به بیانی کلی، دفتر اول بر دستاوردهای پیشین گالیله، دکارت، و هویگنز اتکاء داشت و آنها را به سطح بالاتری از پیچیدگی ارتقاء می‌داد.

در مورد دفتر دوم، می‌توان تنها از وجود خام‌ترین پیشینه‌ها سخن گفت. و همچون هر کار پیشگام و نوآورانه‌ای محتوم به خطاهایی بود لیکن چشمگیری دستاوردهای آن به هیچ‌وجه کمتر از دفتر اول نبود. دفتر دوم در اوج خود به بررسی نظریه گشتارهای دکارتی می‌پردازد. نیوتن تلاش می‌کند نشان دهد که یک گشتار هرگز نمی‌تواند مجموعه‌ای از سیاره‌ها را مطابق سه قانون کپلر<sup>۳</sup> به حرکت درآورد. همچنین، وی کوشید نشان دهد که یک گشتار نمی‌تواند خودکفا باشد، بلکه تا زمانی به حرکت یکنواخت خود ادامه خواهد داد که نیرویی خارجی جسم محوری آن را بچرخاند.

در دفتر سوم، نیوتن دینامیک خود را به نظام جهانی اطلاق می‌کند. در این دفتر، وی نظام نجومی دو منظومه را ارائه می‌کند که در هر یک اقماری که از قانون سوم کپلر پیروی می‌کنند، به دور کره‌ای مرکزی می‌چرخند: منظومه شمسی و مشتری با قمرهایش. نیوتن با توسل به اصل یکنواختی نتیجه گرفت که نیروهای عکس مجذور باید ماهیتاً همانند باشند. وی می‌خواست نشان دهد که نه تنها

1. Galileo Galilei (1564-1642) فیزیک‌دان و ستاره‌شناس ایتالیایی قرن هفده

2. Christian Huygens (1629-1695) فیزیک‌دان هلندی قرن هفده

3. Johannes Kepler (1571-1630)

ستاره‌شناس و ریاضی‌دان آلمانی اواخر قرن شانزده و بخشی از قرن هفده



نیروهایی که قمرهای متنوع را در مداراتشان نگه می‌دارند ماهیتاً همانند هستند بلکه آنها با هر نیرویی که انسان‌ها بر روی زمین می‌شناسند – همچون نیرویی که سبب افتادن سیب بر روی زمین می‌شود – همانند هستند.<sup>۱</sup>

با این مرور بسیار کلی بر چهارچوب *اصول ریاضی*، اینک روش علمی نیوتن را در ویراست‌های مختلف این اثر مورد استخراج، بازسازی، و ارزیابی تحلیلی قرار می‌دهیم. برای این کار، هریک از ویراست‌های *اصول ریاضی* را به ترتیب ظهور تاریخی‌اش ملاحظه و بررسی می‌کنیم.

### روش علمی در *اصول ریاضی* (۱۶۸۷)

همان‌طور که پیشتر ذکر شد ویراست نخست *اصول ریاضی* – همان *اصول ریاضی* (۱۶۸۷) – دارای سه دفتر است و اگر کسی زحمت کاوش دقیق هر سه دفتر را پذیرا شود در کمال شگفتی در خواهد یافت که در مجموعه نسبتاً حجیم *اصول* (۱۶۸۷) نه تنها عنوان هیچ فصلی یا زیرفصلی یا بخشی از هر یک از سه دفتر کتاب به روش یا روش‌شناسی اختصاص نیافته است که موضوعاً هم در هیچ جایی سخنی از روش یا روش‌شناسی نرفته است. آنچه ظاهراً نویدبخش به نظر می‌آید عنوان جالب توجهی است که در آغاز دفتر سوم به چشم می‌خورد. ذیل عنوان *فرضیه‌ها* مجموعه‌ای نه قضیه فهرست شده است. این عنوان بیشتر از آن جهت مایه شگفتی است که *امروزه* معروف است نیوتن مخالفت و ضدیت خاصی با “فرضیه‌ها” داشته است، به طوری که در میان هر سه صنف علم‌شناسان معاصر – علم‌شناسان تاریخی، علم‌شناسان فلسفی، و علم‌شناسان اجتماعی – عبارت معروف «من فرضیه جعل نمی‌کنم»<sup>۲</sup> نه فقط تنها

۱. برای اطلاع بیشتر، ر.ک. به:

- Richard Westfall (1977), *The Construction of Modern Science*, chap. viii.

- Charles Gillispie (1960/1973), *The Edge Of Objectivity*, chap. iv.

2. *Hypotheses non fingo*

این عبارت معروف لاتینی است که نیوتن خود به کار برده است. در ترجمه دقیق این عبارت به

ادامه در صفحه بعد

عبارتی از نیوتن است که همه با آن آشناوند که به‌نحوی بیانگر عصاره تمام روش‌شناسی وی دانسته می‌شود.

