



مرکز اسناد و کتابخانه ملی

درآمدی تاریخی به فلسفه علم

نوشته جان لازری
ترجمه علی پایا

فلسفه
۸

درآمدی تاریخی به فلسفه علم



۱-	÷-

۶۲۶۶۱

جان لازری

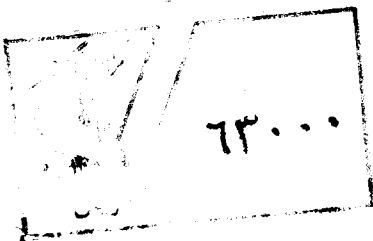
درآمدی تاریخی به فلسفه علم

ترجمه علی پایا

ساز انقلاب فرهنگی



مرکز نشر دانشگاهی



مرکز نشر دانشگاهی

۶۹

درآمدی تاریخی به فلسفه علم

تألیف جان لازری

ترجمه علی پایا

تهران، ۱۳۶۲

حروفچینی چاپخانه مجتمع دانشگاهی ادبیات و علوم انسانی

لیتوگرافی پیچاز

چاپخانه سایه

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است

بسم الله الرحمن الرحيم

یکی از هدفهای ستاد انقلاب فرهنگی که در خردادماه یکهزار و سیصد و پنجاه و نه به فرمان رهبر عظیم الشان انقلاب اسلامی ایران آیت الله العظمی امام خمینی - دامت برکاته-تشکیل شد، سامان دادن به وضع نابسامان کتابهای دانشگاهی و تهیه کتابهای وزین و آراسته به جای جزوه های آشفته و مفلوط پیشین بوده است. ستاد با استفاده از تعطیل موقت دانشگاهها، به کمک استادان مؤمن و فاضل، کمیته ترجمه و تألیف و تصحیح کتابهای دانشگاهی را تأسیس کرد. این کمیته که در اسفند ماه ۱۳۵۹ با گسترش یافتن فعالیتهايش به مرکز نشر دانشگاهی تبدیل شد، کار ترجمه و تصحیح و تنقیح متون درسی، بویژه متونی که دانشگاهیان در دوران تعطیل موقت دانشگاهها تهیه می کردند، به عهده گروههای تخصصی متشکل از استادان صاحب نظر و متعهد گذاشت. گروههای تخصصی مرکز نشر متون درسی مناسب را، با توجه به نیازهای آموزشی دانشگاههای کشور انتخاب کرده به مترجمان و مؤلفان با صلاحیت سپرده اند. کتابها پس از ترجمه یا تألیف حتی المقدور توسط ویراستاران متخصص ویرایش علمی و فنی می شود. خوشبختانه تعداد زیادی از این کتابها آماده چاپ شده است که بتدریج به زیر چاپ می رود و در اختیار دانشجویان و محققان قرار می گیرد. امید است که با عنایت خداوند متعال و در پرتو همت نویسندگان و مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد، این مرکز بتواند با چاپ کتابهای ارزشمند در بالا بردن سطح آموزش در دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی و بالتبقیجه در ارتقاء سطح علمی و فرهنگی و اقتصادی کشور گامهایی مؤثر بردارد.

والله ولي التوفيق

مرکز نشر دانشگاهی

این ترجمه را به روح قدسی عارف ربّانی و فیلسوف
بزرگ استاد شهید مرتضی مطهری قدس سرّه به پاس
سالها خوشه چینی از خرمن معرفت و فضیلت و تقوایش
تقدیم می‌کنم.

فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۵	۱. فلسفه علم ارسطو
۱۹	۲. سمتگیری فیثاغوری
۲۹	۳. مثل اعلاّی نظام سازی قیاسی
۳۵	۴. نظریه جزء لایتجزی و مکانیزم نهانی
۳۹	۵. تثبیت و تکمیل روش ارسطو در قرون وسطی
۵۷	۶. بحث پیرامون نجات نموده‌ها

	۷. حمله به فلسفه ارسطو در قرن هفدهم
۶۹	الف. گالیله
۸۰	ب. فرانسیس بیکن
۹۲	پ. دکارت
۱۰۷	۸. روش مبتنی بر اصول متعارفه نیوتن
	۹. تحلیل دلالات ضمنی و نتایج علم جدید برای نظریه ای در باب روش علمی
۱۲۷	الف. وضع معرفتی قوانین علمی
۱۵۳	ب. نظریه هایی درباره شیوه علمی
۱۷۴	پ. ساختمان نظریه های علمی
۱۹۹	۱۰. مشرب اصالت استقراء در برابر تلقی فرضیه ای - قیاسی از علم
۲۱۵	۱۱. پوزیتیویسم ریاضی و مذهب اصالت قرارداد
۲۳۵	۱۲. فلسفه علم از دیدگاه پیروان بازسازی منطقی
	ضمیمه فصل ۱۲. دیدگاه های قرن بیستمی درباره ملاک تمیز تجربی از دیگر
۲۵۶	انواع معرفت
۲۶۹	۱۳. حمله به فلسفه علم رسمی
۲۸۷	۱۴. نظریه های جانشین فلسفه علم رسمی

بسم الله الرحمن الرحيم

یادداشت مترجم

فلسفه علم رشته‌ای نسبتاً جوان به شمار می‌رود. اما همچون هر معرفت سامان یافته دیگری بذرها و گرده‌های آن از دیر باز در گفته‌ها و نوشته‌های فلاسفه و علما وجود داشته است. در واقع این رشته حیات خود را از همان زمان آغاز کرد که نخستین متفکران به طرح پرسشهایی پیرامون ویژگی تفسیرهای شایسته و در خور علمی و شیوه‌های ارزشیابی آن، اقدام کردند. رشد شتابنده این شاخه از درخت تناور معارف بشری از قرن نوزدهم آغاز شد و در قرن بیستم امتیاز پژوهش در باب این دانش نوپا از انحصار گروه پیشتازی که رأس مخروط جامعه علمی را تشکیل می‌دهند، خارج گردید. در قرن کنونی این رشته به صورت یکی از پرتحرکترین و بارورترین رشته‌های تحصیلی در دانشگاههای معتبر جهان درآمده است و کار بررسی و تحقیق درباره آن به گونه‌ای جدی و مستمر در حلقه‌ها و حوزه‌های علمی گوناگون پی گرفته می‌شود.

فلسفه علم در جامعه ما بتازگی مورد توجه قرار گرفته و ترجمه کتابهایی نظیر کتاب حاضر شاهی بر این گرایش و اقبال است. میراث غنی حکمت و معرفت در ایران اسلامی، و سابقه درخشان اهتمام متفکران مسلمان به کاوش عمیق و ژرف‌نگری در مسائل حکمی، همراه با روح حقیقت‌جویی و معرفت‌طلبی که به برکت انقلاب اسلامی در این مرز و بوم شکوفا گردیده، این امیدواری را پدید می‌آورد که باب تفکر و تحقیق در رشته‌های مختلف بیش از پیش گشوده شود و دانشمندان و فضلاء ما نیز سهم خود را همچون بزرگان گذشته در رشد و تکمیل مجموعه معارف بشری به نحوی شایسته ادا نمایند. درآمدی تاریخی به فلسفه علم همچنانکه از عنوانش بر می‌آید گزارشی است اجمالی از تحول فلسفه علم از دورترین ایام تا زمان ما: مجموعه‌ای شامل آراء و نظریات متفکران مختلف در باب مسائلی نظیر تفاوت میان تحقیق علمی و سایر انواع پژوهش، رابطه میان نظریه‌های علمی و گزارشهای مأخوذ از مشاهده و تجربه، شیوه‌های ارزشیابی نظریه‌های علمی رقیب، ماهیت رشد و پیشرفت در علم و...

نسخه اصلی کتاب تا کنون دوبار به چاپ رسیده است؛ بار اول در ۱۹۷۲ و دیگر بار در ۱۹۸۰. طبع نخستین در برگیرنده سیر فلسفه علم از روزگار ارسطو تا سال ۱۹۴۰ بود. در دومین طبع، پیشرفته‌ها و تحولاتی که بعد از جنگ دوم جهانی در این رشته پدید آمده، به همراه جدیدترین آراء در باب فلسفه علم افزوده شده و در عوض مباحثی که به زعم نویسنده غیر ضروری می‌نمود حذف گردیده است. اما از آنجا که خواننده فارسی‌زبان، احیاناً با مطالب محذوف برخورد نداشته است، در نسخه فارسی، مجموع مطالب هر دو طبع کتاب گرد آورده شد. مباحث کتاب به گونه‌ای تنظیم گردیده است که خواننده‌ای که با منطق، تاریخ علوم و یا فلسفه، آشنایی تفصیلی و عمیق ندارد نیز بخوبی می‌تواند از آن بهره گیرد. برای مزید استفاده این دسته از خوانندگان پانوشتهایی نیز از سوی مترجم برای برخی از مباحث کتاب تنظیم گردیده، که با علامت -م. به نشانه مترجم مشخص شده است - کلیه پانوشتهایی که با علامت ستاره * مشخص شده، از خود مؤلف است.

تکمیل این مجموعه بدون همفکری و یاری استاد ارجمند آقای دکتر جلال‌الدین مجتبی که با شکیبایی زحمت مقابله ترجمه با متن اصلی را پذیرا گشتند و نیز عزیزان دیگری که نامشان در این یادداشت نیامده است، اما هر يك به طریقی مترجم را در آماده سازی کتاب مدد رساندند، دشوار می‌بود. بذل محبت این عزیزان بیشك سبب پیراستگی هر چه بیشتر این مجموعه گردیده، اما بدیهی است که مسؤولیت نقایص احتمالی تنها برعهده راقم این سطور است.

جا دارد در این پیشگفتار از استاد بزرگواری که این وجیزه ناقابل به روح پرفتوح او تقدیم شده، یعنی استاد شهید مرتضی مطهری، که بحق مشوق اصلی مترجم در برگرداندن این اثر بوده است به نیکی یاد کرده شود امید آنکه به برکت نام مطهر او، انتشار این کتاب، گامی در جهت نشر دانش و دعوت به تفکر اصیلی باشد که برتر از سالها عبادت به شمار آمده است.

علی پایا

تهران - بهار ۱۳۶۲

پیشگفتار طبع اول

این کتاب گزارش تاریخی فشرده‌ای است از تکامل نظریات مربوط به روش علمی. تأکید و توجه آن بیشتر معطوف است به پیشرفتهای تا قبل از سال ۱۹۴۰. هیچگونه تلاشی برای بازگویی و طرح مجدد دیدگاههای گوناگون کنونی در باب فلسفه علم، به عمل نیامده است. غرض من بیشتر ارائه و بیان بوده است تا نقادی و ارزشیابی، و کوشیده‌ام تا از قضاوت سطحی درباره دستاوردهای فلاسفه بزرگ علم پرهیز کنم.

امیدوارم این کتاب هم برای دانشجویان فلسفه علم و هم دانشجویان تاریخ علم مفید باشد. اگر برخی از این دانشجویان ضمن مطالعه کتاب تشویق شوند که سری نیز به پاره‌ای از آثار معرفی شده در کتابنامه بزنند، سعی نگارنده مشکور بوده و زحمتش به هدر نرفته است. در تنظیم و تدوین این کتاب پیشنهادها و اظهار نظرهای بسیار مفیدی از جرد بوخدال، جورج کلارک، و رم هاره دریافت کردم، که هم از بابت تشویقها و هم انتقادات ایشان بسیار سپاسگزارم. البته مسئولیت آنچه که پدید آمده، تنها به عهده خود من است.

کالج لافایت، ژوئیه ۱۹۷۱

پیشگفتار طبع دوم

در این طبع مباحثی درباره پیشرفتهای بعد از جنگ جهانی دوم مجدداً تنظیم گردیده و بسط داده شده است. فصول تازه‌ای راجع به نظریه احیای منطقی کارنپ، همپل و ناگل، عکس العمل نقادانه نسبت به این سمتگیری، و شیوه‌های علی البدل نظریه فوق که از سوی کوهن، لاکاتوش و لانودان پیشنهاد شده، درج گردیده است.

اوت ۱۹۷۹

مقدمه

تعیین حد و مرز فلسفه علم، شرط ضروری نگارش تاریخ علم به حساب می آید. متأسفانه فلاسفه و دانشمندان بر سر ماهیت فلسفه علم توافق ندارند. حتی فیلسوفان متبحر و کارآموده علم اغلب در مورد موضوع اصلی رشته خود هم عقیده نیستند. یک نمونه این عدم توافق، نامه هایی است که چندی پیش مابین استفن تولمین^۱ و ارنست ناگل^۲ رد و بدل گردید، موضوع نامه ها این بود که آیا فلسفه علم می باید مطالعه دستاورد علمی به صورت یک ارگانیسم زنده باشد، یا مطالعه مسائل مربوط به تبیین و تأیید^۳ [قوانین علمی] بدان گونه که برحسب منطق قیاسی صورت بندی و تنظیم شده است [۴].

به منظور تأسیس مبنایی برای بررسی تاریخی که از این پس می آید، بیفایده نیست که اجمالی از چهار دیدگاه در باب فلسفه علم بیان گردد.

یک نظر این است که فلسفه علم عبارت است از صورت بندی و تسبیق جهان بینی هایی که با

1. discipline 2. Stephen Toulmin 3. Ernest Nagel 4. *in vivo* 5. explanation and confirmation
6. reformulated 7. formulation 8. World - views

نظریه‌های علمی مهم سازگار، و از برخی جهات بر آنها مبتنی هستند. برحسب این نظر، این وظیفه فیلسوف علم است که ملازمه‌های عامتر علم را بدقت تبیین کند. این کار می‌تواند به صورت تحقیق نظری درباره مقوله‌های وجودی^۱ که در بحث از «وجود بماه وجود» به کار می‌روند انجام پذیرد. براین مبنا، آلفرد نورث وایتهد^۲ اصرار داشت که پیشرفتهای اخیر فیزیک، ایجاب می‌کند که مقولات «جوهر» و «عرض» با مقولات «پویش» و «تأثیر» عوض شود [۲]. یا آنکه این کار می‌تواند صورت قضاوتها و اظهار نظرهایی درباره مضامین نظریه‌های علمی مربوط به ارزش‌یابی رفتار انسان، چنانکه مثلاً در داروینیسیم اجتماعی و نظریه نسبیت اخلاقی هست، به خود بگیرد. مطالعه کنونی، با «فلسفه علم» به این معنا ارتباط پیدا نمی‌کند.

دومین نظر این است که فلسفه علم عبارت است از نمایاندن و ظاهر ساختن پیش فرضها و تمایلات باطنی دانشمندان. فیلسوف علم ممکن است نشان دهد که دانشمندان این را مفروض می‌گیرند که طبیعت بی نظم نیست، و در طبیعت نظمهایی هست که درجه پیچیدگیشان بقدری کم است که پژوهشگر می‌تواند به راز آنها دست یابد، علاوه براین، او می‌تواند رجحانی را که دانشمندان برای قوانین مبتنی بر ضرورت علی^۳ نسبت به قوانین آماری، یا برای تبیین‌های^۴ مکانیکی نسبت به تبیین‌های غایت انگارانه قائل می‌شوند آشکار سازد. این نظر تمایل دارد که فلسفه علم را به جامعه‌شناسی شبیه سازد.

سومین نظر این است که فلسفه علم عبارت است از رشته‌ای که به مدد آن مفاهیم و نظریه‌های علمی تحلیل و تشریح می‌گردند. البته مسأله عرضه تفسیری تقریباً همه فهم درباره آخرین نظریه‌های علمی نیست. بعکس، مسئله عبارت است از رفع ابهام از معنای اصطلاحاتی نظیر «ذره»، «موج»، «پتانسیل» و «ترکیب»، در کاربرد علمی آنها.

اما همانطور که گیلبرت رایل خاطر نشان کرده است، در این نظر راجع به فلسفه علم، نوعی لافزنی و پر مدعایی به چشم می‌خورد - گویی دانشمند معطل مانده بود تا فیلسوف علم برای او معانی مفاهیم علمی را تبیین کند [۳]. به نظر می‌آید دو امر ممکن باشد. یادانشمند مفهومی را که به کار می‌برد خود می‌شناسد، که در این صورت نیازی به توضیح و تشریح نیست؛ یا اینکه نمی‌شناسد، که در این صورت خود او می‌باید در مورد روابط آن مفهوم با سایر مفاهیم و با عملیات اندازه‌گیری، تحقیق و پژوهش کند. چنین پژوهشی يك فعالیت عادی علمی است. قطعاً کسی ادعا نمی‌کند که هر وقت دانشمند به تحقیقی این چنین می‌پردازد، به فعالیت فلسفی مشغول است. از آنچه گفته شد باید حداقل این نتیجه گرفته شود که هرتحلیلی از مفاهیم علمی به وصف فلسفه علم موصوف نمی‌شود. و معهذا ممکن است این تحلیل جزو آن دسته از تحلیلهای مفهومی^۵ باشد که می‌باید به عنوان بخشی از فلسفه علم به حساب

1. theory 2. ontological categories 3. being - as - such 4. Alfred North Whitehead
5. substance 6. attribute 7. process 8. influence 9. presuppositions 10. predispositions
11. deterministic 12. explanations 13. conceptual analysis

آید. بررسی این مسأله منوط است به ملاحظه چهارمین نظر در باب فلسفه علم. چهارمین نظر - یعنی نظری که در این کتاب اختیار شده - این است که فلسفه علم عبارت است از نوعی معیار شناسی جنبی. فیلسوف علم پاسخ پرسشهایی از این قبیل را جستجو می کند:

- (۱) چه مشخصه هایی، تحقیق علمی را از سایر انواع پژوهش متمایز می سازد؟
- (۲) دانشمندان در مطالعه و بررسی طبیعت چه روشهایی را باید اتخاذ کنند؟
- (۳) برای آنکه يك تبیین علمی صحیح باشد چه شرایطی باید احراز گردد؟
- (۴) قوانین و اصول علمی از نظر شناسایی یا معرفت بخشی^۱ چه مقام و موقعی دارند؟

پرسیدن این سؤالات گامی فراتر از راه و روش خود علم است. میان فعالیت علمی و تفکر درباره اینکه فعالیت علمی چگونه باید انجام شود تمایزی وجود دارد، که لازم است مطمح نظر قرار گیرد. تحلیل روش علمی يك رشته ثانوی است که موضوع آن عبارت است از روشها و ساختهای علوم مختلف، یعنی:

مرتبه	رشته	موضوع
۲	فلسفه علم	تحلیل روشها و منطق تبیین علمی
۱	علم	تبیین واقعیات
۰	-	واقعیات

چهارمین نظر در باب فلسفه علم بعضی از جنبه های نظریات دوم و سوم را به هم می آمیزد و پیوند می زند. برای نمونه تحقیق در خصوص تمایلات قبلی دانشمندان می تواند به مسأله ارزیابی و سنجش نظریه های علمی مرتبط گردد. این امر، مخصوصاً در مورد قضاوتهایی که راجع به تمامیت و جامعیت تبیین های علمی صورت می گیرد صادق است. برای مثال، اینشتین تأکید داشت که محاسبات آماری مربوط به استحاله مواد رادیو اکتیو، ناقص است. او معتقد بود که يك تفسیر جامع، پیش بینی در مورد رفتار اتمهای منفرد را امکان پذیر می سازد.

علاوه براین، تحلیل معانی مفاهیم علمی می تواند به مسأله حد فاصل یابی میان پژوهش علمی و سایر انواع پژوهش مربوط شود. برای مثال اگر بتوان نشان داد که يك مفهوم علمی به صورتی به کار می رود که با هیچ وسیله و طریقه ای نمی توان کاربرد صحیح آنرا از کاربرد ناصحیحش مشخص کرد. در آن صورت ممکن است تفسیرهایی که این مفهوم در آنها به کار رفته، از قلمرو علم طرد گردند. مفهوم «همزمانی مطلق» چنین سرنوشتی داشته است.

۱. یعنی مسأله تشخیص میان انواع تحلیلها و تفکیک میان آنها. - م.

تمایز مورد بحث میان علم و فلسفه علم چندان صریح و روشن نیست. این تمایز به عوض اختلاف در موضوع، مبتنی بر اختلاف در محتواست. برای مثال مسأله کفایت نسبی نظریه موجی یونگ در مورد نور و نظریه امواج الکترومغناطیسی ماکسول را در نظر بگیرید. این خود دانشمند است که به برتری نظریه ماکسول صحنه می‌گذارد، و این خود فیلسوف علم (و یا دانشمند در نقش فیلسوف علم) است که به پژوهش در مورد معیارهای کلی مقبولیت و شایستگی نظریه‌ها، که در داوریهایی از این قبیل مندرج است، می‌پردازد. البته واضح است که این فعالیتها بریکدیگر اثر می‌گذارند. بعید است دانشمندی که از سوابق مربوط به ارزشیابی و سنجش نظریه‌ها بی‌اطلاع است، بتواند شخصاً کار ارزنده‌ای در این زمینه انجام دهد. و نیز بعید است فیلسوف علمی که از چند و چون کارهای علمی بی‌خبر است، بتواند نظر آگاهانه‌ای در خصوص روش علمی ابراز کند.

پی بردن نگارنده به این نکته که حد و مرز بین علم و فلسفه علم چندان صریح و مشخص نیست، در انتخاب موضوع برای این بررسی تاریخی تأثیر داشته است. منبع و مأخذ اولیه این بررسی مطالبی است که دانشمندان و فلاسفه درباره روش علمی بیان داشته‌اند. در برخی موارد همین منبع کفایت می‌کند. برای مثال می‌توان فلسفه‌های علم هونل و میل را اختصاصاً برحسب آنچه که آنان درباره روش علمی نگاشته‌اند مورد بحث قرار داد. اما در موارد دیگر این منبع کافی نیست. در ارائه فلسفه‌های علم گالیله و نیوتن لازم است میان آنچه که ایشان درباره روش علمی به رشته تحریر در آورده‌اند، و فعالیت علمی عملی ایشان توازن و تعادلی برقرار گردد.

گذشته از این، چه بسا پیشرفت و توسعه در علم به معنای واقعی کلمه، بخصوص ارائه انواع نوینی از تفسیر علمی، بعدها دانه کافی برای آسیاب فیلسوفان علم فراهم آورد. به همین دلیل است که شرح مختصری از آراء علمی اقلیدس، ارشمیدس، و اتمیان باستان (اصحاب ذره) در کنار آراء سایرین درج شده است.

مراجع

- ¹ Stephen Toulmin, *Sci. Am.* 214, no. 2 (Feb. 1966), 129-33; 214, no. 4 (Apr. 1966), 9-11;
Ernest Nagel, *Sci. Am.* 214, no. 4 (Apr. 1966), 8-9.

۲. وایتهد خود لفظ «تأثیر» را به کار نبرده است. برای آشنایی با نظر گاه وی در باب رابطه علم و فلسفه فی المثل،

رجوع کند به *Modes of Thought* (Cambridge: Cambridge University Press, 1933), 173-232.

³ Gilbert Ryle, 'Systematically Misleading Expressions', in A. Flew, ed., *Essays on Logic and Language—First Series* (Oxford: Blackwell, 1951), 11-13.

فلسفه علم ارسطو

روش استقرائی - قیاسی ارسطو

شرایط تجربی ضروری برای تبیین علمی

ملاك تمییز علم تجربی

منزلت ویژه اصول اولیه

ارسطو (از ۳۸۴ تا ۳۲۲ پیش از میلاد) در استاگیرا واقع در شمال یونان چشم به جهان گشود. پدرش پزشک دربار مقدونی بود. در هفده سالگی برای تحصیل در آکادمی افلاطون رهسپار آتن شد. و تا بیست سال در حلقه یاران آکادمی باقی ماند. به سال ۳۴۷ قبل از میلاد همزمان با مرگ افلاطون و انتخاب اسپوسیپوس ریاضیدان به ریاست آکادمی، ارسطو بهتر آن دید که مطالعات و تحقیقات زیست شناسی و فلسفی خود را در آسیای صغیر دنبال کند. در سال ۳۴۲ پیش از میلاد، در مقام مربی اسکندر به مقدونیه بازگشت، و روابط میان استاد و شاگرد دو سه سال ادامه یافت.

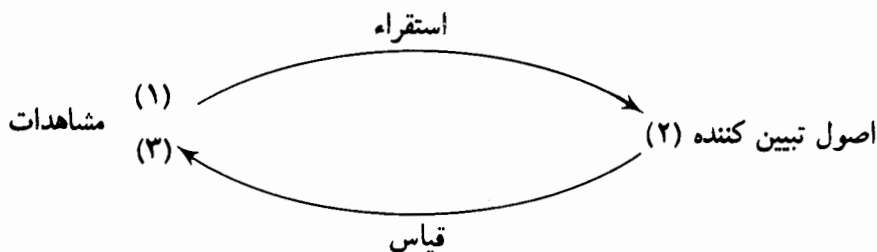
تا سال ۳۳۵ پیش از میلاد ارسطو به آتن بازگشته بود و نحله مشائی خود را در لوکیون^۱ تأسیس کرده بود. او در دوره تدریس خود در لوکیون، در زمینه های منطق، علم المعرفة (شناخت شناسی)، طبیعیات، علم الحیات (زیست شناسی)، اخلاق، سیاست و شناخت زیبایی^۲ به بحث و فحص پرداخت. به نظر می رسد آثاری که از این دوره به دست ما رسیده است گردآوری شده از یادداشتهای درسی ارسطو

باشد و نه قطعاتی از متون منقح و آماده استنساخ. این مجموعه آثار حاوی مطالب متنوعی است: از تحقیقات نظری پیرامون اعراضی که می‌توان به «وجود بماهو وجود» نسبت داد گرفته، تا عرضه اطلاعاتی در مورد تاریخ طبیعی به سبک دایرة المعارفها، و تا قوانین اساسی دولت - شهرهای یونان. اثر اصلی ارسطو در فلسفه علم آنالوطیکای ثانی^۱ نام دارد. به علاوه طبیعیات و مابعدالطبیعه نیز حاوی بحثهایی درباره برخی از جنبه‌های روش علمی هستند.

ارسطو پس از مرگ اسکندر در ۳۲۳ پیش از میلاد، آتن را ترك کرد، از ترس اینکه مبادا آتنیان گناهی را که در حق فلسفه مرتکب شده بودند، تکرار کنند، و سال بعد درگذشت. ارسطو نخستین فیلسوف علم به حساب می‌آید. او با تحلیل برخی از مسائلی که در ارتباط با تبیین علمی مطرح می‌شوند، شیوه کاوش علمی را پایه‌گذاری کرد.

روش استقرائی - قیاسی ارسطو

ارسطو به تحقیق علمی به عنوان پیشروی و ارتقاء از مشاهدات به اصول کلی و بازگشت به مشاهدات، می‌نگریست. او معتقد بود که دانشمندی باید اصول تبیین‌کننده را از پدیدارهایی که باید تبیین شوند استقراء کند و آنگاه قضایای مربوط به پدیدارها را از مقدماتی که شامل این اصول اند، استنتاج نماید. می‌توان روش استقرائی - قیاسی ارسطو را چنین نمایش داد:



ارسطو اعتقاد داشت که پژوهش علمی با آگاهی از اینکه حوادث معینی رخ می‌دهند، و یا خواص^۲ معینی همراه هم موجودند، آغاز می‌گردد. اما تبیین علمی تنها هنگامی حاصل می‌شود که احکام مربوط به این حوادث یا خواص، از اصول تبیین‌کننده، استنتاج شده باشند. بنابراین تبیین علمی عبارت است از: گذر و انتقال از آگاهی نسبت به يك واقعیت (نقطه (۱) در نمودار بالا)،

۱. *Posterior Analytics*

۲. اشاره است به گناهی که آتنیان با به قتل رساندن سقراط مرتکب شدند. - م.

explanatory principles 4. properties

به آگاهی نسبت به علل مربوط به آن واقعیت (نقطه ۳).

به عنوان نمونه، یک دانشمند می‌تواند روش استقرائی - قیاسی را به طریق زیر در مورد خسوف (ماه گرفتگی) به کار ببرد. او بررسی خود را با مشاهده تاریک شدن متزاید سطح ماه آغاز می‌کند. و آنگاه از این مشاهده، و مشاهده‌ها و رصدهای دیگر، چند اصل کلی را نتیجه می‌گیرد:

اینکه نور به خط مستقیم حرکت می‌کند؛ اینکه اجسام کدر، سایه ایجاد می‌کنند؛ و اینکه آرایش و ترتیب قرارگیری خاصی از دو جسم کدر در کنار یک جسم منیر، یکی از اجسام کدر را در سایه دیگری قرار می‌دهد. دانشمند از این اصول کلی و این شرط که زمین و ماه اجسام کدری هستند که در این لحظه (لحظه ماه گرفتگی) رابطه هندسی مورد نظر را با خورشید تابان دارند، حکمی را در مورد خسوف استنتاج می‌کند. به این ترتیب او از این آگاهی واقعی که سطح ماه تاریک شده است، به درک علت این واقعه نایل آمده است.

مرحله استقراء

مطابق نظر ارسطو هر شیء جزئی حاصل اتحاد ماده و صورت است. ماده آن است که جزئی را به فرد واحدی مبدل سازد و صورت آن است که جزئی را به عضویت طبقه‌ای از اشیاء مشابه در می‌آورد. مشخص کردن صورت یک جزئی عبارت است از مشخص کردن خاصه‌های مشترک آن با سایر جزئی‌ها. برای مثال، صورت یک زرافه جزئی، شامل خاصه دارا بودن یک معده چهار حفره‌ای است.

ارسطو برآن بود که تعمیمهای راجع به صور به وسیله استقراء از تجربه حسی گرفته می‌شوند. او دو نوع استقراء را مورد بحث قرار داد، هر دو نوع، در ویژگی گذر و ارتقاء از احکام جزئی به احکام کلی، اشتراك دارند.

اولین نوع استقراء شمارش ساده است، که در آن احکامی درباره اشیاء یا رویدادهای منفرد به عنوان اساس تعمیم در مورد نوعی که این اشیاء و رویدادها متعلق به آنست، در نظر گرفته می‌شود. یا آنکه در یک مرتبه بالاتر [از نظر کلیت]، احکامی راجع به انواع، به عنوان مبنا و اساس تعمیم در مورد یک جنس ملحوظ می‌شود.

اولین نوع استقراء ارسطویی

شمارش ساده

نتیجه		مقدمات
آنچه صدق آن، در مورد نوعی که افراد متعلق به آنست، استنباط می شود	تعمیم ←	آنچه که مشاهده نشان می دهد درباره افراد متعدد صادق است
آنچه صدق آن، در مورد جنسی که انواع متعلق به آنست، استنباط می شود	تعمیم ←	آنچه که مشاهده نشان می دهد در مورد انواع متعدد صادق است

در يك استدلال استقرائي به وسیله شمارش ساده، مقدمات و نتیجه شامل عبارات توصیفی واحدی است. نمونه يك استدلال استقرائي به وسیله شمارش ساده، چنین است:

a_1 خاصه P را داراست.

a_2 خاصه P را داراست.

a_3 خاصه P را داراست.

∴ همه a ها خاصه P را دارا هستند.

دومین نوع استقراء عبارت است از شهود مستقیم آن اصول کلی که در پدیده‌ها ممتل است. استقرای شهودی، همان داشتن بصیرت و بینش است. یعنی توانایی بر فهم آنچه که در داده های تجربه حسی، «ذاتی» است. مثالی که ارسطو در این مورد زده، مثال دانشمندی است که در مواقع متعدد متوجه می شود نیمه روشن ماه، همواره رو به سمت خورشید گردش دارد و نتیجه می گیرد که ماه به وسیله نور منعکس از خورشید می درخشد [۱].

عمل استقرای شهودی، مشابه «عمل کشف و حدس» یک رده بند، انواع جانداران است. رده بند دانشمندی است که آموخته است صفات نوعیه و صفت معیزه یک نوع را «تشخیص دهد». چنین دانشمندی، هوش و «شم»ی دارد که به کمک آن در نمونه واحد، چیزهای بیشتری را از یک ناظر بی تجربه تشخیص می دهد. دانشمند رده بند بخوبی می داند که در جستجوی چیست. این قابلیت است که اگر اکتسابی باشد تنها پس از تجارب فراوان به دست می آید. احتمال می رود وقتی که ارسطو راجع به استقرای شهودی مطلب می نوشته، همین قسم از «کشف و حدس» را در نظر داشته است. خود ارسطو یک رده بند فوق العاده موفق بود، به طوری که توانست در حدود ۵۴۰ گونه زیستی را طبقه بندی کند.

مرحله قیاسی

در دومین مرحله پژوهش علمی، تعمیمهایی که بکمک استقراء به دست آمده است، به عنوان مقدماتی در استنتاج احکام مربوط به مشاهدات اولیه، مورد استفاده قرار می گیرد. ارسطو برای آن احکام و قضایایی که می تواند به منزله مقدمات و نتایج استدلالهای قیاسی در علم، تلقی شود، قید مهمی قائل شد. او تنها آن احکامی را جائز می شمرد که بیان می کند یک طبقه داخل در یک طبقه دیگر و یا خارج از آن قرار دارد. اگر «S» و «P» برای نشان دادن دو طبقه انتخاب شده باشد، احکامی که ارسطو جائز می شمرد عبارتست از:

نوع	حکم	رابطه (نسبت)
A	همه S ها P است	S کلاً در P مندرج است
E	هیچ S ، P نیست	S کلاً خارج از P قرار دارد
I	بعض S ، P است	S جزء در P مندرج است
O	بعض S ، P نیست	S جزء در P مندرج نیست

۱. taxonomist منظور دانشمندی است که متخصص طبقه بندی اصناف جانداران به رده ها، اجناس و انواع است. در عربی این واژه را به مصنف ترجمه کرده اند. - م.

ارسطو اعتقاد داشت که در میان این انواع چهارگانه، نوع A مهمترین آنهاست. او بر این باور بود که در افراد طبقه‌های معین، ذاتاً خاصه‌ها و صفات معینی وجود دارد و قضایایی به صورت «همه S ها P است» بیانگر ساختمان این روابط می‌باشد. شاید به همین دلیل ارسطو معتقد بود که یک تبیین علمی تمام عیار و کامل می‌باید در قالب این نوع قضایا ارائه شود. به بیان دقیقتر، او ضرب اول از شکل اول قیاس صوری را به عنوان نمونه و سرمشق اثبات علمی ذکر کرد. این قیاس صوری متشکل از قضایای نوع A است که بدین طریق مرتب شده است:

همه M ها P هستند^۱

همه S ها M هستند

∴ همه S ها P هستند

که در آن S، P و M، به ترتیب حدّ اکبر، حدّ اصغر، و حدّ وسط قیاس صوری است. ارسطو نشان داد که این نوع قیاس صوری معتبر و صادق است. اگر، اینکه هر S در M، و هر M در P، مندرج است، درست باشد، این حکم که هر S در P مندرج است نیز باید درست باشد. این موضوع، قطع نظر از طبقه‌هایی که به وسیله S، P و M، مشخص می‌شوند همواره صادق است. یکی از دستاوردهای بزرگ ارسطو تأکید بر این مطلب بود که اعتبار یک استدلال تنها به وسیله رابطه میان مقدمات و نتیجه معین می‌شود.

ارسطو مرحله قیاس را در تحقیق علمی، به صورت قرار دادن حدّ وسط در میان دو حدّ موضوع و محمول قضیه‌ای که قرار است اثبات شود، تعبیر می‌کرد. برای مثال قضیه «همه سیارات اجرامی هستند که پیوسته می‌درخشند» ممکن است با انتخاب عبارت «اجرام نزدیک به زمین» به عنوان حدّ وسط، استنتاج شود. این استدلال در شکل قیاس صوری چنین است:

۱. این ضرب را در منطق اروپایی با رمز Barbara نمایش می‌دهند. - م.
2. paradigm

۳. منطقین اروپایی، بعکس منطقین اسلامی ابتدا کبری را ذکر می‌کنند و بعد صغری را. - م.

همه اجرام نزدیک زمین اجسامی هستند که پیوسته می‌درخشند.
همه سیارات اجرام نزدیک زمین هستند.

∴ همه سیارات اجسامی هستند که پیوسته می‌درخشند.

دانشمند ضمن به کار بستن مرحله قیاس در روش علمی، از آگاهی نسبت به يك واقعیت درباره سیارات به درك و فهم اینکه چرا این واقعیت چنین است، نایل شده است [۲].

شرایط تجربی ضروری برای تبیین علمی
ارسطو تشخیص داد که همواره می‌توان قضیه‌ای را که يك محمول را به يك طبقه اسناد می‌دهد، از مجموعه‌های متعدد و مختلفی از مقدمات نتیجه گرفت. وقتی حد وسط‌های مختلفی انتخاب شود، استدلال‌های مختلفی حاصل می‌شود و بعضی از این استدلال‌ها از برخی دیگر موجه‌تر است. برای نمونه، قیاس‌صوری قبلی، از قیاسی که در زیر آمده، قابل قبول‌تر است:

همه ستارگان اجرامی هستند که پیوسته می‌درخشند.
همه سیارات، ستاره هستند.

∴ همه سیارات اجرامی هستند که پیوسته می‌درخشند.

هردوی این قیاس‌ها، نتیجه و شکل منطقی یکسانی دارند، اما قیاس‌صوری اخیر مقدمات کاذب دارد. ارسطو اصرار داشت که مقدمات يك تبیین موجه و خرسند کننده، باید درست باشد. به این ترتیب او، آن دسته از قیاس‌های صوری معتبر را که نتایج صادق، اما مقدمات کاذب دارند، از طبقه تفسیرهای قابل قبول، طرد کرد.

این شرط که مقدمات قیاس باید صحیح باشد، یکی از چهار شرط فوق منطقی است که ارسطو برای مقدمات تبیین‌های علمی قائل شد. سه شرط دیگر عبارتست از اینکه: مقدمات می‌باید اثبات ناپذیر باشد؛ روشن‌تر و واضح‌تر از نتیجه باشد؛ و علل حمل، در «نتیجه» ظاهر

1. extralogical

۲. به عبارت دیگر مقدمات برهان باید از اولیات یا بدیهیات اولیه و یا ضروریات باشد؛ یعنی قضایایی که بالذات و بدون واسطه قضایای دیگر مورد تصدیق عقل قرار می‌گیرد. - م.

شده باشد^۱ [۳].

گرچه ارسطو اظهار داشت که مقدمات هر تبیین علمی شایسته، می باید اثبات ناپذیر باشد، اما از مضمون گفته او بخوبی روشن است که منظور وی صرفاً تأکید بر این نکته بوده که در هر علمی باید چند اصل وجود داشته باشد که از اصول بنیادی تر قابل استنتاج نباشد. وجود چند اصل اثبات ناپذیر در يك علم، به منظور اجتناب از تسلسل بی پایان در تبیین ها، ضروری است. از اینجا نتیجه می شود که همه معرفت درون يك علم نیازمند به اثبات نیست. ارسطو معتقد بود که کلی ترین قوانین يك علم و همچنین تعاریفی که مفاد و معنای محمولهای خاص آن علم را مشخص می سازد، اثبات ناپذیر است.

این شرط که مقدمات می باید «واضحت و روشنتر» از نتیجه باشد، حاکی از این اعتقاد ارسطو است که قوانین کلی يك علم می باید بدیهی باشد. ارسطو می دانست که يك استدلال قیاسی نمی تواند اطلاعاتی بیش از آنچه مقدمات آن دربردارد، ارائه کند، و به همین دلیل اصرار داشت که اصول و مبادی اولیه برهان، می باید لااقل به اندازه نتایجی که از آن مبادی گرفته می شود، وضوح داشته باشد.

مهمترین شرط از شرایط چهارگانه [در مورد مقدمات تبیین های درست علمی] عبارت است از ارتباط علی میان مقدمات و نتایج. می توان قیاسهای معتبری را با مقدمات درست، به این طریق تشکیل داد که مقدمات، بیان کننده علت حمل (اتصاف) - که در «نتیجه» موجود است - نباشد. مقایسه دو قیاس زیر درباره جانوران نشخوار کننده، از این نظر آموزنده است.

قیاس صوری مربوط به واقعیت برهانی

همه نشخوارکنندگانی که معده چهارحفره ای دارند، جانورانی هستند فاقد دندانهای ثنایای بالایی.
همه گاوهای نر دارای معده چهار حفره ای هستند.

∴ همه گاوهای نر جانورانی هستند فاقد دندانهای ثنایای بالایی.

۱. یعنی مقدمات برهان می باید مشتمل بر علت نتیجه و از نظر منطقی مقدم بر آن باشند. ابن سینا در این مورد می گوید: «چون مقدمات نسبت به نتیجه علت اند، و علت بالذات بر معلول متقدم است پس مقدمات برهان بالذات بر نتیجه تقدم دارند. گذشته از آن از حیث زمان و نیز معرفت هم بر آن متقدم اند. زیرا که نتیجه جز بدانها معلوم نمی شود. و چون مقدمات علت نتیجه اند، باید با نتیجه مناسبت داشته باشند».

قیاس صوری مربوط به واقعیت

همهٔ نشخوار کنندگانی که سم شکافدار دارند، حیواناتی هستند فاقد دندانهای تنایای بالایی.
همهٔ گاوهای نر نشخوار کنندگانی هستند که سم شکافدار دارند.

∴ همهٔ گاوهای نر حیواناتی هستند فاقد دندانهای تنایای بالایی.

ارسطو می‌خواهد بگوید که مقدمات قیاس صوری اول، یعنی قیاس صوری مربوط به واقعیت برهانی، علت این واقعیت را که گاو نر فاقد دندانهای تنایا در آرواره بالایی است، بیان می‌کند. توانایی جانوران نشخوار کننده در ذخیره کردن غذای نیم جویده در یکی از حفره‌های معده و برگرداندن آن به دهان برای بیشتر جویدن، این مسأله را که چرا آنها نیازی به دندانهای تنایا در آرواره بالایی خود ندارند و چرا فاقد این دندانها هستند، تبیین می‌کند. در مقابل، مقدمات قیاس بعدی، یعنی قیاس مربوط به واقعیت، علت فقدان دندانهای تنایای بالایی را توضیح نمی‌دهد. ارسطو می‌خواهد بگوید که رابطهٔ ساختمان سم و ساختمان آرواره، يك رابطهٔ عرضی است.

آنچه در این مرحله مورد نیاز است، معیاری است برای تشخیص روابط علی از روابط عرضی. ارسطو این نیاز را تشخیص داد و [برای رفع آن این معیارها را] پیشنهاد کرد که در يك ارتباط علی، محمول اولاً در مورد هريك از مصادیق موضوع صادق است، ثانیاً فقط در مورد خود موضوع صادق است و نه در مورد موضوع به عنوان بخشی از يك کل بزرگتر، و ثالثاً «ذاتی» موضوع است.

معیارهای ارسطو در خصوص ارتباط علی قابل قبول و کارساز نیست. اولین معیار را می‌توان به منظور حذف هر رابطه‌ای - از طبقهٔ روابط علی - که در مورد آن استثناهایی وجود دارد به کار برد. اما يك رابطهٔ علی را با به کار بردن این معیار تنها در مواردی می‌توان برقرار کرد که در آن افراد طبقه‌ای که موضوع بدان تعلق دارد تماماً قابل شمارش باشد. حال آنکه اکثریت بزرگی از روابط علی مورد توجه دانشمندان دارای افراد نامتناهی است. برای مثال، اینکه اجسام چگالتر از آب، در آب غرق می‌شوند رابطه‌ای است که به عقیدهٔ همگان برای همهٔ اشیایی که دارای این خاصیت اند، چه در گذشته، چه حال و چه آینده صادق است، نه اینکه

این رابطه صرفاً برای آن اشیایی که هم اینک در آب واقع اند صادق باشد. [با وجود بدیهی بودن این مسأله] غیرممکن است که بتوان نشان داد تك تك مصادیق طبقه موضوع - یعنی اجسام چگالتر از آب - دارای این خاصیت است.

سومین معیار ارسطو، رابطه علی [که به دنبال آن هستیم] و حمل «ذاتی» محمول به موضوع را یکی می‌گیرد. در ابتدا به نظر می‌رسد که این [معیار] يك قدم ما را به حل مسأله نزدیک می‌کند، اما متأسفانه ارسطو هیچ معیاری برای تشخیص و تعیین اینکه کدام حملها «ذاتی» است به دست نداد. گرچه ارسطو متذکر گردید که «حیوان» برای «انسان» يك صفت ذاتی است، ولی «نوازنده» چنین نیست، و نیز بریدن گلوی يك حیوان، بالضروره منجر به مرگ او می‌شود، در صورتی که پرسه زدن در خیابان بالضروره منجر به وقوع رعد و برق و طوفان نمی‌شود [۴]. اما ارائه مثالهایی درباره حمل ذاتی، و حمل عرضی، يك چیز است و به دست دادن معیار کلی برای فرق نهادن میان آن دو، چیز دیگر.

ساختمان يك علم

گرچه ارسطو در مورد حمل «ذاتی» يك محمول به طبقه يك موضوع هیچ معیاری را مشخص نساخت، با وجود این تأکید داشت که هر علم خاص، يك جنس موضوع خاص و يك مجموعه از محمولهای مخصوص به خود دارد برای مثال، جنس موضوع طبیعیات، طبقه مواردی است که در آن، اجسام موقعیت مکانی خود را در فضا تغییر می‌دهند. برخی از محمولهای در خور برای این علم عبارت است از: «جا یا مکان»، «سرعت» و «مقاومت». ارسطو براین نکته تأکید داشت که هر تفسیر رضایت بخش و قابل قبول از يك پدیدار، باید محمولهای آن علمی را که پدیدار در حوزه آن قرار دارد، به کار برد. برای نمونه، تبیین حرکت يك پرتابی، برحسب صفات خاص جانداران نظیر «رشد» و «نمو» نامناسب خواهد بود.

ارسطو معتقد بود که هر علم خاص مجموعه‌ای است از قضایا و احکامی که به صورت قیاسی منظم و مرتب شده است، در بالاترین مرتبه کلیت، اصول و مبادی اولیه همه برهانها قرار دارد :

اصل هرهویت، اصل امتناع تناقض، اصل امتناع اجتماع و ارتفاع نقیضین. اینها اصولی است که در همه استدلالهای قیاسی به کار می‌رود. در مرتبه بعدی از نظر کلیت، اصول اولیه و تعاریف آن علم خاص قرار دارد. برای مثال، اصول اولیه طبیعیات، عبارت خواهد بود از:

کلیه حرکات یا طبیعی است یا قسری.

حرکت طبیعی عبارت است از حرکت به سمت يك مكان یا حیز طبیعی (مثلاً اجسام صلب بالطبع به سمت مرکز زمین - کره خاک - حرکت می‌کنند).

حرکت قسری به واسطه تأثیر يك قاسر حاصل می‌شود (تأثیر از دور محال است).
خلاً محال است.

اصول اولیه يك علم از يك سلسله اصول بنیادتر استنتاج نمی‌شود بلکه کلیترین احکامی است که می‌تواند به محمولهای خاص آن علم نسبت داده شود. بدین گونه، اصول اولیه سرآغاز هر برهانی در علم است. این اصول، در استنتاج آن دسته از روابطی که در مراتب پایینتر کلیت یافت می‌شوند، نقش مقدمات را بازی می‌کند.

علل چهارگانه

ارسطو يك شرط اضافی [علاوه بر شرایط قبلی] برای تفسیرهای علمی قائل شد. او ادعا می‌کرد که تبیین شایسته و مناسب از يك تضایف یا همبستگی [میان پدیده‌ها] و یا از يك فرایند، باید همه جنبه‌های چهارگانه علیت را مشخص سازد. این چهار جنبه عبارت است از: علت صوری، علت مادی، علت فاعلی و علت غایی.

فراگردی که پذیرای این گونه تحلیل است تغییر رنگ پوست يك آفتاب پرست (حربا) است در وقتی که از يك برگ به رنگ سبز روشن، به يك شاخه به رنگ خاکستری تیره، تغییر مکان می‌دهد. علت صوری، همان طرح و قالب فراگرد است.

تشریح و توصیف علت صوری، عبارت است از مشخص کردن يك قاعده کلی درباره شرایطی که تحت آن، این نوع تغییر رنگ رخ می‌دهد. علت مادی، آن جوهر داخل پوست است که تغییر رنگ را می‌پذیرد. علت فاعلی، انتقال از برگ به شاخه است، انتقالی همراه با تغییری

در نور منعکس شده و يك تغییر شیمیایی متناسب با آن در پوست آفتاب پرست. علت غایی فرایند، آن است که آفتاب پرست می باید خود را از دید دشمنانش پنهان کند. ارسطو اصرار داشت که هر تبیین علمی در مورد يك همبستگی [میان پدیدارها] و یا در مورد يك فرایند، می باید شامل توصیفی از علت غایی، یا غایت آن باشد - تبیین های غایی تبیین هایی هستند که از عباراتی نظیر «به منظور اینکه» یا معادل آن استفاده می کنند. ارسطو تفسیرهای غایی را نه فقط در مورد رشد و نمو موجودات زنده، بلکه در مورد حرکات اشیاء بیجان نیز لازم می دانست. برای مثال او معتقد بود که آتش به منظور رسیدن به مکان طبیعی خود - که پوسته ای کروی در زیر مدار ماه است^۱ - بالا می رود.

لزومی ندارد که تفسیرهای غایی بر فرض سنجش و انتخاب آگاهانه و از روی شعور مبتنی باشد. برای نمونه، گفتن اینکه «آفتاب پرستها برای آنکه شناخته نشوند رنگ عوض می کنند» به این معنی نیست که فعالیت آفتاب پرستها از روی شعور انجام می گیرد. و نیز آن بیان، با این ادعا که رفتار آفتاب پرستها مقهور يك «غایت کلی و کیهانی» است، تفاوت دارد. با وجود این، تفسیرهای غایی این را مفروض می گیرند که حالت آتی امور، مسیری را مشخص می سازد که در آن رشته فعلی امور آشکار می شود. يك دانه بلوط در مسیر خاصی رشد می کند از این رو که می باید غایت طبیعی خود را به صورت يك درخت بلوط، تحقق بخشد؛ يك سنگ به این جهت سقوط می کند که می باید به حیز طبیعی خود برسد - یعنی حالت سکونی که حتی الامکان نزدیک به مرکز کره خاک (زمین) قرار دارد؛ و نظایر اینها. در هر يك از این موارد، حالت آتی و غایی توالی حالتهایی را که به آن ختم می شود، مشخص می سازد.

ارسطو آن دسته از فلاسفه ای را که می کوشیدند تغییر را منحصرأ برحسب علل مادی و علل فاعلی تبیین کنند، مورد انتقاد قرار داد. موضع نقادانه او بخصوص ناظر به اتمیسم دموکریتس و لوکیپوس بود، که در دیدگاه آنها فرایندهای طبیعی به وسیله تجمع و تفرق اتمهای بسیار ریز و غیرقابل رؤیت تبیین می شد. انتقاد ارسطو تا حد زیادی متوجه بی توجهی و غفلت اتمیان نسبت به علل غایی بود. انتقاد ارسطو همچنین شامل آن دسته از فیلسوفان

1. telos

۲. منظور کره آتش یا کره تحت القمر است. - م.

طبیعت‌شناس^۱ فیثاغوری بود که اعتقاد داشتند هرگاه بتوانند يك رابطه ریاضی را که يك فراگرد نمونه و مصداق آن است بیابند، آنرا تبیین کرده‌اند. مطابق رأی ارسطو، راهبرد فیثاغوریان [نسبت به مسأله تبیین علمی] ناشی از توجه خاص ایشان به علل صوری است. اما باید اضافه کرد که ارسطو [علیرغم انتقادی که از فیثاغوریان به عمل می‌آورد] خود به اهمیت روابط و نسب عددی و هندسی در قلمرو طبیعیات اذعان داشت و آنرا تشخیص داده بود. در واقع خود او [در تقسیم‌بندی علوم] يك گروه از علوم ترکیبی شامل نجوم، علم مناظر و مریا (نور سسنجی)، علم الاصوات، و علم الحیل (مکانیک) را که موضوع آنها عبارت از روابط ریاضی موجود در میان اشیاء طبیعی است، متمایز و مشخص ساخته بود.

ملاك تمییز علم تجربی

ارسطو کوشید تا نه تنها موضوع هر علم خاصی را مشخص سازد، بلکه علم تجربی را نیز به طور کلی از ریاضیات محض متمایز گرداند. او این ملاک تمییز را به مدد فرق گذاشتن میان ریاضیات عملی یا کار بسته - که در علوم ترکیبی استفاده می‌شد - و ریاضیات محض که در آن عدد و شکل به صورت مجرد و انتزاعی مورد بحث است، به دست آورد.

ارسطو معتقد بود در حالی که موضوع علم تجربی تغیر و دگرگونی است، موضوع ریاضیات محض چیزی است که تغیر نمی‌کند. ریاضیدانی که با ریاضیات محض سروکار دارد برخی جنبه‌های کمی اجسام و روابط و نسب آنها را از اوضاع و احوال طبیعی انتزاع می‌کند، و منحصرأ همین جنبه‌ها را مورد بحث قرار می‌دهد. ارسطو معتقد بود که این صور ریاضی وجود عینی ندارند. تنها در ذهن ریاضیدان است که این صور می‌توانند پس از زوال اجسامی که منشأ انتزاع آنها بوده‌اند، باقی بمانند.

منزلت ویژه اصول اولیه

ارسطو مدعی بود که معرفت علمی معتبر و موثق، همان مقام و منزلتی را دارد که ویژه حقایق ضروری است. او مدعی بود اصول اولیه علوم که بطور صحیح و مناسب تنسیق و تنظیم

1. natural philosopher

شده است، و نیز نتایج قیاسی آنها، یقیناً درست است. از آنجا که اصول اولیه، صفات کلیات (حدهای طبقه‌ای) را نسبت و اسناد می‌دهند، به نظر می‌رسد که ارسطو با آراء زیر موافق باشد:

- (۱) در افراد طبقات معین، خاصه‌های معینی به طور ذاتی مندرج است، يك فرد اگر فاقد خاصه‌های مورد بحث باشد، عضو این طبقات محسوب نخواهد شد.
 - (۲) در چنین مواردی میان قضیه‌ی موجه کليه که صفت يك کلی را حمل می‌کند و ذاتی بودن غیر لفظی خاصه‌ی متناظر در افراد طبقه‌ی مورد نظر، یگانگی ساختمان برقرار است.
 - (۳) برای دانشمند، فهم صحیح این هم‌ساختمانی زبان و واقعیت امکان‌پذیر است. نظریه‌ی ارسطو موجه به نظر می‌رسد. ما، برای نمونه، قویاً اعتقاد داریم که قضیه‌ی «همه انسانها پستاندارند» بالضروره صادق است، حال آنکه قضیه‌ی «همه کلاغها سیاه‌اند» لازم-الصدق نیست. ارسطو می‌خواهد بگوید که گرچه امکان ندارد انسان بتواند «غیر پستاندار» باشد، اما يك کلاغ بخوبی ممکن است «غیر سیاه» باشد. با وجود این همان طور که قبلاً گفتیم، با اینکه ارسطو مثالهایی از این قبیل برای مقایسه‌ی «حملهای ذاتی» و «حملهای عرضی» ارائه داد، اما موفق نشد يك معیار کلی را برای تعیین حملهای ذاتی به صورت قاعده تنظیم کند.
- ارسطو برای متفکران بعد از خود این اعتقاد را به ارث گذاشت که چون اصول اولیه‌ی علوم نمایش‌دهنده‌ی روابط تغییرناپذیر در طبیعت است، هیچگاه نمی‌توانند خطا باشد. البته او مطمئناً از عهده‌ی اثبات این مدعا برنیامد. اما علیرغم این ناکامی، نظر ارسطو در این مورد که قوانین علمی بیانگر حقایق ضروری است، تأثیر گسترده و عمیقی در تاریخ علم برجای گذاشته است.

مراجع

¹ Aristotle, *Posterior Analytics*, 89^b10-20.

² Ibid., 78^a38-78^b3.

³ Ibid., 71^b20-72^a5.

⁴ Ibid., 73^a25-73^b15.

سمتگیری فیثاغوری

دیدگاه فیثاغوری درباره طبیعت

افلاطون و سمتگیری فیثاغوری

سنت «نجات نموده‌ها»

رای بطلیموس در باب مدلهای ریاضی

افلاطون (از ۴۲۸/۷ تا ۳۴۸/۷ قبل از میلاد) در يك خانواده سرشناس آتنی به دنیا آمد. در ایام جوانی شور سیاست در سر داشت اما بزودی به واسطه مواجهه با حکومت استبدادی سی نفر جبار شهر آتن، و پس از آن در برخورد با دموکراسی (حکومت عامه) اعاده شده در آتن^۱، که دوست صمیمی او، سقراط را در ۳۹۹ (ق. م.) به قتل رساند، سرخوردگی پیدا کرد و از سیاست کناره گرفت. در

۱. orientation به معنای سمتگیری یا جهتگیری در مسائل علمی، یا به عبارت دیگر شیوه و روش تحقیق علمی است، «نگره» را نیز در برخی موارد به عنوان معادل به کار برده ایم. - م.

۲. سالهای جوانی افلاطون با شدیدترین اضطرابات سیاسی مقارن بود. جنگ پلوپونزوس در سال ۴۰۴ (ق. م.) با شکست آتن پایان یافت و با این شکست فرمانروایی آتن بر دریاها از میان رفت. در داخل دولت - شهر (مدینه) آتن به تناوب حکومت عامه (دموکراسی) و یا حکومت چند نفر جبار (الیگارشی) برسر کار می آمد. در سال ۴۱۱ (ق. م.) حکومت عامه در آتن با تشکیل مجلس چهارصد نفری واژگون شد. به سال ۴۰۴ (ق. م.) لاکدمونیاییان اهالی آتن را به قبول حکومت سی نفری وادار ساختند. این فرمانروایان که رئیسشان کریتیاس نام داشت، اساساً با کشتیرانی و بازرگانی آتنیان مخالفت می ورزیدند. حکومت این گروه نیز در سال ۴۰۳ (ق. م.) سرنگون شد و به جای آن مجدداً حکومت دموکراسی در آتن برقرار گردید. در زمان این دموکراسی اعاده شده بود که سقراط محکوم به مرگ گردید. - م.

سالهای بعد افلاطون دو بار به سیراکیز سفر کرد به این امید که حکمران جوان آنجا را به گونه سیاستمداری مسئول و فهیم تربیت کند. اما هیچیک از این دو سفر با موفقیت قرین نشد.

افلاطون آکادمی را در ۳۸۴ (ق. م.) بنیاد گذارد. تحت رهبری و هدایت او این مؤسسه آتنی به مرکزی برای پژوهش در ریاضیات، علوم و سیاست بدل شد. سهم افلاطون در این پژوهشها ارائه گفتگوها و محاوراتی بود که به تمام قلمرو دانش بشری مربوط می شود. در رساله تیمائوس، او در قالب «داستانی خیالی» تصویری از يك جهان ساخته شده از هماهنگیهای هندسی را عرضه کرد.

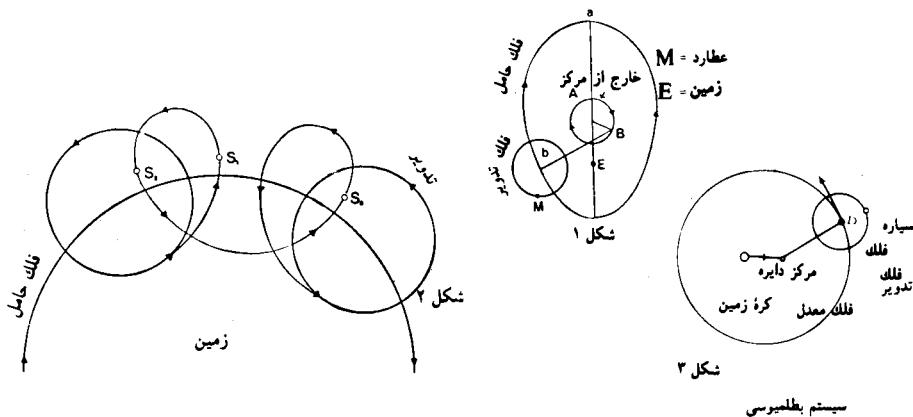
بطلمیوس (کلودیوس پتولمیوس حدود ۱۰۰ تا ۱۷۸ بعد از میلاد) يك منجم اسکندرانی بود که درباره زندگیش حقیقه هیچ چیز در دست نیست. اثر اصلی او المجسطی نام دارد که يك ترکیب دایره المعارف گونه از نتایج نجوم یونان به شمار می آید، ترکیبی که با رصدها و مشاهدات تازه تکمیل شده است. گذشته از این، او مفهوم حرکت دورانی با سرعت زاویه ای یکنواخت حول يك فلك معدل که نقطه ای است واقع در يك فاصله معین از مرکز دایره - را مطرح کرد. او توانست با استفاده از فلکهای معدل، به همراه فلکهای تدویر و فلکهای حامل حرکت سیارات را در دایره البروج با دقت کافی محاسبه کند.

1. Syracuse 2. Timaeus 3. geometrical harmonies 4. Claudius Ptolemaeus 5. Almagest

۶. فلك معدل equant: به شکل ۳ نگاه کنید

۷. فلك تدویر Epicycle دایره ای که مرکزش بر روی محیط دایره بزرگتری حرکت می کند.

۸. فلك حامل Deferent بیضی یا دایره ای فرضی بر گرداگرد زمین که در روی محیط آن هم يك جسم آسمانی و هم فلك تدویر آن، حرکت می کند. در شکل سمت راست طرح مدار تخم مرغی شکل بطلمیوس برای حرکت عطارد دیده می شود. عطارد و فلك تدویر آن هر دو بر روی فلك حامل مربوطه که گرداگرد زمین قرار دارد می چرخند. شکل ۳ را هم ببینید.



دیدگاه فیثاغوری دربارهٔ طبیعت

برای يك دانشمند، کاوش طبیعت از دیدگاهی کاملاً بیطرفانه، به اغلب احتمال امکان پذیر نیست. او، حتی اگر قصد و غرض خاصی هم نداشته باشد، لااقل روشی متمایز از دیگران برای بررسی و نظارهٔ طبیعت اختیار می کند. «سمتگیری فیثاغوری» يك نوع روش بررسی و نظارهٔ طبیعت است که در تاریخ علم بسیار مؤثر بوده است. دانشمندی که قائل به این روش است، اعتقاد دارد که «واقع و نفس الامر» عبارت است از هماهنگی ریاضی موجود در طبیعت. دانشمند فیثاغوری مشرب، پذیرفته است که معرفت و شناخت نسبت به این هماهنگی، به منزلهٔ ژرف بینی و تعمق در ساختمان بنیادین عالم است. يك بیان مؤثر و متقاعد کننده در تشریح این دیدگاه، اظهار نظر گالیله در این مورد است که:

فلسفه و دانش حقیقی در این کتاب بزرگ - یعنی جهان - که همواره در برابر دیدگان ما قرار دارد، نوشته شده است. اما نمی توانیم آنرا دریابیم مگر آنکه ابتدا بیاموزیم که زبان آنرا فراگیریم و علائمی را که [این دانش] بدان نوشته شده تفسیر کنیم. این کتاب به زبان ریاضیات نوشته شده و علائمش مثلثها، دایره ها و سایر اشکال هندسی است. بدون اینها، فهم حتی يك کلمه از آن معرفت امکان پذیر نیست [۱]

این سمتگیری از قرن ششم قبل از میلاد، از آن هنگام که فیثاغورث یا پیروانش، دریافتند که می توان هماهنگیهای موسیقی را به نسبتهای ریاضی مرتبط و وابسته دانست، آغاز گشت. این نسبتها چنین اند:

فاصله (موسیقی) نسبت

۲:۱	اکتاو
۳:۲	پنجمین (پرده پنجم)
۴:۳	و چهارمین (پرده چهارم)

گذشته از این، فیثاغوریان اولیه دریافتند که این نسبتها مستقل از اینکه نت‌ها به وسیله زه (تار)های مرتعش، یا ستونهای هوای در حال تشدید تولید شود، برقرار است. بعدها فلاسفه طبیعت‌شناس فیثاغوری، دامنه هماهنگیهای موسیقی را به عالم کبیر گسترش دادند. آنها حرکات اجرام سماوی را طوری با اصوات موسیقی همراه و توأم می‌کردند که از آن نوعی «موسیقی افلاک» نتیجه می‌شد.

افلاطون و سمتگیری فیثاغوری

[در طول تاریخ علم] افلاطون گاهی اوقات به ترویج عمدی نوعی سمتگیری یا نگره فلسفی که برای پیشرفت علم مضر بوده متهم شده است. نگره مورد بحث، نوعی بی‌اعتنایی و کم‌بها دادن به مطالعه حسی و تجربی جهان، در قبال اهمیت دادن به تفکر و تأمل درباره ایده‌های مجرد و انتزاعی است.

مخالفان افلاطون غالباً بر کتاب جمهور انگشت می‌گذارند که در آنجا [افلاطون از زبان] سقراط به مخاطب خود توصیه می‌کند که از پدیده‌های گذران و ناپایدار آسمان در گذرد و به روابط و نسبتهای بی‌زمان هندسی توجه کند. اما همان‌طور که دیک متذکر شده است، توصیه سقراط، ضمن مباحثه‌ای پیرامون تعلیم و تربیت مطلوب برای حکمرانان آینده، مطرح گردیده است. طی این بحث، غرض افلاطون [که از زبان سقراط سخن می‌گوید] این بوده که بر روی آن‌گونه مطالعاتی که رشد استعداد تفکر مجرد و انتزاعی را تسریع می‌کند، تأکید کند [۲]. بر همین اساس است که او «هندسه محض» را با کاربرد عملی آن مقایسه می‌کند، و نجوم هندسی را در مقابل مشاهده و رصد نوری که در آسمان می‌درخشد قرار می‌دهد.

در این گفته خلاف نیست که افلاطون از معرفتی که به طرق «صرفاً تجربی» درباره توالی و معیت (همبودی) پدیدار حاصل می‌شد، خشنود نبود. [از نظر او] این نوع معرفت می‌باید طوری استعلاء یابد و از حدود تجربه حسی فراتر رود که در پرتو آن، نظم معقول

۱. منظور سازهای زهی و بادی است. - م.

2. harmony of the spheres 3. orientation

۴. این مضمون در صفحات ۳۰-۵۲۹ مجموعه آثار معروف افلاطون موسوم به مجموعه استفانوس درج شده است. - م.

5. Dick 6. coexistence

بنیادین پدیدارها آشکار گردد. نقطه افتراق و نکته مورد اختلاف مفسران افلاطون این است که آیا [مطابق رأی افلاطون] جستجوگر این حقیقت عمیقتر، می باید از آنچه که در تجربه حسی به دست آمده است چشم پوشی کند یا نه؟ عقیده خود من این است که افلاطون اگر می بود، به این سؤال پاسخ منفی می داد و قائل می بود به اینکه، این «معرفت عمیقتر» باید از راه آشکار ساختن طرح و نقشه ای که «در درون پدیدارها پنهان است»، به دست آید. به هر حال بعید به نظر می رسد که اگر آراء افلاطون از سوی فلاسفه طبیعت شناس متأخر براو، به این صورت تفسیر نشده بود، او چهره مؤثری در تاریخ علم به حساب می آمد.

این تأثیر، ابتداءً به صورت جهتگیریها و تلقیهای کلی نسبت به علم بیان شده است. آن دسته از فلاسفه طبیعت شناس که خود را به عنوان «افلاطونیان»^۱ به شمار می آوردند، به معقولیت پنهان و مضمحل در عالم، و اهمیت اکتشاف آن اعتقاد راسخ داشتند و اقوال و آراء خود را به آنچه مشابه عقیده افلاطون می دانستند، مستند می کردند. این افلاطون گرایی در اواخر قرون وسطی و در دوره رنسانس نقش مهمی را هم در جلوگیری از بدنامی علم در محیطهای دینی و هم در جلوگیری از پیشداوری نسبت به مناقشات مبتنی بر متون رسمی در حوزه های علمیه، به عهده داشت.

گذشته از این، تعلق خاطر به فلسفه افلاطون، نگره فیثاغوری را نسبت به علم تحکیم کرد. در واقع، تأثیر و نفوذ نگره فیثاغوری در غرب مسیحی، تا حد زیادی ثمره وصلت تیمائوس^۲ و کتاب مقدس است. افلاطون در رساله تیمائوس، چگونگی خلق عالم را به دست صانع خیراندیشی که يك طرح و الگوی ریاضی را بر روی ماده بی شکل اولیه نقش کرده، شرح داده است. این تفسیر از سوی متکلمین مسیحی پذیرفته شد، آنها این طرح را با داستان خلقت در کتاب مقدس مطابق و موافق تشخیص دادند و تکیه و تأکید بر ماده اولیه را منع کردند. از نظر آنان که به چنین تألیفی قائل شدند، وظیفه فیلسوف طبیعی، عبارت از آشکار ساختن طرح ریاضی است که عالم بر طبق آن انتظام یافته است.

خود افلاطون در تیمائوس پیشنهاد کرد که پنج «عنصر» - چهارتا زمینی و یکی آسمانی^۳ - به

1. Platonist 2. *Timaeus* 3. Demiurge

۴. این ماده اثیر یا اتر Aether نام داشت که به عقیده قدما عنصری رقیق و تنک و بی وزن بود که فضای بالای هوای کره زمین را گرفته بود. - م.

پنج جسم (چند وجهی) منظم مرتبط گردد.

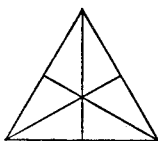


دوازده وجهی (عنصر آسمانی) بیست وجهی (آب) هشت وجهی (هوا) شش وجهی (مکعب) (خاک) چهار وجهی (هرم) (آتش)

او چهار وجهی منظم را به آتش نسبت داد، زیرا در میان اجسام منظم، چهار وجهی منظم تیزترین زوایا را دارد، و در میان عناصر، آتش نافذترین آنهاست. مکعب را به خاک نسبت داد، زیرا واژگون کردن مکعبی که بر قاعده قرار گرفته، مشکلتر از واژگون کردن سایر چند وجهی‌های منظم است، و نیز از این رو که خاک «سنگین‌ترین» عناصر است. افلاطون با استدلال مشابهی، هشت وجهی منظم را به هوا، و بیست وجهی منظم را به آب و دوازده وجهی منظم را به ماده (عنصر) آسمانی نسبت داد. گذشته از این افلاطون اظهار داشت که تبدلات میان آب، هوا و آتش، از «تجزیه» هر کدام از مثلث‌های متساوی الاضلاع که وجوه جانبی چند وجهی‌های متناظر با این عناصر را تشکیل داده‌اند، به شش مثلث 30° ، 60° ، 90° ، همراه با ترکیب این مثلث‌های کوچکتر برای تشکیل وجوه اجسام منظم دیگر، ناشی می‌شود. تبیین افلاطون از ماده و خصوصیات آن برحسب اشکال هندسی، تا حدود زیادی بنا بر سنت فیثاغوری است.

سنت «نجات نموده‌ها»

فیلسوف طبیعت‌گرای فیثاغوری معتقد است که آن دسته از روابط ریاضی که به کار تفسیر و توضیح پدیده‌ها می‌آید، در زمره تبیین‌هایی جای می‌گیرد که علت غایی پدیده‌ها را بیان می‌کند. این نظر [در مورد روابط ریاضی] تقریباً از همان آغاز، با مخالفت از سوی یک دیدگاه رقیب روبرو شد. لب مطلب این دیدگاه رقیب این است که می‌باید میان فرضیه‌های



• معنی مطابق شکل مقابل:

۱. به عبارت دیگر این روابط بیان می‌کنند که چرا پدیده‌ها این گونه‌اند که هستند. - م.

ریاضی و نظریه‌های راجع به ساختمان جهان فرق نهاد. برحسب این نظر، «نجات نموده‌ها» از راه اعمال روابط ریاضی در مورد پدیدارها، يك چیز است، حال آنکه تبیین پدیدارها بدان گونه که هستند بکلی چیز دیگری است.

این فرق گذاری میان نظریه‌هایی که به لحاظ حکایت از طبیعت و امور واقع، درست است، و فرضیه‌هایی که نموده‌ها را نجات می‌دهد، توسط جمینوس^۱ در يك قرن پیش از میلاد انجام گرفت. جمینوس نکات حائز اهمیت دو روش مطالعه پدیدارهای سماوی را به اختصار بیان کرد. رهبرد^۲ عالم طبیعت شناس این است که حرکات اجرام سماوی را از طبیعت ذاتی آنها استخراج می‌کند. دومین روش از آن منجم است که حرکات اجرام سماوی را از اشکال و قواعد ریاضی استخراج می‌کند. او اظهار داشت:

اینکه حالت سکون، بالطبع اقتضای چه چیزی را دارد، و کدام قسم از اجسام استعداد حرکت کردن دارند، به هیچ روی به منجم مربوط نیست، اما او فرضیه‌هایی را عرضه می‌کند که براساس آنها برخی از اجسام ثابت و بی حرکت باقی می‌مانند، در حالی که برخی دیگر حرکت می‌کنند؛ و آنگاه به بررسی این موضوع می‌پردازد که پدیدارهایی که عملاً در آسمان مشاهده شده است، با کدامیک از فرضیه‌ها تطبیق می‌کند [۳].

رای بطلمیوس در باب مدل‌های ریاضی

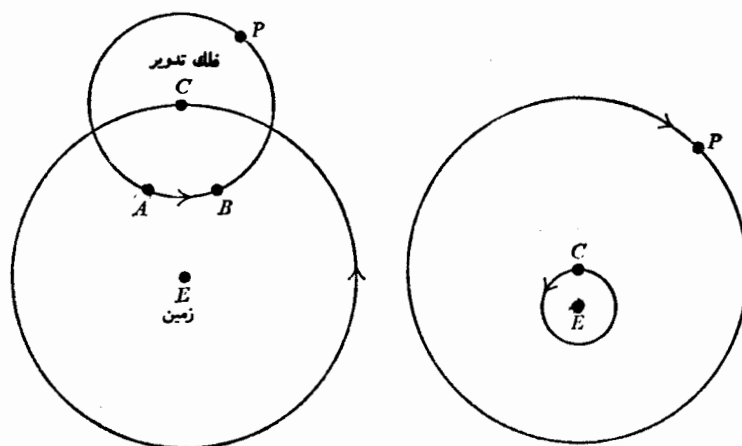
کلودیوس بطلمیوس، در قرن دوم میلادی برای هریک از سیاراتی که تا آن هنگام شناخته شده بودند يك سلسله مدل‌های ریاضی را صورت بندی و تنظیم کرد. يك ویژگی این مدل‌ها استفاده از فلک‌های تدویر و فلک‌های حامل^۳، برای ارائه حرکات ظاهری سیارات نسبت به دایرة البروج است. برحسب مدل فلک تدویر - فلک حامل، سیاره^۴ P بر روی محیط يك فلک تدویر حرکت می‌کند، مرکز دایرة اخیر نیز بنوبه خود بر روی محیط يك فلک حامل می‌گردد. بطلمیوس با تنظیم سرعت دوران نقاط P و C توانست حرکت تراجمی تناوبی سیاره را که در رصدها

1. Geminus 2. approach 3. epicycle - deferent

۴. periodic retrograde motion حرکت تراجمی يك سیاره برخلاف حرکت توالی آن، حرکتی است ظاهری از مغرب به مشرق. حرکت تراجمی را که ناشی از حرکت حقیقی خود سیاره و زمین است، حرکت تدویری نیز می‌نامند. - م.

مشاهده شده بود، به طور نظری و بر روی کاغذ ارائه دهد. برای ناظری که بر روی زمین قرار دارد به نظر می‌رسد که سیاره در گذر از A به B در امتداد محیط فلک تدویر، جهت حرکتش را نسبت به ستارگانی که در دور دست واقع‌اند عکس می‌کند.

بطلمیوس تأکید داشت که برای نجات نموده‌های حرکات سیارات، مدل‌های متعددی می‌توان ارائه داد. او بخصوص متذکر شد که می‌توان يك سیستم خارج از مرکز متحرك ارائه داد که از لحاظ ریاضی معادل يك سیستم فلک تدویر - فلک حامل مفروض باشد.*



فلک حامل
«مدل فلک تدویر - فلک حامل»

«مدل خارج از مرکز متحرك»

در مدل خارج از مرکز متحرك، سیاره P در امتداد دایره ای که مرکزش در نقطه خارج از مرکز C واقع است، حرکت می‌کند، در حالی که نقطه C در جهت خلاف بر روی دایره ای که مرکزش زمین است حرکت می‌کند. از آنجا که دو مدل از نظر ریاضی معادل‌اند، منجم (اخترشناس) در استفاده از هریک از دو مدل که راحت‌تر است، مختار است.

سنتی در نجوم پیدا شد مبنی بر اینکه اخترشناس باید برای نجات پدیده‌ها مدل بسازد ولی نباید در مورد «حرکات واقعی» سیارات نظریه پردازی کند. این سنت تا حد زیادی بدون اثر

1. moving - eccentric system

* بطلمیوس، ابتکار اثبات این معادله را به آپولونیوس پرگایی (Appolonius of Perga) (متوفی به سال ۲۲۰ ق.م.) نسبت داد.

بطلمیوس در باب حرکات سیاره ای است. با این حال خود بطلمیوس، به طور قاطع از این موضع دفاع نکرد. البته او در المجسطی متذکر گردید که مدل‌های ریاضی او صرفاً ابزار و آلاتی برای محاسبه است، و نباید پنداشت که او مدعی این است که سیارات در فضای طبیعی، عملاً حرکات تدویری انجام می‌دهند. اما در یک اثر دیگر بنام فرضیه‌های سیارات مدعی شد که سیستم پیچیده دوائر او، ساختمان واقعیت طبیعی را آشکار می‌سازد.

عدم رضایت بطلمیوس از محدود ساختن نجوم به نجات نموها در افکار و آثار یک فیلسوف نوافلاطونی قرن پنجم میلادی به نام پروکولوس متجلی گردید. پروکولوس از اینکه اخترشناسان، روش صحیح علمی را دگرگون کرده بودند شکایت داشت. آنها به عوض استنتاج نتایج از اصول متعارفه بدیهی از روی الگوی هندسه، به دستکاری و تنظیم فرضیه‌ها پرداختند تا آنها را با پدیده‌ها تطبیق کنند. پروکولوس اصرار داشت که اصل متعارف صحیح برای اخترشناسی، این اصل ارسطویی است که هر حرکت ساده، حرکتی است یا در حول مرکز عالم یا به سمت آن و یا در جهت دور شدن از آن؛ و او عدم توانایی اخترشناسان در استخراج حرکات سیارات از این اصل متعارف را نشانه محدودیت مقدر ذهن بشر تلقی می‌کرد.

مراجع

¹ Galileo, *The Assayer*, trans. by S. Drake, in *The Controversy on the Comets of 1618*, trans. by S. Drake and C. D. O'Malley (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1960), 183-4.

² D. R. Dicks, *Early Greek Astronomy to Aristotle* (London: Thames and Hudson, 1970), 104-7.

³ Geminus is quoted by Simplicius, *Commentary on Aristotle's Physics*, in T. L. Heath, *Aristarchus of Samos* (Oxford: Clarendon Press, 1913), 275-6; reprinted in *A Source Book in Greek Science*, ed. by M. Cohen and I. E. Drabkin (New York: McGraw-Hill, 1948), 91.

مثل اعلای نظام سازی قیاسی

اقلیدس (که در ۳۰۰ قبل از میلاد در اوج شهرت بود) مطابق نقل پروکلس در اسکندریه به تعلیم پرداخت و مدرسه‌ای در آنجا تأسیس کرد. مهمترین اثری که از او به دست ما رسیده است عناصر نام دارد. نمی‌توان با قطع و یقین اظهار داشت که این کتاب تا چه اندازه گردآوری شده و تدوین یافته از دانش هندسی زمان بوده است و تا چه اندازه محصول تحقیق و پژوهشی ابتکاری. محتمل است که اقلیدس علاوه بر تنظیم هندسه در قالب يك سیستم قیاسی، برخی از براهین بدیع نیز ارائه داده باشد.

ارشمیدس (۲۸۷-۲۱۲ ق.م.) فرزند يك اختر شناس، در سیراکیوز چشم به جهان گشود. چنین شهرت یافته که او مدتی را در اسکندریه گذرانیده، شاید در این مدت همراه با شاگردان اقلیدس به تحصیل اشتغال داشته است. او از هنگام بازگشت به سیراکیوز، هم خود را مصروف تحقیق در ریاضیات نظری و عملی کرد.

شهرت ارشمیدس در دوران باستان تا حد زیادی مرهون قابلیت او به عنوان يك مهندس نظامی است. گفته‌اند که منجنیق‌هایی که او طرحشان را داده بود، به طرز مؤثری در جنگ بر ضد رومیها به هنگام محاصره سیراکیوز به کار برده شد. می‌گویند خود ارشمیدس اهمیت زیادی برای کاوشهای نظری خویش در مورد مقاطع مخروطی، علم تعادل مایعات (هیدروستاتیک)، و قوانین تعادل، از جمله قانون اهرم، قائل بود. مطابق نقل روایات، ارشمیدس هنگامی که مشغول حل يك مسأله هندسه بود، توسط سربازان رومی به قتل رسید.

