

## Can we know what Newton's scientific method is?

*Saeid Zibakalam* (University of Tehran, zibakalam@ut.ac.ir)

---

### ARTICLE INFO

---

#### Article History

**Received:** 2020/06/15

**Accepted:** 2020/07/05

#### Key Words:

Newton,  
scientific method,  
the game of science,  
The Principia,  
Opticks

### ABSTRACT

---

I have tried to retrieve Newton's scientific method. To do so, I raise two principal questions: 1. What is Newton's evolving scientific method that he devised in The Principia and Opticks during a period of fifty years? 2. Can we now, after more than three hundred years, claim with certainty that we know what Newton's scientific method is?

Conclusions reached:

In order to make those theories readily believable and simultaneously reject those of rival Cartesians, Newton modifies the rules of 'the game of science' making them compatible with his theories.

Newton skillfully devises those rules compatible with his 'physical' views, in such a way that anyone who accepts those rules would be inclined to infer his theistic belief-system.

Newton does not modify any of his 'physical' views in the various editions of The Principia. He introduces some new rules for the 'game of science' and invalidates current rules.

Contrary to Newton's methodological prohibitions about proposing hypotheses which was propounded for his opponents, in practice he had no reservation to engage in hypothesizing.

## روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟

سعید زیباکلام (دانشگاه تهران؛ zibakalam@ut.ac.ir)

### چکیده

در این مقاله سؤالات چندی را مطرح کردم: نخست، نیوتن کدام اصول و قواعد روش‌شناختی را طرح و وضع، و سپس آنها را تعویض و تعدیل کرد؟ دوم، چرا نیوتن علی‌الدوام به طرح و وضع و تعویض و تعدیل قواعد روش‌شناسی‌اش می‌پرداخت؟ و سوم، آیا پس از گذشت سیصد سال، اکنون روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟ در بخش اول، کوشیده‌ام قواعد مستمراً متحوّل روش علمی نیوتن را در آثارش، اصول ریاضی و نورشناسی، شناسایی کنم. آنچه آشکار می‌شود این است که در بازه حدوداً پنجاه ساله کاوش‌های طبیعت‌شناختی نیوتن، آرای طبیعی وی عمدتاً دست‌نخورده می‌ماند؛ درحالی‌که در همین مدت، وی پیوسته به وضع و تعویض و تعدیل قواعد روش‌شناختی-معرفت‌شناختی می‌پردازد. سپس کوشیده‌ام تبیین کنم چرا مواضع روش‌شناختی وی مدام دچار تحول می‌شدند. در گام آخر، برای پاسخ به سؤال چپستی روش علمی نیوتن، مواضع و تحلیل‌های روش‌شناسان نیوتن‌پژوه و علم‌شناسان مورخ و فیلسوف را تحلیل و سرانجام نتیجه گرفتم که نمی‌توان برای نیوتن روش علمی واحد، منسجم، و روشنی قائل شد که هم مستشهد به شواهد تاریخی باشد و هم مورد قبول علم‌شناسان روش‌شناس و مورخان علم‌شناس نیوتن‌پژوه.

### اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۵

### واژگان کلیدی:

نیوتن،

روش علمی،

قواعد روش‌شناختی،

اصول ریاضی فلسفه طبیعی،

نورشناسی

## مقدمه

چنانچه سیر تحوّل طبع‌های مختلف دو اثر فوق‌العاده تأثیرگذار و معروف نیوتن اصول ریاضی فلسفه طبیعی و نورشناسی را مورد کاوشی تفصیلی قرار دهیم<sup>۱</sup> تا چرایی و چگونگی طرح قواعد و اصول روش‌شناختی و معرفت‌شناختی مورد تمسک و تبعیت نیوتن مورد بازشناسی قرار گیرد به روشنی آشکار می‌شود که در سطحی کلان و راهبردی:

۱. نیوتن درباره پدیدارهای جهان طبیعی، پیش‌فرض‌ها و مفاهیم و نظریه‌هایی درمی‌اندازد که موافق با بینش‌های خداشناسانه و الهیاتی‌اش باشد، و یا دست‌کم زمینه‌ساز باور به آنها باشد؛
۲. نیوتن پی می‌برد که برای وجاهت و پذیرش آن پیش‌فرض‌ها، مفاهیم، و نظریه‌ها و هم‌زمان ردّ و طرد پیش‌فرض‌ها، مفاهیم، و نظریه‌های رقیب دکارتی‌اندیشان، باید قواعد «بازی علم» را، یا همان اصول و قواعد روش-معرفت‌شناختی را، تعویض و یا تعدیل کرده آنها را متلائم و سازگار با مواضع خود طراحی و وضع کند؛
۳. نیوتن هوشمندانه اصول و قواعد روش-معرفت‌شناختی و هستی‌شناختی متلائم و همساز با آن پیش‌فرض‌ها، مفاهیم، و نظریه‌ها را ابداع می‌کند؛ به طوری که هر کس آن اصول و قواعد و این پیش‌فرض‌ها، مفاهیم، و نظریه‌های «فیزیکی» را برگزید نهایتاً بتواند نظام خداشناسانه وی را نتیجه بگیرد و یا به بینش‌های الهی و خداپاورانه وی که با تمام قلب و جان خود به آنها ایمان داشت، ترجیحاً نائل و دست‌کم نزدیک شود.

همچنین آشکار می‌شود که، موافق اهداف کلان فوق:

- الف. نیوتن در مواضع «فیزیکی» طبع دوم اصول-اصول<sup>۲</sup> (۱۷۱۳) - که بیست و شش سال پس از طبع اول اصول-اصول<sup>۱</sup> (۱۶۸۷) - منتشر می‌کند هیچ تغییری نمی‌دهد. و ایضاً در طبع سوم اصول<sup>۳</sup> (۱۷۲۶). سه تغییر عمده‌ای که اصول<sup>۲</sup> (۱۷۱۳) به خود می‌بیند هم‌زمان هم قواعد جدیدی برای «بازی علم» طرح و تحکیم می‌کند و هم قواعد رایج اما عموماً تصریح‌ناشده «بازی علم» را مردود و بی‌اعتبار می‌کند. قواعد جدیدی که نیوتن وضع و اعلام می‌کند قواعدی است که انتظار می‌رود با آرا و

۱. ر.ک: (۱۳۸۶/۱) «روش علمی نیوتن در اصول».

۲. (۱۳۸۶/۲) «روش علمی نیوتن در علم الابصار».

نظریه‌سازی‌های وی همساز باشد و بلکه آنها را توجیه کند؛ اما این تلاش همواره چندان جفت‌وجور و هماهنگ از آب در نمی‌آید؛ به طوری که در مواردی که برخی از آنها بسیار مهم هم هستند تعارضات جدّی و مهمی رخ می‌دهد؛

ب. نیوتن برخلاف تقبیحات روش‌شناختی‌اش در باب ابداع فرضیات، که ویژه مخالفانش وضع و اعلام می‌کرد، به‌واقع و عملاً هیچ ابایی از فرضیه‌سازی نداشت، و به کرات و در حساس‌ترین مواضع نظریه‌سازی‌هایش، هرگاه و هر جا لازم می‌دید دست به فرضیه‌سازی فوق‌العاده نوآورانه و گاه راهگشای پژوهش‌های آتی می‌زد؛

ج. تغییرات نورشناسی<sup>۱</sup> (۱۷۰۴)، که حدود سی سال پس از سخنرانی‌های نوری دهه هفتاد نیوتن انتشار می‌یافت، عمدتاً معطوف به صورت‌بندی و ابلاغ نظرات به شیوه جدیدی است تا نظراتش از بیشترین میزان مقبولیت و کمترین میزان مناقشه در جامعه علمی برخوردار شود؛

د. و تغییرات طبع‌های بعدی نورشناسی<sup>۲</sup> (۱۷۰۶) و نورشناسی<sup>۳</sup> (۱۷۱۷) تماماً در جهت طرح و تدقیق بیشتر قواعد روش-معرفت‌شناختی است به نحوی که توجیه‌کننده آراء مأخوذش باشد.

اکنون سؤال این است که روش علمی - همان اصول و قواعد روش-معرفت‌شناختی متحوّل نیوتن که در طبع‌های مختلف اصول، نورشناسی، و برخی مکاتبات علمی خود از سال ۱۶۷۲ تا ۱۷۲۶ ظرف مدت بیش از پنجاه سال طراحی و وضع کرد، کدامند؟ در این مقاله ابتدا به این سؤال می‌پردازم و سپس در بخش دوم، این سؤال را مورد کاوش قرار می‌دهم که آیا پس از گذشت بیش از سیصد سال از انتشار نخستین اثرش در ۱۶۸۷، آیا می‌توانیم با اطمینان ادعا کنیم که روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟

### ۱. مواضع متحوّل روش‌شناختی-معرفت‌شناختی

چنانچه خواسته باشیم تصویر جامع‌تری درباره مواضع متحوّل روش‌شناختی-معرفت‌شناختی نیوتن به دست آوریم ناگزیریم به دو کتاب مشهور وی اکتفا نکرده مکاتبات حرفه‌ای و کاری وی را نیز مورد کاوش قرار دهیم. نیوتن در نامه‌ای مورخ ژوئن ۱۶۷۲

استدلال فلسفی و بررسی اوضاع محال و ممکن بدین نتایج نائل نشده است؛ بلکه صرفاً با توسل به آزمایش خواص مورد نظر را حاصل کرده است. آنچه اما مبهم است نتیجه‌گیری به نحو «محصل» و «مستقیم» از آزمایش هاست. و در سطحی فرودین‌تر، خود مفهوم «محصل» به شدت مبهم و نیازمند تشریح است.

