

روش علمی نیوتن در اصول ریاضی

چکیده

عموماً تصور می‌شود که نیوتن از بدو کاوش‌های طبیعت‌شناسه‌اش دارای روشی بوده که همواره از آن پیروی می‌کرده‌است و دو کتاب ماندگار و فوق‌العاده تأثیرگذارش *اصول ریاضی فلسفه طبیعی و علم‌الابصار*، محصول پیروی از آن روش است. اما انیشتاین هشدار می‌دهد که اگر می‌خواهید چیزی از فیزیکدانان دربارهٔ روش‌هایی که بکار گرفته‌اند بدانید "به حرف‌های آنها گوش ندهید و توجه خود را معطوف به اعمال آنها کنید." با توجه به هشدار تأمل‌انگیز و جالب توجه انیشتاین در این مقاله کوشیده‌ام تا اولاً هر آنچه نیوتن در طبع‌های مختلف دو اثر مهم‌اش دربارهٔ روش علمی، قواعد روش‌شناختی و معرفت‌شناختی‌اش اظهار کرده مورد بازبینی و شناسایی قرار دهم. ثانیاً، تلاش شده تا آن چه را نیوتن در *عمل* انجام داده و شناسایی و ارائه کنم. در جریان این شناسایی‌ها، آشکار می‌شود که میان آنچه نیوتن دربارهٔ روش کار و کاوش‌اش گفته و آنچه در عمل انجام داده تغایر و بعضاً تعارضات روشنی وجود دارد. همچنین، آشکار می‌شود که ابداً چنین نبوده که از ابتدا نیوتن به یک مجموعه خاصی از قواعد روش-معرفت‌شناختی آگاهی داشته و از آنها آگاهانه پیروی کرده است. نیوتن تنها پس از مواجهه با سیل خروشان از انتقاداتی که متوجه طبع اول *اصول ریاضی* شد به قواعد روش-معرفت‌شناختی روی آورد. در طول چهل سال پس از طبع نخست *اصول* (۱۶۸۷) و آخرین طبع آن (۱۷۲۶)، *عمده* تلاش‌های نیوتن مصروف طراحی و ابداع و اعلام قواعد جدید بازی علم شد تا اولاً نظریه پردازی‌های طبیعت-شناسانه خود را با عطف به آن قواعد موّجه و مقبول نشان دهد و از آن دکارتیان را ناموّجه و نامقبول. و ثانیاً به تبع، سیل انتقاداتی که وی را به شدت آزرده دل و رنجور کرده بود تضعیف و تخفیف کند.

واژه های کلیدی

روش علمی، روش شناسی، معرفت شناسی، هستی شناسی، ایزاک نیوتن، *اصول ریاضی*، *فلسفه طبیعی*، *علم‌الابصار*، همسازی قول و فعل، فرضیه و فرضیه‌سازی، قواعد فلسفی، فلسفه مکانیکی، نیوتنیان، دکارتیان، لایبنیتز، نیروی گرانش.

روش علمی نیوتن در اصول ریاضی

"اگر می‌خواهید چیزی از فیزیکدانان نظری درباره روش‌هایی که بکار می‌گیرند دریابید، من به شما توصیه می‌کنم که محکم به یک اصل بچسبید: به حرف‌های آنها گوش ندهید، و توجه خود را معطوف به اعمال آنها کنید."

آلبرت اینشتاین

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، ممدوح همگان است. لیکن اینشتاین غیر این فکر می‌کند. سخن فوق، نخستین جمله اینشتاین (۱۸۷۹-۱۹۵۵) در سخنرانی معروف هربرت اسپنسر اوست که تحت عنوان "درباره روش فیزیک نظری" در سال ۱۹۳۳ ایراد گردیده است. اگرچه اینشتاین خود از جمله دانشمندان فیزیک است و بنابراین امکان دارد بنظر رسد که وی چگونه می‌تواند چنین قضاوتی بکند. لیکن مهم است خاطر نشان کنیم که وی دانشمندی فیلسوف بوده‌است. مروری بر جمیع آثار وی آشکار می‌کند که او بمیزان قابل توجهی با آثار فلسفی آشنا بوده و، به گفته صریح خود، تحت تأثیر برخی از آن آثار و مکتوبات بوده‌است.

شایسته است قضاوت سنجیده اینشتاین دربارهٔ عدم همسازی قول و فعل فیزیکدانان و بلکه همهٔ دانشمندان طبیعی را مورد تأمل و تحقیق قرار دهیم. این شایستگی از آن روست که بنظر می‌رسد این عدم سازگاری منحصر به فیزیک نظری و یا حتی علوم طبیعی نیست، بطوریکه اگر در حوزهٔ علوم اجتماعی و یا علوم انسانی و بویژه در فلسفه بطور کافی غور و 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 قصهٔ 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 اسوهٔ سایر معارف باشد: علوم طبیعی.