يك اعتقاد رایج در میان بسیاری از نویسندگان دوره باستان این بود که ساختمان يك علم جامع و کامل، می‌باید به صورت نظامی از احکام قیاسی باشد. ارسطو بر استنتاج [قیاسی] نتایج از اصول اولیه تأکید ورزیده بود. بسیاری از نویسندگان دوران باستان معتقد بودند که مثل اعلای

نظام سازی قیاسی، در هندسه اقلیدس و مبحث اجسام ساکن (استاتیک) ارشمیدس به منصه ظهور رسیده است.

اقلیدس و ارشمیدس نظامهایی از احکام - شامل اصول متعارف، تعاریف و قضایا - را تنظیم کرده بودند. این نظامها به گونه‌ای منظم شده بود که درستی قضایا از درستی اصول متعارف - که صحت آنها مفروض گرفته شده بود - ناشی می‌گردید. برای مثال، اقلیدس مدل ساخت که اصول متعارف او، همراه با تعریف اصطلاحاتی نظیر «زاویه» و «مثلث» نشان می‌دهد که مجموع زوایای داخلی يك مثلث معادل دو قائمه است. ارشمیدس به کمک اصول متعارف خود دربارهٔ اهرم، اثبات کرد که دو وزنه نامساوی که نسبت فاصله آنها تا نقطه اتکاء عکس نسبت وزنه‌های آنهاست، در حال تعادل قرار دارند. سه جنبه نمونه اعلائی نظام سازی قیاسی عبارت است از:

(۱) اینکه اصول متعارفی و قضایا به طور قیاسی مرتبط باشند؛ (۲) اینکه خود اصول متعارفی حقایق بدیهی باشند؛ و (۳) اینکه قضایا با مشاهدات [و تجارب] موافق باشند. فیلسوفان علم در قبال دومین و سومین جنبه مواضع مختلفی اتخاذ کرده اند، اما همگی بر سر جنبه اول اتفاق نظر دارند.

برمثل اعلائی قیاس نمی‌توان صحه گذارد مگر با پذیرفتن این شرط اساسی که قضایا باید به طور قیاسی با اصول متعارف مرتبط باشند. اقلیدس و ارشمیدس برای اثبات قضایا از روی اصول متعارفی، دو روش بسیار با اهمیت را به کار می‌بستند: برهان خلف* و روش تحلیل^۱ شیوه برهان خلف در اثبات قضیه «T» چنین است که فرض می‌شود «نه T» درست است، آنگاه از «نه T» و اصول متعارف آن نظام، يك حکم و نقیض آن استنتاج می‌شود. اگر بتوان به این طریق دو

* ارشمیدس برهان خلف *reductio ad absurdum* را برای اثبات اینکه «دو وزنه که به فاصله مساوی در دو سوی نقطه اتکائی يك اهرم متعادل قرار گرفته اند، هم وزنند» (T)، به کار گرفت. او فرض کرد قضیه نقیض «وزنه‌های متعادل هم وزن نیستند» (نه T) درست است و آنگاه نشان داد که «نه T» غلط است، بدان علت که این قضیه ملزوماتی دارد که در تناقض با یکی از اصول متعارفی سیستم قرار دارند. زیرا اگر «نه T» درست باشد، می‌توان وزن بزرگتر را آنگاه کاهش داد تا آنکه وزن هر دو یکسان شود. اما اصل متعارفی ۳ بیان می‌کند که اگر یکی از دو وزنی که ابتدا در حال تعادل بوده اند، کاهش یابد، در آن صورت اهرم در جهت وزنی که تغییر نیافته پایین می‌آید. در نتیجه اهرم، دیگر در حال تعادل نخواهد بود. اما این امر با «نه T» در تناقض است، بنابراین «T» اثبات می‌شود [۱].

۱. روش تحلیل *the method of exhaustion* به معنی تحلیل بردن و از میان برداشتن و مستهلك کردن فرض مقابل يك قضیه به واسطه غیر منطقی بودن نتایج آن است. در عربی این روش را توری استفاده می‌نامند. - م.

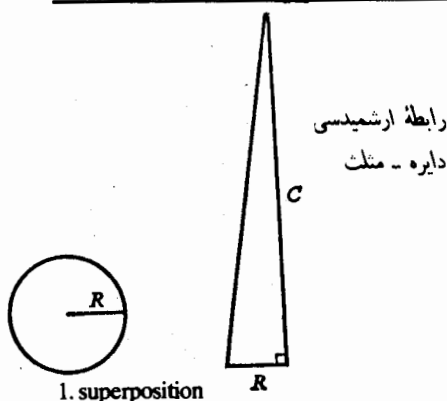
حکم متناقض استنتاج کرد، و اگر اصول متعارفی سیستم درست باشند، آنگاه «T» هم می باید درست باشد.

روش تحلیل بسط شیوه برهان خلف است. این روش مشتمل است بر اثبات این مطلب که هر نقیض ممکن يك قضیه، دارای نتایجی متعارض و ناسازگار با اصول متعارف سیستم است.*

هندسه اقلیدسی از نظر شرط لازم [وجود] روابط قیاسی میان اصول متعارف و قضایا، ناقص و ناتمام بود. اقلیدس پاره ای از قضایای خود را با توسل به عمل رویهم گذاردن اشکال، برای اثبات انطباق آنها بریکدیگر، مدلل داشت. اما در اصول متعارفی هیچ اشاره ای به این عمل انطباق اشکال، نشده است. به این ترتیب، اقلیدس برخی از قضایای خود را با خروج از سیستم اصول متعارف، اثبات کرد. هندسه اقلیدسی در نیمه دوم قرن نوزدهم توسط دیوید هیلبرت مجدداً به صورت سیستم قیاسی منسجم و دقیقی تنظیم گردید. در تنظیم و تسبیح مجدد، هر قضیه سیستم، عبارت است از يك نتیجه قیاسی از اصول متعارفی و تعاریف.

جنبه دوم و بحث انگیزتر مثل اعلای نظام سازی قیاسی، این شرط اساسی است که خود اصول متعارف حقایق بدیهی باشد. این شرط اساسی صریحاً توسط ارسطو بیان گردید. او اصرار داشت که اصول اولیه علوم مورد نظر حقایق ضروری باشد.

این شرط که اصول متعارفی سیستمهای قیاسی حقایق بدیهی باشد، موافق شیوه فیثاغوری در فلسفه طبیعی بود. فیثاغوری راسخ العقیده، اعتقاد دارد که در طبیعت روابط



* ارشمیدس روش تحلیل را برای اثبات اینکه مساحت يك دایره معادل مساحت مثلثی است که قاعده اش شعاع دایره و ارتفاعش محیط آن است، به کار برد. ارشمیدس این قضیه را با نشان دادن اینکه اگر فرض شود مساحت دایره بزرگتر یا کوچکتر از مساحت مثلث است در سیستم اصول متعارفی هندسه تناقض رخ می نماید، اثبات کرد [۲]. نمودار مقابل را ببینید:

۲. دیوید هیلبرت (۱۸۶۲-۱۹۴۳) David Hilbert ریاضیدان آلمانی و استاد دانشگاه گوتینگن.

ریاضیسی موجود است که می‌توان به کمک عقل و اندیشه آنها را کشف کرد. از این دیدگاه، طبیعی است که تأکید شود مبادی نظام سازی قیاسی، آن دسته از روابط ریاضی باشد که به عنوان زیر ساخت و اساس پدیده‌ها شناخته شده است.

از سوی آنانکه از سنت «نجات نموده‌ها» در نجوم ریاضی پیروی می‌کردند، يك موضع متفاوت اتخاذ گردید. آنها شرط اساسی ارسطوئیان را رد کردند [و اظهار داشتند که] برای نجات نموده‌ها کافی است که نتایج قیاسی اصول متعارفه، با مشاهدات و تجارب، موافق باشد. اینکه خود اصول متعارفه غیر مقبول یا حتی غلط باشد، سخنی نامربوط است.

سومین جنبه مثل اعلای نظام سازی قیاسی عبارت از این است که سیستم قیاسی می‌باید با واقعیت تماس داشته باشد. به طور قطع اقلیدس و ارشمیدس درصدد اثبات قضایایی بودند که کاربرد عملی داشت. در واقع ارشمیدس شهرت خود را مدیون استفاده عملی از قانون اهرم در ساختن قلعه کوب برای مقاصد نظامی بود.

اما به منظور برقراری تماس با حوزه تجربه، ضروری است که لااقل برخی از کلمات و اصطلاحات نظام قیاسی به اشیاء و روابط جهان خارج راجع شود. به نظر می‌رسد اقلیدس، ارشمیدس و وارثان بلافصل ایشان، می‌پنداشتند که اصطلاحاتی نظیر «نقطه»، «خط»، «وزن» و «میل» (واحد اندازه‌گیری طول) معادلها و لوازم تجربی دارند. برای نمونه، ارشمیدس، مسائلی را که ضمن ارائه شرح و تفسیری تجربی بر قضایای او در مورد اهرم مطرح می‌شد، متذکر نگردید. او هیچ تفسیری درباره محدودیتهایی که باید برای ذات و طبیعت خود اهرم قائل شد، ارائه نداد. ازین رو قضایایی که او استنتاج کرد، به طور تجربی فقط در مورد آن دسته از میل‌هایی که به طرز محسوسی خم نمی‌شوند و توزیع وزن در آنها یکنواخت است، تأیید می‌گردد. به بیان دقیقتر، قضایای ارشمیدس تنها در مورد «اهرم ایده‌آل» صدق می‌کند. این اهرم که در اصل قابل ساخته شدن نیست، عبارت است از يك میلۀ کاملاً سخت و صلب، اما فاقد وزن.

احتمالاً همین اشتغال ذهنی ارشمیدس نسبت به قوانین قابل اعمال به يك چنین «اهرم ایده‌آل»، منشأ يك سنت فلسفی گشته است که در آن میان پیچیدگیها و معضلات ناگشودنی پدیده‌ها و سادگی جاودانه روابط صوری، تقابلی برقرار است. این سنت، همواره به وسیله این ادعای فلسفی، که حوزه پدیده‌ها در بهترین حالت «تقلید» و یا «انعکاسی» از «جهان واقعی»

است، تقویت و تحکیم شده است. مسئولیت اولیه در ترویج این دیدگاه متوجه افلاطون و شارحان اوست. این تنوید در اندیشه گالیله و دکارت تأثیرات مهمی برجای گذارد.

مراجع

^۱ T. L. Heath, ed., *The Works of Archimedes* (New York: Dover Publications, 1912), 189-90.

^۲ *Ibid.*, 91-3.

نظریه جزء لایتجزی و مکانیزم نهانی

چنانکه قبلاً ذکر شد، برخی از پیروان افلاطون، عالم را به منزله انعکاس ناقصی از يك حقیقت نهانی به حساب می آوردند. يك گسستگی بارزتر و شکاف عمیقتر [میان نمود و بود] توسط دو تن از اتمیان، یعنی دموکریتس و لوکیپوس مطرح گردید. در نظر اتمیان، رابطه میان نمود و بود، رابطه میان يك اصل و يك المثنای ناقص نبود. به عکس آنها معتقد بودند که اشیاء و روابط در «عالم واقعی» نوعاً با عالمی که ما به واسطه حواس می شناسیم تفاوت دارد.

برطبق رأی اتمیان آنچه واقعی است حرکت اتمها در خلأ است. حرکت اتمهاست که ادراک حسی ما را از رنگها، رایحه ها و طعمها ایجاد می کند. اگر این حرکات نباشد، هیچ ادراک حسی وجود نخواهد داشت. گذشته از این، خود اتمها تنها خاصه های اندازه، شکل، نفوذ، ناپذیری، حرکت و میل به ورود در ترکیبات و پیوندهای گوناگون را دارند. اتمها، برخلاف اشیاء بزرگ نه نفوذ پذیرند، نه تقسیم پذیر.

اتمیان، دگرگونیهای مشهود در پدیدارها را به تجمع و تفرق اتمها نسبت می دادند. برای نمونه آنها طعم شور برخی از مواد غذایی را به جدا شدن اتمهای بزرگ و دندانه دار منتسب می کردند، و قابلیت نفوذ آتش در اجسام را به حرکات سریع اتمهای کروی و بسیار خرد آتش [۱].

بسیاری از جنبه های برنامه اتمیان اهمیت زیادی در پیشرفت نظریات آتی در مورد روش علمی داشته است. يك جنبه بسیار مؤثر اتمیسم (نظریه جزء لایتجزی) این اندیشه است که تغییرات مشهود را می توان با مراجعه به تحولاتی که در مرتبه پایین تر (سطح نازلتر) هر سازمان

و تشکیلاتی رخ می‌دهند، تعیین کرد. این اندیشه، به اعتقاد راسخ بسیاری از فلاسفه طبیعی قرن هفدهم تبدیل شد. این اعتقاد که اندر کشهای در مقیاس کوچک (یعنی ذرات صفار)، سبب بروز تغییرات در مقیاس بزرگ (یعنی عالم کبیر) می‌گردد، بیش از دیگران، به وسیله گاساندی، بویل و نیوتن مورد تأیید قرار گرفت.

جدای از این، اتمیان قدیم، دست کم، به طور محدود، دریافته‌اند که نمی‌توان به گونه‌ای در خور و بایسته، کیفیات و فرایندها را در يك سطح، صرفاً با فرض اینکه نظیر همان کیفیات و فرایندها در سطح عمیقتری وجود دارد، تبیین کرد. برای نمونه نمی‌توان رنگ اشیاء را به گونه‌ای خرسند کننده، با انتساب آن به حضور اتمهای رنگین [در اجسام] تفسیر کرد. يك جنبه مهمتر برنامه اتمیان عبارت است از تحویل تغییرات کیفی در عالم کبیر به تغییرات کمی در مرتبه ذرات صفار. اتمیان در این مورد که تفسیرهای علمی می‌باید برحسب روابط هندسی و عددی ارائه گردد، با فیثاغوریان همعقیده بودند.

دو عامل از قبول عام و پذیرش همگانی بیان متعارف نظریه جزء لایتجزی مانع گردید. اولین عامل عبارت بود از ماتریالیسم جزمی و انعطاف‌ناپذیر این فلسفه. اتمیان با تبیین احساس، و حتی تفکر، برحسب حرکات اتمها، خودآگاهی انسان را بی‌ارج ساخته بودند. به نظر می‌رسید که اتمیسم هیچ جایی برای ارزشهای روحی و معنوی باقی نگذاشته است. بی‌تردید ارزشهایی نظیر دوستی، شجاعت و پرستش قابل تحویل به اجتماع و پیوند اتمها نیست. علاوه براین اتمیان هیچ جایی برای توجه به غایت، چه طبیعی و چه الهی، باقی نگذارند.

عامل دوم عبارت بود از ماهیت استثناء بردار تبیین‌های اتمیان. آنها روش تصویر مرجح، یعنی شیوه‌ای برای نگرستن به پدیدارها، را ارائه دادند، بدون آنکه راهی برای آزمون صحت و

۱. ad hoc در لغت به معنی برای این منظور خاص؛ صرفاً برای يك مورد خاص؛ بدون کار برد عام و کلی، در فلسفه علم به معنای استثناء قائل شدن برای يك نظریه و تبصره زدن به يك قانون به کار می‌رود. منظور این است که برای نجات يك نظریه و یا ایمن کردن و ابطال ناپذیر ساختن يك قانون، استثنایی برای آن قائل می‌شوند و بدان تبصره می‌زنند. این عمل، البته نظریه را نجات می‌دهد و آن را آسیب‌ناپذیر می‌سازد، اما در عین حال در بسیاری موارد معادل است با عقیم کردن و از اثر انداختن آن قانون و یا نظریه. استثناء قائل شدن برای نظریه‌ها در تاریخ علم داستانی مفصل دارد و نمونه‌های متعددی از آن در صفحات تاریخ علم به چشم می‌خورد. در اینجا به عنوان نمونه، می‌توان از تئوری انقباض لورنتز، که برای نجات نظریه اتر اطراف زمین و تئوری موجی نور پیشنهاد شده بود، یاد کرد. (ر. ک. پاورقی ۵ ص ۲۵۹). - م.

دقت آن تصویر وجود داشته باشد. [برای مثال] حل شدن نمک در آب را در نظر بگیرید، قویترین استدلالی که [در این مورد] از سوی اتمیان عرضه شد، این بود که چنین اثری می تواند به واسطه پخش شدن اتمهای نمک در مایع به وجود آید. با این حال اتمیان باستان نمی توانستند علت این را که چرا نمک در آب حل می شود ولی شن حل نمی شود تبیین کنند. البته آنها می توانستند بگویند که اتمهای نمک در حفره های میان اتمهای آب جا می گیرد، حال آنکه اتمهای شن جا نمی گیرد. اما منتقدان اتمیسم، این تبیین را رد می کنند، به این دلیل که صرفاً راه دیگری است برای بیان همان مطلب که نمک در آب حل می شود، اما شن حل نمی شود.

مراجع

- ¹ G. S. Kirk and J. E. Raven, *The Presocratic Philosophers* (Cambridge: Cambridge University Press, 1962), 420-3.

تثبیت و تکمیل روش ارسطو در قرون وسطی

انگاره استقرائی - قیاسی تحقیق علمی
 «دومین امتیاز» راجریکن برای علوم تجربی
 روش استقرائی توافق و اختلاف
 روش «توافق» دونس اسکوتس
 روش اختلاف «ویلیام اکامی»

ارزشیابی تبیین‌های رقیب
 «اولین امتیاز» راجریکن برای علم تجربی
 روش گروستست در ابطال فرضیه‌های رقیب
 استره اکام

بحث پیرامون حقیقت ضروری
 رأی دونس اسکوتس در باب «وحدت امکانی» پدیدارها
 رأی نیکلاس اهل اوترکورت در باب مطابقت اصل حقیقت ضروری با اصل
 امتناع تناقض

رابرت گروستست^۱ (در حدود ۱۱۶۸ تا ۱۲۵۳ م) طلبه و بعداً مدرس حوزه علمیه آکسفورد که بعدها به مقام رهبری کلیسا رسید. او ریاست هیئت امنای دانشگاه آکسفورد را به عهده داشت (۱۲۱۵ تا ۱۲۲۱ م)، و از ۱۲۲۴ به ایراد سخنرانی‌هایی در فلسفه برای فرقه فرانسیسکن پرداخت. گروستست، اولین عالم قرون وسطی به حساب می‌آید که مسائل مربوط به استقراء و اصل تحقیق‌پذیری را مورد تحلیل قرار داد. او شروع و تفاسیری بر آنالوطیکای ثانی و طبیعیات ارسطو به رشته تحریر در آورد، ترجمه‌هایی از درباره آسمان و اخلاق نیکوماخسی^۲ فراهم کرد، و مقالاتی را پیرامون اصلاح تقویم، نورشناسی (علم مناظر و مرایا)، حرارت و صوت تألیف کرد. او نوعی «مابعدالطبیعه‌نور» را بروفق مذهب نوافلاطونی ابداع کرد که در آن، با قیاس به انتشار نور از یک منبع، تکثیر و افاضه «صور حسیه»^۳ به علت موجه نسبت داده می‌شد. به سال ۱۲۳۵ میلادی گروستست به مقام اسقفی کلیسای لینکلن برگزیده شد و از آن پس بخشی از توان و استعداد فوق‌العاده خود را مصروف رسیدگی به امور کلیسایی کرد.

راجریبکن (در حدود ۱۲۱۴ تا ۱۲۹۲ م) در آکسفورد و پاریس به تحصیل پرداخت و در همان جا به مقام استادی رسید و رساله‌هایی را در تحلیل آثار مختلف ارسطو تحریر کرد. در سال ۱۲۴۷ میلادی به آکسفورد بازگشت و در آنجا به مطالعه زبانها و علوم مختلف و بخصوص علم مناظر و مرایا (نورشناسی) پرداخت. پاپ کلمنت (کلمان) چهارم به مجرد اطلاع از طرح پیشنهادی بیکن برای متحد ساختن علوم در خدمت الهیات و معارف الهی، درخواست کرد تا یک نسخه از اثر بیکن را در اختیار او قرار دهند. بیکن که تا آن هنگام هنوز نظریات خود را به رشته تحریر در نیاورده بود، بلافاصله دست به کار تألیف و ارسال احیاء العلوم کبیر و دو اثر مکمل آن برای پاپ گردید (۱۲۶۸). اما متأسفانه پاپ قبل از بررسی و ارزشیابی کتاب بیکن درگذشت. از قرائن چنین برمی‌آید که بیکن با رؤساء و مقامات مافوق خود در فرقه فرانسیسکن ناسازگاری و خصومت داشته و هوش و استعداد همکاران خود را به باد انتقاد می‌گرفته است. این امر، همراه با علاقه مفرط او به کیمیاگری، تنجیم (علم احکام نجوم) و مکتب مکاشفه و الهام یواخیم از اهالی فلورنس^۴ او را در مظان اتهام جادوگری قرار داد. به احتمال قریب به یقین، او سالهای آخر عمر خود را [به همین اتهام] در حبس و بازداشت سپری کرد.

1. Robert Grosseteste 2. Verification 3. Posterior Analytics 4. Physics

5. De Caelo 6. Nichomachean Ethics

۷. species این لفظ به معنی «نوع» است، حال آنکه در فلسفه قرون وسطی برای بیان «صور حسیه» به کار می‌رفته است. صور حسیه در مقابل صور شبیه است که عبارت است از عالم مثال. (نقل به مضمون از: فلاسفه تجربی انگلستان، منوچهر بزرگمهر، صفحه ۲۷).

8. Causal agency 9. Opus Maius 10. Opus Minus; Opus Tertius 11. Joachim of Floris

جان دونس اسکوتس^۱ (حدود ۱۲۶۵ تا ۱۳۰۸ م) به سال ۱۲۸۰ داخل در فرقه فرانسیسکن شد و به کسوت کشیشان در آمد. او در آکسفورد و پاریس به تحصیل پرداخت، و علیرغم آنکه مدتی را به سبب عدم حمایت از شاه در مرافعه ای که بر سر اخذ مالیات از زمینهای موقوفه کلیسا با پاپ داشت، از پاریس تبعید گردید، موفق شد در الهیات به درجه اجتهاد برسد و دکترای خود را در این رشته به سال ۱۳۰۵ دریافت کند. دونس اسکوتس به همراه تنی چند از نویسندگان قرون وسطی هم خود را مصروف جذب فلسفه ارسطو در عقاید [دینی] مسیحیان گردانید.

ویلیام اکامی^۲ (حدود ۱۲۸۰ تا ۱۳۴۹ م) به تحصیل و تدریس در آکسفورد پرداخت، و بزودی به کانون بحث و مجادله در درون کلیسا مبدل گردید. او ادعای برتری و تفوق دنیوی پاپ را با تأکید بر استقلالی که از جانب ذات باری برای مقامات دنیوی مقرر شده است، مورد حمله قرار داد. او در بحثی که با پاپ جان بیست و دوم بر سر مسأله فقر حواریون داشت به فتاوی اولیه پاپ نیکلاس سوم تمسک جست، و به دفاع از نظریه اصالت تسمیه (نامگرایی) پرداخت که بر حسب آن کلیات تنها در اذهان و عقول وجود واقعی دارند. زمانی که نوشته های او در محکمه [تفتیش عقاید] آوینیون مورد بررسی و رسیدگی قرار گرفت به باواریا (آلمان) پناهنده شد و مدتی را در آنجا به سر برد. اما [بر خلاف انتظارش] هیچ نوع محکومیت رسمی برایش در نظر گرفته نشد.

نیکلاس اهل اوترکورت^۳ (حدود ۱۳۰۰ - بعد از ۱۳۵۰ م) در پاریس به تحصیل و بعداً ایراد خطابه پرداخت و در آنجا رساله ای را در نقد آرای رایج در آن عصر راجع به جوهر و علیت تکمیل کرد. او در سال ۱۳۴۶ از سوی محکمه آوینیون (وابسته به دربار پاپ) محکوم به سوزاندن نوشته های خود و توبه از برخی عقاید ضاله در محضر هیئت علمی دانشگاه پاریس گردید. نیکلاس به رأی صادره گردن نهاد و دستورات را مو به مو اجرا کرد و در نتیجه به مقام تولیت کلیسای جامع شهر متز^۴ منصوب گردید.

تا قبل از ۱۱۵۰ میلادی مدرسیان لاتین زبان مغرب زمین ارسطو را تنها به عنوان یک منطقدان می شناختند، در عوض افلاطون برجسته ترین فیلسوف طبیعت شناس به حساب می آمد. اما تقریباً از آغاز سال ۱۱۵۰، ترجمه نوشته های ارسطو در خصوص علم و روش علمی از منابع عربی و یونانی به لاتینی آغاز گردید. مراکزی برای ترجمه این آثار در اسپانیا و ایتالیا تأسیس گردید؛ و تا سال ۱۲۷۰ قسمت اعظم آثار ارسطو به زبان لاتینی ترجمه شد. تأثیر این میراث در حیات عقلی مغرب زمین بسیار عظیم بود. آثار ارسطو در باب علم و روش علمی

1. John Duns Scotus

2. William of Okham

3. Nicolaus of Autrecourt

4. Metz

گنجینه‌ای از بینشهای نو برای مدرسیان فراهم آورد؛ تا آنجا که برای چندین نسل [و در طول سالیان دراز] شیوه معیار در زمینه علم خاص، عبارت بود از شرح یا حاشیه نویسی بر تحقیقات و مطالعات ارسطو در آن زمینه.

مهمترین نوشته ارسطو در باب فلسفه علم آنالوطیکای ثانی است، این اثر از اواخر قرن دوازدهم در دسترس مدرسیان مغرب زمین قرار گرفت. در طول سه قرن بعد، نویسندگانی که در باب روش علمی قلمفرسایی کردند، به بحث در باره مسائلی که ارسطو مطرح ساخته بود، اکتفا کردند. شارحان ارسطو در قرون وسطی بخصوص به نقد و بررسی دیدگاه ارسطو در باب شیوه علمی، موضع او در ارزشیابی تبیین‌های رقیب، و دعوی او در این که معرفت علمی، حقیقت ضروری است، پرداختند.

انگاره استقرائی - قیاسی تحقیق علمی

دو تن از پر نفوذترین نویسندگان قرن سیزدهم که درباره روش علمی تألیفاتی داشته‌اند، یعنی رابرت گروستست و راجریکن، الگوی استقرائی - قیاسی ارسطو در تحقیق علمی را به کرسی اثبات و قبول نشانده‌اند. گروستست مرحله استقرائی را تحت عنوان «تجزیه» پدیدارها به عناصر سازنده آنها، و مرحله قیاسی را، که در آن این عناصر برای بازسازی پدیدارهای اصلی مجتمع می‌شوند، تحت عنوان «ترکیب» پدیدارها مشخص می‌ساخت [۱]. مؤلفان بعدی اغلب از نظریه ارسطو در باب شیوه [تحقیق] علمی تحت عنوان «روش تجزیه و ترکیب» یاد کرده‌اند.

گروستست نظریه ارسطو در باب شیوه [تحقیق] علمی را در مورد مسأله رنگهای طیف به کار برد. او متوجه این نکته شد که طیفهایی که در رنگین کمانها، و در قطرات آبی که در اثر برخورد پره‌های آسیاب و یا لبه پاروها با آب به اطراف پراکنده می‌شود، و طیف‌هایی که در اثر عبور نور خورشید از گویهای پر از آب ایجاد می‌گردد، مشخصه‌های مشترکی دارد. با پیروی از روش استقراء او سه عنصر را، که در همه نمونه‌ها و مصادیق گوناگون طیف مشترک است، «تجزیه» کرد. این سه عنصر عبارت است از ۱) اینکه طیفها با گویهای شفاف همبستگی و اتحاد دارد؛ ۲) اینکه رنگهای گوناگونی که در طیف به چشم می‌خورد از شکست نور در زوایای

۱. «آنالوطیکای دوم» (یا برهان) یعنی خصوصیتی که باید استدلال داشته باشد تا «علمی» باشد. - م.

مختلف ناشی می‌شود؛ ۳) اینکه رنگهای ایجاد شده بر روی قوسی از دایره واقع است. پس از طی این مرحله، او توانست از روی عناصر سه گانه فوق‌الذکر ویژگیهای کلی، این طبقه از پدیدارها را «ترکیب» کند [۲].

«دومین امتیاز» راجریکن برای علوم تجربی

روش تحلیل گروستست، سیر صعود استقرائی از احکام مربوط به پدیدارها را به عناصری که می‌توان پدیدارها را به کمک آنها باز ساخت مشخص می‌کند. راجریکن شاگرد گروستست تأکید کرد که کاربرد موفقیت‌آمیز این روش استقرائی بستگی دارد به داشتن اطلاعات دقیق و گسترده از امور واقع. بیکن اظهار داشت که می‌توان زمینه تجربی و واقعی یک علم را در اغلب موارد از طریق آزمایش فعال گسترش داد. استفاده از آزمایش برای افزایش اطلاعات و دانسته‌ها در باره پدیدارها، دومین امتیاز و وجه رجحان بیکن برای علوم تجربی است [۳].

بیکن در نوشته‌های خود یک «استاد آزمایش» را، که اثر او، تحقق «دومین امتیاز» را امکان پذیر ساخت، مورد تقدیر و ستایش قرار داد. فرد مذکور احتمالاً پطرس ماری کورتی^۱ بود. [۴]. پطرس از جمله اثبات کرده بود که از دو نیم کردن یک آهنربای میله‌ای شکل، دو آهنربای جدید با قطبهای شمال و جنوب مختص خود به وجود می‌آید. بیکن تأکید داشت که اکتشافاتی از این قبیل، زمینه تجربی لازم را برای آنکه بتوان عناصر مربوط به نظریه آهنربا را از آن استنتاج کرد، افزایش می‌دهد.

اگر بیکن تحسین و ستایش خود را از آزمایش تنها به همین نوع کاوش و تحقیق علمی محدود کرده بود، در آن صورت شایسته دریافت لقب قهرمان تحقیق آزمایشی می‌بود. اما متأسفانه بیکن اغلب آزمایش را در خدمت کیمیاگری قرار می‌داد و در مورد نتایج آزمایشهای کیمیاگری ادعاهای مبالغه‌آمیز و ناموجهی می‌کرد. برای نمونه، زمانی اعلام کرد که اکتشاف

۱. لفظ experiment یا experimentation به معنای آزمایش، با لفظ experience به معنای تجربه تفاوتی دارد که باید به آن توجه کرد. لفظ دوم معنای تجربه شخصی یعنی مشاهده حسی را می‌دهد، که اعم از ظاهری یا باطنی (نفسانی)، و از جانب یک نفر یا چند نفر، یا همه مردم. ولی لفظ اول معنای آزمایش سامان یافته علمی عملی را می‌دهد که به منزله بازجویی از طبیعت برای کشف اسرار اوست... م.

ماده ای که با زدودن ناخالصیها از فلزات پست آنها را به طلای خالص بدل می کند یکی از پیروزیهای «علم آزمایشی» است [۵].

روش استقرائی توافق و اختلاف

ارسطو تأکید کرده بود که اصول تبیین کننده می باید از مشاهدات و تجارب استقراء شود. در این زمینه مدرسیان قرون وسطی سهم برجسته ای در ارائه شیوه های استقرائی جدید برای اکتشاف اصول تبیین کننده داشتند.

برای مثال، گروستست پیشنهاد کرد که يك راه مناسب برای تشخیص اینکه آیا يك گیاه طبی بخصوص، ملین است یا نه، بررسی موارد عدیده ای است که در آن گیاه طبی مورد نظر تجویز می شود در حالی که هیچ عامل لینت آور دیگری دخالت ندارد [۶]. اجرای این آزمون بسیار دشوار است و شاهدهی در دست نیست که خود گروستست آن را عملی کرده باشد. با این حال می باید او را برای ارائه نکات عمده و طرح اجمالی يك روش استقرائی، که چند قرن بعد به «روش مشترك توافق و اختلاف میل» شهرت پیدا کرد، مورد تقدیر قرار داد.

در قرن چهارده میلادی، جان دونس اسکوتس و ویلیام اکامی به ترتیب طرح اجمالی يك روش استقرائی توافق و يك روش استقرائی اختلاف را ارائه دادند. آن دو این روشها را کمکی برای مرحله «تجزیه» پدیدارها به حساب می آوردند. بدین سان، آنها روشهایی هستند، که به قصد تکمیل روشهای استقرائی که ارسطو مورد بحث قرار داده بود، ارائه شده اند.

روش «توافق» دونس اسکوتس

روش یا قاعده توافق منسوب به دونس اسکوتس شیوه ای است برای تحلیل مواردی که در آنها معلول خاصی رخ می نماید؛ این شیوه عبارت است از فهرست کردن اوضاع و احوال مختلفی که هر زمان که معلول رخ می نماید، حاضر است، و جستجو برای یافتن شرط یا حالت بخصوصی که در هر مورد، حضور دارد [۷]. دونس اسکوتس عقیده داشت که اگر فهرست شرایط به صورت مقابل باشد:

مورد	اوضاع و احوال (شرایط)	معلول
۱	ABCD	e
۲	ACE	e
۳	ABEF	e
۴	ADF	e

آنگاه پژوهشگر در اخذ این نتیجه که e می‌تواند معلول A باشد، محقّ است. دعاوی دونس اسکوتس در خصوص روش توافق خود بسیار متواضعانه بود. او اعتقاد داشت که حداکثر چیزی که از کاربرد این روش حاصل می‌شود عبارت است از يك «وحدت بالقوه» میان معلول، و وضع و حال ملازم آن. يك دانشمند با کاربرد این طرح، ممکن است مثلاً نتیجه بگیرد که ماه جسمی است که می‌تواند منخسف شود، و یا اینکه نوع معینی از يك گیاه طبی می‌تواند طعم تندى داشته باشد [۸]. اما کاربرد این طرح بتنهایی نه می‌تواند اثبات کند که ماه بالضروره می‌باید منخسف شود و نه اینکه هر نمونه‌ای از گیاه طبی بالضروره می‌باید تند و تیز باشد.

دونس اسکوتس به نحو متناقض‌نمایی هم دامنه روش تحلیل را گسترش داد و هم همبستگی‌هایی را که به شیوه استقرائی حاصل می‌شود، بی‌اعتبار شمرد. عقاید دینی و کلامی او باعث این بی‌اعتبار شمردن شده بود. او اصرار داشت که خداوند می‌تواند هر آنچه را که مستلزم تناقض نباشد به انجام رساند و معتقد بود که یکنواختیهای طبیعت صرفاً به واسطه اراده و میل خداوند جامه وجود پوشیده است. علاوه بر اینها، خداوند اگر بخواهد می‌تواند نظم و ترتیب را در جایی از بین ببرد و مستقیماً و بدون دخالت اسباب و علل مادی، اثر و معلول را ایجاد کند. بهمین دلیل بود که دونس اسکوتس اعتقاد داشت روش توافق تنها می‌تواند وحدتهای بالقوه را در ضمن تجربه اثبات کند.

روش «اختلاف» ویلیام اکامی

تأکید بر قدرت مطلقه الهی در آثار ویلیام اکامی به نحو بارزتری به چشم می‌خورد. اکام

علی‌الدوام اصرار می‌ورزید که خداوند می‌تواند هر کاری را که مستلزم تناقض نباشد عملی سازد. او نیز همراهی با دونس اسکوتس معتقد بود که دانشمند از راه استقراوتها می‌تواند «وحدتهای بالقوه» در میان پدیده‌ها را اثبات کند.

اکام برای استنتاج از وحدتهای بالقوه، شیوه‌ای را براساس روش اختلاف، تسبیق کرد. روش اکام عبارت است از مقایسه دو مورد - یکی، موردی که معلول در آن حضور دارد و دیگری، آنکه معلول در آن حضور ندارد. اگر بتوان نشان داد که يك شرط و حالت با حضور معلول حاضر است و با غیبت آن غایب، مثل:

مورد	اوضاع و احوال (شرایط)	معلول
۱	ABC	e
۲	AB	-

در آن صورت پژوهشگر حق دارد که نتیجه بگیرد شرط یا حالت C می‌تواند علت معلول e باشد.

اکام مدعی بود که در حالت ایده‌آل، معرفت نسبت به يك وحدت بالقوه می‌تواند، تنها برپایه يك همبستگی و اتحاد مشهود، حاصل شود. اگرچه توجه داشت که در چنین حالتی می‌باید مطمئن بود که همه علل دیگری که می‌توانند معلول مورد نظر را ایجاد کنند، غایب‌اند. او ملاحظه کرد که در عمل تعیین اینکه دو دسته از شرایط تنها از يك جهت با هم متفاوت‌اند دشوار است. به این دلیل توصیه کرد که حالات متعددی مورد پژوهش قرار گیرد تا به این ترتیب احتمال دخالت يك علت ناشناخته از برای وقوع معلول مورد نظر به حداقل تقلیل یابد.

ارزشیابی تبیین‌های رقیب

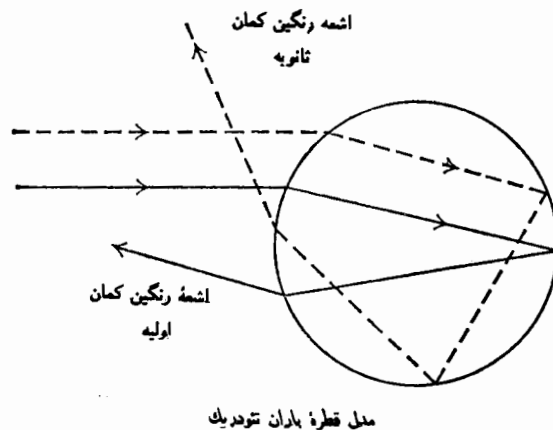
گروستست و راجریکن، علاوه بر مطرح ساختن مجدد انگاره استقرائی - قیاسی ارسطو در مورد تحقیق علمی، خود نیز سهمی اساسی در بررسی مسأله ارزشیابی تبیین‌های رقیب داشته‌اند. آنها دریافتند که هر حکمی درباره يك معلول می‌تواند از بیشتر از يك مجموعه از مقدمات استنتاج گردد. خود ارسطو هم از این موضوع مطلع بود و تأکید کرده بود که تبیین‌های

موفق علمی بیانگر روابط علی و معلولی هستند.

«اولین امتیاز» راجریبکن در مورد علم تجربی

هم گروستست و هم بیکن پیشنهاد کردند که به شیوه استقرائی - قیاسی ارسطویک مرحله سوم تحقیق نیز اضافه شود. در این مرحله سوم از تحقیق، اصولی که بوسیله «تجزیه» استقراء شده است، در معرض آزمون «تجربه مجدد» قرار می گیرد. بیکن این شیوه آزمون را «اولین امتیاز و وجه رجحان» علم تجربی نامید [۱۰]. این شیوه از دیدگاه روش شناسی بسیار ذیقیمت بود و پیشرفت قابل توجهی در نظریه ارسطو در باب روش تحقیق علمی ایجاد کرد. ارسطو به استنتاج احکام از همان پدیدارهایی که به عنوان سرآغازهای پژوهش علمی در نظر گرفته شده است بسنده کرده بود. اما گروستست و بیکن آزمونهای تجربی بیشتری را برای اصولی که از طریق استقراء حاصل می شود خواستار شدند.

در آغاز قرن چهاردهم میلادی، تئودریک اهل فرای برگ، به نحوی چشمگیر «اولین امتیاز» بیکن را به کار بست. تئودریک براین باور بود که رنگین کمان به واسطه ترکیب شکست و انعکاس نور خورشید در قطرات باران پدید می آید. او برای تحقیق درستی این فرضیه چند کره شیشه ای مجوف را پر از آب کرد و آنها را در مسیر اشعه خورشید قرار داد. به وسیله این مدل او هم قوس اولی و هم قوس ثانوی را، که در رنگین کمانها ظاهر می شود، به وجود آورد.



تئودریک اثبات کرد که ترتیب رنگها در رنگین کمانهای ثانوی معکوس است و نیز زاویه میان شعاع تابش با اشعه ای که از گوی خارج می شود برای رنگین کمانهای ثانوی ۱۱ درجه است. این رقم بخوبی با آنچه که در رنگین کمانهای طبیعی دیده می شود وفق می دهد [۱۱].

متأسفانه گروستست و بیکن واعظین غیر متعظی بودند و توصیه خود را کمتر به کار می بستند. بخصوص بیکن در اغلب موارد، به عوض استفاده از آزمون تکرار آزمایش، به ملاحظات پیشین و به حجیت کلام نویسندگان گذشته متوسل می گردید. برای مثال، پس از آنکه مشخص گردید علم تجربی به وجهی شایسته به کار نتیجه گیری و استنباط حکم رنگین کمان می آید، بیکن اصرار می ورزید که شماره رنگهای رنگین کمان پنج تاست، زیرا عدد پنج برای ایجاد دگرگونی در کیفیات، بهترین عدد است [۱۲].

روش گروستست در ابطال فرضیه های رقیب

گروستست متوجه شد که اگر بتوان حکمی را درباره یك معلول از بیش از يك مجموعه از مقدمات استنتاج کرد، در آن صورت بهترین روش حل مسأله عبارت خواهد بود از حذف همه تبیین ها بجز یکی. او عقیده داشت که اگر فرضیه ای متضمن نتایج معینی باشد، و اگر بتوان نشان داد که این نتایج غلط است، در آن صورت خود فرضیه می باید غلط باشد. منطقیین به این نوع استدلال قیاسی نام رفع تالی در قیاس استثنائی داده اند.

اگر H آنگاه C	اگر این حیوان نشخوار کننده باشد، معده چهار حفره ای دارد.
لیکن نه C	لیکن معده چهار حفره ای ندارد؛
پس نه H	پس این حیوان نشخوار کننده نیست

اگر چند فرضیه در اختیار داشته باشیم که هر يك از آنها بتواند به عنوان مقدمه، در استنتاج يك نتیجه معین به کار رود، آنگاه می توان با استفاده از رفع تالی همه آن فرضیه ها، بجز یکی را حذف کرد. برای این منظور باید نشان داد که هر يك از فرضیه ها، بجز یکی از آنها،

متضمن نتایج دیگری است که غلط بودنشان محرز است.

گروستست روش ابطال فرضیه‌های مخالف خود را برای دفاع از فرضیه‌ای راجع به تولید حرارت خورشید به کار بست. مطابق نظر گروستست، سه طریقه برای تولید حرارت وجود دارد: به وسیله هدایت از يك جسم گرم، «به وسیله حرکت و اصطكاك»، و به وسیله تمرکز اشعه. او معتقد بود که خورشید به وسیله تمرکز اشعه تولید حرارت می‌کند، و بنابراین کوشید تا با کاربرد رفع تالی در قیاس استثنائی دو امکان باقیمانده را رد کند. او فرضیه هدایت را به وسیله استدلال زیر ابطال کرد:

اگر خورشید به وسیله هدایت تولید حرارت کند،
در آن صورت ماده (عنصر) آسمانی مجاور آن
داغ می‌شود و تغییر کیفیت می‌دهد؛
اما ماده (عنصر) آسمانی مجاور،
ثابت است و تغییر کیفیت نمی‌دهد؛

بنابراین خورشید حرارت را
از طریق هدایت تولید نمی‌کند [۱۳].

استدلال صورت تالی دارد و بنابراین صادق است - اگر مقدمات آن درست باشد در آن صورت نتیجه نیز بالضرورة می‌باید درست باشد. اما دومین مقدمه، که از ثبات و تغییر ناپذیری ماده (عنصر) آسمانی سخن می‌گوید، کاذب است. بنابراین استدلال گروستست کاذب بودن فرضیه هدایت را اثبات نکرد. و به همین ترتیب استدلال او برای ابطال فرضیه حرکت، به دلیل مشابهی رد گردید [۱۴].

گروستست اولین فیلسوف مدرسی نبود که از رفع تالی برای ابطال فرضیه‌های رقیب استفاده کرد. فلاسفه و ریاضیدانان از زمان اقلیدس به بعد از چنین شیوه‌ای سود جسته بودند.

• يك مثال، اثبات اقلیدس است در این مورد که بزرگترین عدد اول وجود ندارد. اقلیدس نقیض قضیه را مفروض گرفت: این که بزرگترین عدد اول وجود دارد، و با N نشان داده می‌شود. او سپس عدد N را مطابق زیر تشکیل داد:

موفقیت بزرگ گروستست عبارت بود از کاربرد منظم این شیوه برای تکمیل روشهای ارسطو در ارزشیابی فرضیه‌های علمی.

علیرغم این واقعیت که بهره جوییهای فراوان و استفاده‌های مکرر گروستست از قیاسات استثنایی، در پرتو معرفت علمی کنونی، موجه به نظر نمی‌رسد، اما خود روش ابطال بسیار مؤثر بوده است. مثلاً، جان بوریدان، فیلسوف مدرسی قرن چهاردهم میلادی، یک قیاس استثنایی را برای ابطال فرضیه‌ای که ارسطو درباره حرکت پرتابی ذکر کرده، اما از آن دفاع نکرده بود به کار بست. براساس این فرضیه، هوای واقع در جلوی جسم پرتاب شده، با سرعت به عقب می‌رود تا از حدوث خلأ جلوگیری کند و در نتیجه پرتابی را به جلو می‌راند. بوریدان متذکر گردید که، اگر این فرضیه درست باشد، در آن صورت یک پرتابی که قسمت انتهایی آن پهن است، می‌باید از پرتابی دیگری که دو انتهایش نوکدار است سریعتر حرکت کند. گرچه او تصدیق کرد که پرتابی ته پهن سریعتر حرکت نمی‌کند، اما مدعی نشد که آزمایشهایی با این دو نوع پرتابی انجام داده است [۱۶].

استره اکام

شمار کثیری از نویسندگان قرون وسطی از این اصل که طبیعت همواره ساده‌ترین راه را برمی‌گزیند دفاع می‌کردند. برای نمونه، گروستست معتقد بود که زاویه شکست یک شعاع نورانی، که وارد محیط چگالتری می‌شود، می‌باید نصف زاویه تابش باشد. او اعتقاد داشت که این نسبت ۱:۲ از آن جهت درست است که طبیعت ساده‌ترین راه را در پیش می‌گیرد، و نیز بدان جهت که نسبت ۱:۱ دست نیافتنی است، زیرا منجر به بازتابش و انعکاس کلی می‌شود [۱۷].

ویلیام اکامی با این گرایش که اندیشه‌های انسانی درباره سادگی را به طبیعت نسبت

$$N = (2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 11 \times \dots \times N) + 1$$

که در آن عبارت داخل پرانتز شامل همه اعداد فرد تا N است. آنگاه قیاس استثنایی زیر را تشکیل داد: اگر N بزرگترین عدد اول باشد، در آن صورت N (که از N بزرگتر است) عدد اول نیست، اما N عددی اول است (چون از تقسیم N بر هر عدد اول باقیمانده ۱ به جا می‌ماند).

بنابراین، N بزرگترین عدد اول نیست [۱۵].

می داد به مخالفت برخاست. او احساس می کرد، اصرار بر اینکه طبیعت همواره ساده ترین راه را دنبال می کند، به منزله محدود کردن قدرت خداوند است. خداوند ممکن است بخواهد آثار و معلولها را از پیچیده ترین طرق به ظهور رساند.

از این رو اکام توجه و تأکید خود را نسبت به مسأله سادگی، از مسیر انتخابی طبیعت به نظریه هایی که درباره این موضوع تنظیم شده بود معطوف کرد. اکام مسأله سادگی را به عنوان معیاری برای مفهوم سازی و نظریه پردازی به کار گرفت. او اظهار داشت که مفاهیم زائد و غیرضروری می باید حذف گردد و پیشنهاد کرد که بین هر دو نظریه که برای توضیح و تبیین نوعی از پدیده ها عرضه می شود آنکه ساده تر است، مرجح است. نویسندگان بعدی اغلب از این اصل روش شناسانه با نام «استره اکام» یاد کرده اند.

اکام استره خود را در بحثهای قرون وسطایی راجع به حرکت پرتابی به کار برد. يك نظر این بود که حرکت پرتابی ناشی از حصول قوه محرکه ای در شیء است که بطریقی تا زمانی که حرکت ادامه دارد در پرتابی باقی می ماند. اکام معتقد بود که قوه محرکه مفهومی زائد و غیرضروری است. مطابق رأی اکام، حکمی درباره «حرکت يك جسم» صورت مختصر شده يك سلسله احکام است که مکانها و مواضع مختلف را در زمانهای مختلف به جسم نسبت می دهد. و حرکت جزو خاصه های يك جسم به حساب نمی آید، بلکه رابطه ای است که جسم با سایر اجسام و با زمان دارد. از آنجا که تغییر مکان «خاصه» جسم محسوب نمی شود، نیازی نیست که برای این جابجایی نسبی يك علت فاعلی تخصیص داده شود. اکام مدعی بود گفتن اینکه «يك جسم بواسطه تحصيل يك قوه محرکه حرکت می کند» فرقی با گفتن اینکه «يك جسم حرکت می کند» ندارد، و بنابراین حذف مفهوم قوه محرکه را از طبیعیات توصیه کرد [۱۸].

بحث پیرامون حقیقت ضروری

ارسطو اصرار ورزیده بود که چون يك «ضرورت طبیعی»، روابط میان انواع و اجناس اشیاء و حوادث را منظم می سازد، بیان لفظی مناسب این روابط نیز می باید دارای وضع و حال حقیقت ضروری باشد. مطابق رأی ارسطو، اصول اولیه علوم صرفاً محتمل الصدق نیست، آنها اساساً نمی تواند غلط و کاذب باشد، زیرا نمایشگر روابطی در طبیعت است که نمی تواند غیر از آنچه هست باشد.

يك پیشرفت برجسته در فلسفه علم قرن چهاردهم همانا ارزشیابی و بررسی مجدد مقام و موقع معرفتی تفسیرهای علمی بود. جان دونس اسکوتس، ویلیام اکامی و نیکلاس اهل اوترکورت از جمله کسانی بودند که کوشیدند معین کنند کدام قسم از قضایا و احکام، حقیقت ضروری به حساب می آیند. نقطه عزیمت آنان، این نظر ارسطو بود که اصول اولیه علوم دلالات و محاکاتی بدیهی و ضروری از نحوه وجود اشیاء به شمار می آیند.

رای دونس اسکوتس در باب «وحدت امکانی» پدیدارها

دونس اسکوتس بر تمایز میان منشأ اصول اولیه و تضمین وضع و حال آنها به عنوان حقایق ضروری اصرار می ورزید. او با ارسطو در این مورد که اصول اولیه از تجربه ناشی می شود موافق بود، اما اضافه کرد که موقع و مقام ضروری این اصول مستقل از حقیقت گزارشهای مربوط به تجربه حسی است. مطابق نظر دونس اسکوتس، تجربه حسی شرایط لازم برای تشخیص حقیقت اصول اولیه را فراهم می آورد، اما تجربه حسی شاهدهی براین حقیقت نیست؛ بلکه يك اصل اولیه، برحسب معانی الفاظ تشکیل دهنده آن صحیح است. این امر، صرف نظر از این واقعیت که ما معانی این الفاظ را از روی تجربه حسی در می یابیم، صادق است [۱۹]. برای نمونه این موضوع که «اجسام کدر ایجاد سایه می کنند» برای هر کسی که معنای الفاظ «کدر»، «ایجاد» و «سایه» را بدانند، بدیهی خواهد بود. بعلاوه، این اصل يك حقیقت ضروری است. انکار آن گرفتار آمدن در تناقض است. دونس اسکوتس اظهار داشت که حتی خداوند نمی تواند علت تناقضی باشد [که قرار است بر فرض محال] در عالم وقوع یابد.

دونس اسکوتس معتقد بود که دو نوع تعمیم علمی، حقایق ضروری اند؛ اصول اولیه و نتایج قیاسی آنها، و احکامی راجع به وحدت امکانی پدیدارها. در مقابل، او اظهار داشت که تعمیمهای تجربی حقایقی ممکن هستند. برای مثال، این امر که همه کلاغها می توانند سیاه باشند امری است که بالضروره صادق است، اما اینکه همه کلاغهای مشاهده شده، سیاه بوده اند، صرفاً امری است مربوط به واقعیت ممکن.

البته دانشمند نمی تواند نسبت به معرفتی که از وحدت امکانی پدیدارها حاصل می شود

خرسند و قانع بماند. گفتن اینکه کلاغها می توانند سیاه باشند و یا اینکه ماه می تواند منخسف شود، در واقع اطلاع چندانی درباره کلاغها و ماه به دست نمی دهد. دونس اسکوتس این موضوع را تشخیص داد. و [برای رفع مشکل] پیشنهاد کرد تا آنجا که ممکن است تعمیمها از اصول اولیه استنتاج گردد. دو مثال فوق از این جهت با یکدیگر متفاوت است. این واقعیت را که ماه جسمی است که گاهی اوقات منخسف می شود، می توان از این اصل اولی که اجسام کدر سایه می اندازند، و اینکه زمین جسمی کدر است که گاه به گاه میان خورشید درخشنده و ماه قرار می گیرد استنتاج کرد. چنین استنتاجی در مورد مسأله کلاغهای سیاه امکان پذیر نیست.

رأی نیکلاس اهل اوترکورت در باب مطابقت اصل حقیقت ضروری با اصل امتناع تناقض

نیکلاس اوترکورتی دامنه معرفت یقینی را در مقایسه با آنچه دونس اسکوتس انجام داده بود بطور جدی تری محدود کرد. تحلیل نیکلاس در قرن چهاردهم، نقطه اوج سلب اعتماد نسبت به آنچه می توان بالضروره حقیقی دانست، بود.

نیکلاس بر آن شد تا صرفاً حکمها و داوریهایی را که موافق اصل امتناع تناقض است، به عنوان حقایق ضروری بپذیرد. او به پیروی از ارسطو، اعلام کرد که نخستین اصل استدلال این است که متناقضان نمی توانند هر دو درست باشند.

اما خود ارسطو گرچه اصل امتناع تناقض را به عنوان اصل نهایی همه برهانها و استدلالها معرفی کرده بود، در عین حال تشخیص داد که نمی توان هیچ نتیجه ای را درباره پدیدارهای طبیعی یا زیستی از این اصل بتهایی استنتاج کرد. از این رو ارسطو اصول اولیه برهان را هم مشتمل بر اصول عام منطقی، نظیر اصل هویت، و اصل امتناع ارتفاع نقیضین و هم شامل اصول اولیه متناسب با علوم مربوطه دانست.

اما نیکلاس از تصدیق یقینی بودن و قطعیت اصول اولیه علوم، که از راه استقراء حاصل شده باشد - خواه این اصول بیانگر روابط علی باشد و خواه صرفاً بیانگر وحدت امکانی پدیدارها - سر باز زد. او معرفت یقینی را به اصل امتناع تناقض و احکام و استدلالهایی که با آن «تطبیق» می کند محدود ساخت. و تنها استثنایی را که مجاز شمرد، عقاید و ضروریات دین بود [۲۰].

نیکلاس اصرار می‌ورزید که هر برهان علمی می‌باید با این اصل که هر حکمی به صورت «الف و نالف» بالضروره کاذب است، مطابقت نماید. مطابق نظر نیکلاس، يك استدلال با اصل امتناع تناقض، «مطابقت» می‌کند، اگر و فقط اگر، وصل و ربط منطقی مقدمات و نفی

$$(P_1, P_2, P_3 \dots P_n), \sim C$$

نتیجه مشتمل بر تناقض باشد*.

امروزه منطقیان این شرط را به عنوان شرط لازم و کافی اعتبار قیاس پذیرفته‌اند. نیکلاس مدعی شد که هر استدلال معتبر، مستقیم یا غیرمستقیم، قابل تحویل به اصل امتناع تناقض است. این تحویل، مستقیم و بی‌واسطه است، اگر نتیجه، همانند مقدمات و یا بخشی از مقدمات باشد. برای مثال بطور مستقیم و بی‌واسطه بدیهی است که استدلال‌هایی به صورت $\frac{A, B, C}{A}$ و $\frac{A, B, C}{A}$ بروفق اصل امتناع تناقض‌اند؛ و تحویل در مورد استدلالات قیاس صوری غیرمستقیم است. برای مثال، قیاس زیر را در نظر بگیرید:

P_1 - همه چهار ضلعیها کثیرالاضلاع‌اند.

P_2 - همه مربعها چهار ضلعی‌اند.

نتیجه C : همه مربعها کثیرالاضلاع‌اند.

نفی نتیجه با وصل و عطف مقدمات ناسازگار است. اما اینکه حکم « $(P_1, P_2) \sim C$ » متناقض است، مستقیماً بدیهی نیست. این حکم تنها از آن جهت متناقض است که عطف مقدمات (P_1, P_2) مستلزم نتیجه « C » است.

نیکلاس بر مبنای این تحلیل از طبیعت استدلال‌های قیاسی، این را که می‌توان معرفتی ضروری نسبت به روابط علی و معلولی به دست آورد انکار کرد. و متذکر این نکته شد که نمی‌توان از يك مجموعه مقدمات اطلاعی را استنتاج کرد، مگر آنکه مقدمات مذکور مستلزم و یا «حاوی» آن اطلاع باشد. از این جنبه، استدلال‌های قیاسی نظیر کار آبلیموگیری است، که

p	q	p.q
T	F	F
T	T	T
F	F	F
F	T	F

۱ -

* علامت ' ' برای نشان دادن 'و' منطقی در وصل عبارات منطقی به صورت 'p و q' به کار می‌رود که در آن p و q دو گزاره جدا از هم هستند. علامت 'p ~' معادل عبارت 'نه چنین است که p' است.

۱. وصل منطقی دو قضیه p و q را چنین نشان می‌دهند:

نمی‌توان بیش از آنچه که در لیمو وجود دارد از آن آب گرفت. اما از آنجا که علت متمایز از معلول است، نمی‌توان حکمی را دربارهٔ يك معلول، از احکامی راجع به علت مفروضی آن استنتاج کرد. نیکلاس اصرار داشت که این استنتاج که چون پدیدار خاصی رخ نموده، باید همراه یا در پی آن پدیدار دیگری رخ نماید، غیرممکن است.

گذشته از این نیکلاس استدلال کرد که نمی‌توان با استفاده از روش (قاعده) توافق، معرفتی ضروری از روابط علی به دست آورد. او اصرار می‌ورزید که نمی‌توان اثبات کرد همبستگی که در گذشته مشاهده شده در آینده نیز باید همچنان ادامه یابد [۲۱]. البته دونس اسکوتس می‌توانست انتقاد نیکلاس را بدون عدول از موضع خویش بپذیرد، زیرا او فقط مدعی برقراری وحدت‌های امکانی میان دو نوع از پدیدارها بود.

نتیجهٔ تحلیل نیکلاس این است که هیچ معرفت ضروری دربارهٔ روابط علی و معلولی قابل حصول نیست. قضایای مربوط به علل، مستلزم قضایای مربوط به معلولات نیستند، استدلال‌های استقرائی از عهدهٔ اثبات اینکه يك همبستگی مشاهده شده می‌باید برقرار باشد بر نمی‌آیند.

نیکلاس اعلام داشت که امیدوار است نقادی او دربارهٔ آنچه که با یقین می‌تواند شناخته شود، به ایمان مسیحی خدمت کند. او با عدم رضایت متوجه این نکته شد که مدرسیان تمام عمر خود را صرف مطالعهٔ آثار ارسطو می‌کنند. از این رو اندرز داد که اگر این نیرو صرف اصلاح ایمان و اخلاقیات جامعه گردد، بمراتب بهتر خواهد بود [۲۲]. شاید به همین دلیل بود که او به نقادی خود، يك نظریهٔ «احتمالی» دربارهٔ عالم وجود ضمیمه کرد که مبتنی بر نظریهٔ اتمیسم کلاسیک بود. نیکلاس علاقمند بود که نشان دهد نه تنها علم ارسطویی، علمی قطعی و یقین‌آور نیست، بلکه حتی دیدگاه ارسطو دربارهٔ عالم وجود نیز محتمل‌ترین دید دربارهٔ جهان به حساب نمی‌آید.

مراجع

¹ A. G. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science (1100-1700)* (Oxford: Clarendon Press, 1953), 52-66.

² Ibid., 64-6.

³ Roger Bacon, *The Opus Majus*, trans. by Robert B. Burke (New York: Russell and Russell, 1962), vol. II, 615-16.

- ⁴ See, for instance, A. C. Crombie, *Robert Grosseteste*, 204-10.
- ⁵ Roger Bacon, *The Opus Majus*, II. 626-7.
- ⁶ A. C. Crombie, *Robert Grosseteste*, 73-4.
- ⁷ *Duns Scotus: Philosophical Writings*, trans. and ed. by Allan Wolter (Edinburgh: Thomas Nelson, 1962), 109.
- ⁸ *Ibid.*, 110-11.
- ⁹ See, for instance, Julius R. Weinberg, *Abstraction, Relation and Induction* (Madison: The University of Wisconsin Press, 1965), 145-7.
- ¹⁰ Roger Bacon, *The Opus Majus*, II. 587.
- ¹¹ See A. C. Crombie, *Robert Grosseteste*, 233-59;
W. A. Wallace, *The Scientific Methodology of Theodoric of Freiberg* (Fribourg: Fribourg University Press, 1959).
- ¹² Roger Bacon, *The Opus Majus*, II. 611.
- ¹³ A. C. Crombie, 'Grosseteste's Position in the History of Science', in *Robert Grosseteste*, ed. by D. A. Callus (Oxford: Clarendon Press, 1955), 118.
- ¹⁴ *Ibid.*, 118-19.
- ¹⁵ Euclid, *Elements*, Book IX, Proposition 20.
- ¹⁶ John Buridan, *Questions on the Eight Books of the Physics of Aristotle*, Book VIII, Question 12, reprinted in M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison: University of Wisconsin Press, 1959), 533.
- ¹⁷ A. C. Crombie, *Robert Grosseteste*, 119-24.
- ¹⁸ William of Ockham, *Summulae in Phys.*, III. 5-7, in *Ockham Studies and Selections*, trans. and ed. by S. C. Tornay (La Salle, Ill.: Open Court Publishing Co., 1938), 170-1.
- ¹⁹ *Duns Scotus: Philosophical Writings*, 106-9.
- ²⁰ Nicolaus of Autrecourt, 'Second Letter to Bernard of Arezzo', in *Medieval Philosophy*, ed. by H. Shapiro (New York: The Modern Library, 1964), 516-20.
- ²¹ J. R. Weinberg, *Nicolaus of Autrecourt* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1948), 69.
- ²² *Ibid.*, 96-7.

بحث پیرامون نجات نموده‌ها

رأی اوزیاندر، در باب مدلهای ریاضی و حقیقت فیزیکی
 گرایش فیثاغوری کوپرنیک
 بلارمین، در برابر گالیله
 گرایش فیثاغوری کپلر
 قانون «بود»

نیکلاس کوپرنیک (کوپرنیکوس) (۱۴۷۳-۱۵۴۳) با اعمال نظر عمومی بر نفوذش، که اسقف کلیسای ارملاند بود، مقرری و وظیفه‌ای از بابت تولید صوری املاک موقوفه کلیسای فراونبورگ دریافت می‌کرد. در نتیجه این امر، توانست سالهای متمادی در دانشگاه‌های ایتالیا به تحصیل بپردازد و طرح خود را در مورد اصلاح نجوم ریاضی دنبال کند. کوپرنیک در کتاب درباره افلاک آسمانی (۱۵۴۳) مدلهای ریاضی بطلمیوس را با حذف افلاک معدل و با قرار دادن خورشید (بطور تقریبی) در مرکز حرکات سیارات، اصلاح کرد.

یوهانس کپلر (۱۵۷۱-۱۶۳۰) در شهر سوابین^۱ از ایالت وایل^۲ به دنیا آمد. او مزاجی ضعیف و جسمی رنجور داشت و کودکی سخت و دشواری را سپری کرد. کپلر آرامش روح خود را در تحقیقات و

۱ نام کامل این اثر چنین است: در گردش افلاک آسمانی *De Revolutionibus Orbium Coelestium*
 2. Swabian 3. Weil

مطالعات علمی و مذهب پروتستان باز یافت. استاد او در دانشگاه توپینگن، میخائیل مستلین، او را به فراگیری نجوم کوپرنیکی علاقه‌مند ساخت. منظومه خورشید - مرکزی، در نظر کپلر برمبانی زیبا شناختی و الهیاتی متکی بود، و بدین سان تمام عمر خود را در راه کشف آن هماهنگی ریاضی که خدای متعال، علی‌القاعده می‌بایست برطبق آن کائنات را آفریده باشد، صرف کرد.

او به سال ۱۵۹۴ کرسی استادی ریاضی در مدرسه لوتری گراتس را پذیرفت، و دو سال بعد کتاب راز کیهان را منتشر کرد که در آن نظریه «ذات الحلق یا شبکه اجسام منتظم» را درباره فواصل سیارات منظومه شمسی ابراز کرد. این اثر نیز نظیر همه آثار وی نمایانگر تعلق خاطر او به شیوه تحقیق فیثاغوری و نشاندهنده اشتیاقش به مسیحیت است. در سال ۱۶۰۰، کپلر تا اندازه‌ای برای فرار از فشار اذیت و آزار کاتولیک‌های شهر گراتس، به پراگ رفت تا دستیار بزرگترین ستاره شناس تجربی یعنی تیکوبراهه^۴ بشود. او بالاخره به اطلاعات حاصل از رصد‌های تیکو براهه دست یافت و به این ترتیب تا حدود زیادی به آرزوی بزرگ خود در زمینه استفاده از روابط و نسبت‌های ریاضی جامه عمل پوشاند، در حالی که نمی‌توانست از تمجید و ستایش دقت نظری که در ارقام و داده‌های تیکو به خرج داده شده بود، خود داری کند. کپلر دو قانون اول خود را درباره حرکت سیارات در کتاب نجوم جدید^۵ (۱۶۰۹) و قانون سوم را در کتاب هماهنگی عالم^۶ (۱۶۱۹) منتشر گردانید.

رأی اوزیاندر در باب مدلهای ریاضی و حقیقت فیزیکی

در قرن شانزدهم نیز مسأله تعیین روش صحیح در اختر شناسی همچنان مورد بحث و گفتگو بود. آندرناس اوزیاندر^۷ متکلم لوتری، در مقدمه‌ای که بر کتاب در گردش افلاک کوپرنیک نوشت سنت نجات نموده‌ها را مورد تأکید مجدد قرار داد. اوزیاندر چنین استدلال کرد که کوپرنیک به قاعده آن گروه از ستاره شناسان که به دلخواه خود یک مدل یا دستگاه ریاضی را برای پیش‌بینی مواضع ستارگان اختراع می‌کنند، عمل می‌کرد. اوزیاندر اعلام کرد اینکه سیارات عملاً به گرد خورشید می‌گردند یا نه چندان اهمیتی ندارد. آنچه که مهم است این است که کوپرنیک به مدد این فرض توانسته است نموده‌ها را نجات دهد. اوزیاندر، ضمن نامه‌ای به

1. Michael Maestlin 2. *Mysterium Cosmographicum*

۳. ذات الحلق Nest of Regular Solids (شبکه اجسام منتظم) مجموعه‌ای است از حلقه‌های چوبین یا فلزی یا مقوایی که آسمان و حرکات کواکب را نشان می‌دهد. - م.

4. Tycho Brahe

*Astronomia Nova de motibus
Stellae martis*

6. *De Harmonice Mundi* 7. Andreas Osiander

۵. نام کامل این اثر چنین است: نجوم جدید از روی حرکت سیاره مریخ

کوپرنیک، کوشید تا او را نسبت به عرضه منظومه خورشید - مرکزی خود، به عنوان يك فرضیه محض، که برای آن تنها حقیقت ریاضی اعتبار می‌شود، تشویق و ترغیب کند.

گرایش فیثاغوری کوپرنیک

اما کوپرنیک نسبت به این رهبرد اخترشناسی، تعلق خاطر نداشت. او در مقام يك فیثاغوری معتقد، به جستجوی هماهنگیهای ریاضی در پدیده‌ها پرداخت، زیرا اعتقاد داشت که آنها «حقیقه وجود دارند». کوپرنیک معتقد بود که منظومه خورشید - مرکزی او صرفاً يك وسیله و ابزار محاسباتی نیست و چیزی بیش از این به حساب می‌آید.

کوپرنیک دریافت که می‌توان حرکات سیاره‌ای رصد شده را با يك درجه از دقت از روی منظومه خود او و یا از منظومه بطلمیوس استنتاج کرد. ازین رو اذعان کرد که انتخاب یکی از این دو مدل رقیب بر ملاحظات دیگری، غیر از توافق و تطابق با امر واقع، مبتنی است. استدلال کوپرنیک در اثبات برتری منظومه خود بر «انسجام و یکپارچگی مفهومی»، به عنوان معیار مقبولیت، استوار بود. او مدل واحد و وحدت یافته خود از منظومه شمسی را در برابر مجموعه‌ای که بطلمیوس از مدل‌های مختلف - هر کدام برای يك سیاره - فراهم کرده بود قرار داد. علاوه به این نکته توجه کرد که منظومه خورشید - مرکزی، اندازه (قدر مطلق و سرعت) تواتر (فرکانس) حرکات تراجمی سیارات را تبیین می‌کند. برای نمونه منظومه خورشید - مرکزی نشان می‌دهد که حرکت تراجمی مشتری بمراتب واضحتر از حرکت تراجمی زحل است، و نیز نشان می‌دهد که تواتر حرکت تراجمی زحل بزرگتر از مشتری است.* در مقابل، منظومه زمین - مرکزی بطلمیوس هیچ تبیینی برای این واقعیات ارائه نمی‌دهد [۱].

کوپرنیک پیش از آنکه فرصت پاسخگویی به مقدمه اوزیاندر بر کتاب خود را داشته باشد، در گذشت، و در نتیجه تقابل دو وجهه نظر روش شناسانه مختلف در قرن شانزدهم - یعنی نگره فیثاغوری و سنت نجات نموده‌ها - آن طور که باید و شاید صریح و حاد نبود.

* البته، فرض کنید که سرعت مداری سیارات، با دور شدن از عطارد به سمت زحل به طور منظم کاهش می‌یابد.

بلارمین در برابر گالیله

این مسأله برای کاردینال بلارمین^۱ و گالیله باقی ماند تا آندو موضع رقیب را به شدیدترین وجه و حادثه‌ترین صورت آن مطرح سازند. در ۱۶۱۵، بلارمین گالیله را مطلع ساخت که از نظر کلیسا بحث درباره سیستم کوپرنیکی به عنوان مدلی برای نجات نموده‌ها بلامانع است. گذشته از این او به طور ضمنی اشاره کرد که قضاوت در این خصوص، که مدل کوپرنیکی بهتر از مدل بطلمیوسی می‌تواند نموده‌ها را نجات دهد، مجاز است. اما بلارمین اصرار داشت که قضاوت درباره برتری يك مدل ریاضی بر مدل دیگر، ربطی به اثبات حقیقت فیزیکی مفروضات مدل مورد بحث ندارد.

کریستوفر کلاویوس^۲، ریاضیدان یسوعی، در ۱۵۸۱ اظهار داشته بود که کوپرنیک، امر نجات نموده‌های مربوط به حرکات مداری را با استفاده از قضایایی درباره این نموده‌ها، که از اصول متعارف غلط استنتاج شده بودند، انجام داده است. کلاویوس معتقد بود که عمل کوپرنیک متضمن هیچ نکته فوق العاده و استثنایی نیست، زیرا با فرض يك قضیه صادق، می‌توان هر تعداد از مجموعه مقدمات غلط را یافت که متضمن قضیه مذکور باشند. کلاویوس شخصاً سیستم بطلمیوس را ترجیح می‌داد، زیرا اعتقاد داشت سیستم زمین - مرکزی هم با اصول طبیعیات سازگار است و هم با تعلیمات کلیسا.

بلارمین اطلاع داشت که پاره‌ای از متفقدترین شخصیت‌های کلیسا، با کلاویوس همراهی هستند؛ و بنابراین گالیله را با خبر ساخت که دفاع از این نظریه که خورشید واقعاً ساکن است و زمین حقیقه به گرد آن می‌گردد، کاری مخاطره آمیز است.

همان طور که می‌دانیم گالیله راز خود را آشکار ساخت. کتاب او با نام گفتگو درباره دو سیستم بزرگ جهانی اثری بود در دفاع از سیستم کوپرنیکی که احتجاجات و مباحثات آن البته صورتی آشکار و صریح نداشت. مخالفان گالیله ادعای دفاع او از کوپرنیک را رد می‌کنند. گالیله سیستم خورشید - مرکزی را به چشم يك ابزار محاسباتی صرف برای نجات نموده‌ها نمی‌نگریست. او عملاً برای تحکیم حقیقت فیزیکی سیستم کوپرنیکی به تکمیل و تصحیح برخی از استدلالها اقدام کرد. گالیله گرایش فیثاغوری خود را با اعتقاد به این امر که

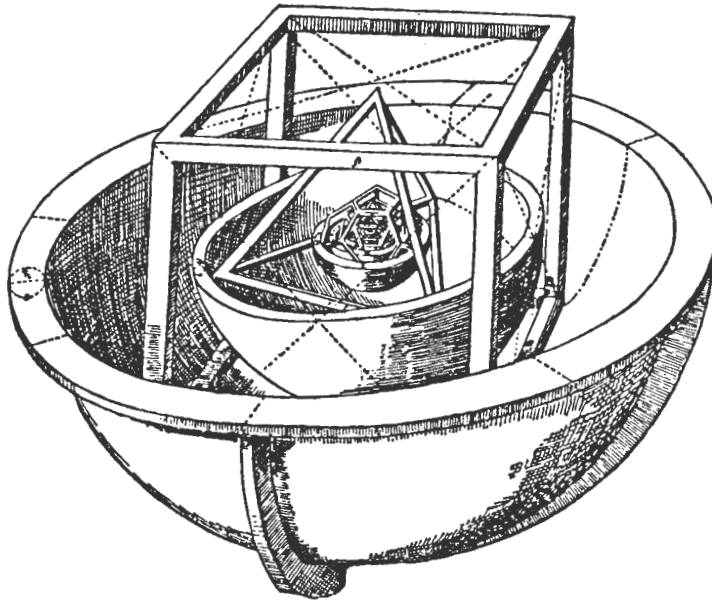
1. Bellarmine

2. Christopher Clavius

آزمایشهایی که به نحو شایسته انتخاب شده اند می توانند وجود هماهنگیهای ریاضی را در عالم اثبات کنند، تکمیل کرد و این نکته ای است که در پیشرفت بعدی علم دارای اهمیت بسزایی است.

گرایش فیثاغوری کپلر

نگره فیثاغوری به نحوی اساسی و بارز در تحقیقات نجومی یوهانس کپلر به منصه ظهور رسید. کپلر اعتقاد داشت اینکه تنها شش سیاره و فقط پنج جسم منتظم وجود دارد امری پرمعنی و مهم است. چون او معتقد بود که خدا منظومه شمسی را مطابق يك الگوی ریاضی خلق کرده است، کوشید تا فواصل سیارات را از خورشید برحسب این اشکال هندسی (احجام منتظم) به هم مربوط سازد.



شبهه اجسام منتظم کپلر

در کتاب راز کیهان که به سال ۱۵۹۶ منتشر گردید، او با افتخار و غرور اعلام کرد که موفق شده است از راز آفرینش سر درآورد و از نقشه خدا آگاه گردد. کپلر نشان داد که می توان

فواصل سیارات را با شعاعهای لایه‌های کروی، که محاط در، یا محیط بر شبکه‌ای از پنج جسم منتظم هستند، مرتبط ساخت. ترتیب و آرایش پیشنهادی کیلر چنین بود:

کره زحل (کیوان)

مکعب

کره مشتری (برجیس)

هرم چهار وجهی

کره مریخ (بهرام)

دوازده وجهی

کره زمین

بیست وجهی

کره زهره (ناهید)

هشت وجهی

کره عطارد (تیر)

کیلر توانست توافقی تقریبی (بدون رعایت دقت) میان نسبتهای رصد شده شعاع سیارات با نسبتهای محاسبه شده از روی شبکه اجسام منتظم (ذات الحلق) برقرار سازد. اما او مقادیر مربوط به شعاع سیارات را از داده‌های کوپرنیک، که فواصل سیارات را نسبت به مرکز مدار زمین محاسبه کرده بود، اخذ کرد. کیلر امیدوار بود که اختلاف نامطلوبی که در نسبتها براساس نظریه او پیدا شده است، با در نظر گرفتن فواصل سیارات نسبت به خورشید، از راه دخالت دادن مقدار خروج از مرکز مدار زمین، تقلیل یابد. براین مبنا، با استفاده از داده‌های دقیقتر تیکو براهه مجدداً نسبتهای میان شعاع سیارات را محاسبه کرد، و دریافت که این نسبتها بکلی با نسبتهای محاسبه شده از روی نظریه اجسام منتظم متفاوت است. کیلر این واقعیت را به عنوان ردی بر نظریه خویش قبول کرد، اما بر ایمان فیثاغوریش خدشه‌ای وارد نیامد. او پذیرفته بود که اختلافات میان عمل و نظر (تجربه و نظریه) می‌باید نشانه و مظهر يك هماهنگی ریاضی کشف نشده باشد.

کیلر به جستجو و تحقیق درباره نظمهای ریاضی منظومه شمسی ادامه داد و عاقبت به

تدوین سه فقره از قوانین حرکت مداری موفق گردید:

(۱) مدار هر يك از سیارات منظومه شمسی يك بیضی است که خورشید در یکی از کانونهای آن واقع است.

(۲) برداری که خورشید را به سیاره متصل می‌کند، در زمانهای مساوی، مساحت‌های مساوی را می‌پیماید.

(۳) نسبت مربع دوره تناوب سیارات به یکدیگر مساوی است با نسبت مکعب فاصله متوسط آنها از خورشید.

اکتشاف سومین قانون از سوی کپلر، به طرزی شگفت‌آور حاصل کاربرد اصول فیثاغوری است. او به این نتیجه رسیده بود که میان فواصل سیارات و سرعت مداری آنها قطعاً می‌باید رابطه‌ای ریاضی برقرار باشد. قانون سوم را تنها پس از آنکه بسیاری از روابط جبری محتمل الصدق را به محك تجربه زد و آنها را مورد بررسی قرار داد کشف کرد.

فیثاغوری معتقد و پای‌بند برآن است که نمی‌توان يك رابطه ریاضی را، که مطابق و موافق پدیدارهاست، حمل بر تصادف کرد. اما شخص کپلر بخصوص پاره‌ای از روابط ریاضی را تنظیم کرد که صحت آنها محل تردید است. برای مثال او فواصل سیارات را با «چگالی» آنها مرتبط دانست. او اظهار کرد که چگالی سیارات با مجذور فواصل آنها از خورشید نسبت معکوس دارد. کپلر هیچ راهی برای سنجش چگالی سیارات به‌طور مستقل در اختیار نداشت. اما در عوض دریافت که می‌توان چگالیهای محاسبه شده از روی این رابطه ریاضی را به مواد شناخته شده در زمین مرتبط ساخت. او براین اساس جدول صفحه بعد را تنظیم کرد [۲].

کپلر با خشنودی هر چه تمامتر دریافت که مرتبط ساختن خورشید با طلا، که از جیوه سنگینتر است، کاملاً موجه و مناسب خواهد بود. البته کپلر معتقد نبود که زمین تماماً از نقره و زهره تماماً از قلع ساخته شده است، اما این نکته را حائز اهمیت می‌دانست که چگالی سیارات، که توسط او محاسبه شده است، مطابق با چگالی همین مواد و عناصر زمینی است.

از دیدگاه فیثاغوریان، کفایت يك رابطه ریاضی با توسل به معیارهای «انطباق و وفای موفقیت‌آمیز» و «سادگی» سنجیده می‌شود. يك رابطه به شرط آنکه از لحاظ ریاضی بیجهت

رابطه مسافت - چگالی منسوب به کیلر
 $\sqrt[1]{\text{مسافت}}$ چگالی

سیاره	(زمین = ۱۰۰۰)	عنصر (ماده) زمینی
زحل (کیوان)	۳۲۴	احجار کریمه، گوهرها
مشتری (برجیس)	۴۳۸	آهنربا
مریخ (بهرام)	۸۱۰	آهن
زمین	۱۰۰۰	نقره
زهره (ناهید)	۱۱۷۵	قلع
عطارد (تیر)	۱۶۰۵	جیوه

پیچیده نباشد، اگر با پدیدارهای تحت بررسی سازگاری و انطباق داشته باشد، در آن صورت می باید با اهمیت تلقی گردد. اما کسی که به اندیشه و روش فیثاغوری، ایمان بیچون و چرا، نداشته باشد، بیشک رابطه مسافت - چگالی کیلر را يك رابطه اتفاقی و تصادفی تلقی می کند. چنین شخصی، ممکن است به ضوابط دیگری بجز «اصل انطباق و وفاق موفقیت آمیز» و «اصل سادگی» تمسك جوید، براین مبنا که کاربرد این معیارها بتنهایی نمی تواند برای تمیز روابط اصیل و حقیقی از روابط اتفاقی کافی باشد.

