

روش علمی نیوتن در علم‌الابصار

سعید زیبا کلام^۱

چکیده

عموماً تصور می‌شود که نیوتن از بدو کاوش‌های طبیعت‌شناسانه‌اش دارای روشی بوده که همواره از آن آگاهانه پیروی می‌کرده است و دو کتاب بسیار تأثیرگذارش، *اصول ریاضی فلسفه طبیعی* و *علم‌الابصار*، مولود پیروی از آن روش است. اما اینشتاین هشدار می‌دهد که اگر می‌خواهید چیزی از فیزیکدانان درباره روش‌هایی که به کار گرفته‌اند بدانید "به حرف‌های آنها گوش ندهید، و توجه خود را معطوف به اعمال آنها کنید."

با توجه به هشدار تأمل‌انگیز اینشتاین، در این مقاله کوشیده‌ام تا اولاً آنچه نیوتن در طبع‌های مختلف *علم‌الابصار* درباره روش علمی و قواعد روش‌شناختی‌اش اظهار کرده مورد بازبینی و شناسایی قراردهم. ثانیاً، تلاش شده تا آنچه را نیوتن در *عمل* انجام داده شناسایی و ارائه کنم. در جریان این بازشناسایی‌ها، آشکار می‌شود که میان آنچه نیوتن درباره روش کار و کاوش گفته و آنچه در عمل انجام داده تغییر و تعارضات آشکاری وجود دارد. همچنین، این کاوش آشکار می‌کند که ابداً چنین نبوده که از ابتدا نیوتن به یک مجموعه خاصی از قواعد روش‌شناختی 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 روش‌شناختی روی آورد.

در طبع‌های مختلف کتاب *علم‌الابصار* در سال ۱۷۰۴، ۱۷۰۶، ۱۷۱۷، نیوتن به تدریج به طرح قواعد و اصول روش‌شناختی و مابعدالطبیعی‌ای می‌پردازد تا نظریات طبیعت‌شناسانه‌اش مقبول و موجه شود.

کلید واژه‌ها: روش علمی، *علم‌الابصار*، فرضیه‌سازی، اصول مابعدالطبیعی، زمینه اجتماعی، بینش‌های خداشناسانه، چهارچوب‌های ارزشی - مفهومی - نظری

۱. دانشیار فلسفه دانشگاه تهران

مقدمه

طبع نخست *علم‌الابصار* که به زبان انگلیسی در سال ۱۷۰۴ انتشار یافت حاوی سه دفتر اول و دوم و سوم، و مجموعه معروفی از پرسش‌ها است. دفتر اول درباره انعکاس و انکسار نور، تشکیل تصویرها، تولید طیف‌ها توسط منشورها، خواص نور رنگی، و ترکیب نور سفید بحث می‌کند. دفتر دوم عمدتاً مصروف تولید رنگ‌ها در آنچه ما پدیدار تداخل می‌نامیم شده‌است. در دفتر سوم، نیوتن آزمایش‌هایی را درباره پراش^[1] مورد طرح و بحث قرار می‌دهد. و در آخرین بخش کتاب پرسش‌هایی مطرح می‌شود که در آن نیوتن انواعی از "فرضیه‌ها"^[2] را نه فقط در باره نور که درباره موضوعات بسیار زیادی در فیزیک و فلسفه طرح و بحث می‌کند.^[3]

نظر به اینکه کاوش ما روش‌شناختی و معطوف به بازیابی روش علمی نیوتن در *علم‌الابصار* است به نظر می‌رسد می‌توان بدین مقدار درباره چهارچوب کلی مطالب این اثر اکتفا کرد.

روش علمی در *علم‌الابصار* (۱۷۰۴)

همان‌طور که به اختصار توصیف شد، *علم‌الابصار* دارای سه دفتر و مجموعه‌ای از پرسش‌ها در پایان دفتر سوم است. نخستین طبع *علم‌الابصار* به زبان انگلیسی در سال ۱۷۰۴ انتشار یافت و مجموعه پرسش‌های آن شامل شانزده پرسش در حوزه نور است. بررسی دقیق این شانزده پرسش نشان می‌دهد که تمام آنها کاملاً در حوزه نور هستند و نه تنها به هیچ وجه مستقیماً متعرض مباحث روش‌شناختی نمی‌شوند که هیچ دلالت روش‌شناختی هم ندارند. (Newton, 1704: 339-347) اما آنچه درخور توجه است نخستین جمله متن کتاب (بخش یک دفتر اول) است: "هدف من در این کتاب تبیین خواص نور توسط فرضیه نیست بلکه طرح و اثبات آن خواص توسط استدلال و آزمایش است". (همان، ص ۱) آنچه این جمله کاملاً روش‌شناختی را بسیار قابل تأمل می‌کند این است که نه تنها نیوتن هیچ توضیحی درباره اهمیت و شأن صدور آن

نمی‌دهد بلکه درباره عبارات کلیدی آن از قبیل "تبیین به وسیله فرضیه" و "اثبات توسط استدلال و آزمایش" کمترین توضیح هم نمی‌دهد. حال آنکه مرسوم و منتظر است که بلافاصله پس از طرح این قبیل اصول راهبردی و تأثیرگذار بر مطالب و مباحث یک اثر، مفاهیم و عبارات محوری آنها، اگر نه مفهوم‌سازی و نظریه‌پردازی، دست‌کم تشریح و توضیح شود. نیوتن موضع روش‌شناختی خود را با آن یک جمله آغاز و با همان هم تمام می‌کند و در هیچ جای دیگر کتاب هم درباره آن توضیح نمی‌دهد.

اما آنچه این اعلام موضع روش‌شناختی را قابل تأمل‌تر می‌کند این است که نیوتن در اواخر بخش سوم دفتر دوم علم/البصار فرضیه‌ای را - هر پرتو نوری که تحت تأثیر ارتعاشی قرارگیرد میل دارد که متعاقباً براحتی منعکس یا منتقل شود - مطرح می‌کند و سپس می‌افزاید که "لیکن خواه/این فرضیه صادق باشد یا کاذب، من در اینجا بررسی نمی‌کنم". (همان: ص ۱-۲۸۰؛ تأکید اضافه شده) برنارد کوهن^[4] پس از ذکر موضع‌گیری روش‌شناختی نیوتن در آغاز دفتر اول، متوجه این دوگانگی شده، متذکر می‌شود که نیوتن نه تنها در دفتر دوم چنین اظهارات روش‌شناختی نمی‌کند بلکه "میل به انتقال راحت و انعکاس راحت، و مفاهیم مربوط را که با استقراء از آزمایش اخذ نشده‌اند" مطرح می‌کند.^[5] با توجه به اینکه این قبیل دوگانگی‌های قول و فعل برای هر دانشمند و فیلسوفی امکان دارد، به گمان من می‌توان از یک مورد نقض اصل روش‌شناختی اعلام شده به آسانی اغماض کرد.

با این حال، به نظر نمی‌رسد که این اغماض مشکلی را حل کند زیرا روپرت هال^[6]، از مورخان بنام انقلاب علمی قرن هفدهم، متذکر امر فراگیر و ژرفی می‌شود که اگر چه یک مورد ناهم‌سازی میان قول و فعل نیوتن را مرتفع می‌کند لیکن هم‌زمان روش علمی نیوتن را دچار پیچیدگی ژرف‌تری می‌سازد. وی قائل است که نیوتن علم/البصار (۱۷۰۴) از اثبات قضایا به مدد استدلال و آزمایش صحبت می‌کند لیکن در سخنرانی‌های دانشگاهی‌اش در سال‌های ۱۶۷۰-۷۲، وی "همین مطالب را - جهت

تحقق "خواست خود برای ایجاد یک نظریه پیچیده ریاضی درباره پدیدارهای نوری (و نه صرفاً توصیف آثار مشاهده شده)" به شیوه‌ای سستی بسیار بسیار هندسی‌تر بیان کرده بود.^[7] به عبارت ساده‌تر، آنچه را امروزه نیوتن قائل است که می‌خواهد با آزمایش اثبات کند حدود سی سال پیش با شیوه هندسی اثبات کرده است! اما پیش از اینکه ارزیابی و قضاوت نهایی روپرت هال را طرح و سپس ارزیابی کنیم مناسب است مشخص شود که بجز استثنائات بسیار کوچک، *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) هیچ مطلب جدیدی نسبت به آنچه نیوتن بیش از سی سال پیش‌تر کامل کرده بود، نداشت و استثنائات هم مربوط به اوایل دهه هشتاد قرن هفدهم، یعنی پیش از انتشار *اصول* (۱۶۸۷) است.^[8] به عبارت دیگر *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) چیزی جز سخنرانی‌ها و رساله‌های کوتاهی که نیوتن عمدتاً در دهه هفتاد نوشته است، نیست. با این تفاوت که در آن دوران، یعنی پیش از انتشار *اصول* (۱۶۸۷) و مواجهه با سیلی از انتقادات قابل توجه منتقدان نامدار و مؤثر، نیوتن، به گواهی تمام آثارش اولاً به هیچ‌وجه گریزان از فرضیه و فرضیه‌سازی نبود و ثانیاً برای *اقتناع* و یا *اثبات* آراء خود نه تنها نیازی به توسل به آزمایش نمی‌دید بلکه به سهولت متوسل به ریاضیات می‌شد. این سخن البته به این معنی نیست که نیوتن خود آزمایش‌های متعددی بویژه در حوزه نور انجام نداده و یا در حوزه مکانیک و دینامیک - حوزه *اصول* - از شواهد تجربی سایرین سود نبرده و خود نیز مشاهداتی ولو اندک نداشته است.

اما ارزیابی تحلیلی قضاوت روپرت هال. وی تغییر شیوه ریاضی سابقاً *اعمال شده* را در سخنرانی‌های دانشگاهی به شیوه آزمایشی *اعلام شده* در *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) چنین تعلیل می‌کند: "تغییر اسلوب از *سخنرانی‌های نوری* [9] به *علم‌الابصار*، همچون از دفتر *سوم اصول* به *نظام جهانی*، نتیجه یک سیاست است نه محصول تغییری در محتوا یا روش". (A.R. Hall (1983): P. 325-6) به گمان من این سخن روپرت هال که تغییر اسلوب، محصول تغییری در محتوا نیست سخن سنجیده‌ای است زیرا به نظر می‌رسد

در این باره که محتوای *علم‌الابصار* تفاوت عمده‌ای با *سخنرانی‌های نوری* ندارد، اتفاق نظر وجود دارد. به عبارت ساده‌تر، تغییری در محتوا رخ نداده که تغییر اسلوب را اساساً بتوان به آن نسبت داد. اما در مورد روش، وضع قدری پیچیده‌تر است. زیرا به رغم سیاست *اعلام شده‌ی اجتناب* از تبیین به مدد فرضیه در *علم‌الابصار*، نیوتن در این اثر رسماً و علناً هم فرضیه‌سازی کرده و هم از فرضیه در تبیین بهره جسته است. بنابراین، بنظر می‌رسد در مورد فرضیه‌سازی و تبیین به مدد فرضیه، تغییر روشی برخلاف سیاست اعلام شده جدید، رخ نداده است.

برای توضیح هر چه بیشتر این وضع ظاهراً متعارض، ابتدا لازم است تمایزی را ایجاد کنیم، و برای این کار لازم است مقصود از مفهوم اسلوب را توضیح دهیم. به نظر می‌رسد که منظور روپرت هال از «اسلوب» باید اسلوب یا شیوه صورت‌بندی و ارائه و اعلام آراء و اندیشه‌ها باشد. اما تمایز وعده شده: اینکه تغییر اسلوب مولود چه علل و عواملی است یک سؤال است و اینکه آیا روش اعمال شده نیوتن تغییر کرده است، سؤال دیگری. روپرت هال ابداً متعرض سؤال دوم نمی‌شود زیرا اساساً متفطن آن نشده است و خود را تنها پاسخگوی سؤال اول می‌بیند. لیکن به نظر من پاسخ به سؤال دوم اولاً به خودی خود مهم است و ثانیاً روشن کننده مسیر پاسخ به سؤال اول.