برای این منظور آثار علوم طبیعی نیوتن، و بویژه اثر بزرگ معروف مبنایی بسیار مناقشه‌انگیزش، *اصول ریاضی فلسفه طبیعی*، را مورد کاوش قرار می‌دهیم. سوال آغازین ما در این مقاله اینست: روش علمی نیوتن چیست؟ روشن است که این سوال حاوی دو وجه است و یا می‌توان از دو منظر بدان نگریست و پاسخ داد. نخست اینکه، نیوتن دربارهٔ روش کارش چه گفته است و دوم اینکه، روش علمی نیوتن بواقع یا در عمل چه بوده‌است. به عبارت دیگر، برای پاسخ به سوال "روش علمی نیوتن چیست؟" باید به دو سوال دیگر پاسخ داد. اول اینکه، نیوتن خود دربارهٔ روش علمی‌اش چه گفته است؟ دوم اینکه، نیوتن در عمل چه کرده است؟

برای پاسخ بدین سوالات، نخستین گام اینست که دریابیم چهارچوب بسیار کلی کتاب *اصول نیوتن چیست*.

روش علمی در *اصول* (۱۶۸۷)

همانطور که پیش‌تر ذکر شد طبع نخست اصول — همان *اصول* (۱۶۸۷) — دارای سه دفتر است و اگر کسی زحمت کاوش دقیق‌تر هر سه دفتر را پذیرا شود در کمال شگفتی درخواهد یافت که در مجموعهٔ 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** مجموعاً نه قضیه ذکر شده‌است. این عنوان بیشتر از آن جهت مایهٔ شگفتی است که **امروزه** معروف است نیوتن مخالف و ضدیت خاصی با "فرضیه‌ها" داشته است بطوری که در میان هر سه صنف علم-شناسان **معاصر** — علم‌شناسان تاریخی، علم‌شناسان فلسفی، و علم‌شناسان اجتماعی — عبارت معروف "من فرضیه جعل نمی‌کنم" نه فقط عبارتی از نیوتن است که **همه** با آن آشنایند که بنحوی بیانگر عصارهٔ تمام روش-شناسی 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 امریکا؛ نور در آتش طباحی 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 همهٔ درجات کیفیات واسطه را می‌توان متناوباً در آن ایجاد کرد."

فرضیه (۴)، خیلی ساده، ثبوت یا بی‌تحرکی مرکز نظام جهانی را اعلام می‌کرد، و فرضیه‌های (۵) تا (۹) بیانگر شواهد ستاره‌شناسی بود، از قبیل: قمرهای مشتری در حرکت خود حول مشتری از قانون دوم کپلر تبعیت می‌کنند، پنج سیارهٔ اصلی حول خورشید می‌چرخند، مدت زمان چرخش کامل این سیارات و زمین بدور خورشید مطابق قانون سوم کپلر به میانگین فاصلهٔ آنها تا خورشید بستگی دارد.

همانطور که کواپکه نیز متذکر شده‌است، دسته‌بندی این نه "فرضیه" چندان موزون و منسجم به نظر نمی‌آید. نخستین و بزرگ‌ترین خصلت شگفت‌انگیز این نه قضیه اینست که آنها به حوزه‌ها و حیطه‌های کاملاً متفاوت

تعلق دارند: دو "فرضیه" اول و دوم، روش شناختی‌اند، در حالیکه "فرضیه" سوم مابعدالطبیعی است، و حال آنکه شش "فرضیه" بعدی، همانطور که پیشتر توصیف شد، درباره ساختار منظومه شمسی بوده اساساً کیهان شناختی‌اند. در اینکه این نه قضیه به سه حوزه کاملاً متفاوت تعلق دارند و گردآوردن آنها ذیل یک عنوان و در یک مجموعه منطقاً ناهمگن و نامتجانس، کاری است که مطابق هر گونه نظام دسته‌بندی نامقبول و ناپسند است، تردیدی وجود ندارد. آنچه مهم است مورد پرسش قرار دهیم اینست که آیا این مجموعه منطقاً ناسازگار در طبع‌های بعدی *اصول* حفظ می‌شود؟ و ثانیاً، اگر نمی‌شود چه تغییراتی می‌بیند؟ و ثالثاً، تغییرات مهمی که *اصول* بلحاظ روش-معرفت‌شناختی و مابعدالطبیعی در طبع‌های بعدی به خود می‌بیند، چیست؟

روش علمی در *اصول* (۱۷۱۳)

شایسته است مقدمتاً هدف یا مقصود از مجموعه تغییرات به عمل آمده در *اصول* (۱۶۸۷) مشخص شود. ریچاردوستفال، مورخ علم‌شناس و از محققان مطالعات نیوتنی، قائلست که مقدمه راجرکوتس، گردآورنده طبع دوم *اصول* (۱۷۱۳)، و تحشیه‌عمومی *اصول* (۱۷۱۳) به انتقادات مطرح شده پاسخ می‌دهند. این دو فقره که در ابتدا و انتهای طبع جدید قرار گرفته بودند، "لحنی جدلی را هماهنگ با تغییرات به طبع جدید بخشیدند، تغییراتی که طراحی شده بود تا **مقبولیت** اثر را نزد فیلسوفان طبیعی تقویت کند."