قانون «بود»

مسأله ارزشیابی و سنجش روابط ریاضی در تاریخ علم، مسأله ای مستمر بوده است. برای مثال در ۱۷۷۲، یوهان تی تیوس بود رابطه ای را بروفق سنت فیثاغوری ارائه داد. او متوجه شد که فواصل سیارات از خورشید را می توان با جملاتی از سری هندسی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ...، که به طرز مناسبی گزیده شده اند، مرتبط کرد، یعنی:

قانون «بود»

۴	۴	۴	۴	۴
۲۴	۱۲	۶	۳	۰
۲۸	۱۶	۱۰	۷	۴
مقدار محاسبه شده				
سیاره	عطارد	زهره	زمین	مریخ (خرده سیارات)
مقدار حاصل از رصد	۳/۹	۷/۲	۱۰	۱۵/۲

۴	۴	۴	۴
۴۸	۹۶	۱۹۲	۳۸۴
۵۲	۱۰۰	۱۹۶	۳۸۸
مقدار محاسبه شده			
سیاره	مشتری	زحل	(اورانوس) (نپتون) (پلوتو)
مقدار حاصل از رصد	۵۲	۹۵/۴	۱۹۱/۹ ۳۹۵ ۳۰۰/۷

اعدادی که به این طریق به دست می‌آیند به طرزی شگفتی آور در توافق با اعداد حاصل از تجربه، نسبت به مقدار زمین = ۱۰ قرار دارند. ستاره شناس مذکور، یعنی یوهان بود بشدت تحت تأثیر این رابطه قرار گرفت. او، نظر فیثاغوریان را مبنی بر اینکه يك تطابق و وفاق موفقیت آمیز نمی‌تواند محصول تصادف و اتفاق باشد، به‌طور درست پذیرفت. این رابطه را به افتخار او، که توفیق ابداع آن را داشت، «قانون بود» نامیدند. در سال ۱۸۷۰ قضاوت يك ستاره شناس در خصوص اهمیت قانون بود، معیار خوبی برای سنجش میزان اعتقاد و پای بندی او به نگره فیثاغوری بود.

سپس، در ۱۸۷۱، ویلیام هرشل سیاره ای را در آنسوی زحل کشف کرد. ستاره شناسان اروپایی فاصله اورانوس را از خورشید حساب کردند و دریافتند که رقم حاصل بخوبی با

مقداری که از قانون بود به دست می‌آید (۱۹۶)، موافقت دارد. چشمها از تعجب خیره گردید. شکاکان و خرده‌گیران دیگر نمی‌توانستند این رابطه را با انگ يك رابطه عددی اتفاقی، که «بعد از کشف امر واقع راجع به آن قضاوت می‌کند»، طرد کنند. شمار روبه‌تزايدی از ستاره‌شناسان اندك اندك توجه و علاقه‌شان به قانون «بود» جلب شد. جستجو و کاوش برای یافتن «سیاره گم شده»، میان مشتری و مریخ، آغاز گردید، و خرده سیاره (سیارک) های کرس و پالاس^۱ به ترتیب در ۱۸۰۱ و ۱۸۰۲ کشف شدند. گرچه سیارکها بمراتب کوچکتر از عطارد بودند، اما فاصله آنها آنچنان بود که ستاره‌شناسان معتقد به قانون «بود» را مجاب و راضی می‌ساخت که عبارت مفقوده در سری هندسی پیدا شده است.

پس از آنکه آشکار گردید که حرکت اورانوس، از سیاره دورتری متأثر می‌گردد، جی سی آدامز و یو جی جی لووریه^۲ هريك مستقلاً موقعیت این سیاره جدید را محاسبه کردند. نقطه آغاز محاسبات هر دوی آنها این فرض بود که مسافت متوسط سیاره جدید می‌باید معادل مقداری باشد که از جمله بعدی در قانون «بود» (یعنی ۳۸۸) به دست می‌آید. سیاره نپتون، در ناحیه‌ای که به توسط لووریه پیش‌بینی شده بود، به وسیله گال کشف گردید. اما رصدهای ممتد سیاره آشکار ساخت که فاصله نسبی آن تا خورشید (نسبت به مقدار زمین = ۱۰) در حدود ۳۰۰ است که در توافق با قانون «بود» قرار ندارد.*

با در نظر گرفتن نپتون، قانون بود دیگر با اصل «تطابق و وفاق موفقیت‌آمیز» سازگار در نمی‌آمد. بنابراین، امروزه می‌توان فیثاغوری مسلک بود بی‌آنکه از قانون بود تأثیری پذیرفت. از سوی دیگر چون فاصله پلوتون [تا خورشید] به مقداری که برحسب قانون «بود» برای سیاره بعد از اورانوس به دست می‌آید، نزدیک است، آن که تعایلات فیثاغوری دارد، ممکن است وسوسه شود که برای تبیین و حل معضل حالت غیرعادی نپتون، اصرار ورزد. نپتون اخیراً به منظومه شمسی پیوسته است و به هیچ وجه يك سیاره اصلی [این منظومه] به حساب نمی‌آید.

1. Ceres 2. Pallas 3. J.C. Adams 4. U.J.J. Leverrier

* موقعیت نپتون در مدار خود، به هنگام اکتشاف آن، طوری بود که خطای در محاسبه فاصله آن تا خورشید، دقت پیش‌بینی موقعیت آن را نسبت به ستاره‌های زمینه آسمان (ثوابت) چندان تغییر نمی‌داد.

مراجع

¹ Copernicus, *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*, Bk. I, Chap. 10.

² Kepler, *Epitome of Copernican Astronomy*, trans. by C. G. Wallis, in *Ptolemy, Copernicus, Kepler—Great Books of the Western World*, vol. 16 (Chicago, Ill.: Encyclopaedia Britannica, Inc. 1952), 882.

حمله به فلسفه ارسطو در قرن هفدهم

الف - گالیله

نگره فیثاغوری و تعیین حد و مرز فیزیک

نظریه شیوه علمی

روش تحلیل (تجزیه)

روش تألیف (ترکیب)

تأیید تجربی

صورت مطلوب نظام پردازی قیاسی

گالیلئو گالیلئی (۱۶۴۲-۱۵۶۴) معروف به گالیله، در شهر پیزا، در خانواده ای شریف اما تهیدست به دنیا آمد. او در ۱۵۸۱ در دانشگاه پیزا ثبت نام کرد تا تحصیلات خود را در رشته پزشکی دنبال کند، اما بزودی تحصیلات خود را در رشته پزشکی، به جهت ادامه تحصیل در رشته های فیزیک و ریاضی، رها کرد.

در سال ۱۵۹۲ به سمت استاد کرسی ریاضی دانشگاه پادوا منصوب گردید و این مقام را تا سال ۱۶۱۰ حفظ کرد. در طی این سالها گالیله رصدهای تلسکوپی با اهمیتی، در مورد لکه های خورشید، سطح ماه و چهار قمر مشتری به انجام رسانید. این رصدها، با استنباطات و دلالات جهان بینی ارسطویی که توسط کلیسا مجاز شناخته شده بود، و برطبق آن حوزه آسمان بی تحرک و ثابت فرض می شد و زمین مرکز همه حرکات به حساب می آمد، در تعارض بود.

گالیله در ۱۶۱۰ به سمت ریاضیدان دربار گرانند دوك توسکانی برگزیده شد. او در يك سلسله

مباحثات با فلاسفه یسوعی و دومینیکن درگیر شد، يك بار نیز در محضر این بزرگواران درباب شیوه مناسب تأویل و تفسیر کتب مقدس به نحوی که با نتایج اخترشناسی کوپرنیکی موافقت داشته باشد خطابه‌ای ایراد کرد (مکتوب خطاب به گراند دوشس کریستینا، ۱۶۱۵).

در سال ۱۶۲۳، مافنوباربرینی، مشوق و حامی گالیله، به مقام پاپی برگزیده شد و گالیله موفق به دریافت اجازه برای فراهم نمودن بررسی و تحقیقی بیغرضانه پیرامون دو سیستم رقیب کوپرنیکی و بطلمیوسی گردید. محاوره درباره دو سیستم اصلی جهانی (۱۶۳۲)، حاوی يك دیباچه و يك بخش پایانی بود، که نشان می‌داد دو نظریه رقیب صرفاً فرضیه‌هایی ریاضی برای نجات نموده‌ها به شمار می‌آیند. سایر بخشهای کتاب، که گالیله عملاً آنرا به زبان ایتالیایی تحریر کرده بود تا خواننده بیشتری پیدا کند، حاوی استدلال‌ات متعددی در مورد حقیقت فیزیکی سیستم کوپرنیکی بود.

گالیله به محکمه تفتیش عقاید احضار شد و ناچار گردید از همه خطاها و گناهان خود استغفار کند. سپس به فلورانس بازگشت در حالی که بشدت تحت نظارت دشمنانش قرار داشت. با این حال، او با انتشار محاوره درباره دو علم جدید (۱۶۳۸)، که بی‌کفایتی طبیعیات ارسطویی در آن به اثبات می‌رسید، انتقام سختی از دشمنان خود کشید و به این وسیله عقیده بسیاری از هواداران نظریه زمین-مرکزی را تغییر داد.

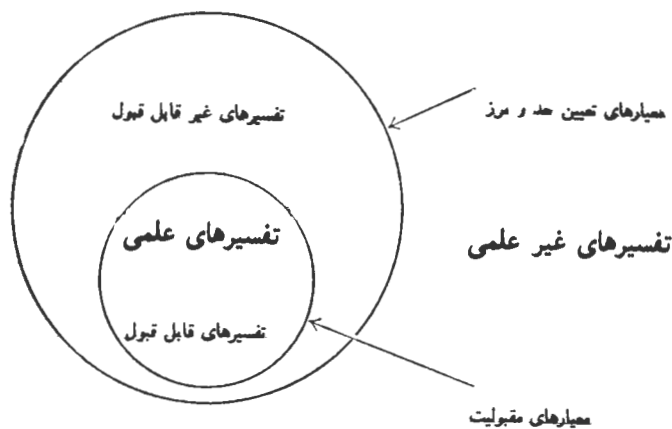
نگره فیثاغوری و تعیین حد و مرز فیزیک

گالیله عقیده راسخ داشت که کتاب تکوینی طبیعت به زبان ریاضی نگارش یافته است. از این رو کوشش کرد تا قلمرو و دامنه فیزیک را به اظهارات و ادعاهایی درباره «کیفیات اولیه» محدود سازد. کیفیات اولیه عبارت از آن دسته کیفیاتی هستند که تغییرات کمی منظمی نسبت به يك مقیاس در آنها پدید می‌آید. گالیله معتقد بود که کیفیات اولیه نظیر شکل، اندازه، تعداد، و مکان و «مقدار حرکت» خاصه‌های عینی اجسام محسوب می‌شوند و کیفیات ثانویه نظیر رنگها، طعمها، رایحه‌ها و اصوات تنها در ذهن ادراک کننده وجود دارند [۱].

گالیله با مقید ساختن موضوع طبیعیات (فیزیک) به کیفیات اولیه و روابط میان آنها، تفسیرهای غایت انگارانه را از قلمرو گفتار مجاز درباره فیزیک طرد کرد. مطابق نظر گالیله، بیان اینکه يك حرکت به این منظور که در آینده حالتی متحقق شود صورت می‌پذیرد، يك تبیین شایسته و درخور علمی به حساب نمی‌آید. او خصوصاً اصرار داشت که تفسیرهای ارسطویی

در قالب «حرکات طبیعی» به سمت «مکانهای طبیعی» واجد شرایط تبیین‌های علمی محسوب نمی‌شوند. گالیله دریافت که نمی‌تواند بطلان ادعاهایی نظیر «اجسام بدون تکیه گاه به سمت کره خاک سقوط می‌کنند تا به «مکان طبیعی» خود برسند» را به اثبات برساند، اما در عین حال این نکته را نیز دریافت که چنین تفسیری را می‌توان، به جهت آنکه از «تبیین» پدیدارها ناتوان است، از قلمرو فیزیک طرد کرد.

تفکیک و تمایز میان دو مرحله در ارزیابی و بررسی تفسیرهای علمی، در تحلیل گالیله مندرج و مضمّن است. اولین مرحله عبارت است از تعیین حد و مرز تفسیرهای علمی از تفسیرهای غیر علمی. گالیله در این مورد رأی ارسطو را، دایر بر اینکه مسأله اصلی در اینجا تعریف صحیح موضوع علم است، پذیرفت. مرحله دوم تعیین میزان مقبولیت آن دسته از تفاسیر است که به وصف «علمی» موصوف شده‌اند. برداشت و تصور گالیله از مسأله ارزیابی تفاسیر در علم را می‌توان مطابق شکل زیر نشان داد.



گالیله محیط دایره بیرونی را با محدود ساختن موضوع فیزیک به قضایا و احکامی درباره کیفیات اولیه مشخص ساخت.

یک نتیجه حاصل از تعیین حد و مرز فیزیک آن طور که گالیله قائل گردید عبارت از این است که حرکات اجسام، با توجه به دستگاههای مختصات در فضا، توصیف می‌گردند. گالیله فضای ارسطویی را که به گونه‌ای کیفی تقسیم‌بندی شده بود با یک فضای هندسی که به‌طور

کمی تقسیم‌بندی گردیده بود عوض کرد.

اما جدایی او از فضای ارسطویی هیچگاه کامل نشد. خود گالیله در یکی از آثار اولیه اش با نام دربارهٔ حرکت^۱ نظریهٔ «مکان طبیعی» را تأیید کرد [۲]. و گرچه بعدها کوشید تا تفسیرهایی در قالب «مکانهای طبیعی» را از فیزیک طرد کند، اما همچنان تا پایان عمر به این نظریه که تنها حرکات مستدیر برای اجسام آسمانی مناسب و شایسته است وفادار ماند. گالیله اعتقاد داشت که خود کرهٔ زمین، یک جسم آسمانی کامل و بی نقص است، و کوشید تا برای ارسطوئیان این نکته را به اثبات برساند که زمین و اجسام روی سطح آن در تکمیل حرکت دایره‌ای سهیم هستند. برای مثال او مدعی گردید که در غیاب همهٔ اقسام مقاومت، حرکت بر روی سطح زمین بدون کاهش تا بینهایت ادامه خواهد یافت [۳]. گالیله در این مورد به جهت صورت‌بندی و تنظیم همان قسم تفسیری که فارق خود او در مورد فیزیک، آن را رد می‌کرد، مقصر بود.

نظریهٔ شیوهٔ علمی

احتجاج گالیله برضد ارسطو متوجهٔ روش استقرائی - قیاسی ارسطو نبود. خود او نظر ارسطو را در خصوص تحقیق علمی، به عنوان یک پیشرفت دو مرحله‌ای از مشاهدات به اصول کلی و بازگشت دوباره به مشاهدات، پذیرفته بود.

گذشته از این گالیله در این مورد که اصول تبیین‌کننده می‌باید از داده‌های تجربهٔ حسی استقراء شوند با ارسطو هم رأی بود. گالیله با در نظر گرفتن این نکته ملاحظه کرد که اگر خود ارسطو اطلاعات و شواهد رصدهای تلسکوپی قرن هفدهم در مورد لکه‌های خورشید را در اختیار داشت، اعتقاد به ثبات و عدم تغییر افلاک را رها می‌کرد. او با صراحت اعلام کرد که: «شایسته‌تر است فلسفهٔ ارسطویی بیان دارد، که افلاک در معرض خرق و تغییر است زیرا حواس من چنین چیزی را نشان می‌دهد، تا اینکه بگویم، افلاک تغییر ناپذیر است زیرا ارسطو به وسیلهٔ استدلال بدین امر گردن نهاده بود». [۴].

اظهارات گالیله دربارهٔ شیوهٔ علمی صریحاً با آراء دست‌اندرکاران و معتقدان به یک مذهب نادرست ارسطویی، که از آغاز، روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب) را نه با استقراء از

تجربه حسی بلکه با اصول اولیه خود ارسطو حذف کرده بودند، معارض بود. این نوع اندیشه ارسطویی نادرست، گونه ای نظریه پردازی جزمی را که میان علم و مبانی تجربی آن جدایی می افکند، رایج ساخت. گالیله بکرات این انحراف روش شناسی ارسطو را محکوم کرد.

روش تحلیل (تجزیه)

گالیله از طریق بسط دامنۀ فنون و قواعد استقرائی براهیت انتزاع و تجرید در فیزیک اصرار می ورزید. او در اثر خود، قاعده تجرید و ایده آل سازی را در مفاهیمی نظیر «سقوط آزاد در خلأ» و «آونگ ایده آل» به کار بست. این چنین تجرید و ایده آل سازی به طور مستقیم در خود پدیدارها مصداق ندارد. این مفاهیم از طریق بررسی يك سلسله پدیدارها تنظیم شده اند. برای مثال مفهوم سقوط آزاد در خلأ از بررسی رفتار مشهود اجسام مختلف در يك سلسله مایعات با چگالیهای متفاوت، به دست آمده است [۵]. به همین قیاس مفهوم آونگ ایده آل نیز محصول نوعی تجرید و ایده آل سازی است. آونگ «ایده آل» عبارت است از آونگی که وزنه لنگر آن به يك نخ «بی وزن» متصل است، و در آن هیچ نوع نیروی اصطکاکی مربوط به دوره تناوبهای مختلف آونگ برای قطعات مختلف نخ اتصال، وجود ندارد. بعلاوه حرکت چنین آونگی در اثر مقاومت هوا کند و متوقف نمی شود.

کار گالیله در حوزه مکانیک شاهد صادقی بر ثمربخش بودن این نوع مفاهیم است. او قادر بود رفتار تقریبی اجسام در حال سقوط و آونگهای حقیقی را از روی اصول تبیین کننده، که خاصه های حرکات مجرد (ایده آل) را مشخص می ساختند، استنتاج کند. یکی از نتایج حائز اهمیت این نحوه استفاده از تجرید و ایده آل سازی عبارت بود از تأکید بر نقش تخیل خلاق در روش تحلیل. فرضیه های مربوط به نحوه ایده آل سازی و تجرید را نه از راه استقراء به وسیله شمارش ساده می توان به دست آورد و نه از روش توافق و اختلاف. برای دانشمند

۱. extrapolation به معنی تخمین زدن و استنتاج از روی قرائن و امارات است. در ریاضیات این واژه به معنای تخمین زدن مقدار يك تابع است در يك نقطه خاص، از روی مقادیر تابع در نقاط دیگری که صرفاً در يك سوی نقطه مزبور واقع شده اند، در مقابل، واژه interpolation یا میان یابی به معنای تخمین زدن مقدار يك تابع است در نقطه خاص، به کمک مقادیر تابع در نقاطی که در هر دو سوی نقطه مورد نظر قرار گرفته اند. - م.

ضروری است که به مدد حدس صائب و شهود بی واسطه تشخیص دهد که کدام دسته از خواص پدیدارها مبنای صحیحی برای تجرید و ایده آل سازی به حساب می آیند و کدام دسته از خواص چنین نیستند و می باید صرف نظر گردند [۶].

روش تألیف (ترکیب)

گروستست و راجریبکن با پیشنهاد استنتاج قیاسی نتایجی که در آن دسته از داده ها مندرج هستند که، ابتدائاً برای استقراء اصول تبیین کننده به کار رفته اند، روش تألیف را توسعه داده بودند. گاليله استفاده چشمگیری از این شیوه به عمل آورد: استنتاج قیاسی این واقعیت از روی فرضیه خویش درباب حرکت شلجمی پرتابی ها، که حداکثر برد پرتابی، تحت زاویه ۴۵ درجه حاصل می شود. این امر، که حداکثر برد تحت زاویه ۴۵ درجه به دست می آید، پیش از گاليله نیز شناخته شده بود. اما کار ارزنده گاليله تبیین ریاضی این واقعیت بود. همچنین گاليله از فرضیه مربوط به حرکت شلجمی پرتابی، این قاعده را استنتاج کرد که برای زوایای پرتابی، که در فاصله مساوی از زاویه ۴۵ درجه قرار دارند، مثل زوایای ۴۰ و ۵۰ درجه، برد یکسانی به دست می آید. او ادعا کرد که این نکته بر توپچی ها مکشوف نبوده است و از این فرصت برای ستودن برتری برهان ریاضی بر تجربه خام و حساب نشده، به بهترین وجه بهره برداری کرد [۷].

تأیید تجربی

گروستست و راجریبکن مرحله سوم را به روش تجزیه و ترکیب ضمیمه کرده بودند که برطبق آن نتایج حاصله يك بار دیگر در معرض آزمون تجربی قرار داده می شود. موضع گاليله در قبال این مرحله سوم مورد ارزشیابیها و تفسیرهای متفاوتی قرار گرفته است. او از سویی به عنوان قهرمان روش شناسی تجربی مورد تشویق و تأیید قرار گرفته، و از سوی دیگر به جهت عدم موفقیت در ارزشیابی اهمیت تأیید تجربی مورد انتقاد قرار گرفته است. برای هريك از این ارزشیابیهای متعارض می توان هم از تفسیرهای خود او درباب شیوه [تحقیق] علمی و هم از اشتغال علمیش، مطلب مؤیدی به دست آورد.

گاليله فتاوی دویلهویی در خصوص ارزش تأیید تجربی صادر کرد. البته وجه غالب تأکیدات او مثبت و مؤید اصل تأیید به کمک شواهد آزمایشی است. برای مثال در محاوره راجع

به دو علم جدید پس از آنکه سالویاتی^۱ قانون اجسام در حال سقوط را استنتاج می‌کند، سیمپلیجیو برای این رابطه، تأیید تجربی طلب می‌کند. گالیله از زبان سالویاتی پاسخ می‌گوید: «تقاضای شما در مقام یک مرد علم و دانش تقاضایی کاملاً معقول است، زیرا این امر در آن دسته از علوم که در آنها براهین ریاضی در مورد پدیده‌های طبیعی اعمال می‌گردند، بحق و بجا سنت شمرده می‌شود» [۸].

با این حال، این نکته نیز حقیقت دارد که گالیله گاهگاه مطالبی را به رشته تحریر در آورده که در آنها به نظر می‌رسد تأیید تجربی نسبت به اهمیت تلقی شده است. برای مثال پس از آنکه او رابطه تغییرات برد یک پرتابی را با زاویه پرتاب آن استنتاج کرد، چنین نوشت: «معرفت نسبت به یک واقعیت واحد که از راه اکتشاف علل آن حاصل شده است، ذهن را برای فهم و تحقیق واقعیات دیگر، بی‌آنکه نیازی به رجوع و توسل به آزمایش باشد، آماده می‌سازد» [۹].

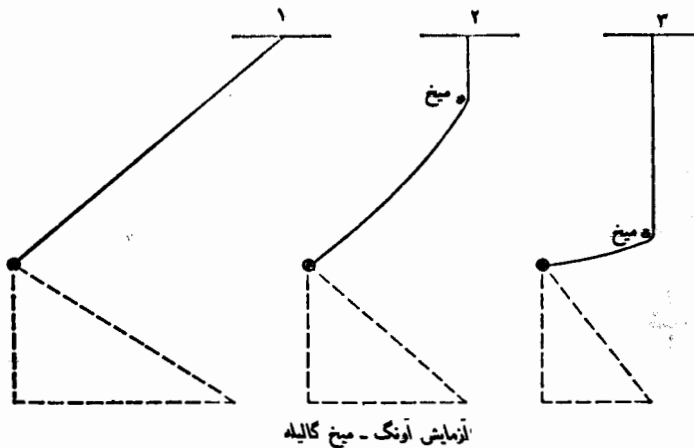
دوپلگوگی مشابهی در خصوص تجربه پردازی را می‌توان در تجربه‌های علمی که توسط خود گالیله انجام گرفت، پیدا کرد. او غالباً تجاربی را که احتمالاً خود آنها را انجام داده توصیف کرده است.

از دیدگاه تاریخ علم فیزیک، مهمترین آزمایشهایی که گالیله انجام داده، مربوط است به مسأله اجسام در حال سقوط. گالیله گزارش کرده است که او قانون سقوط اجسام را با غلطاندن گلوله‌هایی بر روی سطوح شیبدار با ارتفاعهای مختلف، مورد تأیید تجربی قرار داده بوده است. گرچه او درباره مقادیر حاصل از این آزمایشها چیزی اظهار نکرده، معهذا جزئیات قابل توجهی در خصوص چگونگی ساخت صفحات شیبدار و نحوه اندازه‌گیری زمان سقوط به وسیله یک ساعت آبی را ذکر کرده است [۱۰].

گالیله همچنین گزارش کرده است که او به منظور تأیید این فرضیه که سرعت اجسامی که بر روی سطوح شیبدار، با شیبهای متفاوت و ارتفاعهای مساوی، فرو می‌لغزند مساوی است، آزمایشهایی با آونگ انجام داده است. او مدعی شد که اگر حرکت یک آونگ متشکل از یک گلوله متصل به یک نخ، هنگام برخورد گلوله با یک میخ، متوقف گردد، در آن صورت گلوله تا

۱. در این محاوره سه تن شرکت دارند: سالویاتی Salviati دانشمند برجسته از زبان گالیله سخن می‌گوید و وظیفه دفاع از آراء کوپرنیک را به عهده دارد، ساگردو Sagerdo صاحب ذوق زیرکی است که در لباس بی‌طرفی دستیار سالویاتی است، و سیمپلیجیو Simplicio ساده لوح و خوش باور که مدافع ارسطو و بطلمیوس است. - م.

همان ارتفاعی بالا خواهد رفت که در صورت متوقف نشدن حرکتش پیدا می‌کرد.



گالیله مدعی بود که آزمایش آونگ - میخ به طور غیرمستقیم فرضیه حرکت بر روی سطوح شیبدار را تأیید می‌کرد. او توجه داشت که تأیید مستقیم این فرضیه از طریق فرو غلطاندن يك گوی بر روی يك سطح شیبدار و برآوردن آن بر روی يك سطح شیبدار دیگر، به جهت مانعی که در محل اتصال دو سطح به وجود می‌آید، غیرعملی است [۱۱].

از دیگر آزمایشهای گالیله که از شهرت کمتری برخوردارند یکی مربوط است به اثبات این مطلب که يك ظرف چوبی سربسته و میان تهی، که در آب شناور است، در صورتی که محفظه پر از آب شود، غرق نمی‌گردد [۱۲]؛ و دیگری راجع به این است که اندازه گیری قطر يك ستاره به كمك يك قطعه طناب و با استفاده از چشم غیرمسلح، نتایجی بزرگتر از میزان واقعی به دست می‌دهد [۱۳].

اما علیرغم توصیف و تشریح گالیله از آزمایشهایی که به طور فرضی انجام داده، التزام او به اصل تأیید آزمایشی کامل نبوده است. مواردی وجود دارد که نشان می‌دهد او شواهد و دلایل آزمایشی را که ظاهراً مخالف نظریه‌های او بوده است، نادیده انگاشته و به آنها وقعی ننهاده است.

برای مثال، گالیله در یکی از آثار نخستین خود با نام درباره حرکت، رابطه

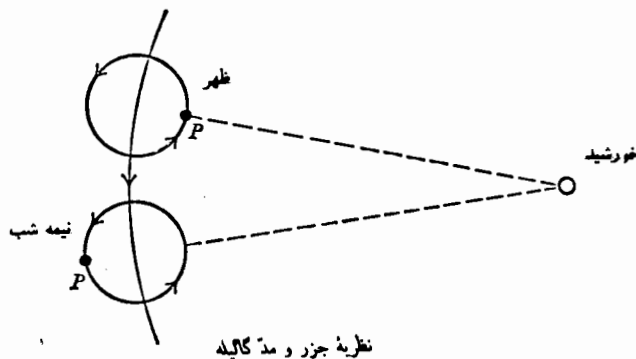
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{d_1 - d_m}{d_2 - d_m}$$

را تنظیم کرد که در آن v_1 و v_2 سرعت سقوط دو کره هم حجم در يك محیط است، d_1 و d_2 چگالی دو کره و d_m چگالی محیط است، در تفسیر این رابطه، گالیله پذیرفت که اگر آزمایشگری دوگویی را از فراز برجی رها سازد، به طوری که نسبت $\frac{d_1 - d_m}{d_2 - d_m}$ برابر ۲ انتخاب شده باشد، در آن صورت همین نسبت، میان سرعت گویها مشاهده نمی شود. در واقع دوگویی تقریباً در يك زمان با زمین برخورد خواهند کرد. گالیله این عدم تأیید آزمایشی را به «اتفاقات غیرطبیعی» نسبت داد [۱۴]. در این مورد او مایل به پیشنهاد يك رابطه ریاضی بود، که اعتقاد داشت از قانون اجسام شناور ارشمیدس اخذ شده است، علیرغم این واقعیت که رابطه مذکور از توصیف رفتار اجسام در حال سقوط در هوا، ناتوان بوده گالیله بعدها این رابطه را در قبال يك راه حل مبتنی بر نظریه جنبشی، که برحسب آن مسافت سقوط، متناسب با زمان سقوط است، رها کرد.

گالیله همچنین، شاهدهی را، که معارض با نظریه او درباره جزر و مدّ بود، نادیده انگاشت. او اعتقاد داشت که جزر و مد معلول تقویت متناوب و تقابل دو نحوه حرکت، زمین است - حرکت انتقالی سالانه زمین به دور خورشید و حرکت وضعی روزانه آن به دور محور خودش. فرضیه گالیله که به طور ناپخته طرح شده بود، بیان می داشت که برای هر بندر مفروض مانند P، دوران و چرخش زمین به هنگام نیمه شب با یکدیگر هم جهت می شود و در نیمروز در دو راستای مخالف قرار می گیرد.

نتیجه این تقویت و حذف متناوب این است که آب مجاور ساحل در شب عقب می ماند و در روز بالا می آید. از نظریه گالیله چنین نتیجه می شود که در يك نقطه معین می باید تنها يك مدّ بلند در هر روز پدید آید، و این مدّ می باید در حوالی ظهر به وقوع پیوندد. اما این واقعیت کاملاً آشکار بود که در هر بندر معلوم، دو مدّ بلند در طول روز پدید می آید. و گذشته از این، زمان وقوع مدّها در هر روز فرق می کند. گالیله علیرغم وجود این واقعیات ناسازگار حاضر نشد از عقیده خود عدول کند. او تقصیر عدم توافق نظریه و عمل را به گردن عوامل درجه دوم کم اهمیتی نظیر عمق نامنظم و غیریکتواخت دریا، و شکل و امتداد کناره ساحل انداخت. گالیله تا آنجا به یافتن استدلالاتی برای حرکت زمین علاقمند و مشتاق بود، که تمایل داشت شواهدی را که علیه نظریه جزر و مدّ او به چشم می خوردند، نادیده انگارد. علاوه بر آنچه اشاره شد، نمونه دیگری هست که برطبق آن گالیله قانونی را در حوزه ای

مورد تأیید قرار داده است که در آن حوزه قانون مذکور صادق نیست. او ادعا کرد که به چشم خود شاهد بوده است دوره تناوب يك آونگ، که تا حدود ۸۰ درجه از امتداد قائم منحرف شده است، مستقل از دامنه نوسان آن است [۱۵]. اما می دانیم که دوره تناوب آونگ تنها به ازای انحرافهای کوچک از امتداد قائم، مستقل از دامنه نوسان آن است. از اینجا می توان چنین نتیجه گرفت که یا گالیله زحمت انجام آزمایش با آونگ در زوایای بزرگ را به خود نداده است و یا آنکه مشاهدات او در نهایت بی دقتی صورت گرفته. شاید بتوان خطای او را ناشی از اعتقاد راسخی دانست که به چگونگی حرکت يك آونگ داشت.



صورت مطلوب نظام پردازی قیاسی

گالیله آرمان ارشمیدسی را در ساخت و پرداخت نظام قیاسی مورد تأیید قرار داد. او همچنین بر تمایز افلاطونی میان بود و نمود (حقیقت و پدیدار)، که این صورت مطلوب نظام پردازی معمولاً همراه آن است، صحنه گذاشت. از نظرگاه این تمایز، بی اهمیت انگاشتن اختلافات میان قضایای نظامهای قیاسی و آنچه عملاً مشاهده می شود، امری طبیعی است. این چنین اختلافاتی را می توان به پیچیدگیهای آزمایشی «فاقد اهمیت» نسبت داد. همانطور که در بالا اشاره شد، گالیله گاهی اوقات به چنین توجیهی متوسل می شد.

با همه آنچه گفته شد، جنبه با اهمیت تری از گرایش ارشمیدسی - افلاطونی گالیله عبارت است از تأکید او بر ارزش انتزاع و در نظر گرفتن کمال مطلوب در علم. این جنبه در واقع روی دیگر سکه اشتیاق و تمایل او به تبیین اختلافات میان نظریه و مشاهده به حساب می آید. قبلاً

براین نکته تأکید شد که بخش عمده ای از موفقیت گالیله در فیزیک را می توان ناشی از قابلیت و مهارت او در مورد دسته بندی و به هم پیوستن مسائل بفرنج تجربی، به منظور کار کردن با مفاهیم مجردی نظیر «سقوط آزاد در خلأ»، «آونگ ایده آل» و «حرکت بدون اصطکاک کشتی در اقیانوس» دانست. این یکی از ویژگیهای مثبت صورت مطلوب نظام پردازی قیاسی است. گالیله خود نظر عمیقی درباره نقش انتزاع و تجرید در علم داشت؛ او نوشته است:

درست همان طور که اگر تاجری بخواهد به موجودی شکر، ابریشم و پشم خود رسیدگی کند می باید وزن جعبه ها، عدلها و سایر بسته بندیها را کم کند، به همین قیاس يك دانشمند ریاضی، وقتی که می خواهد آثاری را که در فکر خود و به طور انتزاعی اثبات کرده در عمل و به طور انضمامی مورد بررسی قرار دهد، می باید موانع مادی را کنار بزند؛ و اگر او قادر به انجام چنین کاری باشد، در آن صورت من به شما اطمینان می دهم که امور، در توافق و مطابقت، دست کمی از محاسبات ریاضی ندارند. در این حال، خطاها نه ناشی از انتزاعی بودن یا انضمامی بودن هستند و نه ناشی از هندسه یا فیزیک؛ بلکه مسؤولیتشان به گردن محاسبی است که نمی داند چگونه يك حسابرسی حقیقی را به انجام رساند. [۱۶].

ب - فرانسیس بیکن

بحث درباره ارزش سهم علمی بیکن

نقد روش ارسطویی

«تصحیح» روش ارسطویی

در جستجوی صور

بیکن در مقام مبلغ تحقیق علمی سازمان یافته

فرانسیس بیکن (۱۶۲۶-۱۵۶۱)، فرزند سر نیکلاس بیکن، مهرداد سلطنتی ملکه الیزابت اول بود. بیکن در سیزده سالگی به تربیتی کالج کمبریج وارد شد و در آنجا به فلسفه ارسطویی علاقه مند گردید. بعدها، به تحصیل حقوق در مدرسه حقوق گری پرداخت و به سال ۱۵۸۶ به عضویت کانون وکلا پذیرفته شد.

بیکن تلاش زیادی به خرج داد تا يك منصب حکومتی در دربار ملکه به دست آورد، اما با وجود آنکه عموی او ویلیام سسیل، که بعدها به لرد بورگلی مشهور گردید، با نفوذترین وزیر ملکه الیزابت به حساب می آمد، معهذاً هیچ مقامی به بیکن داده نشد. این امر بی تردید ناشی از دفاع بیکن از حقوق «عوام» در قبال برخی از پیشنهادات مطروحه از جانب وزرای الیزابت بود.

بخت بیکن، به دنبال جلوس جیمز اول بر تخت سلطنت از خواب بیدار شد و اقبال به سراغش آمد. او در ۱۶۰۳ به دریافت لقب شوالیه مفتخر گردید؛ در ۱۶۱۳ به مقام مدعی العمومی برگزیده شد؛ در ۱۶۱۷ به مقام مهرداد سلطنتی منصوب گردید؛ و در ۱۶۱۸ بر کرسی قاضی القضاات تکیه زد و رئیس کل هیأت داوران محاکم قضا شناخته شد؛ در همان سال عنوان بارون ورولام را به دست آورد و در ۱۶۲۱ به لقب ویکونت سنت آلبانس مفتخر شد. اندکی بعد از این تاریخ او متهم شد که در زمان تصدی مقام ریاست هیأت داوران از اشخاصی که در محکمه قضا حاضر می شده اند رشوه گرفته است. بیکن اصرار ورزید که او اجازه نداده است که دریافت رشوه تأثیری در قضاوت او در آن موارد داشته باشد.

1. Gray's Inn, 2. Willam Cecil (Lord Burghley)

۳. لقب Knight در انگلستان معادل لقب شوالیه در فرانسه است. - م.

4. Baron Verulam

اما هیچ دفاعی در برابر اتهام رشوه خواری از خود به عمل نیاورد. بیکن محکوم به پرداخت جریمه گردید و به زندان افکنده شد، و با توطئه همکارانش در مجلس اعیان از کلیه حقوق زندگی اجتماعی خود محروم شد، اما شاه جریمه او را بخشید و چند روز بعد از زندان آزادش کرد. بیکن قسمت اعظم اوقات خود را در پنج سال آخر زندگیش صرف نگارش کتاب *احیاء العلوم* کبیرا کرد که طرح و پیشنهادی برای صورت بندی و تنظیم مجدد علوم به شمار می رفت. سهم برجسته او در جهت چنین احیایی کتاب *ارغنون* نوآست که به سال ۱۶۲۰ انتشار یافت. در این اثر او طرح يك روش علمی «تازه» را ریخت تا جانشین روش ارسطو گردد. او همچنین در *آتلانتیس* نو^۲ (۱۶۲۷) تصویری مؤثر و جذاب از تحقیق علمی مبتنی بر تشریک مساعی و تعاون را ترسیم کرد.

بحث درباره ارزش سهم علمی بیکن

فرانسیس بیکن در تاریخ علم چهره ای جنجال آفرین و بحث انگیز به شمار می رود. در نظر بنیان گذاران انجمن سلطنتی او پیامبر روش شناسی علمی جدید است. به همین قیاس دوستداران حکمت، بیکن را يك نوآور، و قهرمان يك روش استقرائی - قیاسی جدید به حساب می آورند. اما الکساندر کویره^۳ و ای. جی دیجستر هویز^۴ دو تن از مورخان برجسته قرن بیستم، ارزش فعالیتها و سهم بیکن را در پیشرفت علم تا حداقل پایین آورده اند. آنها تأکید کرده اند که بیکن هیچ نتیجه تازه ای برای جهان علم تحصیل نکرد، و نیز انتقاد او از روش ارسطویی نه اصیل و ابتکاری بود و نه چندان نفوذی داشت. مطابق نظر دیجستر هویز نقش بیکن در جهان دانش نظیر نقش شاعر افلیج یونان تورتیوس^۵ برای ارتش آن کشور بود. تورتیوس نمی توانست بجنگد اما اشعار رزمی و حماسی او محرك و مشوق آنهايي بود که توانایی نبرد داشتند [۱].

طرفین بحث برسر چند جنبه از سهم بیکن [در پیشرفت علم] توافق دارند:

۱) اینکه خود بیکن با ارائه مثالهای عینی و واقعی از روش پیشنهادی خود کمکی به غنا و باروری علم نکرد؛ ۲) اینکه قوه بیان و شیوایی کلام بیکن او را قادر ساخت تا اندیشه های خود را به طرز مؤثر و جالب توجهی ارائه دهد تا آنجا که بسیاری از مدرسیان، نقش بزرگی برای او در تحقق انقلاب علمی در قرن هفدهم قائل شده اند؛ و ۳) اینکه اگر بتوان برای اندیشه های

1. *Great Instauration*

2. *Novum Organum*

3. *New Atlantis*

4. Alexandre Koyré

5. E.J. Dijksterhuis

6. Tyrtæus

بیکن اصالت و ابتکاری قائل شد باید آنرا منحصر در نظریه او راجع به روش علمی دانست.

خود بیکن مدعی اصالت و ابتکار برای روش خویش بود. او برای اثر اصلی خود راجع به روش علمی نام ارغنون نو را انتخاب کرد تا بدین وسیله نشان دهد که اثر او جایگزین روشی خواهد شد که در ارغنون - مجموعه ای گردآوری شده از نوشته های ارسطو در قرون وسطی - مورد بحث قرار گرفته است. برخی از منتقدان عقیده داشتند که بیکن در کار خود موفق بوده است. برای نمونه، جان هرشل در اثر پرآوازه خود گفتگوی مقدماتی درخصوص فلسفه طبیعی (۱۸۳۰) اعلام کرد که:

به مدد اکتشافات کوپرنیک، کپلر و گالیله خطاهای فلسفه ارسطو با مراجعه ای ساده به واقعیات طبیعت، به نحو مؤثری به دور افکنده شد؛ اما هنوز این وظیفه مهم باقی مانده بود که برحسب اصول عام و کلی نشان داده شود چرا و چگونه ارسطو برخطا بود؛ نقاط ضعف روش فلسفه پردازی او در قالب شواهد مشخص گردد، و به عوض آن روشی قویتر و بهتر جایگزین شود. این وظیفه مهم به وسیله فرانسیس بیکن جامه عمل پوشید [۲].

نقد روش ارسطویی

اما آیا روش بیکن واقعاً يك ارغنون «جدید» به حساب می آید؟ بیکن براین نکته اصرار می ورزید که اولین شرط ضروری روش علمی آن است که فیلسوف طبیعی می باید خود را از قید پیشداوریها و تمایلات قبلی رها سازد تا آنکه دوباره همچون کودکی در مقابل طبیعت قرار گیرد. او متوجه شد که چهارگونه «بت» اذهان آدمیان را افسون کرده و راه مطالعه طبیعت را سد کرده اند. بتهای قبیله در طبیعت و ذات آدمیان ریشه و مأوا دارند. قوه فاهمه آدمی مستعد آن است که نظم و ترتیبی بیش از آنچه که واقعاً در طبیعت وجود دارد برای آن قائل شود و شتابزده حکمی را عمومیت دهد، و برارزش نمونه ها و مصادیق مؤید آراء خویش، غلو و تأکید بیش از

اندازه کند. بتهای غار، بعکس عبارت اند از گرایشهای افراطی و تفریطی به سمت تجربه، که از رشد فکری و کسب معلومات افراد آدمی ناشی می شود؛ بتهای بازار انحرافات هستند که در پی استفاده از معانی کلمات در نازلترین سطح مشترک نامگذاری در محاورات عامیانه، پدید می آیند و به این ترتیب مانع از مفهوم سازی علمی می شوند؛ و بالاخره بتهای نمایشی عبارت اند از اصول و عقاید جزئی و روش فلسفه های گوناگون که در ذهن پذیرفته شده است.

فلسفه ارسطو يك بت نمایشی محسوب می شد که بیکن بیشتر از سایر بتها میل به بی اعتبار کردن آن داشت. البته این نکته باید مورد تأکید قرار گیرد که بیکن چهارچوب اصلی نظریه استقرائی - قیاسی ارسطو در باب شیوه علمی را پذیرفته بود. بیکن نیز نظیر ارسطو به علم به چشم نوعی پیشروی از مشاهدات به اصول اولیه، و بازگشت به مشاهدات می نگریست. این درست است که بیکن بر مرحله استقرائی شیوه تحقیق علمی تأکید داشت، اما برای مرحله قیاسی نیز نقش مهمی در تأیید تعمیمهای استقرائی قائل بود [۳]. بعلاوه بیکن اصرار داشت که ثمرات تحقیق علمی آثار تازه و اختراعات جدید است، و توجه پیدا کرد که این امر منوط به استنتاج قیاسی نتایجی از اصول کلی است که کاربرد عملی داشته باشد [۴].

اما گرچه بیکن نظریه ارسطو را در باب شیوه تحقیق علمی پذیرفته بود، با این حال بسختی نسبت به طریقه ای که این شیوه مطابق آن به کار بسته شده بود انتقاد داشت. بیکن با توجه به مرحله استقرائی يك ادعای سه ماده ای تنظیم کرد.

اولاً ارسطو و پیروانش مجموعه ای از اطلاعات و داده های غیرموثق و نسنجیده را اساس کار خود قرار داده و با تکیه بر آنها به نتیجه گیری پرداخته اند. فرانسیس بیکن خواستار آن شد تا دومین امتیاز راجر بیکن برای علوم تجربی، یعنی استفاده از تجربه منظم و حساب شده، به جهت کسب معرفت تازه از طبیعت، رعایت گردد و به موقع اجرا گذاشته شود. در ارتباط با این مسأله، بیکن بر ارزش ابزارهای علمی در گردآوری داده ها تأکید کرد.

ثانیاً ارسطوئیان خیلی عجولانه به تعمیم دست زده اند. آنها، با ابتناء به معدودی مشاهدات، ناگهان به سراغ اصول کلی می رفتند، و آنگاه همین اصول را، به منظور استنتاج قیاسی قواعد عام، در حوزه ای محدودتر به کار می بردند.

ثالثاً ارسطو و پیروانش بر روش استقراء به وسیله شمارش ساده اتکا داشتند، که در آن

همبستگی‌هایی که به نظر می‌رسید در مورد تنی چند از افراد يك نوع صادق باشد، برای همه افراد آن نوع معتبر دانسته می‌شد. اما کاربرد این نحوه استقراء اغلب منجر به اخذ نتایج نادرست می‌گردد زیرا مصادیق و نمونه‌های منفی به حساب آورده نمی‌شوند (بیکن از تأکیدی که توسط برخی از نویسندگان قرون وسطی نظیر گروستست و اکام در مورد نوعی روش اختلاف به عمل آمده بود، ذکری به میان نیاورد).

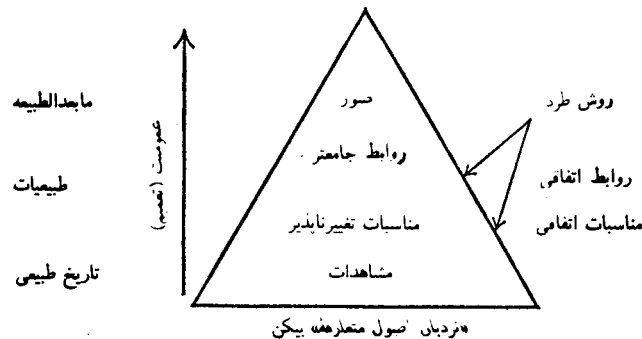
بیکن با توجه به مرحله قیاسی تحقیق علمی، دو شکایت اصلی را مطرح ساخت. اولین شکایت این بود که ارسطوئیان در بدست دادن تعریفی شایسته و درخور از برای محمولهای بسیار با اهمیتی نظیر «جذب»، «تولیدمثل»، «عنصر»، «سنگین» و «مرطوب» موفق نبوده‌اند و به همین جهت همه آن استدلالهای قیاسی را که از این محمولها بهره گرفته‌اند مهمل و بلااستفاده ساخته‌اند [۵]. بیکن بدرستی متذکر گردید که برهان قیاسی به کمک اصول اولیه تنها در صورتی مؤثر و معتبر است که اصطلاحاتی که در صورت قیاس به کار می‌رود بخوبی تعریف شده باشد.

شکایت دوم این بود که ارسطو و پیروانش به واسطه تأکید بیش از اندازه بر اهمیت استنتاج قیاسی نتایج از اصول اولیه، مقام علم را تا سطح منطق قیاسی تنزل داده‌اند. بیکن تأکید ورزید که استدلالات قیاسی تنها هنگامی ارزش علمی دارد که مقدماتشان از پشته‌ای صحیح و مناسب استقرائی برخوردار باشد.

بهرتر بود بیکن در این مورد میان نظریه ارسطو در باب شیوه علمی، و طریقه‌ای که در آن این شیوه از سوی برخی متفکران بعدی که خود را در زمره «ارسطوئیان» به حساب می‌آورند، به گونه‌ای ناصواب به کار بسته شده، تفاوت و تمایز قائل می‌شد. کسانی که شیوه ارسطویی را به طرزی ناصحیح بکار می‌بردند، روش ارسطو را ابتر و ناقص کرده بودند، به این معنی که به عوض آنکه کار تحقیق علمی را از استقرای شواهد مشهود آغاز کنند، آن را از اصول اولیه مأخوذ از ارسطو شروع می‌کردند. این شیوه ناصحیح ارسطویی به واسطه جدا کردن علم از مبادی و مبانی تجربی آن، به رواج نوعی نظریه بافی جزمی دامن زد. اما خود ارسطو تأکید کرده بود که اصول اولیه می‌باید از شواهد مشهود استقراء گردد. بیکن در متهم ساختن ارسطو به اینکه مقام علم را تا حد منطق قیاسی تنزل داده، انصاف را رعایت نکرده است.

«تصحیح» روش ارسطویی

بیکن به منظور جبران نقایص و عیوبی که تصور می‌شد در نظریه ارسطو راجع به شیوه تحقیق علمی وجود دارد، روش «جدید» خود را مطرح ساخت. دو ویژگی اصلی روش جدید بیکن عبارت بود از تأکید بر استقرای تدریجی و پیش رونده، و یک روش طرد و اخراج. بیکن اعتقاد داشت تحقیق علمی که به طرز صحیحی هدایت شده باشد چیزی نیست جز صعود تدریجی و گام به گام از قاعده به رأس هرمی از احکام و قضایا، یعنی:



بیکن پیشنهاد کرد که به منظور استقرار قاعده‌ای استوار و مطمئن برای هرم، شایسته است یک سلسله «پیشینه‌ها یا تاریخچه‌های طبیعی و تجربی» گردآوری شود. بیکن سهم خود را در این زمینه با نگارش آناری در مورد بادهای، جزر و مد امواج، طول عمر و سایر جنبه‌های زندگی انسانها و حیوانات ایفا کرد. اما متأسفانه او اغلب اطلاعات و مواد خام تاریخ طبیعی خود را از منابع نامعتبر و غیرموثق فراهم آورد.

بیکن معتقد بود پس از آنکه واقعیات گردآوری شده مربوط به یک علم خاص به حد نصاب مورد نظر رسیدند آنگاه فیلسوف طبیعی می‌باید به جستجوی روابط میان این واقعیات بپردازد. او همچنین بر صعود تدریجی به وسیله استقراء، از روابطی که درجه کلیت آنها نازل است به روابطی که دارای عمومیت بیشتری است، اصرار می‌ورزید.

بیکن می‌دانست که برخی از همبستگی‌ها در میان امور واقع روابط «تصادفی و اتفاقی» است. او به منظور پیرایش روابط تصادفی، به تنظیم یک روش طرد و اخراج همت گماشت. بیکن اظهار داشت که روابط تصادفی در اغلب موارد با استفاده از جداول تجسس حضور،

غیاب، و درجات و مقایسه قابل تشخیص خواهد بود. هر رابطه‌ای که برای آن مصداقی یافت شود که در آن کاهش يك صفت با افزایش صفت دیگر همراه گردد، می‌باید از هرم حذف شود. بیکن عقیده داشت پس از آنکه روابط اتفاقی به این طریق حذف و طرد شدند، آنچه باقی می‌ماند روابط ذاتی و اساسی خواهد بود. و روابط ذاتی موضوعی مناسب برای تعمیم استقرائی بیشتر به حساب می‌آیند.

بیکن روش طرد را به عنوان یکی از مهمترین جنبه‌های برتری روش خود بر روش ارسطو محسوب می‌داشت. او بدرستی عقیده داشت که استقرای مبتنی بر شمارش ساده که از جمله شیوه‌هایی بود که توسط ارسطو مورد استفاده قرار گرفت، برای تشخیص و تمیز روابط ذاتی از روابط عرضی کفایت نمی‌کند. بیکن مدعی گردید که استفاده از روش طرد می‌تواند چنین نتیجه‌ای به بار آورد، زیرا این روش به هر يك از خصوصیات غیاب، و شدت نسبی، قدر و ارزش متناسب با آن را می‌دهد.

بیکن آنقدر واقع بین بود که دریابد تشخیص روابط ذاتی با اتکای صرف به جدول حضور و غیاب، و درجات و مقایسه در بسیاری از حالات دشوار است. به این دلیل او دست به انتخاب و گزینش انواع مختلفی از «موارد ممتاز» زد. این موارد در تحقیق و جستجو برای یافتن روابط ضروری از ارزش و اهمیت خاصی برخوردار است. به نظر می‌رسد که او معتقد بوده است که آشکار ساختن روابط ذاتی، جزو طبیعت و ذات این نمونه‌هاست.

شاید در میان ۲۷ نمونه و مصداق ممتاز، مهمترینشان «نمونه علامت راهنما» باشد. یکی از مصادیق علامت راهنما، نمونه‌ای است که نزاع میان دو تبیین علمی رقیب را فیصله می‌بخشد. خود بیکن يك مصداق تعیین کننده و نهایی از این نوع را که میان دو فرضیه درباره جزر و مد، داوری و تعیین تکلیف می‌کرد، ارائه داده است. فرضیه نخست مشعر بر این بود که جزر و مد عبارت است از پیشروی و عقب نشینی امواج، به قیاس با آبی که در يك حوضچه به دیواره‌ها برخورد می‌کند و عقب می‌نشیند. فرضیه دوم قائل بود که جزر و مد عبارت است از برآمدن و فرو رفتن متناوب امواج. بیکن متوجه گردید که می‌توان فرضیه اول را ابطال کرد به شرطی که بتوان نشان داد امواج بلندی که همزمان با هم به سواحل اسپانیایا فلوریدا برخورد می‌کند، با

هیچ نوع مدّی در سواحل دیگر همراه نیست. او اظهار داشت که مطالعه جزرومدها در سواحل پرو و چین به دعوا فیصله می بخشد [۶].

بیکن تشخیص داد که يك مصداق را تنها در صورتی می توان «تعیین کننده و نهایی» نامید که با هر مجموعه مقدمات که يك نمود را نجات می دهند ناسازگار و معارض باشد. اما ممکن نیست بتوان اثبات کرد که حکمی درباره يك نوع از پدیده‌ها تنها از همین چند مجموعه مقدمه استنتاج می شود. بیکن را می باید، به جهت ارزش بیش از اندازه ای که برای نیروی منطقی مصادیق علامت راهنما قائل بود، مقصر دانست. معهذا حذف فرضیه ای که نتایج قیاسی آن (با فرض شرایط قبلی مشخص)، در توافق با نتایج حاصل از مشاهده قرار ندارد، از نظر نقشی که در تحقیق و جستجو برای يك تبیین کافی و شایسته دارد، ارزشمند است. البته فرانسیس بیکن این روش ابطال فرضیه های نادرست را ابداع نکرده است. ارسطو آن را به کار بسته بود و گروستست و راجر بیکن این روش را به عنوان شیوه جا افتاده و مقبولی برای تحکیم و استقرار يك فرضیه به وسیله حذف فرضیه های رقیب پیشنهاد کرده بودند.

در جستجوی صور

بیکن از عامترین اصول و مبادی واقع در رأس هرم با عنوان «صور» یاد می کرد. صور عبارت اند از اظهارات لفظی روابط میان «طبایع بسیط»، یعنی آن دسته از کیفیات تحویل ناپذیر که در اجسامی که ما ادراک می کنیم، وجود دارند. بیکن عقیده داشت ترکیبات مختلف این طبایع بسیط، متعلقات تجربه حسی ما را پدید می آورد، و اگر می توانستیم معرفتی درباره صور به دست آوریم، در آن صورت قادر می بودیم نیروهای طبیعت را تحت نظارت خود در آوریم و به دلخواه در آنها تغییر دهیم.

آن طور که از برخی از نوشته ها و تفاسیر بیکن برمی آید به نظر می رسد که تصور و درک او از صور، نوعی وحدت و اتحاد میان طبایع بسیط است که به قیاس با کیمیاگری حاصل شده است. برای نمونه، او در جایی اظهار داشته است:

کسی که صور زرد، وزن، خاصیت لوله شدن، ثبات، سیالیت، انحلال و

نظایر آن را می‌شناسد، و از روشهای به هم پیوستن و اضافه کردن آنها، و نیز از درجات و مراتب و حالات آنها مطلع است، نهایت دقت خود را به کار خواهد برد تا آنها را در يك جسم به یکدیگر پیوند زند، چرا که ممکن است این عمل به استحاله آن جسم به طلا منجر گردد [۷].

خود بیکن به تحقیقات مربوط به صور «حرارت»، «سفیدی»، «جذب اجسام»، «وزن»، «مزه و طعم»، «حافظه» و «روح محصور در اجسام محسوس» مدد رساند [۸]. صور بیکنی نه شباهتی به صور افلاطونی دارد و نه وجه تشابهی با علل صوری ارسطویی. بلکه احتمالاً صور بیکنی بیانگر آن دسته از روابط در میان خاصه‌های فیزیکی است، که توان ایجاد آثار و معلولها را دارد. در قالب اصطلاحات ارسطویی می‌توان گفت که صور بیکنی، به جنبه‌های مادی و فاعلی علیّت، و همچنین به جنبه صوری صرف، راجع می‌گردد.

در بسیاری موارد (البته اگر از استثناهای مربوط به آهنربا، و روح محصور در اجسام محسوس صرف‌نظر کنیم) بیکن، صور را برحسب شکل و هیئت، و حرکات قسمتهای نامرئی اجسام مشخص ساخته است. او این عقیده اتمیان را که آثار و معلولات جهان کبیر را باید به وسیله فعل و انفعالات و اندرکشهایی که در جهان ذرات خرد روی می‌دهد تبیین کرد، پذیرفت. اما اینرا که برخورد و نفوذ ناپذیری اساسی‌ترین خاصه‌های اتمها است، قبول نکرد. بیکن در عوض به اجزا و قسمت‌های مختلف اجسام، «نیروها» و «احساسات» را منتسب می‌کرد. علاوه او اندیشه مبنی بر وجود يك خلأ پیوسته را، که اتمها در درون آن پراکنده می‌گردند، رد کرد. بیکن دو شرط ضروری برای صور قائل گردید: این قضایا (قولهای جازم) می‌باید در هر موردی صادق باشد، و عکس این قضایا نیز می‌باید به همین نحو صادق باشد.* برای نمونه، صورتی که بیکن برای حرارت ارائه داده است، نوعی همانندی و یکسانی را میان «حرارت» و «حرکت انبساطی سریع ذرات اجسام» بیان می‌کند، به طوری که در آن، ذرات از خروج از سطح اجسام منع شده‌اند [۱۰]. مطابق رأی بیکن، اگر حرارت هست، در آن صورت این حرکت انبساطی سریع نیز هست، و بالعکس. يك چنین خاصیت تبدل دوجانبه‌ای برای همه

* این شرایط متناظراً مطابق‌اند با قواعد پیترا موس Peter Ramus در مورد حقیقت و حکمت (خرد) [۹].

صور برقرار است.

بیکن در پاره ای موارد از صور با نام «قانون» یاد می کند. برای مثال در کتاب دوم ارغنون نو، چنین نوشته است:

وقتی از صور سخن می گویم مرادم چیزی نیست جز آن عده از قوانین و تعینات واقعیت مطلق، که نگهداری کننده و به وجود آورنده هریک از طبایع بسیط، نظیر حرارت، نور، وزن، در هر نوع ماده و موضوعی که مستعد و قابل آنها هستند. بنابراین صورت حرارت یا صورت نور عبارت است از همان قانون حرارت یا قانون نور [۱۱].

برخی از نظرات بیکن در خصوص «قوانین» اگر جدای از متن در نظر گرفته شود، ظنینی از افکار جدید را با خود همراه دارد. اما بسیاری از تأکیده‌های بیکن نو به حساب نمی آید. اولاً، بیکن به قوانین فیزیکی به همان چشم نگاه می کند که به فرامین مطاع صادره از سوی یک حکمران؛ ثانیاً بیکن تمایلی به بیان قوانین در قالب عبارات ریاضی نشان نمی دهد؛ و ثالثاً بیکن، همه عالم را همچون مجموعه ای از عناصر و مواد که دارای خاصه ها و قوه ها و قابلیت ها هستند، و در ارتباط با یکدیگر قرار دارد، در نظر می آورد. او به عالم به چشم جریانی از رویدادها، که مطابق یک طرح قانونمند از پی یکدیگر ظاهر می شوند، نمی نگرد. از این نظر می توان گفت که مابعدالطبیعه بیکن هنوز ارسطویی است.

از اینجا می باید نتیجه گرفت که جستجوی بیکن برای یافتن صور تا حد زیادی بر طبق سنت ارسطویی انجام گرفته است. به نظر می رسد جان هرشل، آنجا که از اصالت و بدیع بودن نظریه بیکن در خصوص روش تحقیق علمی سخن می گوید، تا حدود زیادی غلو کرده است.

بیکن در مقام مبلغ تحقیق علمی سازمان یافته

اما اگر آنچه که تاکنون گفته شد همه آنچیزی باشد که می توان درباره بیکن بر زبان راند، در آن صورت درک این نکته که چرا بیکن چهره ای جنجال آفرین و بحث انگیز در تاریخ علم به حساب می آید دشوار خواهد بود. درست است که بیکن در صدد اصلاح روش تحقیق علمی

برآمده، اما آنچه که از اهمیت و ارزش بیشتری برخوردار شده است، دیدگاه بیکن در خصوص علم است، و نه «تصحیحات» پیشنهاد شده او در خصوص نظریه ارسطو راجع به شیوه تحقیق علمی.

بیکن این را که انسان می باید اقتدار و سلطه خود را بر طبیعت، که به هنگام هبوط از دست داده بود، مجدداً به دست آورد به عنوان يك دستور اخلاقی لازم الاتباع پذیرفته بود. او بکرات بر این نکته پای فشرده بود که آدمیان می باید نیروهای طبیعی را تحت نظارت خود درآورند و آنها را در جهت دلخواه خود به کار اندازند تا بتوانند کیفیت زندگی هموعان خویش را بهبود بخشند. بنابراین اکتشاف صور تنها هدف مستقیم و نزدیک تحقیق علمی به حساب می آید. برای آنکه بتوان طبیعت را به اجرای خواستها و نیات آدمی مجبور کرد، می باید دانش مربوط به صور را کسب نمود. اما در هر حال هدف نهایی تحقیق علمی چیزی نیست جز کسب سلطه و اقتدار بر طبیعت. تأکید و اصرار بیکن بر کاربرد و استفاده عملی از معرفت علمی درست در نقطه مقابل نظر ارسطو قرار دارد که معتقد بود شناخت طبیعت فی نفسه يك غایت است. همین تأکید بر تحت نظارت درآوردن نیروهای طبیعت است که بوضوح راه فلسفه بیکن را از فلسفه ارسطویی که او سخت در آرزوی واژگون سازی آن بود، جدا می سازد.

همین تأکید بر کاربرد و استفاده عملی از معرفت علمی است که منشأ و باعث بسیاری از احتجاجات خصمانه بیکن بر ضد شخص ارسطوست. فارینگتون بدرستی متذکر شده است که دشمنی بیکن بیانگر هتك حیثیت و بی حرمتی اخلاقی است. فلسفه ارسطو نه تنها به خلق آثار تازه ای در خدمت به بشریت منجر شده است، بلکه حتی آن معدود کوششهایی را که در این جهت صورت گرفته، بی اثر و خنثی ساخته است [۱۲]. در مقابل بیکن زبان به ستایش و تعریف از پیشرفتهایی گشود که در زمینه های مختلف فنون و صنایع پدید آمده بود، و از اختراعاتی نظیر چاپ، باروت و قطب نما به عنوان نمونه هایی یاد کرد که به دست مردانی که تحت افسون بتهای نمایشی نیستند، انجام می گیرد.

يك جنبه با اهمیت از دیدگاه تازه بیکن در مورد علم عبارت از این است که حصول اقتدار و سلطه انسان بر طبیعت جز از طریق تحقیق توأم با تعاون و همکاری ممکن نیست. بیکن در جهت تحقق بخشیدن به این عقیده، تلاشهای زیادی به عمل آورد تا اصلاحات مورد نظر خویش را از طرق رسمی و اداری به انجام رساند. او به منظور جلب حمایت از طرح خود در

مورد انجام تحقیقات دسته جمعی و توأم با همکاری، به عوض متوسل شدن به مسؤولان دانشگاهها و حوزه های علمیه، صرفاً دست طلب و نیاز به سوی دربار و وزرا دراز کرد؛ این چنین اقدام عاقبت اندیشانه ای بخوبی نمایانگر سطح نازل زندگی علمی در دوران زندگی بیکن است. اما تلاشهای او قرین موفقیت نگردید. نظر او در باره همکاری علمی دسته جمعی و در پرتو همکاری و تعاون تنها در نسل بعد، ثمر خود را به بار آورد؛ یعنی به هنگامی که انجمن سلطنتی تصمیم گرفت نه تنها دیدگاه بیکن را درباره علم، بلکه همچنین برخی از طرحهای مخصوص او را جامه عمل بپوشاند.

يك جنبه دیگر دیدگاه تازه بیکن درباره علم عبارت است از جدایی میان علم از یکسو، و غایت انگاری و الهیات طبیعی از سوی دیگر. بیکن تحقیق در باب علل غائی را به جنبه های ارادی رفتار انسانی محدود ساخت. زیرا مشاهده کرد جستجو برای یافتن علت غائی پدیدارهای فیزیکی و زیستی به بحثهای صرفاً کلامی منجر می گردد که سدره پیشرفت علم به حساب می آیند [۱۳]. عمل بیکن در طرد علت غایی از علوم طبیعی، نمایشگر تأکید و اصرار او بر مراجعه دانشمند به طبیعت با حفظ خلوص و سادگی کودکی است. مشاهده طبیعت از پشت عینك تنظیم و تدبیر امور از روی قصد و غرض، چه نظم الهی و یا غیر آن، عاجز ماندن از نزدیکی به طبیعت و سخن گفتن با آن با الفاظ و اصطلاحات خود آن است. اشتغال خاطر به سؤال «برای چه غرضی؟» اکتشاف صور و به تبع آن بهبود و اصلاح شرایط زیست انسان را بعید و نامحتمل می سازد.

پ - دکارت

معکوس ساختن نظریه فرانسیس بیکن در باب شیوه تحقیق علمی

کیفیات اولیه و کیفیات ثانویه

قوانین علمی عام

تأکیدهای تجربی در فلسفه علم دکارت

محدودیتهای استنتاج قیاسی پیشینی (ماتقدم)

نقش فرضیه‌ها در علم

تأیید آزمایشی

رنه دکارت (۱۵۹۶ - ۱۶۵۰) در مدرسه یسوعی واقع در قصبه لافلش به تحصیل پرداخت و در ۱۶۱۶ موفق به دریافت مدرک حقوق از دانشگاه پواتیه گردید. اما از آنجا که ارثیه قابل توجهی نصیب او شد، نیازی به انجام کار در رشته حقوق پیدا نکرد. دکارت بغایت شیفته ریاضیات، علوم و فلسفه بود، و مصمم گردید تا کار پیگیری مسائل فکری و عقلی را با مسافرت و گشت و گذار توأم کند. او چندین سال از عمر خود را در سفر به اکناف اروپا سپری کرد. در این اوقات غالباً در هیئت نجیب زاده‌ای ماجراجو به خدمت در ارتشهای گوناگون اروپایی پرداخت.

دکارت به سال ۱۶۱۸ با فیزیکدانی به نام آیزاک بیکمان آشنا گردید. بیکمان او را به انجام مطالعاتی در ریاضیات نظری تشویق کرد. دکارت با بنیادگذاری هندسه تحلیلی، که در آن خصوصیات سطوح هندسی با معادلات جبری بیان می‌شوند، به این پیشنهاد پاسخ مثبت داد.

در نوامبر ۱۶۱۹، بعد از يك دوره کار فکری طاقت فرسا، دکارت سه رؤیا به خواب می بیند که تعبیر آنها تأثیر عظیمی بر زندگی او باقی می‌گذارد. او اعتقاد پیدا کرد که روح حقیقت او را مأمور کرده است تا معرفت بشری را آنچنان بازسازی کند که واجد همان قطعیتی گردد که تا آن هنگام در انحصار ریاضیات بود.

دکارت از ۱۶۲۸ در هلند رحل اقامت افکند و بجز چند سفر کوتاهی که به فرانسه کرد، تا سال

۱۶۴۹ در آن کشور باقی ماند. او رساله‌ای را به نام عالم به رشته تحریر درآورد که متضمن تحلیل و تفسیری مکانیکی از جهانی بود که در آن همه تغییرات به واسطه برخورد یا نیروی فشار پدید می‌آمد. اما از آنجا که از محکومیت گالیله به وسیله محکمه تفتیش عقاید اطلاع پیدا کرده بود، از چاپ دست نویس آن خودداری کرد. در عوض تصمیم گرفت از طریق انتشار آثار دیگری زمینه را برای پذیرش عالم آماده سازد. از جمله این آثار می‌توان به گفتار در روش (۱۶۳۷) اشاره کرد که مقالاتی نیز در مورد هندسه، نورشناسی (علم مناظر و مرایا) و هواشناسی به منزله نمونه‌هایی از کاربرد روش مورد بحث، به آن ضمیمه گردیده بود. آثار دیگر عبارت بودند از: تأملات در باب فلسفه اولی (۱۶۴۱)، و اصول فلسفه (۱۶۴۴). خود رساله عالم پس از مرگ دکارت به سال ۱۶۶۴ منتشر گردید. دکارت در ۱۶۴۹ دعوت ملکه کریستینا، برای تصدی منصب فیلسوف دربار سوئد، را پذیرفت. او سال بعد بدرود حیات گفت.

معکوس ساختن نظریه بیکن در باب شیوه تحقیق علمی

دکارت با فرانسیس بیکن در این مورد که بالاترین و برترین دستاورد علم عبارت است از: هرمی از قضایا به طوری که عامترین اصول در رأس آن واقع است، هم عقیده بود. اما برخلاف بیکن که در صدد بود تا از طریق استقرای متوالی، که به بالا رفتن و صعود از روابطی که درجه عمومیتشان کمتر است منجر می‌گردید، به اکتشاف قوانین عام نایل آید، دکارت در صدد برآمد تا کار کاوش قوانین عام را از رأس هرم آغاز کند و آن را تا جایی که توسط یک شیوه قیاسی امکان پذیر است رو به پایین ادامه دهد. دکارت برخلاف بیکن، شیفته اندیشه اقلیدسی در خصوص یک سلسله مراتب (هرم) قیاسی از قضایا و احکام بود.

دکارت برای اصول عام و کلی در رأس هرم قائل به قطعیت و حتمیت بود. او به منظور تأیید قول خود در خصوص قطعیت این اصول، به شیوه‌ای منظم و سازمان یافته به تشکیک در مورد همه آراء و عقاید و احکام و قضاوتهایی که سابقاً به صحت آنها معتقد بود پرداخت، تا از این راه آن دسته از احکام و قضاوتهایی را که در معرض شک واقع نمی‌شوند تشخیص دهد. او چنین نتیجه گرفت که پاره‌ای از معتقدات اوحقیقه یقینی و بدور از شک و تردید است. اینکه او چون می‌اندیشد، قطعاً باید وجود داشته باشد، و اینکه باید یک موجود کامل (خدا)، وجود داشته باشد.

دکارت چنین استدلال کرد که يك وجود كامل، انسان را آن گونه خلق نمی کند که حواس و قوه عاقله اش به طور منظم او را فریب دهند. بنابراین می باید عالمی خارج از ذات مدرک وجود داشته باشد، عالمی که برای قوای ادراکی انسان مجهول و دست نیافتنی نیست. در واقع دکارت پا را از این نیز فراتر گذارد و ادعا کرد هر تصویری که به نحو واضح و متمایز نزد ذهن حاضر است باید حقیقی باشد.

مطابق رأی دکارت، روشن و واضح آن است که بی واسطه نزد عقل حاضر باشد. از سوی دیگر، متمایز آن است که هم واضح است و هم نامشروط. متمایز فی نفسه شناخته می شود؛ بدهت آن مشروط به هیچ قید و شرطی نیست. برای نمونه، ممکن است من تصور روشنی از «شکسته نمایی» يك تکه چوب، که قسمتی از آن در آب قرار گرفته است، داشته باشم، بی آنکه از عللی که مسبب بروز این شکستگی ظاهری شده اند، اطلاعی داشته باشم. اما برای نیل به يك تصور متمایز از «شکسته نمایی» چوب، باید از قانون شکست نور و نحوه اعمال آن در این مورد خاص مطلع باشم.

کیفیات اولیه و کیفیات ثانویه

دکارت پس از آنکه هستی خود را به عنوان يك وجود مفکر و اندیشمند، و هستی يك خدای خیر و رحمان را که صحت و درستی ایده های روشن و متمایز ما را تضمین می کند، مدلل داشت نظر خود را به عالم خلق معطوف کرد. او درصدد برآمد تا آنچه را که در عالم اعیان متمایز و واضح است کشف کند. دکارت ضمن شرحی درباره ذوب شدن يك قطعه موم چنین اظهار داشت:

در آثایی که سخن می گویم و به آتش نزدیک می شوم آنچه از طعم و مزه موم باقی است متصاعد می گردد، بوی آن بخار می شود، رنگش تغییر می کند، شکش دگرگون می شود، ابعادش کاهش می یابد، و قطعه موم بتدریج سیال

۱. دکارت پیش از آنکه از حالات موم در هنگام ذوب شدن سخن بگوید، توضیح می دهد که از آن قطعه موم چیزهای معینی بر حواس ظاهر می شود، از جمله این که قطعه موم مزه غسل و بوی گل می دهد، رنگ و اندازه و شکل معین و قابل احساسی دارد، سفت و سرد است، اگر ضربه ای بران وارد شود صدایی از آن برمی خیزد. بعد از این توضیحات است که درباره تغییر عوارض موم، به هنگام گرم شدن، گزارشی ارائه می دهد. - م.

می شود و آنقدر گرم می گردد که نمی توان به آن دست زد و اگر کسی ضربه ای به آن بزند دیگر صدایی از آن بر نمی خیزد. آیا بعد از این تغییرات همان موم باقی می ماند؟ بیشك می باید بپذیریم که خود همان موم باقی می ماند، هیچکس نیست که خلاف این را معتقد باشد. در این صورت من چه چیزی را به نحو متمایز در این قطعه موم تشخیص دادم؟ قطعاً این امر نمی تواند جزو هیچیک از چیزهایی باشد که توسط حواس بر من مکشوف می گردد، زیرا روشن شد همه آن چیزهایی که تحت عنوان مزه، بو، اندازه، زبری و نرمی و بر خاستن صدا، مشخص می گردد، تغییر می یابد، حال آنکه همان موم برجای می ماند... به این ترتیب باید ببینیم اگر همه آنچه را که حقیقه به موم تعلق ندارد از آن جدا سازیم چه باقی می ماند؟ بیشك هیچ چیز بجز يك شیء معتد که انعطاف پذیر و دارای قابلیت حرکت است چیزی برجای نمی ماند [۱].

اما ما چگونه به معرفت این «امتداد» که بوجود آورنده جوهر این قطعه موم است نایل می گردیم؟ دکارت اعتقاد داشت که معرفت ما از امتداد - یعنی «ماهیت واقعی» قطعه موم - حاصل نوعی شهود و درون یابی ذهن است. و می باید میان این شهود ذهنی با جلوه های گوناگون و پی در پی قطعه موم، در برابر حواس، تمیز و تفاوت گذاشته شود. دکارت نیز مانند گالیله به تفاوت میان آن دسته از «کیفیات اولیه» که جسم بودن اجسام منوط به دارا بودن آن است، و «کیفیات ثانویه» - نظیر رنگها، اصوات، مزه ها و رایحه ها - که تنها در ادراک حسی فاعل شناسایی پدیدار می گردند، قائل بود.

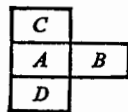
دکارت استدلال کرد که چون «امتداد» تنها خاصیتی در اجسام است که از آن تصویری روشن و متمایز داریم، بنابراین جسم بودن عبارت است از ممتد بودن. خلأ نمی تواند وجود داشته باشد. دکارت «امتداد» را به معنای ملأ یا «پر از ماده» در نظر گرفت و از اینجا نتیجه گیری کرد که مفهوم «امتداد خالی از هر ماده» مفهومی متناقض است [۲].

گرچه دکارت منکر وجود خلأ در طبیعت شد، مع هذا برخی از مفاهیم روش شناسانه اتمیان کلاسیک را مورد تأیید قرار داد. او درصدد برآمد تا رویدادهای جهان بزرگ را بر حسب اندرکشهای جهان خد تفسیر کند. يك مثال مناسب در این مورد تفسیر او راجع به نحوه جذب

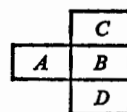
و انجذاب آهنرباست. دکارت قابلیت آهنربا را برای جذب يك قطعه آهن، به خروج و صدور ذراتی به شکل پیچ، و ورود این ذرات به حفره ها و جایچه هایی که در آهن قرار داشت، نسبت می داد. در واقع همین ذرات بودند که آهن را به حرکت در می آوردند. گذشته از این، دکارت برکمال مطلوب اتمیان دایر برارزیابی و سنجش تغییرات کیفی در قلمرو اجسام بزرگ، برحسب تغییرات کمی در سطح جهان خرد، صحنه گذاشت و برجامه عمل پوشاندن بدان اصرار ورزید. او موضوع علم را، به آن دسته از کیفیاتی که به زبان ریاضی قابل بیان بودند و می توانستند بصورت نسب و اضافات ارائه شوند، محدود ساخت.

بدین سان در مشرب علمی دکارت، دیدگاههای ارشمیدسی، فیثاغوری و اتمی در هم آمیخت و پیوند خورد. در نظر دکارت، کمال مطلوب علم، يك سلسله مراتب (هرم) از قضایا و احکامی است که به نحو قیاسی تألیف شده اند، و الفاظ و عبارات توصیفی آن، به جنبه های کاملاً کمیّت پذیر واقعیت، که اغلب در حوزه عالم خرد جریان دارد، مربوط است. تردیدی نیست موفقیتی که در تدوین هندسه تحلیلی و در همان آغاز کار نصیبش گشت، در پذیرش این کمال مطلوب تأثیر بسزایی داشته است. دکارت در جستجوی يك دستگاه ریاضی عام بود تا بتواند خصوصیات سطوح هندسی را در قالب معادلات جبری بیان کند.

متأسفانه، دکارت در نیل به این مقصود، مفهوم «امتداد» را نیز در يك معنای ثانوی به کار گرفت. او به منظور تشریح حرکات اجسام، آنها را به عنوان آنچه که اول در جایی و بعد در جای دیگری قرار می گیرند، در نظر گرفت. برای نمونه، اگر اجسام A و B بترتیب به وسیله اجسام C و D، مقید و محصور شده باشند، در آن صورت دکارت از جسم B به این عنوان که «جای» خالی A را پر کرده است سخن می گفت.



t



t + Δt

اما این «جا» یا «امتداد» به هیچ جسم خاصی مانند و شبیه نیست. «جا» یا «مکان» به این معنی عبارت است از رابطه ای که يك جسم با جسم دیگر دارد. این استفاده دوگانه از مفهوم

«امتداد»، ابهامی خطرناک است زیرا برطبق موازین خود دکارت، می توان چنین قضاوت کرد که او از مقوله اساسی دستگاه فلسفی خود، در تفسیر عالم یعنی «امتداد»، تصویری روشن و متمایز نداشته است.

قوانین علمی عام

دکارت بدون توجه به دوپهلویی خود در مورد مفهوم «امتداد»، به استخراج پاره ای اصول فیزیکی مهم از این مفهوم، مطابق درك و تصویری که از آن داشت، مبادرت ورزید. بوخدال متذکر شده است که ظاهراً چنین به نظر می رسد که دکارت معتقد بود چون مفاهیم امتداد و حرکت مفاهیمی واضح و متمایزند، بنابراین برخی از تعمیمهایی که راجع به آنها صورت می گیرد، حقایق پیشینی و قبل از تجربه به حساب می آید [۳]. يك نمونه از این قبیل تعمیمها عبارت است از اینکه همه حرکات از ضربه یا فشار ناشی می گردد. دکارت اعتقاد داشت که چون خلأ نمی تواند موجود باشد، در نتیجه هر شیء مفروض در تماس و مجاورت با سایر اجسام قرار دارد. او چنین می پنداشت که تنها راه به حرکت در آمدن يك جسم این است که جسمی که در يك طرف قرار دارد، فشار بیشتری از جسمی که در طرف دیگر واقع است بدان وارد آورد. او با محدود ساختن علل حرکت به فشار و ضربه، امکان تأثیر از دور را منتفی دانست. دکارت مدافع يك نظریه کاملاً مکانیکی در باب علّیت بود.

فلسفه مکانیکی دکارت، در قرن هفدهم نظریه ای انقلابی به حساب می آمد. بسیاری از متفکرانی که این نظریه را پذیرفته بودند، آن را از نظریه های رقیب که قائل به کیفیاتی «نهانی و مخفی» نظیر نیروهای مغناطیسی و نیروهای جاذبه ای بود، بمراتب علمی تر می دانستند. از دیدگاه فلسفه دکارتی [= کارترین] بیان اینکه يك جسم به علت اعمال نیرویی از سوی آهنربا، به سمت آن جذب می شود، تبیین علمی محسوب نمی شود. زیرا می توان در تفسیر جذب شدن شیء به آهنربا گفت که علت آن اشتیاق جسم به وصلت با آهنرباست، و این دو تفسیر تفاوتی با هم ندارد.

اصل فیزیکی مهم دیگری که از مفهوم امتداد منتج می گردد این است که همه حرکات

عبارت است از نوعی قرارگیری دایره وار اجسام. دکارت چنین استدلال می کرد که اگر یکی از اجسام عالم «تغییر مکان» دهد، همزمان با آن می باید تغییر مکان مشابهی در سایر اجسام پدید آید تا از بروز خلأ جلوگیری گردد. بعلاوه شمار محدودی از اجسام، تنها با جابجایی حول يك حلقه بسته می توانند بدون ایجاد خلأ، مکان خود را تغییر دهند.