به نظر من، همه شواهد و قرائن دلالت بر این دارد که شیوه یا روش کاری نیوتن، هرچه هست و هرگونه هست، تغییری نکرده است. نیوتن هوشمندانه و از سر مصلحت‌اندیشی‌های مقتضی و متناسب با موضوع و موقع و موقف، هم فرضیه‌سازی می‌کرده و هم به مدد آنها پدیدارها را تبیین می‌کرده است، و نیز در مواردی - همچون درباره علت گرانث آنهم تا مدتی - از فرضیه‌سازی اجتناب می‌کرده است. هم به مدد ریاضات قضیه یا مطلبی را اثبات می‌کرده، و هم آنجایی که بمدد شواهد تجربی اثبات قضیه‌ای را ممکن می‌دانسته متوسل به نتایج آزمایشی هم می‌شده است. آنجایی که می‌توانسته صدق قضیه یا فرضیه‌ای را احراز و اثبات کند، این کار را می‌کرده و آنجایی

که نمی‌توانسته یا عجلتاً شیوه‌ای برای اثبات به نظرش نمی‌آمده، خیلی راحت به همان صورت آن را رها می‌کرده است. به عبارتی بسیار موجز، نیوتن با توجه به شرایط و اقتضای موضوع و امکانات موجود مفهومی - نظری (اعم از فلسفی یا طبیعی)، ریاضی، و آزمایشی، آنچه را مناسب و مؤثر تشخیص می‌داده انجام می‌داده است. اما روپرت هال کاملاً محق است سؤال کند پس سخن آغاز علم‌الابصار که "هدف من در این کتاب تبیین خواص نور توسط فرضیه نیست بلکه طرح و اثبات آن خواص توسط استدلال و آزمایش است" چیست و چرا پیش‌تر، مثلاً در سخنرانی‌های نوری دهه هفتاد و یا در اصول (۱۶۸۷)، از این قبیل اعلام مواضع روش‌شناختی بسیار صریح و راهبردی هیچ خبری نمی‌توان یافت؟ و به هر حال، این تغییر در اسلوب صورتبندی و اعلام آرای نیوتن معلول چه عواملی است؟

پاسخ، خیلی ساده، این است که شیوه یا روش کاری‌ای که نیوتن بواقع درباره پدیدارهای طبیعی به کار می‌بسته تغییر نکرده است. در نتیجه، نه فقط محتوا که روش نیوتن هم تغییر نکرده که بتوان تغییر اسلوب صورتبندی و اعلام آراء نیوتن را معلول آن دانست. آنچه تغییر کرده زمینه اجتماعی بسیار پیچیده فکری یا نظری است که پس از انتشار اصول در سال ۱۶۸۷ به وجود آمده است. آنچه باید مورد توجه تام قرار گیرد این است که میان انتشار اصول (۱۶۸۷) و علم‌الابصار (۱۷۰۴) هفده سال فاصله وجود دارد و، بعلاوه، اصول در یک خلأ کامل ارزشی - مفهومی - نظری متولد نشد و، بالاخره، نیوتن نه یک ماشین فوق‌العاده پیچیده یا یک ابر رایانه فوق مدرن که یک انسان بود به تمام معنایی که از انسان در همه جا می‌شناسیم یا باید بشناسیم. و این یعنی: اصول (۱۶۸۷) در زمینه و زمانه‌ای مملو از عالمانی متولد شد که معتقد به آراء و اندیشه‌هایی، و جهان‌بینی‌ای به نام فلسفه میکانیکی بودند؛ عالمانی که گرانبار از تعلقات ذومراتب پنهان و آشکار ارزشی - مفهومی - نظری بودند و لاجرم به نقد و جرح و تعدیل و تقبیح و تحسین اصول (۱۶۸۷) پرداختند. و نیوتن هم نه ماشینی عالم که

انسانی عالم است و، بنابراین، نسبت به مجموعه این واکنش‌ها، به رغم اکراه شدید و معروف وی از تعامل و مناقشه و معارضه، حساس و تأثیرپذیر است. با توجه به این زمینه محتوم و گریزناپذیر اجتماعی و بسیار پیچیده فکری و اندیشه‌ای است که می‌توان و باید تغییرات *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) را نسبت به *سخنرانی‌های نوری* و اعلان تأمل‌انگیز صدر آن فهم و تبیین کرد. موافق این تبیین، می‌توان نتیجه گرفت که تغییر عمده و جدی‌ای در محتوا و در روش صورت نگرفته، بلکه *نیوتن سیاست یا شیوه جدیدی را در صورت‌بندی، بیان، و ابلاغ نظراتش اخذ کرده است تا از بیشترین میزان مقبولیت و کمترین مقدار مناقشه و معارضه برخوردار شود.*

اینک باید بررسی کنیم که طبع بعدی *علم‌الابصار* چه تغییرات افزون‌تری را پذیرفته است.

روش علمی در *علم‌الابصار* (۱۷۰۶)

علم‌الابصار (۱۷۰۶) طبع لاتین *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) است که تنها تفاوت مهم آن با متن انگلیسی ۱۷۰۴ افزایش هفت پرسش جدید به شانزده پرسش قبلی است. این هفت پرسش در تمام چاپ‌های بعدی، از جمله چاپ‌های امروزی، به عنوان پرسش‌های ۲۵ تا ۳۱ درج شده‌اند. با توجه به اینکه تنها تفاوت مهم *علم‌الابصار* (۱۷۰۶) با *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) پرسش‌های جدید است مناسب است یکایک آنها را مرور کنیم:

پرسش ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲، ۱۰۰۳، ۱۰۰۴، ۱۰۰۵، ۱۰۰۶، ۱۰۰۷، ۱۰۰۸، ۱۰۰۹، ۱۰۱۰، ۱۰۱۱، ۱۰۱۲، ۱۰۱۳، ۱۰۱۴، ۱۰۱۵، ۱۰۱۶، ۱۰۱۷، ۱۰۱۸، ۱۰۱۹، ۱۰۲۰، ۱۰۲۱، ۱۰۲۲، ۱۰۲۳، ۱۰۲۴، ۱۰۲۵، ۱۰۲۶، ۱۰۲۷، ۱۰۲۸، ۱۰۲۹، ۱۰۳۰، ۱۰۳۱، ۱۰۳۲، ۱۰۳۳، ۱۰۳۴، ۱۰۳۵، ۱۰۳۶، ۱۰۳۷، ۱۰۳۸، ۱۰۳۹، ۱۰۴۰، ۱۰۴۱، ۱۰۴۲، ۱۰۴۳، ۱۰۴۴، ۱۰۴۵، ۱۰۴۶، ۱۰۴۷، ۱۰۴۸، ۱۰۴۹، ۱۰۵۰، ۱۰۵۱، ۱۰۵۲، ۱۰۵۳، ۱۰۵۴، ۱۰۵۵، ۱۰۵۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۸، ۱۰۵۹، ۱۰۶۰، ۱۰۶۱، ۱۰۶۲، ۱۰۶۳، ۱۰۶۴، ۱۰۶۵، ۱۰۶۶، ۱۰۶۷، ۱۰۶۸، ۱۰۶۹، ۱۰۷۰، ۱۰۷۱، ۱۰۷۲، ۱۰۷۳، ۱۰۷۴، ۱۰۷۵، ۱۰۷۶، ۱۰۷۷، ۱۰۷۸، ۱۰۷۹، ۱۰۸۰، ۱۰۸۱، ۱۰۸۲، ۱۰۸۳، ۱۰۸۴، ۱۰۸۵، ۱۰۸۶، ۱۰۸۷، ۱۰۸۸، ۱۰۸۹، ۱۰۹۰، ۱۰۹۱، ۱۰۹۲، ۱۰۹۳، ۱۰۹۴، ۱۰۹۵، ۱۰۹۶، ۱۰۹۷، ۱۰۹۸، ۱۰۹۹، ۱۱۰۰، ۱۱۰۱، ۱۱۰۲، ۱۱۰۳، ۱۱۰۴، ۱۱۰۵، ۱۱۰۶، ۱۱۰۷، ۱۱۰۸، ۱۱۰۹، ۱۱۱۰، ۱۱۱۱، ۱۱۱۲، ۱۱۱۳، ۱۱۱۴، ۱۱۱۵، ۱۱۱۶، ۱۱۱۷، ۱۱۱۸، ۱۱۱۹، ۱۱۲۰، ۱۱۲۱، ۱۱۲۲، ۱۱۲۳، ۱۱۲۴، ۱۱۲۵، ۱۱۲۶، ۱۱۲۷، ۱۱۲۸، ۱۱۲۹، ۱۱۳۰، ۱۱۳۱، ۱۱۳۲، ۱۱۳۳، ۱۱۳۴، ۱۱۳۵، ۱۱۳۶، ۱۱۳۷، ۱۱۳۸، ۱۱۳۹، ۱۱۴۰، ۱۱۴۱، ۱۱۴۲، ۱۱۴۳، ۱۱۴۴، ۱۱۴۵، ۱۱۴۶، ۱۱۴۷، ۱۱۴۸، ۱۱۴۹، ۱۱۵۰، ۱۱۵۱، ۱۱۵۲، ۱۱۵۳، ۱۱۵۴، ۱۱۵۵، ۱۱۵۶، ۱۱۵۷، ۱۱۵۸، ۱۱۵۹، ۱۱۶۰، ۱۱۶۱، ۱۱۶۲، ۱۱۶۳، ۱۱۶۴، ۱۱۶۵، ۱۱۶۶، ۱۱۶۷، ۱۱۶۸، ۱۱۶۹، ۱۱۷۰، ۱۱۷۱، ۱۱۷۲، ۱۱۷۳، ۱۱۷۴، ۱۱۷۵، ۱۱۷۶، ۱۱۷۷، ۱۱۷۸، ۱۱۷۹، ۱۱۸۰، ۱۱۸۱، ۱۱۸۲، ۱۱۸۳، ۱۱۸۴، ۱۱۸۵، ۱۱۸۶، ۱۱۸۷، ۱۱۸۸، ۱۱۸۹، ۱۱۹۰، ۱۱۹۱، ۱۱۹۲، ۱۱۹۳، ۱۱۹۴، ۱۱۹۵، ۱۱۹۶، ۱۱۹۷، ۱۱۹۸، ۱۱۹۹، ۱۲۰۰، ۱۲۰۱، ۱۲۰۲، ۱۲۰۳، ۱۲۰۴، ۱۲۰۵، ۱۲۰۶، ۱۲۰۷، ۱۲۰۸، ۱۲۰۹، ۱۲۱۰، ۱۲۱۱، ۱۲۱۲، ۱۲۱۳، ۱۲۱۴، ۱۲۱۵، ۱۲۱۶، ۱۲۱۷، ۱۲۱۸، ۱۲۱۹، ۱۲۲۰، ۱۲۲۱، ۱۲۲۲، ۱۲۲۳، ۱۲۲۴، ۱۲۲۵، ۱۲۲۶، ۱۲۲۷، ۱۲۲۸، ۱۲۲۹، ۱۲۳۰، ۱۲۳۱، ۱۲۳۲، ۱۲۳۳، ۱۲۳۴، ۱۲۳۵، ۱۲۳۶، ۱۲۳۷، ۱۲۳۸، ۱۲۳۹، ۱۲۴۰، ۱۲۴۱، ۱۲۴۲، ۱۲۴۳، ۱۲۴۴، ۱۲۴۵، ۱۲۴۶، ۱۲۴۷، ۱۲۴۸، ۱۲۴۹، ۱۲۵۰، ۱۲۵۱، ۱۲۵۲، ۱۲۵۳، ۱۲۵۴، ۱۲۵۵، ۱۲۵۶، ۱۲۵۷، ۱۲۵۸، ۱۲۵۹، ۱۲۶۰، ۱۲۶۱، ۱۲۶۲، ۱۲۶۳، ۱۲۶۴، ۱۲۶۵، ۱۲۶۶، ۱۲۶۷، ۱۲۶۸، ۱۲۶۹، ۱۲۷۰، ۱۲۷۱، ۱۲۷۲، ۱۲۷۳، ۱۲۷۴، ۱۲۷۵، ۱۲۷۶، ۱۲۷۷، ۱۲۷۸، ۱۲۷۹، ۱۲۸۰، ۱۲۸۱، ۱۲۸۲، ۱۲۸۳، ۱۲۸۴، ۱۲۸۵، ۱۲۸۶، ۱۲۸۷، ۱۲۸۸، ۱۲۸۹، ۱۲۹۰، ۱۲۹۱، ۱۲۹۲، ۱۲۹۳، ۱۲۹۴، ۱۲۹۵، ۱۲۹۶، ۱۲۹۷، ۱۲۹۸، ۱۲۹۹، ۱۳۰۰، ۱۳۰۱، ۱۳۰۲، ۱۳۰۳، ۱۳۰۴، ۱۳۰۵، ۱۳۰۶، ۱۳۰۷، ۱۳۰۸، ۱۳۰۹، ۱۳۱۰، ۱۳۱۱، ۱۳۱۲، ۱۳۱۳، ۱۳۱۴، ۱۳۱۵، ۱۳۱۶، ۱۳۱۷، ۱۳۱۸، ۱۳۱۹، ۱۳۲۰، ۱۳۲۱، ۱۳۲۲، ۱۳۲۳، ۱۳۲۴، ۱۳۲۵، ۱۳۲۶، ۱۳۲۷، ۱۳۲۸، ۱۳۲۹، ۱۳۳۰، ۱۳۳۱، ۱۳۳۲، ۱۳۳۳، ۱۳۳۴، ۱۳۳۵، ۱۳۳۶، ۱۳۳۷، ۱۳۳۸، ۱۳۳۹، ۱۳۴۰، ۱۳۴۱، ۱۳۴۲، ۱۳۴۳، ۱۳۴۴، ۱۳۴۵، ۱۳۴۶، ۱۳۴۷، ۱۳۴۸، ۱۳۴۹، ۱۳۵۰، ۱۳۵۱، ۱۳۵۲، ۱۳۵۳، ۱۳۵۴، ۱۳۵۵، ۱۳۵۶، ۱۳۵۷، ۱۳۵۸، ۱۳۵۹، ۱۳۶۰، ۱۳۶۱، ۱۳۶۲، ۱۳۶۳، ۱۳۶۴، ۱۳۶۵، ۱۳۶۶، ۱۳۶۷، ۱۳۶۸، ۱۳۶۹، ۱۳۷۰، ۱۳۷۱، ۱۳۷۲، ۱۳۷۳، ۱۳۷۴، ۱۳۷۵، ۱۳۷۶، ۱۳۷۷، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰، ۱۳۸۱، ۱۳۸۲، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱، ۱۳۹۲، ۱۳۹۳، ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۴۰۰، ۱۴۰۱، ۱۴۰۲، ۱۴۰۳، ۱۴۰۴، ۱۴۰