گذشته از مقدمه راجرکوتس بر طبع دوم، در مجموع سه تفسیر مهم در خود *اصول* (۱۶۸۷) صورت می‌گیرد. مهم‌ترین و مشهورترین این تغییرات عبارت از الحاق بخشی بنام **تحشیه عمومی** به انتهای *اصول* است. تغییر مهم دیگر حذف عنوان فرضیه در آغاز **دفتر سوم**، و جایگزینی بخشی بنام **قواعد فلسفی** در جای دیگر آن است. تغییر مهم، و مرتبط با تغییر دوم، لیکن کمتر طرح و بحث شده، عبارتست از بکارگیری فرضیه به معنای متفاوتی از فرضیه در *اصول* (۱۶۸۷). اینک سه تغییر را به ترتیب معکوس ارائه می‌کنیم.

چگونگی تحول تدریجی مفهوم فرضیه در طی طبع‌های مختلف *اصول* و *علم‌الابصار* تفصیلاً در مقام دیگری طرح و بحث خواهد شد. آنچه در اینجا به اختصار تمام متذکر می‌شویم اینست که در طبع اول *اصول* (۱۶۸۷) اصطلاح فرضیه به معنای کلاسیک یا سنتی‌اش، یعنی قضیه‌ی اساسی یک نظریه، بکار رفته است. لیکن برعکس، در طبع دوم، فرضیه به معنای یک امر ساختگی، و اغلب امری کاذب و یا، دست کم، به معنای قولی اثبات نشده مراد شده است.

اما تغییر مهم‌تری که *اصول* به خود می‌بیند: در بخش *روش علمی در اصول* (۱۶۸۷)، متذکر شدیم که آن طبع *اصول* حاوی بخشی در ابتدای دفتر سوم است به نام *فرضیه‌ها* که ذیل آن نه قضیه ذکر شده است. اینک بیفزاییم که در طبع دوم *اصول* که در سال ۱۷۱۳ انتشار یافته، عنوان *فرضیه‌ها* بطور کامل حذف شده و بجای آن *قواعد فلسفی* نشسته است. دو "فرضیه" اول و دوم *اصول* (۱۶۸۷) اینک *قاعده* اول و دوم استدلال در فلسفه نامیده شده‌اند. فرضیه سوم که درباره‌ی دگرگونی یک شیء به شیء دیگر بود بالکل از *اصول* حذف می‌شود. و فرضیه‌های پنجم تا نهم از فهرست سابق فرضیه‌ها خارج شده تحت عنوان جدید "پدیدارها" درج می‌شوند. و فرضیه‌ی چهارم، که قائل به حرکت ناپذیری مرکز نظام جهان است، فرضیه باقی می‌ماند اما در جای دیگری از *اصول* (۱۷۱۳) قرار می‌گیرد.

کاملاً روشن است که حذف عنوان *فرضیه* و درج عنوان *قواعد فلسفی* به جای آن، و دو فقره از آن فرضیه‌ها را قواعد استدلال نامیدن، و پنج فرضیه‌ی دیگر را "پدیدار" خواندن به هیچوجه تغییرات جزئی و کم-اهمیتی نیستند آنهم برای فیلسوفی که وسواس و احتیاط ویژه و بلکه خارق‌العاده‌ای در ارائه و تحریر آراء خود دارد. با این وصف، نیوتن هیچ توضیحی یا توجیهی درباره‌ی هیچیک از این تغییرات مهم و غیرمنتظره در طبع جدید *اصول* و یا آثار بعدی ارائه نمی‌کند، تغییراتی که هوشمندانه طراحی شده بود تا به قول ریچاردوستفال "مقبولیت اثر را نزد فیلسوفان طبیعی تقویت کند".

نیوتن قاعدهٔ سومی را به فهرست نوظهور **قواعد فلسفی** بدین شرح ارائه می‌کند: "در صورتی که خصوصیتی از اجسام نه افزایش پذیرند و نه کاهش، و در تمام اجسامی که بتوان مورد آزمایش قرار داد وجود داشته باشند، باید خصوصیات تمام اجسام محسوب کرد." کوايحه این قاعده را دارای "خصلت جدلی" می‌داند و قائلست که آن، "تجربه‌گرایی 'فلسفهٔ آزمایشی' را در مقابل پیشینی‌گرایی فیلسوفان اروپایی (بویژه دکارت و لایب‌نیتز) می‌نشانند".