افزون بر این ابهامات و مهم‌تر از آنها، آنچه مایه دشواری و ابهام اساسی‌تر می‌شود این است که بالأخره از این اظهارات صریح و آشکار معلوم نمی‌شود که خواص اشیا را چگونه باید بشناسیم: در نامه نخست گفته می‌شود که «ابتدا خواص اشیا را مورد کاوش ساعیانه قرار دهیم و آن خواص را با آزمایش اثبات کنیم»؛ در حالی که در نامه دوم از «اخذ آن [خواص] از آزمایش‌ها با نتیجه‌گیری ای به نحو محصل و مستقیم» صحبت شده است. در نامه اول، پس از کاوشی ساعیانه درباره خواص اشیا، آزمایش نقش اثبات خواص را ایفا می‌کند و در نامه دوم خواص از آزمایش اخذ می‌شود و روشن است که میان «اخذ» و «اثبات» شکافی مقوله‌ای وجود دارد.

در سال ۱۶۸۷، نیوتن نخستین طبع اثری که انقلاب علمی را به فرجام نهایی خود رساند - اصول ریاضی فلسفه طبیعی - منتشر می‌کند. در آن طبع، هیچ فصلی، زیرفصلی، و یا بخشی از کتاب دوران‌ساز اصول عنوان «روش علمی»، یا «روش استدلال علمی»، یا «روش پژوهش علمی»، یا «روش‌شناسی علمی»، و یا چیزی شبیه به این عناوین پیدا نمی‌کند. به علاوه، در هیچ کجای کتاب، هیچ‌گونه بحثی روش‌شناختی صورت نمی‌پذیرد. در ابتدای دفتر سوم این طبع، نیوتن تحت عنوان فرضیه به طرح نه «فرضیه‌ای» می‌پردازد که هیچ‌گونه تجانس مقوله‌ای با هم ندارند. فرضیه اول و دوم، در واقع دو قاعده روش‌شناختی اند که هنگام معرفی طبع دوم اصول ریاضی، اصول ۲ (۱۷۱۳)، آنها را مطرح خواهیم کرد. فرضیه سوم از وحدت ماده و امکان تبدیل هر جسمی به جسم دیگر سخن می‌گوید: «هر شیئی می‌تواند به شیئی دیگری، از هر نوع، تبدیل شود؛ و تمام درجات میانی کیفیات را می‌توان در آن القاء کرد» (کواپه، ۱۹۶۵، ص ۲۶۳). شش فرضیه دیگر جملگی کیهان‌شناختی اند و درباره ساختار منظومه شمسی.

در سال ۱۷۰۴ با طبع اول اثر دیگر تأثیرگذار نیوتن یعنی

خطاب به هنری اولدنبورگ<sup>۱</sup>، دبیر انجمن سلطنتی لندن<sup>۲</sup>، می‌نویسد: «به نظر می‌رسد بهترین و مطمئن‌ترین روش تفلسف این است که ابتدا خواص اشیا را مورد کاوش ساعیانه قرار دهیم و آن خواص را با آزمایش اثبات کنیم، و سپس برای تبیین خود اشیا متوسل به فرضیه‌ها شویم؛ زیرا فرضیه‌ها فقط باید برای تبیین خواص اشیا به کار گرفته شود، و نباید از آنها برای تعیین خواص استفاده کرد، مگر اینکه آنها بتوانند آزمایش‌ها را تدارک و سامان بخشند» (نیوتن، ۱۶۷۲/a؛ منقول در برنارد کوهن و وستفال، ۱۹۹۵: ص ۱۲۰).

نیوتن در این نامه هیچ توضیحی نمی‌دهد که «کاوش ساعیانه» چگونه کاوشی است که می‌تواند خواص اشیا را آشکار کند و، به علاوه، آزمایش‌ها چگونه می‌توانند خواص اشیا را اثبات کنند. همچنین، وی هیچ توضیحی نمی‌دهد که فرضیه‌ها چگونه می‌توانند آزمایش‌ها را در اختیار ما قرار دهند. اما جالب توجه این است که نیوتن برای فرضیه‌ها دو کارکرد را متصور می‌داند: اول، تبیین خواص اشیا و دوم، تدارک آزمایش‌ها.

وی سپس در نامه دیگری مورخ ژوئیه ۱۶۷۲ باز هم خطاب به اولدنبورگ می‌نویسد: «شما می‌دانید که روش صحیح کاوش درباره خواص اشیا این است که آنها را از آزمایش استنتاج کنیم. و من به شما گفتم که نظریه‌ای که من ارائه کرده‌ام بدین شیوه استنباط نشده است که بگویم موضوع چنین است؛ زیرا نمی‌تواند به‌گونه‌ای دیگر باشد، یعنی صرفاً با اخذ آن از طریق ردّ فرض‌های متناقض، بلکه با اخذ آن از آزمایش‌ها با نتیجه‌گیری ای به نحو محصل<sup>۳</sup> و مستقیم. بنابراین راه ارزیابی آن، بررسی این سؤال است که آیا آزمایش‌هایی که من ارائه کرده‌ام آن بخش‌هایی از نظریه را اثبات می‌کند که به آنها مرتبط است، و یا با انجام آزمایش‌های دیگری که نظریه برای ارزیابی نتیجه مأخوذ بدان دلالت می‌دهد» (نیوتن، ۱۶۷۲/b؛ منقول در برنارد کوهن و وستفال، ۱۹۹۵: ص ۱۲۱؛ تأکیدات از نیوتن).

روشن است که مقصود نیوتن از شیوه استنباط «موضوع چنین است زیرا نمی‌تواند به‌گونه‌ای دیگر باشد» این است که وی با

1. Henry Oldenburg  
2. Royal Society of London  
3. positive

طبیعت‌شناختی نیوتن در سخنرانی‌های نوری اوایل دهه هفتاد هیچ تغییری نمی‌کنند؛ اما نیوتن یک چرخش فوق‌العاده بنیانی نسبت به نقش فرضیه‌ها را صورت می‌بخشد؟

در سال ۱۷۰۶، طبع دوم نورشناسی به زبان لاتین انتشار یافت. تنها تفاوت مهم آن با متن انگلیسی ۱۷۰۴ افزایش هفت پرسش جدید به شانزده پرسش قبلی است. سه پرسش جدید که در طبع سوم و نهایی نورشناسی پرسش‌های ۲۵ و ۲۶ و ۲۷ شماره‌گذاری شد جملگی درباره نور و خواص و رفتار آن است و حاوی هیچ نکته صریح و یا ضمنی روش‌شناختی نیست؛ اما در آخرین فراز پرسش ۲۸ طی بحثی پیرامون محیط اتری به طرح مطالبی روش‌شناختی پرداخته می‌نویسد: «... وظیفه اصلی فلسفه طبیعی این است که بدون ابداع فرضیه، استدلال خود را از پدیدارها آغاز کند، و علل را از آثار استنتاج کند» (نیوتن، ۱۷۰۴/۱۷۳۰، ص ۳۶۹). ملاحظه می‌شود که نیوتن در اینجا تنها از استدلال سخن می‌گوید و هیچ اشاره‌ای به آزمایش نمی‌کند. نیز هیچ توضیحی در این پرسش نمی‌دهد که چگونه می‌توان با استدلال علل را از آثار استنتاج کرد.

در پرسش نهایی ۳۱، نیوتن پس از یک سلسله تأملات نظریه‌سازانه و فرضیه‌پردازانه بسیار سهمگین متوسل به وضع قواعد روش‌شناختی می‌شود که نه در اصول ۱ (۱۶۸۷) و نه در نورشناسی ۱ (۱۷۰۴) کمترین نشانه‌ای از آنها وجود ندارد؛ اما اکنون به واسطه اعتراضات و انتقادات وسیع پس از انتشار طبع نخستین آن دو اثر ضرورت یافته‌اند:

همچون در ریاضیات، در فلسفه طبیعی نیز، تحقیق در مورد امور مشکل با روش تجزیه،<sup>۲</sup> همواره باید پیش از روش ترکیب<sup>۳</sup> انجام پذیرد. این تجزیه عبارت است از انجام آزمایش‌ها و مشاهدات، و اخذ نتایج عام از آنها به واسطه استقراء، و عدم پذیرش هیچ اعتراضی علیه آن نتایج، مگر آنچه از آزمایش‌ها اخذ شده باشد، یا حقایق قطعی دیگر. زیرا فرضیه‌ها را نباید در فلسفه آزمایشی به حساب آورد. ... به‌طور کلی، از آثار به سمت علل، و از علل خاص به سمت علل عام‌تر حرکت کنیم تا اینکه استدلال در عام‌ترین نتیجه به

نورشناسی مواجه می‌شویم. این اثر به لحاظ مواضع محتوایی‌ای که در باب نور اتخاذ کرده است تفاوتی با مطالبی ندارد که نیوتن تحت عنوان سخنرانی‌های نوری<sup>۱</sup> سی سال پیش تر مطرح کرده است. تنها تغییر عمده‌ای که در نورشناسی ۱ (۱۷۰۴) می‌توان یافت افزایش نخستین جمله دفتر اول است: «هدف من در این کتاب این نیست که خواص نور را به مدد فرضیه تبیین کنم بلکه طرح و اثبات آن خواص به مدد استدلال و آزمایش است» (نیوتن، ۱۷۰۴/۱۷۳۰، ص ۱). نیوتن سپس هیچ توضیحی درباره چستی فرضیه و چگونگی اثبات خواص نور توسط استدلال و آزمایش نمی‌دهد. همچنین، وی توضیح نمی‌دهد که اقتراح خواص نور به واسطه استدلال و آزمایش چگونه صورت می‌گیرد. به دیگر سخن، چگونه با استدلال و آزمایش می‌توان خواص نور را کشف و طرح کرد؟ امیدوارم روشن باشد که چرا هر سه سؤال بسیار راهبردی و مبنایی است.