فوق‌العاده رقیق باشند - ایراد بزرگی از جهت حرکت منظم و بسیار پایدار سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار در انواع مسیرها در آسمان مطرح می‌شود. بدین اعتبار، آشکار است که آسمان، خالی از هرگونه مقاومت محسوس است و، در نتیجه، خالی از هر ماده محسوس است". (Newton, I. (1704/1730): P. 364-5) وی در نهایت نتیجه می‌گیرد که "برای هموار کردن حرکت منظم و مستمر سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار ضروری است که آسمان را از هرگونه ماده‌ای، بجز مقداری بخارها و غبارهای بسیار کم تراکم که از جو زمین، سیارات، ستاره‌های دنباله‌دار، و از محیط فوق‌العاده کم تراکم اتری ناشی شده است، تخلیه کنیم. سیالی چگال هیچ نقشی برای تبیین پدیدارهای طبیعت ندارد، و حرکت سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار بدون آن بهتر تبیین می‌شود". (همان، ۳۶۸)

دو نکته در این نیمه راه پرسش ۲۸ قابل طرح و حائز اهمیت است. یکی اینکه بحث درباره بود یا نبود محیط اتری در آسمان و در میان سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار در ضمن و انتهای پرسشی مطرح می‌شود که بناست به این سؤال آغازین پرسش ۲۸ پاسخ بدهد: "آیا همه فرضیه‌هایی که در آنها تصور می‌شود نور مشتمل است بر فشار یا حرکتی که در محیطی سیال انتشار می‌یابد، خطا نیستند؟ زیرا در تمام این فرضیه‌ها تاکنون، پدیدار نور با این تصور که آنها از تعدیل جدید پرتوها ناشی می‌شوند، تبیین می‌گردند که تصویری خطاست"، (همان: ص ۳۶۱) پرسشی که در آخر دفتر سوم علم‌الابصار درج گردیده و قرار است بنابراین معطوف، به بحث درباره نور باشد. نکته دوم این است که ملاحظه کنیم این تأملات تا چه میزان مولود یا متکی بر شواهد تجربی، خواه آزمایشگاهی و خواه غیر آزمایشگاهی، هستند.

آخرین بخش بلند پرسش ۲۸ حکایت از فراست و هم شجاعت نیوتن می‌کند زیرا نشان می‌دهد که وی کاملاً از بی‌اتکایی این تأملات و نظریه‌پردازی‌ها بر شواهد تجربی آگاه بوده است و هم شجاعانه نقطه اتکاء خود را در موضوع محیط اتری اعلام می‌کند: «برای طرد چنین محیطی، ما مرجعیت آن قدیمی‌ترین و مشهورترین فیلسوفان

یونان و فینیقیه را داریم که خلاً، اتم و گرانش اتم‌ها را نخستین اصول فلسفه خود قرار دادند؛ آنهایی که بطور ضمنی گرانش را به علتی غیر از ماده چگال نسبت دادند. فیلسوفان بعدی ملاحظه چنین علتی را از فلسفه طبیعی طرد کردند، و برای تبیین همه پدیدارها بطور مکانیکی، فرضیه‌هایی را ابداع کردند، و علل دیگر را به مابعدالطبیعه ارجاع دادند. در حالیکه وظیفه اصلی فلسفه طبیعی اینست که بدون ابداع فرضیه، استدلال خود را از پدیدارها آغاز کند، و علل را از آثار استنتاج کند، تا به همان علت اول برسیم که مسلماً مکانیکی نیست؛ و نه فقط سازوکار جهان را آشکار کنیم که عمدتاً سؤالاتی را از این قبیل حل کنیم: چه چیزی در مکان‌هایی تقریباً خالی از ماده وجود دارد، و از کجاست که خورشید و سیارات جذب یکدیگر می‌شوند، بدون ماده‌ای چگال میان آنها؟» (همان، ۳۶۹)

نیوتن در ادامه، سؤالاتی درباره حوزه‌هایی بسیار متنوع مطرح می‌کند و در نهایت نتیجه می‌گیرد که:

«آیا از پدیدارها چنین به نظر نمی‌آید که موجودی غیرمادی، حی، هوشمند، و همه-جا-حاضر وجود دارد که در فضای نامتناهی، گویی در حس خود، خود اشیاء را بلاواسطه می‌بیند، و آنها را کاملاً درک می‌کند، و آنها را با حضور بلاواسطه‌شان نزد خود بطور کامل فهم می‌کند. فقط تصویر آنها بواسطه آلات حسی به سامانه حسی^[11] کوچک ما انتقال می‌یابد، و در آنجا توسط آنچه که در ما درک و فکر می‌کند، دیده و نگهداری می‌شود. و اگر چه هرگام صادقی در این فلسفه، ما را بلاواسطه به معرفت علت اول نایل نمی‌کند لیکن ما را به آن نزدیک‌تر می‌کند و بنابراین باید بدان ارج بسیار نهاد.» (همان، ۳۷۰)

پرسش ۲۹ در حوزه نور قرار دارد و پرسش ۳۰ با این سؤال شروع می‌شود:

«آیا اجسام محسوس و نور قابل تبدیل به یکدیگر نیستند، و آیا اشیاء مقدار زیادی از فعالیت خود را از ذرات نوری دریافت نمی‌کنند که در ترکیب آنها داخل می‌شوند؟»
باقی پرسش در واقع چیزی جز توجیه و تبیین پاسخ مثبت مفروض و مندرج در

پرسش نیست. (همان، ۵-۳۷۴)

پرسش طویل، معروف، و مهم ۳۱ با این سؤال آغاز می‌شود: «آیا ذرات کوچک اجسام حاوی برخی قوا، توانایی، یا نیروهایی نیستند که بواسطه آنها نه تنها بر پرتوهای نور- برای انعکاس، انکسار، و گشت^[12] از فاصله کنش می‌کنند که برای ایجاد بخش بزرگی از پدیده‌های طبیعت بر یکدیگر نیز؟ زیرا معروف است که اجسام بواسطه جاذبه گرانش، مغناطیس، و برق بر یکدیگر کنش می‌کنند. و این موارد خصلت و جریان طبیعت را نشان می‌دهد، و این احتمال را بوجود می‌آورد که شاید قوای جاذبی‌ای بیش از اینها وجود داشته باشد....» (پیشین، ۶-۳۷۵)

نیوتن سپس درباره چگونگی کنش این قبیل قوای جاذبی و علت گرانش میان اجسام چنین اظهار می‌کند: «این جاذبه‌ها چگونه عمل می‌کنند، من در اینجا بررسی نمی‌کنم. آنچه من جاذبه می‌خوانم امکان دارد توسط تلنگر^[13] یا توسط وسائط دیگری که بر من ناشناخته است واقع شود. من این کلمه را در اینجا فقط به منظور دلالت عام بر هر نیرویی بکار می‌برم که اجسام را نسبت به یکدیگر متمایل می‌کند، صرفنظر از اینکه علت آن نیرو چه باشد. زیرا ما باید از پدیده‌های طبیعت یاد بگیریم که اجسام یکدیگر را جذب می‌کنند، و قوانین و خواص جاذبه چیست، پیش از اینکه درباره علت جاذبه میان آنها کاوش کنیم.» (همان، ۳۷۶)

نیوتن سپس بحث مبسوطی درباره جاذبه میان ذرات در حوزه مکانیک سیالات ارائه می‌کند. در آخر این پرسش بسیار طولانی مجدداً به موضوع علت گرانش بازمی‌گردد و درباره اصول گرانش، تخمیر، و پیوستگی^[14] اجسام قائل می‌شود که:

«من این اصول را، نه به منزله کیفیات سحرآمیز^[15] که از شکل خاص اشیاء منتج می‌شوند بلکه، به منزله قوانین عام طبیعت تلقی می‌کنم که بواسطه آنها خود اشیاء تشکیل می‌شوند، اصولی که حقیقت‌شان توسط پدیده‌ها بر ما ظاهر می‌شوند، اگرچه علت‌شان هنوز کشف نشده است. زیرا آنها کیفیات آشکار هستند و فقط علت‌شان