اینکه **امروزه** فیزیکدانان نتیجه‌گیری‌ها و مواضع نیوتن را تأیید می‌کنند یا نه، اهمیتی برای بحث ما ندارد. ایضاً، اینکه فیلسوفان علم‌شناس **امروزه** روش‌شناسی و معرفت‌شناسی **اعلام شدهٔ** نیوتن را درست و صائب می‌دانند یا خیر، هیچ اهمیتی برای کاوش روش‌شناسانهٔ ما ندارد. آنچه اهمیت دارد مورد توجه تام قرار گیرد اینست که نیوتن **تدریجاً** — با توجه به سیر تحول مواضع در طبع‌های مختلف **اصول** و، همانطور که بعداً ملاحظه خواهیم کرد، **علم‌الابصار** — به طرح و اعلام قواعد و اصول روش‌شناسی و معرفت‌شناسی‌ای پرداخته تا آن را میزان داوری بیرونی و ظاهراً بی‌طرفی برای مواضع خود و دکارتی‌اندیشان قرار دهد. و البته همزمان مدعی است که نتیجه‌گیری‌ها و مواضع او موافق آن قواعد و اصول است، و از آن دکارتیان مخالف آنها است. سوال مهم حائز توجه اینست که آیا نیوتن بواقع اصل عام گرانش متقابل را با **مشاهدهٔ** گرانش متقابل میان اجسام زمینی و سماوی نتیجه گرفته است، بدانگونه که در توضیحات فوق دربارهٔ قاعدهٔ سوم مدعی شده است؟

این سوال هنگامی شایسته توجه بیشتر می‌شود که ملاحظه کنیم نیوتن دربارهٔ نفوذناپذیری اجسام صریحاً به عدم وجود آزمایش در قلمرو آسمان و یا مشاهده دربارهٔ آنها اذعان می‌کند. بدین ترتیب، درحالی‌که نفوذناپذیری اجسام در قلمرو آسمان تن به آزمایش و مشاهده نمی‌دهد چگونه می‌توان پذیرفت که امر به مراتب دشوارتر جاذبهٔ متقابل میان اجسام سماوی تن به آزمایش یا مشاهده داده‌اند؟ البته طرح این سوال **امروزه** کار چندان نوآورانه و بصیرت‌طلبانه‌ای نیست لیکن در همان زمان ناقدانی متعرض این آزمایش ناپذیری و نیز عدم وجود شواهد مشاهده‌تی شدند و از این رو، اصل مزعوم جاذبهٔ متقابل را فرضیه‌ای بیش ندانستند. از میان این

ناقدان، لایب‌نیتز، فیلسوف و ریاضیدان معاصر نیوتن، جایگاه و منزلت خاصی دارد. اما ناقدان همه از اردوی دکارتیان نبودند، و از همه جالب‌تر راجر کوتس گردآورنده طبع دوم *اصول* و نویسنده مقدمه مدافعانه مطول بر آن طبع است که همدلانه طی نامه‌ای به نیوتن متذکر می‌شود که جاذبه مورد نظر نیوتن مستلزم اسناد نیروی جاذبه به اجسام است و این چیزی جز یک فرضیه نیست. کوتس پس از شرح اعتراض خود متذکر می‌شود که "مادامی که این اعتراض مرتفع نشود من به هر کسی که قائل شود که شما بواقع *فرضیه جعل می‌کنید* پاسخ نخواهم داد. به نظر من، شما بطور ضمنی این فرض را می‌کنید که نیروی جاذبه در جسم مرکزی قرار دارد."

اما مهم‌ترین و مشهورترین تغییری که *اصول* (۱۶۸۷) بخود می‌بیند افزایش بخشی تحت عنوان *تحشیه عمومی* در پایان *اصول* است. بدون تردید *تحشیه عمومی* در مطالعات و تحقیقات تخصصی حوزه نیوتنی در دوران معاصر جایگاه ممتاز و منحصر بفردی دارد و به گمان می‌توان گفت هیچ یک از اجزاء آثار نیوتن، منجمله پرسش‌های معروف *علم‌الابصار*، به اندازه این بخش مورد عنایت و ارجاع و بحث علم‌شناسان قرار نگرفته است. اما اگر این سوال برای ما مطرح شود که: چرا این اقبال منحصر بفرد؟ در این صورت سخن وستفال به نظر تبیین معقولی می‌آید: "تحشیه عمومی که تقریباً در پایان حیات فعال نیوتن تدوین شده مشتمل بر تأکید مجدد و شدیدالحن همان اصولی است که وی در شورش خود علیه خطرات مزعوم فلسفه مکانیکی برگرفته بود."