گذشته از ابهامات بسیار مبنایی و بسیار راهبردی روش‌شناختی پیش‌گفته، آنچه این جمله آغازین نورشناسی ۱ (۱۷۰۴) را فوق‌العاده چشمگیر می‌کند این است که وی در اینجا تبیین خواص نور توسط فرضیه را به نحوی تقبیح و طرد می‌کند و حال آنکه حدود سی سال پیش‌تر در نامه خود به دبیر انجمن سلطنتی لندن موضعی کاملاً متناقض با آن اخذ کرده بود: «...فرضیه‌ها فقط باید برای تبیین خواص اشیا به کار گرفته شوند» (نیوتن، ۱۶۷۲/a؛ منقول از برنارد کوهن و ریچارد وستفال، ۱۹۹۵: ص ۱۲۰).

روشن است که تغییر مواضع روش‌شناختی، جزئی باشد یا عمده همچون مورد پیش‌گفته، هیچ‌گونه مشروعیت یا ممنوعیت جوهری یا ذاتی ندارند؛ زیرا قواعد و اصول روش‌شناختی خود سرپا قراردادی‌اند؛ از این رو هیچ روش‌شناسی می‌تواند با توسل به این مقولات یا مقولات مشابه آنها، تغییر پیش‌گفته و یا هر تعدیل و تعویض مواضع یا قواعد روش‌شناختی را تقبیح یا تحسین کند. اما آنچه می‌تواند پرتوی روشن‌گر بیفشاند این است که سؤال کنیم: چرا این تغییر؟ و یا به عبارتی مبسوط‌تر، در سی سال فاصله میان این مواضع متناقض چه رویدادهایی رخ داده‌اند که مواضع

2. Method of Analysis

3. Method of Composition

1. Lctiones Opticae

اخذ نتایج عام از آنها به واسطه استقراء» نوآوری‌های ریاضی خود را صورت بخشیده باشد؟ پاسخ از فرط آشکاری نیاز به طرح و توضیح ندارد. اما آنچه نیاز به طرح و تأمل دارد این سؤال است که: پس چرا نیوتن چنین ادعایی کرده است؟ در اینجا، همچون در بسیاری از مواضع و مواقف دیگر، فقط می‌توان حدس زد و لاغیر. و عجالتاً حدس من در این باره این است که نیوتن با همانندخواندن روش کاوش در فلسفه طبیعی با روش کاوش در ریاضیات، خیلی ساده و صریح، صرفاً در پی کسب وجهت و اعتبار برای نظریات خود در فلسفه طبیعی بوده است. نظریاتی که سخت مورد انتقاد و اعتراض بسیاری از فلاسفه طبیعی زمانه خود و به‌ویژه فحول آنها بوده است.

نکته دوم حائز اهمیت اینکه نیوتن از «اثبات تبیین‌ها» سخن می‌گوید که امری بسیار غریب و بلکه غیر قابل فهم است. متأسفانه نه در این پرسش طولانی و مهم، و نه در هیچ جای دیگری از آثارش، نیوتن نشان نمی‌دهد که چگونه این قبیل تبیین‌ها را می‌توان اثبات کرد.

در سال ۱۷۱۳ و پیش از انتشار اصول ۲ (۱۷۱۳)، نیوتن طی نامه‌ای به راجر کوئس<sup>۳</sup>، که نقش ویراستاری همین طبع دوم اصول را بر عهده داشت، می‌نویسد: «این اصول [اصول موضوعه، یا اصول اولیه، همان قوانین حرکت] از پدیدارها استنتاج شده‌اند و به واسطه استقراء تعمیم یافته‌اند، و این بالاترین شاهدهی است که یک گزاره می‌تواند در این فلسفه داشته باشد. و من واژه «فرضیه» را در اینجا به‌کار برده‌ام فقط برای اینکه اخبار کند از اینکه چنین گزاره‌ای نه تنها یک پدیدار نیست که از هیچ پدیداری هم استنتاج نشده است، بلکه فرض یا تصور شده است - بدون هیچ اثبات آزمایشی» (نیوتن، ۱۷۱۳؛ منقول از تیر، ۱۹۵۳/۱۹۷۴، ص ۶).

وی سپس می‌افزاید: «و برای ممانعت از استثنائات خلاف این کاربرد واژه «فرضیه»، مایلم فراز بعدی را بدین نحو به پایان ببرید: «زیرا هر چیزی که از پدیدار استنتاج نشده باشد باید فرضیه خوانده شود، و فرضیه‌هایی از این نوع، خواه متافیزیکی باشند خواه فیزیکی، خواه درباره کیفیت سحرآمیز باشند خواه

پایان برسد. این روش تجزیه است. و تألیف<sup>۱</sup> مشتمل است بر اینکه فرض شود که علل کشف شده‌اند و به منزله اصول احراز شده‌اند، و به مدد آن اصول پدیدارهای ناشی از آنها تبیین شود، و تبیین‌ها اثبات شوند (نیوتن، ۱۷۳۰/۱۷۰۴: ص ۵-۴۰۴).

نخستین نکته فوق‌العاده شگفت‌انگیز درباره این فراز نهایی نورشناسی ۲ (۱۷۰۶) این است که نزد نیوتن، روش کاوش در فلسفه طبیعی - همان که امروزه ما فیزیک می‌خوانیم - «همچون» روش کاوش در ریاضیات است! اینکه امروزه هیچ روش‌شناسی در حوزه علم را نمی‌توان یافت که از این سخن به شدت متحیر نشود و پس از فائق آمدن بر حیرت خود، این سخن را، خیلی صریح و بی‌پرده و به درستی، مهمل و سخیف نخواند اهمیت چندانی ندارد! مهم این است که بتوان، بدون فرافکنی مقبولات امروزه روش‌شناسی بر نظرات و مواضع روش‌شناختی سه قرن قبل که روشن است تغییرات بسیار زیادی کرده است، با استمداد از مقبولات و ملاحظات و مواضع عالمان همان زمینه و زمانه به‌ویژه اندیشمندانی که به نحوی از انحاء به مناقشه علنی با مواضع نیوتن پرداخته بودند - و به‌ویژه ملاحظات و اهداف و حساسیت‌های خود نیوتن، این موضع روش‌شناختی شگفت‌انگیز را به نحو منسجمی فهم کرد. مناسب است همین‌جا بیفزایم که تا آنجا که بنده کاوش کرده‌ام تنها علم‌شناسی که متفطن و متذکر این همانندسازی شده برنارد کوهن است که در مقاله «روش نیوتن و اسلوب نیوتن»<sup>۲</sup> آن را «جنبه آشفته‌نگی انگیز روش اظهار شده تجزیه و تألیف نیوتن» می‌خواند (برنارد کوهن، ۱۹۹۵، ص ۱۲۹). اگرچه وصف آشفته‌نگی کوهن قابل فهم است، ولی در پرتو تبیینی که اکنون ارائه می‌شود نه تنها این آشفته‌نگی قابل تحمل که حتی قابل اغماض هم می‌شود.

نیوتن در ابتدای همان فراز روش تجزیه را توضیح می‌دهد که عبارت است از «انجام آزمایش‌ها و مشاهدات، و اخذ نتایج عام از آنها به واسطه استقراء...». اکنون این سؤال مطرح می‌شود که: آیا قابل تصور است که نیوتن با «انجام آزمایش‌ها و مشاهدات و

3. Roger Cotes (1982-1716)

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

1. Synthesis

2. I. Bernard Cohen (1995), "Newton's Method and Newton's Style".

هارپر در بحث استدلال نیوتن برای گرانش عمومی، توضیح می‌دهد که «پدیدار» مذکور در قضیه شماره ۱ از دفتر سوم در اصول ۳ (۱۷۲۶)، شامل دو بخش است: بخش اول عبارت است از قانون مساحت‌های کپلر - قمرهای ژوپیترا مساحت‌هایی را متناسب با زمان آنها طی می‌کنند - و بخش دوم عبارت است از قانون هارمونیک کپلر برای مدارات اقمار ژوپیترا (هارپر، ۲۰۰۲، ص ۱۷۵). همچنین، برنارد کوهن متذکر می‌شود که: «پدیدارها که نقش مبنایی برای نظام جهانی نیوتن ایفا می‌کنند پدیدار به معنایی که آن واژه عموماً فهمیده می‌شود نیست». نیوتن از این واژه «یک رویداد، وضعیت، یا واقعیت منفردی که محسوس حاسه‌ها باشد در نظر ندارد» (کوهن، ۱۹۹۹، ص ۲۰۰).