سحرآمیز است. و *ارسطوئیان* نام کیفیات سحرآمیز را، نه به کیفیات آشکار بلکه، به چنین کیفیاتی دادند فقط از آن رو که تصور می‌شد آنها درون اجسام پنهان هستند، و علت‌های ناشناخته آثار آشکار هستند: از قبیل علل گرانش، جاذبه‌های مغناطیسی و برقی، و تخمیرها، اگر بخواهیم تصور کنیم که این نیروها و کنش‌ها از کیفیاتی ناشی شده‌اند که برای ما ناشناخته‌اند، و نمی‌توان آنها را کشف و آشکار کرد. چنین کیفیات سحرآمیز پایان فلسفه طبیعی را رقم می‌زنند، و از همین روست که در سال‌های اخیر طرد شده‌اند. اینکه به ما گفته شود که هریک از انواع اشیاء دارای کیفیت خاص سحرآمیزی است که بواسطه آن عمل می‌کند و آثار آشکاری ایجاد می‌کند، هیچ چیزی به ما گفته نشده است. لیکن اخذ دو یا سه اصل عام حرکت از پدیدارها، و سپس به ما گفته شود که چگونه خواص و کنش‌های تمام اشیاء جسمانی از آن اصول آشکار نتیجه می‌شوند، گام بسیار بزرگی در فلسفه خواهد بود، اگر چه علل آن اصول هنوز کشف نشده باشد. و بنابراین، من از طرح اصول فوق‌الذکر حرکت، که گستره عامی دارند، احتراز نمی‌کنم و علل آنها را وامی‌نهم تا یافته شوند.» (همان، ۲-۴۰۱)

نیوتن سپس تأملات طبیعت‌شناسانه در حال تکوین خود را با برخی تأملات و نگرش‌های کلان‌تر مابعدالطبیعی خود چنان در هم می‌پیچد و یکپارچه می‌سازد که فقط برای ما که تجربه تمایز بی‌اعتبار شده پوزیتیویستی و نگتیویستی علم از مابعدالطبیعه و یا علم از غیرعلم را در انبان تاریخی خود داریم *تمایز* طبیعت‌شناسانه از مابعدالطبیعی واجد معنایی است. برای نیوتن و ایضاً برای اقران و معاصران وی، اعم از موافق و مخالف، این تمایز نه تنها مقبول و قابل دفاع نبود که، مهم‌تر از آن، بنیاناً معنا و مدلول محصلی هم نداشت. بدین ترتیب، به زبان امروزی و بی‌اعتبار گشته معاصر [16]، نیوتن با استخدام مفاهیم نظم عالم، فضا، و سامانه حسّی الهی، فیزیک و متافیزیک الهی‌اش را بطور رصینی در هم ممزوج و مندرج می‌کند و قائل می‌شود که:

«به مدد این اصول، به نظر می‌رسد تمام اشیاء مادی از ذرات محکم و جامد فوق‌الذکر تشکیل شده است، ذراتی که در خلقت اولیه توسط تدبیر یک عامل هوشمند

بنحو متنوعی با هم مرتبط شده‌اند. زیرا او بود که آنها را خلق کرد و به نظم درآورد. و اگر وی چنین کرده است، غیرفلسفی خواهد بود که در جستجوی منشأ دیگری برای جهان باشیم، یا وانمود کنیم که محتمل است جهان با همین قوانین طبیعت از هرج و مرجی نشأت گرفته باشد، اگرچه پس از تشکیل می‌تواند با آن قوانین برای اعصار زیادی تداوم یابد. زیرا ضمن اینکه ستاره‌های دنباله‌دار در مدارات بسیار نامتحدالمرکز و در تمام انحاء مسیرها حرکت می‌کنند، سرنوشت کور هرگز نمی‌تواند همه سیاره‌ها را به یک شیوه در مدارات متحدالمرکز به حرکت درآورد - به استثنای برخی بی‌نظمی‌های بی‌اهمیت... باید پذیرفت که چنین یکنواختی شگفت‌انگیزی در نظام سیارات معلول انتخابی باشد.» (پیشین، ۴۰۲)

نیوتن سپس این یکنواختی را در بدن حیوانات جستجو می‌کند و متذکر شباهت طرف چپ و راست بدن حیوانات، دو پا در عقب و دو دست یا دو پا و یا دو بال متصل به شانه‌های حیوانات، گردنی میان دو شانه و یک سر بر روی گردن، سری با دو چشم و دو گوش و یک بینی و یک دهان و یک زبان می‌شود که شبیه به هم قرار گرفته‌اند. و اضافه می‌کند که صنع اولیه یکایک اعضای حیوانات، اعضای حسی و حرکتی آنها، و غرائض وحوش و حشرات نمی‌تواند اثر چیزی جز خردمندی و مهارت عاملِ قادرِ همواره حی‌ای باشد که چون در همه مکان‌ها هست، از ما، در حرکت دادن اجزاء ابدان ما تواناتر است که با اراده‌اش اجسام را درون سامانه حسی یکنواخت لایتناهی‌اش حرکت دهد و، بدین وسیله، بخش‌هایی از جهان را تقویم و بازتقویم کند. (همان، ۳-۴۰۲)

نیوتن پس از اینکه عالم طبیعت را، موافق بینش کلان الهیاتی خود (عالم خلقت را خالق و ناظمی باید)، منظم و یکنواخت تجربه کرد و یا، به تعبیری دیگر، پس از افکندن یکنواختی و نظمی برمصاف خود با عالم طبیعت، و اسناد آن نظم و یکنواختی به "انتخاب" وجودی حی و خردمند و قادر، باتوسل به برخی از مقومات مهم

هستی‌شناسی کلی‌تر خود، برخی دیگر از اجزاء هستی‌شناسی جزئی‌تر یا فیزیکی‌ترش را تغییر و تعدیل می‌دهد: "و نظر به اینکه فضا بطور لایتناهی تجزیه‌پذیر است، و ماده ضرورتاً در همه مکان‌ها وجود ندارد، می‌توان به اضافه ممکن دانست که خداوند قادرست ذرات ماده را در اندازه‌ها و شکل‌های مختلف و در نسبت‌های مختلف با فضا، و شاید با چگالی و نیروهای متفاوت بیافریند و، بدین وسائط، قوانین طبیعت را تغییر دهد، و چندین نوع جهان را در بخش‌های مختلف کل عالم بسازد. دست‌کم، من هیچ تناقضی در هیچ‌یک از این مطالب نمی‌بینم". (پیشین، ۴-۴۰۳)

ملاحظه می‌شود که چقدر تأملات نیوتن در این فرازها دور از آزمایش و نتایج آزمایشی است، به طوری که نه تنها وی از *اثبات آزمایشی* این نظریه‌ها و قضایا یا اصول هیچ صحبتی نمی‌کند، که از حمایت یا تأیید آزمایشی هم، سخنی به میان نمی‌آورد. و به علاوه، نه تنها از سازگاری این نظریه‌ها و قضایا با شواهد آزمایشی سخنی نمی‌گوید که اساساً تجربه و شواهد آزمایشی را بالکل وامی‌نهد و متوسل به نبود تناقض منطقی میان آنها می‌شود و بدین ویژگی حداقلی بسیار نحیف و بسیار کم‌دالت بسنده می‌کند. به‌اضافه، ملاحظه می‌شود که چقدر در این تأملات و نظریه‌پردازی‌ها، لایه‌های 'فیزیکی' و 'متافیزیکی' آراء او درهم‌تنیده و انفکاک‌ناپذیرند.

پس از این تأملات نظریه‌پردازانه و فرضیه‌سازانه بسیار سهمگین است که نیوتن در دو فراز نهایی *علم‌الابصار* (۱۷۰۶) متوسل به وضع قواعد روش‌شناختی می‌شود، قواعدی که نه در *اصول* (۱۶۸۷) و نه در *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) کمترین نشانه‌ای از آنها وجود ندارد اما اینک بواسطه تحولات 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^[17]، همواره باید پیش از روش ترکیب^[18] انجام پذیرد. این تجزیه عبارتست از انجام آزمایش‌ها و مشاهدات، و اخذ نتایج عام از آنها بواسطه 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. و اگرچه استدلال استقرایی از آزمایش‌ها و مشاهدات اثبات نتایج عام نمی‌کند، لیکن بهترین شیوه استدلالی است که ماهیت اشیاء امکانپذیر می‌کند، و هرچه استقراء عام‌تر باشد می‌توان آن نتایج عام را قوی‌تر دانست. و اگر هیچ استثنایی از پدیدار مربوط واقع نشود، نتیجه را می‌توان بطور عام و کلی اعلام کرد. لیکن اگر در هر زمان، از این پس، استثنایی در آزمایش‌ها رخ دهد، در این صورت می‌توان نتیجه عام را با چنین استثنائاتی اعلام کرد. باین شیوه تجزیه، می‌توانیم از مرکب‌ها به سمت اجزاء و از حرکت‌ها به سمت نیروهای موجد آنها حرکت کنیم. و بطور کلی، از آثار به سمت علل، و از علل خاص به سمت علل عام‌تر حرکت کنیم تا اینکه استدلال در عام‌ترین نتیجه به پایان برسد. این روش تجزیه است. و تألیف^[19] مشتمل است بر اینکه فرض شود که علل کشف شده‌اند و بمنزله اصول احراز شده‌اند، و به مدد آن اصول پدیدارهای ناشی از آنها تبیین شود، و تبیین‌ها اثبات شوند.» (پیشین، ۵-۴۰۴)

نیوتن سپس مدعی می‌شود که در دو دفتر نخست *علم‌الابصار*، وی با به کارگیری این تجزیه ویژگی‌هایی را درباره نور کشف و اثبات کرده است. و می‌توان با توجه به اثبات این کشفیات، آنها را در روش ترکیب برای تبیین پدیدارهای ناشی از آنها فرض کرد. نیوتن سپس اضافه می‌کند که در دفتر سوم وی تنها تجزیه آنچه را که برای اکتشافات درباره نور باقیمانده، شروع کرده است. و اشارات چندی درباره آن مطرح کرده لیکن آن اشارات را رها کرده تا به مدد آزمایش‌ها و مشاهدات بیشتر بررسی شود و بهبود یابد.

نظر به اینکه پرسش ۳۱، پرسشی بسیار طولانی و مشتمل بر موضوعات متنوع است جمع‌بندی بسیار موجز آن را ارائه می‌کنیم تا بتوانیم نگاهی فراگیر و از منظری فوقانی به آن بیفکنیم:

۱. ذرات کوچک اجسام حاوی برخی قوا، توانایی‌ها، یا نیروهایی هستند که

بواسطه آنها نه تنها بر پرتوهای نور که بر سایر پدیده‌های طبیعت از فاصله کنش می‌کنند.

۲. علت این کنش از فاصله را نمی‌دانم، اما مهم اینست که از پدیده‌های طبیعت یاد بگیریم که اجسام یکدیگر را جذب می‌کنند، و قوانین و خواص جاذبه چیست. گام بزرگ در فلسفه طبیعی - همان فیزیک امروزی - این است که اصول عام حرکت از پدیده‌ها اخذ شود و چگونگی خواص و کنش‌های تمام اشیاء جسمانی از آن اصول استنتاج شود، اگر چه علل آن اصول هنوز کشف نشده باشد.

۳. تمام اشیاء مادی مشکل از ذرات صلب و جامدی است که خداوند هوشمند آنها را متنوعاً با هم مرتبط کرده به نظم درآورده است. و چون چنین است غیرفلسفی است که جهان را نشأت گرفته از هرج و مرج بدانیم. نظم و یکنواختی در عالم، معلول انتخاب عاملی مختار، خردمند، و قادر است..

۴. روش تجزیه عبارتست از انجام آزمایش‌ها و مشاهدات، اخذ نتایج عام از آنها بواسطه استقراء، و عدم پذیرش هرگونه اعتراضی مگر شواهد آزمایشی، که در این صورت نباید آنها را به منزله ابطال نتایج عام محسوب کرد بلکه آنها فقط استثنائاتی هستند که می‌توان همراه نتیجه عام اعلام کرد.

۵. فرضیه‌ها را نباید در فیزیک به حساب آورد.