نیوتن در آخرین فراز *تحشیه عمومی* به یکباره و برغم تاکیدات مکرر در فراز ماقبل آخر همین *تحشیه عمومی* و در سایر آثار و مکتوبات — *علم‌الابصار* (۱۷۰۶)، نامه به ریچارد بنتلی (۱۶۹۲/۳) — بر این که علت گرانش را نمی‌داند و فرضیه هم جعل نمی‌کند به فرضیه‌سازی فوق‌العاده جالب توجهی درباره علت گرانش مبادرت می‌کند.

این فرضیه‌سازی فوق‌العاده جالب توجه است از آن حیث که نیوتن، هم نمی‌گوید که می‌خواهد پدیدار گرانش را بمدد فرضیه‌ای تبیین کند، و هم نمی‌گوید که برای تبیین این امر می‌خواهد فرضیه‌ای بسیار بدیع و بی‌سابقه را جعل و ارائه کند و علت گرانش را بازگو کند. اما چرا؟ غور و تفحصی حتی نسبتاً سطحی و گذرا در دو اثر تأثیرگذار نیوتن بوضوح آشکار می‌کند که این امر به هیچوجه نمی‌توانسته معلول غفلتی از سر شتابزدگی یا سهل‌انگاری باشد. همانطور که پیشتر متذکر شدیم نیوتن متفکری فوق‌العاده محتاط و سنجیده‌گام بود آن چنانکه همین **تحشیه عمومی دست‌کم** هشت پیش‌نویس به خود می‌بیند تا صورت نهایی خود را پیدا کند و رضایت خاطر نیوتن را جلب کند و این احتیاط و سواس‌آمیز هیچ انحصاری به **تحشیه عمومی** نداشت. تبیین این امر که چرا نیوتن تصریح به آن دو فعلی نمی‌کند که به حسب ظاهر کاملاً موجه و مرسوم است، اینست که هر دو کار توسط روش‌شناسی نوپا و جدیدالتأسیس وی از جمله گناهان کبیره روش‌شناختی محسوب شده است و بنابراین اعلام صریح و علنی آنها فقط می‌توانست یک رسوایی بزرگ و موجی از انتقادات و اعتراضات افزون را به ارمغان بیاورد.

اینک، امکان دارد در پرتو این تبیین، سوال جدیدی مطرح شود: با این وصف، چرا نیوتن متوسل به تبیین بمدد فرضیه‌ای می‌شود، فرضیه‌ای بسیار بدیع و بی‌سابقه که خود باید آن را جعل کند — او می‌توانست کماکان موضع "علت را نمی‌دانم" خود را حفظ کند و خود را دچار منکراتی نکند که خود وضع و نهی کرده است؟ پاسخ به این سوال را در دو سطح می‌توان ارائه کرد: در قلمرو خاص تبیین علت گرانش، و در سطح عام و کلی.

در سطح ویژه تبیین علت گرانش، نیوتن توسط عموم عالمان و فیلسوفان معاصر خود و برخی از برجسته‌ترین آنها همچون لایبنیتز و هویگنز بشدت مورد انتقاد قرار داشت که چرا هیچ تبیینی برای پدیدار گرانش ارائه نمی‌کند، یعنی چرا نمی‌گوید علت گرانش چیست. و به علاوه، اعتراض می‌کردند که چگونه امکان دارد نیرویی از فاصله و بدون تماس کنش کند. آنها نیوتن را متهم می‌کردند که مجدداً کیفیات و نیروهای سحرآمیز را وارد فلسفه طبیعی کرده است.

اما در سطحی کلی‌تر، پاسخ اینست که نیوتن برخلاف تقبیحات و تحسینات روش‌شناختی‌اش که ویژه مخالفانش وضع و اعلام می‌شد بواقع و عملاً هیچ ابایی در فرضیه‌سازی نداشت. وی به کرات و در حساس‌ترین مراحل تفلسف و نظریه‌پردازی‌هایش، هرگاه و هرجا لازم می‌دید دست به فرضیه‌سازی فوق‌العاده مبتکرانه و بعضاً راهگشای پژوهش‌های آتی می‌زد.