با این اوصاف، نکته‌سنجی ژوپر درباره عقل‌گرایی دکارتی نیوتن قدری آشکارتر می‌شود. روشن می‌شود که «پدیدارهای» نیوتن نه پدیدار به آن معنا که امروزه در بحث‌های روش‌شناختی میان فیلسوفان علم به کار می‌رود، بلکه قوانینی از نوع قوانین کپلر است. در نتیجه، «استنتاج از پدیدارها» فعلی می‌شود که هیچ ربطی به مشاهده و آزمایش ندارد. اگر فهم ما از مفهوم پدیدار نزد نیوتن روی هم‌رفته درست باشد، در آن صورت بازمی‌گردیم به پرسش یادشده که «استنتاج» چگونه فعلی است. به‌ویژه، هنگامی که نیوتن می‌گوید اصول اولیه - از قبیل قوانین حرکت - «از پدیدارها استنتاج شده‌اند» مقصودش از «استنتاج» قوانین حرکت از پدیدارهایی که خود قوانینی از قبیل قوانین کپلر هستند، چیست؟

و به‌علاوه، چگونه قوانین حرکت با تعمیم استقرایی برخی قوانین دیگر حاصل می‌شوند؟ هر پاسخی که مورخان و یا فیلسوفان علم‌شناس نیوتن‌پژوه امروزه یا در آینده به این سؤالات بدهند؛ اما این مطلب روشن است که نیوتن خود هیچ توضیح روشنی درباره آنها نمی‌دهد. همچنین، به نظر می‌رسد معاصران وی هم هیچ تلقی روشنی از استنتاج و تعمیم استقرایی نیوتن نداشتند. گذشته از دو ابهام بنیانی یادشده، جا دارد مواضع روش‌شناختی محوری نیوتن را مورد تدقیق بیشتر قرار دهیم.

نیوتن در نامه نخست خود به کوئس، ویراستار طبع دوم اصول ریاضی، می‌گوید: «در این فلسفه، گزاره‌ها از پدیدارها استنتاج می‌شوند، و سپس به واسطه استقراء تعمیم می‌یابند». بی‌هیچ

مکانیکی، هیچ جایگاهی در فلسفه آزمایشی ندارند. در این فلسفه، گزاره‌ها از پدیدارها استنتاج می‌شوند، و سپس به واسطه استقراء تعمیم می‌یابند» (نیوتن، ۱۷۱۳؛ منقول از ژوپر، ۱۹۷۴/۱۹۵۳، ص ۷).

در نامه دیگری خطاب به کوئس، نیوتن تصریح می‌کند: «... فلسفه آزمایشی تنها از پدیدارها آغاز می‌شود و گزاره‌های عام را فقط به مدد استقراء از آنها استنتاج می‌کند. و چنین است اثبات جاذبه متقابل» (نیوتن، ۱۷۱۳؛ منقول از ژوپر ۱۹۷۴/۱۹۵۳، ص ۷).

ژوپر<sup>۱</sup> یکی از محققان حوزه نیوتنی، قائل است که نیوتن از جهت اهمیت بخشیدن به آزمایش‌ها، عمیقاً تحت تأثیر گالیله، بیکن، و بویل بود؛ اما وی به همین میزان تحت تأثیر دکارت بود که «ریاضیات را کلید و روش حقیقتاً عقلانی می‌دانست که با آن می‌توان طبیعت را مورد کاوش و شناخت قرار داد» (۱۹۷۴/۱۹۵۳: ص ۱۸۲). بدین ترتیب، در برخی از آثار نیوتن «رگه‌های قوی» عقل‌گرایی<sup>۲</sup> دکارتی را مشاهده می‌کنیم. هنگامی که نیوتن قائل می‌شود که «اصول اولیه» فلسفه طبیعی - از قبیل قوانین حرکت - «از پدیدارها استنتاج شده‌اند و به واسطه استقراء تعمیم یافته‌اند»، می‌توان عقل‌گرایی دکارتی را به خوبی مشاهده کرد. وی می‌افزاید که این فرض که با بررسی پدیدارها، اصول تردیدناپذیر آشکار می‌شود و یا اینکه اصول بنیانی علم را می‌توان قائل شد که از پدیدارها استنتاج می‌شود در دوره‌های اخیر به شدت مورد سؤال قرار گرفته است» (همان‌جا). وی سپس شایسته توجه می‌داند که نیوتن در برخی مواقع به جای «استنتاج»، واژه‌های «اخذ»<sup>۴</sup> و «استنباط»<sup>۵</sup> را برای بیان چگونگی حصول این اصول به کار می‌برد (همان، ص ۳-۱۸۲).

آنچه ژوپر بدان صریح و مستقیم نمی‌پردازد این است که خواه نیوتن استنتاج، استنباط، و یا اخذ اصول اولیه از پدیدارها را مترادف به کار می‌برده خواه نه، در هر حال آنها برای نیوتن دقیقاً متضمن چگونه کاری بوده‌اند. و برای اینکه دشواری این سؤال بیشتر آشکار شود ابتدا از چستی «پدیدار» آغاز می‌کنیم. ویلیام

1. H.S. Thayer
2. rationalism
3. deduce
4. derive
5. infer

تردیدی آشکار است که از نظر نیوتن، ابتدا گزاره‌ها از پدیدارها استنتاج می‌شوند و در گام بعدی آنها به واسطه استقراء تعمیم می‌یابند. اما آنچه روشن نیست این است که نیوتن از «گزاره» چه مراد کرده است؟ و ثانیاً، اگر مراد نیوتن از استنتاج، قیاس بوده در این صورت دقیقاً از پدیدارها - از قبیل قوانین کپلر - چه نوع گزاره‌هایی استنتاج قیاسی می‌شده؟ به‌رغم این ابهامات، این نکته روشن است که استنتاج گزاره‌ها از پدیدارها امری جدا و متفاوت از تعمیم آن گزاره‌ها به واسطه استقراء برای حصول گزاره‌های عام است.

اما در نامه دوم، نیوتن قائل است که: «فلسفه آزمایشی تنها از پدیدارها آغاز می‌شود و گزاره‌های عام را فقط به مدد استقراء از آنها استنتاج می‌کند». اگر مراد نیوتن از «آنها» همان پدیدارها باشد، در این صورت اولاً قیاس کردن گزاره‌ها از پدیدارها منتفی می‌شود و ثانیاً گزاره‌ها هم محو می‌شوند! به‌دیگرسخن، گزاره‌های عام به‌طور مستقیم به مدد استقراء از پدیدارها حاصل می‌شوند. این ناهمسازی و تهافت‌گویی هنگامی جالب‌تر و دلالت‌آمیزتر می‌شود که یادآور شویم این دو نامه در یک سال و به فاصله چند ماه نگاشته شده است.

به‌علاوه، به خاطر بیاوریم که نیوتن مناقشه‌گریز فیلسوفی فوق‌العاده محتاط و سنجیده‌کلام بود؛ به‌طوری‌که وی عادت داشت مطلبی را چندین بار بنویسد و اصلاح کند و سپس بازنویسی کرده و مجدداً مورد تصحیح قرار دهد.<sup>۱</sup> با ملاحظه این تحلیل آیا کاملاً خلاف شهودی خواهد بود اگر قائل شویم که برای خود نیوتن کاملاً شفاف نبوده که هنگامی که استنتاج از پدیداری می‌کرده، دقیقاً چه اتفاقی می‌افتاده است؟!

طبع دوم اصول ریاضی در سال ۱۷۱۳ انجام شد. هنگام ارائه مواضع روش‌شناختی اصول ۱ (۱۶۸۷) یادآوری شد که در ابتدای دفتر سوم، نیوتن تحت عنوان فرضیه به طرح نه فرضیه مبادرت می‌کند که هیچ‌گونه تجانس مقوله‌ای میان آنها وجود ندارد. اکنون بیفزاییم که در اصول ۲ (۱۷۱۳) این عنوان به قواعد فلسفه

۱. الکساندر کواپه در تحقیقات نیوتنی محققانه‌اش دقت فوق‌العاده نیوتن در نگارش کتاب‌هایش را چنین گزارش می‌کند: نیوتن «مطلبی را می‌نوشت، سپس خط می‌زد، سپس تصحیح می‌کرد، سپس همه را مجدداً استنساخ می‌کرد، مجدداً خط می‌زد، مجدداً تصحیح می‌کرد ... و مجدداً همه را استنساخ می‌کرد. پس از اتمام، وی مجدداً این کارها را تکرار می‌کرد: بدین ترتیب، وی دست کم هشت پیش‌نویس از تحشیه عمومی برای طبع دوم اصول (۱۷۱۳) تهیه کرد» (۱۹۶۵، ص ۲۶۲).

طبیعی تغییر می‌یابد؛ اما نه فرضیه بادشده: دو فرضیه اول و دوم اکنون «قاعده» اول و دوم استدلال در فلسفه شده‌اند. فرضیه سوم که درباره تبدیل یک شیء به شیء دیگر بود به صورت کامل از اصول حذف می‌شود و فرضیه‌های پنجم تا نهم از فهرست سابق فرضیه‌ها خارج شده تحت عنوان جدید «پدیدارها»<sup>۲</sup> درج می‌شوند و فرضیه چهارم، که قائل به حرکت‌ناپذیری مرکز نظام جهان است، فرضیه باقی می‌ماند؛ ام؛<sup>۱</sup> در جای دیگری از اصول ۲ (۱۷۱۳) قرار می‌گیرد (کواپه، ۱۹۶۵/۶۸، ص ۱-۳۰).