دکارت معتقد بود که خدا علت غائی همه حرکات در عالم است. او اعتقاد داشت که يك وجود کامل، عالم را «در يك آن»^{*} از عدم به وجود می آورد. و از اینجا نتیجه گرفت که چون ماده عالم در يك آن به حرکت در آمده است، يك هستی کامل می باید تضمین کند که این حرکت الی الابد دوام می یابد. در غیر این صورت عالم به ساعتی شبیه می گردد که پس از مدتی کوکش تمام می شود.

دکارت از این کلیترین اصل حرکت، سه قانون دیگر حرکت را استنتاج کرد:

قانون اول - اجسام در حال سکون، و اجسام در حال حرکت، تا زمانی که تحت تأثیر جسم دیگری قرار نگرفته باشند، بترتیب در حال سکون، و در حال حرکت باقی خواهند ماند.

قانون دوم - حرکت شتابدار، حرکتی مستقیم الخط است.^{**}

قانون سوم (الف) - اگر جسم متحرکی با جسم دیگری برخورد کند که مقاومت جسم اخیر در برابر حرکت بزرگتر از نیرویی باشد که جسم اول برای ادامه حرکت خود در اختیار دارد، در آن صورت جسم اول بی آنکه نیروی حرکت خود را از دست بدهد، مسیر حرکت خود را تغییر خواهد داد.

قانون سوم (ب) - اگر جسم اول نیرویی بیشتر از مقاومت جسم دوم داشته باشد، در آن صورت جسم اول، جسم دوم را همراه خود به حرکت در می آورد درحالی که نیروی خود را به همان اندازه که به جسم دوم می دهد، از دست می دهد.

• دکارت تبیین نکرد که چرا وجود کامل واجب بالذات، به عوض خلق مستمر ماده و حرکت، آفرینش آن را دفعة واحدة اراده می کند.

• نه انچنانکه گالیله معتقد بود، حرکتی دورانی.

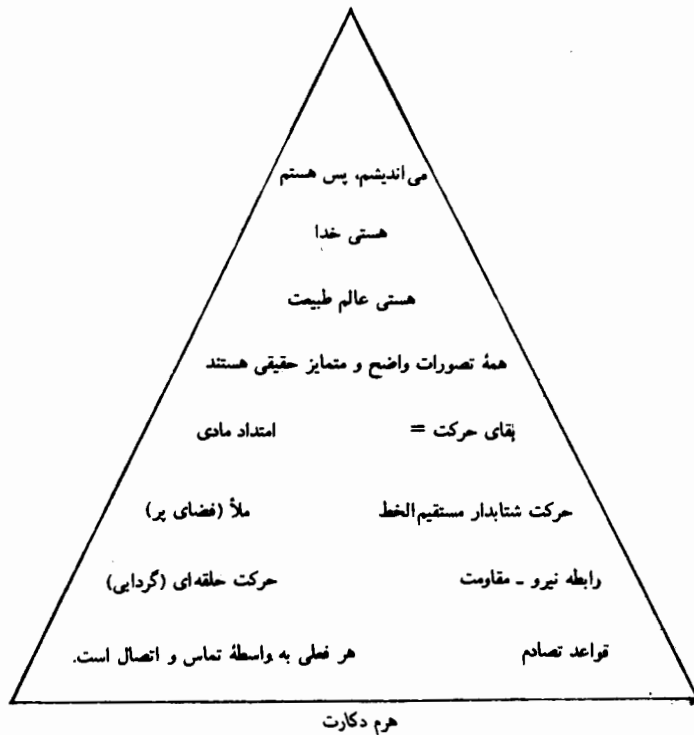
دکارت آنگاه از این قوانین سه گانه هفت قاعده تصادم را برای انواع خاصی از برخوردها استنتاج کرد. اما این قواعد نادرست بود، بیشتر به این جهت که دکارت به عوض وزن، شکل و اندازه را به عنوان عامل تعیین کننده در برخوردها، در نظر گرفت. از میان این قواعد تصادم، شاید بدتر از همه قاعده چهارم باشد. این قاعده بیان می دارد که هر جسم متحرك صرفنظر از سرعتی که دارد، نمی تواند جسم ساکنی را که بزرگتر از آن است به حرکت در آورد. دکارت به منظور ابراز آنچه که معتقد بود مدلول مفاهیم «امتداد» و «حرکت» است، مجموعه ای از قواعد را که در تعارض با حرکات رؤیت شده در اجسام قرار داشت، تدوین کرد. دکارت مدعی بود قوانینی را که او تدوین کرده است، نتایج قیاسی اصول فلسفی او به شمار می آیند. او در گفتار در روش چنین نوشت:

نخست کوشیدیم که مبادی یا علل اولیه هر چیز را که هست یا می تواند باشد به طور کلی دریابیم و برای این مقصود جز خداوند را که آفریننده هر چیز است در نظر نگیریم و آن اصول را جز از بذره‌های معین حقایق که در روح ما سرشته شده است فرا نگیریم [۴].

قسمت اعظم جذابیّت و گیرایی فلسفه دکارتی ناشی از گستردگی و وسعت دیدگاه آن است. دکارت با ابتناء به اصول مابعدالطبیعی آفرینش از دیدگاه الهیون، می کوشد تا قوانین کلی عالم امکان را استنتاج کند. تعبیر و تفسیر دکارت از هرم حقایق علمی در صدر صفحه بعد ترسیم گردیده است.

تأکیده‌های تجربی در فلسفه علم دکارت

محدودیت‌های استنتاج قیاسی پیشینی (مانتقدم)



دکارت تشخیص داد که از طریق استنتاج قیاسی تنها می‌توان فاصله کوتاهی را از رأس هرم به طرف قاعده آن طی کرد. استنتاج قیاسی از روی اصول بدیهی شهودی، فایده محدودی در عالم علم دارد؛ زیرا تنها کلیترین قوانین را ارائه می‌دهد. بعلاوه، چون قوانین اساسی حرکت، تنها حدود آنچه را که می‌تواند تحت شرایط معین رخ دهد، معین می‌کند، سلسله‌های بی‌شمار حوادث و رویدادها، با این قوانین منطبق و مطابق می‌گردد. یعنی به بیانی کلیتر، جهانی که ما می‌شناسیم تنها یکی از عوالمی است که می‌تواند برطبق این قوانین خلق گردد.

دکارت متذکر گردید که نمی‌توان صرفاً از ملاحظه قوانین کلی، نحوه سیر جریانها و فرایندهای فیزیکی را تعیین کرد. برای نمونه، قانون بقای حرکت بیان می‌دارد که هر حرکتی که

در نظر گرفته شود، هیچ مقدار از آن نابود نخواهد گردید. اما اینکه حرکت چگونه در میان اجسامی که یکدیگر را احاطه کرده اند، پخش می شود، می باید برای هر نوع فرایند بطور جداگانه تعیین گردد. لازمه استنتاج حکمی درباره یك معلول خاص این است که در میان مقدمات، آگاهی و اطلاعی درباره ی شرایطی که معلول تحت آن رخ می دهد، گنجانده شود. برای مثال، در مورد تبیین يك فراگرد فیزیولوژی، مقدمات علاوه بر قوانین کلی حرکت می باید شامل اطلاعات خاصی راجع به ساختمان تشریحی بدن نیز باشد. بنابراین يك نقش اساسی و مهم برای مشاهده و آزمایش در نظریه دکارت در مورد روش علمی، عبارت است از فراهم آوردن معرفت لازم راجع به شرایطی که رویدادها و حوادث تحت آن رخ می دهد.

ارزش برنامه یکن در مورد گردآوری تاریخچه طبیعی و جستجوی روابط میان پدیده ها، اینجا نمودار می گردد. دکارت این موضوع را تا حد زیادی مدیون علم بیکنی بود. با این حال او انکار نمود که ممکن است قوانین مهم و اساسی طبیعت را، از طریق مقابله و تطبیق و مقایسه موارد مشاهده شده، اثبات کرد.

نقش فرضیه ها در علم

نقش مهم دیگر مشاهده و آزمایش در نظریه دکارت راجع به روش علمی، ارائه فرضیه هایی است که ساخت و کارهایی را که با قوانین اساسی موافق و سازگار است، مشخص می سازد. دکارت معتقد بود که صحت يك فرضیه - که در ارتباط با قوانین قرار دارد - بوسیله توانایی آن در تبیین پدیده ها ارزیابی می گردد. فرضیه می باید سازگار و موافق با قوانین باشد، اما محتوای خاص آن می باید طوری تنظیم شود که امکان استنتاج احکامی را به شیوه قیاسی، راجع به پدیده های مورد بررسی فراهم آورد.

دکارت، کراراً فرضیه هایی را ارائه کرد که مبتنی بر تمثیلهایی مأخوذ از تجارب روزمره بود. او حرکات سیارات را مشابه چرخش چند قطعه چوب پنبه که در گردبادی گرفتار آمده باشند، و انعکاس نور را شبیه به بالا جستن توپ تنیس پس از برخورد با يك سطح سخت، و فعالیت قلب را شبیه به تولید حرارت در کومه ای علف خشك دانست. در هريك از این موارد، مشابَهت

و مماثلت با تجربه روزمره، اهمیتی بسزا و تعیین کننده در نظریه مربوطه داشت. کاملاً محتمل است که استفاده از این گونه تمثیلهای تصویری به شهرت و قبول عام نظریه او درباره جهان کمک کرده باشد. اما اعتماد و تکیه به تمثیل در اغلب موارد سبب گمراهی دکارت گردید.

يك نمونه بجا و درخور ذکر از این قبیل موارد، تبیینی است که او از گردش خون ارائه داد. دکارت هم خود را مصروف يك تمثیل نامناسب کرد و شواهد آزمایشی را، که علیه این تمثیل وجود داشت، نادیده گرفت. برطبق نظر دکارت، قلب - که مطابق مدل تولید خودبخود کومه علف، ایجاد حرارت می کند - خونی را که در سیاهرگ موجود است به مجرد ورود آن به محفظه خود، تبخیر می کند، و بدین وسیله سبب انبساط قلب و جاری شدن خون در شریانها می گردد. تشریح دکارت از کار قلب مخالف واقعیات است. ویلیام هاروی - پزشک انگلیسی - نشان داده بود که رانده شدن خون به داخل شریانها همراه است با انقباضی در قلب. دکارت کتاب هاروی را خوانده و آنرا ستوده بود، مع هذا مصرانه دست از دفاع از فرضیه خویش برنداشت [۵].

تأیید آزمایشی

نظریه دکارت درباره روش علمی، در مواجهه با اصل تأیید آزمایشی شدت آسیب پذیر و قابل انتقاد است. واضح است که دکارت، لااقل در حرف و در حد شعار، برارزش اصل تأیید تجربی صحنه گذارده است. او تشخیص داد که از بیش از يك مجموعه از مقدمات تبیین کننده می توان حکمی را درباره يك نوع از پدیده ها استنتاج کرد؛ یعنی:

قوانین طبیعت

قضیه ای درباره شرایط مربوطه

فرضیه ۱

E ∴

قوانین طبیعت

قضیه ای درباره شرایط مربوطه

فرضیه ۲

E ∴

دکارت تصریح کرد که در اینگونه موارد علل دیگری جسته شود، علی که مثلاً از مقدمات مندرج در فرضیه اول قابل استنتاج باشد، حال آنکه نتوان آنها را از مقدمات مندرج در فرضیه دوم استنتاج کرد (و یا بالعکس).

با وجود آنچه گفته شد، تجربه دکارت در اغلب موارد از همان مهارت نوشته های او راجع به روش تحقیق علمی برخوردار نبود. به طور کلی او تمایل داشت استفاده از آزمایش را به منزله وسیله ای کمکی در امر تدوین تبیین ها به حساب آورد و نه به عنوان محکی اساسی برای ارزیابی میزان کفایت و کارایی تبیین هایی از این قبیل.

علیرغم این واقعیت که تفسیرهای دکارت در اغلب موارد موافق با امور واقع نبود، نظریه او درباره عالم مورد قبول عامه قرار گرفت. این نظریه به شیوه ای درخور و مناسب، شوق به حصول قطعیت و آگاهی و اطلاع از پیچیدگی پدیدارها را با یکدیگر وفق داد. قوانین عام طبیعت، علی الفرض عبارت بود از نتایج قیاسی حقایق ضروری که می باید از سوی هر فرد متفکری مورد اذعان قرار گیرد.* و اگر همان گونه که مالبرانش اصرار می ورزید «مقدار حرکت» به منزله «مومنتوم» تلقی گردد، در آن صورت نتایج منتج از قواعد برخورد، تعارضی با تجربه نخواهد داشت. اما این قوانین عام، پدیدارها را تنها در ارتباط با اطلاعات مأخوذ از امور واقع، و اغلب، در ارتباط با فرضیه ها تبیین می کند. این امکان وجود داشت که اختلافات و عدم هماهنگیهای میان نظریه و مشاهده را با تغییر فرضیه های مربوطه از بین برد، و به این طریق قوانین عام طبیعت را دست نخورده باقی گذارد. وجود همین نرمش و قابلیت تغییر در نظام دکارتی، یکی از دلایل محبوبیت و رواج دیرپای آن (و یا به بیان دیگر تغییرات و اصلاحات مناسب آن) طی قرون هفدهم و هجدهم میلادی بود.

* دکارت آنقدر هوشیار بود تا تأکید کند که لزومی ندارد خدا، عالم را بر طبق قوانین هرم او، بسازد. قوانین هرم، قید و محدودیتی برای فعالیت خلق و ایجاد الهی به حساب نمی آید. در واقع، دکارت معتقد بود خلق جهانی که در آن تناقضها فهمیده می شود، در بد قدرت الهی قرار دارد. برای نمونه، خدا می تواند عالمی را خلق کند که در آن دایره ای با شعاعهایی به ابعاد مختلف یافت شود، و در آن کوههایی وجود داشته باشند که دره ای در دامنه آنها نباشد [۶]. نیازی به تذکر نیست که فهم چنین امکانی، فراتر از ادراک بشری است.

معهدا دکارت پیوسته براین باور بود که گوهر پدیدارهای طبیعی عبارت است از امتداد و حرکت؛ و اغلب آنچه سخن می گفت که گویی قوانین اساسی حرکت - برای این جهانی که واقعاً به وسیله خدا خلق شده است - غیر از آنچه هست نمی تواند باشد. این قوانین، صرفاً تمیمیهای تجربی درباره آنچه مشاهده شده است، محسوب نمی شود. بلکه بعکس، آنها زرف نگرهای روشنگرانه ای است که به نحو واضح و متمایز به درون ساختمان عالم صورت می گیرد.

مراجع

الف

- ¹ Galileo, *The Assayer*, trans. by S. Drake, in *The Controversy on the Comets of 1618*, trans. by S. Drake and C. D. O'Malley (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1960), 309.
- ² Galileo, *On Motion*, trans. by I. E. Drabkin, in Galileo, *On Motion and On Mechanics*, trans. by I. E. Drabkin and S. Drake (Madison: The University of Wisconsin Press, 1960), 14-16.
- ³ Galileo, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, trans. by S. Drake (Berkeley: University of California Press, 1953), 148;
Dialogues Concerning Two New Sciences, trans. by H. Crew and A. de Salvio (New York: Dover Publications, 1914), 181-2;
"Second Letter from Galileo to Mark Welser on Sunspots", in *Discoveries and Opinions of Galileo*, trans. and ed. by S. Drake (Garden City, N.Y.: Doubleday Anchor Books, 1957), 113-14.
- ⁴ Galileo, *Two World Systems*, 56.
- ⁵ Galileo, *Two New Sciences*, 72.
- ⁶ Galileo, *Two World Systems*, 207-8.
- ⁷ Galileo, *Two New Sciences*, 276.
- ⁸ Ibid., 178.
- ⁹ Ibid., 276.
- ¹⁰ Ibid., 178-9.
- ¹¹ Ibid., 172.
- ¹² Galileo, *Discourse on Bodies in Water*, trans. by T. Salusbury (Urbana: University of Illinois Press, 1960), 22.
- ¹³ Galileo, *Two World Systems*, 361-4.
- ¹⁴ Galileo, *On Motion*, 37-8.
- ¹⁵ Galileo, *Two New Sciences*, 254-5, 85;
Two World Systems, 450.
- ¹⁶ Galileo *Two World Systems*, 207-8.

ب

- ¹ E. J. Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, trans. by C. Dikshoorn (Oxford: Clarendon Press, 1961), 402.
- ² John F. W. Herschel, *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy* (London: Longman, Rees, Orme, Brown and Green, and John Taylor, 1831), 113-14.
- ³ Francis Bacon, *Novum Organum*, I, Aphorism CVI.
- ⁴ Ibid., II, Aphorism X.
- ⁵ F. Bacon, 'Plan of the Work', in *The Works of Francis Bacon*, Vol. VIII, ed. by J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath (New York: Hurd and Houghton, 1870), 41; *Novum Organum*, I, Aphorism XV.
- ⁶ F. Bacon, *Novum Organum II*, Aphorism XXXVI.
- ⁷ Ibid., II, Aphorism V.
- ⁸ Ibid., II, Aphorisms XI-XXXVI.
- ⁹ See Paolo Rossi, *Francis Bacon, From Magic to Science*, trans. by S. Rabinovitch

(London: Routledge & Kegan Paul, 1968), 195-8.

¹⁰ F. Bacon, *Novum Organum*, II, Aphorism XX.

¹¹ Ibid., II, Aphorism XVII.

¹² See Benjamin Farrington, *The Philosophy of Francis Bacon* (Liverpool: Liverpool University Press, 1964), 30.

¹³ F. Bacon, *Novum Organum*, II, Aphorism II.

ج

¹ René Descartes, *Meditations on First Philosophy*, in *The Philosophical Works of Descartes*, trans. and ed. by E. S. Haldane and G. R. T. Ross (New York: Dover Publications, 1955), vol. I, 154.

² Descartes, *The Principles of Philosophy*, Haldane and Ross, I, 260-3.

³ Gerd Buchdahl, *Metaphysics and the Philosophy of Science* (Oxford: Blackwell, 1969), 125.

⁴ Descartes, *Discourse on the Method of Rightly Conducting the Reason*, Haldane and Ross, I, 121.

⁵ Ibid., I, 112.

⁶ Descartes, 'Letter to Mersenne (May 27, 1630)', 'Letter for Arnauld (July 29, 1648)', in *Descartes—Philosophical Letters*, trans. and ed. by A. Kenny (Oxford: Clarendon Press, 1970), 15, 236-7.

روش مبتنی بر اصول متعارفه نیوتن

روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب)

تعمیم استقرانی و قوانین حرکت

زمان و مکان مطلق

روش مبتنی بر اصول متعارفه

قواعد استدلال در فلسفه

ماهیت امکانی قوانین علمی

آیزاک نیوتن (۱۷۲۷ - ۱۶۴۲) در وولس‌ثِرپ (لینکلن شایر) چشم به جهان گشود. پدرش که خرده مالک بود قبل از تولد آیزاک [= اسحاق] از دنیا رفت. مادرش، هنگامی که او سه ساله بود، دوباره ازدواج کرد و مسوولیت تربیت وی تا زمان مرگ ناپدریش به سال ۱۶۵۳ بیشتر بر دوش مادر بزرگ او قرار گرفت.

نیوتن دورهٔ تربیتی کالج کیمبریج را به پایان رساند و در سال ۱۶۶۵ به دریافت لیسانس نایل گردید. در فاصلهٔ سالهای ۷-۱۶۶۵ نیوتن برای فرار از طاعون که در آن ایام همه گیر شده بود، در وولس‌ثِرپ رحل اقامت افکند. این دورهٔ اقامت با خلاقیت و نوآوری شگرف و عمیقی توأم گردید، که

طی آن نیوتن قضیه دو جمله ای معروف خود را تنسیق کرد، «روش فلوکسیونها» (یا حساب جامعه و فاصله) را بسط داد، اولین تلسکوپ انعکاسی را ساخت و به فهم ماهیت عمومی و کلی نیروی جاذبه نایل گردید.

نیوتن در ۱۶۶۹ به سمت استادی ریاضیات دانشگاه کیمبریج منصوب گردید، و در ۱۶۷۲ به عنوان یکی از اعضای انجمن سلطنتی برگزیده شد. کمی بعد از این تاریخ گزارش اکتشافات خود را درباره خواص نور به انجمن سلطنتی تقدیم کرد. در همین ایام، بحث گسترده ای میان نیوتن با رابرت هوک و دیگران در گرفت. مجادله لفظی با هوک به انتشار کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی (۱۶۸۷) مربوط می شد. هوک شکایت داشت که نیوتن [در کتاب مذکور] در این مورد که حرکت سیاره ای را می توان با یک اصل مانند خطی همراه با یک نیروی $\frac{1}{r^2}$ که از سوی خورشید اعمال می گردد نشان داد، نظر او را به اسم خود ضبط کرده است. نیوتن در پاسخ اظهار داشت که او قبل از هوک به این نتیجه رسیده است، و علاوه تنها شخص او می تواند از عهده اثبات این مطلب که نیروی $\frac{1}{r^2}$ سبب ایجاد یک مدار بیضی وار برای سیاره می گردد، بر آید.

نیوتن در ۱۶۹۶ به سرپرستی ضرابخانه سلطنتی منصوب گردید و در اداره آن قابلیت و استعداد قابل توجهی از خود بروز داد. او در ۱۷۰۳ به ریاست انجمن سلطنتی برگزیده شد و از این جایگاه ممتاز، منازعه ای طولانی را با لایب نیتس بر سر تعیین حق تقدم در بسط و تکمیل حساب جامعه و فاصله دنبال کرد. نیوتن به سال ۱۷۰۴ نور شناسی را انتشار داد که نمونه ای از تحقیق و کاوش تجربی به حساب می آمد. او در «پرسشهای» پایان کتاب، بیانی را در خصوص نظریه خود درباره روش علمی گنجانده.

نیوتن در سراسر عمر خویش سور و آیات کتاب مقدس را با عشق و علاقه ای درخور یک موحد کامل مطالعه کرد. در میان اوراقی که از او به یادگار باقی مانده، یادداشت های مفصلی درباره جدول وقایع تاریخی سلسله های پادشاهی باستانی، و نیز تفسیر دانیال نبی یافت شده است.

روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب)

تفسیرها و شروح نیوتن درباره روش علمی، بیش از هر چیز، در تقابل با آراء دکارت و پیروان او بود. دکارت کوشیده بود تا قوانین فیزیکی را از اصول مابعدالطبیعی استخراج کند. نیوتن با

۱. این قضیه را که به دو جمله ای یا بینم خیام - نیوتن معروف است، اول بار خیام، ریاضیدان و شاعر ایرانی، تنسیق کرد. دو جمله ای فوق را می توان چنین نمایش داد:

$$(1+x)^n = 1 + \frac{n}{1}x + \frac{n(n-1)}{1 \times 2}x^2 + \dots + \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-m)}{1 \times 2 \times 3 \times \dots \times m}x^m + \dots + x^n$$

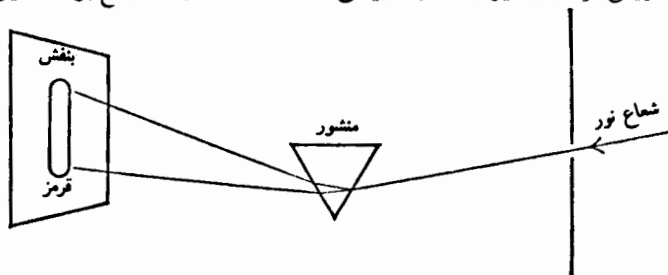
2. fluxions 3. a rectilinear interval principle 4. Opticks 5. Queries

این روش نظریه پردازی درباره طبیعت به مخالفت برخاست. او اصرار می ورزید که فیلسوف طبیعی تعمیمهای خویش را بر معاینه و واری دقت پدیدارها استوار می سازد. نیوتن اعلام کرد که: «گرچه احتجاج از تجارب و مشاهدات مبتنی بر استقراء، اثبات نتایج کلی به حساب نمی آید، معیناً این شیوه، بهترین طریقه استدلالی است که طبیعت اشیاء آن را می پذیرد» [۱]

نیوتن با تصدیق نظریه ارسطو در باب شیوه [تحقیق] علمی، به مخالفت با روش دکارتی برخاست. او از این شیوه استقرائی قیاسی، تحت عنوان «روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب)»، یاد می کرد. نیوتن با تأکید بر اینکه شیوه علمی می باید مشتمل بر مرحله استقرائی و مرحله قیاسی باشد، نظریه ای را تصدیق می کرد که گروستست و راجر بیکن در و همچنین گالیله و فرانسیس بیکن در آغاز قرن هفدهم، از آن دفاع کرده بودند.

بحث نیوتن در باب شیوه استقرائی قیاسی از دو جنبه بر بررسیهای اسلافش برتری داشت. او پیوسته بر نیاز به تأیید آزمایشی نتایج استنتاج شده به وسیله تألیف و ترکیب پافشاری می کرد، و بر ارزش استنتاج نتایجی فراتر از شواهد اولیه استقرائی، اصرار می ورزید.

اعمال روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب) از سوی نیوتن، در تحقیقات مربوط به نورشناسی ثمرات نیکویی به بار آورد. برای مثال، در یک آزمایش مشهور، که با استادی هرچه تمامتر ترتیب یافته بود، نیوتن شعاعی از نور خورشید را از یک منشور عبور داد به طوری که طیف رنگین طویلی بر روی دیوار اطاق تاریکی که در فاصله دوری واقع بود تشکیل گردید.

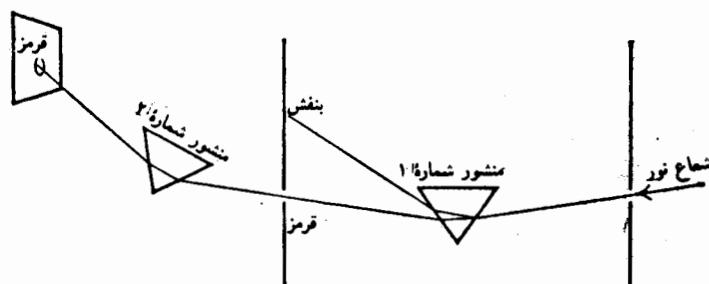


آزمایش يك منشور نیوتن

نیوتن روش تحلیل (تجزیه) را به منظور استقراء این اصل تبیین کننده که نور خورشید از اشعه هایی با رنگهای گوناگون متشکل است، و اینکه هر رنگی توسط منشور در امتداد زاویه مشخصه معینی دچار شکست می گردد، به کار برد. این کار، با در نظر گرفتن نقش و سهم نیوتن

در آن، يك تعمیم استقرائی ساده به شمار نمی‌رفت. نیوتن صرفاً بر این نکته انگشت نگذارد که همه منشورها در شرایط مشابه، طیفهایی مشابه آنچه او مشاهده کرده بود پدید می‌آورند. نتیجه مهمتری که او گرفت در مورد ماهیت خود نور بود، و این امر نیازمند نوعی «جهش استقرائی» بود، تا بتوان نتیجه گرفت که نور خورشید از اشعه‌هایی تشکیل یافته که خاصیت شکست نوری آنها متفاوت است. وانگهی باید توجه داشت که ارائه تفسیرهای دیگری از این رویداد تجربی امکان‌پذیر است. برای نمونه نیوتن می‌توانست این نتیجه را بگیرد که نور خورشید تجزیه‌ناپذیر است، و رنگهای طیف، نه از تجزیه این نور، بلکه به واسطه نوعی تشعشع ثانوی در داخل خود منشور به وجود می‌آیند.

نیوتن پس از مفروض گرفتن این «نظریه» که نور خورشید از اشعه‌هایی با رنگهای مختلف، و خاصیت شکست نور متفاوت تشکیل یافته است، روش تألیف (ترکیب) را به منظور استنتاج پاره‌ای نتایج قیاسی دیگر از این نظریه، به کار بست. او متوجه این نکته شد که اگر نظریه‌اش درست باشد، در آن صورت عبور دادن نوری مربوط به يك رنگ بخصوص، از درون منشور، علی‌القاعده می‌باید به انحراف شعاع نورانی، تحت زاویه مشخصه آن رنگ خاص، منجر گردد، اما موجب تجزیه اشعه به رنگهای دیگر نشود. نیوتن این نتیجه حاصل از نظریه خوش درباره رنگها را با گذراندن نور مربوط به بخش کوچکی از طیف، از درون يك منشور ثانوی، به کرسی قبول و اثبات نشانید [۲].



آزمایش دو منشور نیوتن

تعمیم استقرائی و قوانین حرکت

نیوتن همچنین مدعی بود که در اثر بزرگ خویش، در مبحث دینامیک، یعنی اصول ریاضی فلسفه طبیعی (۱۶۸۶)، از همین روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب) پیروی کرده است. در

این کتاب، فاش ساخت که سه قانون حرکت را به مدد کاربرد روش تحلیل (تجزیه)، تسبیق کرده است. نیوتن اعلام داشت که در فلسفه تجربی، «قضایا و احکام خاصی از پدیدارها استنتاج می‌گردد، و سپس به وسیله استقراء تعمیم می‌یابد. بدین گونه بود که قابلیت نفوذ ناپذیری قبول حرکت، و نیروهای ضربه‌ای اجسام و نیز قوانین حرکت و جاذبه کشف شد» [۳]. نیوتن در مورد ماهیت فرآیند استقرائی که از پدیدارها به قضایای خاص، و به قوانین می‌رسد بحث نکرد. صحت و سقم این گفته که قوانین حرکت به وسیله اعمال روش تحلیل (تجزیه) کشف گردید، بستگی دارد به وسعت معنایی که برای «استقراء» در نظر گرفته می‌شود. برای نمونه، ارسطو بینش شهودی را به عنوان يك روش استقرائی شایسته، پذیرفت. به این ترتیب نظریه ارسطو در باب روش [تحقیق علمی] می‌توانست از عهده تفسیر و ارزیابی تعمیم‌هایی در مورد اهرم‌های کاملاً صلب فاقد وزن، آونگ‌های ایده آل و حرکت شتابدار برآید. در واقع مشکل می‌توان تفسیری علمی را یافت که منشأش را نه‌آن‌که به بینش شهودی منتسب و مرتبط دانست.

با وجود این، اغلب فلاسفه طبیعی، دیدگاهی محدودتر درباره استقراء اتخاذ کرده‌اند، آنها استقراء را به شمار اندکی از شگردهای فنی برای تعمیم نتایج مشاهده محدود ساخته‌اند. این شگردها مشتمل‌اند بر: شمارش ساده و روش توافق و اختلاف.

واضح است که قوانین نیوتن، با استفاده از شیوه‌های استقرائی فوق‌الذکر، به دست نیامده است. قانون اول را در نظر بگیرید. این قانون رفتار اجسامی را که تحت تأثیر هیچ نیرویی قرار ندارند مشخص می‌سازد. اما این گونه اجسام وجود خارجی ندارند؛ و حتی اگر چنین جسمی وجود داشته باشد ما نمی‌توانیم معرفتی درباره آن به دست آوریم. مشاهده يك جسم، نیازمند حضور مشاهده‌گر و یا يك وسیله ثبات است. اما بر مبنای رأی خود نیوتن، هر جسمی در عالم، بر هر جسم دیگر نیروی جاذبه اعمال می‌کند. يك جسم تحت مشاهده نمی‌تواند از تأثیر این گونه نیروها آزاد باشد. در نتیجه، قانون «ماند» [=اینرسی] صرفاً تعمیمی در مورد حرکات مشاهده شده اجسام خاص نیست، بلکه بعکس، این قانون نوعی انتزاع و تجرید از این قبیل حرکات است.

زمان و مکان مطلق

علاوه بر آنچه گفته شد، نیوتن اعتقاد داشت که قوانین سه گانه حرکت مشخص می سازد که اجسام در فضا و زمان مطلق چگونه حرکت می کنند. این امر به معنای اعمال يك انتزاع دیگر از جانب نیوتن است. نیوتن مکان و زمان مطلق را در مقابل «مقادیر محسوس» آن دو که به نحو آزمایشی تعیین می شود، قرار داد.

تمایزی که نیوتن بین «حرکات حقیقی» اجسام که در مکان و زمان مطلق صورت می گیرد، و «مقادیر محسوس» این حرکات، قائل گردید، طنینی افلاطونی به همراه دارد که به نوعی انقسام میان بود و نمود منجر می گردد. بر طبق نظر خود نیوتن مکان و زمان مطلق، به لحاظ وجود شناسی، مقدم بر جواهر فردی و اندرکشهای آنان است. او بالاتر از این اعتقاد داشت که می توان در پرتو و بر حسب حرکات حقیقی در مکان مطلق به فهم و درک حرکات محسوس نایل آمد.

نیوتن تشخیص داد برای اثبات این امر که مقدار محسوس حرکت يك جسم، معادل حرکت حقیقی آن است، یا اینکه يك حرکت محسوس به نحو خاصی به حرکت حقیقی آن مربوط می گردد، ضروری است که هم فواصل زمانی مطلق و هم مختصات در مکان مطلق مشخص گردد. اما او اطمینان نداشت که بتوان به این نیازها پاسخ گفت و آنها را بر آورده ساخت. نیوتن با توجه به زمان مطلق، اعلام داشت که: «ممکن است چیزی به نام حرکت یکنواخت که به وسیله آن بتوان زمان را بدقت اندازه گیری کرد، وجود نداشته باشد. همه حرکات ممکن است تند و شتابان و یا کند و آهسته گردد، اما جریان گذر و مرور زمان مطلق به هیچ وجه دستخوش تغییر واقع نمی شود» [۴]. با این حال، نیوتن نشان داد که برخی از مقیاسهای محسوس زمان بر برخی دیگر رجحان دارد. او پیشنهاد کرد که برای تعریف فواصل زمانی، خسوف اقمار سیاره مشتری، و تغییرات آونگها، از حرکت ظاهری خورشید به دور زمین مناسبتر است [۵].

اما حتی اگر بتوان زمان مطلق را اندازه گیری کرد، باز هم لازم است که جسمی را در فضای مطلق، پیش از آنکه بتوان حرکت مطلق آنرا معین ساخت، مشخص کرد. نیوتن شخصاً باور داشت که فضای مطلق وجود دارد، و برای اثبات وجود آن، هم از احتجاجات کلامی (الهیاتی) و هم از استدلالات فیزیکی استفاده کرد، اما به اینکه بتوان اجسام را در چنین

فضایی مشخص ساخت کمترین اطمینان داشت.

نیوتن با تکیه بر مبانی کلامی مدعی بود از آنجا که عالم به صورت خلق از عدم آفریده نشده است، می باید حفره ای وجود داشته باشد که ماده مخلوق درون آن پخش شود. او متذکر گردید که مکان مطلق «معلول صادر از آفریدگار» است؛ وضع و حالتی است از برای همه موجودات به طوری که نه صفتی از صفات خدا به حساب می آید و نه جوهری قدیم و شریک در ازلیت با خدا. نیوتن، رأی دکارت را در یکی دانستن امتداد و جوهر جسمانی به جهت اینکه راه را برای الحاد و انکار خدا باز می کند به باد انتقاد گرفت، زیرا مطابق قول دکارت ما قادریم از امتداد، صرفنظر و مستقل از ماهیت آن به عنوان مخلوق خدای تعالی، تصویری واضح و متمایز به دست آوریم [۶].

مهمترین استدلال فیزیکی نیوتن، برای اثبات وجود مکان مطلق، تحلیلی بود که از حرکت یک سطل پر آب دواز ارا نه داد. او متوجه شد که اگر چنین سطلی را به کمک طنابی تاب داده شده و پیچ خورده، از نقطه ای بیاویزند و بگذارند سطل همراه با باز شدن پیچ طناب، چرخ بخورد، سطح آب برای مدتی مسطح باقی می ماند و آنگاه آرام آرام شکل مقعر بخود می گیرد. تا اینکه بالاخره آب با همان سرعت سطل شروع به چرخش می کند. آزمایش نیوتن نشان داد که تغییر شکل سطح آب نمی تواند به شتاب نسبی آب در مقایسه با سطل ارتباط داده شود؛ زیرا

آزمایش سطل نیوتن

شتاب آب نسبت به سطل در یک دستگاه مختصات

سطح آب	مستقر در زمین	رویداد
مسطح	نه	شماره ۱. سطل در حال سکون
مسطح	بله	شماره ۲. سطل در حال چرخش
مقعر	نه	شماره ۳. در حداکثر سرعت دوران
مقعر	بله	شماره ۴. چرخش سطل کند می شود
مسطح	نه	شماره ۵. آب در حال سکون

سطح آب وقتی که شتابی نسبی وجود دارد پی در پی مسطح و مقعر می گردد، و همچنین سطح آب وقتی که شتابی نسبی وجود ندارد می تواند مسطح یا مقعر گردد. نیوتن اعتقاد داشت که تغییر شکل سطح آب نشانگر نیرویی است که در حال عمل است؛ و دومین قانون حرکت، نیرو و شتاب را به یکدیگر مرتبط می سازد. اما این شتاب حاصل در آب نسبت به کدام مرجع پدید آمده است؟ نیوتن نتیجه گرفت که چون شتاب همبسته با تغییر شکل سطح آب، با شتاب نسبی آب در مقایسه با سطل، یکی نیست، به ناچار می باید شتابی باشد نسبت به مکان مطلق [۷].

بعدها شمار کثیری از نویسندگان متذکر گردیدند که نتیجه گیری نیوتن از یافته های آزمایشی او تبعیت و پیروی نمی کند. برای مثال، ارنست ماخ اظهار نظر کرد که تغییر شکل سطح آب، نه با شتابی نسبت به مکان مطلق، بلکه با شتابی نسبت به ستارگان ثابت مرتبط دانسته شود [۸].

با این همه حتی اگر نیوتن در اخذ این نتیجه که آزمایش سطل، وجود يك حرکت مطلق را اثبات می کند، محق می بود، این امر بتنهایی برای مشخص ساختن يك دستگاه مختصات، که به کار تعیین موقعیت در فضای مطلق بیاید، کافی نبود. نیوتن خود به این واقعیت اذعان داشت. علاوه او پذیرفت که ممکن است هیچ جسم منفردی، که با توجه به مکان مطلق در حال سکون باشد، و به عنوان مبدایی برای اندازه گیری مسافتات در این فضا به کار آید، یافت نشود [۹].

از این رو نیوتن پذیرفت که امکان حصول تطابقی کاملاً رضایت بخش بین حرکات مشاهده شده و حرکات حقیقی در فضای مطلق، وجود ندارد. بحث صریح و بدون ابهام او درباره این مسأله تطابق نشان می دهد که او در کتاب اصول، به عوض پیروی از روش تحلیل استقرائی، از يك روش مبتنی بر اصول متعارف سود جسته است.

روش مبتنی بر اصول متعارفه

در روش مبتنی بر اصول متعارف منسوب به نیوتن، سه مرحله به چشم می خورد. اولین مرحله عبارت است از تنسیق و صورت بندی يك نظام (سیستم) اصول متعارف. از نظر نیوتن نظام

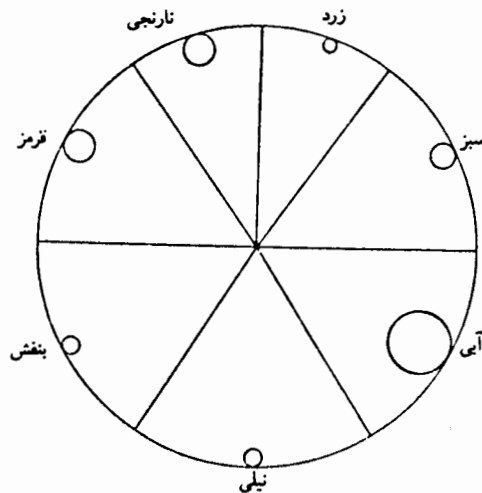
اصول متعارف مجموعه‌ای است از اصول متعارف، تعاریف و قضایا که به نحو قیاسی سازمان یافته‌اند. اصول متعارف احکامی است، که نمی‌توان آنها را از سایر احکام درون نظام استنتاج کرد، و قضایا عبارت است از نتایج قیاسی این اصول متعارف. سه قانون حرکت، اصول متعارف نظریه مکانیکی نیوتن به شمار می‌رود. آنها روابط تغییر ناپذیری میان اصطلاحاتی نظیر «حرکت یکنواخت مستقیم الخط»، «تغییر حرکت»، «نیروی مؤثر»، «عمل» و «عکس العمل» برقرار می‌سازند. این اصول متعارف عبارت است از:

(۱) هر جسمی در حال سکون باقی می‌ماند، و یا به حرکت یکنواخت مستقیم الخط ادامه می‌دهد، مگر آنکه به واسطه تأثیر نیروها بر آن ناگزیر از تغییر حالت خود شود؛
 (۲) تغییر حرکت با نیروی محرك مؤثر متناسب است، و در همان امتداد مستقیم اعمال نیرو به وجود می‌آید؛

(۳) برای هر عملی، عکس‌العملی مساوی و مخالف با آن وجود دارد؛ یا، عملهای متقابل دو جسم بر روی یکدیگر، همواره معادل است و در دو راستای متقابل قرار دارد [۱۰].
 نیوتن بوضوح «مقادیر مطلق» را، که در اصول متعارف ظاهر می‌گردد، از «مقادیر مقیاسهای محسوس»، که به طریق تجربی تعیین می‌شود، متمایز ساخت. اصول متعارف عبارت است از اصول ریاضی فلسفه طبیعی که حرکات حقیقی اجسام را در مکان مطلق توصیف و تشریح می‌کند.

دومین مرحله روش مبتنی بر اصول متعارف عبارت است از مشخص ساختن شیوه‌ای برای مرتبط کردن قضایای سیستم اصول متعارف با مشاهدات. نیوتن اغلب این امر را که سیستم اصول متعارف با رویدادهای عالم واقع مرتبط گردد، ضروری می‌دانست.
 با این حال وی عملاً برای بررسی نظریه‌ای درباره اختلاط رنگها، که در آن نظلم (سیستم) اصول متعارف به طور صحیح و مناسب با تجربه مرتبط نبود، به عدول از رأی خود تن داد [۱۱]. نیوتن تصریح کرد که دایره‌ای ترسیم گردد و به هفت قطاع - هر کدام برای یکی از رنگهای اصلی طیف - تقسیم شود؛ به طوری که عرض هر قطاع با يك فاصله موسیقی در گام اکتاو متناسب باشد. بعلاوه تصریح کرد که «تعداد شعاعهای» هر رنگی که در مخلوط وجود دارد به وسیله دوایی با شعاع متفاوت (بزرگ یا کوچک) که در وسط هر رنگ موجود در مخلوط جای می‌گیرند، نشان داده شود. نیوتن نشان داد که مرکز ثقل این دوایر رنگ نهایی

مخلوط را مشخص می‌سازد.



نظریه نیوتن در مورد اختلاط رنگها

اصل متعارف نیوتن در تقسیم قرص نان (دایره) بدان گونه که با هماهنگیهای موسیقی سازگار باشد، یادآور تفکرات نظری کپلر بر طبق سنت فیثاغوری است. این اصل متعارف یقیناً يك تعمیم استقرائی به حساب نمی‌آید. معهذا، حتی اگر هیچ شاهدهی برای تأیید اصل متعارف تقسیم قرص نان (دایره) وجود نداشته باشد، این نظریه اگر بتوان نتایج مربوط به اختلاط رنگها را از روی آن محاسبه کرد، نظریه‌ای مفید و قابل استفاده خواهد بود. اما نیوتن از ارائه يك تفسیر تجربی برای عبارت «تعداد شعاعها» غفلت ورزید. و چون مشخص ساخت که قطر دوایر چگونه باید تعیین شوند، نظریه او درباره اختلاط رنگها فاقد هر نوع ارزش تجربی است.

اما از سوی دیگر مکانیک نیوتنی از ارزش و اهمیت تجربی برخوردار است. او نظام متعارف خود برای علم مکانیک را به رویدادهای عالم واقع مرتبط ساخت. و حلقه مورد نیاز برای ارتباط [اصول متعارف و عالم واقع] را با انتخاب «قواعد مطابقت» برای تبدیل قضایایی درباره فواصل زمانی و مکانی مطلق به قضایایی درباره فواصل زمانی و مکانی اندازه‌گیری شده، به دست آورد.

در مورد فواصل مکانی، نیوتن به عنوان يك «فرضیه»، اظهار داشت که مرکز ثقل منظومه

شمسی ساکن و بی حرکت است و بنابراین مرجع مناسبی برای تعیین فواصل مطلق به شمار می‌رود. به این ترتیب او قادر بود با انتخاب دستگاه مختصاتی که مرکز آن همان مرکز ثقل منظومه شمسی است، نظام اصول متعارف خود را در مورد حرکات واقعی به کار برد. آی. برنارد کوهن^۱ اظهار نظر کرده است که مقصود نیوتن از «فرضیه» در این زمینه، قضیه‌ای بوده که او قادر به اثبات آن نبوده است [۱۲]. اما گرچه نیوتن قادر به اثبات این مطلب که مرکز ثقل منظومه شمسی ساکن و بی‌حرکت است نبود، معهذا فرضیه او با تفسیر وی از «آزمایش سطل» سازگار و موافق است. بر طبق این تفسیر، کشیده شدن آب به سمت دیواره‌های سطل، نشانگر شتابی است نسبت به مکان مطلق. بنابر رأی نیوتن، این شتاب‌گریز از مرکز حاکی از معلولاتی است که حرکات منتسب به مکان مطلق را از حرکات صرفاً نسبی مشخص می‌سازد [۱۳]. نیوتن اعتقاد داشت که، «حرکت معینی که کره زمین را وامی‌دارد تا در صدد دور شدن از خورشید برآید»، نظیر یک حرکت مطلق است [۱۴]. از آنجا که مرکز ثقل منظومه شمسی، مرکز این حرکت دورانی است (لااقل تا آنجا که حرکت تقریباً در مداری مستدیر انجام می‌گیرد)، فرضیه نیوتن با نظریات آراؤه‌اودر باب حرکت مطلق سازگار و موافق است. در مورد فواصل زمانی، نیوتن تصریح نکرد که هر حرکت متناوب دلخواه، می‌تواند به عنوان مقیاس زمان مطلق در نظر گرفته شود. لیکن با بذل جهد و دقت نظر می‌توان دریافت که نیوتن شیوه‌ای را برای مرتبط ساختن زمان مطلق با مقادیر محسوس آن پیشنهاد کرده است. یک چنین حلقه اتصالی را می‌توان با واری رسته‌های زمانمند یا به زمان وابسته‌ای که تعیین شده‌اند، توأم با به کارگیری روشهای مختلف سنجش زمان، پدید آورد. برای مثال، اگر رابطه مسافت - زمان، برای گوی‌هایی که از بالای سطوح شیب‌دار فرو می‌غلطند، وقتی که زمان به وسیله نوسان آونگ اندازه‌گیری می‌شود، «منظمت‌ر» از وقتی است که زمان به وسیله یک ساعت شنی سنجیده می‌شود، در آن صورت ساعت آونگ‌دار «مقیاس محسوس» بهتری برای زمان مطلق، به حساب می‌آید [۱۵].

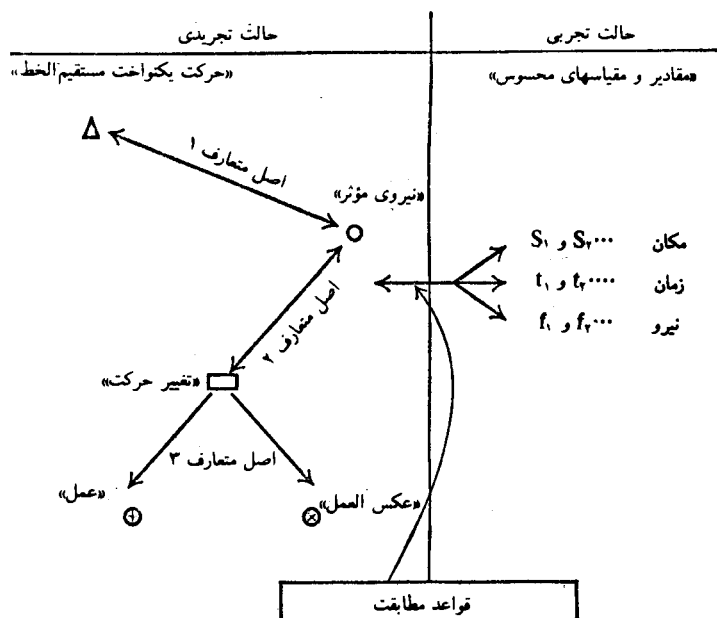
به این ترتیب نیوتن با دقت هر چه تمامتر، حالت تجریدی یک نظام اصول متعارف را از

1. I. Bernard Cohen

۲. نیوتن، فرضیه‌ها را قضایایی به شمار می‌آورد که بطور مستقیم و بی‌واسطه از پدیدارها استنتاج نشده است - م.

3. time - dependent

کاربرد تجربی آن تفکیک کرد. این انفکاک را می توان مطابق شکل زیر نمایش داد:



۱. مرکز ثقل منظومه شمسی به عنوان مرکز مکان مطلق در نظر گرفته می شود.
۲. انتخاب «بهترین مقیاس و معیار» برای زمان مطلق.
۳. اجسام متحرک به عنوان سیستمهای متشکل از شمار نامعدودی جرمهای نقطه ای (مترکز) در نظر گرفته می شود.
۴. ذکر خصوصیات و مشخصات شیوه های تجربی به منظور اندازه گیری مقادیر نیروهای مؤثر.

صورت تفسیر و تعبیر شده سیستم اصول متعارف نیوتن برای علم مکانیک

نیوتن در سرتاسر کتاب اصول بر تمایز کاربرد تجربی میان نظام (سیستم) اصول متعارف و آن تأکید ورزید. برای مثال در مبحث مربوط به دینامیک سیالات، او «دینامیک به قالب ریاضی در آمده» را، که در آن حرکات تحت شرایط اصطکاکی فرضی توصیف و تشریح می شود، از کاربرد تجربی آن کاملاً جدا کرد. یک نمونه از کاربرد «دینامیک به قالب ریاضی در آمده»، بدین گونه به دست آمد که به طریق آزمایشی معین گردید مقاومت (اصطکاک) یک محیط خاص، چگونه همراه با سرعت جسمی که درون آن حرکت می کند، تغییر می یابد. این فرق گذاری

میان يك سیستم اصول متعارف و کاربرد تجربی آن یکی از مهمترین موارث نیوتن برای نظریه مربوط به روش علمی بوده است. این میراث، نمونه مطلوب (مثل اعلای) نظام پردازی قیاسی در خصوص معرفت علمی را به سطح تازه ای از مهارت و دقت نظر ارتقاء داد.

سومین مرحله روش مبتنی بر اصول متعارف نیوتن، عبارت است از تأیید نتایج قیاسی سیستم اصول متعارف که به نحو تجربی تفسیر و تعبیر شده است. هنگامی که شیوه ای برای مرتبط ساختن عبارات و مختصات سیستم اصول متعارف با پدیده ها مشخص می گردد، محقق می باید در صدد برقراری توافق میان قضایای سیستم اصول متعارف و حرکات مشاهده شده اجسام بر آید.

خود نیوتن وفاق گسترده و وسیعی میان سیستم اصول متعارف خویش در مورد علم مکانیک که به نحو تجربی تفسیر و تعبیر گردیده بود، و حرکات اجسام زمینی و آسمانی، برقرار ساخت. يك نمونه قابل ذکر عبارت است از تجربیات او با آونگهای تصادم کننده. نیوتن نشان داد که عمل و عکس العمل در هنگام تصادم، اگر تصحیحات مناسب برای مقاومت هوا رعایت گردد، کاملاً معادل خواهند بود، قطع نظر از اینکه حلقه های آونگ از فولاد، شیشه، چوب پنبه، یا پشم ساخته شده باشد.

به این ترتیب نیوتن دو نظریه درباره روش علمی را مورد تصدیق قرار داد و آنها را به کار بست - روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب)، و روش مبتنی بر اصول متعارف. به گمان من ذکر این نکته که نیوتن تفاوت و تمایز میان این دو نظریه مربوط به شیوه علمی را به نحو سازگار و منطقی مورد توجه قرار نمی داد، چیزی از نبوغ او کم نمی کند.

روش تحلیل و تألیف (تجزیه و ترکیب) و روش مبتنی بر اصول متعارف در تبیین و پیش بینی پدیده ها به عنوان يك هدف مشترك شركت دارند. اما آنها از يك جنبه مهم با یکدیگر متفاوت اند، بخصوص اگر بخواهیم دامنه آنچه را که شیوه های تحقیق علمی از آن با نام «استقراء» یاد می کنند محدود سازیم. هر فیلسوف طبیعی که از روش تجزیه پیروی می کند، در صدد است تا با استفاده از نتایج مشاهده و تجربه، کار تعمیم دادن را به سامان برساند. در مقابل، روش اصول متعارف تأکید زیاده تری بر تخیل خلاق دارد. آن فیلسوف طبیعی که چنین روشی را به کار می بندد، می تواند تحقیقش را از هر جایی آغاز کند، اما نظام اصول متعارفه ای که می آفریند تنها در صورتی به علم مربوط می شود که بتوان آنرا با آنچه که مشاهده و تجربه

می شود پیوند داد.

فرضیه نبافتن

نیوتن با گالیله در این مورد که کیفیات اولیه موضوع اصلی علم فیزیک است هم عقیده بود. بر طبق نظر نیوتن، نقطه آغاز و نقطه پایان تحقیق علمی عبارت است از تعیین مقدار «کیفیات ظاهره»، یعنی آن جنبه‌های پدیدارها که به نحو آزمایشی قابل سنجش است.

نیوتن در صدد بود تا محتوای «فلسفه آزمایشی» خویش را به احکامی درباره کیفیات ظاهره، «نظریه‌هایی» مستخرج از این احکام، و پرسشهایی در راستای تحقیقات آتی، محدود سازد. او بخصوص در صدد بود تا «فرضیه‌ها» را از حوزه فلسفه آزمایشی طرد کند.

نیوتن اصطلاحات «نظریه» و «فرضیه» را در همان معنایی که امروزه این واژه‌ها به کار می‌روند، به کار نمی‌برد. او اصطلاح «نظریه» را در مورد روابط تغییر ناپذیر موجود در میان اصطلاحات و الفاظی که مشخص کیفیات ظاهره بود به کار می‌برد؛ و گاهی اوقات از این روابط تغییرناپذیر، به عنوان روابط استنتاج شده از پدیدارها، نام می‌برد؛ اما به اغلب احتمال مقصود او این بود که در مورد برخی از این روابط شواهد استقرائی خدشه ناپذیری وجود دارد. اصطلاح «فرضیه»^{*} در یکی از مواردی که نیوتن آنرا به کار برده، به احکامی در باره اصطلاحاتی که مشخص «کیفیات ذاتی» است اطلاق شده، یعنی کیفیاتی که هیچ شیوه‌ای برای سنجش آنها پیدا نشده است.

نیوتن هرگاه از «نظریه»‌های مبتنی بر تجربه او با انگ «فرضیه» یاد می‌شد، بسرعت برمی‌آشفته و در برابر آن جبهه می‌گرفت. برای مثال وقتی پاردی^۱ ریاضیدان بی احتیاطی کرد و از نظریه نیوتن درباره رنگها، تحت عنوان «يك فرضیه بغایت ابلهانه» یاد کرد [۱۶] نیوتن بدون فوت وقت خطای او را متذکر گردید. نیوتن تأکید داشت که شواهد آزمایشی نتیجه بخشی، مبنی بر اینکه نور خورشید از اشعه‌هایی با رنگهای مختلف و خواص شکست نور متفاوت تشکیل یافته است، وجود دارد. او بدقت هر چه تمامتر نظریه خویش را دایر بر اینکه

* آی. بی کوهن (در کتاب خود ۱۴۰ و ۱۳۸ Franklin and Newton) در مورد نه معنای مختلف «فرضیه» در نوشته‌های

نیوتن بحث کرده است.

1. Pardies

نور، خواص شکست پذیری معینی دارد، از هر نوع «فرضیه‌ای» راجع به امواج یا ذراتی که می‌تواند تبیین کننده این خواص باشد، متمایز ساخت [۱۷].

نیوتن در مورد نظریه قوه جاذبه از موضع مشابهی جانبداری کرد. او اصرار داشت که توانسته است وجود قوه جاذبه و وجه عمل آن را از طریق محاسبه این قوه در مورد حرکات سیارات، جزر و مدها و بسیاری از پدیده‌های دیگر، به کرسی اثبات و قبول بنشانند. اما به هیچ وجه مایل نبود این نظریه را با مرتبط کردن آن به «فرضیه» خاصی درباره علت نهانی جاذبه، به مخاطره بیندازد. او در جایی نوشت: «من نیازی به فرضیه بافی ندارم» [۱۸].

این نهی از فرضیه بافی، اصولاً علیه آن دسته از «تبیین‌های علمی درباره قوه جاذبه» صادر شده بود که بر مبنای فرضیه دکارت راجع به گردبادهای نامرئی اثر تنظیم گردیده بود. نیوتن در کتاب اصول اثبات کرد که فرضیه گردباد دکارت نتایجی در برداشته که به هیچ روی با حرکات رصد شده سیارات موافق نبوده است.

با این حال آن طور که از برخی متون دیگر بر می‌آید، نیوتن تمایل داشت فرضیه‌هایی را، که همبستگیها و ارتباطهای میان کیفیات ظاهره را تبیین می‌کرد، بپذیرد. در واقع خود او پنهانی به یک فرضیه درباره یک محیط اتری که قوه جاذبه را ایجاد می‌کرد، دل خوش کرده بود. معهذاً نیوتن تأکید می‌کرد که عملکرد چنین فرضیه‌هایی صرفاً راهگشایی برای تحقیقات آتی است، و نه به کار آمدن در مقام برخی از مقدمات بحثهای نظری محض.

قواعد استدلال در فلسفه

نیوتن به منظور هموار ساختن راه پژوهش برای فرضیه‌های تبیین کننده، چهار اصل تنظیم کننده ارائه کرد. او از این اصول در چاپ اول کتاب اصول با عنوان «فرضیه‌ها» و در چاپ دوم تحت عنوان «قواعد استدلال در فلسفه» یاد کرد. این اصول تنظیم کننده عبارت است از:

- (۱) نمی‌باید از علل طبیعی اشیاء چیزی بیش از آنچه که برای تبیین مظاهر و نمودهای آنها هم حقیقی و هم کافی است، بپذیریم؛
- (۲) بنابراین می‌باید برای معلولهای یکسان تا آنجا که ممکن است علل یکسانی قائل شویم؛

- (۳) آن دسته از کیفیات اجسام که نه تشدید درجات می‌پذیرد و نه تخفیف آن را

و تا آنجا که آزمایشهای ما نشان داده است به همه اجسام تعلق دارد، می باید از جمله کیفیات عام همه اجسام به شمار آید؛
 (۴) در فلسفه طبیعی می باید به قضایایی که به وسیله استقراء عام از پدیدارها استنتاج شده است به چشم قضایایی صحیح و دقیق و یا بسیار نزدیک به حقیقت و واقع امر نگاه کنیم، نه آنکه هر فرضیه مخالفی که متصور باشد، قابل قبول بدانیم، تا آن زمان که پدیدارهای دیگری رخ نماید که در پرتو آنها این قضایا یا دقیقتر و صحیحتر شود و یا مشمول حذف و استثناء واقع گردد [۱۹]

نیوتن در تأیید قاعده (۱)، به يك اصل صرفه جویی با این مضمون که طبیعت «طمطراق و کزو فرّ علل زائد و غیر ضروری را به خود نمی بندد» تمسك جست. اما اینکه منظور نیوتن از يك «علت حقیقی» دقیقاً چه بوده و یا چه باید می بوده، موضوع بحثها و گفتگوهای چندی بوده است. برای نمونه، هم ویلیام هوئل و هم جان استوارت میل، نیوتن را به جهت آنکه از ارائه محك و معیاری برای تشخیص علل حقیقی غفلت ورزیده است مورد انتقاد قرار داده اند. هوئل اظهار داشت که اگر نیوتن قصد داشته است تا «علت حقیقی» يك نوع از پدیدارها را، به آن دسته از عللی محدود سازد که از ابتدا به عنوان علل مؤثر در پدید آوردن انواع دیگری از پدیدارها شناخته شده اند در آن صورت قاعده (۱)، بیش از حد مقید کننده و دست و پا گیر خواهد بود. این قاعده با این محتوی مانع از دخول علل تازه خواهد شد. معهذا هوئل مطمئن نبود که نیوتن واقعاً چنین قصدی داشته است. او متذکر گردید که ممکن است قصد نیوتن صرفاً محدود ساختن دخول علل بوده باشد. محدود کردن آنها که «در نوع شبیه اند» به عللی که قبلاً به اثبات رسیده اند. هوئل اظهار عقیده کرد قاعده (۱) که بدین نحو تفسیر گردیده، بحدی مبهم است که نمی تواند راهنمای تحقیق علمی باشد. می توان ادعا کرد هر علت فرضی شباهتی را به علل قبلاً اثبات شده نشان می دهد. هوئل با صرف نظر کردن از این شقوق ناکافی، اظهار داشت که آنچه علی القاعده می باید از اصطلاح «علت حقیقی» منظور نیوتن بوده باشد،

عبارت است از علتی که در يك نظریه ابراز شده، به طوری که آن نظریه به وسیله شواهد و دلایل استقرائی، که از تحلیل انواع گوناگون پدیدارها به دست آمده، مورد تأیید قرار گرفته است.*

میل نیز به گونه‌ای مشابه «علت حقیقی» را طوری تفسیر کرده است که بیانگر موضع فلسفی خود او باشد. میل مطابق با نظر خودش در مورد استقراء که آن را به عنوان نظریه‌ای برای اثبات ارتباط علی و معلولی ملحوظ می‌داشت، معتقد بود آنچه يك «علت حقیقی» را ممتاز می‌سازد عبارت است از اینکه ارتباط آن علت با معلولی که بدو نسبت داده می‌شود، به وسیله دلایل و شواهد مستقل قابل اثبات باشد**.

نیوتن ضمن تفسیر قاعده (۳) نشان داد که کیفیاتی که مشمول این قاعده قرار می‌گیرد از جمله عبارت است از امتداد، سختی، نفوذناپذیری، حرکت‌پذیری و اینرسی (لختی / ماند). نیوتن معتقد بود که می‌باید این کیفیات به عنوان کیفیات عام همه اجسام در نظر گرفته شوند. علاوه او اصرار داشت که اینها نیز کیفیات اجزای بسیار خرد اجسام اند. او در بهره^۱ ۳۱ از کتاب نور شناسی يك برنامه پژوهشی را به منظور مکشوف ساختن نیروهایی که سبب حفظ اتصال و به هم پیوستگی اجزای خرد اجسام می‌گردد، به مورد اجرا گذاشت. او اظهار امیدواری کرد که مطالعه نیروهای کم دامنه به وحدت و یکپارچگی در میان پدیدارهای فیزیکی - شیمیایی نظیر تغییر حالت، محلول و تشکیل ترکیبات منجر گردد، درست همان گونه که اصل جاذبه عمومی، یکپارچگی و به هم پیوستگی دینامیک آسمانی و زمینی را پدید آورده است. برنامه تحقیقات و پژوهش نیوتن، بعدها به وسیله باسکوویچ^۲، ماسوتی^۳، از جنبه نظری تکمیل گردید و در تحقیقات الکترومغناطیس فارادی^۴ و در کوششهای گوناگون به منظور اندازه‌گیری میل ترکیبی عناصر شیمیایی، تحقق پیدا کرد.***

* مفهومی که هونل از «مطابقت استقراها» مراد کرده است در فصل ۹ بررسی می‌شود.

** نظر میل درباره رابطه علی و معلولی در فصل ۹ بررسی می‌شود.

1. Query 2. Bosovich 3. Mossotti 4. Faraday

*** نقش برنامه تحقیقاتی و پژوهشی نیوتن در علم قرن هیجدهم توسط آ. تاکرای A. Thackray در کتاب آنها و نیروها بررسی شده است. A. Thackray, *Atoms and powers* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1970).

ماهیت امکانی قوانین علمی

نیوتن برنامه دکارتی مشربان را در مورد استنتاج قوانین علمی از اصول غیر قابل تشکیک مابعدالطبیعی، مردود دانست؛ و این را که بتوان، به هر طریق، معرفتی ضروری درباره قوانین علمی کسب کرد، انکار نمود. بنابر نظر نیوتن، فیلسوف طبیعی ممکن است بتواند اثبات کند پدیده‌ها به طریق معینی بایکدیگر مرتبط اند، اما نمی‌تواند این را که این رابطه نمی‌تواند طور دیگری باشد به اثبات برساند.

درست است که نیوتن فرض کرد که اگر می‌توانستیم نیروهایی را که بر روی ذرات ریز ماده عمل می‌کنند بشناسیم، می‌توانستیم بفهمیم که چرا فرایندهایی که در عالم کبیر رخ می‌دهد، بدین گونه است. اما به هیچ روی معتقد نبود که چنین شناختی، معرفتی ضروری درباره طبیعت به وجود خواهد آورد. بر عکس، او اعتقاد داشت که همه تفسیرهایی که درباره فرایندهای طبیعی عرضه شده، ممکن و محتمل است و در پرتو شواهد بیشتر در معرض تجدید نظر قرار دارد.

مراجع

- ¹ Isaac Newton, *Opticks* (New York: Dover Publications, 1952), 404.
- ² Ibid., 45-8.
- ³ Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. by A. Motte, revised by F. Cajori (Berkeley: University of California Press, 1962), II, 547.
- ⁴ Ibid., I, 8.
- ⁵ Ibid., I, 7-8.
- ⁶ Newton, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, trans. and ed. by A. R. Hall and M. B. Hall (Cambridge: Cambridge University Press, 1962), 132-43.
- ⁷ Newton, *Mathematical Principles*, I, 10-11.
- ⁸ Ernst Mach, *The Science of Mechanics*, trans. by T. J. McCormack (La Salle: Open Court Publishing Co., 1960), 271-97.
- ⁹ Newton, *Mathematical Principles*, I, 8.
- ¹⁰ Ibid., I, 13.
- ¹¹ Newton, *Opticks*, 154-8.
- ¹² I. Bernard Cohen, *Franklin and Newton* (Philadelphia, Pa.: The American Philosophical Society, 1956), 139.
- ¹³ Newton, *Mathematical Principles*, I, 10.
- ¹⁴ Newton, *Unpublished Scientific Papers*, 127.
- ¹⁵ For example, see S. Toulmin, 'Newton on Absolute Space, Time, and Motion', *Phil. Rev.* 68 (1959); E. Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace and World, 1961), 179-83.
- ¹⁶ Ignatius Pardies, 'Some Animadversions on the Theory of Light of Mr. Isaac Newton', in *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, ed. by I. B. Cohen (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1958), 86.
- ¹⁷ Newton, 'Answer to Pardies', in *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural*

Philosophy, 106.

¹⁸ Newton, *Mathematical Principles*, II, 547. See also A. Koyré, *Newtonian Studies* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965), 35-6.

¹⁹ Newton, *Mathematical Principles*, II, 398-400.

تحلیل دلالات ضمنی و نتایج علم جدید
برای نظریه‌ای در باب روش علمی

الف - وضع معرفتی قوانین علمی

نظر لاک درباره امکان معرفت ضروری طبیعت
نظر لایب نیتس درباره رابطه میان علم و متافیزیک
شکاکیت هیوم

تقسیم معرفت به اجزاء و ابعاد
اصل مذهب اصالت تجربه (آمپیرسم)
تحلیل علیت

نظر کانت درباره اصول تنظیم کننده در علم

پاسخ به هیوم
تمثیلهای تجربه و علم مکانیک
سازمان منظم قوانین تجربی
تبیین‌های غایت انگارانه

جان لاک (۱۶۳۲ تا ۱۷۰۴) در ورینگتون (سامرست) چشم به جهان گشود. در آکسفورد به تحصیل پرداخت و در همانجا به سال ۱۶۶۰ کرسی تدریس زبان و ادبیات یونانی و فلسفه را عهده‌دار شد. بعدها به پزشکی علاقه‌مند گردید و از همان دانشگاه آکسفورد يك گواهی برای اشتغال به طبابت دریافت کرد.

لاک در ۱۶۶۶ به خدمت نخستین ارل شافتسبوری درآمد و سمت طبیب مخصوص، دوست صمیمی و مشاور این سیاستمدار پر نفوذ را احراز کرد. با سقوط شافتسبوری از مسند قدرت، لاک در هلند جلای وطن اختیار کرد. در خلال همین ایام بود که کتاب مشهور خویش با نام تحقیق در فهم بشر را، که حاوی دیدگاههای او درباره دورنماهای آینده و محدودیتهای علم بود، به پایان رساند. ستاره اقبال سیاسی لاک با جلوس ویلیام اهل اورانژ به تخت سلطنت درخشیدن گرفت. او بار دیگر به انگلستان بازگشت و عهده‌دار شغل مهمی در خدمات دولتی شد.

گوتفرد ویلهلم لایب نیتس^۱ (۱۶۴۶ تا ۱۷۱۶) فرزند استاد کرسی فلسفه اخلاق در دانشگاه لایپزیگ (لایپتسیک) بود. لایب نیتس که اهل تحقیق در رشته‌های مختلف بود، در دانشگاه پدر به تحصیل در رشته فلسفه پرداخت و رشته حقوق را در دانشگاه ینا دنبال کرد. لایب نیتس قسمت اعظم دوران پختگی فکری خود را در دربارهای مختلف گذراند؛ ابتدا در ماینر و سپس در هانور. در خلال این دوران خدمت سیاسی، مأموریت‌های سیاسی متعددی به او محول گردید و این امر به او امکان داد تا با شمار کثیری از شخصیت‌های سیاسی و علمی آشنا گردد. لایب نیتس بی‌وقفه و به نحو خستگی‌ناپذیر در راه اصلاح قوانین، وحدت مذهبی فرقه پرتستان، و پیشرفت علم و تکنولوژی تلاش کرد. او مکاتبات گسترده‌ای با متفکران برجسته زمان خود داشت و به مدد عضویت در انجمن سلطنتی انگلستان، آکادمی علوم فرانسه و آکادمی علوم پروس، اندیشه همکاری علمی در میان دانشمندان را به نحوی مؤثر ترویج و تشویق کرد. با وجود چنین روحیه‌ای طعنه‌آمیز است که سال‌های آخر زندگی او در منازعات تند و ناگواری با پیروان نیوتن بر سر حق تقدم ابداع حساب جامعه و فاصله سپری گشت.

دیوید هیوم (۱۷۱۱ تا ۱۷۷۶) به قصد تحصیل در رشته حقوق وارد دانشگاه ادینبورو شد؛ اما بی آنکه مدرکی اخذ کند آنجا را ترك گفت و دنباله تحصیلات رسمی خود را به جهت ادامه مطالعاتش در فلسفه

1. Wrigton (Somerset)

2. Earl of Shaftesbury

۳. رساله درباره فهم انسانی *Essay Concerning Human Understanding* این رساله توسط مرحوم دکتر رضازاده شفق با نام تحقیق در فهم بشر به فارسی ترجمه شده است. - م.

4. Gottfried Wilhelm Leibniz

5. Jena

6. Mainz

7. Hanover

رها ساخت. چند سالی را در ناحیه ریم و قریه لافلش سپری کرد و در آنجا اثر خود را با نام رساله‌ای در باب طبیعت بشر^۱ (۴۰ - ۱۷۳۹) به پایان رسانید.

هیوم از نحوه استقبال از این کتاب، که به قول خود او مرده از طبع بیرون آمده بود، بسختی دلسرد و نومید شد. با این حال اندکی بعد، بی آنکه از گذشته متنبه شده باشد در کمال تهور رساله فوق‌الذکر را مورد تجدید نظر قرار داد و آن را به زبانی عامه فهم بازنویسی کرد و این بار بدان نام تحقیق درباره فهم انسانی^۲ را داد (۱۷۴۸). هیوم همچنین تحقیق درباره اصول اخلاق^۳ (۱۷۵۱) و تاریخ مفصل انگلستان^۴ (۱۷۶۲ - ۱۷۵۴) را منتشر ساخت.

هیوم در تلاش برای حفظ موقعیت خویش در دانشگاه‌های ادینبورو و گلاسکو با شکست مواجه شد، رقبایش، وی را به فساد عقیده و حتی الحاد متهم ساختند. در ۱۷۶۳ هیوم به مقام معاونت سفیر انگلیس در فرانسه منصوب گردید، و بعدها از سوی فرانسویان به عنوان شهروند افتخاری پذیرفته شد.

امانوئل کانت (۱۷۲۴ - ۱۸۰۴) تمام عمر خویش را در نزدیکی زادگاهش کونیگسبرگ سپری کرد. او دوره فلسفه و الهیات را در دانشگاه کونیگسبرگ به پایان رسانید و در همین دانشگاه در سال ۱۷۷۰ به مقام استادی منطق و فلسفه رسید. آرای کانت درباره اهمیت اصول تنظیم کننده در پژوهش علمی، در کتابهای نقادی عقل محض (۱۷۸۱) و نقادی حکم (۱۷۹۰) گرد آمده است.

نظر لاک درباره امکان معرفت ضروری طبیعت

جان لاک، که نظیر نیوتن به نظریه اتمیسم تعلق خاطر داشت، شرایطی را که می باید به منظور حصول معرفتی ضروری درباره طبیعت برآورده می شد، مشخص ساخت. بر طبق نظر لاک ما می باید هم نسبت به هیئت و ترتیب (آرایش) اتمها و حرکات آنها، و هم نسبت به طرقی که در آن، حرکات اتمها، تصورات مربوط به کیفیات اولیه و ثانویه را در ناظر (پژوهشگر) ایجاد

1. *Treatise of Human Nature*

۲. *An Enquiry Concerning Human Understanding* قسمتی از این کتاب توسط آقای منوچهر بزرگمهر به فارسی ترجمه شده و در مجموعه ای تحت عنوان فلسفه نظری، از انتشارات بنیاد ترجمه و نشر کتاب به چاپ رسیده است. - م.

3. *Enquiry Concerning the Principles of Morals* 4. *History of England* 5. Königsberg

۶. لاک میان کیفیات و تصورات آنها تمایز قائل شد:

هر چه ذهن در خود حاصل و دریافت کند و متعلق بلاواسطه احساس و ادراک باشد من آن را تصور می خوانم ولی قوه و توانایی اشیاء را به ایجاد این تصورات در ذهن «کیفیت» آن شیء می نامم. مثلاً یک تکه برف در ذهن ما تصورات بسیطه سردی، جرمیت و سفیدی را ایجاد می کند و آنچه در خود برف است و قادر به ایجاد این تصورات در ذهن است کیفیت خوانده می شود.

او به پیروی از اتمیان یونان و با وامگیری اصطلاح از بویل، شیمی دان انگلیسی، کیفیات را به اولیه و ثانویه تقسیم



می کنند، علم پیدا کنیم. او تشخیص داد که اگر این دو شرط برآورده شود در آن صورت ما قادر خواهیم بود از پیش و بدون رجوع به تجربه دریابیم که طلا می باید در تیزاب سلطانی حل شود نه در تیزاب و اینکه ریواس می باید اثر لنت بخش داشته باشد، و اینکه تریاک می باید خواب آور باشد [۱].

لاک معتقد بود که ما از هیئت و ترتیب (آرایش) و حرکات اتمها بی اطلاع هستیم، اما در عین حال اعتقاد داشت که این عدم اطلاع، يك مسأله مشروط است و به خردی و کوچکی بیش از حد اتمها مربوط می شود. ما ممکن است بتوانیم بر این جهل غلبه کنیم؛ اما حتی اگر به این مهم دست یابیم، باز هم نمی توانیم به معرفتی ضروری در مورد پدیدارها نائل گردیم. دلیل این امر این است که ما نسبت به طرقي که اتمها در آن قوای معینی را آشکار می سازند، بی اطلاع هستیم. لاک اعتقاد داشت سازه های اتمی يك جسم، به واسطه حرکاتشان، نیروی ایجاد تصورات مربوط به کیفیات ثانویه نظیر رنگها و اصوات را در ما دارند. بعلاوه، اتمهای يك جسم خاص، نیروی تأثیر بر روی اتمهای سایر اجسام را دارند، به طوری که طرقي را که به واسطه آن این اجسام بر حواس ما تأثیر می کنند، تغییر می دهند [۲]. لاک در جایی اعلام داشت که تنها به مدد وحی الهی است که ما قادریم طرقي را که به واسطه آنها، حرکات اتمی این آثار را در ما پدید می آورند، دریابیم [۳].

لاک در برخی از قسمتهای کتاب خود اظهار عقیده کرده است که يك شکاف معرفت شناختی

→ کرد:

این صفات (کیفیات) که در اجسام مورد مطالعه واقع می شود یا «اولیه» است یعنی از جسم در هر حالی باشد لاینفک است و هرچه تغییرات و تحولات در جسم پیدا شود ثابت می ماند و حس آنرا از تمام اجزاء ماده که قابل تفکیک باشد، لاینفک می بیند. مثلاً اگر يك دانه گندم را به دو قسمت کنیم هر جزء آن همان جسمیت بعد و قابلیت حرکت را دارد. اگر باز هم تقسیم کنیم باز همان صفت را حفظ می کند... اینها را من صفات (کیفیات) اولیه می نامم و این کیفیات است که تصورات بسیطه را در ما ایجاد می کند.

دوم صفاتی است که در حقیقت در اجسام نیست بلکه نیروهائی است که به واسطه صفات اولیه خود در ما احساسات متنوع ایجاد می کند. مانند رنگ، صدا، مزه و... اینها را من صفات ثانویه می نامم. ممکن است قسم سومی را هم به اینها اضافه نمود که آنها را مطلق نیرو می توان نامید. گرچه آنها در اشیاء به همان درجه واقعیت دارند که صفات ثانویه. مثلاً نیرویی که در آتش هست و در موم یا گل به واسطه صفات اولیه رنگ یا ترکیب نویی ایجاد می کند.

«نقل به اختصار از فلاسفه تجربی انگلستان ص ۴۴ و تحقیق در فهم بشر ص ۶۳ و ۶۴». - م.

1. *a priori* 2. *aqua regis* 3. *aqua fortis* 4. *atomic constituents of a body*

بر ناشدنی «جهان واقعی» آنها و حوزه تصوراتی را که تجربه ما را تشکیل می دهد، از یکدیگر جدا می سازد. اما او هیچ اشتیاقی برای ارائه فرضیه هایی درباره ساختمان اتمی، از خود نشان نداد. این امر، نکته جالب توجهی در فلسفه علم لاک به شمار می رود که گرچه او پیوسته آثار و معلومات مشاهده شده در عالم کلان [=عالم کبیر] را به فعل و انفعالات (اندر کنشهای) اتمی نسبت می داد، با این حال هیچ کوششی برای مرتبط ساختن معلومات مشخص، با فرضیه های خاصی درباره حرکات اتمی به عمل نیاورد. لاک در عوض برای علم همان طور که یالتون متذکر گردیده است، نوعی روش شناسی همبستگی و طرد مبتنی بر آراء بیکن را پیشنهاد کرد که بر پایه گردآوری تاریخهای طبیعی پر دامنه و گسترده بنا شده بود [۴]. این امر مستلزم عطف توجه از «ذوات و ماهیات واقعی» - یعنی آرایش اتمی اجسام - به «ماهیات اسمی» یعنی خواص و روابط مشاهده شده در اجسام - بود.^۱

لاک بر این نکته پافشاری کرد که حداکثر چیزی که در علم می توان به دست آورد عبارت است از مجموعه ای از تعمیمها درباره اجتماع و توالی پدیده ها. این تعمیمها، در بهترین حالت، صرفاً محتمل الصدق است و کمال مطلوب فیلسوف عقلی منهد را در حصول معرفت ضروری برآورده نمی سازد. لاک بر وفق این مشرب گاه می شد که قدر و اعتبار علوم طبیعی را نادیده انگارد و بدان کم بها دهد. او در جایی از کتاب خود اذعان کرد که یک دانشمند مجرب و

۱. a Baconian methodology of correlation and exclusion منظور نوعی روش ملهم و مقتبس از آراء بیکن است که وظیفه مرتبط ساختن یا طرد نمونه های مورد بررسی را بر عهده داشت. - م.

۲. natural histories، غرض از «تاریخ طبیعی» مطالعه و بررسی حیوانات، گیاهان، معادن و سایر موضوعاتی است که به دنیای جانداران و جمادات مربوط می شود. این بررسی غالباً به گونه ای غیر تخصصی و غیر فنی صورت می گیرد. - م.

۳. ارسطو و اصحاب او به یک نوع ماهیت بیشتر قائل نبودند و آن را چنین تعریف می کردند: آن چیزی که شیء به آن شئیت می یابد. لاک ماهیت ثابت ارسطویی را رد کرد و به دو قسم ماهیت قائل شد. یکی ماهیت حقیقی (واقعی) real essence که قوام و ذات اصلی اجزاء غیر محسوس اشیا است به نحوی که اوصاف و کیفیات اولیه محسوسه حاصل از آن است، و می توان آن را بر حسب کیفیات مزبور تقسیم بندی نمود اما خود این قوام و ذات با که اصلی مجهول است. دوم ماهیت اسمی nominal essence که عبارت است از تمام خصوصیات که مجموع آنها شیء را داخل در یک نوع مخصوص می نماید و با تعریف شیء یکی است. مثلاً عبارت است از مجموع کیفیات رنگ خاص و وزن مخصوص و تلاؤ و قابلیت حل در تیزاب سلطانی و قابلیت انعطاف و جکش خوردن و... پس مجموع این کیفیات هم تعریف آن است و هم ماهیت اسمی آن. (نقل با اندکی تعدیل از فلاسفه تجربی انگلستان ص ۷۹). - م.