روش علمی در اصول (۱۷۲۶)

اگر بخاطر داشته باشیم مهم‌ترین تغییراتی که طبع دوم *اصول* (۱۷۱۳) بخود دید عبارت بود از الحاق بخشی بنام *تحشیه عمومی*، حذف بخشی تحت عنوان *فرضیه‌ها* در آغاز دفتر سوم و جایگزین شدن بخشی بنام *قواعد فلسفی* به جای آن، و بالاخره بکارگیری واژه *فرضیه* به معنایی متفاوت از فرضیه در *اصول* (۱۶۸۷). مروری بر آنچه درباره این تغییرات گفتیم به روشنی آشکار می‌کند که این تغییرات مهم عموماً خصلت روش‌شناختی، معرفت‌شناختی و هستی‌شناختی دارد: نیوتن که پس از انتشار طبع اول *اصول* (۱۶۸۷) آماج انتقادات سنگین از ناحیه عموم فیلسوفان و بسیاری از برجسته‌ترین آنها قرار گرفته بود تدریجاً متوجه شد که برای دفاع از مواضع خود و هم توجیه آنها لازمست موازین و معیارهایی را جهت داوری مباحثات و مناقشات علمی، موافق مواضع مأخوذ در اصول (۱۶۸۷)، ابداع و اعلام کند. این موازین و معیارها همان قواعد و اصول روش‌شناختی، معرفت‌شناختی، و هستی‌شناختی هستند و مهم‌ترین کارکرد آنها برای نیوتن آن است که، به تعبیری، قواعد بازی علم را به نفع آنچه او در *اصول* مطرح کرده، تغییر دهد. بدین ترتیب، جای هیچگونه شگفتی نیست که ملاحظه کنیم نیوتن در طبع دوم *اصول* (۱۷۱۳) عملاً مواضعش درباره پدیدارهای طبیعی را هیچگونه تغییری نمی‌دهد و عمدتاً به طرح و بسط قواعد بازی علم می‌پردازد. به عبارت دیگر، وی در طبع دوم به عوض علم‌کاوی، عمدتاً به طراحی و ارائه *قواعد* علم‌کاوی می‌پردازد، قواعدی که به نظر وی قواعد درست کاوش طبیعت است و لازمست همه فیلسوفان طبیعی از آنها تبعیت کنند.

اینک (۱۷۲۶)، سیزده سال پس از طبع دوم *اصول* (۱۷۱۳) و نه سال پس از طبع نهایی و سوم *علم-الابصار* (۱۷۱۷)، طبعی که در آن آخرین جرح و تعدیل‌های روش-معرفت‌شناختی تحت عنوان معروف پرسش‌ها صورت می‌گیرد، نیوتن که بیش از هشتاد سال دارد دست به کار انتشار طبع سوم *اصول* می‌شود. با توجه به این مقدمات کاملاً قابل انتظار است که در طبع سوم *اصول* تنها شاهد تحکیم و بسط بیشتر همان قواعد بازی علم باشیم. و این یعنی، افزایش قاعده چهارم به قواعد فلسفی مهم‌ترین تغییری است *اصول* (۱۷۲۶) بخود می‌بیند.

قاعده چهارم قائلست که: "در فلسفه آزمایشی، ما باید قضایایی را که با استقراء عام از پدیدارها استنتاج شده‌اند دقیقاً یا تقریباً صادق بدانیم، برغم هرگونه فرضیه‌های معارضی که بتوان تصور کرد، تا زمانی که پدیدارهای دیگری ظاهر شوند که در این صورت یا آن قضایا دقیق‌تر می‌شوند و یا اینکه آن پدیدارها استثناء محسوب خواهند شد."

برای فهم هرچه عمیق‌تر این قاعده شاید لازم باشد از غایت آن پرسش کنیم: این قاعده متوجه چه غایتی است؟ و یا، طرح این قاعده قرار است چه کار کند؟ ایمره لاکاتوش تبیینی ارائه می‌کند که به نظر می‌رسد با شواهد تاریخی سازگاری بسیار دارد اگرچه وی مبادرت به ارائه آن شواهد نمی‌کند. لاکاتوش قائلست که پس از اینکه نیوتن از تبیین گرانش ناکام ماندند بنا را بر آن گذاشتند که امر تبیین گرانش را به عهده آیندگان بگذارند و به تفصیل و تدقیق هرچه بیشتر نظام نیوتنی پردازند. موضع آنها این بود که نقادی‌های روش-معرفت‌شناختی برای طرد یک نظریه و یا توقف یک نظریه یا برنامه پژوهشی باید مورد بی‌توجهی قرار گیرد.

نیوتن با افزایش این قاعده همزمان دو کار بزرگ را در امر قواعد بازی علم صورت می‌بخشد. نخست اینکه، دو نوع انتقاد توجیه‌گرایانه مشهور و وسیعاً مقبول عصر خود را که علیه نظریه‌اش بود، خیلی ساده رد می‌کند. و دوم اینکه، تهاجمی را علیه نظریه گشتارهای دکارتی ایجاد می‌کند. در مورد گریز از انتقادات توجیه‌گرایانه