اما قاعده اول: «ما باید برای امور و اعیان طبیعی تنها عللی را بپذیریم که هم صادق باشند و هم برای تبیین وقوع آنها کافی». قاعده دوم: «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 طبخ‌ی و نور در خورشید، انعکاس نور بر روی زمین و در سیارات» (نیوتن، ۱۷۱۳/۱۷۲۶، ص ۵-۷۹۴). اما نیوتن به فهرست نوظهور قواعد فلسفه طبیعی قاعده سوم را بدین شرح می‌افزاید:

قاعده سوم: «در صورتی که خصوصیتی از اجسام نه افزایش‌پذیر باشند و نه کاهش‌پذیر، و در تمام اجسامی که بتوان مورد آزمایش قرار داد وجود داشته باشند، باید آنها را خصوصیات تمام اجسام محسوب کرد» (نیوتن، ۱۷۱۳/۱۷۲۶، ص ۷۹۵).

اینکه این قواعد چه میزان در عمل راهنمای کاوش‌ها و نظریه‌سازی‌های نیوتن بوده است، در مقام دیگری بررسی خواهیم کرد. آنچه در اینجا قابل توجه است این نکته است که محتوای اصلی نظریه‌ها و مواضع طبیعت‌شناختی نیوتن در اصول ۱ (۱۶۸۷) هیچ تغییری نمی‌کند. اما آنچه به تدریج وضع و طرح می‌شود مواضع روش‌شناختی‌ای است که در اصول ۱ (۱۶۸۷) مطرح نبوده، و یا دست‌کم مطرح نشده، اما اکنون پس از ۲۶ سال در طبع دوم اصول ۲ (۱۷۱۳) به نحوی علنی و عنوان‌دار در ابتدای دفتر مهم سوم اعلام می‌شود.

در مورد قاعده سوم، پیش‌تر یادآوری شد که این قاعده به ظاهر خنثی و بی‌طرف به نظر می‌رسد؛ ولی بررسی توضیحات مفصل نیوتن در ذیل آن، به وضوح آشکار می‌کند که نیوتن با طرح



فاصله‌شان از زمین کاهش می‌یابد (نیوتن، ۱۷۱۳/۱۷۲۶، ص ۷۹۶، تأکیدات اضافه شده).

افزون‌بر جایگزینی فهرست فرضیه‌ها با فهرست قواعد فلسفی طبیعی، اصول ۲ (۱۷۱۳) تغییر بسیار نافذتر و مؤثرتری را به خود می‌بیند و آن افزایش بخشی تحت عنوان **تحشیه عمومی**<sup>۱</sup> در پایان اصول است. اینکه چرا **تحشیه عمومی** چندصفحه‌ای بسیار بسیار نافذتر و مؤثرتر از فهرست عنوان‌دار قواعد فلسفه طبیعی شد و از آن زمان تاکنون همه محققان انقلاب علمی قرن هفدهم و به‌ویژه عرصه نیوتن‌پژوهی کم یا زیاد **تحشیه عمومی** را مورد توجه و تأمل قرار داده‌اند و به آن قواعد چندان توجهی نکرده‌اند، سؤالی است ارزشمند و تبیین‌طلب.

به گمان من، بخشی از تبیین این رویداد این است که **تحشیه عمومی**، همان‌طور که در ادامه ملاحظه خواهد شد، به نحوی جام جهان‌نمای نظام نیوتن است. یعنی، هم بیانگر مبانی بسیار بنیانی خداشناسی و خدا باورانه نظام نیوتنی است، هم آشکارکننده نوع نگاه هستی‌شناختی او، هم بیانگر مواضع برگرفته روش‌شناختی-معرفت‌شناختی‌اش، و هم نشان‌دهنده مواضع به شدت مناقشه‌شده از جانب دکارتیان. به بیانی موجز، **تحشیه عمومی** به نحوی آیینی تمام‌نمای نظام خداشناختی-طبیعی-مابعدالطبیعی-روش‌شناختی-معرفت‌شناختی نیوتن است.

بخش دیگر تبیین این وضعیت آن است که صرف نظر از توضیحات خود نیوتن ذیل قاعده دوم، نه در همان زمان نیوتن و نه بعدها تا به امروز، چندان آشکار و روشن نبوده و نیست که این قواعد جدیداً وضع شده چه ربط و نسبتی با مواضع مأخوذ نیوتن و مخالفان وی دارند. به عبارت ساده‌تر، برای طرفین مناقشات و به‌ویژه برای دکارتی‌اندیشان چندان روشن نبود که اخذ آن قواعد چه تأثیری در مواضع مأخوذ نیوتن دارد.

اما **تحشیه عمومی**: نخستین جمله **تحشیه عمومی** اعلام آشکار جنگ علیه تبیین مکانیکی دکارتی است: «فرضیه گشتارها مشحون از مشکلات است» (نیوتن، ۱۷۱۳/۱۷۲۶، ص ۹۳۹) و سپس می‌افزاید:

و وضع آگاهانه و فراستمندانه قواعدی، و به‌ویژه این قاعده، درصد ساختن دژی است که ما امروزه قواعد روش‌شناختی و معرفت‌شناختی می‌نامیم؛ دژی که هم‌زمان مواضع مأخوذ وی را در اصول ریاضی توجیه و تأیید کند و از آن دکارتیان را غیر قابل توجیه نماید. توضیحات ذیل قاعده سوم، هم این اهداف راهبردی را آشکار می‌کند و هم برخی مواضع روش‌شناختی و معرفت‌شناختی دیگر نیوتن را تشریح می‌کند:

نظر به اینکه خصوصیات اجسام فقط به واسطه آزمایش بر ما معلوم می‌شود، ما باید هر آنچه را که به‌طور جهان‌شمولی با آزمایش‌ها توافق دارد جهان شمول بدانیم ...

مسئلاً ما نباید از شواهد آزمایش‌ها، به خاطر **رؤیاهای و جعلیات بیهوده‌ای که خود ساخته‌ایم**، صرف نظر کنیم ...

ما با هیچ شیوه دیگری جز با حواس خود از امتداد اجسام شناخت نداریم، و این حواس به همه اجسام دسترسی ندارد. لیکن چون ما امتداد را در تمام اجسامی که محسوس‌اند ادراک می‌کنیم، در نتیجه آن را به‌طور جهان‌شمول به تمام اجسام دیگر نیز نسبت می‌دهیم ...

اینکه همه اجسام نفوذناپذیرند را ما با عقل نتیجه نمی‌گیریم؛ بلکه با حواس نتیجه می‌گیریم. اجسامی که ما با آنها سروکار داریم نفوذناپذیر می‌یابیم، و از آنجا نتیجه می‌گیریم که نفوذناپذیری خاصه جهان‌شمول همه اجسام است ...

نیوتن این توضیحات پردلالت و غنی از مواضع روش-معرفت‌شناختی را با این جملات به پایان می‌برد: مطابق این قاعده، ما باید همگی بپذیریم که به همه اجسام از هر نوعی اصل گرانش متقابل اعطا شده است؛ زیرا این استدلال مبتنی بر ظواهر، گرانش عام همه اجسام را با قوت بیشتری نتیجه می‌گیرد تا نفوذناپذیری اجسام را، اجسامی که ما هیچ آزمایشی و یا مشاهده‌ای درباره آنها در قلمرو آسمان نداریم. این‌طور نیست که من گرانش را ذاتی اجسام می‌دانم. مقصود من از نیروی درونی چیزی جز لختی‌شان نیست. این تغییرناپذیر است. گرانش آنها به میزان

فلسفه مکانیکی ندارند. در این فلسفه، قضایای خاص از پدیدارها استنباط می‌شوند و سپس به واسطه استقراء کلی می‌شوند. بدین ترتیب بود که نفوذناپذیری، تحرک، و نیروی جهشی<sup>۲</sup> (یا تلنگری) اجسام، و قوانین حرکت و گرانش کشف شدند (همان، ص ۹۴۳).

پیش‌تر، هنگام طرح مطالب روش‌شناختی مندرج در نامه نیوتن به راجر کوئس، درباره مراد نیوتن از واژه «پدیدارها» توضیح دادیم و ابهام بسیار درباره چگونگی استنتاج قوانین حرکت از پدیدارها، و نیز فهم‌ناپذیری چگونگی حصول قوانین حرکت به واسطه تعمیم استقرایی برخی قوانین دیگر را یادآور شدیم. اما اکنون در این فراز بسیار غنی از مواضع روش‌شناختی، نیوتن ابتدا از استنتاج از پدیدار، و سپس از استنباط از پدیدار سخن می‌گوید. آیا می‌توان از اینکه نیوتن در مواقعی از «استنتاج» قوانین حرکت و گرانش از پدیدار صحبت می‌کند و در مواقعی دیگر از «استنباط»، و باوجود این در مواقعی دیگر - همان‌گونه که پیش‌تر متذکر شده - از «اخذ»، نتیجه‌گرفت که نیوتن خود چندان تلقی روشن و متمایزی از نحوه حصول آن قوانین نداشته است؟

اما چگونه باید «فرضیه‌های متافیزیکی» را فهم کرد؟ الکساندر کوایقه، مورخ علم‌شناس معروف و نوآور، و از جمله پیشگامان حوزه نیوتن‌پژوهی، آشکارا می‌نویسد: «من باید اعتراف کنم که نتوانسته‌ام دقیقاً تعیین کنم که مراد نیوتن از «فرضیه‌های متافیزیکی» چیست. امکان دارد آنها «فرضیه‌های» کیهان‌شناسی ارسطویی و یا کپلری باشند؛ ولی این امکان نیز وجود دارد، و شاید محتمل‌تر، که آنها مواضعی دکارتی باشند که بقا حرکت را از تغییرناپذیری خداوند استنتاج می‌کنند. مسلماً مراد نیوتن از «فرضیه متافیزیکی»، وجود خداوند و عمل او در عالم نبود» (کوایقه، ۱۹۶۵/۶۸، ص ۳۸).