کار آزموده با دیده ای ژرف بین تر از يك ناظر غیر مجرب به طبیعت می نگرد؛ اما بر این نکته نیز تأکید کرد که این امر «صرفاً به قضاوت و عقیده مربوط است نه به معرفت و یقین» [۵].

معهدالاک در قسمتهای دیگر کتاب خود از احتمالات شکاکانه ای که در تمییز و تشخیص او، بین خواص اولیه اجزاء اتمی اجسام - یعنی خواصی که مستقل از تجربه های ادراکی ما وجود دارد - و تصورات ما درباره کیفیات ثانویه نهفته بود دست شست. او اعتقاد داشت که در طبیعت واقعاً ارتباطهای ضروری وجود دارد، ولو آنکه این ارتباطات دور از دسترس فاهمه انسانی باشد. لاک اصطلاح «تصور» را اغلب به طریقی به کار می برد که شکاف معرفت شناختی سابق الذکر را پرسازد. در این نحوه استعمال «تصورات» عبارت است از نتایج و آثار عملکردهای ما در «جهان واقعی» اتمها. برای مثال، تصور يك وصله قرمز تعلق دارد به يك ذهن مدرک، اما در عین حال این امر اثر یا معلولی است که (لااقل در اوضاع و احوال رؤیت و نظاره عادی) به نحوی خاص به وسیله فراگردهایی مستقل از ذهن مدرک تولید می شود. لاک اطمینان داشت که موجد و برانگیزنده تصورات مربوط به رنگها و طعمها در ما، حرکات سازه های اتمی ماده است، اگر چه فهم اینکه این امر چگونه صورت می گیرد برای ما مقدور نیست. جستجو برای یافتن مجوزی برای این فرض وظیفه ای بود که بر دوش برکلی و هیوم قرار گرفت.

نظر لایب نیتس درباره رابطه علم و متافیزیک

متفکر معاصر لاک یعنی لایب نیتس درباره آنچه که در علم می توان بدان دست یافت اظهار نظر خوش بینانه تری کرد. لایب نیتس دانشمندی اهل عمل به شمار می رفت که سهم قابل توجهی در پیشرفت ریاضیات و فیزیک داشت؛ او با اطمینان هر چه تمامتر از یافته های علمی خود برای به کرسی نشاندن ادعاهای متافیزیکی کمک می گرفت. لایب نیتس در حقیقت نوعی داد و ستد دو جانبه بین نظریه های علمی و اصول متافیزیکی برقرار کرد. او نه فقط از اصول متافیزیکی خویش به وسیله استدلالات تمثیلی مبتنی بر نظریات علمی دفاع کرد، بلکه اصول متافیزیکی را نیز به منظور جهت دادن به پی جویی و جستجوی قوانین علمی به کار گرفت.

يك مورد قابل ذکر در این زمینه عبارت است از رابطه بین اصل پیوستگی، و مطالعاتی که درباره پدیدار «برخورد» صورت می گرفت. لایب نیتس از اصل پیوستگی برای نقادی قواعد دکارت در مورد برخورد (تصادم) استفاده کرد. او توجه داشت که بنا بر قول دکارت اگر دو جسم با اندازه و سرعت مساوی، سر به سر با یکدیگر برخورد کنند، سرعت آنها بعد از برخورد همانند قبل است اما جهت آن معکوس خواهد بود، اما اگر یکی از دو جسم بزرگتر از دیگری باشد در آن صورت هر دو آنها بعد از برخورد در امتداد حرکت جسم بزرگتر به حرکت خود ادامه خواهند داد. لایب نیتس این قاعده را بدین صورت رد و نقض کرد که قول به اینکه ازدیاد مقدار بینهایت کوچکی ماده سبب بروز نوعی ناپیوستگی و گسستگی در رفتار اجسام خواهد شد، نامعقول است [۶]. لایب نیتس ضمن تصحیح قاعده دکارت در مورد «برخورد»، بسیار مشتاق بود که در تأیید ادعایی که در مبحث امور عامه فلسفه مطرح می شود دایر بر اینکه طبیعت از طفره احتراز دارد، به پدیدار برخورد توسل جوید.

در بحث لایب نیتس پیرامون رابطه میان اصول غائی در فیزیک و اصل کمال در فلسفه،

۱. «... موضوعی که در قرون هفدهم و هجدهم در اروپا خیلی مورد نظر بوده و به آن اعتقاد داشته اند موضوع اتصال سلسله وجود و ملأ در خلقت و عدم طفره در آن است. این اصل principle of plenitude continuity نامیده می شود و معنای آن این است که از عالترین نمونه آفرینش که انسان باشد تا کوچکترین حیوانات ذره بینی که تمیز بین آنها و نباتات مشکل است، تفاوتها و اختلافات به تدریج ظاهر می شود و اختلاف بین حد پایین درجه بالاتر، و حد اعلا درجه پایین تر، بسیار کم و غیر قابل تشخیص است. این مطلب که ابتدای آن از افلاطون (در رساله تیمائوس) و بسط و تفصیل آن از نوافلاطونیان است، در قرون شانزدهم و هفدهم از جانب اسپینوزا و لایب نیتس تکمیل شد... این عقیده مخالف با ماهیات ثابتة ارسطویی است که به وسیله جنس و فصل تعیین می شود...»

نقل از کتاب فلاسفه تجربی انگلستان، تالیف منوچهر بزرگمهر، ص ۷۰ - م.

2. impact

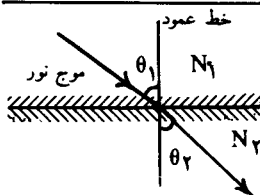
۳. ontology امور عامه یا الهیات بالمعنی الاعم یا هستی شناسی.

4. extremum

۵. اصل کمال Principle of perfection صورت دیگری از اصل علت غایی final causality است. اصل علت غائی به دو نحو تعریف می شود: اول آنکه هر فعالیتی که از روی عقل باشد وسائل و مقدمات را برای غایت منظور یا غرض مرتب می سازد. دوم آنکه هر فعالیتی که وسائل را برای وصول به غایتی مرتب سازد، عقلانی است. اصل کمال بیان می دارد که خدا برای تحقق بهترین امر عمل می کند و انسان نیز با در نظر گرفتن آنچه که برای او بهترین است فعالیت می کند. و به عبارت دیگر هر چه واقع می شود برای رسیدن به کمال وجود است یعنی به بهترین وجهی که برای وجود ممکن است و آن علت غائی اوست. - م.

فعل و انفعال مشابهی به چشم می خورد. مثلاً او استدلال کرد که چون طبیعت در عمل همواره ساده ترین و یا مستقیم ترین راه را از میان مجموعه ای از راهها بر می گیرند، بنابراین مسیر يك شعاع نورانی از يك محیط به محیط دیگر از قانون اسنل پیروی می کند. لایب نیتس قانون اسنل را با استفاده از حساب دیفرانسیل (حساب جامعه و فاصله) استنتاج کرد. خود او این حساب را در مورد شرایطی که در آن «سختی مسیر» يك اشعه (یعنی طول مسیر ضربدر مقاومت محیط) حداقل است، تکمیل کرده بود؛ و موفقیت خود را در این کار عظیم، شاهد صدقی گرفت بر این اصل متافیزیکی که خدا، عالم را آن گونه در قبضه قدرت خویش نگاه می دارد که حداکثر «سادگی» و «کمال» متحقق شود [۷].

شاهد دیگری بر نظر لایب نیتس در مورد وابستگی تام و تمام فیزیک و متافیزیک عبارت است از رابطه بین اصل بقای انرژی جنبشی^۳ (mv^2) و اصل فعالیت موندی. لایب نیتس از



۱. قانون اسنل Snel's Law بیان می کند که يك موج نور، که در سطح مقطع دو محیط مجاور دچار شکست می شود، با خط عمود بر سطح مقطع زوایایی می سازد که از رابطه $N_1 \sin \theta_1 = N_2 \sin \theta_2$ پیروی می کنند. N_1 و N_2 ضریب شکست دو محیط و θ_1 و θ_2 زاویه موج نور با خط عمود در هر يك از دو محیط است. - م.

2. path difficulty

۳. اصطلاح انرژی در مقابل قابلیت انجام کار اصطلاح بالنسبه جدیدی است که در اواخر دوران پیشرفت و تکامل مکانیک کلاسیک، مورد استفاده قرار گرفت. ایده انرژی دست کم به زمان گالیله (قرن هفدهم) بر می گردد. مفهوم *viva* «یانیروی زنده» (living force) در قرن هفدهم مطرح شد و در قرن نوزدهم اصطلاح انرژی به مفهوم *vis viva* اطلاق گردید. قانون اول نیوتن درباره حرکت، نیرو را با شتاب يك جرم متحد می ساخت. طبیعی بود که در کنار این قانون مسأله تأثیر جمعی و یکپارچه نیرو بر روی جرم مورد توجه قرار گیرد. البته دو نوع اثر جمعی (integral effect) نیرو بر روی جرم را می توان تعریف کرد. یکی عبارت است از حاصل جمع (انتگرال) نیرو در امتداد خط اثر نیرو، و یا به عبارت دیگر انتگرال مکانی نیرو؛ دیگری عبارت است از حاصل جمع (انتگرال) نیرو بر حسب زمان تأثیر نیرو بر جرم یعنی انتگرال زمانی نیرو.

محاسبه انتگرال مکانی به حصول کمیتی منجر می شود که امروزه برای نشان دادن تغییر انرژی جنبشی جرم مورد تأثیر نیرو در نظر گرفته شده است؛ و این کمیت درست نصف مقدار *vis viva* (نیروی زنده) است یعنی $\frac{1}{2}mv^2$. از سوی دیگر انتگرال زمانی منجر به محاسبه تغییر مومنتوم جرم مورد نظر می شود. در میان فیزیکدانان قرن هفدهم تا مدتها بر سر این مطلب بحث بود که کداميك از دو انتگرال مقدار صحیح نیرو را به دست می دهد. لایب نیتس به نفع انتگرال مکانی استدلال می کرد و آن را تنها معیار صحیح اندازه گیری نیرو می دانست، حال آنکه دکارت که پیش از او می زیست از انتگرال زمانی دفاع می کرد. بالاخره در قرن هجدهم دالامبر، فیزیکدان فرانسوی، نشان داد که هر دو روش برای اندازه گیری نیرو قابل قبول و موجه است. - م.

4. principle of monadic activity

یکسو به شیوه تمثیلی از اصل بقای انرژی جنبشی در فرایندهای فیزیکی، به جهت توصیف وجود بماهو وجود، به عنوان يك «تکاپوی درونی» استدلال می کرد، و از سوی دیگر یقین او به اینکه فعالیت موندی در سطح متافیزیکی می باید قرین و معادلی در سطح فیزیکی داشته باشد، توجه او را به جستجو برای یافتن نوعی «موجود» که در فعل و انفعالات (اندرکنشهای) فیزیکی محفوظ بماند معطوف کرد.

بوخدال با مقایسه تحلیل‌هایی که در مورد فرایند برخورد از سوی هویگنس^۱ و لایب نیتس ارائه شده اهمیت تعلق خاطر لایب نیتس به متافیزیک را متذکر گردیده است. در حالیکه هویگنس صرفاً متذکر شد که mv^2 - که به عنوان حاصلضرب متغیرهای ریاضی در نظر گرفته شده - در فرایندهای فیزیکی از قبیل برخورد، ثابت باقی می ماند، لایب نیتس اصل بقای انرژی را به طور جوهری و بنیادی مورد ملاحظه قرار داد و معتقد شد که بقای آن يك اصل کلی فیزیکی محسوب می شود [۸].

لایب نیتس در صدد بود تا عالم را به طریقی تفسیر کند که جهان بینی مکانیستی - که توجه خود را بر روی علیت مادی و فاعلی منحصر و متمرکز ساخته است - به وسیله ملاحظات غائی (غایت انگارانه) نیز مورد تأیید قرار گیرد. اصول غایی، اصول بقا و اصل پیوستگی برای پیوند دادن و یکی کردن دیدگاههای مکانیستی و غایت انگارانه کاملاً مناسب بود. برای مثال، در مورد اصول غائی مترادف غایت انگارانه این اصل عبارت از این است که فرایندهای طبیعی به طرق معینی رخ می دهند، بدانجهت که کمیتهای معینی، به حداقل یا حداکثر ارزش برسند. این گامی کوچک بود، و البته گامی که لایب نیتس سخت مشتاق برداشتن آن بود، زیرا در آن صورت متحقق می گردید که يك هستی کامل و بی نقص (خداوند) عالم را به گونه ای آفریده که رویدادها و تحولات طبیعی آن با این اصول سازگارست.

لاک به این واقعیت ناگوار اعتراف کرده بود که ما قادر نیستیم از پیوستگی و پیوند کیفیات، به شناخت ساختمان درونی یا «ذوات حقیقی» اشیاء نائل شویم. لایب نیتس در برابر این شکاف شناخت شناسانه موضعی به کلی متفاوت اختیار کرد. او اذعان داشت که در سطح پدیدارها، دانشمندان صرفاً می توانند به احتمال و یا «قطعیت اخلاقی» دست یابند. لیکن او

1. internal striving

2. Huygens

مذعن گردید که آن اصول عام فلسفی که خود صورت بندی و تنظیم کرده است، حقایق ضروری هستند. جواهر فرد (مونادها) بالضروره و مطابق با يك اصل کمال که ضامن مناسبات درونی آنها با یکدیگر است به ظهور می رسد؛ و می توان اطمینان داشت که این نحوه فعالیت مونادی در «سطح زیرین» پدیدارها جریان دارد. اما نمی توان دریافت که اصول متافیزیکی می باید به طریقی خاص در سطح پدیدارها متحقق باشد.

لایب نیتس معمولاً بر قطعیت اصول متافیزیکی خویش، در برابر ماهیت امکانی معرفت تجربی تأکید می ورزید. در مزاج او، خوش بینی عنصر غالب بود. در واقع گاهی به نظر می رسید که او مدعی احتمال بیشتری برای تعمیمهای تجربی شده است. شاید بتوان این تعارض ظاهری را به علاقه بیش از حد لایب نیتس به اثبات وابستگی قلمرو پدیدارها به قلمرو متافیزیک نسبت داد.

لایب نیتس تشخیص داد که تصویری از يك قلمرو متافیزیکی در «ماورای» پدیدارها، تنها در صورتی مطلوب است که پیوندهای مستحکمی میان دو قلمرو برقرار باشد. مستحکمترین پیوند ممکن عبارت است از ارتباط قیاسی اصول متافیزیکی و قوانین تجربی. روابط قیاسی، با فرض قبول شأن ضروری برای اصول متافیزیکی، قلمرو پیوستگی و اتصال ضروری را تا قلب قلمرو پدیدارها گسترش خواهد داد.

لایب نیتس در نهان به چنین امکانی دل بسته بود. او برای به کرسی نشاندن این مدعا که بین این دو قلمرو پیوندهای محکمی برقرار است از تمثیلی مبتنی بر نظریه سلسله های نامتناهی (در ریاضیات) سود جست. تمثیل بدین قرار است: درست به همان نحو که قانونی که يك سلسله نامتناهی را به وجود می آورد به جمله های خاص آن سلسله مربوط است، اصول متافیزیکی نیز به قوانین فیزیکی مرتبط و وابسته است [۹].

اما حتی اگر بتوان قوت این تمثیل را پذیرفت، این امر اثبات نمی کند که اصول متافیزیکی متضمن قوانین تجربی است. نمی توان از قانون يك سلسله مانند:

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \right)^*$$

۱. یعنی به نحو ضروری و لایتخلف. - م.

۲. series. سلسله ها یا سریهای ریاضی

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \dots = \frac{\pi^2}{6}$$

بتنهایی مقدار یکی از جمله‌های خاص آن سلسله را استنتاج کرد. برای حصول این مقصود موقعیت هر جمله در سلسله می‌باید مشخص گردد (مثلاً $n=5$). به طریق مشابه نمی‌توان از اصول متافیزیکی بتنهایی، قوانین خاص تجربی را استنتاج کرد. در اینجا نیز برای حصول مقصود می‌باید طریقه‌ای را که در آن يك اصل متافیزیکی در تجربه تحقق می‌یابد، مشخص ساخت. اما به اعتراف خود لایب‌نیس ما این را که يك اصل متافیزیکی باید به طریق مشخصی تحقق یابد، نمی‌توانیم دریابیم.

به گمان من لایب‌نیس از این موضوع، که تمثیل سلسله‌های نامتناهی نمی‌تواند پایه برهان قرار گیرد، آگاه بود. او در مواردی دیگر از نیروهای فیزیکی به عنوان «انعکاس و پژواک» نیروهای متافیزیکی یاد کرده است که توصیفی به غایت گنگ و مبهم است [۱۰]. رجعت به این موضع به معنای حل نشده باقی گذاردن مسأله کلی رابطه مابین دو قلمرو [پدیداری و متافیزیکی] است، درست به همان نحو که مسأله خاص مربوط به وضع معرفتی اصول غائی و اصول بقاء، بدان گونه که در علم مطرح می‌گردد، حل نشده باقی می‌ماند.

شکاکیت هیوم

دیوید هیوم رهبرد شکاکانه لاک به [مسأله] امکان حصول يك معرفت تجربی درباره طبیعت را توسعه داد و بدان استحکام و قوت بخشید. هیوم با قاطعیت هر چه تمامتر این ادعا را رد کرد که معرفت نسبت به آرایشها و اندرکشیهای اتمی - بر فرض که چنین معرفتی قابل حصول باشد - به حصول معرفتی ضروری درباره طبیعت منجر می‌گردد. مطابق نظر هیوم حتی اگر قوای ادراکی ما «برای نفوذ به ساختمان داخلی اجسام مناسب بود» باز هم نمی‌توانستیم هیچ نوع معرفتی درباره پیوندها و اتصالات ضروری میان پدیدارها به دست آوریم. بالاترین معرفتی که می‌توانستیم به کسب آن امیدوار باشیم، دانستن این مطلب است که برخی از آرایشها و حرکات اتمها به طور ثابت با پاره‌ای آثار و نتایج خاص در جهان کبیر (عالم کلان) متصل و مرتبط است. اما دانستن اینکه پیوستگی و اتصال ثابتی مشاهده شده است، با دانستن اینکه يك حرکت خاص می‌باید نتیجه خاصی را ایجاد کند یکی نیست. هیوم معتقد بود که لاک در بیان

۱. یعنی به نحو ضروری و لایتخلف. - م.

این مطلب که: «اگر ما آرایش اتمی طلا را می‌شناختیم، در آن صورت بی‌آنکه زحمت تجربه را بر خود هموار سازیم در می‌یافتیم که این عنصر می‌باید در تیزاب سلطانی قابل حل باشد»، راه خطا پیموده است.

انکار هیوم نسبت به امکان حصول معرفتی ضروری در مورد طبیعت، بر سه مقدمه مصرّح مبتنی بود: (۱) می‌توان کلّ معرفت بشری را به مقوله‌های «روابط میان تصورات» و «امور واقع» که مانعة‌الجمعند، تقسیم کرد؛ (۲) کلّ معرفت دربارهٔ امور واقع، در شکل انطباعات حسی ظاهر می‌گردد و از همین انطباعات نیز نشأت می‌گیرد؛ و (۳) هر معرفت دربارهٔ طبیعت مسبوق به معرفت دربارهٔ پیوند ضروری حوادث است. استدلال هیوم در به کرسی نشاندن این مقدمات، تأثیر پردامنه‌ای در تاریخ علم پس از او، باقی گذاشت.

تقسیم معرفت به اجزاء و ابعاض

هیوم عقیده داشت که احکام مربوط به روابط میان تصورات، و احکام مربوط به امور واقع، از دو جنبه بایکدیگر متفاوت است. نخستین جنبه نوع دعوی صدقی^۱ است که می‌توان برای هر يك از این دو قسم حکم ابراز کرد. برخی از احکام مربوط به روابط میان تصورات، از زمره حقایق ضروری به حساب می‌آید. برای نمونه با مفروض گرفتن اصول متعارف هندسه اقلیدسی، اینکه مجموع زوایای داخلی يك مثلث ۱۸۰ درجه است، حقیقتی ضروری و لایتغیر خواهد بود.^۲ صحه گذاردن بر اصول متعارف و انکار قضایا، به تناقض منجر می‌گردد. از سوی دیگر احکام مربوط به امور واقع، حداکثر به نحو احتمالی و امکانی حقیقی است. انکار يك حکم تجربی به بروز تناقض منجر نمی‌شود؛ وضع و حال امور توصیف شده، می‌تواند به گونه‌ای دیگر بوده باشد.

دومین جنبه اختلاف عبارت است از روشی که به منظور بیان صدق یا کذب انواع احکام مربوط [به روابط میان تصورات]، اتخاذ گردیده است. صدق یا کذب این احکام مستقل از هر

1. mutually exclusive 2. truth claim

۳. هیوم در رساله‌ای در باب طبیعت انسانی (۱۷۳۹) این مطلب را که قضایای هندسی حقایق ضروری به شمار می‌رود، انکار کرد؛ اما بعداً تغییر عقیده داد و در کتاب تحقیق در فهم بشری (۱۷۴۸) این عقیده را اختیار کرد که قضایای هندسی و نیز قضایای حساب و جبر حقایق ضروری به حساب می‌آید. - م.

نوع تمسك و توسل به شواهد تجربی، مشخص می‌گردد. هیوم احکام مربوط به روابط میان تصورات را به دو دسته تقسیم کرد؛ يك دسته آنها که به نحو شهودی^۱ یقینی شمرده می‌شود و دسته دیگر آنها که به نحو برهانی^۲، یقینی است. برای مثال، اصول متعارف هندسه اقلیدسی به نحو شهودی، یقینی است؛ صدق آنها با ملاحظه معانی عبارات سازنده آنها، محرز گردیده است. [در مقابل] قضایای هندسه اقلیدسی به نحو برهانی، یقینی است؛ صدق آنها از این طریق که آنها نتایج قیاسی اصول متعارف همین سیستم است، محرز می‌گردد. هر نوع تمسك به اندازه گیری اشکال ترسیم شده بر روی کاغذ و یا شن، بکلی نامربوط است. هیوم اعلام داشت که «گرچه در طبیعت هرگز دایره یا مثلث یافت نمی‌شود، مع هذا حقایقی که به وسیله اقلیدس به اثبات رسیده است، تا ابد قطعیت و بدهات خود را حفظ خواهد کرد» [۱۱].

از سوی دیگر، صدق یا کذب احکام مربوط به امور واقع می‌باید با تمسك به شواهد تجربی به اثبات برسد. نمی‌توان صدق حکمی در این مورد را که چیزی رخ داده است، یا رخ خواهد داد، صرفاً با تأمل و تعمق در معنای عبارات به اثبات رساند.

به این ترتیب هیوم يك ملاك تمیز^۳ برای تشخیص احکام ضروری ریاضیات از احکام احتمالی (ممکن) علوم تجربی فراهم آورد و بدین وسیله به تمایزی که نیوتن میان يك سیستم قیاس صوری و کاربرد آن در تجربه قائل شده بود، صراحت بخشید. بعدها آلبرت اینشتین این ژرف‌نگری دقیق هیوم را با عبارات دیگری بازگو کرد: «قوانین ریاضیات تا آنجا که به واقعیت مربوط می‌شود، یقینی نیست؛ و تا آنجا که این قوانین یقینی است، به واقعیت راجع نمی‌گردد» [۱۲]. ملاك تمیز هیوم بر سر راه هر نوع اندیشه ساده و ناپخته فیثاغوری که در صدد آن است تا نوعی ساختمان ضروری ریاضی را در طبیعت بیابد، سد و مانعی به وجود می‌آورد.

اصل مذهب اصالت تجربه (آپیریسم)

هیوم مدعی بود که دکارت در اعتقاد به اینکه ما دارای تصورات فطری درباره ذهن، خدا، جوهر جسمانی و جهان هستیم، به راه خطا رفته است. مطابق نظر هیوم تنها منشأ حصول

معرفت نسبت به امور واقع، انطباعات حسی است.* به این ترتیب او به تکرار این عبارت مشهور ارسطو پرداخت که «در عقل هیچ چیز که ابتدا در حواس نبوده است، نیست». تعبیر تازه هیوم از این گفته چنین بود: «تصورات ما چیزی جز المتهائیه از انطباعات حسی ما نیست، یا به بیانی دیگر؛ محال است بتوانیم درباره چیزی بیندیشیم که قبلاً آن را - چه با حواس بیرونی یا حواس درونی - حس نکرده ایم» [۱۳].

رای هیوم، هم نوعی فرضیه روانشناسانه است در باب چگونگی پیدایش معرفت تجربی، و هم بحثی منطقی راجع به قلمرو مفاهیمی که به لحاظ تجربی با معنی است. هیوم مفاهیمی را که معنی دار تجربی است به آن دسته مفاهیمی که می تواند از انطباعات حسی «استخراج و استنتاج» شود محدود ساخت [۱۴]. معیار هیوم که بدین سان بیان شده، بکلی مبهم و نامشخص است. در جای دیگری از کتاب تحقیق در فهم بشری نقش ذهن در ایجاد معرفت، به ترکیب، تقدیم و تأخیر، تعمیم، یا جرح و تعدیل تصوراتی که «المتهای انطباعات حسی است، محدود می شود» [۱۵]. بدین قرار هر مفهومی که نه «المتهای» یک انطباعات حسی است، و نه نتیجه ترکیب و تألیف، تقدیم و تأخیر، تعمیم، یا جرح و تعدیل، کنار گذاشته می شود - از جمله مفاهیمی که از سوی خود هیوم مردود شناخته شد می توان به مفاهیم «خلأ» [۱۶]، «جوهر» [۱۷]، «نفس فناپذیر» [۱۸] و «پیوستگی و ارتباط ضروری حوادث» [۱۹] اشاره کرد.

از تحلیل هیوم به عنوان نظریه ای در تأیید و تحکیم اندیشه اصالت استقرار منسوب به بیکن یاد شده است، گرچه شاید بتوان گفت که سنت اصالت استقرار بیش از آنکه مدیون رهنمودهای بیکن باشد به کاوشهای معرفت شناسانه هیوم و امدار است. آنانکه از کاوشهای هیوم بدین گونه یاد می کنند معتقدند که هیوم مدعی بوده علم تجربی با انطباعات حسی آغاز می گردد و تنها می تواند در برگرفته آن دسته از مفاهیم باشد که به نحوی بر بنیان داده های حسی «استوار شده» است. چنین نظری با روش تحلیل (تجزیه) مطابق و موافق است اما با روش مبتنی بر اصول متعارف نیوتن سازگار نیست.

* هیوم، تمایلات، خواستها و احساسات را در زمره انطباعات حسی محسوب می داشت، درست به همان نحو که داده های بصری، سمعی، لمسی و بویانی جزو انطباعات حسی به حساب می آید.
(انطباعات حسی، ارتسامات حسی یا تأثرات حسی sense impressions)

اما با آنکه این اثر هیوم [= تحقیق در فهم بشری] مؤثر بوده، حق مطلب را در خصوص پیچیدگی دیدگاه هیوم ادا نمی‌کند. زیرا هیوم خود اذعان داشت که تدوین نظریه‌های جامعی نظیر مکانیک نیوتنی، به وسیله نوعی درونی‌یابی و ژرف‌نگری خلّاق به دست می‌آید، که قابل تحویل به «ترکیب، تقدیم و تأخیر، تعمیم، یا جرح و تعدیل» تصوراتی که المثنای انطباعات حسی است، نیست؛ اما آنچه او جداً انکار می‌کرد این بود که چنین نظریه‌هایی بتواند به مقام حقیقت ضروری دست یابد.

تحلیل علیت

بیکن و لاک مسأله نیل به معرفتی ضروری درباره طبیعت را از دیدگاه مدرسیان مورد بحث قرار داده بودند. هردوی آنها مطالعه همبودی و معیت وجودی خاصه‌ها را پیشنهاد کرده بودند. هیوم پژوهش درباره رشته‌های متوالی حوادث را جایگزین جستجو برای یافتن معرفت تجربی ضروری کرد. او کار خود را با طرح این پرسش که آیا معرفتی ضروری در مورد این قبیل رشته‌ها امکان‌پذیر است، آغاز کرد، و در این باره حکم منفی داد. هیوم معتقد بود که اثبات معرفتی ضروری درباره یک رشته از رویدادها، مستلزم اثبات این مطلب است که رشته موردنظر نمی‌توانسته است هیئت دیگری پیدا کند. اما هیوم متذکر گردید که اگر گفته شود گرچه تاکنون به دنبال هر «الف» همواره «ب» ظاهر می‌شده است، لکن در پی «الف» بعدی «ب» پدید نخواهد آمد، متناقض نخواهد بود.

هیوم عزم خود را جزم کرد، که به تحقیق درباره تصویری که از مفهوم «رابطه علی» نزد ما حاصل است بپردازد. او متذکر شد که اگر مقصود از «رابطه علی»، هم «مقارنه ثابت»^۱ و هم «پیوستگی و اتصال ضروری»^۲ است در آن صورت هیچ نوع معرفت علی ممکن نخواهد بود. زیرا هیچ نوع انطباع حسی از نیرویی که به واسطه آن «الف» مجبور به ایجاد «ب» است، نزد ما حاصل نیست. حداکثر چیزی که می‌توان ادعا کرد این است که یکنوع از رویدادها به نحو

1. coexistence

۲. properties خاصه‌ها یا اعراض خاص به اصطلاحی که در منطق متداول است. می‌توان آن را خواص یا خصوصیات نیز نامید. - م.

3. causal relation 4. constant conjunction 5. necessary connection

لایتغیر در دنبال نوع دیگری از رویدادها ظاهر شده است. هیوم نتیجه گرفت که تنها معرفت «علی» که می‌توان امید به کسب آن داشت معرفتی درباره پیوستگی و پیوند بالفعل^۱ دو طبقه از رویدادهاست.

هیوم اذعان داشت که ما این را که در مورد بسیاری از توالیها و تعاقبها امری ضروری وجود دارد واقعاً حس می‌کنیم. بر طبق نظر هیوم، این احساس، انطباعی از «حس درونی» است، انطباعی که از عادت نتیجه شده است. او اعلام کرد: «پس از تکرار موارد مشابه، ذهن انسان بنا به عادت از وقوع يك امر، انتظار وقوع امر مقارن را خواهد داشت و به صورت گرفتن آن اعتقاد خواهد یافت» [۲۰]. البته این واقعیت که ذهن به محض پدیدار شدن «الف»، ظهور «ب» را پیش‌بینی می‌کند، به هیچ وجه اثبات این مطلب نیست که میان «الف» و «ب» پیوستگی و اتصالی ضروری برقرار است.

هیوم بر وفق این تحلیل، تعاریف مربوط به «رابطه علی» را هم از دیدگاه عین معلوم (جنبه عینی) و هم از دیدگاه ذهن عالم (جنبه ذهنی) مشخص ساخت. از جنبه عینی، رابطه علی، عبارت است از مقارنه ثابت و لایتغیر اعضای دو طبقه از رویدادها؛ و از جنبه ذهنی رابطه علی عبارت است از يك رشته، به طوری که همراه با ظهور حادثه و رویدادی مربوط به يك طبقه، ذهن دلالت می‌شود تا وقوع رویدادی متعلق به طبقه دوم را پیش‌بینی کند.

هر دوی این تعاریف، هم در رساله‌ای در باب طبیعت انسانی و هم در تحقیق در فهم بشری دیده می‌شود [۲۱]. اگر چه در تحقیق، هیوم در دنبال تعریف اول، این توصیف را اضافه کرد: «یا به بیان دیگر، اگر شیء نخست حادث نشده باشد، شیء دوم هرگز پدید نمی‌آید» [۲۲]. با قرار دادن واژه «رویداد» به جای «شیء» که موافق و مطابق تعبیرات هیوم است، روشن می‌شود که این تعریف تازه معادل تعریف نخست نیست. برای نمونه در مورد دو ساعت آونگ دار مشابه که طوری تنظیم شده‌اند تا به اندازه ۹۰ درجه اختلاف فاز داشته باشند، حرکت آونگها به نحو ثابت مقارن خواهد بود. اما این امر مستلزم آن نیست که اگر آونگ ساعت اول از حرکت باز ایستانده شود، آونگ ساعت دوم نیز از حرکت باز خواهد ایستاد.

۱. *de facto* بالفعل، عملی، فی الواقع

درج این توصیف در کتاب «تحقیق» از سوی هیوم می تواند نشان دهنده این امر باشد که او از مساوی گرفتن رابطه علی و انتظام بالفعل رضایت چندانی نداشته است. يك نشانه احتمالی دیگر از عدم رضایت او، این واقعیت است که او در کتاب «رساله» به طور خلاصه و موجز و بدون هیچ تفسیری، فهرستی مشتمل بر هشت «قاعده که به وسیله آنها می توان درباره علل و معلولها قضاوت کرد»، درج کرد [۲۳]. از جمله این قواعد می توان به تعبیرهایی از روشهای توافق، اختلاف و تغییرات همزمان، که بعدها توسط جان استوارت میل شهرت یافت، اشاره کرد.

روش اختلاف، بخصوص محقق را قادر می سازد تا به محض مشاهده تنها دو نمونه، در مورد رابطه علی داوری کند. در این مورد به نظر می رسد که هیوم از موضع رسمی خود دایر بر اینکه ما يك رابطه را صرفاً بر اساس مشاهده مقارنه ثابت و مستمر دو نوع پدیدار، تحت عنوان رابطه «علی» مشخص می سازیم عدول کرده است. خود هیوم منکر این ضد و نقیض گویی شد. او عقیده داشت که گرچه این اعتقاد که توالی رویدادها يك رشته علی و معلولی را تشکیل می دهد، ممکن است حتی به دنبال يك بار مشاهده توالی و تعاقب حاصل شود؛ مع هذا این اعتقاد محصول عادت است. این امر بدان جهت است که در چنین مواردی داوری درباره رابطه علی به طور ضمنی مبتنی بر این تعمیم است که اشیاء مشابه در شرایط مشابه، آثار و معلولات مشابه به بار می آورند. اما خود این تعمیم بیانگر انتظاری است که بر تجربه گسترده ما از رویدادهای همواره مرتبط استوار است. بدین سان اعتقاد ما به يك رابطه علی ثابت، بنا به عادت مألوف است.

هیوم با ارزشیابی منشأ اعتقاد ما در باب ارتباط علی، بی درنگ خاطر نشان ساخت که هیچ نوع تمسك به منظم بودن تجربه گذشته نمی تواند تضمینی برای برآورده شدن انتظارات ما درباره آینده به حساب آید. او اظهار داشت که «بنابراین غیر ممکن است که هر استدلال مأخوذ از تجربه بتواند این مشابَهت میان گذشته و آینده را اثبات کند؛ زیرا همه این استدلالات بر فرض آن مشابَهت بنیاد یافته است» [۲۴]. بنابراین ممکن نیست بتوان معرفتی برهانی و مستدل درباره علل، از مقدماتی که بیان امور واقع می کنند به دست آورد.

هیوم به این ترتیب حمله ای بنیان کن را بر امکان نیل به يك معرفت ضروری درباره طبیعت

۱. این واژه وام گرفته شده از شیخ اجل که در مقابل habitual expectation به معنای انتظار همیشگی و مبتنی بر عادت است به کار رفته، به گمان صاحب این قلم بهتر از ترجمه تحت اللفظی واژه فوق الذکر مقصود هیوم را می رساند. - م.

به انجام رساند. چنین معرفتی یا باید شهودی باشد یا برهانی. [اما] هیوم نشان داده بود که هیچ نوع معرفت شهودی درباره علل امکان پذیر نیست زیرا ما تصور و احساسی از پیوند و اتصال ضروری نداریم. او همچنین نشان داده بود که کسب يك معرفت برهانی درباره علل، چه از طریق مقدماتی که بیانگر روابط حقیقی پیشینی درباره تصورات است، و چه از طریق مقدماتی که بیانگر امور واقع است، امکان پذیر نیست. هیچ شق دیگری نیز به نظر نمی رسد. هیچ تفسیر علمی نمی تواند از قطعیت قضیه ای نظیر «کل از هر يك از اجزاء خود بزرگتر است» برخوردار باشد. احتمال، تنها ادعای معقول و قابل دفاعی است که می توان درباره قوانین و نظریه های علمی ابراز کرد.

گرچه شکاکیت هیوم از سوی آنان که از معرفت «صرفاً مبتنی بر احتمال» خرسند نبودند به عنوان تهدیدی برای علم تلقی شد، خود هیوم کاملاً برای تکیه و اعتماد به شهادت و گواهی تجارب گذشته، آمادگی داشت. در مسائل عملی، هیوم به هیچ روی يك شكاك به حساب نمی آمد. او اعلام داشت که:

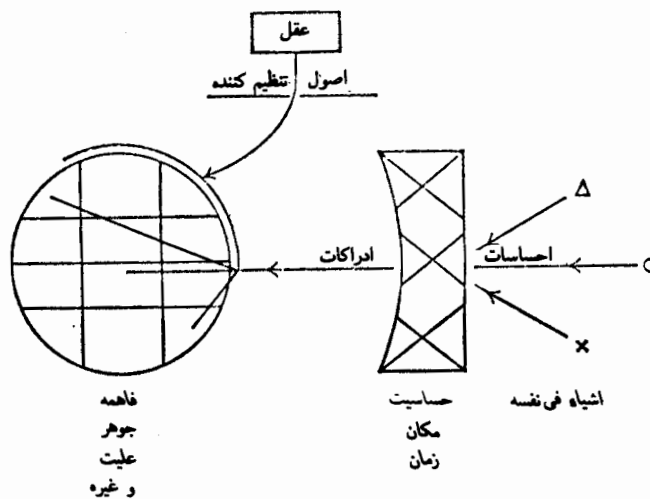
پس عادت بزرگترین دلیل راه زندگی انسان است و هموست که تجارب ما را سودمند می سازد... بدون تأثیر عادت ما از هر امر واقعی و رای آنچه مستقیماً و بلاواسطه نزد حواس یا حافظه ما حاضر است کاملاً بی خبر خواهیم بود [۲۵].

نظر کانت در باب اصول تنظیم کننده در علم

پاسخ به هیوم

ایمانوئل کانت اعتراف کرد که تحلیل هیوم از علّیت اسباب نگرانی خاطر و اضطراب شدید او را فراهم آورد. او اذعان داشت که اگر شکل و محتوای قوانین علمی آن طور که هیوم اصرار می ورزید، تماماً مأخوذ از تجربه حسی باشد، در آن صورت هیچ گریزی از نتیجه ای که هیوم گرفته نیست. اما کانت مایل به تأیید مقدمات هیوم نبود. او در برابر هیوم استدلال کرد که گرچه تمام معرفت تجربی ما «ناشی از تأثرات حسی» است، اما این بدان معنی نیست که تمام این معرفت در این تأثرات یا انطباعات خلاصه می گردد. کانت بین ماده و صورت تجربه شناسایی

تمایز قائل شد. او اعتقاد داشت که انطباعات حسی مواد خام معرفت تجربی را فراهم می‌آورد، اما خود ذهن مسئول نظم و نسق ساختاری و ارتباطی این ماده خام است. کانت معتقد بود که هیوم با تقلیل و تحویل اعمال ذهن به صرف «ترکیب»، «تقدیم و تأخیر»، «تعمیم» و «جرح و تعدیل» تصوراتی که المثنای تأثرات حسی است، امر شناسایی را بیش از حد ساده تلقی کرده است. نظریه خود کانت در باب شناسایی به مراتب پیچیده تر بود. او سه مرحله را در سازمان شناختاری تجربه مشخص ساخت. اولاً، صورتهای حسی شکل نگرفته و بی نظم با توجه به زمان و مکان (صورتهای پیشینی حساسیت) منتظم می‌گردد. ثانیاً، «ادراکاتی» که بدین نحو انتظام یافته است به وسیله مفاهیمی نظیر وحدت، جوهریت، علیت و امکان (چهار مقوله از «مقولات دوازده گانه فاهمه») به یکدیگر مرتبط می‌گردد. ثالثاً، «احکام» مربوط به تجربه» که بدین سان شکل گرفته است از طریق به کار بردن «اصول تنظیم کننده عقل» در یک نظام معرفتی واحد سازمان داده می‌شود.



دیدگاه کانت درباره تجربه شناسایی

1. structural relational organization 2. cognitive organization of experience 3. sensations

۴. کانت در بررسی نقش حواس (حساسیت) در شناسایی موجود خارجی میان آنچه که از ذهن عالم ناشی می‌شود (یعنی نفسانی و از خود اوست) و صورت پیشینی احساس محسوب می‌شود و آنچه که از عین معلوم ناشی می‌شود و ماده پیشینی احساس را می‌سازد فرق قائل شده است. او در شناسایی حسی و یا به عبارت دیگر در شناسایی تجربی به وسیله حواس و وجدان به دو صورت پیشینی قائل شده که عبارت است از زمان و مکان. - م.

بر طبق نظر کانت، نظریه شناخت ناقص و ناتمام هیوم با نظریه ای به همان اندازه ناقص و ناتمام در باب علم مرتبط بود. کانت عقیده داشت که ذهن هیوم بکلی متوجه تعمیم استقرائی بود و این مسأله کاملاً اندیشه او را مشغول ساخته بود. کانت اعتقاد داشت که این تأکید نابجا [بر مسأله تعمیم استقرائی] وجهه نظر را از مهمترین خصوصیت علم - یعنی تلاش برای دستیابی به يك سازمان دهی منظم معرفت، منحرف می سازد. کانت عمیقاً تحت تأثیر جامعیت قلمرو و توانایی هندسه اقلیدسی و مکانیک نیوتنی قرار داشت و این جامعیت و توانایی را ناشی از ساختمان قیاسی این نظامها می دانست.

کانت سازمان دهی منظم و بقاعده تجربه را به منزله هدفی لحاظ می کرد که می باید به وسیله ذهن عالم مورد پی جویی قرار گیرد. او عقیده داشت که دستیابی به يك چنین سازماندهی مطلوب، از طریق اعمال قواعد تنظیم کننده، میسر است. در نظریه شناسایی کانت، قوه عاقله، قواعد معینی را، به منظور منظم کردن احکام تجربی، به قوه فاهمه منتسب می سازد. کانت کاملاً توجه داشت که اصول تنظیم کننده عقل را نمی توان به منظور موجه ساختن هیچ نظام خاصی از احکام تجربی به کار برد، بلکه آنها صرفاً راههایی را مشخص می سازند که می توان بر اساس آنها نظریه های علمی را آنچنان بنا کرد که مطابق نمونه ایده آل سازمان دهی منظم و بقاعده باشند.

کانت معیار قابلیت پذیرش را که بیانگر این نحوه تأکید بر سازمان دهی منظم تجربه بود، تدوین کرد. او با توجه به قوانین تجربی منفرد، اصل تأیید به وسیله مصادیق را که بر حسب آن به نظر می رسد نتایج قیاسی قوانین می باید مطابق با مشاهدات باشد، بی اعتبار دانست. او عقیده داشت اندراج قوانین در نظامهای قیاسی از اهمیت به مراتب بیشتری برخوردار است. مثلاً کانت معتقد بود که گرچه قوانین کپلر از ناحیه حرکات سیاره ای تأیید می گردد، اما آنها تأیید و حمایت اساسی را از ناحیه «اندراج» در نظریه مکانیک نیوتنی کسب می کنند.

کانت با توجه به نظریه ها، از قدرت پیش بینی کنندگی و آزمون پذیری به عنوان ملاکهای مقبولیت یاد کرد. او دریافت که نظریه های موفق، با مراجعه به هویت یا روابط جدید در علوم، قوانین تجربی متعددی را در زیر چتر واحدی قرار می دهد و آنها را به یکدیگر می پیوندد.

۱. acceptability مقبولیت یا قابل قبول و پذیرش بودن.

امکان تعمیم و گسترش تفسیر این هوّیات یا روابط جدید به دیگر قلمروهای تجربه، به طور ضمنی در این نظام پردازی ملحوظ است. کانت توجه خود را به شکوفایی و مثمر بودن نظریه‌های علمی معطوف ساخت؛ و اظهار نظر کرد که آن دسته از نظریه‌ها که معرفت ما را نسبت به روابط میان پدیده‌ها افزایش می‌دهد، مقبول‌تر است.

تمثیلهای تجربه و علم مکانیک

کانت در نقد عقل محض سه مورد از «تمثیلهای تجربه» را که با مقوله‌های جوهر، علیّت و مشارکت^۱ مربوط است، انتخاب کرد. او مدعی بود که این تمثیلهای [قیاسهای تمثیلی]، شرایط ضروری امکان معرفت تجربی عینی را معین می‌سازد. تمثیل اوّل - اصل بقای جوهر - مشخص می‌سازد که جوهر در طی کلیه تغییرات ثابت باقی می‌ماند. تمثیل دوم - اصل علیّت - مشخص می‌سازد که هر رویدادی مسبوق به مجموعه‌ای از اوضاع و احوال است که رویداد مذکور بر طبق قاعده خاصی از آنها نتیجه می‌شود. تمثیل سوم - اصل مشارکت (اشتراک) - مشخص می‌سازد جواهری که مکاناً باهم ادراک می‌شوند در یکدیگر تأثیر و عمل متقابل دارند. کانت در مبانی متافیزیکی علوم طبیعی در صدد بر آمد تا نحوه تطبیق و اعمال این تمثیلهای را بر علم مکانیک تبیین کند. بنابر نظر کانت، موضوع مکانیک، ماده در حال حرکت است، تا آنجا که این ماده واجد نیروهای جاذبه و دافعه است. او معتقد بود که این تمثیلهای تجربه اگر در مورد علم مکانیک اعمال گردد، به اصول بقای ماده، حرکت یکنواخت (ماندگی حرکت) و برابری عمل و عکس العمل، مبدّل خواهد شد، (نمودار صفحه ۱۴۸)

کانت مدعی بود که سه اصل فوق‌الذکر در مکانیک، اصول تنظیم کننده‌ای است که می‌باید راهنمای تحقیق و جستجوی قوانین تجربی خاص قرار گیرد. این اصول تصریح می‌کنند که به منظور تبیین يك رویداد می‌باید مجموعه‌ای از شرایط پیشین یافته شود تا رویدادهای هم نوع، بر طبق يك قاعده از آنها ناشی گردد، به این نحو که ماده محفوظ می‌ماند، تغییرات در حرکت يك جسم به نیروهای خارج از خود جسم نسبت داده می‌شود، و به وسیله عکس العمل متوازن می‌شود. کانت اصرار داشت که معرفت تجربی عینی، تنها در

۱. Interaction. تمثیلات یا قیاسهای تمثیلی تجربه

مقوله	قیاسهای تمثیلی تجربه	اصول مکانیک
جوهر	بقای جوهر	بقای ماده
علّیت	اصل علّیت	اصل لختی (ماند - اینرسی)
	(هر رویدادی مسبوق به شرایطی است که بر طبق قاعده معینی از آنها ناشی می شود.)	(همه تغییرات حرکات اجسام از ناحیه نیروهای خارجی ناشی می شود)
تأثیر و عمل متقابل	تبادل تأثیرات	برابری عمل و عکس العمل
(همه اشیا یی که همزمان موجودند متقابلاً به یکدیگر مرتبط اند)		

صورتی حاصل می گردد که قوانین منفرد به گونه ای تدوین شود که با این اصول مطابق باشد.

سازمان منظم قوانین تجربی

کانت اعتقاد داشت که عده دیگری از قوانین تنظیم کننده وجود دارد که با اعمال آنها در سازمان قوانین منفرد علمی، آن قوانین به صورت تفسیر نظام یافته طبیعت در می آید. کانت در نقادی حکم (۱۷۹۰) اعلام داشت که:

حکم توأم با امعان نظر، که ناگزیر است از امر جزئی واقعی به امر کلی ارتقاء یابد، نیازمند اصلی است که نمی تواند آن را از تجربه اخذ کند، زیرا وظیفه آن [اصل] عبارت است از احراز وحدت همه اصول تجربی تحت یک اصل عالیت، و سپس اثبات امکان تبعیت منظم آنها. بنابراین حکم توأم با امعان نظر می تواند چنین اصل متعالی [از تجربه] را صرفاً به عنوان یک قانون، از خود، به خود ارائه دهد [۲۶].

بر طبق نظر کانت، اصل کلی تنظیم کننده ای که حکم توأم با امعان نظر برای خود مقرر

می‌دارد عبارت است از هدفداری طبیعت.

کانت اصرار داشت که گرچه نمی‌توان این را که طبیعت به‌نحوی هدفدار سازمان یافته است اثبات کرد، می‌باید معرفت تجربی را به گونه‌ای نظام داد که گویی طبیعت بدان نحو سازمان یافته است. کانت معتقد بود که نظام‌پردازی معرفت تجربی تنها در صورتی امکان‌پذیر است که ما بر مبنای این پیش فرض عمل کنیم که «فاهمه‌ای» بجز فاهمه خود ما، ما را با قوانین تجربی خاصی مجهز ساخته است و آن قوانین به گونه‌ای مقرر و مرتب شده است که حصول تجربه واحدی را برای ما امکان‌پذیر می‌سازد.

به نظر می‌رسد که اصل هدفداری طبیعت فی‌نفسه بیش از این نمی‌خواهد بگوید که اگر ما در صدد هستیم تا با روش و اسلوب معین از قوانین تجربی پیروی و تبعیت کنیم، می‌باید بر مبنای این فرض که چنین مقصودی قابل حصول است، عمل کنیم. احتمال دارد که ما مجموعه‌هایی از قوانین ناسازگار را به این عنوان که با سازمان هدفدار طبیعت وفق نمی‌دهد، طرد و حذف کنیم. اما این امر سر نخ قابل توجهی به دست نمی‌دهد تا بر اساس آن بتوان نظامهایی را که با اصل هدفداری مطابقت و موافقت دارند، مشخص ساخت.

کانت گذشته از این با تهیه فهرستی از پیش‌فرضهایی^۱ که معتقد بود به وسیله اصل هدفداری پیشنهاد می‌شود، معنا و مفاد این اصل را تا حد بیشتری مشخص ساخت:

- ۱) طبیعت همواره کوتاهترین راه را بر می‌گزیند* (اصل صرفه جویی).
- ۲) طبیعت «نه در جریان تغییرات و تحولاتش و نه در رها کردن و پذیرفتن صورتهای مختلف، جهش و طفره انجام نمی‌دهد» (اصل پیوستگی طبیعت).
- ۳) در طبیعت تنها شمار کمی از انواع تأثیر و تأثر علی موجود است.
- ۴) در طبیعت تابعیت مربوط به انواع و اجناس وجود دارد که برای ما قابل درک

1. presuppositions

● کانت بشدت تحت تأثیر اصل حداقل عمل مویرتیس Maupertuis قرار داشت. اصلی که از آن - بر اساس تفسیر مناسبی از «عمل» - می‌توان قوانین ناظر بر تعادل ایستا، برخورد و انعکاس را استخراج کرد. اصل کمترین عمل، نظیر اصل کمترین کوشش لایب‌نیتس، بدین منظور ظاهر شد که دلیلی برای این پرسش که چرا می‌باید از این قوانین منفرد تبعیت کرد، به دست دهد. مویرتیس اصل مذکور را به عنوان شاهی بر فعالیت هدفداری خالق تفسیر کرد. اما کانت این اصل را صرفاً به منزله يك اصل تنظیم‌کننده لحاظ می‌کرد.

2. lex parsimoniae 3. lex continui in natura

است.

(۵) می توان انواع را تحت اجناس برتر مندرج ساخت [۲۷].

این پیش فرضها وقتی به صورت اصول تنظیم کننده در می آید که پژوهشگر، طبیعت را بر مبنای این فرض که پیش فرضهای مذکور تماماً متحقق شده است، مورد سؤال قرار دهد. کانت اعتقاد داشت که این اصول تنظیم کننده مشخص می سازد که ما برای حصول يك معرفت انتظام یافته درباره طبیعت، چگونه می باید حکم کنیم [۲۸].

کانت در نقد عقل محض سه اصل تنظیم کننده اضافی به منظور پژوهش در زمینه های شناسایی و طبقه بندی انواع و اجناس جانداران پیشنهاد کرد: يك اصل تجانس، که تصریح می کند به منظور آنکه بتوان انواع را تحت اجناس قرار داد باید از فصلهای مختص به يك نوع صرف نظر کرد؛ يك اصل تخصیص که تصریح می کند به منظور تقسیم انواع به اصناف، می باید بر روی فصلهای مختص به يك نوع تأکید گردد و انگشت گذارده شود؛ و يك اصل پیوستگی صور، که تصریح می کند انتقال و گذر از يك نوع به نوع دیگر به طور پیوسته و تدریجی انجام می گیرد. کانت مدعی بود که اصل تجانس محکی است که از یافتن صنف ناموجهی از انواع و اجناس جلوگیری می کند، و اینکه اصل تخصیص محکی است که از تعمیمهای بی ضابطه جلوگیری می کند، و اینکه اصل پیوستگی صور با الزام اینکه تعادلی می باید مابین دو اصل قبلی برقرار باشد، آندو را متحد می سازد [۲۹].

کانت علاوه بر تجویز این اصول تنظیم کننده، استفاده از صورتهای کمال مطلوب (ایده آل سازی) را در نظریه های علمی مجاز دانست و از آن دفاع کرد. او تصدیق کرد که در بسیاری موارد سازمان دهی انتظام یافته قوانین تجربی با استفاده از ساده ساختن مفاهیم، تسهیل می گردد. بدین ترتیب او مایل نبود ماده خام نظریه های علمی را به مفاهیمی که «مستخرج از طبیعت است» محدود سازد. کانت مفاهیم «خاک خالص»، «آب خالص» و «هوای خالص» را که از پدیدارها استنتاج نشده است به عنوان مثالهای استفاده از صورتهای کمال مطلوب (ایده آل سازی) ذکر کرد، و اظهار داشت که استفاده از چنین مفاهیمی کار تبیین انتظام یافته پدیدارهای شیمیایی را تسهیل می کند [۳۰]. مثالهای کانت نسبت به مفاهیم ایده آل مورد استفاده گالیله نظیر «آونگ ایده آل» و «سقوط آزاد در خلأ» از قوت کمتری برخوردارست، اما کانت را می باید به جهت تشخیص عمیق این مطلب که مذهب تجربی ساده

و سطحی از فراهم آوردن يك مبنای مفهومی غنی برای علم ناتوان است، مورد تقدیر قرار داد.

تبیین‌های غایت انگارانه

اصل هدف‌داری ما را ترغیب می‌کند که طبیعت را آن گونه مورد پژوهش قرار دهیم که گویی قوانینی که کشف می‌کنیم بخشی از نظامی از قوانین است که به وسیله «شعور یا فاهمه‌ای» غیر از فاهمه ما مرتب شده است. اگر بر این مبنا پیش برویم، ناچار خواهیم بود به تحقیق درباره موقع و جایگاه قوانین خاص در کل نظام طبیعت پردازیم. این امر بخصوص در مورد علوم زیستی صادق است. در این زمینه بجز سؤال کردن راجع به غایاتی که به وسیله انگاره‌های مشاهده شده مربوط به ساخت، عملکرد و رفتار حاصل شده است، کاری از ما ساخته نیست. پاسخ به این قبیل پرسشها اغلب صورت تبیین‌های غایت انگارانه را به خود می‌گیرد که مشخصه آن استفاده از عبارت «به منظور اینکه» یا نظایر آن است.

کانت معتقد بود که تبیین‌های غایت انگارانه از دو جهت برای علم حائز اهمیت است. در وهله نخست، تبیین‌های مبتنی بر غایت در جستجوی یافتن قوانین علی از ارزش اکتشافی برخوردار است. کانت مدعی بود که طرح سؤالاتی پیرامون «غایات» ممکن است به ارائه فرضیه‌های جدیدی راجع به «وسائط» منجر گردد، و از این طریق به گسترش معرفت ما درباره اندرکنش مکانیکی سیستم و اجزایش بینجامد [۳۱].

در وهله دوم تبیین‌های غایت انگارانه از طریق تتیم و تکمیل تفسیرهای علی موجود به حصول سازمان انتظام یافته معرفت تجربی، که کمال مطلوب ما است، مدد می‌رساند. کانت معتقد بود که تفسیرهای علی می‌باید تا آنجا که ممکن است گسترش یابد، اما او از امکان یافتن يك تفسیر علی گسترده و فراگیر درباره فرایند حیات مأیوس بود.

یأس و بدبینی کانت بر درك او از طبیعت سازواره زنده مبتنی بود. بر طبق نظر کانت سازواره زنده نوعی وابستگی دو جانبه و متقابل را در مورد جزء و کل ظاهر می‌سازد؛ نه فقط کل به واسطه سازمانی که اجزاء را در بر گرفته کل نامیده می‌شود، جزء نیز به واسطه رابطه‌ای که با کل دارد، جزء نام گرفته است. هر يك از اجزای يك سازواره یا اندام زنده هم علت به

حساب می آید و هم معلول. يك سازواره هم يك کل سازمان یافته است و هم يك کل خود سامان. کانت معتقد بود که وابستگی جزء و کل را نمی توان بتمامی به وسیله قوانین علی تبیین کرد. قوانین علی صرفاً آن دسته از حالات خاص يك اندام زنده را، که بر طبق يك قاعده در دنبال حالات دیگر پدید می آید، مقرر می سازد.

به این ترتیب در تفسیر علی طبیعت محدودیتهایی وجود دارد. کانت دست به کار رفع محدودیتها شد، اما بازگشت به نوعی «غایت انگاری سهل و آسان» را که در آن ساختمان و عملکرد سازواره ها با اشاره به «علل غائی» نادیده گرفته می شد توصیه نکرد. در نظر کانت، تبیین صحیح پدیدارهای طبیعی در قالب قوانینی است که بیانگر الگوهایی هستند که حوادث بر طبق آنها رخ می دهد. مفهوم علیت، از ضروریات معرفت تجربی عینی است؛ و حال آنکه مفهوم غایت چنین نیست. کانت مدعی بود که هدفداری صرفاً می تواند به عنوان يك اصل تنظیم کننده به حساب آید که عقل به وسیله آن سازمان انتظام یافته قوانین تجربی را به عنوان هدف خود بر می گزیند. کانت با همسنگ کردن غایت انگاری و فعالیت تنظیم کنندگی عقل، به هدف جمع و تألیف جنبه های قوت تفسیرهای غائی و مکانیکی که لایب نیتس در جستجوی آن بود نایل آمد.

ب - نظریه‌هایی درباره شیوه علمی

نظریه جان هرشل درباره روش علمی

زمینه و شرایط اکتشاف [قوانین و نظریه‌های علمی]
قوانین طبیعت
نظریه‌ها

زمینه و شرایط توجیه [قوانین و نظریه‌های علمی]

استنتاجات هوئل درباره تاریخ علوم

ریخت شناسی پیشرفت علمی
واقعیات و ایده‌ها (مفاهیم)
الگوی اکتشاف علمی
تجزیه واقعیات و توضیح و تبیین مفاهیم
اتصال و به هم پیوستگی واقعیات
تمثیل جویبار و رودسار
تطابق (سازگاری) استقراها
حقیقت ضروری را به صورت واقعیت تاریخی در آوردن

جستجوی میرسون برای یافتن قوانین بقا

جان هرشل^۱ (۱۷۹۲ تا ۱۸۷۱) فرزند اختر شناس نامدار ویلیام هرشل بود. دستاوردهای علمی هرشل بزرگ مشتمل بر اکتشاف اورانوس و گردآوری داده‌های ارزشمندی در ستاره‌های مزدوج و سحابیها بود.

جان هرشل در کیمبرج به تحصیل پرداخت، و از آن پس زندگی خود را وقف پیشرفت علم کرد. در زمره دستاوردهای علمی او، مطالعاتی درباره شکست دوگانه در بلورها، تجربیاتی در عکاسی و شیمی نور (فوتو شیمی)، روشی برای محاسبه مدار ستاره‌های دوتایی و مقادیر معتدله‌ی اطلاعات حاصل از

1. John Herschel

رصد‌های اختر شناختی قرار داشت. هرشل فاصله سالهای ۸-۱۸۳۴ را در دماغه امید نیک به سر برد و در آنجا به نحو موفقیت آمیزی مطالعات پدرش را درباره ستارگان مزدوج و سحابیهای آسمان مناطق جنوبی توسعه داد.

هرشل در ۱۸۳۰ گفتاری مقدماتی در مطالعه فلسفه طبیعی^۱ را منتشر کرد. تحلیل او از نقش فرضیه، نظریه و آزمایش در علم، از سوی بسیاری از علما و از آن جمله هونل، میل و داروین، تحلیلی ارزشمند و مؤثر شناخته شد.

ویلیام هونل (۱۷۹۴ تا ۱۸۶۶) از ترینیتی کالج کیمبریج فارغ التحصیل شد و در همانجا به سمت استادی رشته معدن شناسی (۱۸۲۸)، استادی کرسی فلسفه اخلاق (۱۸۳۸) و معاونت ریاست دانشگاه برگزیده شد (۱۸۴۲). او در معرفی ریاضیات رایج در قاره اروپا به جزیره انگلستان نقش داشت، و تا حدود زیادی مسؤول طولانیتر شدن دوره تحصیل در دانشگاه کیمبریج بود.

هونل پژوهشهای گسترده‌ای در باب جزر و مد به عمل آورد، و از سوی بسیار کسان و از جمله لایل و فارادی به عنوان مرجع معتبری در زمینه لغات و اصطلاحات علمی شناخته شد. او اثر بزرگ خود تاریخ علوم استقرائی^۲ را در ۱۸۳۷ به پایان رساند و کتاب دیگرش را با نام فلسفه علوم استقرائی^۳ بر مبنای نتایج این تحلیل تاریخی بنیاد گذارد (۱۸۴۰).

امیل میرسن^۴ (۱۸۵۹ تا ۱۹۳۳) در لوبلین^۵ واقع در لهستان روسیه به دنیا آمد. در دانشگاههای مختلف اروپایی به تحصیل پرداخت، و آنگاه در فرانسه، تحقیقات خود را در خصوص تاریخ و فلسفه علم با پژوهش عملی در شیمی توأم ساخت. میرسن تاریخ علم را به منزله جستجوی پیوسته برای یافتن آنچه در طی تغییرات محفوظ می ماند تلقی می کرد. در زمره آثار منتشر شده او کتاب هویت و واقعیت (۱۹۰۷)، و مطالعاتی در باره مکانیک کوانتوم و نظریه نسبیت به چشم می خورد.

نظریه جان هرشل درباره روش علمی

کتاب جان هرشل با نام گفتاری مقدماتی پیرامون فلسفه طبیعی (۱۸۳۰) عامه فهمترین و مناسبترین اثر در باب فلسفه علم است که در آن زمان در دسترس قرار داشت. هرشل یکی از برجسته ترین دانشمندان انگلیسی عصر خود بود، و نوشته اش پیرامون روش علمی، به واسطه

1. *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy* 2. *History of the Inductive Sciences* 3. *Philosophy of Inductive Sciences* 4. *Emile Meyerson* 5. *Lublin*
6. *Identity and Reality*

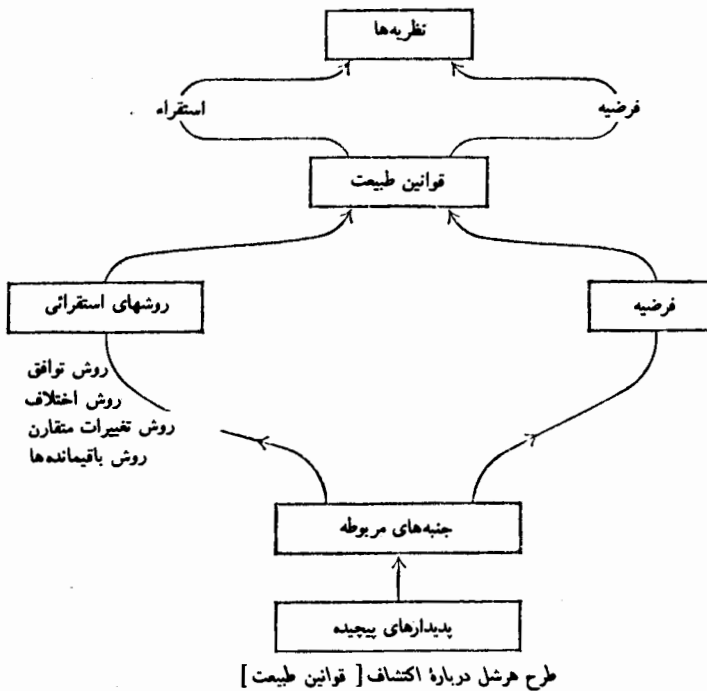
تحلیلهای دقیق دستاوردهای جدید در فیزیک، اختر شناسی، شیمی و زمین شناسی، شهرت پیدا کرد.

از جمله خدمات برجسته هرشل به فلسفه علم فرق و تمایز آشکاری بود که میان «زمینه و شرایط اکتشاف قوانین طبیعت» و «زمینه و شرایط توجیه این قوانین» قائل گردید. او تأکید داشت که شیوه مورد استفاده در تدوین يك نظریه، اساساً ربطی به مسأله مقبولیت آن ندارد. يك كاوش استقرائی بسیار دقیق و يك حدس بی ضابطه، اگر نتایج قیاسی آنها در تجربه تأیید شود، هر دو در يك سطح قرار می گیرند.

زمینه و شرایط اکتشاف [قوانین و نظریه های علمی]

گر چه هرشل به نظریات فرانسیس بیکن درباره تحقیق علمی احترام می گذارد، اما می دانست که بسیاری از اکتشافات مهم علمی از الگوی بیکن پیروی نمی کند. به این دلیل مدعی شد که دو روش کاملاً مجزا وجود دارد که دانشمندان به مدد آنها می توانند از مشاهدات و تجربیات به سوی قوانین و نظریه ها پیش بروند. یکی از این دو روش عبارت است از کاربرد طرح مشخص استقرائی و دیگری عبارت است از تدوین فرضیه ها. نظر هرشل درباره زمینه اکتشاف قوانین طبیعت را می توان مطابق نمودار صفحه بعد نشان داد:

بر طبق نظر هرشل اولین قدم در شیوه تحقیق علمی عبارت است از تجزیه و انقسام پدیده های پیچیده به اجزاء یا جنبه های تشکیل دهنده و سازنده آنها و بذل توجه به آن دسته از خواصی که برای تبیین پدیده ها از اهمیت اساسی برخوردار است. مثلاً برای تبیین حرکت اجسام می باید به خصوصیات نظیر نیرو، جرم و سرعت توجه کرد. مثال اصلی هرشل در مورد تحویل يك پدیدار پیچیده به جنبه های تشکیل دهنده آن، عبارت است از تجزیه صوت به ارتعاش يك منبع مولد ارتعاش، انتقال حرکت ارتعاشی از طریق يك واسطه، دریافت آن به وسیله گوش و تولید احساس. هرشل معتقد بود که فهم کامل پدیدار صوت، مستلزم داشتن شناختی است از پدیده های برخورد، و ضربه، و اصابت که هنگام ارتعاش پدید می آید؛ شناختی از عمل متقابل يك ذره متحرك با ذرات پیرامون خود؛ و معرفتی درباره فیزیولوژی احساس شنوایی [۱].



قوانین طبیعت

پدیده‌هایی که به نحو مطلوب و صحیح تجزیه شده‌اند ماده خامی به حساب می‌آیند که دانشمندان از طریق آنها در صدد تدوین «قوانین طبیعت» بر می‌آید. هرشل، هم ارتباط و وابستگی خصوصیات و هم توالی و تعاقب رویدادها را در زمره قوانین طبیعت جای می‌داد. از جمله همبستگی‌های قانونمند در میان خواص پدیده‌ها می‌توان به قانون بویل^۱ و تعمیم این مطلب اشاره کرد که عناصری که خاصیت شکست دوگانه^۲ دارند، وقتی در معرض تابش نور

۱. قانون بویل Boyle's Law بیان می‌دارد که تغییرات فشار و حجم مقدار معینی گاز، در دمای ثابت، بایکدیگر نسبت معکوس دارد $P \propto \frac{1}{V}$. این قانون در دماهای پایین و دماهای بسیار زیاد چندان دقیق نیست. - م.

۲. شکست دوگانه double refraction عبارت است از انقسام امواج الکترومغناطیس در محیطهای غیر یکتواخت به دو مؤلفه که به طور متفاوت قطبی شده‌اند و سرعتهای مختلفی دارند. اگر جبهه‌های موج دو مؤلفه کروی باشد، به طوری که قوانین متعارف شکست در مورد این مؤلفه‌ها صدق کند در این صورت آن دو را اشعه عادی ordinary ray می‌نامند. و اگر جبهه‌های موج کروی نباشد، به طوری که سرعت مؤلفه‌ها تابعی از راستای انتشار آنها باشد، آنها را اشعه غیر عادی extra ordinary ray می‌نامند. - م.

قطبی شده قرار می گیرند رنگها را به طور متناوب نمایش می دهند. قانون سقوط آزاد گالیله و حرکت سهمی وار پرتابی ها، نمونه هایی از رشته های قانونمند رویدادها و حوادث به شمار می روند.

هرشل متوجه شد که قوانین طبیعت به شرط اینکه شرایط مرزی معینی بر آورده شود، تلویحاً تأیید می گردد. برای نمونه، قانون سقوط آزاد تنها در خلا است که تأیید می شود، و قانون بویل نیز صرفاً برای تغییرات در دمای ثابت است که تأیید می گردد. هرشل دو راه متمایز از پدیدارها به قوانین طبیعت را پی گیری کرد. اولین راه اکتشاف قوانین عبارت است از کاربرد طرح مشخص استقرانی. مثلاً، قانون بویل با مطالعه تغییرات همزمان حجم و فشار يك گاز، و تعمیم نتایج آزمایشی، کشف گردید. برای مثال این داده ها را در نظر بگیرید.

فشار (p)	حجم (V)
۰/۵	۲
۱	۱
۲	۰/۵
۵	۰/۲

پژوهشگر می تواند نتیجه بگیرد که: $P \propto (1/V)$

دومین راه به سوی کشف قوانین عبارت است از تنظیم فرضیه ها. هرشل تأکید داشت که راه اخیر به سوی کشف قوانین طبیعت را نمی توان به کاربرد قواعد ثابت تحویل نمود. او به عنوان يك مثال مناسب در این مورد، از فرضیه هویگنس اتخاذ سند کرد، مبنی بر اینکه اشعه غیر عادی که در شکست دوگانه پدیدار شفق قطبی به چشم می خورد، بیضی وار منتشر می گردد. گرچه هویگنس هیچ تصویری از حرکت عرضی امواج نوری نداشت، توانسته بود به وسیله همین فرضیه انتشار بیضی وار امواج، قانونی را برای ارزیابی پدیدار شکست دوگانه

1. boundary conditions

۲. transverse motion. این حرکت مختص امواجی است که به همین تسمیه امواج عرضی نامیده می شوند و در آنها جهت انتشار موج، عمود بر جهت ارتعاش محیط انتقال است. نظیر حرکت موج در يك تار مرتعش. - م.

تنظیم کند. بر طبق نظر هرشل، نمی توان فرضیه هویگنس را به عنوان نتیجه يك طرح استقرائی ارائه کرد [۲].

نظریه ها

اکتشاف قوانین طبیعت تنها اولین مرحله در تفسیر علمی به حساب می آید. مرحله دوم عبارت است از اندراج این قوانین در نظریه ها. بر طبق رأی هرشل نظریه ها یا از طریق تعمیم استقرائی حاصل می شود و یا از طریق خلق فرضیه های تازه ای که میان قوانین نامرتبط پیشین نوعی ارتباط ذاتی برقرار می سازد.

هرشل آرمان بیکنی مبنی بر ایجاد سلسله مراتبی هرم وار از تعمیمهای علمی را با نوعی تأکید بر نقش تصور خلاق در ساختن سلسله مراتب مزبور، تلفیق کرد. یکی از نظریه هایی که او را بشدت تحت تأثیر قرار داد، نظریه الکترومغناطیس آمپر بود. آمپر جذب و دفع دوطرفه آهنرباها را با فرض وجود جریانهای الکتریکی مداری در داخل آهنرباها، تبیین کرد. آمپر از طریق کاربرد طرح استقرائی در مورد قوانین الکتریسیته و مغناطیس به این نظریه دست نیافت. اما نظریه مذکور نتایج آزمون پذیر در بردارد و هرشل اصرار داشت که مقبولیت این نظریه نه به واسطه روش تدوین آن بلکه به وسیله تأیید تجربی این نتایج، معین گردیده است [۳].

زمینه و شرایط توجیه [قوانین و نظریه های علمی]

هرشل تأکید می ورزید که موافقت با مشاهدات مهمترین محك مقبولیت قوانین و نظریه های علمی است. بعلاوه، او اصرار داشت که برخی از نمونه ها و مصادیق تأیید کننده از اهمیت بیشتری نسبت به سایر نمونه ها برخوردارست.

يك نوع مهم از این نمونه های تأیید کننده، عبارت است از بسط قانون به موارد نهایی. برای مثال هرشل متذکر گردید که شتابهای یکسان يك سکه و يك پر در خلأیی که به طور آزمایشی ایجاد شده، «آزمونی دقیق» برای قانون سقوط اجسام گالیله به حساب می آید [۴].

دومین نوع مهم از این نمونه‌های تأیید کننده نتیجه غیر منتظره ای است که نشان می‌دهد يك قانون یا يك نظریه، قلمرویی خارج از حد انتظار و ارزیابی نشده دارد. هرشل اعلام داشت که:

مطمئن ترین و بهترین ویژگی يك استقرای بسامان و فراگیر... وقتی است که موارد تحقیق پذیری آن، بغتۀ از دل جاهایی بجوشد و جلب نظر کند که کمتر انتظار می‌رود، یا حتی در میان آن نوع نمونه‌هایی یافت شود که در ابتدا تصور می‌شد نمونه‌های مناسبی نیست و مخالف آن موارد تحقیق پذیری است [۵]. او به عنوان مثال متذکر گردید که کشف مدار بیضی وار ستاره مزدوج تأیید غیر منتظره ای بر مکانیک نیوتنی بود [۶] و وجود اختلاف میان سرعت‌های محاسبه شده و مشاهده شده صوت تأییدی غیر منتظره بر قانون تولید حرارت به وسیله تراکم يك مایع کشسان بود [۷]. سومین نوع مهم نمونه‌های تأیید کننده عبارت است از «آزمایش قطعی یا تعیین کننده». هرشل آزمایش‌های تعیین کننده را به منزله آزمون‌های ویرانگری در نظر می‌گرفت که نظریه‌های قابل قبول می‌باید به سلامت از دام آن بجهند.

او با تمجید فراوان از آزمایشی شاهد مثال آورد که به وسیله فرانسیس بیکن پیشنهاد شده بود؛ برای تعیین این که آیا شتاب سقوط اجسام نتیجه نیروی جاذبه زمین است یا نوعی مکانیسم درونی خود اجسام. بیکن پیشنهاد کرده بود که مسأله با مقایسه طرز کار دو ساعت، یکی از آن نوع که در اثر سقوط وزنه‌ها كوك می‌شود و دیگری از نوع ساعت‌های كوك فنی، در ارتفاعات زیاد و در دل معادن، فیصله یابد [۸].

همچنین هرشل، طرح يك آزمایش قطعی را برای تعیین این که آیا صعود جیوه در لوله‌های سر بسته نتیجه فشار هواست یا «امتناع طبیعت از خلأ»، به پاسکال نسبت داد. بر طبق نظر هرشل، مقایسه ای که پاسکال از ارتفاع يك ستون جیوه در دامنه و قلۀ يك کوه به عمل آورد، فرضیه «امتناع» را ابطال کرد و اجازه داد تا فرضیه «دریای هوای» تریچلی بکه تاز میدان گردد [۹].

1. verifications

۲. ستاره مزدوج یا دوتایی binary star سیستمی است از دو ستاره که در اثر تأثیر متقابل نیروهای جاذبه شان برگرد مرکز جرم سیستم می‌چرخند. - م.

3. elastic 4. crucial experiment 5. abhorrence of vacuum

ممکن است اعتراض شود که در حالی که آزمایشهای پیشنهاد شده از سوی بیکن و پاسکال می تواند تأیید چشمگیری برای فرضیه های خاص فراهم آورد، عنوان صحیح و مناسب آزمایش «قطعی»، صرفاً در صورتی بر آنان اطلاق می گردد که هر فرضیه جانشین دیگری با نتایج به دست آمده سازگار نباشد. ناکامی در ارزشیابی این شرط لازم، سبب شد تا هرشل و تنی چند از دانشمندان قرن نوزدهم، گفته فوکو را در این باره که سرعت نور در هوا بیشتر از سرعت آن در آب است به عنوان يك آزمایش قطعی یا تعیین کننده بپذیرند. نتیجه ای که از سوی فوکو ابراز شده بود با نظریه موجی هویگنس موافق بود اما با نظریه ذره ای نیوتن سازگاری نداشت. بسیاری از دانشمندان، از این موضوع نتیجه گرفتند که نور «واقعاً» می باید به صورت موج باشد. بطلان این فرض ضمنی، که صرفاً همین دو نظریه تنها تفسیرهای ممکن در مورد پدیده های نوری است، بعدها روشن گردید.

علیرغم این واقعیت که در ارزشیابی نظریه های رقیب، اهمیت بیش از اندازه ای به برخی آزمایشها داده شده است، در تاریخ فلسفه علم آن حالت کلی که مشوق و محرك جستجو برای یافتن مصادیق ابطال کننده است، از اهمیت بسیاری برخوردار بوده است. هرشل به این وضع دامن زد. او توصیه کرد که دانشمند، نقش مخالف را در قبال نظریه های خویش با حسن قبول تلقی کند و در جستجوی مصادیق ابطال کننده و نیز موارد استثنایی که قلمرو کاربرد این نظریه ها را محدود می سازد برآید. هرشل معتقد بود که ارزش يك نظریه آنگاه به اثبات می رسد که بتواند در برابر چنین حملاتی ایستادگی کند.

استنتاجات هوئل درباره تاریخ علوم

ریخت شناسی پیشرفت علمی

ویلیام هوئل، معاصر هرشل، درصدد بود تا فلسفه علم خود را بر مطالعه ای گسترده پیرامون تاریخ علم بنیاد گذارد. هوئل در نظر داشت فرآیند واقعی اکتشاف در علوم مختلف را مورد واریسی و معاینه قرار دهد تا دریابد آیا طرحها و الگوهایی در آنها ظاهر می شود.

هوئل که مدعی تازگی و بدیع بودن رهیافت خود بود، خاطرنشان می کرد که نویسندگان

پیشین فلسفه علم، تاریخ علم را صرفاً به منزله انباری از نمونه‌ها و مثالها در نظر می‌گرفتند که می‌تواند به منظور نشان دادن نکات بخصوصی در مورد روش علمی مورد استفاده و استناد قرار گیرد. هونل پیشنهاد کرد که این رابطه، که بر مبنای آن تاریخ علم به فلسفه علم وابسته شده بود، واژگون گردد.

هونل تلقی کاملاً عمیق و حساب شده‌ای درباره روش‌شناسی تحقیق تاریخی داشت. او تشخیص داد که قضاوت مستدل و سنجیده درباره گذشته، بالضروره عمل تألیف و ترکیب را از سوی مورخ ایجاب می‌کند. از این رو وی پاره‌ای از مقوله‌های تفسیری و توضیحی را به منظور راهبری بررسیهای تاریخی خود برگزید. هونل پیشرفت علمی را به منزله اتحاد موفقیت‌آمیز واقعیات و مفاهیم تلقی می‌کرد، و دو قطبی بودن واقعیت و فکر را همچون اساسیترین اصل و روش‌شناسانه برای تفسیر تاریخ علم در نظر می‌گرفت. او با در دست داشتن این اصل در صدد برآمد تا چگونگی پیشرفت هر علم را از طریق پی‌گیری و ردیابی اکتشاف واقعیات مربوطه، و اجتماع این واقعیات در زیر چتر افکار درخور و مناسب، نشان دهد.

واقعیات و ایده‌ها (مفاهیم)

هونل گاهی اوقات از «واقعیات» به عنوان گزارشهایی درباره تجربه ادراکی ما از اشیاء و اعیان جزئی نام می‌برد. اما تأکید داشت که این تنها یک نوع از واقعیت است. یک امر واقع، اگر با بسط معنی ملاحظه شود، هر معرفتی است که برای صورت‌بندی قوانین و نظریات، ماده خام شمرده می‌شود. از این دیدگاه، قوانین کیپلر واقعیاتی هستند که نیوتن بر مبنای آنها نظریه پردازی کرد. هونل اعتقاد داشت که میان واقعیت و نظریه صرفاً یک تفاوت نسبی وجود دارد. اگر یک نظریه در نظریه دیگری ادغام گردد، به نوبه خود یک واقعیت محسوب خواهد شد.

هونل اصطلاح «مفاهیم» (ایده‌ها) را به آن دسته از اصول عقلی که واقعیات را با هم مجتمع می‌سازد، اطلاق می‌کرد. ایده‌ها جنبه‌های عقلانی تجربه را که شرایط ضروری فهم و درک است، بیان می‌کند. هونل رأی کانت را در مورد اینکه ایده‌ها پیشین بنیاد هستند و از ادراک حسی ناشی نشده‌اند، تأیید کرد. او، هم مفاهیم کلی نظیر مکان، زمان و علت را در زمره مفاهیم

جای داد و هم مفاهیم اساسی علوم خاص را، نظیر «میل ترکیبی» در شیمی، «نیروی حیاتی» در زیست‌شناسی، و «انواع طبیعی» در علم تعیین انواع جانداران^۱.