مقبول زمانه، اولاً نیوتن هر نوع انتقادی را رد می‌کند که قائلست نظریه وی اثبات نشده است زیرا نظریه وی هیچ مبانی بدیهی دکارتی ندارد و در نتیجه نظامی است بدون مبانی. ثانیاً، وی هر نوع انتقادی را رد می‌کند که قائلست نه تنها نظریه وی اثبات نشده است که، در واقع، در تناقض با اصول اولیه پیشینی است. همانطور که بعدها به تفصیل ملاحظه خواهیم کرد یکی از بزرگ‌ترین و سهمگین‌ترین نقادی‌ها علیه نظریه گرانش نیوتن این بود که این نظریه با بخش مهمی از فلسفه مکانیکی حاکم بر عموم کاوش‌های طبیعی آن زمانه — در طبیعت فقط فشار و کشش میان اجسام و ذرات وجود دارد و هیچ کنشی از دور وجود ندارد — در تناقض آشکار است. و اما تهاجم علیه نظریه دکارتی: اینکه کسی بتواند فرضیه بدیهی ارائه کند که با همه پدیدارها سازگاری داشته باشد اما بطور استقرائی اثبات نشده باشد نباید مورد پذیرش قرار گیرد. چنین فرضیه‌ای که حاوی 'اثبات' استقرائی نیست، حتی اگر صادق هم باشد، هنوز کشفی محسوب نخواهد شد و هیچ جایی در تاریخ علم ندارد. لاکاتوش سپس اضافه می‌کند: "این قاعده عملاً منع تقریباً هر نوع انتقاد ممکن را طلب می‌کند و، به تبع، درخواستی است برای تمرکز بر توسعه و تفصیل برنامه پژوهشی‌اش."

جمع‌بندی

هدف اصلی ما در این پژوهش این بود که روش علمی نیوتن را مورد شناسایی قرار دهیم. با توجه به توصیه غیرمنتظره و تأمل‌انگیز اینشتاین که: اگر می‌خواهید بدانید که فیزیکدانان نظری چه روش‌هایی را به کار می‌گیرند من به شما توصیه می‌کنم که محکم به یک اصل بچسبید: "به حرف‌های آنها گوش ندهید، و توجه خود را معطوف به اعمال آنها کنید"، کوشیدیم دریابیم نیوتن درباره روش کاری‌اش اولاً چه گفته و ثانیاً چه کرده است. در این مقاله، این کاوش را محصور به کتاب بسیار مهم و بسیار مناقشه‌انگیز *اصول ریاضی فلسفه طبیعی* نمودیم که طبع‌های مختلف بخود دیده است: *اصول* (۱۶۸۷)، *اصول* (۱۷۱۳)، و *اصول* (۱۷۲۶). در *اصول* (۱۶۸۷) که نخستین اثر انتشار یافته نیوتن است ملاحظه کردیم که عنوان هیچ فصلی یا زیرفصلی یا بخشی به

روش‌شناسی اختصاص نیافته است، که موضوعاً هم در هیچ جایی سخنی از روش یا روش‌شناسی طرح نشده است.

در *اصول* (۱۷۱۳) چهارچوبه اصلی مواضع درباره پدیدارهای طبیعی هیچ تغییری نمی‌کند و این امر به رغم گذشت *۲۶ سال* از طبع اول در سال ۱۶۸۷. آنچه اما تغییر می‌کند *جملگی* تغییرات مهمی است در حوزه روش‌شناسی، معرفت‌شناسی، و هستی‌شناسی. سه تغییر عمده‌ای که *اصول* (۱۷۱۳) بخود می‌بیند در مجموع همزمان هم قواعد *جدید* بازی علم را طرح و تقویم و تحکیم می‌کند و هم قواعد رایج اما عموماً تصریح نشده بازی علم را تضعیف و بی‌اعتبار می‌کند. قواعد جدیدی که نیوتن وضع و *اعلام می‌کند* قواعدی است که انتظار می‌رود موافق و بلکه موخه آراء و نظریه‌پردازی‌های او باشد. اما داستان همواره بدین سازگاری، هماهنگی، و موزونی از آب در نمی‌آید بطوری که در موارد مهم و سرنوشت‌سازی میان قول و فعل نیوتن تغایر و بلکه تعارض-های جدی و مهمی رخ می‌نماید، تعارض‌هایی بشدت یادآور توصیه غیرمنتظره و تأمل‌انگیز اینشتاین.

در همین طبع، شاهد بودیم که نیوتن به صراحت هر نوع فرضیه‌ای را از فلسفه مکانیکی حاکم بر تمام کاوش‌های طبیعی زمانه بیرون می‌راند و عبارت بعدها بسیار معروف شده "من فرضیه جعل نمی‌کنم" را یکی از شاکله‌های اصلی روش کار خود *اعلام می‌کند*. لیکن چند سطر بعد به فرضیه‌سازی فوق‌العاده مبتکرانه‌ای دست می‌یازد تا پدیدار گرانش را تبیین کند، بدون اینکه اعلام کند می‌خواهد پدیدار گرانش را بمدد فرضیه‌ای تبیین کند، و بدون اینکه اعلام کند برای این امر می‌خواهد فرضیه‌ای بسیار بدیع را جعل کند.