۶. پاره‌ای از اصول و قوانین نور با روش تجزیه در دو دفتر اول و دوم علم‌الابصار کشف و اثبات شده‌اند و در دفتر سوم اشاراتی شده تا به مدد همان روش، بقیه مطالب درباره نور کشف و اثبات شود.

اینک شایسته است نکات چندی را درباره نظامی که نیوتن در حال تقویم و ساختن آن است به اختصار تمام گوشزد کنیم و تحلیل و تعلیل طرح و وضع آن را به فرصت دیگری موکول می‌کنیم. در این پرسش بسیار مهم و پر دلالت اصول مابعدالطبیعی و قواعد روش‌شناختی جدیدی به آرامی و تدریجاً طراحی و ارائه شده

است که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

۱. آنجا که ذرات کوچک اجسام، گرانبار از برخی قوا، توانایی‌ها، یا نیروهایی می‌شوند، و آنجا که این قوا یا نیروها نه تنها بر پرتوهای نور که بر سایر پدیدارهای طبیعت از فاصله کنش می‌کنند، مابعدالطبیعه و هستی‌شناسی جدیدی در حال تکوین و تولد است.

۲. آنجا که از "گام بزرگ در فلسفه طبیعی" صحبت شده در واقع چه بایستی‌ها و ترجیحات روش‌شناختی جدیدی اعلام می‌شود.

۳. آنجا که جهان را مولود هرج و مرج پنداشتن^۲ "غیرفلسفی" دانسته شده، و خداوندِ هوشمند ذرات صلب و جامد مقوم عالم را به انحاء متنوعی با هم مرتبط کرده و نظمی را آفریده، نیوتن هم در حال گرانبارکردن مفهوم فلسفه مطابق بینش‌های کلان خدانشناسانه خویش است، و هم مابعدالطبیعه جدیدی را به مدد مفاهیم نظم، ذرات صلب و جامد، و وجودی خردمند و توانا می‌سازد که مبنا و مقوم فیزیک مورد نظر او خواهد بود.

۴. آنجا که از روش تجزیه سخن می‌راند و مشاهدات را مقدم بر نظریات معرفی می‌کند، و استقراء را وسیله اخذ نظریه یا اصول عام می‌داند و، به‌علاوه، حکم بر عدم پذیرش شواهد آزمایشی نقیض به‌منزله ابطال‌گر نظریه می‌کند و آنها را تنها به‌منزله استثنائاتی می‌پذیرد، نیوتن هم در حال وضع قواعد روش‌شناختی جدیدی است که پیش‌تر هیچ‌گاه در هیچ‌یک از آثار منتشر شده یا نشده وی اثری از آنها دیده نمی‌شود، و هم تمام شیوه‌های رایج اما متفاوت اخذ نظریه‌ها و اصول را بی‌اعتبار می‌سازد. هم تمام نظریه‌ها و اصول مأخوذ را به روشی غیر از آنچه وی تقنین و تدوین کرده تخطئه می‌کند، و هم نظریه‌ها و اصول اعلام شده خود را ابطال‌ناپذیر کرده بر کرسی وجاهت و اعتبار می‌نشانند.

۵. آنجا که از عدم پذیرش فرضیه در فیزیک صحبت می‌کند، در واقع به زبان

روش‌شناسی نظریه‌پردازی‌های دکارتیان را مردود اعلام می‌کند و از آن خود را مقبول. بحث مبسوط فلسفی درباره مهم‌ترین و محوری‌ترین این قواعد روش‌شناختی (اخذ نتایج عام از مشاهدات بواسطه استقراء) را در مقام دیگری انجام خواهیم داد. آنچه در اینجا اهمیت دارد که پرسش شود این است که آیا نیوتن بواقع با به‌کارگیری این قاعده اصول حاکم بر نور و نیز قوانین حرکت را کشف و اثبات کرده است؟ برنارد کوهن در مقدمه مبسوط خود بر علم‌الابصار نیوتن پاسخی پردلالت‌تر و فراتر از پاسخ منتظر این پرسش در اختیار ما می‌نهد:

«در حالی که نظریه ذری نور نیوتن سرعت نور در شیشه یا آب را سریع‌تر از سرعت در هوا می‌دانست نظریه موجی نور هویگنز سرعت نور در هوا را بیشتر از سرعت نور در آب یا شیشه اعلام می‌کرد. متأسفانه، امکان آزمون آزمایشگاهی این نتایج مخالف تا گذشت بخشی از قرن نوزدهم وجود نداشت، زمانی که تلاش‌های یانگ^[20] و فرنل^[21] پیش‌تر نظریه موجی نور را تثبیت کرده بود، به طوری که این آزمون، که نتیجه‌گیری نظریه موجی را تأیید می‌کرد نه نظریه ذری را، استدلال افزونی برای نظریه موجی نور محسوب شد نه استدلالی عمده.»^[22]

بدین ترتیب، نه تنها نتایج نظریه نور نیوتن توسط آزمایش و مشاهدات حاصل، کشف و اثبات نشده بود که اساساً امکان آزمایش و مشاهدات در این زمینه وجود نداشته است. به‌علاوه، زمانی هم که پس از حدود دو قرن چنین امکان آزمونی فراهم می‌شود، این نظریه موجی مخالف نظریه نیوتن است که تأیید می‌شود. افزون بر این، آزمون و مشاهدات آزمایشگاهی برای نظریه مویّد، تنها حمایتی افزون‌تر محسوب شد نه آزمونی تعیین‌کننده به نفع آن. و برای اینکه تصور نشود که مورد فوق استثنائی در شیوه کاوش‌های نیوتن بوده است شایسته است مشاهده بسیار دقیق تامس کوهن^[23] را مورد توجه قرار دهیم:

«مسئله‌ای که بسیاری از زبده‌ترین اندیشه‌ورزی‌های علمی قرن هجدهم رامشغول خود کرده بود مسئله استنتاج پیش‌بینی‌های عددی آزمون‌پذیر از سه قانون حرکت نیوتن

واز اصل جاذبه عمومی وی بود. هنگامی که نظریه نیوتن ابتدائاً در اواخر قرن هفدهم اعلام شد این تنها قانون سوم (تساوی عمل و عکس‌العمل) بود که می‌توانست مستقیماً توسط آزمایش بررسی شود، و آزمایش‌های مربوطه هم تنها به حالت‌های بسیار خاص قابل‌اطلاق بود. نخستین تشریح آزمایشگاهی مستقیم و سراسر قانون دوم مدتها طراحی ماشین ات‌وود^[24] را انتظار کشید. ابزار آزمایشگاهی پیچیده‌ای که تا تقریباً یک قرن پس از انتشار اصول اختراع نشده بود. بررسی مستقیم کمی جاذبه گرانش بسیار مشکل‌تر از آب درآمد و تا ۱۷۹۸ در آثار علمی ارائه نشد. قانون اول نیوتن را نمی‌توان، تا به امروز، با نتایج اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی مستقیماً مقایسه کرد، اگر چه تحولات در حوزه موشک‌سازی این احتمال را به وجود آورده که نباید چندان بیشتر در انتظار باشیم»^[25]

اینک بازمی‌گردیم به پرسش طولانی و مهم ۲۸، و تنها به طرح نکاتی چند درباره آن بسنده می‌کنیم. ۱. ضمن صحبت از "ضرورت" تخلیه آسمان از "هرگونه ماده‌ای"، نیوتن همزمان "محیط فوق‌العاده کم تراکم اتری" و "مقداری بخارات و غبارات بسیار کم تراکم" را مجاز می‌شمارد.

۲. نیوتن برای طرد محیطی سیال در جهان، به صراحت متوسل به مرجعیت مشهورترین و قدیمی‌ترین فیلسوفان یونان و فینیقیه می‌شود نه آزمایش‌ها و مشاهدات. ۳. نیوتن به اتکاء این فلاسفه، علت گرانش را غیر از ماده چگال - یا، غیرمادی - می‌شناسد و از فیلسوفان بعدی - یعنی، دکارت و دکارتی‌اندیشان معاصر خود - انتقاد می‌کند که اولاً، چرا چنین علت غیرمادی را از فیزیک طرد کرده‌اند؛ و ثانیاً، چرا برای تبیین پدیده‌ها متوسل به عوامل ملموس و محسوس مکانیکی می‌شوند؛ و ثالثاً، چرا برای تبیین اینگونه پدیده‌ها فرضیه ابداع می‌کنند؛ و رابعاً، چرا "علل دیگر" - یعنی، علل غیرمادی - را به مابعدالطبیعه ارجاع می‌دهند.

۴. نیوتن همزمان با این اشکالات چهارگانه اساسی به دکارتی‌اندیشان، مواضع

چشمگیری را اتخاذ می‌کند: اولاً، چنین علت غیرمادی - و اصولاً علل غیرمادی - را نباید از فیزیک طرد کرد. ثانیاً، برای تبیین پدیدارها می‌توان متوسل به عوامل غیرمکانیکی - همچون علت اول که "مسلاً مکانیکی نیست" - شد. ثالثاً، نباید علل غیرمادی را به مابعدالطبیعه ارجاع داد زیرا در فیزیک می‌توانند ایفای نقش کنند. و در مورد نکوهش دکارتیان جهت ابداع فرضیه برای تبیین پدیدارها، نیوتن خود آشکارا فرضیه‌های فوق‌العاده انتزاعی غیرمشاهدتی را ابداع می‌کند.

۵. اما این همه تغییرات در مواضع روش‌شناختی را چگونه می‌توان صورت بخشید و توجیه کرد؟ با جرح و تعدیل جدی فلسفه مکانیکی دکارتی‌ای که مقوم و معنا بخش همهٔ کاوش‌های فلسفه طبیعی آن عصر و زمانه است. اما چگونه؟ خیلی ساده، می‌توان "وظیفه اصلی فلسفه طبیعی" را به تلویح و بلکه به تصریح - شیوه نیوتن - تغییر داد. اینکه فیلسوفی یا فیزیکدانی با این تغییرات موافق یا مخالف باشد اهمیت چندانی ندارد! آنچه مهم است که مورد فهم و بصیرت قرار گیرد این است که (۱) نیوتن نگرش و نظریه‌هایی، موافق بینش‌های خداشناسانه و خداپاورانه خود، درباره جهان در انداخته است. (۲) فراستمدانه می‌بیند که برای و جاهت و مقبولیت یافتن آنها توسط دیگران، مبانی و قواعد روش‌شناختی و مابعدالطبیعی متلائم و سازگار با آن نگرشها و نظریه‌ها را باید دراندازد. و (۳) مدبرانه و شجاعانه این کار را می‌کند تا هرکس این مبانی و قواعد، و آن نگرشها و نظریه‌های 'فیزیکی' را برگیرد نهایتاً نگرش خداشناسانه نیوتن را نتیجه بگیرد و به بینش‌های الهی و خداپاورانه او نزدیک و یا ترجیحاً نایل شود. نیوتن این نکته فوق‌العاده مهم سوم را با صداقت و صراحتی بسیار ستودنی و کم‌نظیر اینگونه اظهار می‌کند:

«هنگامی که درباره منظومه‌مان رساله‌ام را می‌نوشتم چنان اصولی را مدنظر داشتم که بر مردان اهل تأمل برای اعتقاد به خدایی متعال مؤثر افتد، و هیچ چیزی مرا بیش از این خشنود نمی‌کند که دریابم رساله‌ام برای این مقصود مفید بوده است.» (I. Newton)

(1692) P. 46

ملاحظه می‌شود که نیوتن به عوض متلائم کردن بینش‌ها، نظریات، و تلقی‌ات دینی و الهی خود با نظریه‌های علمی معاصر و موجود، درست برعکس، مجدانه تلاش می‌کند نظریه‌های علمی حوزه کاری‌اش را موافق و متلائم با بینش‌ها، نظریات و تلقی‌ات دینی و الهیاتی خود تقویم و تدوین کند. و برای اینکه این تقویم و تدوین هم مقبول قلوب و ابصار معاصران واقع شود هیچ ابایی در طرح و وضع اصول روش‌شناختی و مابعدالطبیعی جدید ندارد.