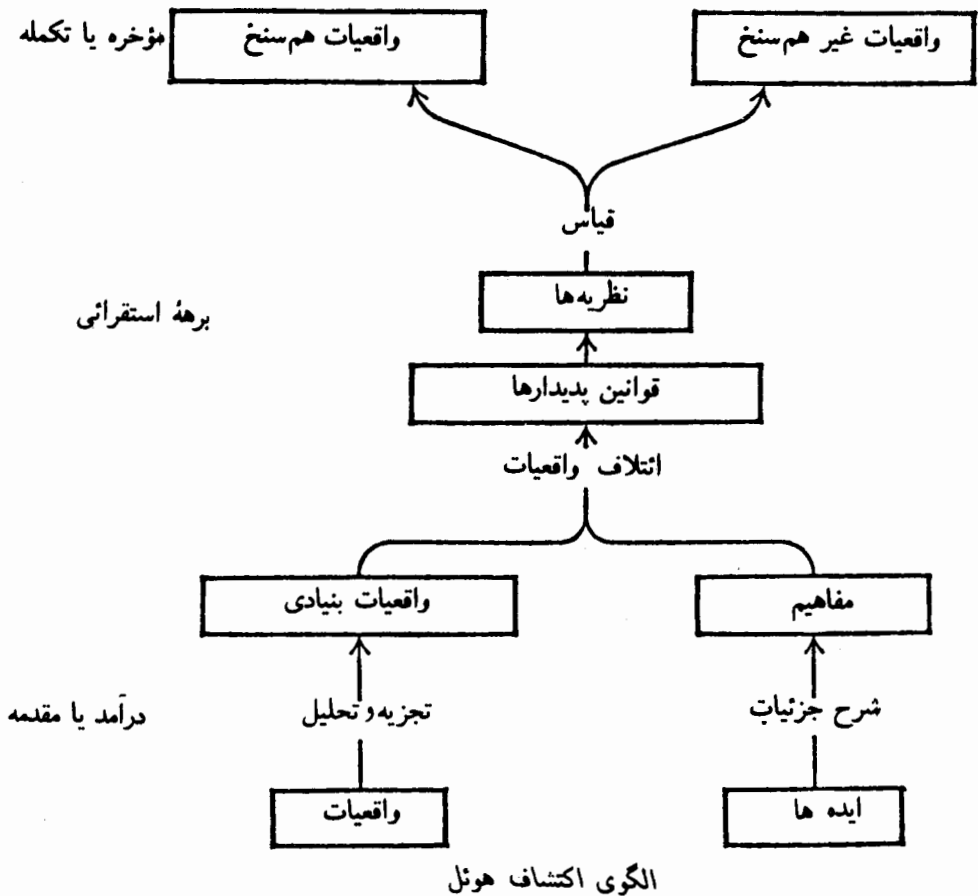
هوئل اذعان کرد که چیزی به نام «واقعیت خالص» جدا از مفاهیم و ایده‌ها نمی‌تواند وجود داشته باشد. هر واقعیتی دربارهٔ يك شیء یا فرایند، بالضرورة مستلزم تصور مکان، زمان یا عدد است. تمایزی که هوئل میان واقعیت و نظریه قائل گردید، در کنه و ریشهٔ مطلب نوعی تمایز روانشناسانه است. وقتی چیزی را «واقعیت» می‌نامیم، معمولاً از طریقه‌ای که در آن اصول نسبی تجربه حسی ما را وحدت می‌بخشد غافلیم. برای مثال ما این مطلب را که سال تقریباً ۳۶۵ روز است به عنوان يك واقعیت پذیرفته‌ایم. اما این واقعیت مشتمل بر ایده‌های زمان، عدد، و وقوع مکرراً است. ما این رابطه را صرفاً بدان جهت يك «واقعیت» به حساب می‌آوریم، که به ایده‌هایی که همراه آن تداعی می‌شود توجه نداریم. در مقابل وقتی بر چیزی عنوان «نظریه» را اطلاق می‌کنیم توجه ما معطوف به ایده‌هایی است که برای یکی کردن و به هم پیوستن واقعیت به کار می‌رود. هوئل اعلام داشت که برای ما میان واقعیت و نظریه همچنان تفاوتی قابل فهم وجود خواهد داشت، به شرطی که نظریه را استنباط آگاهانه از پدیدارهایی که در معرض حواس ما قرار گرفته است، بدانیم، و واقعیات را استنباط ناآگاهانه [۱۰]. او معتقد بود که مفاهیم «واقعیت»، «ایده»، و «نظریه» در تفسیر تاریخ علم حائز ارزشند، ولو آنکه هر نظریه ممکن است در عین حال يك واقعیت به شمار آید و هر واقعیت در ماهیت با نظریه شریک باشد.

الگوی اکتشاف علمی

الگوی اکتشاف علمی که هوئل مدعی درک و تشخیص آن در تاریخ علوم گردید، عبارت بود از يك توالی سه مرحله‌ای، مشتمل بر يك در آمد (مقدمه)،^۲ يك برهه استقرائی،^۳ و يك مؤخره یا تکمله.^۴ در آمد یا مقدمه متشکل از يك مجموعه از واقعیات و صورت تجزیه شده آنها، و نیز يك نحوه روشن‌سازی و ابهام‌زدایی مفاهیم است. دوره استقرائی زمانی فرا می‌رسد که يك الگوی مفهومی خاص بر واقعیات القاء گردد و در آن تأثیر گذارد. و مؤخره یا تکمله این الگو عبارت است از تحکیم و بسط یکپارچگی و اتحادی که بدین نحو حاصل شده است. این الگوی

1. taxonomy 2. relational Principle 3. recurrence 4. Prelude
5. inductive epoch 6. sequel

اکتشاف را می‌توان به کمک نمودار ذیل نمایش داد:



گرچه هونل مدعی بود که این الگو در تاریخ علوم تکرار می‌شود، لکن توجه داشت که متذکر گردد مراحل مذکور در این الگو اغلب در یکدیگر ادغام می‌گردند. در محدوده تاریخ علم خاص، تبیین و توضیح مفاهیم ممکن است همراه و یا مسبوق بر صورت بندی و تنظیم قوانین باشد، و صورت بندی نظریه‌ها ممکن است همراه با و یا مقدم بر تحقیق و درستی آزمایی قوانین باشد. مع هذا او مدعی بود که با این الگو، ریخت شناسی و تحول پیشرفت علمی را نشان داده است.

تجزیه واقعیات و توضیح و تبیین مفاهیم

هوتل اعتقاد داشت که تجزیه واقعیات و توضیح و تبیین مفاهیم، مراحل ضروری در ساختن نظریه‌ها به شمار می‌آید. تجزیه واقعیات نوعی تحویل واقعیات پیچیده به واقعیات «بنیادی» است که روابط میان ایده‌های روشن و متمایزی نظیر مکان، زمان، عدد و نیرو را بیان می‌کند. در بسیاری موارد این امر با بذل توجه نسبت به کیفیاتی که دستخوش تغییرات کمی می‌گردد، و با بهبود و توسعه روشهایی برای ثبت مقادیر این کیفیات، جامه عمل به خود می‌پوشد. تصور توضیح و تبیین مفاهیم، مشکلتر از آن است که به بیان درآید. بحثها و منازعات میان دانشمندان در طول تاریخ علم اغلب به روشن شدن و رفع ابهام مفاهیم منجر شده است. هتل متذکر گردید که در جریان این گونه بحثها بوده که مفاهیمی مانند «نیرو»، «قطبی شدن» و «نوع» روشن و واضح شده است، و او ایضاً و روشنگری مشابهی را در مورد مفهوم «حیات» طلب می‌کرد.

يك اشكال در مورد تصور هتل از توضیح و تبیین همانا ماهیت وضوح حاصله است. هتل از مفاهیم به عنوان «تغییرات خاص» در ایده‌های بنیادی علوم، یاد کرد [۱۱]. بدین سان، قلمرو کاربرد مفاهیم، محدودتر از قلمرو کاربرد خود ایده‌های بنیادی است. هتل «نیروی شتاب‌دهنده» و «ترکیب خنثای عناصر» را در زمره مفاهیم قرار داد [۱۲]. او اعتقاد داشت که این قبیل مفاهیم، وقتی تشریح می‌شود که روابط منطقی‌شان با ایده‌های اساسی به روشنی تشخیص داده شود.

هتل معتقد بود که معنای يك ایده اساسی را می‌توان به وسیله مجموعه‌ای از اصول متعارف که بیان‌کننده حقایق اساسی درباره آن ایده است، ارائه کرد. او مدعی بود که يك مفهوم اشتقاق یافته تنها زمانی تشریح می‌گردد که به ایده‌های اساسی مرتبط شود، آنهم به طریقی که «قوت اقناع ضروری» این اصول متعارف، دریافته شود؛ و درك «ضرورت» اصول متعارف عبارت است از در نظر گرفتن خود ایده به نحو «روشن و پایدار» [۱۳].

سؤال اجتناب ناپذیری که در این مورد مطرح می‌شود این است که چگونه می‌توان تشخیص داد که دانشمند درکی «روشن و پایدار» از يك ایده به دست آورده است. البته با

بررسی تاریخ علم می‌توان میزان روشنی و وضوح و پایداری يك ایده را از روی موفقیت نظریه‌ای که در آن مندرج است اندازه‌گیری و تعیین کرد. بر مبنای این رهیافت به مسأله، می‌توان نظیر هوئل نتیجه گرفت که مفهوم لختی (اینرسی) در آثار گالیله، دکارت و نیوتن بتدریج و هر بار بیش از گذشته از وضوح و روشنی برخوردار گردید.

هوئل مدعی بود که مفاهیم مفید علمی، علاوه بر برخورداری از وضوح، با واقعیاتی که در مورد آنها اعمال می‌گردد نیز «سازگار و متناسب» است. او اذعان کرد که در غالب موارد می‌توان تناسب مفاهیم را صرفاً با اشاره به تأییدهای تجربی قوانین و نظریه‌هایی که این مفاهیم را به کار می‌گیرند، به اثبات رساند. مع هذا او می‌پنداشت که در موارد معینی می‌توان محک «تناسب داشتن» را به منظور طرد پیشاپیش تفسیرهای نادرست و غلط انداز به کار گرفت. برای مثال چون هدف اصلی و حقیقی فیزیولوژی کشف حقایق مربوط به «نیروهای حیاتی» است می‌توان همه تفسیرهایی را که بر مبنای اصول مکانیکی یا شیمیایی استوار شده است از قلمرو فیزیولوژی طرد کرد.

اتصال و بهم پیوستگی واقعیات

هوئل معتقد بود که قوانین و نظریه‌ها «مجموعه متصل و به هم پیوسته‌ای» است که در آن پژوهشگر بر مبنای مجموعه‌ای از واقعیات، مفهومی را بازسازی می‌کند. او این «مجموعه متصل و به هم پیوسته» را به منزله «شیرازه بندی» واقعیات تلقی می‌کرد و تسبیق قانون سوم کپلر را به عنوان شاهد صدقی بر این فرایند «يك پارچه کردن و مجتمع ساختن»، ارائه می‌داد. کپلر در دسته بندی و گردآوری واقعیاتی درباره دوره تناوب گردش سیارات و فواصل آنها از خورشید، به مدد مفاهیمی نظیر، «مجدور اعداد»، «مکعب فواصل» و «تناسب» توفیق حاصل کرده بود [۱۴].

بر طبق نظر هوئل، دستاورد کپلر پیروزی بزرگی برای استقراء به حساب می‌آمد. او اعلام داشت که «استقراء در کاربرد صحیحش، اصطلاحی است که برای توصیف فرایند به هم پیوستن حقیقی واقعیات به وسیله يك مفهوم دقیق و مناسب به کار می‌رود» [۱۵]. جنبه‌های مختلفی از بحث هوئل در باب استقراء سزاوار شرح و تفسیر است.

هوئل اعتقاد داشت که استقراء عبارت است از فرایند اکتشاف و نه طرح و نقشه‌ای برای

اثبات احکام و قضایا. این بدان معنی نیست که هونل علاقه و رغبتی به مسئله ارزیابی شواهد برای تعمیمهای استقرائی نداشت. اما او این امر را در زمره مسائل «منطق استقراء» به حساب می آورد. خود استقراء عبارت است از فرایند تعمیم از روی امور واقع به طریقی که مجموعه به هم پیوسته ای از واقعیات حاصل شود.

بررسی هونل درباره تاریخ علم او را قانع ساخت که اتصال و به هم پیوستن واقعیات در ضمن ژرف نگری خلاق دانشمندان، حاصل می گردد و نه به وسیله اعمال قواعد مشخص استقرائی. او به این نتیجه رسید که موفقیت استقراء ظاهراً عبارت است از تعیین چهارچوب فرضیه های آزمایشی متعدد و انتخاب صحیحترین آنها. اما نمی توان صرفاً به وسیله قاعده، بدون استعداد و قریحه ابداع، فرضیه های مناسب ساخت^[۱۶]. بر طبق نظر هونل استقراء عبارت است از فرایند اختراع و ابداع، و سنجش و ارزیابی. او مثال کپلر را به عنوان شاهد صدق مدعای خود ذکر کرد: کپلر قبل از آنکه با ارائه فرضیه مدار بیضی وار به موفقیت دست یابد، کوشیده بود تا واقعیات و داده های مربوط به حرکت سیاره ای را با شمار کثیری از مدارهای تخم مرغی شکل منطبق سازد. هونل بعلاوه فهرستی از موارد مربوط به «الهام بخشی های مقتضی و قرین موفقیت و در عین حال غیر قابل توضیح و تفسیر قریحه ابداع» را در تاریخ علم فراهم آورد [۱۷].

رای اصلی هونل در باب استقراء این است که فرایند اکتشاف علمی قابل تحویل به قواعد نیست. با این حال او تشخیص داد که غالباً در انتخاب فرضیه ها، اهمیت و اعتبار اصول سادگی، پیوستگی و تقارن، به عنوان اصول تنظیم کننده، مورد تأیید قرار می گیرد. هونل همچنین اظهار کرد که روشهای استقرائی مشخص، نظیر روش کمترین مربعات^۱ و روش

1. creative insight

۲. منظور این است که با قاعده و دستور ولی بدون استعداد و قریحه اختراع نمی توان فرضیه های علمی ساخت. ساختن فرضیه علمی نیازمند هوش سرشار و استعداد فوق العاده برای این کار، در عین رعایت قواعد و دستورهای مناسب است. - م.
۳. منظور این است که اکتشافات علمی (که تماماً از پیشنهاد فرضیه های علمی سرچشمه می گیرد)، همچون برق الهامی است که ذهن عالم را یکباره روشن می کند (کشف و شهود) و در پرتو این روشنی قانونی کشف و رازی آشکار می گردد، اما برای این فرایند نمی توان قاعده یا دستوری نوشت یا آن را بیان و توجیه کرد. - م.
۴. روش کمترین مربعات method of least squares یا تقریب کمترین مربعات least squares approximation در تحلیل عددی، عبارت است از تقریبی بر مبنای این اصل که بهترین مقداری که می توان از مجموعه ای از مشاهدات برای يك كمیت به دست آورد مقداری است که برای آن، مجموع مربعات خطا یا انحراف مقادیر مشاهده شده، حداقل باشد. - م.

باقیمانده‌ها، در صورت بندی و تنظیم قوانینی که به نحو ریاضی (کمی) تعیین گردیده حائز اهمیت و ارزش است.

یکی از نتایج دیدگاه هونل در باب استقراء و فرضیه این است که استنتاج استقرائی همواره چیزی فراتر از گردآوری صرف واقعیت‌هاست. هونل اظهار داشت که: واقعیات صرفاً گردآوری نمی‌شود، بلکه از منظری نو بدانها نظر کرده می‌شود. عنصر ذهنی جدیدی در کار وارد می‌شود؛ و يك بنیان و شیوه فکری خاص، به منظور پدید آوردن این استقراء ضروری می‌گردد [۱۸].

تمثیل جویبار و رودسار

هونل تکامل و پیشرفت تطوری و قدم به قدم علم را به تلاقی و به هم آمیختگی جویبارها به منظور پدید آوردن رودسار تشبیه کرد [۱۹]. او از مطالعات و بررسیهای تاریخی خویش نتیجه گرفت که هر علمی در ضمن ادغام و اندراج مستمر نتایج گذشته در نظریه‌های کنونی تحول و تطور می‌یابد. او از نظریه جاذبه عمومی نیوتن، به عنوان مثالی از این پیشرفت و نمودر سایه ادغام و اندراج، یاد کرد. نظریه نیوتن، قوانین کپلر، قانون سقوط آزاد گالیله، جزر و مدّ امواج، و واقعیات گوناگون دیگر را در بر گرفت و آنها را در خود جای داد.

هونل می‌دانست که تفسیرهایی که یکی بعد از دیگری در مورد پدیدارهای خاص ارائه می‌شو اغلب سازگار و هماهنگ نیست، معهذا او به این نتیجه رسید که علم پیشرفتی پیوسته و مداوم است و نه سلسله‌ای از انقلابها و دگرگونیهای ناگهانی. تأکید او متوجه آن جنبه‌هایی از نظریه‌های ابطال شده بود که نظریه پردازهای بعدی را تسهیل می‌کرد. برای مثال او اذعان داشت که نظریه لاوازیه راجع به اکسیژن نظریه فلوزیستون را از میدان به در کرده است، و

1. method of residues

۲. نظریه فلوزیستون Phlogiston Theory - مطالعات شیمی‌دانان در زمینه فعل و انفعالات اسیدها و بازها، منجر به طرح مفهوم ذره‌ای ماده Corpuscular concept of matter یعنی اینکه ماده از ذرات لایتجزی تشکیل گردیده است شد. در ۱۶۹۷ يك شیمی فیزیکدان آلمانی به نام جورج ارنست اشتال George Ernest Stahl نظریه فلوزیستون را ارائه داد. اشتال تحت تأثیر يك شیمی فیزیکدان دیگر آلمانی به نام یوهان یواخیم بکر بود که پیشتر اظهار داشته بود همه مواد معدنی از ترکیب مقادیر مختلف گوگرد، جیوه و ذرات نمک ساخته شده‌اند، و همه عناصر طبیعی حاوی گوگردند که در احتراق و اشتعال از بین می‌رود.



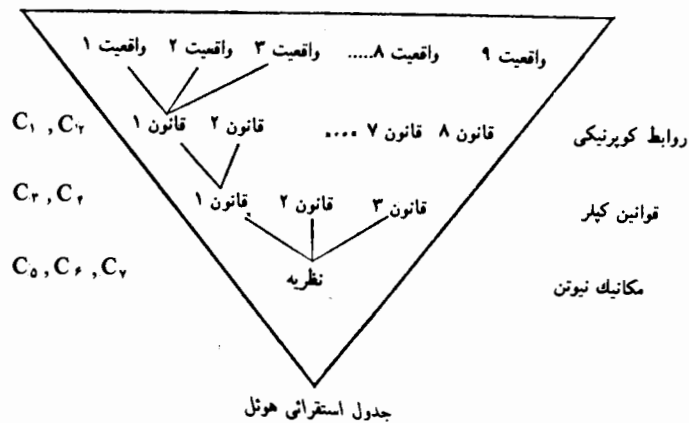
بسیاری از واقعیاتی که به وسیله نظریه اکسیژن تبیین می‌شود با نظریه فلورستون ناسازگارست؛ اما او خوشنود بود از اینکه نظریه فلورستون علیرغم این نقاط ضعف نقش مثبتی را در تاریخ شیمی بازی کرده است، زیرا که این نظریه فرایندهای احتراق، اسیدی شدن محیط، و تنفس را در يك مجموعه طبقه‌بندی کرده است [۲۰]. بر طبق نظر هوئل، يك نظریه به این شرط در امر پیشرفت علمی سهیم خواهد بود که واقعیاتی را که حقیقه به هم ارتباط دارند، ولو با دلایل نادرست و خطا، به یکدیگر پیوند و آنها را گرد هم آورد.

تطابق (سازگاری) استقراها

هوئل ادعا کرد که تاریخ علم، مفتاح و راهنمایی را برای نوعی «منطق استقراء» به دست می‌دهد. این مفتاح عبارت است از تمثیل جویبار و رودسار. او نتیجه گرفت از آنجا که پیشرفت علمی عبارت است از ادغام و اندراج مستمر قوانین در نظریه‌ها، يك مجموعه مورد قبول از تعمیمهای موجود در يك علم خاص می‌باید الگوی ساختاری معینی را به نمایش بگذارد. این الگو يك «جدول استقرائی» است که به صورت رابطه رودخانه و جویبار ظاهر می‌گردد. جدول استقرائی يك هرم بازگونه است که واقعیات مشخص در بالای آن قرار دارد و تعمیمهای مربوط به وسیعترین چشم‌اندازها و قلمروها در پایین. انتقال از بالا به پایین جدول، مبین تعمیم استقرائی مستمر و مداوم است، که در آن مشاهدات و تعمیمهای توصیفی در دل نظریه‌هایی جای گرفته‌اند که چشم‌انداز و قلمرو وسیعتری دارند.

→ اشتال همین مفهوم را سامان داد؛ او این اصل موضوع را مطرح کرد که يك ماده بی‌وزن به نام فلورستون، در همه مواد قابل احتراق وجود دارد. موادی که بخوبی می‌سوزند، سرشار از فلورستون هستند و آنها که اصلاً مشتعل نمی‌شوند، بکلی فاقد فلورستون‌اند. اشتال زنگ زدگی و خوردگی فلزات را نیز به همین شیوه تبیین کرد؛ هر قدر مقدار فلورستون در يك فلز بیشتر باشد، آمادگی بیشتری برای اکسید شدن دارد.

اشتال چنین می‌اندیشید که ذرات فلورستون در مجاورت هوا آزاد می‌شود. جالبترین جنبه نظریه او، توضیح در مورد ازدیاد وزن فلز اکسیده شده بود، که بر طبق آن فلورستون از فلز خارج می‌شد نه آنکه به آن وارد شود. اشتال استدلال می‌کرد که فلورستون فاقد وزن است و فلز در اثر از دست دادن آن متراکمتر و چگالتر می‌شود. بعدها او استدلال خود را بدین صورت اصلاح کرد که ازدیاد وزن به جهت جایگزین شدن هوا در حفره‌هایی بوده است که در اثر خارج شدن فلورستون ایجاد شده. نظریه فلورستون در دوران خود قبول عام پیدا کرد و نه تنها برای تبیین احتراق و اکسیداسیون مورد استفاده قرار گرفت، بلکه اصل اساسی تبیین همه خواص فیزیکی و شیمیایی اجسام به شمار می‌رفت. م.



هوئل مدعی بود که جدول استقرائی صورت يك مجموعه معتبر و صادق از استنتاجات استقرائی را مشخص می سازد، درست به همان نحو که قیاس صوری، شکل استنتاجات قیاسی معتبر و منتج را مشخص می سازد. با این حال او هشیار بود که دامنه این تمثيل را بیش از اندازه بسط ندهد. او توجه داشت در حالی که صور و اشکال قیاسی طرحهایی هستند که با الحاق اسامی طبقه ای، به استدلالهای قیاسی معتبر مبدل می گردند، صورت جدول استقرائی به منزله طرحی برای ایجاد استنتاجات استقرائی معتبر، ناقص است. این امر بدانجهت است که تعمیمهایی که در يك سطح صورت می پذیرد بسادگی با یکدیگر پیوند و ترکیب پیدا نمی کند تا تعمیمهای بالاتری را پدید آورد. بلکه تعمیمهای عامتر و کلیتر، تعمیمهای با درجه کلیت کمتر را تنها با ارائه يك مفهوم یا مجموعه ای از مفاهیم، متحد می سازد. به نظر می رسد آن دسته از تعمیمهایی که درجه کلیت کمتری دارد، به وسیله یکپارچه شدن مفهومی و نه صرفاً با جمع بندی یا شمارش ساده است که به یکدیگر مرتبط می گردد. به همین دلیل هوئل اصرار می ورزید که يك جدول استقرائی کامل می باید به مفاهیم مشخص ارائه شده در هر سطح از کلیت، ارجاع داشته باشد. برای مثال جدولی برای تعمیم استقرائی از قانون کپلر تا قانون نیوتن، هم می باید شکل يك هرم واژگون را نمایش دهد، و هم می باید تصریح کند که امر متحد ساختن، به وسیله مفاهیم ارائه شده ای نظیر نیرو، حرکت یکنواخت و مکان و زمان مطلق انجام

۱. منظور از اسامی یا نامهای طبقه ای همان کلیات است که بدون آنها هیچ حکم یا استدلالی صورت نمی گیرد. - ۴ -

2. conceptual integration

پذیرفته است.

هوتل به این قانع بود که اتحاد و اندراج دو یا چند تعمیم در يك نظریه عامتر به نوبه خود معیاری است برای مقبولیت نظریه‌های علمی. او از این اتحاد و اندراج به عنوان «انطباق و سازگاری استقراها» یاد می‌کرد و اعلام داشت: «تا آنجا که من اطلاع دارم در سرتاسر تاریخ علم نمی‌توان به موردی اشاره کرد که در آن، این «سازگاری استقراها» به نفع فرضیه‌ای شهادت داده باشد که بعدها بطلان آن ثابت شده است» [۲۱]. قطع نظر از اینکه سازگاری استقراهایی که به طریقی خاص حاصل می‌گردد به کفایت مفاهیم نظری در گرد هم آوری و دسته بندی دو یا چند قانون بستگی داشته یا نداشته باشد. نظریه جنبشی گازها مثال خوبی از يك سازگاری و انطباق موفقیت‌آمیز استقراهاست. مفهوم برخورد‌های کشسان در میان مولکولهای يك گاز، برای گرد آوری قوانین تجربی بویل، چارلز و گراهام^۱ در زیر چتر يك نظریه کفایت می‌کند.

حقیقت ضروری را به صورت واقعیت تاریخی در آوردن

تا اینجا نشان داده شده است که هتل تاریخ علوم را بر مبنای نوعی تمایز و جدایی کانت‌گونه، میان صورت و محتوای شناسایی تفسیر می‌کرد. برای هتل، معرفت علمی عبارت است از گرد هم آوری و يك کاسه کردن واقعیات به وسیله مفاهیم (ایده‌ها). اما از آنجا که هتل اعتقاد داشت که این ایده‌ها بیانگر حقایق ضروری است، ممکن است چنین به نظر برسد که لااقل بخشی از معرفت علمی می‌تواند حائز مقام و منزلت حقیقت ضروری باشد.

هتل در یکی از آثار اولیه خود مدعی شده بود که اصول متعارف هندسه و قوانین اساسی طبیعت با توجه به مقام و موقع معرفت شناختی آنها، با یکدیگر تفاوت دارد. اصول متعارف هندسه حقایق ضروری است و حال آنکه قوانین علوم طبیعی چنین نیست [۲۲]. اما او بعدها تغییر عقیده داد و اصرار ورزید که برخی از قوانین علوم طبیعی بدرستی به عنوان حقیقت

۱. قانون چارلز Charles Law یا قانون گی-لوساک Gay-Lussak بیان می‌دارد که حجم جرم معینی از هر گاز، در فشار ثابت، به ازای هر يك درجه ازدیاد دما به اندازه $\frac{1}{273}$ حجم گاز در 0°C افزایش می‌یابد. بیان دیگر این قانون چنین است که همه گازها در فشار ثابت، ضریب انبساط یکسانی دارند. این قانون در عمل چندان دقیق نبوده است. - م.
۲. قانون گراهام Graham's Law بیان می‌کند که سرعت نفوذ يك گاز معکوساً متناسب است با جذر چگالی آن. - م.

ضروری شناخته شده است.

هوتل خود به ماهیت متناقض نمای این دعوی اذعان داشت. او با هیوم در این خصوص که هیچ مقدار از شواهد تجربی نمی تواند ثابت کند که يك رابطه [معین بین پدیدارها] نمی تواند غیر از آنچه که هست باشد، همعقیده بود. با این حال اعتقاد داشت که برخی از قوانین علمی موقع و منزلتی ضروری کسب کرده است.

تلاش هتل برای حل این تناقض به تمایز میان صورت و ماده قوانین اساسی طبیعت متکی بود. برای نمونه او اعتقاد داشت که قوانین حرکت نیوتن، صورت مفهوم علیّت را ممثل می سازد. اما چون مفهوم علیت شرطی ضروری برای معرفت تجربی عینی به حساب می آید، ناگزیر قوانین نیوتن می باید در این ضرورت سهمیم و شریک باشد. برطبق نظر هتل می توان معنای مفهوم علیت را به سه اصل متعارف تجزیه کرد: (۱) هیچ حادثی بی علت نیست؛ (۲) معلولها متناسب با علتهايشان هستند [سنخيت علت و معلول]؛ و (۳) عکس العمل، مساوی و مخالف عمل است. اما مشخص ساختن محتوای این اصول متعارف وظیفه ای است که برعهده تجربه قرار دارد. تجربه به ما می آموزد که: ماده بیجان واجد هیچ نوع علت شتاب دهنده ذاتی داخلی نیست؛ و اینکه نیروها به طرق معینی ترکیب می گردند؛ و اینکه تعاریف معین «عمل» و «عکس العمل» با یکدیگر متناسب اند. قوانین حرکت نیوتن بیانگر این کشفیات و یافته هاست. هتل اعتقاد داشت که قوانین نیوتن تفسیر تجربی شایسته ای در مورد اصول متعارف علیّت فراهم می آورد، و بدین سان از منزلت حقایق ضروری برخوردار می گردد [۲۳].

هتل معتقد بود که منزلت ضروری قوانین بنیادی طبیعت از رابطه آنها نسبت به ایده هایی استخراج می گردد که شرایط قبلی و اولی ضروری برای معرفت تجربی عینی به شمار می رود. او ماهیت این رابطه را مشخص نساخت و تنها به این نظر توسل جست که چنین قوانینی صورت مفاهیم و ایده ها را ممثل می سازد. معهذا او عمیقاً اعتقاد داشت که این «ممثل سازی» بتدریج در ضمن تحول و پیشرفت تاریخی علوم صورت می گیرد. این مسأله عبارت است از ایضاح مستمر رابطه کلّیترین قوانین استقرائی نسبت به مفاهیم اساسی علوم. هتل کاملاً مطمئن بود که اثر نیوتن، منزلت ضروری قوانین کلی مکانیک را محرز کرده است. اما درباره سایر قوانین کلی علوم تا این حد مطمئن نبود.

جستجوی میرسون برای یافتن قوانین بقاء

امیل میرسون در نوشته‌ای که به سال ۱۹۰۸ منتشر ساخت، هوتل را مورد تقدیر قرار داد به جهت آنکه نخستین کسی بوده که به نحو صحیح ضرورت اولی و پیشین را که قوانین بنیادی حرکت را از تعمیمهای تجربی صرف متمایز می‌سازد، تبیین کرده است. میرسون درصدد برآمد تا با انقسام قوانین علمی به «قوانین تجربی» و «قوانین علی» حوزه تحلیل هوتل را گسترش دهد.

برطبق نظر میرسون، يك قانون تجربی مشخص می‌سازد که يك سیستم چگونه وقتی شرایط مساعد آن دگرگون می‌گردد، تغییر می‌کند. قوانینی از این قبیل ما را قادر می‌سازد تا محصول فرایندهای طبیعی را از پیش معین سازیم و آن فرایندها را در جهت اهداف خود دستکاری کنیم. در مقابل، يك قانون علی عبارت است از اعمال اصل هویت در مورد وجود اشیاء در زمان. این قانون تصریح می‌کند که چیزی وجود دارد که در جریان تغییر، یکسان و لایتغیر باقی می‌ماند. برای نمونه، در مورد يك واکنش شیمیایی، اتمهایی که در واکنش دخالت می‌کنند در طی فرایند شکل‌گیری و نظم‌یابی مجدد، یکسان باقی می‌مانند.

میرسون معتقد بود اگرچه معرفت قوانین تجربی، خواست ما را در خصوص پیش‌بینی [محصول فرایندهای طبیعی] برآورده می‌سازد، اما تنها معرفت قوانین علی است که به اشتیاق ما برای درک و فهم بیشتر پاسخ مثبت می‌دهد. دلیل این امر در جنبه دوگانه قوانین علی نهفته است. از آنجا که قانون علی نوعی این همانی و یگانگی را بیان می‌دارد، بنابراین این قانون بیانگر يك حقیقت ضروری است - یعنی همانطور که ارسطو گفته «آنچه که هست، هست و نمی‌تواند نباشد». اما در عین حال يك قانون علی از محتوای تجربی نیز برخوردار است، زیرا

۱. به نظر میرسون اصل علیت همان اصل هویت است که بوجود اشیاء در زمان اطلاق پیدا کرده است. به این نحو که ذهن ما سعی می‌کند تا يك چیز را در لحظات مختلف زمان در حکم «همان» واقعیت باز یابد و چون به يك هویت کامل دست نمی‌یابد به يك هویت ناتمام و غیر کامل بسنده می‌کند و کار آن عبارت است از یکی ساختن اشیاء یعنی برگرداندن آنها به شیء واحد. بدین وجه که تبدل حرارت به انرژی مکانیکی، و تبدل انرژی مکانیکی به نور و نظایر آنها را ملاحظه می‌کند و در این بدیدارهای مختلف واقعیت واحدی می‌یابد که تغییر صورت می‌دهد. از این قرار از قول میرسون می‌توان گفت که تبیین یعنی یکی ساختن امور مختلف؛ و یا به بیان دیگر خود او، در پژوهش تبیین يك پدیدار، آنچه عالم فیزیک در واقع تعقیب می‌کند، اثبات این امر است که حالت مؤخر هیچ با حالت مقدم فرق ندارد بلکه بالعکس می‌توان آنرا با همان حالت مقدم یکی دانست.

نقل از مابعدالطبیعه فولکیه، ترجمه دکتر مهدوی، صفحات ۱۰۰، ۱۰۴. - م.

در خصوص وجود اشیاء در زمان داعیه دارد. به این ترتیب به نظر می‌رسد بر طبق رأی میرسون يك قانون علی هم به يك حقیقت ضروری دلالت دارد - قانون هوویت، و هم به يك قضیه امکانی (احتمالی) از يك نوع مفروض. میرسون اذعان کرد که قضیه امکانی ممکن است کاذب از کار درآید. این امر، برای مثال، در مورد اصل بقای جرم، و اصل بقای تقارن^۱ به وقوع پیوست. میرسون معتقد بود که گرچه در این قبیل موارد، اعمال قانون هوویت نسبت به حضور و وجود يك شیء در زمان، نادرست از کار در می‌آید، اما خود قانون هوویت خدشه‌دار نمی‌گردد.

اما قانون هوویت صرفاً يك همانگویی و مصادره بر مطلوب است. ممکن نیست بتوان از این قانون حتی يك قضیه درباره عالم استنتاج کرد. میرسون بر این نکته وقوف داشت. مع هذا معتقد بود که قانون هوویت يك همانگویی «پرمعنی» است. این همانگویی از آن رو مهم است که کاربرد صحیح آن درباره حضور و وجود اشیا در زمان، شرطی ضروری برای درک و فهم طبیعت به شمار می‌رود. کوشش برای تحمیل قانون هوویت بر طبیعت، يك اصل راهنمای مهم و معتبر برای پژوهش علمی است [۲۴].

جستجو برای یافتن آنچه که در جریان تغییر و تحول یکسان باقی می‌ماند، در قلمرو نظریه اتمی و قوانین بقای مکانیک به بهترین وجهی با موفقیت قرین بوده است. اما همان گونه که میرسون متذکر گردید، در خواست هوویت که ما بر طبیعت تحمیل می‌کنیم در موارد معینی با مقاومت و امتناع طبیعت روبرو شده است. يك مثال بارز اصل کارنو و قانون دوم ترمودینامیک است. اصل کارنو مشخص می‌سازد که فرایندهایی که به نحو طبیعی در يك سیستم مجزا شده به وقوع می‌پیوندند، سبب افزایش آنتروپی سیستم می‌گردد. آنتروپی معیاری است برای سنجش درجه نظم تشکیلات. هر افزایشی در آنتروپی نشان‌دهنده کاهش در نظم درون سیستم است. اما از آنجا که افزایش آنتروپی در فرایندهایی که به نحو طبیعی درون سیستمهای مجزا

۱. اصل بقای تقارن The Conservation of Parity بیان می‌کند که قوانین فیزیک در يك دستگاه مختصات چپ گردان یا يك دستگاه مختصات راست گردان (تصویر دستگاه اول در آئینه) نظیر یکدیگرند و تفاوت اساسی با هم ندارند (تقارن آئینه‌ای) اصل فوق الذکر در مورد همه پدیده‌هایی که توسط فیزیک کلاسیک توصیف و تبیین شده است صدق می‌کند، اما پژوهشهای اخیر در فیزیک جدید نشان داده است که این اصل در مورد اندر کشهای خفیف در میان ذرات بنیادی صادق نیست. - م.

2. Tautology 3. significant 4. isolated system

شده رخ می دهد، یکطرفه و بازگشت ناپذیر است، نمی توان آنروپی را به عنوان «جوهری» که در طی این فرایندها محفوظ و بی تغییر می ماند، لحاظ کرد. دومین قانون ترمودینامیک رابطه ای است با قلمرو و چشم اندازی وسیع و نیز در خور اهمیت فراوان. این رابطه ای است که در قاموس میرسون به معنی «غیر علی» است. میرسون اعلام داشت که اصل کارنو، بیان مقاومتی است که طبیعت در مقابل قید و محدودیتی که فاهمه ما می کوشد از طریق اصل علیت بر آن اعمال کند، از خود نشان می دهد [۲۵].

پ - ساختمان نظریه های علمی

هندسه محض و هندسه فیزیکی

نظر دوئم درباره به هم پیوستن قوانین

نظر کمبل درباره «فرضیه ها» و «لغت نامه ها»

نظریه های ریاضی و نظریه های مکانیکی
همانندیا (تمثیلات)

انتقاد همپل از موضع کمبل در مورد تمثیلاتها

نظر هسه درباره کاربرد علمی تمثیلاتها

نظر هاره در باب اهمیت ساخت و کار (مکانیزم) های درونی.

پی یردوئم (۱۸۶۱ تا ۱۹۱۶) استاد کرسی فیزیک در دانشگاه بوردو بود (۱۸۹۳ تا ۱۹۱۶). پژوهشهای

تازه و ارزشمندی در رشته‌های ترمودینامیک، مکانیک سیالات و تاریخ فلسفه علم به عمل آورد. تحقیقات وی در باب فیزیک قرون وسطی این مطلب را به اثبات رساند که «انقلاب علمی» قرون شانزده و هفده ریشه‌های عمیقی در آثار و تحقیقات علمای قرون وسطی نظیر بوریدان، اوریسم و دیگران داشته است. این اثر تأثیر بسزایی در تصحیح دیدگاه‌های نادرست در باب تاریخ علم داشت - دیدگاه‌هایی که به قرون وسطی به منزله دوران بحث‌های بی‌حاصل و عقیم می‌نگریست [و آن را عاری از هر نوع اندیشه علمی می‌دانست]. دوم در کتاب هدف و ساختمان نظریه فیزیکی^۱ (۱۹۰۶) مدعی گردید که نظریه‌های علمی چفت و بست‌هایی هستند که قوانین تجربی را به یکدیگر می‌پیوندند.

نورمان ر. کمبل^۲ (۱۹۴۹ - ۱۸۸۰) فیزیکدان تحصیلکرده کمبریج که برای سال‌های متمادی، قبل از آنکه به عنوان پژوهشگر فیزیک در شرکت جنرال الکتریک به کار مشغول شود، تحت نظر جی. جی. تامسون در آزمایشگاه کاوندیش تحقیقات خود را دنبال کرد. اثر اصلی او درباره فلسفه علم، کتاب مبانی علم^۳ نام داشت که بعد از مرگ او در سال ۱۹۵۷ به چاپ رسید. این اثر، صورت بسط یافته کتاب دیگری بود با نام عناصر فیزیک^۴ که در ۱۹۱۹ چاپ شده بود. تحقیقات و بررسیهای کمبل به جهت تحلیل‌های دقیق او درباره نظریه اندازه‌گیری و ساختمان نظریه‌های علمی از شهرتی بسزا برخوردار است.

کارل همپل^۵ (متولد ۱۹۰۵) فیلسوف آلمانی الاصل که در دانشگاه‌های گوتینگن، هایدلبرگ و برلین به تحصیل پرداخت. همپل یکی از اعضای جمعیتی بود که در برلین در نخستین سال‌های دهه ۱۹۳۰ از دیدگاه‌های حلقه وین جانبداری می‌کرد. او به سال ۱۹۳۷ به آمریکا رفت و به تدریس در دانشگاه‌های ییل و پرینستون پرداخت. همپل مقالات مهمی در باب منطق تبیین علمی و ساختمان نظریه‌ها به رشته تحریر در آورده است که برخی از آنها در کتاب جنبه‌های تبیین علمی^۶ که به سال ۱۹۶۵ به چاپ رسید درج گردیده است.

مری. ب. هسه^۷ (متولد ۱۹۲۴) پژوهشگر فلسفه علم در دانشگاه کمبریج است. در دانشگاه لندن به تحصیل ریاضیات، فیزیک، تاریخ و فلسفه علم اشتغال ورزید، و پس از فراغ از تحصیل، در دانشگاه‌های لندن، لیدز، و نیز به عنوان استاد مدعو در دانشگاه‌های ییل، مینه‌زوتا، و شیکاگو به تدریس پرداخت.

دکتر هسه در حال حاضر سرگرم تکمیل و توسعه یک نظر وحدت بخش در باب ساختمان علوم فیزیکی است که بر بنیاد استنتاج استقرائی، با استناد به موارد تاریخی مربوط به استفاده از مدل‌ها و

1. Buridan 2. Oresme 3. *The Aim and Structure of Physical Theory* 4. Norman R. Campbell
5. *Foundations of Science* 6. *Physics: The Element* 7. Carl Hempel
8. *Aspects of Scientific Explanation* 9. Mary B. Hesse

تمثیلات (همانندیها) استوار شده است.

ر. هاره^۱ (متولد ۱۹۲۷) مدرس فلسفه علم در دانشگاه آکسفورد است. ریاضیات و فیزیک را در دانشگاه اوکلند، و فلسفه را در آکسفورد فرا گرفت و پیش از آنکه در آکسفورد مشغول کار شود مدتی در پاکستان، و نیز در دانشگاههای بیرمنگام و لی سستر^۲ به تدریس پرداخت. هاره منتقد سرسخت فلسفه‌های علمی قیاسی و تحصلی به حساب می‌آید. در حال حاضر بر روی برنامه‌ای که به منظور تصحیح جهت و نگره روش شناسانه در علوم اجتماعی طراحی و تنظیم شده است کار می‌کند.

هندسه محض و هندسه فیزیکی

فهم شایسته‌ای از فراگرد نظریه پردازی، مستلزم تشخیص تمایز میان نظام مبتنی بر اصول متعارف و کاربرد آن در عمل است. تکوین هندسه‌های غیر اقلیدسی در قرن نوزدهم نظرها را به سوی این تمایز جلب کرد. لباچفسکی^۳، بولیا^۴ و ریمان^۵ سیستمهای اصول متعارفی را ابداع کردند که از جهات بسیار مهمی با سیستم اصول متعارف هندسه اقلیدسی متفاوت بود.

در سیستم اقلیدسی فرض بر این است که از یک نقطه خارج یک خط، فقط و فقط یک خط می‌توان به موازات آن رسم کرد. در سیستمهای غیر اقلیدسی، فرضهای متفاوتی پایه کار قرار گرفت. لباچفسکی و بولیا فرض اقلیدسی را با این اصل موضوع که از یک نقطه خارج یک خط مستقیم، دو خط می‌توان به موازات آن ترسیم کرد، تعویض کردند. لباچفسکی از این اصل و سایر اصول و تعاریف سیستم خود نتیجه گرفت که مجموع زوایای داخلی یک مثلث کمتر از ۱۸۰° است، و این مجموع، با افزایش مساحت مثلث کاهش می‌یابد. ریمان فرض (اصل موضوع) هندسه اقلیدسی را با این اصل که از یک نقطه خارج یک خط مستقیم، هیچ خطی نمی‌توان به موازات آن رسم کرد، تعویض نمود. یکی از قضایای هندسه ریمانی این است که مجموع زوایای داخلی هر مثلث همواره بیشتر از ۱۸۰° است و این رقم با افزایش مساحت مثلث افزایش می‌یابد.

1. R. Harre 2. Leicester 3. Lobachevsky 4. Bolyai 5. Riemann

همانند سیستمهای قیاسی صوری هیچ زمینه‌ای برای رجحان دادن یکی از این سیستمهای رقیب بردیگری وجود ندارد، آنها نسبت به یکدیگر سازگار و هماهنگ اند. می‌توان نشان داد که اگر هندسه اقلیدسی از انسجام و هماهنگی درونی برخوردارست، دو سیستم غیر اقلیدسی دیگر نیز به همان اندازه از چنین انسجامی برخوردارند.

تشخیص این نکته بسیاری از متفکران را برآن داشت تا بین شأن پیشینی اصول متعارف و قضایای «هندسه محض»، با احکام «هندسه فیزیکی» که از نظر تجربی با معنی و حائز اهمیت است، تفاوت قائل شوند. برای نمونه هلمهولتز تأکید داشت که سیستمهای گوناگون هندسه، فی نفسه و بخودی خود فاقد محتوای تجربی است، و تنها هنگامی که با اصول معینی از مکانیک پیوند می‌خورد، قضایایی را نتیجه می‌دهد که دارای معنی و اهمیت تجربی است. برطبق نظر هلمهولتز، قبل از آنکه بتوان قضایای هندسی را در عمل به کار گرفت، ضروری است که مشخص شود چگونه می‌باید اصطلاحاتی نظیر «نقطه»، «خط» و «زاویه» را اندازه‌گیری کرد [۱].

نظر دوئم درباره به هم پیوستن قوانین

پی‌ردوئم در علاقه‌مندی و توجه به تاریخ با هوئل شریک بود و نظیر او، درصدد بود تا فلسفه علم را بروفق رویدادهای ثبت شده تاریخی صورت‌بندی و تنظیم کند. هوئل تصویری از پیشرفت و ارتقای علمی را به گونه ادغام جویبارها برای تشکیل رود سارها ترسیم کرده بود. دوئم این را پذیرفت که نظریه‌های موفق و پیروز، قوانین تجربی را به هم می‌پیوند و در زیر یک چتر گرد می‌آورد. او از نظریه‌ها به عنوان «نمایانگر» یک دسته از قوانین یاد کرد و این وظیفه «نمایانگری» را در مقابل وظیفه «تبیین» که فرض می‌شد اغلب نظریه‌ها عهده‌دار آن‌اند قرار داد. اعتقاد عموم براین بوده است که نظریه‌ها با توصیف حقایقی که در زوایای مخفی پدیدارها نهان است، آنها را تبیین می‌کنند. دوئم این نظر را مورد انتقاد قرار داد و تأکید کرد که صرفاً عمل نمایانگری است که ارزش علمی دارد [۲].

این موضع دوئم که نظریه‌های علمی، قوانین تجربی را صرفاً «می‌نمایاند» اما تبیین نمی‌کند، مبتنی بود بردیدگاه او در مورد ساختمان نظریه‌ها. به نظر دوئم، یک نظریه علمی

شامل يك سیستم اصول متعارف و «قواعد تطابق»^{*} است، که برخی از اصطلاحات سیستم اصول متعارف را با مقداری که به طور آزمایشی معین شده است، مرتبط می سازد. بعلاوه ممکن است، يك تصویر و یا يك مدل نیز وجود داشته باشد که با سیستم اصول متعارف تفسیر شده، مرتبط باشد. اما این مدل، بخشی از ساختمان منطقی نظریه نیست. سیستم اصول متعارف و «قواعد تطابق» برای استنتاج قیاسی آن دسته از قوانین تجربی که توسط نظریه «نمایانده شده اند» کافی است. در نتیجه، مدلی که با نظریه مرتبط است، هیچ نقشی در امر پیش بینی نتایج آزمایشها ندارد.

برای مثال در مورد نظریه جنبشی گازها؛ اصول متعارف، روابط میان اصطلاحاتی نظیر «مولکول»، «سرعت» و «جرم» را بیان می دارد. سیستم اصول متعارف از طریق مفهوم سرعت مؤثر^{*} همه مولکولها، به تجربه پیوند می خورد. قواعد تطابق این سرعت مؤثر مولکولها را به فشار و دمای گاز مرتبط می سازد. دوئم اصرار داشت که نظریه جنبشی گازها، بدان جهت که قوانین تجربی پیشین درباره رفتار گازها در مقیاس بزرگ (ماکروسکپی) را که با هم بی ارتباط بوده است، در زیرچتر واحدی گرد می آورد و به هم می پیوند، ارزشمند است. مثلاً قوانینی که به بویل^۱، چارلز^۲ و گراهام^۳ نسبت داده شده است نتایج قیاسی فرضهای همین نظریه به شمار می رود. این امر همان وظیفه و عمل «نمایانگری» نظریه است. اما دوئم این امر را که مدل مرتبط با این نظریه - که برخوردهای کشسان میان جرمهای نقطه ای را توصیف می کند - دارای کوچکترین ارزش تبیینی باشد، انکار می کرد. دوئم بشدت نسبت به این موضع لردکلون^۴ که معتقد بود «فهم» يك فرایند عبارت است از در معرض دید قرار دادن ساخت و کارهای درونی آن، انتقاد داشت. برطبق نظر دوئم، ممکن است مدلی که با يك نظریه مرتبط است، در راستای جستجو برای یافتن قوانین تجربی بیشتر، واجد ارزش الهام بخشی و ابتکار برانگیزی باشد، اما خود مدل بخودی خود، جزو مقدمات تبیین هایی که به وسیله نظریه ارائه می گردد به شمار نمی رود.

* خود دوئم لفظ «قواعد تطابق» یا «قواعد مطابقت» rules of Correspondence را برای مشخص ساختن قضایایی که سیستم اصول متعارف را به مقداری که به طور تجربی تعیین ارزش شده است، پیوند می دهد، به کار نمی برد.

* سرعت مؤثر the (root mean square = r. m. s.) velocity همه مولکولها (U) بدین نحو تعریف می شود:

$$u = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2}{n}}$$

n

1. Boyle 2. Charles 3. Graham 4. Lord Kelvin

دوئم تأکید داشت که يك نظریه دسته‌ای از قوانین را صرفاً با بیان عطف و اتصال میان آنها، باز نمی‌نمایاند. این رابطه پیچیده‌تر است و مستلزم مقدار زیادی قدرت تخیل نظریه پرداز است. البته يك نظریه قابل قبول می‌باید متضمن قوانین تجربی قابل آزمایش و واریسی باشد، اما ممکن است مفروضات اساسی نظریه شامل قضایا و احکامی درباره مقادیری باشد که به هیچ روی نتوان آنها را به فرایند اندازه گیری و سنجش مرتبط ساخت [۳]. در این قبیل موارد، اصول متعارف نظریه، به وسیله فرضیه‌ها تدوین می‌شود و نه به وسیله استنتاج استقرائی.

دوئم متذکر گردید که شیوه پژوهش علمی در طول تاریخ خود، با ملاحظات نظری بارور شده است. او بحث هوئل را دایر بر اینکه هیچ واقعیت غیر قابل تحویلی وجود ندارد که خالی از هر نظریه‌ای باشد مورد تأیید قرار داد. دوئم براین نکته اصرار داشت که دانشمند به نحو لایتغیری در کار تفسیر یافته‌های آزمایشی به مدد این یا آن نظریه است. آنچه که توجه دانشمند را به خود جلب می‌کند تنها این نیست که مثلاً شاخص فلان دستگاه اندازه گیری بر روی عدد $3/5$ قرار گرفته است، يك چنین مشاهده‌ای تنها در ارتباط با تفسیر معنای آن، واجد ارزش است. یعنی مثلاً گفته شود که شاخص دستگاه نشان می‌دهد که جریان در يك مدار، فلان مقدار معین است و یا آنکه درجه حرارت يك ماده در این حد معین قرار دارد و یا نظایر آن. گذشته از این، همان‌طور که دوئم متذکر گردید، دانشمند تشخیص می‌دهد ابزاری که به کار گرفته است خطای آزمایشی معینی دارد. برای مثال، اگر درجه يك فشار سنج « $3/5$ » باشد و اگر حدود خطای دستگاه $0/1 \pm$ اتمسفر باشد، در آن صورت هر فشاری مابین $3/6$ و $3/4$ اتمسفر، با درجه دستگاه وفق می‌دهد. دوئم این مسأله را بدین طریق بیان کرد که به نحو نامشخص و نامحدود بسیاری از «واقعیه‌های نظری» با مجموعه‌ای از شرایط تجربی مفروض سازگار و موافق است [۴].

بر مبنای چنین ملاحظاتی، دوئم کمال مطلوب شیوه تحقیق علمی را که نیوتن در دیباچه کتاب اصول مشخص ساخته، مورد انتقاد قرار داد. نیوتن توصیه کرده بود که فلسفه طبیعی به قضایا و احکامی محدود گردد که به وسیله تعمیمهای استقرائی از احکامی درباره پدیده‌ها به دست می‌آید. اگرچه خود نیوتن در کتاب اصول از این الگوی کمال مطلوب استقرائی پیروی

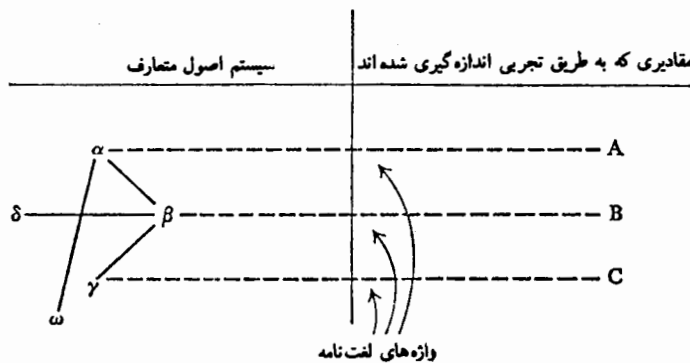
نکرد، اما خود آن کمال مطلوب در طول تاریخ علم طرف توجه و علاقه شدید قرار داشت. دوئم اظهار نظر کرد که:

دو دیواره سخت و گریز ناپذیر، اعمال شیوه تحقیق استقرائی محض را برای فیزیکدان غیر عملی ساخته است. اولاً هیچ قانون تجربی تا قبل از آنکه در معرض تفسیری که آنرا به صورت يك قانون نمادی (سمبوليك) در می آورد قرار نگیرد، به کار نظریه پرداز نخواهد آمد. ثانیاً هیچ قانون تجربی دقیق نیست، بلکه صرفاً تقریبی از واقعیت است، و از این رو در معرض آن قرار دارد که به نحو پایان ناپذیر و به انحاء گوناگون به زبانهای نمادی (سمبوليك) تعبیر و تفسیر شود و در میان همه این تفسیرها و تعبیرها، فیزیکدان ناگزیر است یکی را که بهتر از بقیه زمینه يك فرضیه مناسب و کارآمد را فراهم می آورد، انتخاب کند، بی آنکه امکان این را داشته باشد که انتخابش به وسیله تجربه هدایت گردد[۵].

نظر کمبل در باب «فرضیه‌ها» و «لغت نامه‌ها»

کمبل که در ۱۹۱۹ به نگارش اولین اثر خود اقدام کرد، تمایز میان يك سیستم اصول متعارف و کاربرد آن را در تجربه، مبنای تحلیلی دقیق از ساختمان نظریه‌های فیزیکی قرار داد. بنابر تحلیل کمبل، هر نظریه فیزیکی شامل احکامی از دو نوع مختلف است. او يك مجموعه از احکام را «فرضیه» آن نظریه اصطلاح کرد. برحسب اصطلاح کمبل، هر «فرضیه» مجموعه‌ای از احکام است که حقیقت آنها را نمی توان به نحو تجربی مورد تحقیق قرار داد[۶]. پرسش از حقیقت تجربی يك فرضیه بخودی خود، بی معنی است زیرا هیچ معنای تجربی به اصطلاحات و عبارات آن فرضیه نسبت داده نمی شود. کمبل هم اصول متعارف و هم قضایایی را که از آنها استنتاج می گردد جزو «فرضیه» يك نظریه به حساب آورد.

کمبل دومین مجموعه از احکام درون يك نظریه را «لغت نامه یا فرهنگ لغت» فرضیه فوق الذکر نامگذاری کرد. احکام داخل «لغت نامه» اصطلاحات و عبارات و جملات فرضیه را به احکامی که می توان حقیقت تجربی آنها را تعیین کرد مرتبط می سازد. نظر کمبل درباره ساختمان يك نظریه علمی را می توان بدین نحو نمایش داد:



در این نمودار α, β, γ ... اصطلاحات و عبارات سیستم اصول متعارف، و خطوطی که این عبارات و اصطلاحات را به یکدیگر می پیوندند نشاندهنده اصول متعارف است. سیستم اصول متعارف بخودی خود عبارت است از مجموعه ای از روابط انتزاعی در میان اصطلاحات و عبارات تفسیر نشده. ارتباط بین سیستم اصول متعارف و قلمرو تجربه حسی به توسط واژه های لغت نامه برقرار شده است که اصطلاحات و عبارات معینی از سیستم اصول متعارف را به خواصی که به نحو تجربی قابل اندازه گیری است، می پیوندند.

کمیل نیز در موافقت با دوئم تأکید کرد در بسیاری از نظریه ها، اصطلاحات و عباراتی به چشم می خورد که هیچ واژه ای در کتاب لغت برای آنها یافت نمی شود. ضرورتی ندارد که به منظور نیل به معنی و مفاد تجربی برای یک نظریه به طور کلی، هر اصطلاح فرضی را به ادعایی که قابل آزمایش و بررسی به طریق تجربی است مرتبط کرد. در نمودار بالا δ و ω در کتاب لغت مذکور نیستند، لکن، کل سیستم اصول متعارف که δ و ω نیز درون آن قرار دارند از طریق واژه های لغت نامه که α را به A و β را به B و γ را به C مربوط می سازند به تجربه مرتبط گردیده است.

نظریه جنبشی گازها نمونه خوبی برای این مطلب است. اصول متعارف این نظریه روابطی را بین جرمها و سرعتهای $تك$ $تك$ مولکولها بیان می دارد. حال آنکه هیچ نوع واژه ای در لغت نامه برای مشخص ساختن سرعتهای مولکولی $تك$ $تك$ مولکولها وجود ندارد. مع هذا این سرعتهای مولکولی به سرعت مؤثر (r.m.s.) همه مولکولها مرتبط است، و سرعت مؤثر از طریق لغت نامه با دما و فشار گاز مربوط گردیده است.

نظریه‌های ریاضی و نظریه‌های مکانیکی

کمبل نظریه‌های فیزیکی را به «نظریه‌های ریاضی» و «نظریه‌های مکانیکی» تقسیم کرد و مبنای تقسیم را بر تفاوتی قرار داد که در ساختمان صوری این نظریه‌ها وجود دارد. هر لفظ و اصطلاح مهم مربوط به فرضیه یک نظریه ریاضی، به نحو مستقیم و جداگانه با مقادیری که به نحو تجربی معین گردیده است، مرتبط می‌شود. هندسه فیزیکی نمونه بارز این نوع نظریه است. اصطلاحاتی نظیر «نقطه»، «خط» و «زاویه» به طور مستقیم به روشها و شیوه‌های اندازه‌گیری مرتبط می‌شود. از سوی دیگر، در مورد یک نظریه مکانیکی برخی از اصطلاحات فرضیه تنها از طریق عملکردهای آن اصطلاحات است که به مقادیر تعیین شده به صورت تجربی، مرتبط می‌گردد [۷]. مورد سرعتهای مولکولی *تک تک* مولکولها در نظریه جنبشی گازها، از این قبیل است. بدین سان نظریه جنبشی گازها نوع مکانیکی نظریه‌های فیزیکی را ممثل و مجسم می‌سازد.

همانندیها و تمثیلات

کمبل اعتقاد داشت که ساختمان صوری یک نظریه علمی متشکل است از یک فرضیه و یک لغت‌نامه؛ اما او در عین حال اعتقاد داشت که برای یک نظریه موجه صرفاً کافی نیست که ساختمان صوری مورد نیاز را به نمایش بگذارد، بلکه می‌باید علاوه بر آن با یک تمثیل نیز همراه باشد. یک نظریه قابل قبول نوعی مماثلت و همانندی را با سیستمی که از سوی قوانینی از قبل اثبات شده تأیید می‌گردد، نشان می‌دهد. و این قوانین که صحتشان قبلاً محرز گردیده، بدین نحو داوری و ارزشیابی می‌شود که در مقایسه با قوانینی که از نظریه مزبور استنتاج می‌گردد، [برای محقق] آشناتر و [برای تبیین پدیده‌ها]، با کفایت‌ترند. کمبل اعلام داشت که یک نظریه:

همواره قوانین را بدین نحو تبیین می‌کند که نشان می‌دهد اگر ما در نظر بگیریم

سیستمی که آن قوانین در مورد آن اعمال می‌گردد، به نحوی شامل

سیستم‌های دیگری است که قوانین شناخته شده دیگری در مورد آنها اعمال

می‌شود، در آن صورت بتوانیم این قوانین را از نظریه مذکور استنتاج کنیم [۸].

برای نمونه در نظریه جنبشی گازها، همانندی و مماثلتی میان مولکولهای یک گاز و یک توده

از ذرات برقرار شده است. فرض بر این است که ذرات از قانون نیوتن تبعیت می‌کنند و

برخوردهایی که میانشان رخ می دهد با ائتلاف انرژی همراه نیست. این تمثیل نقش بسیار مهمی در تکامل تاریخی نظریه های مربوط به رفتار گازها بازی کرد. در آغاز همانندی مثبت بین ذرات و مولکولها صرفاً به خواص حرکت و برخوردهای کشسان محدود بود. هیچ نوع استناد به سایر خواصی که ممکن است این ذرات داشته باشند صورت نگرفت. بعدها واندروالز این نظریه را به منظور ارزشیابی رفتار گازها در فشارهای بالا بسط داد. او این کار را با در نظر گرفتن فرضیات معینی درباره حجم يك ذره و نیروهایی که مابین ذرات موجود است، به انجام رساند. این خواص ابتداءً بخشی از همانندی خنثی میان ذرات و مولکولها به حساب می آمد.

دوئم و کمبل هر دو از نقش الهامبخش و ابتکار برانگیز تمثیل در این مورد آگاه بودند. اما در نظر دوئم، ارائه يك نظریه صرفاً عبارت است از ارائه يك تمثیل مثبت، حال آنکه در نظر کمبل، ارائه يك نظریه عبارت است از ارائه يك تمثیل مثبت به علاوه يك تمثیل خنثی. به همین جهت دوئم گذر از نظریه اصلی جنبشی گازها به شکل تغییر یافته آن به توسط واندروالز را به منزله جانشینی يك نظریه به وسیله نظریه دیگر توصیف می کرد، در حالی که کمبل این انتقال را به عنوان بسط و گسترش نظریه جنبشی توصیف می نمود.

کمبل تأکید داشت که تمثیل مرتبط با يك نظریه، صرفاً تعبیه ای الهامبخش و ابتکاربرانگیز برای تسهیل در امر جستجو و کاوش هرچه بیشتر قوانین نیست. بعکس، این تمثیل بخشی اساسی از يك نظریه به شمار می رود، زیرا تنها برحسب تمثیل است که می توان گفت يك نظریه مجموعه ای از قوانین را تبیین می کند. کمبل این مطلب را با صورت بندی و تنظیم نظریه مستعجل^۲ ذیل نمایش داد:

فرضیه شامل قضایای ریاضی ذیل است:

(۱) ω, δ, u متغیرهای مستقل هستند.

1. Vander Waals

2. heuristic

۳. *ad hoc* ر. ک. به پاورقی ص ۳۶.

برادر ارجمند آقای خرمشاهی که زحمت ویرایش کتاب را برعهده داشته اند واژه *ad hoc* را که به معنای ناظر به مورد خاص و یا يك رأی و نظریه یا موقعیت ناپایدار و غیرکلی است، به مستعجل، استعجالی، عجالی (همیشه با عجله) و نیز موقت ترجمه کرده اند. این معادل از ایشان وام گرفته شد.

(۲) برای همه مقادیر این متغیرها مقدار ثابتی است.

(۳) برای همه مقادیر این متغیرها مقدار ثابتی است.

(۴) $c=d$ که در آن d, c متغیرهای وابسته و غیر مستقل به حساب می آیند.

لغت نامه شامل قضایای ذیل است:

$$(۱) \text{ این رابطه که } (c^2 + d^2)a = R$$

و در آن R يك عدد مثبت و گویا (منطق) است، براین بیان دلالت دارد که مقاومت الکتریکی قطعه محدودی از فلز خالص، برابر R است.

$$(۲) \text{ این رابطه که } \frac{cd}{b} = T$$

نشان می دهد دمای مطلق همان قطعه فلز خالص برابر T است [۹].

از فرضیه می توان نتیجه گرفت که:

$$(c^2 + d^2)a = 2ab\left(\frac{cd}{b}\right)$$

برطبق لغت نامه، این قضیه معادل این قانون تجربی است که مقاومت الکتریکی قطعه ای

از فلز خالص مستقیماً با دمای مطلق آن قطعه، متناسب است.

چه اشکالی در این نظریه وجود دارد؟ دوئم اگر می بود می گفت که این نظریه اقتصاد در ارائه و نمایش را رعایت نکرده است، و در ضمن بعید است که ارزش الهام بخشی و برانگیختن قوه ابداع را داشته باشد. اما کمال اصرار می ورزید که این فرضیه همراه با لغت نامه مربوطه اساساً يك نظریه به حساب نمی آید. فرضیه و لغت نامه صرفاً صورت بندی و تنسيق شده اند تا قانون تجربی مورد نظر را ارائه بدهند. اما آشکار است که يك قانون خاص، و یا حتی مجموعه ای از قوانین را می توان از مجموعه بینهایت مقدمه، استنتاج کرد. استنتاج موفقیت آمیز يك قانون از يك فرضیه به علاوه لغت نامه البته شرط ضروری تبیین قانون است، اما شرط کافی محسوب نمی شود. بنابر نظر کمال تنها هنگامی همانندی و مماثلت نسبت به قوانین شناخته شده دیگر برقرار می شود که يك نظریه، قوانینی را که از آن قابل استنتاج است، تبیین کند.

کمال معتقد بود که این موضوع، هم در مورد نظریه های ریاضی صادق است و هم در مورد نظریه های مکانیکی. اما در حالی که تمثیل در مورد يك نظریه مکانیکی به نحو صریح بیان می گردد و از وضوح برخوردار است، در مورد يك نظریه ریاضی چنین نیست. کمال این مطلب

را با تذکار این نکته تبیین کرد که در يك نظریه ریاضی، قوانینی که همانندی نسبت به آنها برقرار شده، همان قوانینی است که از نظریه استنتاج می شود. به عبارت دیگر تمثیل صورتی ریاضی دارد. نظریه ای که قوانین تجربی از آن استنتاج می شود، دارای همان صورت و قالب ریاضی خود قوانین است.

کمبل نظریه فوریه درباره انتقال حرارت را به عنوان نمونه ای از يك نظریه ریاضی، شاهد صدق مدعای خود قرار داد. این نظریه از يك معادله ریاضی و يك لغت نامه تشکیل شده است.

معادله چنین است:

$$\lambda \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) = \rho c \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

لغت نامه تصریح می کند که θ دمای مطلق، λ ضریب هدایت حرارتی، P چگالی، C گرمای ویژه، t زمان و X ، Y و Z مختصات مکانی يك نقطه در يك قطعه نامحدود از يك جسم است. قوانین تجربی متعددی درباره هدایت حرارت در قطعات محدود از مواد مختلف را می توان از همین نظریه استنتاج کرد. قوانین تجربی مذکور روابطی را میان همان متغیرها و ثابت هایی که در نظریه ذکر شده است بیان می دارد، و این قوانین از نظر ریاضی شکل و صورتی مشابه نظریه خواهند داشت. برطبق نظر کمبل، به اتکای این همانندی میان نظریه فوریه و قوانین تجربی هدایت حرارت است که می توان گفت که نظریه مذکور، قوانین را تبیین می کند.

کمبل معتقد بود که هدف علم عبارت است از اکتشاف و تبیین قوانین، و نیز معتقد بود که قوانین تنها به وسیله اندراج در نظریه ها و اتحاد با آنها می تواند تبیین گردد. تحلیل عمیق و نافذ او از ساختمان نظریه های علمی، حمله دیگری بود علیه نظر اصالت استقراء در شیوه تحقیق علمی.

نظریه های مکانیکی بخصوص تنها در پرتو کاربرد موفقیت آمیز يك تمثیل، پا به عرصه وجود می گذارد؛ و نمی توان از پیش هیچ قاعده ای را برای جدا ساختن تمثیل های مناسب از تمثیل های نامناسب معین کرد. قوه تخیل نظریه پرداز تنها به وسیله الزام مربوط به هماهنگی و انسجام درونی قوانین تجربی و قابل استنتاج بودن آنها، محدود می گردد و لاغیر. گفته شده است که نشانه يك نظریه مکانیکی موفق، توانایی آن برای پیشنهاد رابطه ها و همبستگی های

۱. extrapolation به معنی تخمین زدن و استنتاج از روی قرائن و امارات است و در ریاضیات به معنای تخمین زدن مقدار يك تابع در يك نقطه خاص، از روی مقادیر تابع در نقاط دیگری که صرفاً در يك سوی نقطه مزبور واقع شده اند.

بیشتر است.

نظریه‌های ریاضی نیز در پرتو کاربرد موفقیت‌آمیز تمثیلهای پدید می‌آید. در این فرایند ملاحظات مربوط به سادگی ریاضی حائز اهمیت فراوان است. اما کمبل اصرار داشت که صورت‌بندی و تنظیم يك نظریه ریاضی نوعی استنتاج ساده از قوانین تجربی نیست. نظریه پرداز می‌باید در میان روابط ریاضی معادل و علی‌البدل یکدیگر که هم بر قوانین دلالت می‌کنند و هم نوعی تشابه در صورت ریاضی را با قوانین، به نمایش می‌گذارند، یکی را برگزیند. در خود قوانین تجربی هیچ نشانه و قرینه‌ای که او را به انتخاب يك شق خاص وادار سازد، وجود ندارد [۱۰].

انتقاد همپل از موضع کمبل در مورد تمثیلهای

این ادعای کمبل که تنها به اتکای يك تمثیل است که می‌توان گفت يك نظریه قوانینی را که از خود آن استنتاج می‌شود تبیین می‌کند، از سوی همپل مورد انتقاد و اعتراض قرار گرفته است. همپل استدلال کرد که نظریه مستعجل کمبل درباره مقاومت الکتریکی فلزات اثبات نمی‌کند که توسل به تمثیل برای تبیین علمی، ضروری است.

همپل نظریه مستعجل متفاوتی را پیشنهاد کرد که از آن می‌توان قانون مقاومت الکتریکی فلزات را استنتاج نمود. این فرضیه از دو رابطه زیر تشکیل یافته است:

$$(۱) \quad c(u) = \frac{k_1 a(u)}{b(u)} \quad \text{و} \quad (۲) \quad d(u) = \frac{k_2 b(u)}{a(u)}$$

که در آن K_1 و K_2 مقادیر ثابت هستند. لغت نامه مشخص می‌کند که، برای هر قطعه فلز خالص، $C(u)$ ، U مقاومت الکتریکی آن و $d(u)$ معکوس دمای مطلق آن است [۱۱]. از فرضیه بالا می‌توان نتیجه گرفت که:

$$c(u) = k_1 k_2 \frac{1}{d(u)}$$

برحسب لغت نامه، این رابطه تصریح می‌کند که مقاومت الکتریکی يك قطعه فلز خالص مستقیماً متناسب است با دمای مطلق آن.

همپل متذکر گردید که نظریه او برخلاف نظریه کمبل، عملاً معائلتی را با يك قانون از پیش ثابت شده، نشان می‌دهد. هریک از روابطی که در فرضیه بیان گردیده است، مشابه و

مماثل صوری قانون اهم* به حساب می آید. اما وجود این همانندی چیزی به نیروی تبیینی نظریه اضافه نمی کند. همان طور که همپل ملاحظه کرده نیروی تبیینی يك نظریه از استدلالهایی ناشی می شود که از آنها، قوانین تجربی نتیجه می گردد، و تمثیلهای هیچ دخالتی در این استدلالات ندارند. همپل تأکید کرد که هم نظریه او و هم شق دیگری یعنی نظریه کمبل فاقد نیروی تبیینی است. زیرا از هر نظریه تنها می توان يك قانون تجربی یگانه و نه بیشتر، استنتاج کرد. هیچ يك از دو نظریه از طریق نشان دادن این مطلب که چگونه يك مجموعه خاص از فرضهای نظری، برشماری از قوانین تجربی مختلف، دلالت می کند، به وحدت مفهومی ناائل نمی شود. برطبق نظر همپل، همین وحدت و یکپارچگی مفهومی - که دوئم آن را «نمایانگری» می نامیده است که نیروی تبیینی يك نظریه علمی را تشکیل می دهد.

همپل اذعان داشت که تمثیلهای، غالباً در هدایت پژوهشهای علمی، ارزشمند و مفیدند. او در مورد این واقعیت که تمثیلهای در تکامل تاریخی علوم مؤثر بوده اند، بحثی نداشت. اما همراه با دوئم معتقد بود که چون تمثیلهای، در استنتاج قیاسی قوانین تجربی، به منزله مقدمه به کار گرفته نمی شوند، بنابراین بخشی از ساختمان نظریه علمی به شمار نمی آیند.

مورد خلاقی که از سوی همپل، برضد نظر کمبل ارائه گردید، حداکثر این نکته را ثابت کرد که هر نوع توسل به شباهت صوری، تبیینی را برای مجموعه ای از قوانین فراهم نمی آورد. اما این بیان، تأثیری در مدعای کمبل ندارد که می گوید تبیین قوانین به وسیله يك نظریه تنها به واسطه صورت بندی يك تمثیل در مورد سیستمی به دست می آید که به وسیله قوانین قبلاً اثبات شده، تأیید می گردد. کمبل احتمالاً می پذیرد که استناد به قانون اهم، به ایجاد مبنای مقایسه مناسبی منجر نمی گردد، و نیز می پذیرد که فرضیه همپل همراه با لغت نامه مربوط، از هیچ نوع نیروی تبیین برخوردار نیست. اما کمبل فقط بدین خرسند است که اگر يك نظریه نیروی تبیین داشته باشد، در آن صورت مماثلت و مشابهتی را با سیستمی که قوانین آن قبلاً ثابت شده است، نشان می دهد. «نظریه ای» که نوعی مماثلت را نمایان می سازد اما فاقد قدرت تبیین است، معارض و مبطل این ادعا نیست.

* $i = \frac{V}{R}$ که در آن i شدت جریان، V اختلاف پتانسیل، و R مقاومت يك مدار الکتریکی است.

نظر هسه درباره کاربرد علمی از تمثیله‌ها

مری هسه اظهار داشته است که استفاده از يك تمثيل در علم اغلب به این معناست که میان ممثل (مرجع تمثيل)^۱ و سیستمی که می باید تبیین گردد دو نوع رابطه برقرار است. اولین نوع عبارت است از روابط مشابهت^۲ میان خواص مرجع تمثيل و خواص سیستمی که می باید تبیین بشود. دومین نوع عبارت است از روابط علی یا روابط عملکردی^۳ (فونکسیونل) که هم برای تمثيل و هم برای سیستمی که می باید تبیین گردد برقرار است. برای نمونه، مماثلت میان خواص صوت و خواص نور را ممکن است بدین طریق نشان داد:

خواص نور	خواص صوت	روابط علی
انعکاس	پژواک	قوانین انعکاس، شکست و غیره
درخشندگی	بلندی	
رنگ	لحن، آوا، طنین	
انتشار در اتر	انتشار در هوا	
روابط ↔ مشابهت		

این تمثيل را می توان به قصد طرح دعوی دو جنبه ای به کار گرفت. دعوی اول این است که خواص متناظر در هر ستون مشابه است. دعوی دوم آن است که روابط علی مشابهی، عبارات داخل هر ستون را به یکدیگر مرتبط می سازد. این روابط شامل قوانین انعکاس، شکست، تغییر شدت به تناسب فاصله و نظایر آن است. هسه متذکر گردید که هر دوی این دعاوی را می توان مورد اعتراض قرار داد. از جمله اینکه ممکن است استدلال شود که این روابط مشابهت، ساختگی و تصنعی است، و یا آنکه استدلال شود به کار بردن روابط علی شناخته

1. analogue

2. similarity relations

3. functional

شده درباره انتشار صوت، در مورد انتشار نور ناروا و نابجاست [۱۲].
تمثیلی که توسط همپل در رد نظر کمبل بیان گردید، از جنبه مهمی با این تمثیل صوت و نور تفاوت دارد. در تمثیل صوت و نور فرض بر این است که روابط مشابهت افقی مستقل از روابط عمودی برقرار است؛ حال آنکه در تمثیل همپل چنین نیست. تنها رابطه‌ای که ادعا می‌شد میان عبارات مرجع تمثیل و عبارات سیستمی که می‌باید تبیین گردد برقرار است، شرکت و دخالت در روابط عملکردی یکسان است. ارتباط افقی صرفاً به اتکای یکسان بودن صورت روابط متناظر عمودی، برقرار است. یعنی:

خواص يك قطعه فلز خالص	خواص مدارهای الکتریکی	روابط عملکردی
اصل متعارف (۲) اصل متعارف (۱)		
① $d(u)$	① i	$\textcircled{1} \propto \frac{\textcircled{2}}{\textcircled{3}}$
② $b(u)$	② V	
③ $a(u)$	③ R	
① $c(u)$		
② $d(u)$		
③ $b(u)$		

هسه این قبیل تمثیله‌ها را «تمثیلهای صوری» می‌نامید تا آنها را از «تمثیلهای مادی» که روابط مشابهت افقی، مستقل از روابط عمودی در آنها برقرار است متمایز سازد [۱۳].
هسه معتقد بود که قابل قبول بودن تمثیلهای صوری کاملاً منوط است به مناسب و بجا بودن روابط صوری که شاهد مثال آورده شده است. در مورد دعوی خلاف همپل، به نظر می‌رسد هیچ دلیلی (جز برقراری و تأسیس يك رابطه قیاسی که قانون معلومی را نتیجه دهد) برای انتخاب قانون اهم به عنوان مرجع تمثیل وجود ندارد. قانون گازه‌ای ایده آل* برای این منظور - استنتاج يك قانون معلوم - مرجع تمثیلی به همان اندازه خوب و مناسب به شمار می‌رود. هیچ دلیلی در دست نیست تا باور کنیم ارتباطی میان اصول متعارف همپل و عبور

* $p = k \frac{T}{V}$ که در عین حال به این صورت نیز نوشته می‌شود. $\textcircled{1} \propto \frac{\textcircled{2}}{\textcircled{3}}$

جریان در مدارهای الکتریکی وجود دارد. آنچه که در این مرحله مورد نیاز است یافتن محک و معیاری است برای تعیین در خور بودن ارتباطهای تمثیلی.

نظر هاره درباره اهمیت ساخت و کار (مکانیزم) های درونی

هاره در مخالفت با نظر دوئم - همپل درباره نظریه های علمی، نوعی «انقلاب کپرنیکی» را پیشنهاد کرده است که در آن به عوض تأکید بر ساختمان قیاسی صوری نظریه ها، به مدل های مرتبط با این نظریه ها اهمیت داده شده. هاره اعلام داشته است که:

انقلاب کپرنیکی در فلسفه علم، عبارت بود از آوردن مدلها به عنوان ابزار اندیشه و تفکر، به جایگاه اصلی، و واگذار کردن يك نقش صرفاً الهامبخش و ابتکار برانگیز به قضایا و احکامی که از يك ساختمان منظم قیاسی برخوردارند، و نیز احیای مفهوم پدید آوردن يك رویداد یا وضع و حال امور به وسیله رویداد یا امری دیگر. بر طبق این نظر، نظریه سازی اساساً به ساختن مفاهیم مربوط به ساخت و کارهای فرضی محدود می شود [۱۴].

هاره مدعی بود که این تأکید بر نقش مدلها، بیش از دیدگاهی که دوئم اتخاذ کرده، با «شهودها و درون یابیهای دانشمندان» موافق و سازگار است [۱۵].

هاره سه جزء مقوم هر نظریه علمی را مشخص ساخت: احکامی راجع به مدل، قوانین تجربی و قواعد تبدیل. قضایایی که درباره مدلهاست معمولاً هم فرضیه هایی را که بیانگر وجود هستومندهای^۲ نظری است در برمی گیرد و هم فرضیه هایی درباره رفتار این هستومندها را. قواعد تبدیل ممکن است هم شامل فرضیه های علی باشد و هم تبدیلهای مشروط و مقید. فرضیه های علی را می توان به صورت قضایای شرطی که دارای قالب «اگر M آنگاه E» است بیان کرد. در این قبیل عبارات «M» حالتی است مربوط به مدل، و «E» يك نوع نتیجه مشاهده شده است. تبدیلهای مشروط و مقید^۳ را می توان به صورت قضایای شرطی دوطرفه^۴ نظیر «M، اگر و فقط اگر، E» بیان کرد.