نیوتن بر خلاف تقبیحات روش‌شناختی‌اش که ویژه مخالفانش وضع و اعلام می‌کرد بواقع و عملاً هیچ ابایی در فرضیه‌سازی نداشت، و به کرات و در حساس‌ترین مراحل تفلسف و نظریه‌پردازی‌هایش، هرگاه و هرجا لازم می‌دید دست به فرضیه‌سازی فوق‌العاده نوآورانه و بعضاً راهگشای پژوهش‌های آتی می‌زد.

در *اصول* (۱۷۲۶)، بدنه اصلی اثر *باز هم* دست نخورده باقی می‌ماند و تنها تغییر مهم و دلالت‌آمیز آن انضمام یک قاعده روش‌شناختی است. با این افزایش، نیوتن دو نوع انتقاد دکارتی را منع و دفع می‌کند و همزمان به زبان روش‌معرفت‌شناختی تهاجمی را علیه نظریه گشتار دکارتی آغاز می‌کند.

در مجموع، با توجه به سیل انتقاداتی که متوجه *اصول* (۱۶۸۷) می‌شود، نیوتن فراست‌مندانانه درمی‌یابد که پیش از هر چیز و بیش از هر چیز باید *قواعد بازی علم* را متلائم و سازگار با نظریه‌پردازی‌های طبیعت-شناسانه‌اش تغییر دهد و شجاعانه اقدام به این کار هم می‌کند. وی در طبع‌های بعدی *اصول* و نیز طبع‌های پی‌در پی *علم‌الابصار* عمدتاً به طرح و اعلام قواعد و اصول روش-معرفت‌شناختی و هستی‌شناختی — همان قواعد بازی علم — می‌پردازد تا آن را میزان داوری بیرونی و ظاهراً بی‌طرفی برای مواضع خود و مواضع دکارتی-اندیشان قرار دهد. و البته همزمان مدعی می‌شود که نظریه‌پردازی‌ها و مواضع او موافق آن قواعد و اصول، و از آن دکارتیان مخالف آنهاست.

فهرست منابع مقاله روش علمی نیوتن در *اصول*

1. Cohn, I.B. and G.E. Smith (2002) "introduction", in B.I.Cohn and G.E. Smith (2002).

2. Cohn, B.I. and G.E. Smith, eds (2002) *The Cambridge companion to Newton* (Cambridge, Camb.U.P).
3. Edleston, J.(1850) *Correspondence of Sir Isaac Newton and professor Cotes* (London).
4. Einstein, A.(1933) "On The Method of Theoretical Physics", in A. Einstein (1954).
5. Einstein, A.(1949) "Autobiographical Notes", in P.A. Schilpp, ed.(1949/70).
6. Einstein, A.(1954) *Ideas and Opinions* (New York, crown Publishers).
7. Frank, P.(1949) " Einstein, Mach, and Logical Position", in P.A. Schilpp,ed.(1949/70).
8. Gillispic, C.C.(1960) *The Edge of Objectivity: An Essay in The History of Scientific Ideas* (Princeton, Princeton U.P.).

9. Halton, G. (1986) *The Advancement of Science and its Burdens* (Cambridge, Camb. U.P.).
10. Koyre, A. (1965/68) *Newtonian Studies* (Chicago, Chicago U.P.).
11. Kuhn, T.S. (1970) "The Logic of Discovery or Psychology of Research", in I. Lakatos and A. Musgrave, eds. (1970) *Criticism and The Growth of Knowledge* (Cambridge, CUP).
12. Lakatos, I. (1978) "Newton's Effect on Scientific Standards", in I. Lakatos (1978) *The Methodology of Scientific Research Programmes* (Cambridge, CUP).
13. Newton, I. (1713) *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, in H.S. Thayer, ed. (1953).
14. Newton, I. (1729) *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Trans. by I.B. Cohn and A. Whitman (Berkeley, University of California Press, 1999).
15. Schilpp, P.A. ed. (1949/70) *Albert Einstein: Philosopher – Scientist* (LaSalle, Illinois, Open Court).

16. Thayer, H.S., ed.(1953) *Newton's Philosophy of Nature: Selection from his Writings* (New york, Hafner Press).

17. Westfall, R.(1977) *The Construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics* (Cambridge, CUP).

18. westfall, R.(1994) *The Life of Isaac Newton* (Cambridge, CUP).

منابع فارسی

۱. چالمرز، الن (۱۳۷۴) چیستی علم، ترجمه: سعید زیباکلام (تهران، سمت، چاپ هشتم، ۱۳۸۵)

۲. زیباکلام، سعید (۱۳۸۶) "روش علمی نیوتن در علم الابصار"، انتشار نیافته.