اما چرا فیزیکی را در ویرگول‌های وارونه قراردادها و بدین وسیله معنایی مجازی، شناور، و غیرمطلق برای آن قائل شده‌ام؟ زیرا فیزیک قلمرو و معنایی ذاتی یا استعلایی یا ماورایی یا مطلق ندارد، نه لفظ آن، و نه آنچه فیزیکدانان می‌اندیشند و انجام می‌دهند، و نه آنچه می‌نویسند و می‌گویند!

برای نیوتن، فیزیک— یا به زبان نیوتن، فلسفه طبیعی— شامل آن نظریه‌ها و بینش‌هایی می‌شود که او مُجاز می‌شمارد و مطرح می‌کند. و برای فیزیکدانان معاصر، به همان ترتیب، فیزیک شامل آن نظریه‌ها و بینش‌هایی می‌شود که آنها مجاز می‌شمارند و مطرح می‌کنند. دکارتیان با نیوتنیان در این زمینه بنیانی، اختلافات عمیقی داشتند. و فیزیکدانان معاصر با هر دو گروه. و چه کسی می‌تواند بگوید کدام‌یک از آنان مُثل فیزیک یا ذات و نفس و جوهر فیزیک را در بیداری یا رؤیا دیده یا دریافته و بنابراین نظرش درباره آن صادق و صائب و یقینی است؟

روش علمی در علم‌الابصار (۱۷۱۷)

علم‌الابصار (۱۷۱۷)، سومین چاپ علم‌الابصار و دومین چاپ انگلیسی آنست. تمام چاپ‌های بعدی علم‌الابصار - ۱۷۱۹ به زبان لاتین، ۱۷۲۱ طبع سوم انگلیسی، و بالاخره طبع چهارم ۱۷۳۰- همگی مطابق با همین چاپ انگلیسی تحت بررسی، انتشار یافته‌اند. در این طبع، بدنه اصلی اثر بدون تغییر می‌ماند و این یعنی نتایجی را که نیوتن چهل و

پنج سال پیش تر طی مقالاتی در باب نور در سال ۱۶۷۲ به *انجمن سلطنتی* [26] فرستاده بود، کماکان اعلام می‌کرد. همان‌طور که در *علم‌الابصار* (۱۷۰۶) پیش‌تر ملاحظه کردیم نیوتن هفت پرسش جدید بر شانزده پرسش *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) اضافه کرد و اینک در *علم‌الابصار* (۱۷۱۷) هشت پرسش دیگر بر آن می‌افزاید.

پیش از اینکه بر محتوای پرسشهای ۱۷-۲۴ مروری کنیم و اهم مطالبی را که دلالت روش‌شناسی و معرفت‌شناسی دارند، بیان کنیم لازم است به اختصار توضیحی درباره شکل این پرسش‌ها بدهیم. به حسب ظاهر، شکل صوری این آخرین بخش بسیار مهم *علم‌الابصار* پرسشی است و بنابراین تصور اینکه آنها فرضیه‌هایی هستند مولود صرف ظنیات‌پردازی‌های [27] متهورانه، تصویری نابجا خواهد بود. با این حال، کمترین تأمل بر آنها آشکار می‌کند که آنها خصلت فرضیه‌ای دارند و نیوتن برای گریز از انواع انتقادات دکارتیان از جمله نقض اصول و قواعد روش-معرفت‌شناختی‌ای که خود وی طرح و وضع کرده است آنها را هوشمندانه در هیئت پرسشی صورتبندی کرده است.

برنارد کوهن در همین زمینه مشاهده بجایی دارد: "اگر ما تعریف خود نیوتن را بکار گیریم، یعنی "هر آنچه که از پدیدارها استنتاج نشده باشد باید فرضیه خوانده شود"، آنها بواقع فرضیه هستند. امکان دارد شکل پرسشی به منظور کاهش انتقادات انتخاب شده است، لیکن میزان باورهای نیوتن را پنهان نمی‌کند. زیرا هر یک از این پرسش‌ها به صورت منفی طرح شده‌اند! بدین ترتیب، نیوتن به شیوه‌ای واقعاً سؤالی پرسش نمی‌کند: "آیا اجسام از فاصله بر نور کنش می‌کنند...؟" - گویی که وی پاسخ را نمی‌داند. بلکه اینگونه سؤال می‌کند: "آیا اجسام از فاصله بر نور کنش نمی‌کنند...؟" - گویی که وی بخوبی پاسخ را می‌داند." [28]

اینک، بر پرسش‌های ۱۷-۲۴ مروری می‌کنیم:

پرسش ۱۷: درباره نور است و هیچ دلالت بارز و آشکار روش-معرفت‌شناختی و مابعدالطبیعی ندارد.

پرسش ۱۸: نیوتن در این پرسش، درباره انتقال حرارت در خلأ توسط "ارتعاشات محیطی بسیار لطیف‌تر از هوا"، محیطی که به مدد آن نور منعکس و منکسر می‌شود، "محیطی که بسیار رقیق‌تر و لطیف‌تر از هوا، و بسیار بسیار کشسان‌تر و فعال‌تر از آنست"، محیطی که به سهولت همه اجسام را دربرگرفته است" و به علت نیروی کشسانش، "در سراسر آسمان گسترده شده است" فرضیه‌سازی می‌کند.^[29]

پرسش ۱۹: در این پرسش، نیوتن درباره ترابط و تضایف میان انکسار نور و چگالی محیط اتری فرضیه‌سازی می‌کند. (همان، ۵۰-۳۴۹)

پرسش ۲۰: در اینجا، نیوتن درباره چگونگی چگال‌تر شدن محیط اتری هنگام عبور از اجسام فشرده و چگال به فضاهاى خالی، و نیز درباره شرایطی که محیط اتری پرتوهای نور را تدریجاً در خطوط منحنی خمیده می‌کند، فرضیه‌سازی می‌کند. (همان)

آنچه نیوتن در **پرسش‌های ۱۸ و ۱۹ و ۲۰** به تدریج درباره نقش و چگونگی تأثیر محیطی به نام اتر در حوزه حرارت و بویژه نور فرضیه‌سازی کرده بود در **پرسش ۲۱** به سطح گسترده‌تر و پیچیده‌تری بسط می‌دهد. در این پرسش، بر خلاف تأکیدات مکرر و صریح گذشته خود درباره ندانستن علت گرانش و اجتناب از ابداع فرضیه درباره آن - *علم‌الابصار* (۱۷۰۶)، نامه به ریچارد بنتلی (۱۶۹۲/۳)، *تحشیه عمومی اصول* (۱۷۱۳) - یک فرضیه بسیار کلان و فوق‌العاده جالب توجهی را ارائه می‌کند تا گرانش را تبیین و علت آن را بیان کند. این فرضیه بقدری بدیع و جالب توجه است که مهم‌ترین بخش‌های آن ذیلاً نقل می‌شود.

پرسش ۲۱: "آیا این محیط درون اجسام چگال خورشید، ستاره‌ها، سیاره‌ها، و ستاره‌های دنباله‌دار بسیار رقیق‌تر از فضاهاى خالی آسمان میان آنها نیست؟ آیا این محیط در گذر از آنها به سمت فاصله‌های زیاد مستمراً چگال‌تر نمی‌شود و، در نتیجه، سبب گرانش آن اجسام بزرگ به سوی یکدیگر، و اجزاء آنها به سوی خود آن اجسام نمی‌شود، بطوری که هر جسمی تلاش می‌کند از بخش‌های چگال‌تر آن محیط به سمت

بخش‌های رقیق‌تر برود؟ زیرا اگر این محیط درون جرم خورشید رقیق‌تر از درون سطح آن باشد، و در آنجا رقیق‌تر از فاصله یک‌کدم اینچ از جرمش باشد، و در آنجا رقیق‌تر از بودن در فاصله یک پنجاهم اینچ از جرمش باشد، و در آنجا رقیق‌تر از بودن در مدار زحل باشد، من هیچ دلیل نمی‌بینم که چرا افزایش چگالی آن محیط باید در جایی توقف کند و، به عوض، در تمام فاصله‌ها از خورشید به طرف زحل، و فراتر از آن، تداوم نیابد. و اگر چه این افزایش چگالی می‌تواند در فواصل زیاد فوق‌العاده، کند باشد، با این وصف اگر نیروی کشسان این محیط فوق‌العاده زیاد باشد امکان دارد کفایت کند تا اجسام را با همه آن قدرتی که ما گرانس می‌خوانیم از بخش‌های چگال‌تر آن محیط به سمت بخش‌های رقیق‌تر به حرکت درآورد، و فوق‌العاده بزرگ بودن نیروی کشسان این محیط را می‌توان از سرعت ارتعاشات آن دریافت... اگر کسی بخواهد تصور کند که اتر (همانند هوای ما) ممکن است حاوی ذراتی باشد که سعی می‌کنند از یکدیگر فاصله بگیرند (زیرا من نمی‌دانم این اتر چیست) و ذرات آن فوق‌العاده کوچک‌تر از ذرات هواست، و یا حتی کوچکتر از ذرات نور، [در این صورت] کوچکی فوق‌العاده ذرات آن می‌تواند به بزرگی نیرویی کمک کند که آن ذرات با آن از یکدیگر می‌توانند فاصله بگیرند، و بدان روی آن محیط را فوق‌العاده رقیق‌تر و کشسان‌تر از هوا کنند و، در نتیجه، آن را در مقاومت برابر حرکت پرتابه‌ها فوق‌العاده ناتوان‌تر کنند، و در فشار آوردن بر اجسام درشت، با تلاش برای انبساط خود، فوق‌العاده توانمندتر کنند.” (همان: ص ۲-۳۵۰ (تأکید اضافه شده است))

پرسش ۲۲: “آیا سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار، و تمام اجسام درشت، در این محیط اتری آزادانه‌تر و با مقاومتی کمتر از بودن در هر سیال دیگری حرکت نمی‌کنند، هر سیال دیگری که همه فضا را بطور مناسبی پر می‌کند بدون اینکه هیچ فضای متخلخلی را بازگذارد، و در نتیجه از جیوه یا طلا چگال‌تر است؟ و آیا امکان ندارد که مقاومت آن بقدری کوچک باشد که غیرقابل توجه باشد؟” (همان، ۳۵۲)

پرسش ۲۳: آیا دیدن عمدتاً بواسطه ارتعاشات این محیط صورت نمی‌گیرد، محیطی که بواسطه پرتوهای نور در ته چشم تحریک شده است، و از طریق رشته‌های مویین صلب، سهل‌العبور، و متحدالشکل اعصاب بصری به مکان احساس انتقال یافته است؟ و آیا شنیدن بواسطه ارتعاشات این محیط یا محیط دیگری صورت نمی‌پذیرد، محیطی که بواسطه امواج هوا در اعصاب شنوایی تحریک شده است، و از طریق رشته‌های مویین صلب، سهل‌العبور، و متحدالشکل اعصاب سمعی، به درون مکان احساس انتقال یافته است؟ و به همین ترتیب در مورد سایر حاسه‌ها. (پیشین، ۳۵۳)

پرسش ۲۴: آیا حرکات حیوانی بواسطه ارتعاشات این محیط انجام نمی‌شود، محیطی که در مغز با قدرت اراده تحریک شده‌اند، و از آنجا از طریق رشته‌های مویین صلب، سهل‌العبور، و متحدالشکل اعصاب برای انقباض و انبساط آنها انتشار یافته‌اند؟ من تصور می‌کنم که هر یک از رشته‌های مویین اعصاب صلب و متحدالشکل است، و حرکت ارتعاش کننده محیط اتری می‌تواند در امتداد آن رشته‌های مویین اعصاب از سر تا ته بطور یکنواخت و بدون انقطاع انتشار یابد. (همان، ۴-۳۵۳)

حال که پرسش‌های ۱۷-۲۴ را پیش‌رو داریم می‌توانیم برخی اظهار نظرات علم‌شناسان حوزه نیوتنی را مورد تدقیق و ارزیابی قرار دهیم. برنارد کوهن در مقدمه مفصل و محققانه خود بر *علم‌الابصار* متذکر می‌شود که نیوتن در پرسش‌های ۱۷-۲۴ "ماهیت اتر را مورد بحث قرار می‌دهد." به نظر می‌رسد چندان دشوار نباشد که با توجه به پرسش‌های مذکور دریا بیم که سخن برنارد کوهن بسیار نادقیق و مسامحه‌آمیز است: نیوتن در جستجوی شناخت *ماهیت* هستی یا پدیداری بنام اتر، که در عالم خارج وجود دارد، نیست. او، خیلی ساده، واژه رایجی به نام اتر را برگرفته و بی‌باکانه بار مفهومی رایج را بی‌هیچ دغدغه‌ای از آن واژه تخلیه می‌کند و سپس متهورانه آن را موافق چهارچوب بینشی - نظری مابعدالطبیعی و الهی خود باردار یا گرانبار می‌کند. بنابراین، مفهوم‌سازی و نظریه‌سازی تفصیلی مبتکرانه نیوتن را بحث درباره *ماهیت* اتر

خواندن بسیار مسامحه‌آمیز و بل گمراه کننده می‌داند.