کوایقه درباره «فرضیه‌های مکانیکی» قائل است که آنها می‌توانند فرضیه‌های بیکن باشند؛ اما احتمال بیشتر این است که آنها فرضیه‌های دکارت و دکارتیان باشند، فرضیه‌هایی که نیوتن به دلایلی آنها را رد می‌کرد. نخست اینکه، آنها نمی‌توانند پدیدارهای ستاره‌شناختی یعنی قوانین کپلر را تبیین کنند؛ ثانیاً، فرضیه‌های

این زیباترین نظام خورشید، سیارات، و ستاره‌های دنباله‌دار فقط می‌تواند از تدبیر و سیطره یک موجود هوشمند و قدرتمند ناشی شود... این موجود بر همه چیز حکومت می‌کند، نه به‌منزله روح جهان، که به‌منزله حاکم همگان... (همان، ص ۹۴۰).

ما فقط او را به واسطه خردمندان‌ترین و عالی‌ترین مصنوعات وی و علل غایی می‌شناسیم. ما او را به خاطر کمالاتش تحسین می‌کنیم، لیکن به خاطر سیطره و حاکمیتش تکریم و تعظیم می‌کنیم، زیرا ما او را به‌منزله بندگانش تعظیم می‌کنیم. و خدایی بدون سیطره، مشیت، و علل نهایی، چیزی جز سرنوشت و طبیعت نیست (همان، ص ۹۴۲).

نیوتن در پایان این تأملات خداشناسانه و الهی خود نتیجه فوق‌العاده جالب توجهی می‌گیرد؛ نتیجه‌ای که نه فقط امروزه بیشتر فیلسوفان و عالمان آن را سخیف و غریب و بسیار نابجا محسوب می‌کنند که در اوایل قرن هجدهم و در آخرین مراحل انقلاب علمی نیز تا حدودی مورد بی‌اعتمادی و بی‌اعتباری قرار داشت؛ و «بنابراین، گفتگو درباره خداوند بر مبنای ظواهر کائنات یقیناً بخشی از فلسفه طبیعی است» (همان‌جا).<sup>۱</sup> ملاحظه می‌شود که نیوتن در اینجا با اخذ موضعی روش‌شناختی، آشکارا الهیات به معنای عام کلمه را از فلسفه طبیعی، همان‌که امروزه علوم طبیعی می‌خوانیم، جدایی‌ناپذیر اعلام می‌کند.

نیوتن سپس به موضوع علت گرانش، آنچه تبیین آن به شدت مورد مطالبه دکارتی‌اندیشان بود، می‌پردازد و یادآور می‌شود که «هنوز علت این نیرو را مشخص نکرده‌ایم». و سپس عبارتی را اظهار می‌کند - «من فرضیه جعل نمی‌کنم» - که به‌ویژه در قرن بیستم معروف‌ترین جمله روش‌شناسانه همه آثار او شد؛ عبارتی که تا مدت‌های مدید به نحو بسیار گمراه‌کننده و خطاانگیزی بیانگر روش‌شناسی و معرفت‌شناسی او دانسته می‌شد:

لیکن تا اینجا من نتوانسته‌ام علت خواص گرانش را از پدیدارها کشف کنم، و من فرضیه جعل نمی‌کنم. زیرا هرچه از پدیدار استنتاج نشود باید فرضیه خوانده شود، و فرضیه‌ها، خواه متافیزیکی یا فیزیکی، خواه دارای کیفیات سحرآمیز یا مکانیکی، هیچ جایگاهی در

۱. برای اطلاع بیشتر از بینش‌های خداشناسانه نیوتن، ر.ک. به زیباکلام (۱۳۸۶)، «روش علمی نیوتن در اصول».

2. impulsive force

در فلسفه آزمایشی، ما باید قضایایی را که با استقراء عام از پدیدارها استنتاج شده‌اند دقیقاً یا تقریباً صادق بدانیم، به‌رغم هرگونه فرضیه‌های معارضی که بتوان تصور کرد، تا زمانی که پدیدارهای دیگری ظاهر شوند که در این صورت با آن قضایا دقیق‌تر می‌شوند و یا اینکه آن پدیدارها استثناء محسوب خواهند شد (نیوتن، ۱۷۲۶، ص ۷۹۷).<sup>۲</sup>

اکنون که مواضع متحول روش شناختی - معرفت‌شناختی نیوتن ظرف مدت بیش از پنجاه سال را مطرح کردیم وقت آن رسیده که از خود پرسیم آیا روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟

## ۲. آیا روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟

نظر به اینکه در بخش اول مقاله به تفصیل تمام مواضع متحول روش شناختی نیوتن را طرح کردیم، در اینجا نیازی به تکرار آنها نیست و می‌توان برای پاسخ بدین سؤال به آنجا رجوع کرده و به‌آرامی اقوال روش‌شناختی نیوتن را مرور کنیم و در پایان از خود پرسیم: آیا اکنون روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟ چنانچه خود را در وضعیت نامصمم و حتی سردرگمی یافتید؛ بدان‌گونه که من پس از سال‌ها غور در عرصه نیوتن‌پژوهی یافتم، شایسته است توصیه ویتگنشتاین به فیلسوفان را جدی بگیریم که می‌نویسد: «این نحوه‌ای است که فلاسفه باید یکدیگر را سلام و تحیت کنند: "عجله نکنید"» (۱۹۸۰، ص ۸۰) و صبورانه پای ارزیابی علم‌شناسان معاصر بنشینیم که بیشترشان از محققان نیوتن‌پژوهی بوده، عمری را در این حوزه سپری کرده‌اند، شاید مفتری از سردرگمی و استیصال خود بیابیم.

ارنان مک‌مالین، فیلسوف علم‌شناس آمریکایی معاصر، در مقاله «تأثیر اصول ریاضی نیوتن بر فلسفه علم»<sup>۳</sup> یادآور می‌شود که «اظهارات پراکنده نیوتن درباره روش در صفحاتی از اصول و نورشناسی به تناسب مرجعیتی یافت، اگرچه که ابداً امر سهل و راحتی نبود که از آنها فلسفه علم سازگاری یافته شود» (مک‌مالین، ۲۰۰۱، ص ۲۸۰). مقصود مک‌مالین از «به تناسب مرجعیتی

مکانیکی رذیلت‌آمیزند و به حذف خداوند از عالم منجر می‌شوند (همان، ص ۳۹).

و درباره «فرضیه‌های فیزیکی»، کوایقه قائل است که نیوتن سوء تفسیرهایی را در نظر دارد که دیگران - همچون بنتلی، چین، هوینگنز، و لایب‌نیتز - از نظریه گرانش عام او کرده‌اند. به نظر نیوتن، آنها گرانش را تبدیل به نیرویی فیزیکی کرده‌اند و با این کار آن را خاصیت جوهری و یا دست‌کم خاصیت اساسی یا کلی اجسام کرده‌اند (همان، ص ۳۹).

اگرچه نیوتن در این فراز ماقبل آخر **تحشیه عمومی**، موضعی کاملاً نافیانه درباره فرضیه می‌گیرد، ولی در اثری گمنام<sup>۱</sup> که پس از **تحشیه عمومی** نوشته شده این موضع را تلطیف بسیار می‌کند: «... مگر به منزله حدس‌ها یا پرسش‌هایی مطرح شوند که به واسطه آزمایش مورد بررسی قرار گیرند» (روپرت هال، ۱۹۸۰، ص ۳۱۲، به نقل از اسمیت، ۲۰۰۲، ص ۱۳۹).

چهار سال پس از انتشار اصول<sup>۲</sup> (۱۷۱۳)، نیوتن طبع سوم نورشناسی<sup>۳</sup> (۱۷۱۷) را منتشر کرد. در این طبع، نیوتن هیچ تغییری در بدنه اصلی نورشناسی ایجاد نمی‌کند و همان نتایجی را اعلام می‌کند که چهل و پنج سال پیش تری مقالاتی در باب نور در سال ۱۶۷۲ به **انجمن سلطنتی** فرستاده بود. تنها تفاوت مهم میان طبع سوم با طبع دوم نورشناسی<sup>۲</sup> (۱۷۰۶) افزایش هشت پرسش دیگر بر آن است. در این پرسش‌ها هیچ موضع صریح روش - معرفت‌شناختی مطرح نمی‌شود و مهم‌ترین رویدادی که در جریان برخی از این پرسش‌ها رخ می‌دهد این است که نیوتن فرضیه‌ای بسیار نوآورانه می‌سازد تا گرانش را تبیین و علت آن را بیان کند.