1. component part

۲. theoretical entities هریات یا ذوات یا هستومندهای نظری

3. modal transformation

4. bi - conditional sentences

بر مبنای این تحلیل، می توان نظریه جنبشی گازها را تا يك اندازه به صورت ذیل نشان داد:

مدل	قواعد تبدیل	قوانین تجربی
فرضیه های وجودی	علی	
«مولکولها وجود دارند»	«فشار ناشی از برخوردهای مولکولی است»	
فرضیه های توصیفی		$\frac{PV}{T} = \text{ثابت}$
«برخوردها الاستیک هستند»	(اگر I آنگاه P)	
ثابت $\Delta m_i v_i$	مشروط و مقید	
-----	«دما عبارت است از انرژی جنبشی متوسط مولکولها»	
	(T، اگر و فقط اگر، K.E)	

هاره با توجه به مدل نهفته و مضمّن در این نظریه ها، به عوض ساختمان قیاسی که از بطن فرضیه های توصیفی سر بر می آورد، بر فرضیه های وجودی انگشت گذارد که به وسیله این مدل پیشنهاد می گردد. او اصرار داشت که تدوین فرضیه های وجودی نوعی عمل «توسعه و بسط علم» به شمار می آید و این قول را به وسیله تحلیل هایی درباره پیشرفت و تکامل تاریخی علم تأیید و تقویت کرد. تردیدی نیست که تلاشهایی که برای توجیه دعاوی مربوط به وجود هستومندهای نظری نظیر رگهای مویینه، امواج رادیویی، و نوترینوها صورت گرفته است، سهمی در پیشرفت علمی داشته است.

هاره طیف نتایج ممکن الحصول تلاشهایی را که به منظور تأیید فرضیه های وجودی صورت می گیرد مشخص ساخت. يك امکان این است که در مورد موجودی که در جستجوی آن هستیم هم معیارهای برهانی و هم ملاکهای شناسایی احراز شود.

پیش‌بینی‌های مندلیف در مورد وجود عناصری که تا آن زمان کشف نشده بود، مثال خوبی به شمار می‌رود. بعداً به واسطهٔ اکتشاف اسکاندیوم، گالیوم، ژرمانیوم نشان داده شد که معیارهای شناسایی که مندلیف مشخص ساخت - نظیر خواص فیزیکی، انواع ترکیبهای شکل یافته، و غیره - احراز شده است. همین را می‌توان دربارهٔ فرضیه‌های مربوط به وجود پوزیترون‌ها، و پروسها و نوترینوها نیز گفت.

در موارد دیگر ممکن است فرضیه‌های وجودی به این دلیل که معیارهای برهانی متحقق نشده است، کنار گذاشته شود. فرضیه‌هایی نظیر این فرضیه که سیاره‌ای وجود دارد که مدارش داخل مدار عطارد است، و یا این فرضیه که اتری وجود دارد که نور درون آن انتشار می‌یابد، چنین سرنوشتی داشتند.

همچنین در موارد دیگر ممکن است فرضیه‌های وجودی به این دلیل که معیارهای شناسایی، برآورده نشده است کنار گذاشته شود. در چنین مواردی آشکار می‌شود که حوزهٔ اقامهٔ برهان^۱ به وسیلهٔ چیزی اشغال شده است که از معیارهای اصلی شناخت تبعیت نمی‌کند، برای نمونه تحقیقات میکروسکپی قلب انسان روشن ساخت که قلب، ماهیچه‌ای پیوسته و یکپارچه است، و بدین ترتیب فرضیه جالینوس^۲ مبنی بر اینکه منافذی در جدار قلب وجود دارد که خون از میان آنها عبور می‌کند، کنار گذاشته شد.

در برخی نمونه‌ها، عدم موفقیت در احراز معیارهای شناسایی، به تقسیم‌بندی و تعیین مقولهٔ مجدد^۳ هستومند نظری مورد بررسی منجر گردیده است. این امر در مورد «کالری» اتفاق افتاد. بسیاری از فیزیکدانان قرن هیجدهم، پدیده‌ها و آثار حرارتی را برحسب انتقال يك سیال نامرئی توجیه می‌کردند. اما در قرن نوزدهم مطالعات و بررسیهای گوناگون نشان داد که کالری، آن دسته از معیارهای شناسایی را که می‌باید به وسیلهٔ موجودات جوهری^۴ متحقق گردد برآورده نمی‌سازد. مثلاً این «ماده» در فراگردهایی که در آن کار مکانیکی صورت گرفته است تا حد زیادی ناپدید می‌گردد. واکنش دانشمندان در قبال این امر، تفسیر مجدد کالری به عنوان يك کیفیت - انرژی جنبشی متوسط ذرات تشکیل دهندهٔ آن - در مقابل تفسیر گذشتهٔ آن به عنوان يك ماده بود.

1. demonstration - region

2. Galen

3. recategorization

4. substantive entities

برطبق نظر هاره يك معيار مناسب بودن پیوندهای تمثیلی نهفته در دل يك نظریه، تولید فرضیه‌های وجودی از نظریه مزبور است. اگر هیچ فرضیه وجودی از سوی نظریه مذکور پیشنهاد نشود، در آن صورت نظریه مذکور شناخت و درك ما را از ساخت و کارهای درونی فراگردهای طبیعی افزایش نخواهد داد. هاره اعلام داشت که:

تبیین علمی عبارت است از دریافتن یا تصور کردن ساخت و کارهای تولیدی محتمل الوجود برای الگوهای موجود در میان رویدادها، برای ساختمان اشیاء، برای پیدایش، رشد و زوال یا انقراض چیزها و برای تغییرات درون اشیاء و مواد موجود [۱۶].

از این دیدگاه نظریه‌هایی که کمبل و همپل برای استنتاج تغییرات مقاومت الکتریکی با دما صورت بندی و تنظیم کردند، بکلی نارسا هستند.

مراجع

الف

¹ John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding*, IV, iii, 25.

² Ibid., II, viii, 23.

³ Ibid., IV, vi, 14.

⁴ John Yolton, *Locke and the Compass of Human Understanding* (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), 58.

⁵ Locke, *Essay*, IV, xii, 10.

⁶ G. W. Leibniz, 'On a General Principle Useful in Explaining the Laws of Nature through a Consideration of the Divine Wisdom; To Serve as a Reply to the Response of the Rev. Father Malebranche', in L. Loemker, ed., *Leibniz: Philosophical Papers and Letters* (Dordrecht: D. Reidel Publishing Co., 1969), 351-3.

⁷ Leibniz, 'Tentamen Anagogicum: An Anagogical Essay in the Investigation of Causes', *Leibniz: Philosophical Papers and Letters*, 477-84.

⁸ Gerd Buchdahl, *Metaphysics and the Philosophy of Science* (Oxford: Blackwell, 1969), 416-17.

⁹ Leibniz, 'Seventh Letter to de Volder (November 10, 1703)'; 'Eighth Letter to de Volder (January 21, 1704)'; in *Leibniz: Philosophical Papers and Letters*, 533. See also George Gale, 'The Physical Theory of Leibniz', *Studia Leibnitiana* II, 2 (1970), 114-27.

¹⁰ See Leibniz, 'Sixth Letter to de Volder (June 20, 1703)', in *Leibniz: Philosophical Papers and Letters*, 530.

¹¹ David Hume, *An Enquiry Concerning Human Understanding* (Chicago: The Open Court Publishing Co., 1927), 23.

¹² Albert Einstein, 'Geometry and Experience' in *Sidelights on Relativity* (New York: E. P. Dutton Co., 1923), 28.

¹³ Hume, *Enquiry Concerning Human Understanding*, 63.

¹⁴ Ibid., 19.

¹⁵ Ibid., 16.

¹⁶ Hume, *A Treatise of Human Nature*, 53-65.

- ¹⁷ Ibid., 15-16.
- ¹⁸ Ibid., 251-62.
- ¹⁹ Ibid., 155-72.
- ²⁰ Hume, *Enquiry Concerning Human Understanding*, 77.
- ²¹ Hume, *Treatise of Human Nature*, 172; *Enquiry Concerning Human Understanding*, 79.
- ²² Hume, *Enquiry Concerning Human Understanding*, 79.
- ²³ Hume, *Treatise of Human Nature*, 173-5.
- ²⁴ Hume, *Enquiry Concerning Human Understanding*, 37.
- ²⁵ Ibid., 45.
- ²⁶ Immanuel Kant, *Kritik of Judgment*, trans. by J. H. Bernard (London: Macmillan, 1892), 17.
- ²⁷ Ibid., 20-4.
- ²⁸ Ibid., 21.
- ²⁹ Kant, *Critique of Pure Reason*, trans. by F. Max Müller (New York: Macmillan, 1934), 530.
- ³⁰ Ibid., 519.
- ³¹ Kant, *Kritik of Judgment*, 327.

¹ John F. W. Herschel, *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy* (London: Longman etc., 1830), 88-90.

² J. Herschel, *Familiar Lectures on Scientific Subjects* (New York: George Routledge and Sons, 1871), 362.

³ J. Herschel, *Preliminary Discourse*, 202-3.

⁴ Ibid., 168.

⁵ Ibid., 170.

⁶ Ibid., 280.

⁷ Ibid., 171-2.

⁸ Ibid., 186-7.

⁹ Ibid., 229-30.

¹⁰ William Whewell, *Philosophy of the Inductive Sciences* (London: John W. Parker, 1847), vol. I, 42.

¹¹ Whewell, *Novum Organon Renovatum* (London: John W. Parker & Son, 1858), 30.

¹² Ibid., 31.

¹³ Ibid., 41.

¹⁴ Ibid., 59-60.

¹⁵ Ibid., 70.

¹⁶ Ibid., 59.

¹⁷ Ibid., 64.

¹⁸ Ibid., 71.

¹⁹ Whewell, *History of the Inductive Sciences* (New York: D. Appleton, 1859), vol. I, 47.

²⁰ Ibid., II, 267-9.

²¹ Whewell, *Novum Organon Renovatum*, 90.

²² Whewell, *Astronomy and General Physics Considered with Reference to Natural Theology* (Philadelphia, Pa.: Carey, Lea and Blanchard, 1833), 164-8.

²³ Whewell, *Philosophy of the Inductive Sciences*, I, 245-54.

²⁴ Emile Meyerson, *Identity and Reality*, trans. by K. Loewenberg (New York: Dover Publications, 1962), 402.

²⁵ Ibid., 286.

پ

¹ Hermann von Helmholtz, 'On the Origin and Significance of Geometrical Axioms', trans. by E. Atkinson, in *Helmholtz: Popular Scientific Lectures*, ed. by M. Kline (New York: Dover Publications, 1962), 239-47.

² Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, trans. by P. Wiener (New York: Atheneum, 1962), 32.

³ Ibid., 207.

⁴ Ibid., 135-6.

⁵ Ibid., 199.

⁶ N. R. Campbell, *Foundations of Science* (New York: Dover Publications, 1957), 122.

⁷ Ibid., 150.

⁸ Campbell, *What Is Science?* (New York: Dover Publications, 1952), 96.

⁹ Campbell, *Foundations*, 123.

¹⁰ Ibid., 153.

¹¹ Carl Hempel, *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science* (New York: Free Press, 1965), 444.

¹² Mary Hesse, *Models and Analogies in Science* (Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1966), 80-1.

¹³ Ibid., 68-9.

¹⁴ R. Harré, *The Principles of Scientific Thinking* (London: Macmillan, 1970), 116.

¹⁵ Ibid., 116.

¹⁶ Ibid., 125.

مشرّب اصالت استقراء در برابر تلقی فرضیه‌ای- قیاسی از علم

اصالت استقراء در نزد میل

زمینه و شرایط اکتشاف [قوانین علمی]

روشهای استقرائی استوارت میل

علت چندگانه و روش فرضیه‌ای- قیاسی

زمینه و شرایط توجیه [نظریه‌های علمی]

روابط علی و روابط تصادفی (اتفاقی)

توجیه استقراء

دیدگاه استقرائی- قیاسی جونز

جان استوارت میل^۱ (۱۸۰۶-۱۸۷۳) معلومات عمیقی را از پدرش، جیمز میل که اقتصاددان، مورخ و فیلسوفی برجسته و مبرز بود، فرا گرفت. این تعلیمات، حوزه وسیعی را، از ادبیات یونان- که فراگیری آنرا از سه سالگی آغاز کرد- تا روانشناسی و نظریه اقتصادی، در بر می گرفت. استوارت میل به استخدام کمپانی هند شرقی در آمد (در فاصله سالهای ۱۸۲۳ تا ۱۸۵۸) و در ۱۸۶۵ به نمایندگی مجلس برگزیده شد و در آنجا به دفاع از حقوق زنان و اصلاحات ارضی در ایرلند پرداخت. او کتابها و

۱. John Stuart Mill

مقالات متعددی در حمایت و دفاع از فلسفه اصالت نفع (سود انگاری) انتشار داد. پدر جان استوارت، اهمیت جمع‌آوری و ارزشیابی شواهد را به او خاطر نشان کرده بود و میل در صدد برآمد تا برای سنجش رابطه نتایج و شواهد، به تنظیم و صورت‌بندی شیوه‌های استقرائی بپردازد. او کشف کرد که قواعد اثبات ارتباط علی به طور ضمنی در روش‌شناسی علوم لحاظ شده‌است. میل فلسفه علم خود را در کتاب نظام منطق به سال ۱۸۴۳ ارائه داد، و در آن از هرشل و هوئل به جهت دین‌بزرگی که برگردن او داشته‌اند، قدردانی کرد.

ویلیام استانلی جونز^۱ (۱۸۳۲-۱۸۸۲) استاد برگزیده رشته منطق و اقتصاد سیاسی در دانشگاه منچستر. او بعدها در دانشگاه لندن به تدریس پرداخت. او در تحقیقات و مطالعات مربوط به منطق و نظریه احتمال سهمیم بود، و پیش‌تاز استفاده از روشهای آماری در هواشناسی و اقتصاد به حساب می‌آمد. جونز بر وفق سنت هوئل، و به نفع يك نظر استقرائی- قیاسی درباره علم، با نظریه اصالت استقرای میل به مخالفت برخاست.

اصالت استقراء در نزد میل

اصالت استقراء دیدگاهی است که در آن بر اهمیت براهین و استدلالات استقرائی در پیشبرد علم تأکید می‌شود. این دیدگاه در عامترین صورت خود، رأی و نظری است درباره زمینه و شرایط اکتشاف [قوانین علمی] و نیز زمینه و شرایط توجیه نظریه‌ها. با توجه به زمینه و شرایط اکتشاف، اعتقاد اصحاب اصالت استقراء این است که تحقیق و پژوهش علمی عبارت است از تعمیم استقرائی نتایج مشاهدات و آزمایشها. و با توجه به زمینه و شرایط توجیه [نظریه‌های علمی] رأی اصحاب اصالت تجربه این است که يك قانون یا نظریه علمی تنها هنگامی موجه به حساب می‌آید که شواهد موافق آن با طرح استقرائی مطابقت نماید.

فلسفه علم جان استوارت میل، نمونه‌ای از این دیدگاه قائل به اصالت استقراء است. میل ادعاهای گزافی را راجع به نقش براهین و استدلالات استقرائی هم در مورد اکتشاف قوانین علمی، و هم در توجیه آتی این قوانین مطرح ساخت.

زمینه و شرایط اکتشاف [قوانین علمی]

روشهای استقرائی استوارت میل

[جان استوارت] میل یکی از مؤثرترین مبلغان و مروجان روشهای استقرائی بود که از سوی کسانی نظیر دونس اسکوتس، اکام، هیوم و هرشل، مورد بحث و بررسی قرار گرفته بود. او در این کار تا آن حد اصرار ورزید که این روشها به نام خود وی، به «روشهای [استقرائی] میل» در تحقیق و پژوهش تجربی، شهرت یافت. میل بر اهمیت این روشها در اکتشاف قوانین علمی تأکید می‌ورزید. در واقع، میل در جریان مباحثه‌ای [فرضی] با هوئل تا آنجا پیش رفت که مدعی شد هر قانون علی که علم بدان دست یافته، «به وسیله شیوه‌هایی که قابل تحویل به یکی از این روشهاست، کشف گردیده است» [۱].

میل چهار روش استقرائی را مورد بحث قرار داده* که می‌توان آنها را بدین طریق نمایش

داد:

پدیده‌ها	«روش توافق»	نمونه (مورد، مصداق)
	شرایط مقدم و اولیه	
abe	ABEF	۱
acd	ACD	۲
afg	ABCE	۳

بنابراین محتمل است که A علت a باشد.

پدیده‌ها	«روش اختلاف»	نمونه (مورد)
a	ABC	۱
-	BC	۲

بنابراین A يك جزء لا ینفك از علت a است.

*میل همچنین يك روش پنجم را، که ترکیبی از روش توافق و اختلاف بود و در آن این دو روش در طرح و نقشه واحدی منحل می‌گردید، مورد بررسی قرار داد.

پدیده‌ها	«روش تغییرات همزمان» شرایط اولیه	نمونه (مصدق)
a^+b	A^+BC	۱
a^0b	A^0BC	۲
a^-b	A^-BC	۳

بنابراین A و a رابطه علی و معلولی دارند.

پدیده‌ها	«روش باقیمانده‌ها» شرایط اولیه
ABC	abc
b است.	B علت
c است.	C علت

بنابراین A علت a است.

میل معتقد بود که در میان روشهای چهارگانه فوق‌الذکر، روش اختلاف مهمترین آنهاست. او در بیان خلاصه این طرح متذکر گردید که شرط A و پدیدار a تنها در صورتی ارتباط علت و معلولی دارند که آن دو مورد فقط و فقط در يك شرط متفاوت باشند [۲]. اما اگر این محدودیت اعمال گردد، در آن صورت هیچ نوع رابطه علی را نمی‌توان با استفاده از روش اختلاف کشف کرد.

توصیف دو نمونه [مشابه] مستلزم مراجعه به مکانها یا زمانهای مختلف است. اما چون از قبل و مقدم بر هر نوع تجربه دلیلی برای خارج ساختن موقعیت مکانی و زمانی از فهرست شرایط در دست نیست، غیر ممکن است که دو مورد که با توجه به وقوع يك رویداد، تفاوت دارند، همچنان فقط در يك شرط متفاوت باشند.

مشکل دیگر این است که در بیان مختصر میل از روش اختلاف، همه شرایط در يك تراز

قرار دارند. مثلاً برای تبیین اینکه چرا نیتروگلیسرین در يك موقعیت منفجر می شود و در موقعیت دیگر نه، می باید نه فقط راههای به کار بردن این ماده را مشخص ساخت، بلکه همچنین می باید شماره ابرهای آسمان و شدت فعالیت لکه های خورشید را نیز مشخص کرد. اگر همه شرایط در يك سطح قرار داشته باشد، تنها با توصیف حالت تمام عالم در يك زمان خاص می توان يك مورد را به نحوی شایسته و درخور مشخص ساخت.

میل از این امر آگاه بود. او اذعان داشت که مفید بودن روش اختلاف به عنوان يك روش اکتشاف علمی در گرو این فرض است که برای هر تحقیق علمی خاص، تنها شمار اندکی از شرایط نیاز به تعیین و ارزشیابی دارد. اما قائل بود که خود این فرض به وسیله تجربه توجیه می شود. میل مدعی بود علیرغم آنکه تحقیق علمی به اوضاع و احوال انگشت شماری محدود و منحصر شده، در بسیاری موارد طرح «روش اختلاف» قابل اجراست.

ممکن است چنین باشد، اما در آن صورت اکتشاف روابط علی مستلزم چیزی بیش از صرف مشخص ساختن مقادیری است که با طرح مزبور مطابقت می نمایند. برای آنکه بتوان این روش را در تحقیق علمی به کار برد، لازم است فرضیه ای درباره آن دسته از شرایطی که می تواند به وقوع يك پدیدار معین مرتبط گردد، ساخته و پرداخته شود؛ و این فرضیه درباره شرایط مربوط، می باید مقدم بر کاربرد طرح مزبور، تدوین گردد. بدین ترتیب می باید ادعای میل را دایر بر اینکه کاربرد روش اختلاف برای آشکار ساختن روابط علی کافی است، رد کرد. از سوی دیگر، هرگاه این فرض مطرح شود که وضع و حال معینی با يك پدیدار خاص مرتبط است، روش اختلاف، از طریق آزمایشهای کنترل شده، شیوه ارزشمندی را برای آزمودن فرض مزبور مشخص می سازد.

میل روش اختلاف را به دیده مهمترین ابزار اکتشاف روابط علی می نگریست. دعاوی او در مورد روش توافق معتدلتر بود. او اعتقاد داشت که روش توافق، ابزار مفیدی برای اکتشاف قوانین علمی است، اما معترف بود که این روش در معرض محدودیتهای مهمی قرار دارد. يك محدودیت این است که روش مزبور تنها در صورتی برای جستجوی روابط علی مؤثر است که فهرست دقیقی از شرایط مربوط ساخته و پرداخته شده باشد. اگر وضع و حال موجود در هر مورد نادیده گرفته شود کاربرد روش اختلاف سبب گمراهی پژوهشگر می شود. بنابراین کاربردهای موفقیت آمیز روش توافق - نظیر کاربردهای موفقیت آمیز روش اختلاف - تنها

بر مبنای فرضیه‌های متقدمی دربارهٔ اوضاع و احوال مربوط، امکان‌پذیر است. محدودیت دیگر روش توافق ناشی از این امکان است که چند علت [و نه يك علت تنها] در کار باشد. میل اذعان کرد که پدیداری از يك نوع خاص، ممکن است معلول اوضاع و احوال مختلف در موقعیتهای مختلف باشد. مثلاً در طرح (نمودار) سابق الذکر ممکن است که B، پدید-آورنده a در موارد ۱ و ۳ باشد، و D پدیدآورنده a در مورد ۲. چون این امکان وجود دارد بنابراین تنها می‌توان نتیجه گرفت که A احتمالاً علت a است. میل متوجه شد که این وظیفه نظریه احتمالات (حساب احتمالات) است که احتمال این را که علل متعدد وجود دارد برآورد کند، و خاطرنشان ساخت که ممکن است از طریق در نظر گرفتن موارد بیشتری که در آنها اوضاع و احوال، بیشتر تغییر می‌کند، اما رابطه موردنظر همچنان برجای می‌ماند، این احتمال را برای يك رابطه معین کاهش داد.

میل اعتقاد داشت که امکان تعدد علل نمی‌تواند تردیدی دربارهٔ صحت نتایجی که به وسیله روش اختلاف به دست می‌آید، پدید آورد. او اعلام کرد که در هر استدلال از طریق روش اختلاف

لااقل در این مورد خاص، مطمئناً A یا علت a است و یا جزء لاینفك علت آن، ولو آنکه علتی که آنرا در مورد دیگر ایجاد می‌کند ممکن است بکلی متفاوت باشد [۳].

اما سخن گفتن از «يك علت در این مورد» چه معنا دارد؟ میل قبلاً علت را به عنوان يك وضع و حال یا مجموعه‌ای از اوضاع و احوال تعریف کرده بود، که هم به طور لایتغیر و هم به طور نامشروط، معلولی از يك نوع معین در پی آن ظاهر می‌گردد. به نظر می‌رسد منظور میل در قولی که در بالا نقل گردید این است که، کاربرد روش اختلاف بتنهایی، ثابت می‌کند که پدید آمدن هر وضع و حالی باید با ظهور پدیدار متناظر آن همراه باشد. از قرار معلوم علیرغم اعتراف به اینکه ممکن است مجموعه دیگری از اوضاع و احوال در پی پدیدار مورد نظر ظاهر گردد، منظور میل همانست که گفته شد. این استنتاج از منظور میل را می‌توان با ذکر ادعای خود او مورد تأیید قرار داد:

تعدد علل... نه تنها اعتماد مربوط به روش اختلاف را کاهش نمی‌دهد، بلکه حتی مشاهده یا آزمایش بیشتری را نیز ضروری نمی‌سازد: هنوز هم دو مورد

(نمونه) یکی مثبت و دیگری منفی برای کاملترین و قاطعترین استقراء کفایت می کند [۴].

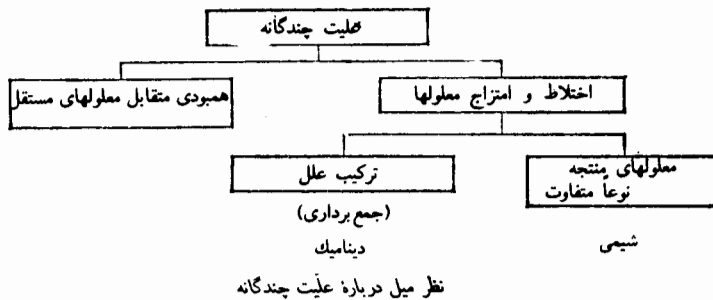
و. س. جونز بعداً متذکر گردید که میل از حکمی درباره آنچه که در يك آزمایش یگانه رخ می دهد، جهش ناموجهی به این حکم کلی انجام داده است که هرچه در يك آزمایش رخ می دهد در آزمایشهای دیگر نیز رخ خواهد داد [۵].

علیت چندگانه و روش استقرائی فرضیه ای - قیاسی

در مطالعات تاریخی مربوط به فلسفه علم معمول چنین است که نظریات میل و هوئل را در مقابل هم قرار می دهند. میل اغلب به عنوان کسی نمایانده می شود که اکتشاف علمی را با کاربرد طرح استقرائی یکی می سازد، در حالی که هوئل به منزله کسی نمایانده می شود که به اکتشاف علمی به چشم ابداع دلخواه و آزاد فرضیه ها می نگرد.

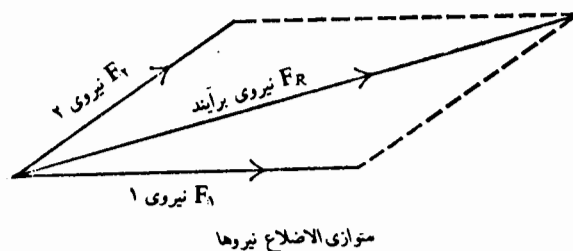
تردیدی نیست که میل برای روشهای استقرائی خوددعای گزافی را مطرح کرد. یقیناً این روشها تنها ابزار اکتشاف در علم به حساب نمی آید. اما علیرغم تفسیرهایی که وی در این زمینه برضد هوئل به رشته تحریر در آورد، خود بوضوح از ارزش فرضیه سازی در علم آگاه بود. مایه تأسف است که نویسندگان بعدی در مورد ادعاهای عجولانه و نامحتاطانه ای که میل در مباحثاتش با هوئل کرده بود، مبالغه نموده اند.

مثلاً در بحثی راجع به علیت متعدد (چندگانه)، میل دامنه کاربرد روشهای استقرائی خود را به میزان زیادی محدود ساخت. موارد علیت متعدد، مواردی است که در آنها بیش از يك علت در ایجاد يك معلول دخالت می کند. میل موارد علیت چندگانه را به دو طبقه تقسیم کرد: مواردی که در آنها، علتهاى مختلف به ایجاد معلولهای جدا و مستقل خود ادامه می دهند، و مواردی که در آن به عوض معلولهایی که می توانست جداگانه به وجود آید، يك معلول منتج (برآیند) وجود دارد. میل بعلاوه طبقه دوم را به مواردی که در آن معلول منتج، «حاصل جمع برداری» علل موجود است، و مواردی که در آن معلول منتج نوعاً با معلولهای چندگانه علل مستقل تفاوت دارد، تقسیم کرد.



میل معتقد بود که «همبودی متقابل معلولهای مستقل و جدا از هم» را می توان به وسیله چهار روش استقرائی به نحو موفقیت آمیزی تحلیل کرد. بعلاوه اعتقاد داشت که همین امر در مورد «معلولهای منتهجه که نوعاً متفاوت اند» صادق است. و متذکر گردید که در این وضع دوم، پژوهشگر می تواند معلولها را با حضور یا غیاب شرایط مرتبط سازد و آنگاه روشهای توافق و اختلاف را اعمال کند.

میل معتقد بود که موقعیت در مورد «ترکیب علل» بکلی متفاوت است. این نوع علّیت چندگانه، به پژوهش به وسیله روشهای چهارگانه استقراء تن در نمی دهد. او به عنوان شاهد صدق گفتار خود، مورد حرکت تحت تأثیر دو نیروی متقاطع را ذکر کرد. نتیجه تأثیر این دو نیرو حرکت در راستای قطر متوازی الاضلاعی است که اضلاع جانبی آن، طولی متناسب با قدر مطلق نیروهای مذکور دارد.



اینجا جای چون و چرا درباره علل به هم پیوسته ای که معلولی را ایجاد می کنند که نوعاً با معلولهای مستقل مربوط به علل مربوطه، متفاوت است، نیست. هر مؤلفه مستقل علّت به طور

کامل اثر خود را ظاهر می‌سازد، ولی این عمل به نحوی است که منجر به تقویت و استحکام یا حذف معلولها می‌گردد. این امر حتی در تعادل دینامیک، که در آن اثر منتجه نیروهای مؤثر، ایجاد حالت سکون است، صادق است.

يك نکته مهم درباره ترکیب نیروها این است که سهم و اثر چند نیروی مؤثر را نمی‌توان از روی اطلاعاتی درباره حرکت منتجه به دست آورد. يك حرکت منتجه معین را می‌توان از تعداد نامتناهی مجموعه‌های نیرو به دست آورد.

میل نتیجه گرفت که روشهای استقرائی او در مواردی که پای ترکیب علل در کار است مفید نیست - یعنی نمی‌توان به نحو استقرائی از این آگاهی که معلول منتجه‌ای رخ داده است، به معرفت علل مؤلفه آن نائل گردید، و به این دلیل توصیه کرد که در تحقیق و کاوش علّیت مرکب، يك «روش قیاسی» به کار گرفته شود.

میل نکات مهم يك روش قیاسی سه مرحله‌ای را مشخص ساخت:

(۱) تنسيق مجموعه‌ای از قوانین؛

(۲) استنتاج حکمی درباره معلول منتجه از روی ترکیب خاصی از این قوانین؛

(۳) بررسی و تحقیق [به وسیله دلائل و شواهد تجربی].

میل ترجیح می‌داد که هر قانونی به وسیله بررسی و مطالعه علت مربوط که به نحو مستقل عمل می‌کند استنتاج شود، اما استفاده از فرضیه‌هایی که از پدیدارها استنتاج نشده‌اند را نیز مجاز می‌داشت. [به زعم او] فرضیه‌ها عبارت‌اند از فرضیه‌هایی درباره علل، که ممکن است به وسیله يك دانشمند، در مواردی که استنتاج قوانین مستقل عملی نیست، مطرح گردند.

میل در مورد موجه بودن استفاده از فرضیه‌ها، اگر نتایج قیاسی حاصل از آنها با مشاهدات موافق باشد، با هوثل همعقیده بود. لکن شرایط سختی برای تحقیق کامل فرضیه‌ها قائل گردید. او از يك فرضیه تحقیق شده انتظار داشت که نه فقط نتایج قیاسی حاصل از آن با مشاهدات موافق و سازگار باشد، بلکه در عین حال هیچ فرضیه دیگری واقعیاتی را که می‌باید تبیین شوند، دلالت نکند. میل معتقد بود که تحقیق تجربی يك فرضیه به طور کامل مستلزم طرد همه فرضیه‌های رقیب است.

میل اعتقاد داشت که تحقیق کامل [فرضیه‌ها] گاهی اوقات در علم حاصل می‌شود. لیکن

فقط يك نمونه - یعنی فرضیه نیوتن درباره نیروی جذب به مرکز متناسب با معکوس مجذور

فاصله میان خورشید و سیارات - را به عنوان شاهد صدق گفتار خود ذکر کرد. میل مدعی گردید که نیوتن نه فقط نشان داده که نتایج قیاسی حاصل از این فرضیه با مشاهدات موافق است بلکه همچنین نشان داده است هیچ قانون دیگری درباره نیروها نمی تواند برای تبیین و تفسیر این حرکات به کار آید [۶]. اما نه میل و نه نیوتن دلیلی اقامه نکردند که سایر فرضیه های رقیب که مورد مطالعه آنها قرار گرفته اند راههای ممکن تفسیر و تبیین حرکات سیارات را کاملاً بررسی کرده باشند.

میل معتقد بود که فرضیه نیوتن، موردی از علّیت متعدد است که در آن تحقیق کامل صورت گرفته است. با این حال او از دشواری طرد فرضیه های رقیب بخوبی آگاه بود و از این رو در سایر موارد نسبت به ارزشیابی موقع و مقام فرضیه ها و نظریه ها بسیار محتاط بود. برای نمونه او بر آن بود که گرچه نظریه موجی یانگ و فرنل نتایج قیاسی تأیید شده متعددی دارد، معهذا چنین تأییدهای تجربی به منزله تحقیق تجربی نیست. میل اظهار نظر کرد که ممکن است زمانی در آینده، نظریه ای تنظیم و صورت بندی شود که نه تنها پدیده هایی را که در زمان خود او به وسیله نظریه موجی تبیین می شود، بلکه همچنین پدیده های جذب و صدور نور را که این نظریه از تبیین آن عاجز است، تبیین کند [۷]. میل، موافق با شرایط سنگین و الزامات سختی که برای مفهوم تحقیق قائل بود، نسبت به نظریه های زمان خود نیز به نحو قابل تحسینی طرز تلقی روشن اندیشه ای داشت.

میل برای روش قیاسی، نقش بسیار مهمی را در اکتشاف علمی قائل گردید. او اعلام داشت که:

برجسته ترین پیروزیهای ذهن و اندیشه بشری در پژوهش طبیعت مدیون [این

۱. نظریه یانگ و فرنل Fresnel مربوط است به شرایط تداخل نور قطبی شده:

الف: دو شعاع نور که از اشعه واحدی صادر گردند و در صفحه یکسانی قطبی شوند نظیر شعاعهای نور معمولی و به همان شیوه تداخل می کنند.

ب: دو شعاع نور که از اشعه قطبی شده واحدی صادر شوند و به نحو عمود برهم قطبی شوند، تنها در صورتی تداخل می کنند که به یک صفحه پولاریزاسیون یکسان منتقل گردند.

ج: دو شعاع نور قطبی شده عمود برهم که از اشعه نور معمولی صادر شده باشند اگر به صفحه پولاریزاسیون واحدی منتقل شوند، با هم تداخل نمی کنند. - م.

روش] است. ما همه نظریه‌هایی را که به وسیله آنها پدیدارهای گسترده و پیچیده، تحت چند قانون ساده قرار گرفتند [و رازشان گشوده شد] مدیون این روش ایم - قانونهایی که اگر به عنوان قوانین آن پدیدارهای عظیم در نظر گرفته می‌شدند، محال بود که به وسیله مطالعه مستقیم خود آنها، آشکار و مکشوف گردد [۸].

در این مورد میل و هوئل هم‌عقیده بودند. هر دوی آنها باور داشتند که تألیف عظیم نیوتنی محصول يك روش استقرائی - قیاسی بوده است. اگر چنین باشد، می‌توان نتیجه گرفت که میل دربارهٔ زمینهٔ اکتشاف علمی، از يك موضع منحصرأ استقرائی دفاع نکرد.

زمینه و شرایط توجیه [نظریه‌های علمی]

گرچه میل تحقیق و پژوهش علمی را به صرف استفاده از طرح استقرائی تحویل نکرد، معهذا اصرار داشت که موجه ساختن قوانین علمی در گرو برآورده شدن شرایط طرح استقرائی است. او معتقد بود که این وظیفهٔ منطق استقرائی است که قواعد لازم را برای ارزشیابی احکام راجع به ارتباط علی، فراهم آورد. برطبق نظر میل، می‌توان حکمی دربارهٔ يك ارتباط علی را با نشان دادن اینکه شواهد موافق آن، با طرح استقرائی مشخصی تطبیق می‌کند، موجه ساخت.

روابط علی و روابط تصادفی (اتفاقی)

میل معتقد بود که یکی از اهداف مهم علم، اثبات روابط علی است. او بحث خود را دربارهٔ این هدف، بر بنیان تحلیلی از نظر هیوم استوار ساخت که برطبق آن روابط علی چیزی نیستند بجز مقارنه‌های پی‌درپی ثابت میان دو نوع رویداد. میل دریافت که اگر هیوم در معادل انگاشتن روابط علی و مقارنه‌های ثابت محق می‌بود، در آن صورت همهٔ رشته‌های نامتغیر و ثابت حوادث در يك تراز قرار می‌گرفت [و از دیدگاه قانون علیّت از ارزش مشابهی برخوردار می‌شد]. اما برطبق نظر میل برخی از روابط نامتغیر، علی است و برخی دیگر نه. برای نمونه، افزودن يك قطعه سدید به يك لیوان آب، علت ایجاد حبابهای جوشان در آب است. اما روز، علت پدید آمدن شب نیست، گرچه تجربهٔ ما تا این زمان نشان داده است که توالی روز و

سبب تغییر ناپذیر است. میل بدین ترتیب میان توالی علی حوادث و توالی اتفاقی و تصادفی، تفاوت قائل شد. او بر آن بود که يك رابطه علی، رشته ای از حوادث است که هم تغییر ناپذیر است و هم نامشروط. و بدین وسیله راه را برای پذیرش این امکان که برخی رشته های نامتغیر، غیر علی باشد، باز کرد.

میل اعتراف کرد که فرق نهادن میان توالیهای علی و غیر علی تنها در صورتی ارزشمند و در خور اعتنا است که بتوان راهی برای اثبات اینکه برخی از توالیها غیر مشروط است، پیدا کرد. او اظهار نظر کرد که يك رشته متوالی نامشروط، رشته ای است که نه تنها در همه تجربه های گذشته ما نامشروط باقی مانده است، بلکه در عین حال تا آن هنگام که «ساختمان و اساس فعلی اشیاء پا برجاست»، به همین وضع باقی می ماند [۹]. او توضیح داد که منظورش از «ساختمان و اساس فعلی اشیاء» آن دسته از «قوانین نهایی طبیعت (هرچه که باشد) است، که متمایز از قوانین اشتقاق یافته و تبعی، و متمایز از نظم و ترتیب قراردادی است» [۱۰].

میل اظهار نظر کرد که وضع و حال يك رشته ثابت را ممکن است چنین معین کرد که ملاحظه شود اگر شرایطی که رشته حوادث معمولاً در آن رخ می دهد تغییر کند چه پدیده می آید. اگر این شرایط بتواند به نحوی سازگار با «قوانین نهایی» تغییر یابد، و اگر در چنین حالی، معلول رخ نماید در این صورت توالی مزبور يك توالی مشروط است. مثلاً در مورد روز و شب، میل متذکر گردید شرایط مربوط به این توالی شامل گردش وضعی زمین، تابش نور از خورشید، و فقدان اجرام کدری است که در میان زمین و خورشید قرار گیرند. میل مدعی گردید که چون در صورت برقرار نبودن یکی از این شرایط، تغییری در قوانین نهایی طبیعت پدید نمی آید، بنابراین رشته روز - شب، رشته ای مشروط است.

به واسطه غفلت میل از مشخص ساختن اینکه کدامیک از قوانین، «قوانین نهایی طبیعت» است، فایده عام این رهیافت به نحو قابل توجهی محدود گردید. با این حال او بدین دل خوش کرد که رشته های علی واقعاً از رشته های تصادفی متمایز است و اینکه این تمایز را می توان به وسیله آزمایش آشکار ساخت. میل معتقد بود که آنچه مورد نیاز است، نظریه ای درباره برهان است که صورت معتبر استدلال استقرائی را مشخص می سازد. يك چنین نظریه ای فیلسوف

علم را قادر می‌سازد تا تعیین کند کدامیک از تعمیمهای حاصل از تجربه بیانگر روابط علی است.

میل گاهگاه، با تمجید فراوان، از طرحهای چهارگانه استقرائی خود با عنوان قواعد برهان رابطه علی یاد می‌کرد. اما در مواردی که محتاطتر بود، برهان رابطه علی را به آن دسته از دلائل که بر وفق روش اختلاف است محدود می‌ساخت.

توجیه استقراء

میل به منظور اثبات این مطلب که هر استدلالی که صورت روش اختلاف دارد، رابطه علی را اثبات می‌کند، ناگزیر بود نشان دهد که این ارتباط، هم لایتغیر است و هم نامشروط. او اعتقاد داشت که از عهده انجام این مهم برمی‌آید. اما همه فلاسفه علم متفق اند که میل از عهده اثبات مدعای خود برنیامده است. استدلالهای میل برای اثبات مدعای خود مبتنی بر دو مقدمه بود و او از عهده اثبات صدق هیچیک از دو مقدمه برنیامد.

اولین مقدمه این بود که موارد مثبت و منفی که در چارچوب روش اختلاف عرضه می‌شود و در آن صدق می‌کند، تنها در یکی از شرایط مربوط تفاوت دارد. اما همچنان که در بالا عنوان شد، میل توانست این موضوع را اثبات کند. حداکثر کاری که او توانست انجام دهد نشان دادن این مطلب بود که در برخی موارد، توالیهای مشاهده شده، علیرغم این واقعیت که تنها تعداد کمی از شرایط در نظر گرفته شده بدون تغییر باقی مانده است. اما این مطلب به هیچ روی برای اثبات اینکه هیچ شرط دیگری نمی‌تواند به وقوع یا عدم وقوع پدیدار مورد نظر مربوط باشد، کافی نیست.

مقدمه دوم، يك اصل عام علیّت است که تصریح می‌کند برای هر پدیدار، يك مجموعه از شرایط و اوضاع و احوال مقدم وجود دارد که پدیدار مزبور به نحو لایتغیر و نامشروط نتیجه آن است. میل خواستار آن بود که صدق قانون علیّت بر مبانی کاملاً تجربی اثبات گردد، و اذعان داشت که در این خواست با نوعی تناقض منطقی مواجه است. تناقض مورد بحث بدین صورت است: اگر قرار است قانون علیّت به وسیله تجربه اثبات گردد، در آن صورت باید خود آن قانون نتیجه يك استدلال استقرائی باشد. اما هر قانون استقرائی که نتیجه آن را اثبات می‌کند، صدق قانون علیّت را مفروض می‌گیرد. میل قبول کرد که برهان او ظاهراً مشتمل بر يك دور باطل

است. او دریافت که نمی‌تواند قانون علیّت را به وسیله يك استدلال استقرائی که از روش اختلاف سود می‌جوید به اثبات رساند. دست زدن به چنین کاری همان گرفتار آمدن در دور باطل است، زیرا برای توجیه خود روش اختلاف، قانون علیّت مورد نیاز است. میل فکر می‌کرد که می‌تواند از این دور باطل به مدد رأیی درباب استدلال استقرائی به وسیله شمارش ساده، رهایی یابد. او معتقد بود که:

تزلزل و نااستواری روش استقراء به وسیله شمارش ساده، با گستردگی و بزرگی اصل تعمیم نسبت معکوس دارد. این فراگرد درست به میزانی که موضوع مورد مشاهده، خاص، و از نظر حیطة محدود است، گمراه کننده و نامکفی خواهد بود. هرچه محدوده مورد بررسی گسترده تر گردد، این روش غیر علمی کمتر گمراه کننده می‌شود، و آنگاه عامترین طبقه حقایق، مثلاً قانون علیّت ... چنانکه باید و شاید به نحوی رضایت بخش بتنهایی به وسیله این روش اثبات می‌گردد [۱۱].

بنابراین در حالی که حکم کلی «همه کلاغها سیاه هستند» مشکوک و نامعتبر است (اکتشاف قوی سیاه را به یاد آورید)، این حکم کلی چنین نیست: «برای هر حادثه‌ای از يك نوع معین، مجموعه‌ای از شرایط و اوضاع و احوال وجود دارد که حادثه مزبور به نحو لایتغیر و نامشروط از آن مجموعه نتیجه می‌شود».

میل اعتقاد داشت که قانون علیّت تعمیمی آنچنان وسیع و گسترده است که هر رشته از رویدادها آزمونی برای صدق آن فراهم می‌آورد. همچنین معتقد بود که ما حتی يك مورد استثناء نیز برای این حکم کلی سراغ نداریم. بر طبق نظر او، هر استثنای ظاهری «که به اندازه کافی در معرض مشاهده ما قرار دارد»، [بعد از تحقیق] آشکار شده است که یا در اثر غیاب وضع و حالی بوده است که علی القاعده می‌باید حاضر می‌بوده، و یا در اثر حضور وضع و حالی که قاعده می‌باید غایب می‌بوده است [۱۲]. میل نتیجه گرفت که چون هر رشته از رویدادها آزمونی برای قانون علیّت به حساب می‌آید، و چون هر رشته‌ای که مورد تحقیق قرار گرفته این قانون را تأیید کرده است، بنابراین خود، این قانون يك حقیقت ضروری است.^۱

۱. برای تفصیل بیشتر در این مورد و بررسی نادرست بودن سخن میل رجوع کنید به نقدی و درآمدی بر تضاد دیالکتیکی

بدین ترتیب میل مدعی گردید که میرهن ساخته است، يك استدلال استقرائی به روش شمارش ساده مأخوذ از مقدمات تجربی ثابت می‌کند که قانون علیّت يك حقیقت ضروری است. اما برهان میل رضایت بخش نیست. هیچ نوع توسل و تمسك به تجربه، به نحوه‌ای که اشیاء هستند، از عهده اثبات اینکه اشیاء نمی‌توانند طور دیگری باشند بر نمی‌آید. حتی اگر میل بتواند دعوی خود را در این زمینه که هرگز هیچ استثنای جدی بر قانون علیّت وارد نیامده است، موجه سازد، این امر نیز نمی‌تواند اثبات کند که قانون مزبور يك حقیقت ضروری است؛ و میل برای توجیه ادعای خود در این مورد که استدلالاتی که موافق روش اختلاف است، روابط علی را ثابت می‌کنند، بدان نیاز دارد که قانون علیّت يك حقیقت ضروری باشد.

دیدگاه استقرائی - قیاسی جونز

رای متکی به اصالت استقرای میل در باب زمینه و شرایط توجیه فرضیه‌های علمی، بلافاصله از سوی جونز مورد اعتراض قرار گرفت. جونز اصرار می‌ورزید که برای موجه ساختن يك فرضیه می‌باید دوکار انجام داد. اول آنکه نشان داده شود این فرضیه با سایر قوانینی که از بوته آزمایش سربلند بیرون آمده و بخوبی تأیید شده است تعارض ندارد. و دیگر آنکه نشان داده شود نتایج آن با آنچه مشاهده می‌شود سازگار و متلائم است [۱۳]. اما نشان دادن اینکه يك فرضیه نتایجی دارد که با موارد مشاهده شده توافق دارد، به معنی استفاده از استدلال قیاسی است. جونز بدین ترتیب ادعای میل را در این خصوص که توجیه فرضیه‌ها به وسیله رعایت چارچوب و طرح استقرائی صورت می‌پذیرد، رد کرد. و با این اقدام مجدداً بر تأکیدی که از سوی ارسطو، گالیله، نیوتن، هرشل و برخی دیگر بر آزمون قیاسی صورت گرفته بود، صحه گذارد.



نوشته دکتر عبدالکریم سروش ص ۵۵ به بعد مبحث تفاوت معرفت متافیزیکی و معرفت علمی.
در خصوص قوانین متافیزیکی نظیر قانون علیّت به طور خلاصه باید گفت که آنها برخلاف قوانین علمی با جهان و حوادث جهان برخورد و تصادم ندارند و رویدادها هرگونه که به وقوع پیوندند نه تنها آنها را نقض نمی‌کنند که شاهدهی بر تأیید آنها به حساب می‌آیند چرا که تمامی رویدادها در داخل این چهار چوبهای عام و کلی (قوانین متافیزیکی) به وقوع می‌پیوندند و گریزی از آنها ندارند. - م.
۱. به بیان دیگر، اثبات شیئی نفی ماعداء نمی‌کند.

مراجع

- ^۱ J. S. Mill, *System of Logic* (London: Longmans, Green, 1865), vol. I, 480.
- ^۲ Ibid., I, 431.
- ^۳ Ibid., I, 486.
- ^۴ Ibid., I, 485.
- ^۵ W. S. Jevons, *Pure Logic and Other Minor Works* (London: Macmillan, 1890), 295.
- ^۶ Mill, *System of Logic*, II, 11-13.
- ^۷ Ibid., II, 22.
- ^۸ Ibid., I, 518.
- ^۹ Ibid., I, 378.
- ^{۱۰} Ibid., I, 378n.
- ^{۱۱} Ibid., II, 101.
- ^{۱۲} Ibid., II, 103.
- ^{۱۳} Jevons, *The Principles of Science* (New York: Dover Publications, 1958), 510-11.

پوزیتیویسم ریاضی و مذهب اصالت قرارداد

پوزیتیویسم ریاضی بارکلی

تنظیم مجدد قوانین مکانیک توسط ماخ

رأی دوئم درباره منطق عدم تأیید تجربی

مذهب اصالت قرارداد پوانکاره

دو مورد استفاده از قوانین مکانیک

انتخاب هندسه به منظور توصیف «فضای فیزیکی»

رأی پوپر در باب ابطال پذیری به عنوان معیار روش تجربی

نظر هانسون درباره کاربردهای قوانین علمی

جورج بارکلی^۱ (۱۶۸۵ تا ۱۷۵۳) در يك خانواده انگلیسی الاصل در ایرلند چشم به جهان گشود. او در ترینیتی کالج دوبلین ابتدا به تحصیل و بعداً به تدریس پرداخت. بارکلی كه يك انگلیکان پرشورو

۱. این قسمت از طبع جدید کتاب (۱۹۸۰) حذف گردیده است. - م.

2. George Berkeley

۳. عضو کلیسای انگلیس (ر. ك. دایرة المعارف فارسی).

مخلص بود در ۱۷۲۴ به ریاست نمازخانه شهر لاندن دری منصوب شد. اندکی بعد درصدد تأسیس يك كالج در شهر برمودا برآمد؛ لکن این طرح به واسطه فراهم نبودن سرمایه کافی به مرحله اجرا درنیامد. به سال ۱۷۳۴ مقام اسقفی شهر کلون را پذیرفت. فلسفه ضدمدادی بارکلی در کتابهای رساله درباره اصول علم انسانی (۱۷۱۰) و سه گفت و شنود میان هیلاس و فیلونوس (۱۷۱۳) ارائه گردیده است. نوشته‌های بعدی او شامل نقدی درباره تفسیر نیوتن از حساب جامعه و فاضله (رساله تحلیل گر ۱۷۳۴) و نقدی از دیدگاه پوزیتیویستی بر فیزیک نیوتنی است (رساله حرکت ۱۷۲۱).

ارنست ماخ (۱۸۳۸-۱۹۱۶) يك فیزیکدان تحصیلکرده در وین بود که علاوه بر تحقیقاتی درباب فلسفه علم، سهم زیادی نیز در مطالعات مربوط به مکانیک، صوت (آکوستیک)، ترمودینامیک و روانشناسی تجربی داشت. او مبارزه سختی را برضد مداخلات ناروای تفسیرهای «متافیزیکی» در فیزیک به راه انداخت. ماخ در برابر این نظر که علم می‌باید درصدد باشد تا در ورای ظواهر و نمودها به توصیف برخی «واقعیت‌های عینی» نظیر اتمها بپردازد، اصرار می‌ورزید که علم می‌باید به يك توصیف کاملاً مقتصدانه از روابط میان پدیده‌ها اکتفا کند و پایش را از این حد فراتر نگذارد.

هانری پوانکاره (۱۸۵۴-۱۹۱۲) در شهر نانسی در يك خاندان سرشناس به دنیا آمد. پسر عمیش ریمون پوانکاره، در دوران جنگ اول جهانی رئیس جمهور فرانسه بود. او به قصد اینکه مهندس معدن شود در مدرسه عالی معدن ثبت نام کرد، اما علاقه اش به ریاضیات محض و عملی (کار بسته) جلب گردید. پس از دوران کوتاهی در دانشگاه کان، در دانشگاه پاریس به کار مشغول شد (۱۸۸۱). پوانکاره به تحقیقات مربوط به مکانیک محض و مکانیک سماوی کمکهای ذیقیمتی کرد. رساله او که به سال ۱۹۰۶ درباره الکترون به رشته تحریر درآمد، برخی از نتایجی را که به وسیله اینشتین در نظریه خاص نسبیت ارائه شد پیش بینی کرده بود. آثار پوانکاره در زمینه فلسفه علم - نظیر علم و فرضیه (۱۹۰۵) و ارزش علم (۱۹۰۷) - بر نقش مشرب اصالت قرارداد در تنظیم و صورت بندی نظریه های علمی تأکید داشت.

کارل پوپر (متولد ۱۹۰۲) استاد منطق و روش علمی در دانشگاه لندن بود. در کتاب پرآوازه منطق اکتشاف علمی (نشر آلمانی ۱۹۳۴، نشر انگلیسی ۱۹۵۹) جستجوی اصحاب «حلقه وین» را به منظور

1. Cloyne

۲. *Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge*. این رساله با نام مبادی علم انسانی توسط آقای منوچهر بزرگهر ترجمه شده و در سلسله انتشارات بنگاه ترجمه و نشر کتاب به چاپ رسیده است. - م.

۳. *Three Dialogues Between Hylas and Philonous* این کتاب نیز به نام سه گفت و شنود توسط آقای بزرگهر ترجمه شده و در سلسله انتشارات دانشگاه تهران طبع گردیده است. - م.

4. *The Analyst* 5. *De Motu* 6. Ernst Mach 7. Henri Poincaré 8. *Science and Hypotheses*
9. *The Value of Science* 10. *conventionalism* 11. Karl Popper 12. *Logic of Scientific Discovery*

یافتن معیاری برای تشخیص قضایای معنی دار تجربی مورد انتقاد قرار داد و در عوض پیشنهاد کرد که تفکیک میان علوم تجربی و شبه علوم^{۱۰} با توجه به روش شناسی معمول و کار بسته شده صورت پذیرد. او در کتاب حدسها و ابطالها^{۱۱} (۱۹۶۳) این موضع را مجدداً مورد تأکید قرار داد و به بسط دامنه آن همت گماشت. پوپر در خلال جنگ جهانی دوم با انتشار کتاب جامعه باز و دشمنان آن؛ افلاطون، هگل، مارکس و همه متفکرانی را که قوانینی لایتغیر به تاریخ نسبت می دهند، مورد انتقاد و اعتراض قرار داد.

نورود راسل هانسون^{۱۲} (۱۹۲۴ تا ۱۹۶۷) او به پیروی از همان سنت هونل و دوئم درصدد برآمد تا با مطالعاتی در خصوص تاریخ علم، به نتایجی درباره فلسفه علم دست یابد. او در تأسیس دانشکده مشترک تاریخ و فلسفه علم در دانشگاه ایندیانا نقشی اساسی داشت، و بعدها به مقام استادی کرسی فلسفه در دانشگاه ییل دست یافت. آثار منتشر شده او مشتمل است بر الگوهای اکتشاف^{۱۳} (۱۹۵۸)، مفهوم پوزیترون^{۱۴} (۱۹۶۳) و ادراک و اکتشاف^{۱۵} (۱۹۶۹) کار خلاق هانسون به واسطه برخورد هویامی که خود او خلبانی آن را بهمه داشت، با کوههای اطراف منطقه ایتاکا در نیویورک، نابهنگام و پیش از موعد طبیعی متوقف گردید.

پوزیتیویسم ریاضی بارکلی

یکی از نخستین منتقدان فلسفه علم نیوتن، جورج بارکلی بود که به عنوان يك فیلسوف به جهت استدلالهایی که برای اثبات عدم وجود «جوهر مادی» ارائه داده بود، انگشت نما شده بود. بارکلی در نقد نظریات نیوتن او را متهم ساخت که به هشدارهای خود پای بند نبوده و آنها را مراعات نکرده است. نیوتن هشدار داده بود که صورت بندی و تنظیم همبستگیها و روابط ریاضی، منجمله نیروها، يك مسأله است، و کشف اینکه نیروها «فی نفسه» چه هستند يك مسأله دیگر. بارکلی معتقد بود که نیوتن در متمایز ساختن نظریه های ریاضی خویش درباره شکست نور و جاذبه از فرضیه هایی درباره «طبیعت واقعی» نور و نیروی ثقل کاملاً محق بوده است. آنچه که بارکلی را برمی آشت این بود که نیوتن به بهانه طرح برخی «سؤالات»، عملاً طوری از نیروها سخن می گفت که گویی آنها چیزی بیش از عبارات معادله های ریاضی هستند. بارکلی

1. empirically meaningful statements 2. Pseudo - science 3. Conjectures and Refutations

4. The Open Society and its Enemies 5. Norwood Russell Hanson 6. Patterns of Discovery

7. The Concept of Positron 8. Perception and Discovery 9. Ithaca

۱۰. کتاب نیوتن متشکل از تعدادی بهره یا سؤال «Query» بود. - م.

مدعی بود که «نیروها» در مکانیک، نظیر افلاك تدویر در اخترشناسی است؛ این قالبهای ریاضی برای محاسبه حرکات اجسام مفیدست. اما اشتباه است که به این قالبها، وجودی واقعی در عالم خارج نسبت داده شود.

بارکلی مدعی بود که تمام محتوای مکانیک نیوتن در مجموعه ای از معادلات، همراه با این ادعا که اجسام بخودی خود حرکت نمی کنند خلاصه می شود. وی کاملاً مایل بود که ادعای نیوتن را دایر بر اینکه اجسام، فاقد نیروی خود جنبان هستند، تأیید کنند. معهدا هشدار داد که ممکن است توسل نیوتن به مفاهیمی نظیر «نیروهای جاذبه»، «نیروهای پیوند دهنده» و «نیروهای تجزیه کننده» خواننده را دچار گمراهی سازد. این «نیروها» صرفاً موجودات ریاضی هستند. بارکلی اعلام داشت که:

موجودات ریاضی، ذات و جوهر پایداری در طبیعت اشیاء ندارند، آنها وابسته به تصور شخص تعریف کننده هستند. به طوری که هر يك از این چیزها می تواند به طرق دیگری تبیین گردد [۱].

بارکلی بدین ترتیب در مورد قوانین مکانیک، مدافع يك دیدگاه پیرو اصالت ابزار (وسیله انگاری) گردید. او اعتقاد داشت که این قوانین چیزی نیست بجز تعبیه های محاسباتی برای توصیف و پیش بینی پدیده ها، و اصرار می ورزید که نه الفاظ و اصطلاحاتی که در قوانین ظاهر می شود و نه وابستگیهای عملی که به وسیله این قوانین بیان می شود، هیچیک لزومی ندارد که به یکی از موجودات طبیعی مستند گردد. بارکلی بخصوص مدعی بود که ما هیچ اطلاعی از مسندالیه های عباراتی نظیر «نیروی جاذبه»، «عمل» و «نیروی محرک» نداریم. ما فقط می دانیم که اجسام خاصی به طرق معینی تحت شرایط معینی حرکت می کنند. معهداوی اذعان داشت که عباراتی نظیر «نیروی جاذبه» و «نیروی محرک»، به واسطه آنکه کاربردشان در نظریه ها ما را قادر به پیش بینی توالی حوادث می سازد، نقش مهمی در مکانیک دارد.

بارکلی به مخالفت با نظری درباره علم برخاست که تمایل داشت علم را به نقشه نگاری شبیه سازد. قوانین علمی و نظریه ها، نقشه جغرافیایی نیستند. هر لغت یا علامتی روی يك نقشه

جغرافیایی، يك عارضه طبیعی كره زمین را نشان می دهد، و [به همین جهت] ممکن است میزان کفایت يك نقشه را در حکایت و دلالت به وجهی معقول مستقیماً مورد تحقیق قرار داد. اما در مورد علم حال بدین منوال نیست. چنین نیست که هر لفظ از يك نظریه علمی بالضروره يك امر عینی قابل شناخت، يك خاصیت، یا يك رابطه را در عالم نشان دهد.

تأکید و پافشاری بارکلی بر موضع اصالت ابزار (وسیله انگاری)، هم موافق وهم شاید مأخوذ از رأی او در باب مابعدالطبیعه است، دایر بر اینکه در عالم دو نوع موجود بیشتر وجود ندارد؛ تصورات و اذهان. عبارت مختصر او که گویای این موضع است چنین است «وجود داشتن همانا درك کردن یا درك شدن است». بر مبنای این نظر، اذهان و عقول تنها علل موجه به شمار می آید. نیروها نمی توانند به نحو علی، مؤثر باشند.

گذشته از این بارکلی مصرّاً اظهار می داشت که نمی توان میان «کیفیات اولی» که خواص عینی اشیاء محسوب می شود، و «کیفیات ثانوی» که تنها در تجربه ادراکی ذهن عالم وجود دارد، هیچ نوع تمایزی قائل شد. گالیله، دکارت و نیوتن تمایز میان کیفیات اولی و ثانوی را پذیرفته و اظهار داشته بودند که امتداد، مکان و حرکت کیفیات اولی است. اما بارکلی منکر آن شد که هیچ نوع کیفیت اولی برای اجسام وجود داشته باشد. او اصرار داشت که امتداد و حرکت درست همانند حرارت و شفافیت کیفیات محسوس به شمار می آید. هر معرفتی که ما درباره امتداد و حرکت اجسام داریم، در تجربه ادراکی برای ما حاصل شده است.

بارکلی معتقد بود که سخن گفتن از حرکت در فضای مطلق، نظیر آنچه نیوتن انجام داده بود، بی معنی است. مکان چیزی نیست که جدا و مستقل از ادراك ما از اجسام وجود داشته باشد. بارکلی متذکر گردید که اگر اجسام در عالم نمی بودند، هیچ راهی برای نسبت دادن فواصل مکانی وجود نمی داشت. او سپس چنین نتیجه گیری کرد که اگر در این موقعیت نسبت دادن فواصل مکانی ممکن نباشد، در آن صورت سخن گفتن از «فضای» تهی از همه اجسام بی معنی خواهد بود.

بعلاوه بارکلی خاطرنشان کرد که اگر همه اجسام بجز یکی نابود می شدند، در آن صورت هیچ حرکتی را نمی توان به این جسم منتسب کرد. زیرا هر حرکتی نسبی است. سخن گفتن از حرکت يك جسم همانا سخن گفتن از تغییر روابط آن با سایر اجسام است. حرکت يك جسم واحد در درون يك فضای مطلق، غیر قابل تصور است.

به طریق اولی 'آزمایش سطل نیوتن نیز وجود فضای مطلق را اثبات نمی کند. بارکلی بدرستی ملاحظه کرد که حرکت آب در سطل «يك حرکت واقعاً دورانی» نیست، چون نه فقط مرکب از حرکت سطل است بلکه با حرکت وضعی و انتقالی زمین نیز ترکیب شده است. او نتیجه گرفت که این حرکت را که نیوتن به عنوان مثالی از دوران نسبت به فضای مطلق ذکر کرده بود، ممکن است به اجسام دیگری در عالم غیر از سطل نسبت داد [۲].

نیوتن در کاربرد نظریه مکانیک خویش ناگزیر شده بود به جای مسافتها در مکان مطلق از فواصل مکانی نسبی استفاده کند. بارکلی اظهار نظر کرد که استناد نیوتن به مکان مطلق را می توان از قلمرو فیزیک حذف کرد بی آنکه خللی در استحکام مبانی فیزیک پدید آید. او مدعی گردید با آنکه «نیروی جاذبه» و «نیروی محرکه» فرضهای ریاضی سودمندی هستند، مکان مطلق افسانه ای بی فایده است که می باید از قلمرو فیزیک حذف گردد. او پیشنهاد کرد که ستارگان ثابت برای مشخص ساختن دستگاه مبنا یا سنجشی برای توصیف حرکات در نظر گرفته شوند.

تنظیم مجدد قوانین مکانیک توسط ماخ

ارنست ماخ در اواخر قرن نوزدهم نقدی را بر فلسفه علم نیوتن ارائه داد که به نحو چشمگیری مشابه نقدی بود که از سوی بارکلی عرضه شده بود. ماخ همعقیده بارکلی در قول به وسیله انگاری درباره قوانین و نظریه های علمی بود، او اعلام داشت که:

این هدف علم است که به وسیله بازسازی و یا تقدیم [و تأخیر] امور واقع، در اندیشه تجربه اندوزی کند و یا تجارب را تعویض نماید [۳].

برطبق نظر ماخ قوانین و نظریه های علمی تلخیصهای تلویحی امور واقع هستند. آنها ما را قادر می سازند که پدیدارها را توصیف و پیش بینی کنیم. يك مثال خوب در این مورد قانون شکست اسنل است. ماخ ملاحظه کرد که نمونه های گوناگونی از شکست، در طبیعت دیده می شود، و قانون اسنل يك «قاعده مختصر و مفید» برای بازسازی این واقعیات در ذهن ماست [۴].

ماخ يك اصل صرفه جویی (اقتصاد در فکر) را به منزله يك اصل تنظیم کننده برای

تحقیقات و بررسیهای علمی پیشنهاد کرد. او اظهار داشت که:

خود علم ... ممکن است به عنوان يك مسأله تحویل به حداقل لحاظ شود، به این معنی که مشتمل است بر کاملترین نحوه ارائه و نمایش امور واقع با حداقل هزینه و سرمایه گذاری اندیشه [۵].

دانشمند باید درصدد تدوین روابطی باشد که بیشترین تعداد امور واقع را خلاصه می کند. ماخ تأکید می ورزید که يك طریقه خصوصاً مؤثر برای حصول صرفه جویی اقتصادی در نمایش واقعیات عبارت است از تدوین نظریه هایی که در آنها قوانین تجربی از تعداد اندکی اصول کلی استنتاج می شود.

ماخ همچنین با بارکلی در این اعتقاد راسخ شریک بود که اشتباه است که پنداشته شود مفاهیم و روابط مطروحه در علم با آنچه که در طبیعت موجود است، مطابق است. برای نمونه او اذعان داشت که نظریه هایی درباره آنها ممکن است برای توصیف برخی از پدیده ها بسیار مفید واقع شود، اما در عین حال اصرار می ورزید که این امر به هیچ روی شاهی بر وجود آنها در طبیعت به حساب نمی آید.

ماخ نیز نظیر بارکلی وجود يك قلمرو «واقعیت» - خواه نسبت به کیفیات اولی، آنها و خواه بارهای الکتریکی - در ورای قلمرو پدیده ها را منکر گردید. اعتقاد به مشرب اصالت پدیدار در او به همان اندازه بارکلی شدید و مفرط بود. ماخ اعلام داشت:

در پژوهش طبیعت، فقط باید با شناخت ارتباط نموده با یکدیگر، سروکار داشته باشیم. آنچه ما در ورای نموده ها به خود عرضه می داریم تنها در فاهمه ما وجود دارد، و برای ما صرفاً واجد ارزش شیوه ضبط و حفظ و یا صورت بندی است. و تازه این صورت بندی به لحاظ آنکه دلخواهانه و فاقد نظم منطقی است، بسادگی با تغییر نظرگاه فرهنگی ما دگرگون می شود [۶].

ماخ درصدد برآمد تا مکانیک نیوتنی را از نظرگاه اصالت پدیداری، مجدداً تنسیق کند و امیدوار بود بتواند به وسیله این تنسیق مجدد، نشان دهد که می توان مکانیک را از بحثهای نظری بی سروه «متافیزیکی» درباره حرکت در مکان و زمان مطلق پیراست. این تنظیم مجدد مکانیک

صورت انقسام قضایای اساسی مکانیک به دو طبقه اصلی را به خود گرفت - تعمیمهای تجربی و تعاریف پیشینی و مقدم بر تجربه.

طبق نظر ماخ تعمیمهای تجربی اساسی مکانیک عبارت است از:

(۱) اجسامی که در مقابل هم قرار گرفته اند، تحت شرایط معینی که می باید به وسیله فیزیک تجربی مشخص گردد، در امتداد خطی که آنها را به یکدیگر متصل می سازد شتابهای متقابل در یکدیگر القا می کنند؛ (۲) نسبت جرمهای اجسام مستقل از حالت فیزیکی آنهاست؛ و (۳) شتابی که هر یک از اجسام A, B, C و ... در جسم K القا می کند، مستقل از سایر شتابهاست.

ماخ به این تعمیمهای تجربی، تعاریف «نسبت جرم» و «نیرو» را افزود. «نسبت جرم» دو جسم عبارت است از «نسبت معکوس شتابهای القا شده متقابل دو جسم با یک علامت منفی» و «نیرو» عبارت است از «حاصلضرب جرم در شتاب» [۷].

ماخ به تعمیمهای تجربی به چشم حقایق ممکن یا احتمالی می نگریست که به وسیله شواهد تجربی مورد تأیید قرار می گیرد. بر طبق فرض اگر نتایج آزمایشها، با آنچه که تاکنون مشاهده شده متفاوت باشد، این تعمیمها ابطال می گردد.

ماخ تأکید داشت که تعمیمهایی که در تنسيق مجدد او عرضه شده است، صرفاً در پرتو مشخص ساختن روشهایی که برای اندازه گیری فواصل مکانی و فواصل زمانی به کار رفته است تجربه معنی دار می شود. او اظهار داشت که فواصل مکانی نسبت به یک دستگاه سنجش مبنا که با توجه به ستارگان «ثابت» تعیین می شود، اندازه گیری گردد تا بدین وسیله هر نوع تمسک به مکان مطلق از میان برود. او همچنین اصرار می ورزید که هر نوع توسل و استناد به زمان مطلق نیز از میان برود به جهت آنکه سخن گفتن از «یکنواخت فی نفسه» فاقد معنا و بی وجه است، بر طبق نظر ماخ فواصل زمانی باید به وسیله جریانهای فیزیکی اندازه گیری شود.

اما حتی اگر بتوان روشهای فیزیکی رضایت بخش و خرسند کننده ای برای تعیین فواصل مکانی - زمانی پیدا کرد، همچنان ممکن است استدلال شود که ماخ این را اثبات نکرده است که

۱. یعنی $\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2}{a_1}$ که در آن M_1 و a_1 جرم جسم اول و شتاب القایی در آن است، و M_2 و a_2 جرم جسم دوم و شتاب القایی در آن. علامت منفی به واسطه جهت مخالف شتابها در کار می آید. - م.

تعمیمهای تجربی او در تسبیح مجدد، در معرض امکان ابطال قرار دارد. عبارت «تحت شرایط معین که باید به وسیله فیزیک تجربی مشخص گردد»، که در نخستین تعمیم ظاهر می گردد، مشکلی را پنهان می دارد. فرض کنیم فیزیکدانی درصدد آزمون تعمیم مزبور برای سیستم مجزایی برمی آید که به هیچ روی از تغییراتی که در بیرون سیستم روی می دهد تأثیر نمی پذیرد. اما خطا در ثبت «شتابهای متقابل در امتداد خط اتصال دو جسم» را ممکن است برای اثبات اینکه دو جسم به اندازه کافی از تأثیرات مختل کننده آزمایش مجزا نشده اند، در نظر گرفت، نه برای اثبات خطا بودن خود تعمیم. فیزیکدانی که مایل است به هر قیمت تعمیم مورد نظر را در مسأله تحت بررسی محفوظ نگاه دارد، می تواند از آن برای تعیین این مطلب استفاده کند که آیا یک سیستم از اجسام به عنوان سیستمی مجزا تعریف می گردد یا نه. این رابطه، به عنوان یک قرارداد نه در معرض تأیید تجربی قرار دارد و نه ابطال تجربی.

رای دوم درباره منطق عدم تأیید تجربی

دیدگاه پیرو اصالت قرارداد، حمایت بیشتری را از ناحیه تحلیل پی در دوم درباره عدم تأیید تجربی فرضیه ها به دست آورد. دوم بر این نکته تکیه کرد که پیش بینی وقوع یک پدیدار عبارت است از مجموعه ای از مقدمات که شامل قوانین و احکامی درباره شرایط متقدم است. موردی را در نظر بگیرید که در آن قانون «هر کاغذ آغشته به تورنسل در محلول اسید قرمز می شود» به وسیله قرار دادن کاغذی در یک مایع آزمایش شود. ما بر مبنای این استدلال قیاسی، پیش بینی می کنیم که کاغذ قرمز می شود؛ کبری: در همه موارد، اگر یک کاغذ آبی تورنسل در یک محلول اسید قرار داده شود، قرمز می شود.

صغری: یک قطعه کاغذ آبی تورنسل در محلول اسید قرار داده می شود.

نتیجه: کاغذ تورنسل قرمز می شود.

این استدلال معتبر است - یعنی اگر مقدمات صادق باشد، در آن صورت نتیجه بالضروره می باید صادق باشد. براین اساس اگر نتیجه کاذب باشد، یکی از مقدمات یا بیشتر، می باید کاذب باشد. اما اگر کاغذ قرمز نشود، آنچه ابطال می شود، پیوستگی و ارتباط کبری و صغری است و نه خود کبری. حتی ممکن است با ادعای اینکه هیچ گرده رنگی تورنسل موجود نبوده و

یا آنکه کاغذ در محلول اسید گذارده نشده است بر صدق کبری پافشاری کرد. البته ممکن است وسایل مستقلى برای تحقیق و تعیین صدق احکام مذکور دربارهٔ اوضاع و احوال متقدم وجود داشته باشد. اما مشاهدهٔ نتیجه که برخلاف انتظار است، بخودی خود کبری را ابطال نمى‌کند.

دوّم اصولاً تمایل داشت به تحقیق در موارد پیچیده تری پردازد که در آن تعدادی از فرضیه‌ها در پیش‌بینی وقوع يك پدیدار دخالت دارد. او تأکید کرد که برای این قبیل موارد حتی اگر شرایط مقدم بدرستی بیان شود، عدم موفقیت در مشاهدهٔ پدیدار پیشنهاد شده صرفاً پیوستگی و ارتباط فرضیه‌ها را ابطال مى‌کند [و نه خود فرضیه‌ها را]. دانشمند مخیر است برای ایجاد موافقت با مشاهده، هر يك از فرضیه‌هایی را که در مقدمات ظاهر مى‌گردد تغییر دهد. مثلاً ممکن است تصمیم بگیرد که يك فرضیهٔ خاص را همچنان نگاهدارد و سایر فرضیه‌های موجود در مجموعه را تعویض کند یا تغییر دهد. اعمال چنین تدبیری به منزلهٔ قرار دادی انگاشتن يك فرضیهٔ خاص است، که در این صورت برای آن، مسألهٔ صدق و کذب مطرح نمى‌شود. اما اگرچه دوّم راهی را نشان داد که به وسیلهٔ آن ممکن است يك فرضیه به يك قرارداد خدشه ناپذیر تبدیل گردد، با این حال فهرستی از فرضیه‌هایی را که مى‌باید چیزی جز قرارداد انگاشته نشود، ارائه نداد. او معتقد بود که وقتی شواهد عدم تأیید ظاهر مى‌گردد، تصمیم‌گیری در این خصوص که کداميك از فرضیه‌های يك نظریه لازم است تغییر کند مى‌باید به داوری شایسته و صحیح دانشمندان واگذار شود؛ و نشان داد که یکی از شرایط لازم برای تحقق داوری شایسته، بی‌غرضی و واقع‌بینی است.

در برخی موارد ممکن است دلایل موجهی برای اعمال تغییرات در یکی از فرضیه‌های يك نظریه در قبال يك فرض دیگر وجود داشته باشد. برای مثال، اگر يك فرض در تعدادی از نظریه‌های تأیید شده ظاهر گردد، در حالی که فرض دوم فقط در همین نظریهٔ مورد بررسی، ظاهر شود، چنین وضعی پدید مى‌آید. اما در منطق عدم تأیید هیچ راهی برای مشخص ساختن بخش نادرست نظریه وجود ندارد.

دوّم تحلیل خویش دربارهٔ منطق عدم تأیید را در مورد مفهوم «آزمایش تعیین کننده» به کار برد. فرانسیس بیکن اظهار نظر کرده بود که آزمایشهایی تعیین کننده، یا «نشانه‌های راهنما» بی‌واقعا وجود دارد، که قاطعانه نسبت به مسألهٔ تقابل و تعارض نظریه‌های رقیب قضاوت

می‌کند. در قرن نوزدهم این نظر قبول عام یافته بود که آزمایش فوکو که معین می‌سازد سرعت نور در هوا بیش از سرعت آن در آب است يك آزمایش «تعیین کننده» است. برای نمونه، آراگوی فیزیکیان مدعی شد که آزمایش فوکو نه تنها ثابت کرده است که نور جریانی از ذرات منتشره نیست، بلکه همچنین ثابت کرده است که نور يك حرکت موجی است.

دوئم خاطر نشان ساخت که آراگو از دو لحاظ در اشتباه بوده: اولاً اینکه آزمایش فوکو فقط دسته‌ای از فرضیه‌ها را ابطال می‌کند. در نظریه‌های ذره‌ای نیوتن و لاپلاس، پیش‌بینی این امر که نور در آب تندتر از هوا حرکت می‌کند صرفاً از تعدادی از قضایا استنتاج شده بود. فرضیه صدور [ذرات] که نور را به يك دسته پرتابه تشبیه می‌کند فقط یکی از این مقدمات است. اما گذشته از این، قضایای دیگری درباره اندرکش (همکشی) این ذرات صادر شده، با محیطی که در آن حرکت می‌کند، نیز وجود دارد. حامیان نظریه ذره‌ای که با نتایج فوکو مخالف بودند، می‌توانستند فرضیه صدور را نگهدارند و تصحیحات و تغییراتی در سایر مقدمات نظریه ذره‌ای انجام دهند؛ و ثانیاً حتی اگر از طرق دیگر دانسته می‌شد که هر فرضی درباره نظریه ذره‌ای، بجز فرضیه صدور، درست است، بازهم آزمایش فوکو نمی‌توانست ثابت کند که نور يك حرکت موجی است. نه آراگو، و نه هیچ دانشمند دیگری، نمی‌تواند ثابت کند که نور می‌باید جریانی از ذرات منتشره باشد یا يك حرکت موجی. ممکن است شق ثالثی در کار باشد. دوئم تأکید کرد که يك آزمایش تنها به شرطی «قطعی و تعیین کننده» خواهد بود که قاطعانه از میان همه مجموعه مقدمات ممکن، یکی را نگاهدارد و باقی را حذف کند، او در پافشاری بر این نکته که چنین آزمایشی هرگز یافت نخواهد شد، محق بود [۸].

مذهب اصالت قرارداد پوانکاره

هانری پوانکاره، با قدرت هرچه تمامتر نتایج حاصل از دیدگاه اصالت قرارداد در مورد اصول عام علم را استخراج کرد. پوانکاره ادعای هوئل را دایر بر اینکه برخی از اصول علمی حقایق پیشینی و مقدم بر تجربه محسوب می‌شود، از شناخت شناسی کانتی، که هوئل برای توجیه وضع و مقام پیشینی این قوانین بدان تمسک بسته بود، جدا کرد. برای پوانکاره مسأله‌ای به نام وجود مجموعه‌ای از تصورات و ایده‌های لایتغیر که به طریقی برای قوانین علمی ضرورت ایجاد می‌کرد وجود نداشت. پوانکاره مدعی بود این واقعیت که يك قانون علمی بدون هیچ

نوع توسل به تجربه، صحیح تلقی می‌شود صرفاً بیانگر تصمیم ضمنی دانشمند برای استفاده از قانون مذکور به عنوان قراردادی است که معنای مفهوم علمی را مشخص می‌سازد. اگر قانونی به نحو پیشینی و مقدم بر تجربه صحیح باشد، علتش این است که طوری بیان گردیده که هیچ شاهد تجربی نمی‌تواند برضد آن به کار رود.

دو مورد استفاده از قوانین مکانیک

برای مثال، قانون ماند، در معرض تأیید یا ابطال مستقیم به وسیله شواهد تجربی قرار ندارد. در صورت بندی پوانکاره از این قانون، «اصل تعمیم یافته ماند» مشخص می‌سازد که شتاب يك جسم صرفاً به موقعیت خود آن، و موقعیت و سرعت اجسام مجاور بستگی دارد [۹]. پوانکاره ملاحظه کرد که يك آزمون قاطع در مورد این اصل مستلزم این است که بعد از گذشت زمانی معین، هريك از اجسام موجود در عالم همان موقعیت و سرعتی را کسب کند که قبلاً داشت. اما چنین آزمونی تحقق پذیر نیست. حداکثر چیزی که می‌توان انجام داد آزمایش و واریسی رفتار گروههای اجسام است که به «طرزی قابل قبول و معقول» از سایر اجسام موجود در عالم مجزا شده باشند. نیازی به تذکار این مطلب نیست که عدم توفیق در مشاهده حرکت پیش‌بینی شده در داخل يك سیستم مجزا شده مفروض، اصل تعمیم یافته ماند را ابطال نمی‌کند. عدم توافقه‌های میان آزمایش و نظریه را می‌توان به مجزا نشدن سیستم به طور کامل نسبت داد. می‌توان محاسبات را از نو تکرار کرد و این بار موقعیت و سرعت اجسام بیشتری را در نظر گرفت. هیچ حدی برای تعداد تجدید نظرهایی که از این قبیل می‌توان انجام داد، متصور نیست. پوانکاره نتیجه گرفت که ممکن است اصل تعمیم یافته ماند را به عنوان قراردادی در نظر گرفت که معنای عبارت «حرکت ماند» را مشخص می‌سازد. بر این مبنا، «حرکت ماند» به معنای «حرکت يك جسم است به طوری که شتاب آن صرفاً بستگی به موقعیت خود و موقعیت و سرعت اجسام مجاور دارد». بر طبق تعریف، هر جسمی که حرکت آن به نحو صحیح و بر اساس موقعیت مکانی خودش، و موقعیت و سرعت مجموعه‌ای از اجسام مجاور، محاسبه نشود، جسمی دارای حرکت یکنواخت (مانند) نیست.