ریچارد وستفال^[30]، مورخ علم‌شناس و از محققان پرسابقه حوزه نیوتنی، با اظهار نظر درباره پرسش‌های ۱۷-۲۴ متذکر می‌شود که هیچ تردید جدی نمی‌توان داشت که نیوتن نیروی میان ذرات اتری را "واقعیتی هستی‌شناختی می‌دانست و نه صرفاً ظواهر آن ذرات". و چنانچه نیوتن می‌خواست علت آن نیرو را مورد بحث قرار دهد، آن را "مستقیماً ناشی از عاملیت خداوند می‌دانست"^[31] به گمان من این سخن به نحو خارق‌الاجماعی هم به یک معنا سخن قابل قبولی است و هم به یک معنای دیگر، سخن ناصواب و نادرستی است. سخن قابل قبولی است اگر آن را در پرتو جهان‌بینی و مجموعه نظام نیوتنی فهم کنیم. همانطور که در مواضع متعدد در طبع‌های مختلف اصول و علم‌الابصار ملاحظه کردیم نیوتن قائل به خداوند هوشمندی است که ذرات صلب را به نحو متنوعی با هم مرتبط کرده و به نظم درآورده است. همچنین، وی قائلست که نظم جهان، معلول انتخاب عاملی مختار، خردمند، و قادر است. و نیز معتقد است که نظام خورشید و سیارات فقط می‌تواند از تدبیر و سیطره یک موجود هوشمند و قدرتمند ناشی شود، موجودی که با وجود همیشگی و همه‌جایی خود، استمرار و فضا را تقویم می‌کند. بدین ترتیب، می‌توان قائل شد که نیوتن نیروی میان ذرات اتری را ناشی از عاملیت خداوند می‌دانست.

لیکن از منظری دیگر، سخن وستفال ناصواب می‌نماید. زیرا نیوتن رفتاری را به محیط اتری‌اش نسبت می‌دهد و ذرات مشکل اتر را حاوی رفتاری معرفی می‌کند که تبیین وی هیچ نیازی به حضور و نفوذ و عاملیت خداوند ندارد و دقیقاً به همین علت هم هست که نیوتن در این تبیین بسیار ظریف و بسیار مبنایی خود هیچ ارجاع و اشارتی هم به فعل یا نقش خداوند نمی‌کند.

لوپ ورله، محقق فرانسوی حوزه نیوتنی معاصر، سخن مشابهی درباره نیروی گرانش دارد. به نظر وی، "نیروی گرانشی که از فاصله کنش می‌کند می‌توانست، به رغم خصلت متناقضش، توسط نیوتن به کارگرفته شود زیرا وی می‌توانست آن را به منزله

ابزاری برای فعل قانونمند خداوند در عالم ببیند. این نیرو همچنین وسیله‌ای صوری برای توصیف حرکت همه اجرام در عالم، در صورتبندی ریاضی بسته شده‌ای درباره علیت، در اختیار می‌نهاد؛ و منجر به نظریه جامع خود کفایی شد که نهایتاً می‌توانست، علی‌رغم نیات نیوتن، هیچ جایی برای دخالت خداوند باقی نگذارد.^[32]

اما برآستی چرا می‌توان سخن و ستغال درباره تبیین نیوتن را به دو معنای خارق‌الاجماع دید؟ پاسخ این است که اقوال نیوتن هر دو معنا را برمی‌تابند و به هر دو، تن می‌دهند. اگر تبیین تحویل‌گرایانه‌مان را عمق بیشتری بخشیم با سؤال دیگری مواجه می‌شویم: برآستی چرا سخن یا موضع یا تبیین نیوتن درباره رفتار طبیعت را می‌توان به دو معنای خارق‌الاجماع دید؟ پاسخ این است که رفتار طبیعت، *بدان گونه که ما می‌بینیم*، هر دو تبیین الهی و غیرالهی طبیعی‌گرایانه را برمی‌تابد. به عبارت دیگر، *طبیعت آنچنان موضوع یا پدیدار تبیین‌طلبی نیست که تبیین درست را تأیید و تبیین نادرست را تکذیب کند وی کبار و برای همیشه گره از راز خود بگشاید و آری یا نه نهایی‌اش را اعلام کند.*

تأملات و پژوهش‌های موردی و موضوعی تاریخی تأیید می‌کنند که طبیعت بسیار بسیار پیچیده‌تر و مرموزتر و در مقابل نظریه‌ها و تبیین‌های ما، بسیار انعطاف‌پذیرتر، متساهل‌تر، و صامت‌تر از آن است که که لب بگشاید و حقیقت واقعیت خود را بازگو کند. و البته، می‌شود این ماجرا را به نحو کاملاً معکوس نیز تبیین کرد: *اصولاً، ما انسان‌ها هستیم که با توجه به چهارچوب‌های ارزشی - مفهومی - نظری خود و تجارب نحیف، نابسامان، و پراکنده خود نظریه‌هایی را در می‌اندازیم و به مدد آن نظریه‌ها مشاهده و آزمایش می‌کنیم و شواهد تجربی را می‌سازیم، و سپس پدیدارهایی را به مدد آن نظریات تبیین می‌کنیم. ما انسان‌ها هستیم که چنان باردار و زیاده‌بین و زیاده‌گوی هستیم که اجازه و مجال تابیدن و تفهیم طبیعت را به او نمی‌دهیم و تا می‌توانیم، حرف در دهان او می‌گذاریم!*

و البته حالت سومی هم وجود دارد و آن اینکه، هم طبیعت آن‌چنان است و هم ما

این چنین. و روشن است که در هر سه صورت، دشواری شناخت چگونگی طبیعت همچنان پابرجا می ماند. و در نتیجه، *شناخت تجربی ما، صادق باشد یا کاذب، همواره خطا پذیر، تجدید پذیر و نقد پذیر خواهد بود.* و این یعنی: معرفت تجربی ما بنیاداً بی قرار و غیر یقینی است. کارل پاپر، فیلسوف علم شناس معاصر، روش شناسی و معرفت شناسی اش را بر دو رکن مبنایی سیانتیزم و تجربه گرایی بنا می کند اما به نتایجی می رسد که اگر چه منحصر به فرد نیست لیکن وی آنها را با فصاحت چشمگیری بیان می کند: «بنیان تجربی علم آفاقی هیچ چیز 'مطلقاً' ندارد. علم بر اساس مستحکمی استوار نیست. گویی بنای تهور آمیز نظریه های آن بر باتلاقی افراشته شده است، و همانند ساختمانی است که بر ستون هایی استوار شده که درون باتلاق فرورفته اند، اما نه به سوی شالوده ای طبیعی یا 'معلوم'. و اگر ما از فروردن عمیق تر ستون ها بازمی ایستیم از آن روی نیست که به زمین سختی رسیده ایم. ما فقط وقتی توقف می کنیم که راضی شده باشیم ستون ها برای تحمل ساختمان، دست کم عجالتاً، به اندازه کافی محکم هستند.»^[33]

همان طور که پیش تر ذکر شد مهم ترین رویدادی که در *علم الابصار* (۱۷۱۷) رخ می دهد این است که نیوتن یک فرضیه سازی بسیار کلان و بدیعی را ارائه می کند تا گرانش را تبیین و علت آن را بیان کند. آنچه این فرضیه سازی را چشمگیر می کند این است که به رغم تصریح بر "ضرورت" تخلیه آسمان از هرگونه ماده ای، و نیز به رغم تمسک به فلاسفه مشهور یونان و فینیقیه جهت طرد هر نوع محیط سیال در جهان (در *علم الابصار* ۱۷۰۶) و، بالاخره، به رغم طرح جوهری بسیار لطیف به منزله علت نیروی گرانش (در *اصول* ۱۷۱۳)، نیوتن به صراحت از محیط اتری نام می برد و تبیینی کاملاً مکانیکی از گرانش ارائه می کند. به قول صائب و سنجیده و ستفال، نیوتن در سال های آخر عمرش احتیاط فلسفی رو به رشدی از خود نشان می دهد بطوری که تا حدودی به سمت نگرش های مرسوم مکانیکی بازگشت می کند. (R. Westfall, 1994: P. 257)

جمع‌بندی

- ۱- در نخستین طبع *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) که هفده سال پس از طبع نخستین *اصول* (۱۶۸۷) انتشار می‌یابد، نیوتن بدون هیچ تمهید و توضیحی در نخستین جمله دفتر اول آن درباره اجتناب از فرضیه و فرضیه‌سازی صحبت می‌کند و روش خود را اثبات مواضع و مطالب توسط استدلال و آزمایش اعلام می‌کند. اما در همان طبع، نیوتن فرضیه‌سازی می‌کند و خود صراحتاً آن را فرضیه می‌نامد.
- ۲- نیوتن، به گواهی تمام آثارش تا زمان انتشار و شامل *اصول* (۱۶۸۷)، اولاً به هیچ‌وجه گریزان از فرضیه و فرضیه‌سازی نبود و ثانیاً برای *اقتناع* و *اثبات* آراء خود نه تنها به هیچ‌وجه نیازی به توسل به آزمایش نمی‌دید بلکه به سهولت متوسل به ریاضیات می‌شد.
- ۳- پس از انتشار *اصول* (۱۶۸۷)، نیوتن با سیلی از انتقادات سهمگین منتقدان نامدار و مؤثر مواجه می‌شود، انتقادهایی که طی گذشت هفده سال تا انتشار *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) منجر به بروز یک زمینه بسیار پیچیده فکری یا نظری نسبتاً جدیدی می‌شود. *اعلام* مواضع جدید روش‌شناختی نیوتن را باید با توجه به ظهور این زمینه یا بستر مفهومی-نظری-ارزشی فهم و تبیین کرد. بنابراین:
- ۴- تغییرات *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) نسبت به *سخنرانی‌های نوری* دهه هفتاد نیوتن را باید ثمره اخذ سیاست یا شیوه جدیدی در صورت‌بندی، بیان، و ابلاغ نظرات وی دانست تا مواضع و نظراتش از بیشترین میزان مقبولیت و کمترین مقدار مناقشه و معارضه در جامعه علمی برخوردار شود.
- ۵- نیوتن در *علم‌الابصار* (۱۷۰۶) هفت پرسش به بخش پرسش‌های معروف طبع نخستین *علم‌الابصار* (۱۷۰۴) اضافه می‌کند که از میان آنها دو پرسش ۲۸ و ۳۱ حاوی موضع‌گیری‌های جدیدی در حوزه‌های روش‌شناسی، معرفت‌شناسی، هستی‌شناسی، و خداشناسی است. در پرسش ۲۸:

الف) نیوتن با سخن گفتن از ضرورت تخلیه آسمان از هرگونه ماده‌ای، طرح محیط فوق‌العاده کم‌تراکم اتری را مجاز می‌شمارد.