طبع سوم و نهایی اصول، یعنی اصول<sup>۳</sup> (۱۷۲۶)، سیزده سال پس از طبع دوم اصول و نه سال پس از طبع نهایی و سوم نورشناسی<sup>۳</sup> (۱۷۱۷) انتشار یافت. در این طبع هیچ تغییری در مواضع طبیعت‌شناختی اصول صورت نمی‌گیرد. نیوتن که اکنون بیش از هشتاد سال دارد همچنان مشغول تحکیم و بسط بیشتر قواعد «بازی علم» - همان قواعد روش‌شناختی - است. بدین ترتیب، به فهرست متحول قواعد فلسفه طبیعی قاعده چهارمی به شرح ذیل افزوده می‌شود:

۲. برای تشریح مراد و مقصود از طرح این قاعده، ر.ک: به مقاله «روش علمی نیوتن در اصول».

3. E. McMullin (2001), "The Impact of Newton's Principia on the Philosophy of Science".

1. "An Account of the Book Entitled Commercium Epistolicum".

تامس هنکینز،<sup>۲</sup> مورخ علم‌شناس آمریکایی معاصر، در بررسی خود سرانجام به موضعی بسیار نزدیک به موضع گُور می‌رسد: «این امکان وجود داشت که هر کس بتواند هر آنچه را که امید داشت در آثار نیوتن بیابد و بدین ترتیب، مارکوی دوله‌پیتال<sup>۳</sup> از نیوتن عقل‌گرایی عالی‌ای ساخت که قوانین حرکتش استنتاجات پیشینی اندیشه محض بود؛ درحالی‌که فیزیکدانان هلندی وی را تجربه‌گرایی تمام‌عیار می‌دیدند» (هنکینز، ۱۹۸۵، ص ۹).

آلفرد روپرت هال، مورخ علم‌شناس انگلیسی معاصر و از محققان انقلاب علمی قرن هفدهم و به‌ویژه حوزه نیوتن‌پژوهی، به نتیجه‌ای بسیار شبیه گُور و هنکینز می‌رسد. به نظر وی، «تقابل ذاتی میان جنبه‌ای از ذهن علمی نیوتن که در نورشناسی آشکار شده و آنچه در اصول ریاضی رؤیت می‌شود را می‌توان مورد تأکید بسیار قرار داد، اگرچه نیوتنی‌اندیشان بعدی آگاه بودند که وارث سنتی دوگانه هستند» (روپرت هال، ۱۹۸۳، ص ۳۲۵). آشکار است که مقصود روپرت هال از «سنتی دوگانه»، شیوه دوگانه علم‌کاوی یا روش متغایر و متفاوت کاوش در عرصه طبیعت است، شیوه یا روش دوگانه‌ای که میراث اقوال نیوتن درباره روش علمی‌اش بود.

جرج اسمیث، علم‌شناس فلسفی آمریکایی و از نیوتن‌پژوهان معاصر، در باب روش علمی نیوتن ابتدا از موضوع ظریف‌تر «استنتاج از پدیدار» آغاز می‌کند. وی سؤال می‌کند در رویکرد نیوتن، نظریه‌سازی چگونه صورت می‌گیرد؟ و سپس حاصل کاوش‌های خود را این‌گونه می‌نویسد: «سخن مبهم گفتن از "استنتاج از پدیدار" همان‌قدر در آن زمان پاسخ نامناسبی به آن سؤال بود که امروزه» (۲۰۰۲، ص ۱۳۹؛ تأکید اضافه شده). شایسته است همین‌جا بیفزایم که اسمیث، همچون برخی علم‌شناسان دیگر، تصریح می‌کند که «برای نیوتن، واژه "پدیدار" به آحاد مشاهدات عطف نمی‌کند؛ بلکه به مشاهدات اختصار یافته استقرائاً تعمیم‌یافته معطوف است، از قبیل قاعده مساحات کپلر» (همان، ص ۱۷۰).

به نظر اسمیث، نیوتن بار استخراج پاسخ به آن سؤال را عمدتاً بر دوش خواننده خود می‌گذارد. وی سپس با ملاحظه سیصد سال

یافت» این است که به تناسب مرجعیتی که مواضع نیوتن در حوزه طبیعت‌شناسی پیدا کرد در حوزه روش‌شناسی هم مرجعیتی یافت. وی سپس درباره ناسازگاری مورد تذکرش می‌افزاید که یک قرن پس از اینکه اشکال استنتاجی‌ای که کمتر مستقیماً قیاسی و استقرایی بودند وسیعاً مورد قبول پیشگامان علوم جدید قرار گرفته بود، «به نظر می‌رسید توصیه‌های نیوتن آهنگ ناموزونی را به صدا درمی‌آورد» (همان‌جا). مک‌مالین سپس درباره عدم امکان آنچه نیوتن درباره روش اعلام می‌کرد می‌نویسد: در «فلسفه آزمایشی» مورد نظر نیوتن، «گزاره‌ها باید مستقیماً از پدیدارها استنتاج شوند و سپس با استقراء تعمیم داده شوند، لیکن آیا دوست وی جان لاک در مقاله‌ای درباره فاهمه انسان به نحو متقاعدکننده‌ای استدلال نکرده است که به‌هیچ‌وجه امکان ندارد که بدین شیوه به ذرات کوچک نامرئی دست یافت؛ ذراتی که تقریباً به‌طور عمومی پنداشته می‌شد خواص اشیاء مورد تجربه بلاواسطه، متکی بر خواص و حرکات آنهاست؟» (همان‌جا).

بری گُور،<sup>۱</sup> علم‌شناس فلسفی انگلیسی معاصر، قائل است که با توجه به تنوع آرایه‌ای که درباره روش علمی در انقلاب علمی مطرح شد «جای شگفتی نیست که این آرا تنش‌هایی را در اندیشه نیوتن آشکار کند.... در هر حال، برای جانشینان نیوتن این امکان وجود داشت که هم شیوه‌ای ریاضی و هم شیوه‌ای آزمایشی را برای علم‌ورزی ترویج کنند؛ و نیز این امکان وجود داشت که روش‌هایی را مورد دفاع قرار دهند که نتایج مناسبی را هم از جهت اطمینان و هم از جهت رضایت ایشان برای فلسفه طبیعی به ارمغان آورد» (گُور، ۱۹۹۷، ص ۹-۶۸).

آنچه گُور از تنش‌های موجود در اندیشه روش‌شناختی نیوتن مراد می‌کند این است که برخی از پیروان وی می‌توانستند شیوه‌ای ریاضی را به وی نسبت دهند و برخی دیگر هم شیوه‌ای آزمایشی را، براساس اینکه چگونه نگرشی داشتند و چه نوع نتایجی در فلسفه طبیعی مایه اطمینان و رضایت آنها می‌شد. وی سپس نتیجه می‌گیرد که فلسفه آزمایشی نیوتن «از برخی جهات خام‌اندیشانه بود؛ به‌ویژه، وی به سهولت بسیار تصور می‌کرد شواهد آزمایشی توانایی لازم را دارد تا نتایج برگرفته از آن را تضمین کند» (همان، ص ۷۷).

2. T. Hankins

3. Marquis de l'Hopital

ریاضیدان فرانسوی (۱۶۶۱-۱۷۰۴)

1. B. Gower

همان دانشمندان هم سنن متفاوت و متغایر را مشاهده کنیم و هم تصمیم‌ها و استنتاجاتی گاه متغایر و گاه متعارض. با توجه به یافته‌های این پژوهش و آن علم‌شناسان حوزه ویژه روش‌شناسی نیوتن، لاجرم باید نتیجه بگیریم که نمی‌توان برای نیوتن روش علمی واحد، منسجم، و روشی قائل شد که هم مستشهد به شواهد تاریخی باشد و هم مورد پذیرش و اجماع علم‌شناسان روش‌شناس و مورخان علم‌شناس.