بی‌مناسبت نیست که سه «فرضیه» نخست را عیناً نقل کنم:

فرضیه (۱): «ما باید برای امور و اعیان طبیعی تنها عللی را بپذیریم که هم صادق باشند و هم برای تبیین وقوع آنها کافی».

فرضیه (۲): «بنابراین، علت‌های آثار طبیعی از یک نوع، یکسان هستند. بدین ترتیب، تنفس انسان و تنفس حیوانات؛ سقوط سنگ در اروپا و در آمریکا؛ نور در آتش طباقی و نور در خورشید؛ انعکاس نور بر روی زمین و در سیارات».

فرضیه (۳): «هر شیء می‌تواند به هر نوع شیء دیگر دگرگون شود، و همه درجات کیفیات واسطه را می‌توان متناوباً در آن ایجاد کرد».

فرضیه (۴): خیلی ساده، ثبوت یا بی‌تحرکی مرکز نظام جهانی را اعلام می‌کند، و فرضیه‌های (۵) تا (۹) بیانگر شواهد ستاره‌شناسی است، از قبیل: قمرهای مشتری در حرکت خود حول مشتری از قانون دوم کپلر تبعیت می‌کنند، پنج سیاره اصلی حول خورشید می‌چرخند، مدت‌زمان چرخش کامل این سیارات و زمین به‌دور خورشید مطابق قانون سوم کپلر به میانگین فاصله آنها تا خورشید بستگی دارد (Koyre, 1965/1968: 30).

همان‌طور که کواپه<sup>۱</sup> نیز متذکر شده است، دسته‌بندی این نه «فرضیه» چندان موزون و منسجم به‌نظر نمی‌آید (Koyre, 1965/1968: 263). نخستین و بزرگ‌ترین خصلت شگفت‌انگیز این نه قضیه این است که آنها به حوزه‌ها و حیطه‌های کاملاً متفاوت تعلق دارند: دو «فرضیه» اول و دوم، روش‌شناختی‌اند، درحالی‌که «فرضیه» سوم مابعدالطبیعی است، و حال آنکه شش «فرضیه» بعدی، همان‌طور که پیشتر توصیف شد، درباره ساختار منظومه شمسی بوده که اساساً

انگلیسی، در اینجا از الکساندر کواپه تبعیت کرده‌ام (Koyre, 1965/1968: 35).

مورخ علم‌شناس نوآور و مشهور روسی - فرانسوی معاصر (1892-1964) I. Alexandre Koyre

کیهان شناختی‌اند. در اینکه این نه قضیه به سه حوزه معرفتی کاملاً متفاوت تعلق دارند و گردآوردن آنها ذیل یک عنوان و در یک مجموعه منطقی ناهمگن و نامتجانس، کاری است که مطابق هرگونه نظام دسته‌بندی نامقبول و ناپسند است، تردیدی وجود ندارد. آنچه مهم است مورد پرسش قرار دهیم، این است که آیا این مجموعه منطقی ناسازگار در طبع‌های بعدی *اصول ریاضی* حفظ می‌شود؟ و ثانیاً، اگر نمی‌شود چه تغییراتی می‌بیند؟ و ثالثاً، تغییرات مهمی که *اصول ریاضی* به لحاظ روش-معرفت‌شناختی و مابعدالطبیعی در ویراست‌های بعدی به خود می‌بیند، چیست؟

### روش علمی در *اصول ریاضی* (۱۷۱۳)

شایسته است مقدمتاً هدف یا مقصود از مجموعه تغییرات به‌عمل آمده در *اصول ریاضی* (۱۶۸۷) مشخص شود. ریچارد وستفال<sup>۱</sup>، مورخ علم‌شناس و از محققان مطالعات نیوتنی، قائل است که مقدمه راجر کوتس<sup>۲</sup>، گردآورنده ویراست دوم *اصول ریاضی* (۱۷۱۳)، و تحشیه عمومی *اصول ریاضی* (۱۷۱۳) به انتقادات مطرح‌شده پاسخ می‌دهد. این دو فقره که در ابتدا و انتهای ویراست جدید قرار گرفته بودند، «لحنی جدلی را هماهنگ با تغییرات به ویراست جدید بخشیدند، تغییراتی که طراحی شده بود تا *مقبولیت* اثر را نزد فیلسوفان طبیعی تقویت کند» (Westfall, 1994: 290).

گذشته از مقدمه راجر کوتس بر ویراست دوم، در مجموع سه تغییر مهم در خود *اصول ریاضی* (۱۶۸۷) صورت می‌گیرد. مهم‌ترین و مشهورترین این تغییرات عبارت از الحاق بخشی به‌نام *تحشیه عمومی* به انتهای *اصول ریاضی* است. تغییر مهم دیگر حذف عنوان فرضیه در آغاز دفتر سوم، و جایگزینی بخشی

1. Richard Westfall (1924-1996) مورخ علم‌شناس معاصر آمریکایی

2. Roger Cotes (1682-1716)

ستاره‌شناس انگلیسی اوایل قرن هجده و جانشین کرسی استادی نیوتن در دانشگاه کیمبریج