ب) نیوتن برای طرد محیطی سیال در جهان، به صراحت متوسل به مشهورترین و قدیمی‌ترین فیلسوفان یونان و فینیکیه می‌شود نه آزمایش‌ها و مشاهدات.

ج) نیوتن به اتکاء این فلاسفه، علت گرانش را غیر از ماده چگال می‌شناسد و از دکارت و دکارتی‌اندیشان معاصر خود انتقاد می‌کند که اولاً، چرا چنین علت غیرمادی را از فیزیک طرد کرده‌اند. ثانیاً، چرا برای تبیین پدیده‌ها متوسل به عوامل محسوس مکانیکی می‌شوند. و ثالثاً، چرا برای تبیین پدیده‌ها فرضیه جعل می‌کنند. نیوتن ضمن نکوهش دکارتیان برای جعل فرضیه، خود آشکارا فرضیه‌های فوق‌العاده انتزاعی غیرمشاهدتی را می‌سازد.

د) نیوتن برای تمهید و توجیه مواضع روش‌شناختی و هستی‌شناختی خود به بیان “وظیفه اصلی” فلسفه طبیعی می‌پردازد و سپس نتیجه‌گیری‌هایی خدانشناختی می‌کند.
۶- نیوتن ذیل پرسش ۳۱، اصول مابعدالطبیعی و روش‌شناختی جدیدی را به آرامی و تدریجاً ارائه می‌کند:

الف) آنجا که نیوتن ذرات کوچک اجسام را گرانبار از برخی قوا یا نیروها می‌کند، و آنجا که قائل می‌شود این قوا یا نیروها نه تنها بر پرتوهای نور که بر سایر پدیده‌های طبیعت از فاصله کنش می‌کنند، مابعدالطبیعه و هستی‌شناسی جدیدی در حال تکون و تولد است.

ب) آنجا که نیوتن از “گام بزرگ در فلسفه طبیعی” سخن می‌گوید در واقع بایستی‌ها و ترجیحات روش‌شناختی جدیدی را اعلام می‌کند.

ج) آنجا که نیوتن قول به اینکه جهان مولود هرج و مرج است را پنداری “غیرفلسفی” می‌خواند، و قائل می‌شود که خداوندِ هوشمند، ذرات صلب و جامد مقوم عالم را به انحایی مرتبط کرده و نظمی را آفریده، وی، هم در حال گرانبار کردن مفهوم فلسفه مطابق بینش‌های کلان خدانشناسانه خویش است، و هم به مدد مفاهیم نظم،

ذرات صلب و جامد، و وجودی خردمند و توانا مابعدالطبیعه جدیدی را می‌سازد که مبنا و مقوم فیزیک مورد نظر او خواهد بود.

د) آنجا که نیوتن از روش تجزیه سخن می‌راند و مشاهدات را مقدم بر نظریات معرفی می‌کند، و استقراء را وسیله اخذ نظری یا اصول عام می‌داند و حکم بر عدم پذیرش شواهد آزمایشی نقیض نظریه می‌کند، هم در حال وضع قواعد روش‌شناختی جدیدی است که پیش‌تر هیچ‌گاه در هیچ‌یک از آثار منتشر شده یا منتشر نشده نیوتن اثری از آنها دیده نمی‌شود، و هم تمام شیوه‌های رایج اما متفاوت اخذ نظریه‌ها را بی‌اعتبار می‌سازد.

ه) آنجا که نیوتن از عدم پذیرش فرضیه در فیزیک صحبت می‌کند در واقع به زبان روش‌شناسی نظریه‌پردازی‌های دکارتیان را مردود و از آن خود را مقبول اعلام می‌کند.

۷- چهارچوب اصلی *علم‌الابصار* (۱۷۰۶) در طبع ۱۷۱۷ هیچ تغییر مهم و دلالت‌آمیزی نمی‌کند. لیکن هشت پرسش دیگر بر بخش معروف پرسش‌های *علم‌الابصار* اضافه می‌شود. مهم‌ترین رویدادی که در خلال برخی از این پرسش‌ها رخ می‌دهد این است که نیوتن یک فرضیه بسیار کلان و بدیعی می‌سازد تا گرانش را تبیین و علت آن را، پس از سال‌ها تأکید بر ندانستن آن و تصریح بر عدم جعل فرضیه برای تبیین آن، بالاخره بیان کند. چشمگیر بودن این فرضیه‌سازی از آن روست که به رغم تصریح بر "ضرورت" تخلیه آسمان از هرگونه ماده‌ای، و نیز به رغم تمسک به فلاسفه مشهور یونان و فینیقیه جهت طرد هر نوع محیط سیال در جهان و، سرانجام، به رغم طرح جوهری بسیار لطیف به منزله علت نیروی گرانش در *اصول* (۱۷۱۳)، نیوتن به صراحت قائل به محیطی اتری می‌شود و تبیینی کاملاً مکانیکی از گرانش در اختیار می‌نهد.

آنچه در نهایت برای فهم و بصیرت مهم است، این است که:

(۱) نیوتن نگرش و نظریه‌هایی، موافق بینش‌های خداشناسانه و خداپاورانه خود، درباره جهان طبیعی درمی‌اندازد.

(۲) زیرکانه، پی‌می‌برد که برای وجاهت و مقبولیت یافتن آن نگرش‌ها و نظریه‌ها، باید قواعد بازی علم را - همان اصول و قواعد روش‌شناختی و مابعدالطبیعی - متلائم و سازگار با آن‌ها جرح و تعدیل کند.

(۳) هوشمندانه و مدبرانه اصول و قواعد روش‌شناختی و مابعدالطبیعی حتی‌الامکان متلائم و همساز با آن نگرش‌ها و نظریه‌ها را ابداع می‌کند بطوری‌که هر کس این اصول و قواعد و آن نگرش‌ها و نظریه‌های 'فیزیکی' را برگردد نهایتاً نظام خداشناسانه وی را نتیجه بگیرد و به بینش‌های الهی و خداپاورانه وی، که با تمام قلب و جان خود به آنها ایمان داشت، نزدیک و بلکه ترجیحاً نایل شود.

فهرست منابع

1. Bartley, III, W.W. (1968) "Theories of Demarcation between Science and Metaphysics" in I. Lakatos and A.. Musgrave, eds. (1968) *Problems in The Philosophy of Science* (Amsterdam , North-Holland).
2. Cohen I. B. (1979) "Preface", to I. Newton (1704/1730) *OPTICKS: or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*, 4th ed. (New York . Dover Publications. 1952).
3. Hall A.R.. (1983) *The Revolution in Science: 1500-1700* (London , Longman).
4. Kuhn T.S. (1977) "The Function of Measurement in Modern Physical Science", in T.S. Kuhn (1977)
5. Kuhn T.S. (1977) *The Essential Tension* (Chicago, Chicago U.P.).
6. L. Laudan (1983) "The Demise of Demarcation Problem", R.S. Cohen and L. Laudan, eds. (1983) *Physics, Philosophy, and Psychoanalysis* (Dordrecht , D. Reidel Pub. Co.)
7. Newton I. (1692) "Letter to Richard Bentley", in H.S. Thayer, ed. (1953).
8. Newton I. (1704/1730) *OPTICKS* (New York . Dover , 1952).
9. Newton I. (1973) "Introduction", *The Unpublished First Version of Isaac Newton's Lectures on Optics* (Cambridge University Library).

10. Popper K.R. (1959/1980) *The Logic of Scientific Discovery* (London , Hutchinson).
11. Popper K.R. (1963/72) *Conjectures and Refutations* (London , RKP).
12. Quine W.V. (1969) "Epistemology Naturalized", in W.V. Quine (1969) *Ontological Relativity and Other Essays* (New York , Columbia U.P.).
13. Thayer, H.S. ed. (1953) *Newton's Philosophy of Nature: Selections from His Writings* (New York , Hafner Press).
14. Verlet, L. (1996) "F=ma and the Newtonian Revolution: An Exit from Religion through Religion" *History of Science*, no 34 (1996).
15. Westfall, R. (1977) *The Construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics* (Cambridge , Cambridge U.P.).
16. Westfall, R. (1994) *The Life of Isaac Newton* (Cambridge , Cambridge U.P.)

- ¹. diffraction
- ². hypotheses

۳. ر.ک. به:

I. Newton (1704/1730) *OPTICKS or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*, 4th ed. (New York . Dover Publications. 1952).

[4]. I. Bernard Cohen مورخ علم شناس آمریکایی معاصر

[5]. I. B. Cohen (1979) "Preface", to I. Newton (1952) *OPTICKS*: P. xxiii-xxiv.

[6]. A. Rupert Hall مورخ علم شناس آمریکایی معاصر

[7]. A.R. Hall (1983) *The Revolution in Science: 1500-1700*: P. 325.

[8]. R. Westfall (1994) *The Life of Isaac Newton*: P. 253.

[9]. *Lectiones Opticae*

[10]. medium

[11]. Sensorium

[12]. inflection

[13]. impulse

[14]. cohesion

[15]. occult

۱۶. ر.ک. به

W.W. Barteley (1968) "Theories of Demarcation between Science and Metaphysics" in I. Lakatos and A. Musgrave, eds. (1968).

L. Laudan (1983) "The Demise of Demarcation Problem", R.S. Cohen and L.

- Laudan, eds. (1983).
- W.V. Quine (1969) *Ontological Relativity and Other Essays* (New York , Columbia U.P.).
- [17]. Method of Analysis
- [18] Method of Composition
- [19]. Synthesis
- [20]. Thomas Young (1773-1829) فیلسوف طبیعی انگلیسی قرن نوزدهم
- [21]. Augustin Fresnel (1788-1827) فیزیکدان فرانسوی قرن نوزدهم
- [22]. I. Bernard Cohen (1979) "Preface" to *Opticks*: P. xiv.
- [23]. Thomas Kuhn (1922-96) فیلسوف و مورخ علم‌شناس معاصر آمریکایی
- [24]. Atwood machine
- [25]. T.S. Kuhn (1977) "The Function of Measurement in Modern Physical Science", in T.S. Kuhn (1977): P. 189-90.
- کارل پاپر نیز مشاهدهٔ حدوداً مشابهی دربارهٔ نظریهٔ اینشتاین دارد و قائل است که تمام تلاشها برای نشان دادن اینکه آن نظریه کمابیش مستقیماً بر مشاهدات مبتنا شده بود متقاعدکننده نبود. وی سپس اضافه می‌کند که «این امر حتی در مورد نظریهٔ نیوتن هم صادق بود». ر.ک. به K. Popper (1963) *Conjectures and Refutations*: P. 255.
- [26]. Royal Society of London
- [27]. speculations
- [28]. I. B. Cohen (1979) "Preface", to *OPTICKS*: P. xxxiii.
- [29]. I. Newton (1704/1730) *OPTICKS*: P. 348-9.
- [30]. Richard Westfall (1924-1996) مورخ علم‌شناس معاصر آمریکایی
- [31]. R. Westfall (1977) *The Construction of Modern Science*: P. 157.
- [32]. Loup Verlet (1996) "F=ma and the Newtonian Revolution: An Exit from Religion through Religion":P. 309.
- [33]. KR. Popper (1959/1980) *The Logic of Scientific Discovery*: P. 111.