### مؤخره

در ابتدای مقاله سؤالات چندی را مطرح کردیم که به اختصار عبارت‌اند از: نخست، نیوتن کدام اصول و قواعد روش‌شناختی را طرح و وضع و سپس آنها را تعویض و تعدیل می‌کرد؟ دوم، و درهم‌تنیده با سؤال اول، چرا نیوتن **علی‌الدوام** به طرح و وضع و تعویض و تعدیل قواعد روش‌شناسی‌اش می‌پرداخت؟ و سوم، آیا پس از گذشت سیصد سال، اکنون روش علمی نیوتن را می‌شناسیم؟ به سؤالات اول و دوم، به تفصیل و تحلیل پرداخته شد، اکنون می‌خواهم به اختصار تمام به تجمیع فهرست‌وار پاسخ سؤال دوم بپردازم؛

- در سطحی کلان، هر دو اثر گرانشنگ و فوق‌العاده تأثیرگذار بر جامعه علمی که به ظهور پارادایم نوین نیوتنی و سيطرة حدوداً دوقرنی آن انجامید طی حدود پنجاه سال چندین طبع به خود دید. آنچه فوق‌العاده مهم است آن است که نیوتن هیچ جرح و تعدیل مهم و قابل توجهی نسبت به مواضع طبیعت‌شناختی طبع‌های متوالی هیچ‌یک از او اثر اعمال نکرد. در مقابل، نیوتن در هر یک از طبع‌های جدید هر دو اثر، به نحو بارزی به طرح و جرح و بسط اصول و قواعد روش‌شناسی می‌پردازد؛

- این طرح و جرح و بسط‌ها پس از انتقادهای و اعتراض‌های پرشمار به نخستین کتابش، اصول ریاضی فلسفه طبیعی در سال ۱۶۸۷، آغاز می‌شود؛

- نیوتن تقریباً **علی‌الدوام** و تا آخر حیات فکری‌اش، به طرح و بسط و جرح قواعد روش‌شناختی می‌پردازد تا اصول و نظریات علمی‌اش هرچه موجه‌تر و قابل قبول‌تر شود و در مقابل، آن رقبا و منتقدانش ناموجه و نامقبول شود؛

پژوهش در این زمینه چنین جمع‌بندی می‌کند: «سه قرن اختلاف نظر دلیل است بر اینکه فکر کنیم پاسخ آن سؤال بسیار پیچیده‌تر از بدیل فرضی-قیاسی‌ای است که کریسچیان هویگنز، چهره پیشگام علم آن زمان، توانست در محدوده یک بند در پیشگفتار به رساله در باب نور، طرح کند» (همان‌جا).

پیش از اینکه جمع‌بندی‌ای از بحث‌های پیش‌گفته ارائه کنم شایسته است موضع برنارد کوهن و جرج اسمیت درباره تنش یا ناهمسازی موجود در اصول ریاضی و نورشناسی را ملاحظه کنیم. این دو علم‌شناس معاصر برآنند که «ما باید وجود دوگونه نسبتاً متفاوت از فلسفه طبیعی نیوتنی را لحاظ کنیم» (۲۰۰۲، ص ۳۰-۳۱). اصول ریاضی به زبان خشک و رسمی لاتین نوشته شده و ظاهری همچون یک متن هندسی را به نمایش می‌گذارد و حال آنکه نورشناسی به نثر انگلیسی سلیس و روانی نگاشته شده، و گویی گزارشی از آزمایش‌ها و نتیجه‌گیری‌ها را ارائه می‌کند. با انتشار پرسش‌های بعدی در نورشناسی، این جدایی میان دو شیوه تفلسف نیوتنی هرچه بیشتر آشکار شد.

برخی از دانشمندان نامدار بعدی، همچون استفین هیلز<sup>۱</sup> (بنیانگذار فیزیولوژی گیاهی)، جوزف بلک، آنتوان لازاویه، و بنجامین فرنکلین، می‌توانستند بدون نیاز به فهم اصول ریاضی، دانشمند علم نیوتنی محسوب شوند. برنارد کوهن و اسمیت سپس بر آن می‌شوند که: «شاید هیچ تکریمی برای نبوغ آیزاک نیوتن بزرگ‌تر از این نباشد که او دو سنت مرتبط اما نسبتاً متفاوت از علم‌ورزی [همان روش علمی] را به وجود آورد» (۲۰۰۲، ص ۳۱). اما به نظر می‌رسد در اینکه نیوتن فیلسوف و دانشمندی بسیار بزرگ بود و تأثیر بسیار شگرف و بی‌سابقه‌ای بر علم بر جای گذاشت جای هیچ تردیدی وجود ندارد. اما به نظر می‌رسد که وجود دو سنت روش‌شناختی متفاوت و درعین حال هر دو مبهم در کاوش‌های نیوتن، پدیدار پیچیده یا نبوغ‌طلبی نیست؛ زیرا چنانچه بتوانیم از چنبره رکودآور این کلیشه خود را برهانیم که همه دانشمندان پیشگام نوآور همواره از یک روش علمی ضابطه‌مند و منسجم و واحدی پیروی لاینقطع و نقض‌ناپذیر می‌کنند که علت آن نوآوری‌هاست، آنگاه خواهیم توانست در علم‌ورزی یکایک

1. Stephen Hales

**بسیاری از مواقع**، اولاً استدلال‌های خود را از پدیدارها آغاز نمی‌کند و علل را هم از آثار استنتاج نمی‌کند؛ ثانیاً، برای استدلال‌های خود به‌طور منظم متوسل به فرضیه‌های ابداعی خود و دیگران می‌شود؛ ثالثاً، نیوتن در عمل هم فرضیه‌سازی می‌کند و هم فرضیات ابداعی خود را نه با استدلال اثبات می‌کند و نه با شواهد آزمایشی یا مشاهدتی؛

- همچنین تبیین شد که چرا نیوتن روش فلسفه طبیعی را همانند آن ریاضیات می‌کند، اگرچه وی خود می‌داند که در کاوش‌های گاه نوآورانه‌اش در ریاضیات هرگز نه به «انجام آزمایش‌ها و مشاهدات» و نه به «اخذ نتایج عام از آنها به واسطه استقراء» مبادرت ورزیده و نه به «عدم پذیرش هیچ اعتراضی علیه آن نتایج، مگر آنچه از آزمایش‌ها اخذ شده باشد» پایبند بوده است.

- و در سطحی خردتر، برخی از قواعد مصرّح روش‌شناختی نیوتن - از قبیل "استنتاج گزاره‌های عام از پدیدارها" - هیچ‌گاه توضیح روشنی پیدا نمی‌کنند؛ به طوری که نه برای معاصرانش و نه تا به امروز برای روش‌شناسان هیچ توصیف روشن و اجماع‌شده‌ای از آنها وجود ندارد؛

- با بررسی و تحلیل اظهارات روش‌شناختی و معرفت‌شناختی نیوتن طی طبع‌های متعدد دو اثرش، آشکار می‌شود که نیوتن هم‌زمان هم قواعد جدیدی برای «بازی علم»، وضع و ابداع می‌کند و هم برخی از قواعد رایج را مردود و بی‌اعتبار اعلام می‌کند. قواعد جدید وی به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که با آرا و نظریه‌های همساز و بلکه آنها را توجیه و مقبول کند؛

- درباره نسبت میان قواعد روش‌شناختی اعلام و اعمال شده می‌توان نتیجه گرفت که نیوتن برخلاف قواعد اعلام‌شده خود، در

## منابع

- Philosophy of Science*, 68 (Sep. 2001): pp.279-309.
15. Newton, I. (1672/a), "Letter to Henry Oldenburg", in *Bernard Cohen, I. and R. Westfall*, eds. (1995).
  16. Newton, I. (1672/b), "Letter to Henry Oldenburg", in *Bernard Cohen, I. and R. Westfall*, eds. (1995).
  17. Newton, I. (1704/1730), *Opticks*, New York, Dover, 1952.
  18. Newton, I. (1713), "Letter to Cotes", in Thayer, H. S. (1953/1974).
  19. Newton, I. (1713/1726), *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Trans. by I. Bernard Cohen and A. Whitman, Berkeley, University of Berkeley Press, 1999.
  20. Smith, G. E. (2002), "The Methodology of the *Principia*", in *I. Bernard Cohen, and G. E. Smith*, eds. (2002): pp.138-173.
  21. Thayer, H. S. (1953/1974), *Newton's Philosophy of Nature: Selections from His Writings*, New York, Hafner Press.
۱. زیباکلام، سعید (۱۳۸۶/۱)، «روش علمی نیوتن در کتاب اصول»، فلسفه، سال ۳۵، ش ۴، ص ۲۴-۵.
  ۲. زیباکلام، سعید (۱۳۸۶/۲)، «روش علمی نیوتن در علم الابصار»، فصلنامه پژوهش‌های فلسفی-کلامی، سال نهم، ش ۲، ص ۳-۳۵.
  3. Bernard Cohen, I. (1995), "Newton's Method and Newton's Style", in *Bernard Cohen, I. and Richard S. Westfall*, eds. (1995): pp.126-143.
  4. Bernard Cohen, I. (1999), "The Structure of Book 3, The System of The World", in *I. Bernard Cohen and A. Whitman*, eds. (1999).
  5. Bernard Cohen, I. and G. E, Smith (2002), "Introduction", in *Bernard Cohen, I. and G. E. Smith*, eds. (2002): pp.1-32.
  6. Bernard Cohen, I. and G. E, Smith, eds. (2002), *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge, Cambridge University Press.
  7. Bernard Cohen, I. and R.S. Westfall, eds. (1995), *Newton: Texts, Background, and Commentaries*, New York, W. W. Norton and Company, Inc.
  8. Gower, B. (1997), *Scientific Method: An Historical and Philosophical Introduction*, London, Routledge.
  9. Hall, A. R. (1980), *Philosophers at War: The Quarrel between Newton and Leibniz*, Cambridge, Cambridge University Press.
  10. Hall, A. R. (1983), *The Revolution in Science:1500-1750*, London, Longman.
  11. Hankins, T. L. (1985), *Science and The Enlightenment*, Cambridge, Cambridge University Press.
  12. Harper, W. (2002), "Newton's Argument for Universal Gravitation", in *Bernard Cohen, I. and G. E. Smith*, eds. (2002): pp.174-201.
  13. Koyre, A. (1965/1968), *Newtonian Studies*, Chicago, The University of Chicago Press.
  14. McMullin, E. (2001), "The Impact of Newton's *Principia* on the Philosophy of Science",