اما گرچه پوانکاره اعتقاد داشت که اصل تعمیم یافته ماند می‌تواند به عنوان قراردادی که به نحو ضمنی عبارت «حرکت ماند» را تعریف می‌کند، به کار رود، و به کار نیز می‌رود، در عین

حال معتقد بود که اصل مذکور می‌تواند به عنوان تعمیمی که از لحاظ تجربی معنی‌دار و تقریباً برای «اغلب سیستمهای مجزا» صادق است، به کار رود. پوانکاره تحلیل مشابهی از شأن معرفتی دو قانون دیگر نیوتن در مورد حرکت به عمل آورد. از یکسو این قوانین به منزله تعاریف قراردادی «نیرو» و «جرم» انجام وظیفه می‌کنند. از سوی دیگر با فرض شیوه‌های اندازه‌گیری مکان، زمان و نیرو، این قوانین تعمیمهایی به حساب می‌آیند که تقریباً برای «اغلب سیستمهای مجزا» تأیید می‌گردند.

بدین سان نسبت دادن این نظر به پوانکاره که قوانین کلی علمی چیزی نیست بجز قراردادهایی که مفاهیم علمی اساسی را تعریف می‌کند، نادرست است. این قوانین واقعاً یک وظیفه قانونی در مقام «قرارداد» دارند، اما در عین حال وظیفه قانونی دیگری به عنوان تعمیمهای تجربی بر عهده آنهاست. پوانکاره ضمن تفسیر قوانین مکانیک اعلام داشت که آنها: خود را از دوجنبه به ما می‌نمایانند. از یکسو حقایقی هستند که بر مبنای آزمایش بنیاد شده‌اند، و تقریباً تا آنجا که با سیستمهای بالنسبه مجزا سروکار داریم تحقیق می‌شوند. از سوی دیگر آنها اصول موضوعه‌ای هستند که قابل اعمال به تمام عالم هستند و به عنوان امری دقیقاً حقیقی تلقی می‌شوند [۱۰].

پوانکاره متذکر گردید که در جریان تحول و پیشرفت علم، قوانین معینی این دو جنبه را آشکار ساخته است. در آغاز این قوانین صرفاً به عنوان تعمیمهای تجربی مورد استفاده قرار گرفته است. مثلاً ممکن است یک قانون بیانگر رابطه‌ای میان عبارات A و B باشد. دانشمندان با توجه به اینکه رابطه مذکور صرفاً به نحو تقریبی برقرار است، ممکن است عبارت دیگری مثل C را ارائه دهند که طبق تعریف رابطه‌ای با A دارد که آن رابطه به وسیله قانون فوق‌الذکر بیان می‌شود. در این حال قانون تجربی اولیه به دو بخش منقسم می‌گردد: یک اصل پیشینی و مقدم بر تجربه که رابطه‌ای را میان A و C بیان می‌دارد، و یک قانون تجربی که بیانگر رابطه‌ای میان B و C است [۱۱].

عبارات «حرکت ماند (اینرسیال)»، «نیرو» و «جرم» که به طور ضمنی توسط قوانین حرکت نیوتن تعریف شدند، عباراتی از همان نوع C به شمار می‌روند. پوانکاره معتقد بود ملاحظه عبارات مزبور به این عنوان که توسط قوانین نیوتن تعریف می‌شوند، مسأله‌ای است که به قرارداد مربوط می‌شود. هیچ شاهد و بینة تجربی نمی‌تواند اثبات کند که رابطه بیان شده

میان A و C غلط است. اما این بدان معنا نیست که انتخاب تعریف دلخواهانه است. پوانکاره اصرار داشت که ارائه قراردادها در فیزیک نظری تنها در صورتی موجه است که در تحقیقات آتی ثمربخش و سودمند باشد [۱۲].

انتخاب هندسه به منظور توصیف «فضای فیزیکی»

پوانکاره همچنین معتقد بود که استخدام هندسه محض برای توصیف روابط مکانی در میان اجسام، مسأله‌ای است قراردادی. اما او پیش‌بینی کرد که دانشمندان همچنان به انتخاب و اختیار هندسه اقلیدسی ادامه خواهند داد زیرا به کار بردن آن سهلتر است.

در قرن نوزدهم کارل گوس^۱ ریاضیدان، آزمایشی را برای تأیید توصیفی که هندسه اقلیدسی از روابط مکانی می‌کند، انجام داد. او مجموع زوایای مثلثی را اندازه گرفت که اضلاعش شعاعهای نورانی ساطع از منابع نوری واقع بر قله کوههای دور از هم بود. گوس کشف کرد که با در نظر گرفتن حدود دقت دستگاههای اندازه‌گیری خود، هیچ انحرافی از مقدار ۱۸۰ درجه هندسه اقلیدسی مشاهده نمی‌شود.

اما حتی اگر گوس انحراف قابل توجهی را از ۱۸۰ درجه مشاهده کرده بود، این امر ثابت نمی‌کرد که هندسه اقلیدسی در مورد روابط مکانی روی کره زمین قابل استفاده نیست. هر انحرافی از مقدار ارائه شده توسط هندسه اقلیدسی را می‌توان به «خمیدگی» نوری که برای اندازه‌گیری به کار رفته است نسبت داد.

پوانکاره به این واقعیت توجه کرد که کاربرد هندسه نظری محض در تجربه، بالضروره متضمن فرضیه‌هایی درباره پدیده‌های فیزیکی است. فرضیه‌هایی نظیر انتشار اشعه نور، خواص میله‌های اندازه‌گیری طول، و امثال آن. پوانکاره تأکید داشت که کاربرد یک هندسه محض در تجربه، نظیر هر نظریه فیزیکی دیگر، واجد یک مؤلفه انتزاعی و یک مؤلفه تجربی است. وقتی یک هندسه فیزیکی با مشاهدات وفق نمی‌دهد، حصول توافق، هم از طریق جایگزین کردن یک هندسه محض دیگر - یک سیستم اصول متعارفه متفاوت - یا به وسیله تغییر فرضیه‌های فیزیکی مرتبط با آن، امکان‌پذیر است. پوانکاره معتقد بود که دانشمندان برخلاف

1. arbitrary

2. Carl Gauss

این سنت، بدون استثناء راه تغییر فرضیه‌های فیزیکی، و حفظ هندسه محض اقلیدسی را که بسیار ساده‌تر است، در پیش می‌گیرند [۱۳].

اما همان‌طور که همپل متذکر شده است در برخی موارد می‌توان با اقتباس يك هندسه غیراقلیدسی و تغییر ندادن فرضیه فیزیکی مربوط، به سادگی فوق‌العاده‌ای نائل شد. برطبق نظر همپل، پوانکاره به جهت آنکه ملاحظات مربوط به پیچیدگی را تنها به هندسه‌های نظری محض محدود می‌کرد، برخطا بود. آنچه به حساب می‌آید پیچیدگی ارتباط و پیوستگی يك هندسه نظری و فرضیه فیزیکی مرتبط با آن است [۱۴].

رای پوپر درباره ابطال‌پذیری به عنوان معیار روش تجربی

پوپر دیدگاه معتقدان به اصالت قرارداد را جدی نگرفت. او متذکر شد که همواره ممکن است میان يك نظریه و شواهد مبتنی بر مشاهده توافق برقرار کرد. اگر يك شاهد و بینۀ معین با نتایج حاصل از نظریه ناسازگار باشد، در آن صورت ممکن است تدابیر متعددی برای «نجات» نظریه اتخاذ شود. بینۀ مذکور ممکن است بیدرنگ طرد و ابطال شود، یا ممکن است با اضافه کردن فرضیه‌های کمکی یا تغییر قواعد مطابقه* (تطابق)، به حساب آورده شود [۱۵]. این تدابیر ممکن است درجه بسیار بزرگی از پیچیدگی را در سیستم پدید آورند. معهذرا در این طرق، طرد شواهد ابطال‌کننده، همواره امکان‌پذیر است.

بر طبق نظر پوپر روش صحیح علمی در معرض امکان ابطال نهادن يك نظریه است به طور مستمر. او نتیجه گرفت که راه مبارزه با مذهب اصالت قرارداد، تصمیم‌گیری بر عدم استفاده از روشهای آن است. او بر وفق این نتیجه‌گیری، مجموعه‌ای از قواعد روش‌شناسانه را برای علوم تجربی ارائه کرد. عالیت‌ترین قاعده، معیار شایستگی و کفایتی برای همه قواعد دیگر است، درست همان‌طور که امر تنجیزی کانت، معیاری برای شایستگی و کفایت

* قواعد مطابقه (تطابق)، قواعد مربوط به علم دلالات (Semantics) یا «لغت‌های فرهنگ لغت» (کمبل) است که اصول متعارفه يك نظریه را به قضایایی که محتوایشان به طریق تجربی تعیین گردیده است مرتبط می‌سازد.
۱. به نظر کانت وصول به آنچه برای عقل نظری ممتنع است برای عقل عملی، از آن جهت که حیات اخلاقی انسان را به وسیله فتوای باطن (وجدان اخلاقی) هدایت می‌کند، ممکن است. عقل عملی منجزاً و بدون هیچ قید و شرطی حکم می‌کند و فتوی می‌دهد به اینکه باید قانون اخلاقی را محترم بشماریم و به رعایت آن همت گماریم. این فتوای باطن را کانت امر تجزیری categorical imperative (امر حملی) می‌نامد.

«نقل از مابعدالطبیعه فولکیه، ص ۲۳۷ و ۲۳۸»

دستورهای اخلاقی است. این قاعده متعالی بیان می کند که همه قواعد روش تجربی باید به طریقی طراحی شود که از هیچ حکمی در علم در قبال ابطال شدن حمایت نکند [۱۶].

مثلاً پوپر در باب مسأله افزودن فرضیه های کمکی به يك نظریه اظهار نظر کرد که تنها آن دسته از فرضیه ها که درجه ابطال پذیری يك نظریه را افزایش می دهد، پذیرفته گردد. او با در نظر گرفتن این موضوع، اصل طرد پائولی و فرضیه انقباض لورنتز را در مقابل یکدیگر قرارداد [۱۷]. اصل پائولی، تکمله ای بود بر نظریه بور - سامرفلد در مورد اتم. پائولی این مطلب را به صورت يك اصل موضوع بیان کرد که هیچ دو الکترونی در يك اتم مفروض نمی توانند دارای مجموعه اعداد کوانتومی یکسان باشند، برای مثال، دو الکترون در يك اتم ممکن است در مومنوم (مقدار حرکت) زاویه ای مداری یا در جهت اسپین متفاوت باشند. الحاق این اصل طرد به نظریه رایج در مورد ساختمان اتمی در آن زمان، پیش بینیهای متعددی را درباره طیفهای اتمی و ترکیب شیمیایی امکان پذیر ساخت. در مقابل، فرضیه انقباض لورنتز به هیچ روی درجه ابطال پذیری نظریه اثر را که بدان ملحق گشته بود، افزایش نداد. لورنتز اظهار نظر کرد

۱. نظریه بور Bohr ترکیبی است از نظریه ای قدیمتر درباره اتم - که برحسب آن، اتم، مجموعه ای بود متشکل از يك هسته با بار مثبت که در اطراف آن الکترونها گردش می کردند - با نظریه کوانتوم - که مدارهای مجاز برای حرکت الکترونها را محدود می ساخت. برطبق نظریه بور - سامرفلد گذر یا عبور الکترون از يك مدار به مداری پائینتر، با از دست دادن انرژی به صورت تشعشع فوتون نور همراه است. - م.

۲. نظریه سامرفلد Sommerfeld براساس نظریه بور و برای تکمیل آن تنظیم گردید. در این نظریه برای مدارهای بیضی وار الکترونها در نظریه بور، چهار عدد کوانتومی و ازان جمله عدد کوانتومی اسپین در نظر گرفته شده است. نظریه های جدیدتر درباره اتم، فرض سامرفلد را تغییر داده و به عوض الکترونهای منفرد با اعداد کوانتومی گوناگون، ابرهایی از الکترون را در نظر می گیرد که چگالی آنها برحسب تابع موجشان توصیف می شود. - م.

3. orbital angular momentum

۴. اسپین spin در فیزیک هسته ای عبارت است از:

الف: در مورد يك ذره بنیادین، مومنوم زاویه ای آن در غیاب حرکت مداری:

ب: در مورد يك هسته، متجه برداری مومنومهای زاویه ای ذراتی که هسته را تشکیل می دهد:

ج: در مورد يك الکترون، مومنوم زاویه ای که به مومنوم زاویه ای مداری اضافه شده است. - م.

۵. فیزیکدانان قرن نوزدهم چنین می پنداشتند که ماده ای بی وزن، بدون اصطکاک، شفاف، به نام اثر که به طرق فیزیکی یا شیمیایی قابل رؤیت نیست، سراسر فضا را پر کرده و نظیر هوا برای امواج صوتی، به عنوان محیط انتقال امواج الکترو مغناطیس عمل می کند. این نظریه به موازات شناخت دقیقتر ساختمان ماده و نیز ماهیت نور، مورد حملات جدی قرار گرفت و بالاخره پس از ارائه نظریه نسبیت از سوی اینشتین در ۱۹۰۵، و قبول این اصل که سرعت امواج الکترو مغناطیس در همه جهات یکسان است و این سرعت يك ثابت فیزیکی محسوب می شود، کنار گذاشته شد. - م.

که همه اجسام روی زمین، در راستای حرکت زمین، درون اتری که آن را احاطه کرده است، دچار انقباض می شوند. او به وسیله این فرضیه ها قادر بود نتیجه آزمایش مایکلسون-مورلی را توجیه کند. مایکلسون و مورلی نشان داده بودند که سرعت سیر نور در همه جهات بر روی سطح زمین یکسان است. این نتیجه آزمایشی با نظریه اتر ناسازگار بود. برطبق این نظریه، سرعت سیر نور در جهت حرکت زمین درون اتر، می باید کمتر از سرعت سیر آن در جهت عمود بر این حرکت باشد. فرضیه انقباض لورنتز وفاق و سازگاری میان نظریه و آزمایش را برقرار می ساخت، اما این کار را به شیوه تبصره زدن بر نظریه (شیوه استعجالی) انجام می داد. از نظریه بسط یافته اتر، هیچ پیش بینی دیگری اخذ و استنتاج نگردید. پوپر از فرضیه لورنتز به عنوان مصداق کامل يك فرضیه کمکی یاد کرد که می باید به وسیله ملاک ابطال پذیری از قلمرو علم تجربی طرد گردد.

پوپر به تاریخ علم به چشم رشته ای از «حدسها و ابطالها»، حدسهای تجدید نظر شده و ردیات اضافی می نگریست. و نتیجه گرفت که صفت متمیز تفسیرهای علمی «قابلیت و استعداد آنها برای تجدید نظر و اصلاح» است [۱۸]. او استدلال کرد که قبول و اتخاذ قواعد پیشنهادی او در باب روش تجربی با طبیعت پویا و خود بازبین تحقیق علمی سازگار و موافق درمی آید. برطبق نظر پوپر، پافشاری بر اینکه تفسیرهای علمی به طور مستمر در معرض امکان ابطال تجربی قرار گیرد، سبب شتاب بخشیدن به پیشرفت علمی می گردند.

نظر هانسون درباره کاربردهای قوانین علمی

بحث جالب تازه ای در باب شأن معرفتی قوانین علمی به وسیله ن. ر. هانسون عرضه گردیده است. هانسون بر آن است که پژوهش برای یافتن پاسخهایی به پرسش «وضع معرفتی قانونی از قوانین طبیعت چیست؟» گمراه کننده است. برطبق نظر هانسون پرسیدن چنین سؤالی نظیر طرح این پرسش است که: «فایده طناب چیست؟» [۱۹]. هانسون موضعی را که از سوی

۱. ad hoc رجوع شود به پاورقی ص ۳۶، و ص ۱۸۳.

۲. conjectures and refutations (ایهام به کتابی دارد از پوپر، به همین نام).

۳. این قسمت که در طبع اول کتاب (۱۹۷۲) در انتهای فصل یازده قرار داشت در طبع جدید (۱۹۸۰) حذف شده است.

ویتگنشتاین^۱ در پژوهشهای فلسفی اتخاذ گردیده بود، تصدیق و تأیید کرد. ویتگنشتاین مدعی شده بود که معنای يك عبارت معمولاً عبارت است از کاربرد آن در زبان [۲۰].

هانسون بر مبنای این نظر به تحلیل قوانین نیوتن درباره حرکت پرداخت و نتیجه گرفت که این قوانین بسته به هدف مورد نظر، کاربردها و موارد استعمال گوناگونی یافته است. قانون دوم را در نظر بگیرید. در قرن هجدهم میلادی، آتوود ماشینی را برای تأیید تجربی این رابطه اختراع کرد. او وزنه‌هایی با وزنهای مختلف را به دو انتهای يك نخ ابریشمی آویزان کرد. نخ را از روی يك قرقره عبور داد، و شتاب حاصله در سیستم را اندازه گرفت. او این شتاب را با مقدار محاسبه شده از روی قانون دوم نیوتن مقایسه کرد و توافق خوبی میان آن دو مشاهده نمود. آتوود یقیناً اعتقاد داشت که او يك تعمیم مهم تجربی را مورد تأیید قرار داده است، علیرغم این واقعیت که می‌توان عدم همخوانی میان شتاب مشاهده شده و شتاب محاسبه شده را به خطا در تعیین مقدار شتاب ثقل زمین نسبت داد.

آزمایش آتوود تنها یکی از چند راهی است که به واسطه آن ممکن است قانون دوم را آزمود. شیوه دیگری برای آزمون قانون مذکور اندازه‌گیری شتاب ایجاد شده توسط قانون ضربه هوك* است. فیزیكدانی که از این شیوه پیروی می‌کند نیز به نوبه خود قانون دوم را به عنوان يك تعمیم معنی‌دار تجربی مورد استفاده قرار می‌دهد.

اما ممکن است اعتراض شود که قانون دوم صرفاً تا آنجا به عنوان يك تعمیم مهم تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرد که شواهد تجربی [در مورد آن] و پیش‌بینیهای حاصل از قانون موافق باشد. اما موردی را تصور کنید که در آن مقادیر مشاهده شده و مقادیر محاسبه شده موافق نیست آیا به غلط بودن قانون دوم حکم می‌کنیم؟ چنین احتمالی نمی‌رود. ما بیشتر تمایل داریم که روشهای خود را برای اندازه‌گیری فواصل زمانی (در ماشین آتوود)، یا قانون ضربه هوك مورد تردید قرار دهیم.

همانطور که ماخ اظهار داشت ما ممکن است بدخواه خود، «نیرو» را به عنوان «حاصل ضرب جرم در شتاب» تعریف کنیم. اگر این شیوه اتخاذ گردد، آنگاه $F=ma$ * يك

1. Wittgenstein

* قانون هوك Hook's Law تغییر شکل يك جسم را به نیروی وارده بر آن مرتبط می‌سازد.

تعریف مصرح پیشینی از «نیرو» است، و نه در معرض تأیید شواهد تجربی قرار دارد و نه رد و ابطال. همان‌طور که هانسون خاطرنشان ساخت، در اینجا مسأله‌ای وجود ندارد جز اینکه فیزیکدان قانون دوم نیوتن را بدین طریق به کار برده است. یک شاهد مثال، تسبیح مجدد ماخ از قوانین مکانیک کلاسیک است.

این دو، دو مورد از موارد استعمالی هستند که رابطه $F=ma$ درباره‌شان اعمال شده است. هانسون خاطرنشان کرد که رابطه مذکور همچنین به عنوان طرحی برای استنتاج، و به عنوان قاعده‌ای که روشی را برای اندازه‌گیری نیروها مشخص می‌سازد، به کار رفته است. هانسون در جریان ارائه کاربردهای متفاوت این رابطه تأکید کرد که منزلت معرفتی یک رابطه می‌باید با توجه به سیستمی از قضایا و احکام، که رابطه مذکور جزئی از آن است، سنجیده شود. یک سلسله مفروض از علائم و نشانه‌ها ممکن است به عنوان تعریف در یک سیستم احکام و قضایا، و به عنوان یک تعمیم معنی‌دار تجربی در سیستمی دیگر از قضایا و احکام تلقی گردد. عبارات و جملات با برجسب‌هایی حاوی مضامین «معنی‌دار تجربی» یا «به طور پیشینی صادق» ظاهر نمی‌شود. تنها به وسیله مشاهده اینکه یک عبارت چگونه در داخل یک سیستم نظری خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد است که می‌توان مفاد و معنای معرفتی آن را تعیین کرد.

مراجع

^۱ George Berkeley, 'Of Motion', in *The Works of George Berkeley*, ed. by A. A. Luce and T. E. Jessop, vol. IV (London: Thomas Nelson, 1951), 50.

^۲ Ibid., 48-9.

^۳ Ernst Mach. *The Science of Mechanics*, trans. by T. J. McCormack (La Salle: Open Court, 1960), 577.

^۴ Ibid., 582.

^۵ Ibid., 586.

^۶ Mach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, trans. by P. E. B. Jourdain (Chicago: Open Court, 1911), 49.

^۷ Mach, *The Science of Mechanics*, 303-4.

^۸ Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, trans. by Philip P. Wiener (New York: Atheneum, 1962), 186-90.

^۹ Henri Poincaré, *Science and Hypothesis*, trans. by G. B. Halsted (New York: Science Press, 1905), 69.

^{۱۰} Ibid., 98.

^{۱۱} Ibid., 100.

^{۱۲} Poincaré, *The Value of Science*, trans. by G. B. Halsted (New York: Science Press, 1907), 110.

¹¹ Poincaré, *Science and Hypothesis*, 39.

¹² Carl Hempel, 'Geometry and Empirical Science', *American Mathematical Monthly*, 52 (1945), 7-17; reprinted in H. Feigl and W. Sellars, eds. *Readings in Philosophical Analysis*, 238-49.

¹³ Karl Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (New York: Basic Books, 1959), 81.

¹⁴ Ibid., 54.

¹⁵ Ibid., 83.

¹⁶ Ibid., 49.

¹⁷ Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, trans. by G. E. M. Anscombe (New York: Macmillan, 1953), 20.

²⁰ Hanson, *Patterns of Discovery*, 99-112.

فلسفه علم از دیدگاه پیروان بازسازی منطقی

هرم مراتب زبان

عمل ورزی

الگوی قیاسی تبیین علمی

تعمیمهای بقاعده در برابر تعمیمهای اتفاقی

ساختمان نظریه های علمی

تعویض و جایگزینی نظریه: رشد در سایه ترکیب و بهم پیوستگی

پرسی ویلیامز بریجمن^۱ (۱۸۸۲ تا ۱۹۶۱) فیزیکدان و برنده جایزه نوبل. وی هدایت نخستین پژوهشها در مورد خواص مواد در فشارهای بالا را به عهده داشت. تحقیقات آزمایشی او شامل تعیین خواص الکتریکی و حرارتی مواد مختلف در فشارهای حدود ۱۰۰/۰۰۰ اتمسفر بود. در ۱۹۳۹ او آزمایشگاه فشار قوی خود را در دانشگاه هاروارد، بر روی بازدید کنندگانی که از کشورهای توتالیتار آمده بودند، بست، اقدامی که در محافل علمی بحث انگیز بود. بریجمن به نوعی نگره روش شناسانه که به نام عمل ورزی مشهور شده است، اهمیتی بسزا بخشید. در این نگره توجه اصلی معطوف به عملیاتی است که به منظور نسبت دادن مقادیر به مفاهیم علمی ترتیب می یابد.

ارنست ناگل (متولد ۱۹۰۱) در چکسلواکی چشم به جهان گشود، در سال ۱۹۱۱ به آمریکا مهاجرت

1. percy williams Bridgman

۲. operationalism عمل ورزی یا اصالت عملیات یا اصالت فعل یا اصالت محاسبات

کرد و از آن زمان تاکنون تقریباً همه عمر علمی خود را در مقام استادی فلسفه در دانشگاه کلمبیا صرف کرده است. ناگل یکی از نخستین فلاسفه آمریکایی بود که با نظر موافق به فعالیت حلقه وین می‌نگریست. کتاب او با نام «ساختمان علم» (۱۹۶۰) حاوی تحلیلی عمیق و موشکافانه از منطق تبیین علمی، کلیت ذاتی، علّیت و ساختمان و مقام معرفتی نظریه‌های علمی است.

رودولف کارناپ (۱۸۹۱ تا ۱۹۷۰) یکی از اعضاء حلقه وین بود (۱۹۲۶ تا ۱۹۳۵) که بعدها در دانشگاه شیکاگو و دانشگاه ایالتی کالیفرنیا به تدریس پرداخت. سهم او در فلسفه علم شامل مطالعاتی درباب خصوصیات صوری نظامهای زبانی، تعریف مفاهیم علمی و ساختمان نظریه‌های علمی می‌شود. علاوه او نوعی منطق استقرائی را برای تخمین «درجه تأیید تجربی» به عنوان رابطه‌ای میان فرضیه‌ها و عبارات بیان‌کننده دلایل و شواهد، تکمیل کرد.

آلفرد جسی آیر (متولد ۱۹۱۰) استاد مدعو برای درس منطق در دانشگاه آکسفورد است. آیر سهم بزرگی در معرفی دیدگاه‌های حلقه وین به انگلیسیان دارد. در کتاب زبان، حقیقت و منطق (۱۹۳۶) او قاطعانه معیار قابلیت تحقیق تجربی را در مورد قضاوت‌های اخلاقی و دعاوی متافیزیکی و کلامی پیرامون آنچه از تجربه فراتر می‌رود به کار برد. در سالهای بعد آیر تحقیقات معرفت‌شناختی ارزشمندی را در کتابهای مسأله معرفت (۱۹۵۶) و مفهوم انسان (۱۹۶۳) عرضه کرد.

فیلیپ فرانک (۱۸۸۴ تا ۱۹۶۶) دکترای خود را تحت نظارت بولتزمن از دانشگاه وین دریافت کرد؛ و به سال ۱۹۱۲ به جانشینی اینشتین در مقام استادی کرسی فیزیک نظری در دانشگاه پراگ منصوب گردید. فرانک در سال ۱۹۳۸ به هاروارد رفت و در آنجا به تدریس فیزیک و فلسفه علم پرداخت. فرانک علاوه بر تشریح مساعی در پیشبرد فیزیک ریاضی، مقالات متعددی نیز درباره فلسفه علم به رشته تحریر درآورد. بحثهای او پیرامون علّیت، و تفسیرهای گوناگون و متعددش از مکانیک کوانتوم و نظریه نسبیت، به جهت آنکه عمیقاً متکی به روش‌شناسی‌یی است که عملاً از سوی دانشمندان مورد استفاده قرار می‌گیرد، ممتاز و برجسته است.

هرم مراتب زبان

فلسفه علم، پس از جنگ جهانی دوم به صورت یک رشته تحصیلی مستقل و متمایز پدیدار شد، که با تأسیس دوره‌های لیسانس و فوق لیسانس، و انتشار یک نشریه ادواری، تکمیل گردید.

1. Structure of Science

2. *Language, Truth and Logic*. این کتاب به وسیله آقای منوچهر بزرگمهر به فارسی ترجمه شده است (تهران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۵۶)

3. moral evaluations

4. The Problem of Knowledge:

5. The Concept of a Person

این حرفه‌ای شدن^۱ بعضاً بدان جهت اتفاق افتاد که فیلسوفان علم معتقد بودند که از دستاوردهای کسب شده، می‌توان استفاده کرد و علم می‌تواند از آنها بهره‌مند گردد.

فلسفه علم در دوران پس از جنگ کوششی بود در جهت جامه عمل پوشاندن به برنامه‌ای که از سوی نورمن کمبل پیشنهاد شده بود. کمبل در بنیادهای علم^۲ (۱۹۱۹) متذکر گردیده بود که مطالعات و بررسیهای اخیر درباره بنیادهای ریاضیات، توسط هیلبرت، پیاو^۳ و سایرین ماهیت سیستمهای اصول متعارفه را روشن ساخته است [۱]. این پیشرفت اهمیت بسزایی در کاربرد ریاضیات داشت. کمبل اظهار نظر کرد مطالعه در باب «بنیادهای» علم تجربی، ارزش مشابهی در کاربرد و استفاده از علم خواهد داشت. «بنیادهایی» که کمبل مورد بحث قرار داد شامل ماهیت اندازه‌گیری^۴ و ساختمان نظریه‌های علمی بود.

آن دسته از فلاسفه علم که درصدد برآمدن تا رشته علمی خود را همانند مطالعات مربوط به بنیاد ریاضیات، بسط و گسترش دهند، تمایزی را که رایشنباخ میان زمینه و شرایط اکتشاف علمی، و زمینه و شرایط توجیه قوانین و نظریه‌های علمی قائل شده بود، پذیرفتند [۲]. آنها توافق کردند که قلمرو صحیح و شایسته فلسفه علم، بررسی زمینه و شرایط توجیه نظریه‌های علمی است. بعلاوه، آنان درصدد برآمدن تا قوانین و نظریه‌های علمی را برحسب الگوهای منطق صوری دوباره تنظیم کنند، به طوری که بتوان مسائل مربوط به تبیین و تأیید را به همان شیوه مسائل منطق عملی (کار بسته) مورد بررسی قرار داد.

دستاورد بزرگ مکتب بازسازی منطقی^۵، عبارت بود از شناخت و معرفت تازه‌ای از زبان علم. زبان علم شامل هرمی از مراتب و سطوح است، بدین نحو که احکامی که قرائت دستگاههای اندازه‌گیری را ثبت می‌کند در قاعده جای دارد و نظریه‌ها در رأس.

فلاسفه علم پیرو بازسازی منطقی، چند نتیجه مهم در مورد طبیعت این سلسله مراتب (هرم) گرفتند:

(۱) هر مرتبه «تفسیری» از مرتبه زیرین است:

1. professionalization 2. *Foundations of Science* 3. Peano 4. measurement

۵. موضع کمبل در باب ساختمان نظریه‌ها در فصل ۹ مورد بحث قرار گرفته است.

6. confirmation

۷. logical reconstructionism^۱ بازسازی-احیاء و تجدید بنای منطقی

- (۲) قدرت پیش‌بینی احکام و قضایا از قاعده به سمت رأس افزایش می‌یابد؛
- (۳) تقسیم اصلی درون زبان علم میان «مرتبه مشاهده» - که در حکم پایین‌ترین مرتبه از مراتب سه‌گانه هرم است - و «مرتبه نظری» - بالاترین مرتبه هرم - برقرار است.
- سطح مشاهده حاوی احکامی درباره «چیزها و امور قابل مشاهده» نظیر «فشار» و «دما» است؛ سطح نظری حاوی احکام و قضایایی درباره «چیزها و امور غیر قابل مشاهده» نظیر «ژنها» و «کوارک‌ها» است؛
- (۴) احکام مرتبه مشاهده، مبنایی را برای آزمون احکام مرتبه نظری فراهم می‌آورد.

«سطوح (مراتب) زبان در علم»

مثال	محتوی	سطح (مرتبه)
نظریه جنبشی مولکولی گازها	نظایم‌های قیاسی که در آنها قوانین به منزله قضایا است	نظریه‌ها
$P \propto \frac{1}{V}$	روابط تغییر ناپذیر (یا آماری) در میان مفاهیم علمی	قوانین
$P=2$ $V=1/5 \text{ lit.}$	احکام یا قضایایی که مقادیر را به مفاهیم علمی نسبت می‌دهد.	مقادیر مفهومیها
شاخص (فشار) برروی «۳/۵» است.	قضایایی درباره قرائت شاخص دستگاه اندازه‌گیری، شمارشهای ماشین شمارگر، و نظایر آن	داده‌های (معلومات) آزمایشی اولیه

1. observables

2. nonobservables

۳. کوارک quark یکی از سه ذره نظری theoretical particles است که همراه با ضد ذره‌های خود تمام خواص ذرات بنیادینی را که تاکنون شناخته شده‌اند، تبیین می‌کنند. کوارک در ۱۹۶۴ به‌طور جداگانه از سوی دو فیزیکدان بنامهای م. جل - مان و جی تسواک پیشنهاد شد. دانشمندان تاکنون موفق نشده‌اند کوارک را در آزمایشگاه مشاهده کنند. - م.

عمل‌ورزی^۱

پ. و. بریجن در تحلیل‌هایی که از ۱۹۲۷ به بعد ارائه داد تأکید کرد که هر مفهوم علمی معتبر می‌باید به روشهای ابزاری که مقدار آنرا تعیین می‌کنند مرتبط باشد [۳]. بریجن از بحث اینشتین درباره مفهوم همزمانی^۲ تأثیر پذیرفته بود.

اینشتین عملیاتی را که در قضاوت راجع به همزمانی دو رویداد دخالت دارند، تحلیل کرده بود. او خاطر نشان ساخت که تعیین همزمانی منوط به انتقال اطلاعات به وسیله چند علامت^۳ از رویدادهای مورد بررسی به ناظر است. اما انتقال اطلاعات از نقطه‌ای به نقطه دیگر، به زمان محدودی نیاز دارد. بدین ترتیب در مواردی که رویدادهای تحت بررسی بر روی سیستمهایی که نسبت به هم در حال حرکت است به وقوع می‌پیوندد، قضاوت درباره همزمانی، به حرکتهای نسبی سیستمهای مذکور و ناظر بستگی پیدا می‌کند. برای مجموعه بخصوصی از حرکات نسبی، ناظر A بر روی سیستم ۱ ممکن است قضاوت کند که رویداد X بر روی سیستم ۱، و رویداد Y بر روی سیستم ۲ همزمان اند. حال آنکه ناظر B بر روی سیستم ۲ ممکن است طور دیگری قضاوت کند. و هیچ دیدگاه مرجعی وجود ندارد که از روی آن بتوان تعیین کرد که A بر حق است، و B در اشتباه، و یا بالعکس. اینشتین نتیجه گرفت که همزمانی رابطه‌ای است میان دو یا چند رویداد و ناظر، و رابطه‌ای عینی میان رویدادها به شمار نمی‌رود.

بریجن اعلام کرد که آنچه که به يك مفهوم علمی معنی و اهمیت تجربی می‌بخشد، عملیاتی است که به وسیله آن، مقادیر، به مفهوم مذکور نسبت داده می‌شود. او خاطر نشان کرد که تعاریف عملیاتی از طریق طرح ذیل مفاهیم را به داده‌های آزمایشی مرتبط می‌سازد:

$$(x)[Ox \supset (Cx \equiv Rx)]^*$$

با فرض يك تعریف عملیاتی، و داده‌های آزمایشی مناسب، می‌توان مقداری را برای يك مفهوم استنتاج کرد. موردی را در نظر بگیرید که در آن حضور يك جسم دارای بار الکتریکی به وسیله عملیاتی با يك الکتروسکوپ تعیین می‌گردد:

1. operationalism 2. simultaneity 3. signal 4. preferred standpoint

5. operational definitions

* در همه موارد، اگر عملیات O انجام گیرد، در آن صورت مفهوم C صادق است اگر و فقط اگر نتیجه R رخ دهد.

$$(x)[Nx \supset (Ex \equiv Dx)]$$

Na

Da

Ea

به طوری که $Nx=x$ موردی است که در آن شیء به يك الكتروسکوپ بدون بار نزدیک می گردد.

$Ex=x$ موردی است که در آن شیء مذکور به لحاظ الکتریکی باردار می گردد، و

$Dx=x$ موردی است که برگه های الكتروسکوپ از هم دور می شود.

چون Na و Da داده های آزمایشی اولیه است، این استدلال قیاسی دانشمند را قادر

می سازد تا از داده های آزمایشی نخستین - سطح (مرتبه) «مشاهده مستقیم» - به مرتبه (سطح)

مفاهیم علمی صعود کند، یعنی:

مثال

سطح (مرتبه) زبان

Ea

احکامی مقادیر را به مفاهیم علمی نسبت می دهند

طرح عملیاتی $(x)[Nx \supset (Ex \equiv Dx)]$

Na, Da

داده های آزمایشی اولیه

بریجمن اصرار داشت که اگر نتوان هیچ تعریف عملیاتی یا عمل ورزانه را برای يك مفهوم مشخص ساخت، در آن صورت مفهوم مزبور هیچ معنا و اهمیت تجربی ندارد و علی القاعده باید از قلمرو علم تجربی طرد گردد. چنین امری سرنوشت محتوم «همزمانی مطلق» بود، و بریجمن پیشنهاد کرد که تصمیم مشابهی دایر بر طرد در مورد «فضای مطلق» نیوتن، و بحث کلیفورد درباره اینکه، همراه با حرکت منظومه شمسی در فضا، به يك نسبت هم ابزار و اسباب اندازه گیری و هم ابعاد اشیاء اندازه گیری شده کوتاه می گردد، اتخاذ شود [۴].

اما گرچه بریجمن اصرار داشت که میان احکام مربوط به اصطلاحات نظری و زبان مشاهده که نتایج اندازه گیری در آن ثبت می گردد، پیوندهایی برقرار شود، اذعان داشت که ممکن است این ارتباطات در واقع پیچیده باشد. یکی از مثالهای بریجمن مفهوم تنش^۱ در جسم

۱. تنش Stress نیرویی است که بريك جسم اثر می کند و تمایل به تغییر ابعاد آن دارد. مقدار تنش در جسم برابر است با نسبت نیروی وارده به سطح مقطع مؤثر در برابر نیرو: $\text{تنش} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح مقطعی که در برابر نیرو مقاومت می کند}}$ - م.

کشش پذیر تغییر شکل یافته بود. تنش را نمی توان مستقیماً اندازه گیری کرد، اما می توان آنرا به وسیله يك نظریه ریاضی، از روی اندازه گیریهایی که بر روی سطح جسم انجام شده است، محاسبه کرد. بدین ترتیب عملیاتی که برای مفهوم تنش ترتیب می یابد، شامل عملیات محاسباتی (عملیات به وسیله قلم و کاغذ) است. این امر هیچ اشکالی ایجاد نمی کند. با داشتن رابطه میان «تنش» و «کشش»، و نتایج عملیات ابزاری انجام گرفته بر روی سطح جسم، مقدار تنش به نحو قیاسی استنتاج می گردد. همین امر برای تعریف تنش به عنوان يك مفهوم مجاز و قابل قبول از دیدگاه اصالت عملیات، کفایت می کند.

بریجن در آثار بعد از جنگ خود، بر روی دو محدودیت تحلیل عملیاتی پافشاری نمود [۵]. يك محدودیت این است که تعیین همه شرایط موجود وقتی که عملیاتی انجام یافته است ممکن نیست. می باید میان تکرارپذیری بین الازهان و مطلوبیت محاسبه کامل و جامع همه شرایطی که تحت آنها، عملیاتی انجام می گیرد، آشتی و توازن برقرار گردد.

دانشمندان درباره اینکه کدامیک از عوامل در تعیین مقدار يك کمیت دخالت دارد، از پیش عقایدی دارند، و بر مبنای این فرض پیش می روند که صرف نظر کردن از تعداد زیادی عوامل

1. a deformed elastic body 2. pencil and paper operations

۳. کشش strain وقتی جسمی در اثر اعمال نیرو تغییر شکل داده معوج می شود اصطلاحاً می گویند تحت کشش قرار دارد. انواع اصلی کشش ها عبارت است از:

$$\text{انقباض یا انقباض در يك امتداد} \\ \text{کشش مستقیم (کش کشانی یا تراکمی)} = \frac{\text{طول اصلی}}$$

$$\text{تغییر شکل در امتداد نیروی برشی} \\ \text{کشش برشی} = \frac{\text{فاصله میان نیروهای برشی}}$$

$$\text{تغییر حجم} \\ \text{کشش حجمی} = \frac{\text{حجم اصلی}}$$

۴. intersubjective repeatability منظور این است که به طور نظری و ضمنی هر نوع عملیاتی که در علم کاربرد دارد می باید به وسیله آزمایشگران مجرب قابل تکرار باشد. اما میان تکرار يك عملیات خاص در زمانها و مکانهای متفاوت از سوی آزمایشگران مختلف، و محاسبه کامل جمیع شرایط موجود در حین وقوع عملیات، نوعی تعارض و ناسازگاری وجود دارد که می باید مرتفع گردد. - م.

«نامربوط» در تکرار نوع خاصی از عملیات برای اندازه‌گیری کمیت مورد نظر، بجا و قابل اعتماد است. برای مثال دانشمندان عملیاتی را با يك فشارسنج برای تعیین فشار گازها انجام می‌دهند، بدون آنکه شدت نور موجود در آزمایشگاه، یا میزان فعالیت لکه‌های خورشید را در نظر بگیرند. بریجن اظهار عقیده کرد که طرد عوامل معینی از ملاحظات مربوط به عملیات، تنها می‌تواند به وسیله آزمایش توجیه شود. از این رو هشدار داد که بسط دامنه يك عملیات به حوزه‌های تازه‌ای از تجربه، ممکن است نیازمند به رسیدگی و به حساب آوردن عواملی باشد که قبلاً از آنها غفلت شده بود.

دومین محدودیت تحلیل عملیاتی، ضرورت قبول برخی عملیات تحلیل نشده است. به دلایل عملی، تحلیل عملیات برحسب عملیات اساسیتر نمی‌تواند به طور نامحدود ادامه یابد. مثلاً مفهوم «سنگینتر از» ممکن است برحسب عملیاتی با يك ترازو تحلیل شود. از سوی دیگر خود این عملیات ممکن است به وسیله مشخص ساختن روشهایی که برای ساختن و تنظیم کردن ترازوها به کار می‌رود، بیشتر تحلیل گردد. اما دانشمندان به این شرط که احتیاطها و موازین استاندارد در مورد موازنه کفه‌ها رعایت شده باشد، می‌پذیرند که تعیین مکان شاخص بر روی صفحه مدرج ترازو، در زمره عملیاتی است که نیاز به تحلیل بیشتر ندارد.

عملیاتی که برای اندازه‌گیری «زمان محلی» و «طول محلی» انجام می‌گیرد، هم در فیزیک کلاسیک و هم در فیزیک نسبی به عنوان عملیات تحلیل نشده پذیرفته می‌شود. «زمان محلی» يك رویداد عبارت است از قران و انطباق آن با وضع يك عقربه بر روی يك ساعت. «طول محلی» يك جسم عبارت است از قران و انطباق حدود آن با يك میله اندازه‌گیری بدقت تنظیم شده صلب، در مواردی که در آن، حرکتی برای جسم نسبت به میله وجود ندارد.

البته تعیین قران و انطباق به طریق فوق، نمی‌تواند تضمین کند که ابزار به کار گرفته شده، به طور صحیح و دقیق به عنوان يك ترازو یا يك ساعت عمل می‌کند، و یا آنکه میله اندازه‌گیری، مقیاس دقیقی برای سنجش طول است. گذشته از این شخص می‌تواند بعضی از انواع تحلیل نشده تعیین قران و انطباق را بپذیرد بی‌آنکه خود را اسیر این نظر انعطاف‌ناپذیر کند که این قبیل تعیین قرانها تحلیل نشدنی است. بریجن تأکید می‌کرد که گرچه قبول برخی

از عملیات به عنوان عملیات تحلیل شده ضروری و گریزناپذیر است، تصمیم به قبول يك مجموعه خاص از عملیات به عنوان عملیات تحلیل نشده، به موازات گسترده شدن دامنه تجارب ما، در معرض تجدید نظر قرار می گیرد. بریجمن متوجه شد که تجربه تا این زمان، بدان گونه بوده است که هیچ مشکلی از پذیرش تعیین قرانهای فوق الذکر به عنوان عملیات تحلیل نشده، برای نظریه فیزیکی بروز نکرده است. لکن او اصرار داشت که همواره ممکن است تحلیلهایی دقیقتر و توأم با ذکر جزئیات بیشتر در مورد عملیات ارائه داد [۶]. بدین ترتیب برطبق نظر بریجمن آن دسته از تعیین قرانهای تحلیل نشده که درحال حاضر مورد قبول قرار گرفته است صرفاً لنگرگاهی موقت در زبان مشاهده برای احکام و قضایای نظری فراهم می آورند.

الگوی قیاسی تبیین علمی

طرحهای عملیاتی، احکام و قضایایی درباره مفاهیم علمی را به داده های آزمایشی اولیه مرتبط می سازد. برنامه فلسفه علم رسمی در مرتبه بالاتر بعدی، مشخص ساختن رابطه میان مفاهیم علمی و قوانین است. این برنامه ممکن است از هر دو سوی (بالا یا پایین) تحقق یابد. با معین بودن حکمی که واجد ارزش يك مفهوم علمی است، شخص ممکن است درصدد برآید که این واقعیت را با مراجعه به برخی از قوانین تبیین کند. و با معلوم بودن يك قانون، شخص ممکن است درصدد برآید تا شواهد تأیید کننده را در میان احکامی که واجد ارزش مفاهیم علمی هستند، جستجو کند.

کارل همپل و پل اوپنهایم در رساله بسیار پرآوازه و مؤثری که به سال ۱۹۴۸ انتشار یافت مسئله تبیین علمی را مورد بررسی قرار دادند [۷]. همپل و اوپنهایم ضمن تفسیر مشاهده پاروزنی که پاروی خود را «خمیده» می بیند، اظهارنظر کردند که:

از این سؤال که «چرا پدیدار مذکور رخ داده است؟» این معنا مستفاد می شود

۱. Orthodox: آئین رسمی، سخت کیشی، مذهب عامه، و آنچه جریان اصلی و محافظه کارانه تر و تغییرناپذیرتر يك دین یا آئین یا مکتب علمی یا سیاسی را می سازد. به عنوان مثال یکی از ارتدوکسی های مارکسیسم، آن است که به قول معتقدانش در روسیه حاکم است. مقصود از فلسفه علم رسمی Orthodox philosophy of science که در اینجا مورد بحث قرار گرفته، دیدگاهی است که پس از جنگ جهانی دوم در میان فیلسوفان علم رواج یافت و قبول عام پیدا کرد. - م.

که «برطبق کدام قانون کلی، و به وسیله کدام دسته از شرایط مقدم، پدیدار مذکور رخ می دهد؟» [۸].

الگوی قیاسی تبیین يك پدیدار صورت زیر را به خود می گیرد:

قوانین کلی $L_1 \cdot L_2 \dots L_k$

احکام و قضایایی درباره شرایط پیشین $C_1 \cdot C_2 \cdot \dots \cdot C_k$

$\therefore E$ توصیف پدیدار

در مورد مشاهده پاروزن، قوانین کلی عبارت است از قانون شکست، و این قانون که آب به لحاظ نوری از هوا متکاثفتر است. شرایط مقدم عبارت است از اینکه پارو راست و مستقیم است و اینکه تحت يك زاویه بخصوص در آب قرار داده می شود.

همپل و اوپنهایم متذکر این نکته مهم منطقی شدند که نمی توان تنها از قوانین کلی احکامی درباره يك پدیدار استنتاج کرد. لازم است مقدمه ای درباره شرایطی که تحت آن رویداد مزبور به وقوع می پیوندد، به قوانین کلی ضمیمه شود. شرایط مقدم هم شامل شرایط مرزی است که اعتقاد بر این است که قوانین تحت آنها برقرار است، و هم شامل آن دسته از شرایط اولیه ای است که مقدم بر و یا همزمان با پدیداری که باید تبیین گردد متحقق می شود. برای نمونه، يك تبیین قیاسی درباره انبساط بالونی که حرارت داده شده، ممکن است صورت زیر را به خود بگیرد:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \text{قانون گی- لوساک}$$

$$m, p = K$$

شرایط مرزی (حدی) جرم و فشار ثابت اند

$$T_2 = 2T_1 \quad \text{شرایط «اولیه»}$$

$$\therefore V_2 = 2V_1 \quad \text{نتیجه}$$

همپل و اوپنهایم بر مبنای بحث خود درباره الگوی قیاسی تبیین علمی، مراقب بودند که نشان دهند بسیاری از تبیین‌های معتبر علمی از این الگوی قیاسی پیروی نمی‌کند و در چارچوب آن جای نمی‌گیرد. این حالت برای بسیاری از تبیین‌هایی که بر مبنای قوانین آماری بنا شده‌اند، برقرار است [۹]. مثالی که در یک رساله که سالهای بعد به رشته تحریر در آمد به وسیله همپل ارائه گردید، چنین است:

درصد بالایی از بیماران آلوده شده به استروپتوکوک، در ظرف ۲۴ ساعت پس از استفاده از پنی‌سیلین بهبود یافتند.
جوزف مبتلا به استروپتوکوک شده و از پنی‌سیلین استفاده کرده بود.
جوزف در ظرف ۲۴ ساعت پس از استفاده از پنی‌سیلین از آلودگی به
استروپتوکوک بهبود یافت [۱۰].

این استدلال تبیینی، قوت استدلال قیاسی را فاقد است. و برخلاف آن، مقدماتش صرفاً نوعی تکیه‌گاه استقرائی برای نتیجه فراهم می‌سازد.*
 بدین ترتیب همپل اعتراف کرد که اندراج شرایط مقدم تحت قوانین کلی ممکن است یا به صورت قیاسی و یا به صورت استقرائی حاصل شود. اما وی پیوسته و با یک روش معتقد بود که هر تبیین علمی قابل قبول مستلزم اندراج یک «جمله نیازمند تبیین» قیاسی یا استقرائی تحت قوانین کلی است.

*خط دوتایی میان مقدمات و نتیجه نشان دهنده این است که استدلال، استدلال استقرائی است.

۱. بنا به نقل همپل در کتاب فلسفه علم طبیعی پدیداری که قرار است تبیین شود، پدیدار نیازمند تبیین explanandum phenomenon نامیده می‌شود؛ و عبارتی که این پدیدار را وصف می‌کند جمله نیازمند تبیین ex. sentence. به عقیده فیلسوفان پیرو فلسفه علم رسمی صورت صحیح یک تبیین علمی بدین قرار است:

$$L_1, L_2, \dots, L_r$$

$$C_1, C_2, \dots, C_k$$

$$E \text{ جمله نیازمند تبیین}$$

که در آن $L_1, \dots, L_r$ قوانین کلی هستند. $C_1, C_2, \dots, C_k$ احکام و قضایایی که درباره واقعیات بخصوص گزارش می‌دهند. این نحوه تبیین «تبیین به وسیله اندراج قیاسی تحت قوانین کلی» نامیده می‌شود. قوانینی که در یک تبیین علمی ظاهر می‌شود، قوانین فراگیر covering law نام دارد. - م.

تعمیمهای بقاعده در برابر تعمیمهای اتفاقی

به عقیده فیلسوفان پیرو فلسفه علم رسمی، يك تبیین علمی موفقیت آمیز اصل تبیینی خود را تحت قوانین کلی مندرج می سازد. اما در يك مورد خاص چگونه می توان مطمئن گردید که مقدمات شامل قوانین است ما استدلال زیر را به عنوان تبیین علمی نتیجه آزمون يك شعله سبز می پذیریم:

همه شعله های آمیخته به باریم سبزند.
این يك شعله آمیخته به باریم است.

∴ این شعله سبز است.

ولی قدرت تبیین استدلال زیر را انکار می کنیم:

همه سکه هایی که هم اکنون در جیب من قرار دارند حاوی مس اند.
این سکه ای است که اکنون در جیب من قرار دارد.

∴ این سکه حاوی مس است.

هر دو استدلال صورت منطقی یکسانی دارند. اما استدلال نخستین اصل تبیینی خود را تحت يك قانون معتبر مندرج می سازد، در حالی که استدلال بعدی اصل تبیینی خود را تحت يك تعمیم «صرفاً اتفاقی» قرار می دهد.
نظریه پردازان فلسفه علم رسمی، نظر هیوم را درباره قوانین علمی پذیرفتند. برای نمونه ر.ب. بریث ویت اعلام داشت که:

من با بخش اعظم نظر هیوم موافقم - آن بخشی که بیان می دارد کلیات قانون عیناً همان کلیات واقعیت است، و می گوید که در طبیعت هیچ تافته جدا بافته ای به نام ارتباط ضروری وجود ندارد [۱۱].

اما بریت ویت متوجه شد که مشکلاتی در سر راه تحلیل هیومی قانون وجود دارد. يك مشکل این است که تحلیل هیومی، تمایز میان کلی های قانون سان، و کلی های اتفاقی را خلط می کند.*

فرض کنید دو ساعت آونگ دار طوری تنظیم شده اند که ۹۰ درجه اختلاف فاز داشته باشند به نحوی که دو ساعت به طور ثابت و مستمر مقارن هم به صدا در آیند. اگر قوانین علمی چیزی بجز قضایایی درباره مقارنه ثابت و مستمر نباشد، در آن صورت قضیه زیر يك قانون خواهد بود:

برای هر x اگر x صدای زنگ ساعت شماره ۱ است، در آن صورت x صدای زنگی است که در دنبالش صدای زنگ ساعت شماره ۲ به گوش می رسد.

حال فرض کنید که آونگ هر دو ساعت از حرکت باز ایستاده شود. آیا «قانون» مذکور این قضیه شرطیه خلاف واقع را تأیید و تصدیق خواهد کرد که «اگر ساعت شماره ۱ شروع به زنگ زدن بکند، در این صورت صدای زنگ آن، با صدای زنگ ساعت شماره ۲ همراه می گردد؟» مسلماً نه.

از سوی دیگر «قوانین علمی معتبر» قضایای شرطیه خلاف واقع را تأیید و تصدیق می کنند. این قانون که: «همه شعله های مخلوط با باریم سبزند» این ادعای خلاف واقع را که: «آن شعله، شعله ای سبز خواهد بود اگر آمیخته به باریم باشد»، تأیید و تصدیق می کند.

گذشته از این به نظر می رسد تعدادی از مهمترین قوانین علمی به هیچ وجه درباره مقارنات ثابت، نباشد زیرا آنها به اوضاع و احوال ایده آلی راجع اند که وجود ندارد. قانون گاز ایده آل از این نوع قوانین است. اگرچه گازهایی که در آنها اندازه مولکولها، و نیز شدت میدان نیروهای بین مولکولی صفر باشد، وجود ندارد، اگر چنین گازی می بود، در آن صورت فشار،

حجم و دمایش بدین ترتیب به یکدیگر مرتبط بود: ثابت $\frac{PV}{T}$

* خودهیوم از این تمایز ناخرسند بود. فصل نهم را ببینید.

۱. این ادعای خلاف را می توان به بیان دیگر چنین تقریر کرد که: هر شعله سبزی الا و لا بد می باید آمیخته با باریم باشد والا سبز نخواهد بود. حال آنکه می دانیم در قضایای شرطیه اگر تالی وضع شده باشد، رفع مقدم لزوماً به رفع ان منجر نخواهد شد - م.

۲. حکمای اسلامی این قبیل قضایا را قضایای لائیه می نامند و آنها را نظیر قضایای حقیقه به حساب می آورند. مثال «کوهی از زیق بارد بالطبع است» مثالی از این قبیل قضایاست. - م.

بدین سان اختلاف مشهودی میان کلی‌های قانون‌سان و کلی‌های اتفاقی وجود دارد. کلی‌های قانون‌سان قضایای شرطیه خلاف واقع را تأیید می‌کنند؛ کلی‌های اتفاقی چنین نمی‌کنند. اما معنای تأیید در این زمینه چیست؟

مطابق نظر بریث‌ویت، این تأیید و تصدیق از رابطه قیاسی کلی‌های قانون مانند به تعمیم‌های مرتبه بالاتر ناشی می‌شود. او اظهار نظر کرد که يك قضیه شرطیه کلیه h ، قانون سان است اگر h

در يك سیستم قیاسی استقرار یافته و تثبیت شده به منزله يك نتیجه قیاسی از فرضیه‌های مرتبه بالاتری که توسط شواهد تجربی تأیید و تصدیق می‌گردد، ظاهر شود. این شواهد تجربی، شاهد صدق مستقیمی برای خود h نیست [۱۲].

تعمیم رنگ شعله باریم نتیجه قیاسی اصول موضوعه نظریه اتمی است. و شواهد صدق گسترده‌ای برای این اصول موضوعه (فوق رنگ شعله‌های مخلوط با باریم) وجود دارد. يك چنین رابطه قیاسی، به هیچ وجه برای تعمیم درباره دو عدد ساعت شناخته نشده است. ارنست ناگل به گونه‌ای مشابه از يك دیدگاه هیومی درباره قوانین علمی دفاع کرد. او مدعی بود که تعمیم‌های قانون مانند می‌تواند بدون رجوع به مفاهیم مشروط و مقید نظیر «ضرورت»، و «امکان» از تعمیم‌های اتفاقی تمیز داده شود. ناگل چهار مشخصه کلی‌های قانون سان را فهرست کرد [۱۳]

(۱) يك کلی، مقام و موقع قانون مانند را صرفاً بدین وسیله که به گونه‌ای بی‌محتوا و تهی، حقیقی (صادق) باشد کسب نمی‌کند. اگر هیچ موجود مریخی وجود نداشته باشد، در آن صورت درست است که بگوییم: «همه مریخی‌ها سبز هستند». اما حقیقتی که بدین گونه تحصیل شده است به هیچ روی مقام و موقع قانون سانی را به يك حکم یا قضیه اعطا نمی‌کند.

البته قوانینی که به گونه‌ای تهی و بی‌محتوا صادق باشد، وجود دارد. اما مقام و موقع آنها به عنوان يك قانون، از طریق رابطه منطقی‌شان با سایر قوانین در يك نظریه علمی، تعیین

می‌گردد.

(۲) معلوم نشده است که حوزه حمل يك كلى قانون سان بر روی استدلال‌های بیشتر بسته باشد. در مقابل اغلب معلوم شده است که حوزه حمل يك كلى اتفاقی بسته است. يك مورد قابل ذکر این است: «همهٔ سگه‌های درون جیب من حاوی مس هستند».

(۳) کلی‌های قانون سان افراد معینی را که شرایط مقدم و شرایط منتج را برآورده سازند، به نواحی مشخص مکان یا زمان محدود نمی‌سازد.

(۴) کلی‌های قانون مانند، اغلب به طور غیر مستقیم از ناحیهٔ شواهد تجربی که بطور مستقیم قوانین دیگری را در همان سیستم قیاسی مورد تأیید و ابرام قرار می‌دهد، تأیید می‌گردد. برای نمونه اگر قوانین L_1 و L_2 و L_3 به نحو پیوسته به یکدیگر و یکی بعد از دیگری در داخل $\text{يك سیستم اصول متعارفه تفسیر شده}$ ، قابل استنتاج باشد، در آن صورت شواهدی که مستقیماً L_1 و L_2 را تأیید می‌کند، L_3 را نیز به نحو غیر مستقیم مورد تصدیق و تأیید قرار می‌دهد. مثلاً چون قانون بویل، قانون چارلز و قانون گراهام در مورد نفوذ گازها، همگی در داخل نظریهٔ جنبشی گازها، نتایج قیاسی به حساب می‌آیند، قانون بویل به نحو غیرمستقیم به وسیلهٔ شواهدی که قانون چارلز یا قانون گراهام را تأیید و ابرام می‌کند، تأیید و تصدیق می‌گردد. در مقابل، کلی‌های اتفاقی از چنین حمایت و تأیید غیر مستقیمی برخوردار نمی‌شوند.

ساختمان نظریه‌های علمی

تحلیل‌های مربوط به ساختمان نظریه‌های علمی در دورهٔ بعد از جنگ دوم جهانی، عمدهٔ بر بنیاد تمایزی استوار بود که کمبل میان سیستم اصول متعارفه و کاربرد و انطباق آن بر تجربه قائل گردیده* بود.

رودولف کارنپ در مقالهٔ پراوازهٔ مؤثری که به سال ۱۹۳۹ در دایرة المعارف بین‌المللی علم یگانی منتشر گردید به تکرار نظرگاه «فرضیه همراه با لغت‌نامه» دربارهٔ نظریه‌های علمی مبادرت ورزید:

1. scope of predication

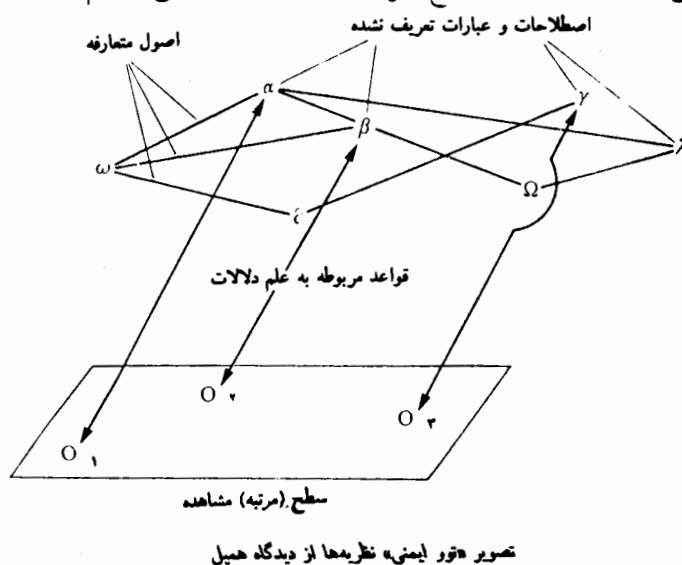
* نظر کمبل دربارهٔ نظریه‌ها در صفحات ۱۸۱ و ۱۸۲ بحث شده است.

2. *International Encyclopedia of Unified Science*

هر نظریه فیزیکی، و به همین قیاس کل فیزیک، را می‌توان به صورت یک سیستم تفسیر شده، متشکل از یک ریاضیات خاص (سیستم اصول متعارف) و سیستمی از قواعد مربوط به علم دلالات برای تفسیر آن، نمایش داد [۱۴].

این ادعا از سوی فیلیپ فرانک و کارل همپل در مقالات بعدی همان دایره المعارف تکرار گردید [۱۵].

تفسیر همپل از نظر «فرضیه به علاوه لغت نامه» شباهتهایی با «تورهای ایمنی» که برای حفظ جان هنرمندان بندباز به کار می‌رود، دارد. یک سیستم اصول متعارفه، توری است متکی بر میله‌هایی که با هاشان در سطح (مرتبه) مشاهده زبان علمی محکم شده است [۱۶].



همپل به پیروی از کمبل ملاحظه کرد که لزومی ندارد هر یک از گره‌های تور، نقطه اتکانی در میان احکام و قضایای سطح مشاهده داشته باشد. اگر چنین باشد، این سؤال خودبخود مطرح می‌شود که تحت چه شرایطی تور به نحوی کاملاً ایمن بر روی پایه‌ها مستقر و محکم می‌شود؟ چگونه می‌توان دریافت که تعداد میله‌های اتصال با استحکام و قدرت در خور، میان تور و سطح مشاهده‌ای کافی است؟ قدرت و استحکام رابطه اتصالی، بزرگترین مسأله «نظریه‌های ریاضی» است که در آنها هر یک از عبارات و اصطلاحات به یک قاعده مربوط به

علم دلالات نسبت داده شده است. هندسه فیزیکی مثال بارزی از این قبیل نظریه هاست. هریک از اصطلاحات ریاضی - نظیر «نقطه»، «خط»، «تطابق (همنهستی)» ... - با عملیات فیزیکی مرتبط است. از سوی دیگر می توان يك «نظریه مکانیکی» را تصور کرد که حساب ویژه آن به وسیله يك قاعده واحد معنا شناختی به امور قابل مشاهده مرتبط است. آیا يك چنین نظریه ای معنی دار تجربی خواهد بود؟

همپل اظهار نظر کرده که می توان به این پرسش پاسخ رضایت بخش و خرسند کننده ای داد به این شرط که نظریه شایسته ای در باب تأیید به کمک شواهد تجربی داشته باشد. برطبق نظر همپل يك نظریه شایسته و با کفایت در باب تأیید حاوی قواعدی است به طوری که برای هر قضیه (T) و هر عبارت زبان مشاهده (E) که از يك شاهد و بینة تجربی خبر می دهد، قواعد مذکور با توجه به E درجه مشخصی از تأیید [تجربی] را به T نسبت می دهد. نظریه ای که قواعد تأیید [تجربی] بدین سان در مورد آن صدق می کند به عنوان معنی دار تجربی تعریف می گردد. قواعد معنا شناختی يك چنین نظریه ای از استحکام و قدرت لازم برای تثبیت حساب ویژه خود برخوردار است. اما همپل اقرار کرد که هیچ يك از نظریه های تأیید که در حال حاضر در دست است، برای برآوردن مقصودی که بدان اشاره شد کافی و شایسته نیست [۱۷]. نتیجه طرح پیشنهادی او (در ۱۹۵۲) برای سنجش کفایت و شایستگی تفسیر تجربی حسابهای ویژه به وسیله نظریه ای در باب تأیید، برنامه ای بود نیازمند پژوهش و تحقیق آتی.

عبارات و اصطلاحات نظری که برای آنها هیچ لغتی در کتاب لغت یافت نمی شود نیز جزو عبارات معنی دار تجربی به حساب می آید. بریث ویت اظهار داشت که معنی دار بودن تجربی، از سوی احکام مربوط به امور قابل مشاهده، به اصول بدیهی اسناد داده می شود [۱۸]. مثلاً در نظریه کوانتوم، قضایایی درباره چگالیهای بار الکترون، توزیع تفرق و نظایر آن است

۱. congruence دو عدد a و b همنهشت هستند اگر ضمن تقسیم بر مقسوم علیه n، باقیمانده های آن دو مساوی باشد. دو عدد همنهشت را چنین نمایش می دهند:

$$a \equiv b \pmod{n}$$

2. semantical 3. configuration

۴. scattering اصطلاح کلی برای انکاس یا پراکندگی نامنظم امواج یا ذرات ... م.

که به «تابع Ψ (تابع موج)» معنای تجربی می بخشد. نورتا کوئرتگه متذکر شد که نظر دانشمند پیرو بازسازی منطقی این است که معنای تجربی از طریق «عمل جذب به وسیله رگهای موئین» از خاک سطح مشاهده زبان علمی به بالا نشأت می کند [۱۹].

تعویض و جایگزینی نظریه: رشد در سایه ترکیب و به هم پیوستگی موضع فلسفه علم رسمی [نسبت به مسأله تبیین های علمی] این بود که تبیین يك پدیدار، نشان دادن این امر است که: توصیف آن [پدیدار] به نحو منطقی (معمولاً قیاسی) از قوانین و احکام شرایط مقدم نتیجه می شود؛ و به همین ترتیب، تبیین يك قانون نشان دادن این امر است که آن قانون به نحو منطقی از سایر قوانین نتیجه می شود [۲۰].

مسأله تبیین [پدیدارها و قوانین که در فوق بدان اشاره شد] همراه با مسأله احیای منطقی رابطه میان قوانین، وقتی در مورد تاریخ علم اعمال گردید به صورت نوعی تأکید بر «بیشرفت در سایه یکی شدن و به هم پیوستن» بازتاب یافت. ارنست ناگل اظهار داشت که:

مسأله جذب شدن یا تحویل يك نظریه بالنسبه مستقل، به يك نظریه فراگیرتر؛ [امری استثنائی در تاریخ علم نیست و] يك ویژگی انکار ناپذیر و کثیرالوقوع تاریخ علم جدید به حساب می آید [۲۱].

ناگل دو نوع «تحویل» را تشخیص داد. اولین نوع، تحویل یکنواخت و متجانس است که در آن، يك قانون نهایتاً به نظریه ای می پیوندد، که «ذاتاً همان» مفاهیمی را که در قانون ظاهر می گردد، به کار می برد. او اظهار عقیده کرد که «جذب» قانون سقوط اجسام گالیله به مکانیک نیوتنی، تحویلی از این نوع است [۲۲]. برطبق نظر ناگل، قانون گالیله به مکانیک نیوتنی جذب شده است و به وسیله اصول مکانیک نیوتنی تبیین می گردد.

۱. تابع موج یا تابع Ψ عبارتست از احتمال یافت شدن يك ذره اتمی در يك مكان معين در يك لحظه معين. تنها صورتی از این تابع که به طور فیزیکی معنادار است مجبور قدر مطلق آن یعنی $|\Psi| = I$ است. که شدت احتمال probability density نامیده می شود. - م.

2. Noretta Koertge, 3. capillary action

۴. به پاورقی صفحه ۲۴۱ رجوع کنید.

5. reduce 6. more conclusive 7. recurrent 8. homogeneous reduction

دومین نوع «تحویل»، که جالبتر است، واقع شدن يك قانون است، به نحو قیاسی، تحت نظریه‌ای که فاقد برخی از مفاهیمی است که قانون برحسب آنها بیان می‌گردد. غالباً قانون تحویل شده [به نظریه]، ناظر به ساختمان اشیاء در مقیاس بزرگ است و نظریه در برگیرنده [قانون]، ناظر به ساختمان درونی اشیاء است. مثالی که توجه ناگل را به خود معطوف داشت تحویل ترمودینامیک کلاسیک به مکانیک آماری بود [۲۳]. در قوانین ترمودینامیک آماری مفاهیمی ظاهر می‌گردد که در میان مفاهیم مکانیک آماری دیده نمی‌شود. «دما» و «آنترپی» از جمله این مفاهیم هستند. معهدا ماکسول و بولتزمان موفق شدند قوانین ترمودینامیک کلاسیک را از مقدماتی که شامل قوانین آماری درباره حرکات مولکولها بود استنتاج کنند.

ناگل با ارجاع به این نوع تحویل نامتجانس، درصدد برآمد تا شرایط لازم و کافی تحویل يك شاخه از علم، به شاخه دیگر را آشکار سازد. او توجه داشت که شرایط تحویل تنها می‌تواند برای آن شاخه‌هایی از علم که صورت معین و موجه و مقبولی یافته ست تنظیم و صورت‌بندی گردد. يك شرط ضروری برای کسب صورت مقبول این است که معانی اصطلاحات و عباراتی که در نظریه‌های مورد نظر ظاهر می‌گردد، به وسیله قواعد کاربرد متناسب با هر رشته علمی، تثبیت شده باشد. با فرض اینکه این شرط برقرار است، و اینکه روابط مربوط به وابستگی منطقی درون هر نظریه بیان شده است، آنچه در زیر می‌آید شرایط لازم و ضروری تحویل T_1 به T_2 است [۲۴]:

شرایط صوری برای تحویل

۱- اتصال پذیری: به ازاء هر عبارت یا اصطلاحی که در T_2 ظاهر شده اما در T_1 نیست، يك حکم متصل کننده وجود دارد که عبارت یا اصطلاح مذکور را به عبارات و اصطلاحات نظری T_1 می‌پیوندد.

۲- اشتقاق پذیری: قوانین آزمایشی T_2 نتایج قیاسی فرضهای نظری T_1 هستند.

-
- | | | | | |
|----------------|---------------------------|-----------------|------------|---------|
| 1. macroscopic | 2. heterogenous reduction | 3. formalized | 4. formali | 5 usage |
| 6. discipline | 7. connectability | 8. derivability | | |

شرایط غیر صوری برای تحویل

- ۳- حمایت تجربی: فرضهای نظری T_1 به وسیله شواهد تجربی بالاتر (از نظر رتبی) و علاوه برشواهدی که T_2 را حمایت و تأیید می کند، مورد حمایت قرار می گیرد.
- ۴- باروری: فرضهای نظری T_1 حاکی از توسعه و بسط بیشتر فرضهای نظری T_2 هستند.

پیشرفت به وسیله یکی شدن

تحویل موفقیت آمیز عبارت است از یکی شدن و به هم پیوستن. يك نظریه، در نظریه دیگری که قلمرو گسترده تری دارد جذب می شود. این نکته دلالت دارد براینکه پیشرفت در علم شباهت بسیاری به خلق يك لانه وسیع جعبه های چینی دارد.

نیلز بور در مقالاتی که در دهه ۱۹۲۰ و بعد از آن به رشته تحریر در آورد، این نظر درباره پیشرفت علمی را از اشتهار و اعتبار برخوردار ساخت. او مدعی بود که نظر جعبه چینی، عبارت است از کاربرد روش شناسانه موفقیت آمیز و شمر ثمر اصل موضوع تطابق.*

اعمال اصل تطابق به عنوان معیار و ملاک قابلیت قبول، به این معناست که هر يك از

1. nonformal 2. empirical support

۳. جعبه چینی: مجموعه ای است از تعدادی جعبه کوچک و بزرگ که هر جعبه کوچکتر در داخل جعبه بزرگتر قرار می گیرد. نویسنده واقع شدن يك نظریه را در درون يك نظریه بزرگتر به جعبه چینی تشبیه کرده است. - م.

4. Niels Bohr

• اصل موضوع تطابق (correspondence postulate) يك اصل متعارف نظریه بور در مورد اتم هیدروژن بود (۱۹۱۳).
 بور به منظور توضیح و تفسیر طیف مشاهده شده هیدروژن اظهار نظر کرد که الکترون هیدروژن تنها می تواند در مدارهای پایدار معینی یافت شود که مومنتوم های زاویه ای آنها از رابطه $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ محاسبه می گردد که در آن m جرم الکترون، v سرعت آن، r شعاع مدار، h ثابت پلانک، و n يك عدد صحیح مثبت است. گذر (انتقال) از يك مدار پایدار به مدار پایدار دیگر با صدور یا جذب انرژی همراه است (مثلاً گذر از $n=3$ به $n=2$ اولین خط طیفی را در سری بالمر (پاورقی صفحه بعد را ببینید). به وجود می آورد). اصل موضوع تطابق تصریح می کند که در حد، وقتی n به بینهایت میل می کند و الکترون دیگر به هسته اتم، مقید نیست، الکترون از قوانین ترمودینامیک تبعیت می کند.
 بور که از موفقیت این نظریه درباره اتم هیدروژن به وجد آمده بود، مدعی گردید که صورت تعمیم یافته اصل موضوع تطابق، ملاک قابلیت قبول برای نظریه های مکانیک کوانتوم به حساب می آید. بر طبق نظر بور، يك نظریه مکانیک کوانتوم با هر قلمرویی که دارد می باید بجانب وار با ترمودینامیک کلاسیک در حوزه هایی که نظریه کلاسیک کفایت خود را به اثبات رسانده، موافق باشد [۲۵].

سری بالمر نام يك دسته از خطوط موجود در طیف نیدروژن است که به وسیله معادله $V = R_h$ مشخص می شوند، که در آن n مقادیر صحیح مختلفی را می پذیرد، V عدد موج و R_h ثابتی است معادل $1.0967758 \times 10^7 m^{-1}$ - م.

نظریه‌های قائم مقام نظریه T که می‌خواهد جایگزین آن گردد، می‌باید شرایط زیر را واجد باشد:

- (۱) نظریه جدید محتوای آزمون پذیر بزرگتری از نظریه T دارد؛ و
 - (۲) نظریه جدید با نظریه T در حوزه‌ای که T بخوبی صدق می‌کند و تأیید می‌شود،
مجانب‌وار^۱ مطابق است.
- جوزف آگاسی^۲ این بسط روش شناسانه اصل موضوع تطابق را بدین سان بیان کرده است:

دو خواسته روش شناسانه مصرّح وجود دارد که می‌توان آن را درباره هر نظریه تازه پیشنهاد شده‌ای مطرح ساخت: نظریه تازه پیشنهاد شده می‌باید مقام نظریه‌ای را که می‌خواهد از دور خارج سازد به عنوان نتیجه یا تقریب اول خود تصدیق کند، و نیز آن را به عنوان موردی خاص به حساب آورد. خواسته اول، چیزی بیش از این طلب نمی‌کند که نظریه تازه همه موفقیتها و کامیابیهای نظریه گذشته را تبیین کند. خواسته دوم، این شرط را طلب می‌کند که نظریه تازه کلیتر و به طور مستقل آزمون پذیر باشد [۲۶].

ضمیمه فصل ۱۲

دیدگاه‌های قرن بیستمی درباره ملاک تمییز تجربی از دیگر انواع معرفت

معیار تحقیق‌پذیری (قابلیت تحقیق تجربی)

نظر کارنپ درباره ترجمه‌پذیری به يك زبان مبتنی بر تجربه

نظر آیر درباره قابلیت استنتاج قضایای مشاهده‌ای

نظر پوپر در باب ابطال‌پذیری

نظر فیلیپ فرانک درباره تعارض میان «موافقت با مشاهدات» «واصل سادگی»

ارسطو نخستین فیلسوف علم بود که بر روی مسأله تمییز تفسیرهای علمی از تفسیرهای غیرعلمی انگشت گذارد و بر آن تأکید ورزید. او معتقد بود که این تمییز و فرق گذاری می‌باید پیش از تقسیم تفسیرهای علمی به تفسیرهای قابل قبول و غیرقابل قبول صورت پذیرد. بعدها گاليله این نظر هوشمندانه ارسطو را برای طرد پاره‌ای از تفسیرهای خود ارسطو از قلمرو علم به کار بست. گاليله با محدود ساختن تفسیرهای علمی به اظهارنظرهایی پیرامون کیفیات اولیه، همه تفسیرهایی را که به «حرکتهای طبیعی» به سمت «مکانهای طبیعی» متوسل می‌شود از حوزه علوم طرد کرد.

در اوایل قرن بیستم بعضی از دانشمندان و فلاسفه مجدداً به مسأله ملاک تمییز علم از

۱. این قسمت که در طبع نخستین (۱۹۷۲) بخشی از فصل دوازدهم با عنوان: نظرات پیرامون تمییز و تشخیص علم تجربی در قرن بیستم Twentieth century views on the demarcation of science محسوب می‌شد، از جدید طبع (۱۹۸۰) حذف شده است.

2. demarcation.

۳. این قسمت نیز که در طبع نخست جزو فصل دهم بود در این طبع محذوف است. - م.

غیرعلم توجه نمودند. يك نتیجه مهم این توجه و روی آوری مطرح شدن يك نگره روش‌شناسانه بود موسوم به عمل‌ورزی یا «اصالت فعل» که از سوی بریجن «عنوان گردید. در اوایل دهه ۱۹۲۰ گروهی از فلاسفه تحت رهبری موریتس شلیک از دیدگاهی دیگر به مسأله ملاک تمیز نزدیک شدند. این دیدگاه متفاوت عبارت بود از پیراستن فلسفه از همه احکام مابعدالطبیعه.

معیار تحقیق‌پذیری^۱ (قابلیت تحقیق تجربی)

اعضای حلقه وین^۲ - نامی که گروه بدان شهرت یافت - معتقد بودند که نقطه عطفی در فلسفه به وجود آورده‌اند. فلسفه از آن پس به تصفیه و پالایش دعاوی مثبت و پرسشها محدود شده بود، پالایشی که خاطرنشان می‌ساخت بحثهای متافیزیکی فاقد معنای تجربی‌اند.

بدین ترتیب کاوش برای یافتن معیار معنادار بودن تجربی که می‌باید احکام متافیزیکی را نقض می‌کرد، آغاز گردید. يك پیشنهاد این بود که فقط احکام معنادار تجربی تحقیق‌پذیر است. يك حکم معنادار تجربی است اگر و فقط اگر مشخص ساختن شرایطی که حکم مذکور را صادق می‌سازد، امکان‌پذیر باشد. اعتقاد براین بود که احکام متافیزیکی نمی‌توانند این شرط را برآورده سازند.

اما بزودی بحثی برسر معنای عبارت «امکان تحقیق‌پذیری» در گرفت. در این مورد همه متفق القول بودند که يك قضیه تنها به شرطی معنادار تجربی است که تحقیق تجربی آن منطقاً ممکن باشد. این شرط احکامی نظیر «گورخر نوارهای سیاه و سفیدی بر روی پوست خود دارد و سراسر بدنش به رنگ سبز است» را طرد می‌کند. بزودی براین نکته توافق شد که صرف موجود نبودن امکانات تکنیکی برای نقض يك حکم کافی نیست. این حکم که «بر روی سطح سیاره پلوتو حفره‌های ناشی از برخورد شهابها وجود دارد» يك حکم معنادار تجربی است اگرچه در حال حاضر وسایل تحقیق تجربی آن را در اختیار نداشته باشیم. اما معنای سومی نیز

۱. دیدگاه بریجن در صفحات قبل تشریح گردید.

2. Moritz Schlick 3. verifiability criterion

۴. Vienna Circle متشکل از رودولف کارناپ، هربرت ناگل، فیلیپ فرانک، کورت گودل، ویکتور کرافت، اوتو نویرات، موریتس شلیک، فریدریش وایسمان و دیگران - م.

۵. مقصود اینست که گورخر در همان حال که بدنش پوشیده از نوارهایی به رنگهای سفید و سیاه است رنگ پوشش بهیچ است و این یعنی جمع ضدین - م.

برای «امکان تحقیق پذیری (قابلیت تحقیق)» وجود دارد. رایشنباخ از «امکان فیزیکی» قابلیت تحقیق سخن به میان آورد [۱]. برطبق نظر رایشنباخ تحقیق تجربی يك حکم به طور فیزیکی تنها به شرطی امکان پذیر است که بتوان يك شیوه تحقیق پذیری را که معارض قوانین علمی پذیرفته شده نیست، مشخص نمود. او پیشنهاد کرد معیار قابلیت تحقیق به گونه ای تفسیر شود که معنی دار بودن تجربی صرفاً به احکامی که تحقیق پذیری در مورد آنها هم به طور منطقی و هم به طور فیزیکی امکان پذیر است، نسبت داده شود. کاربرد این ملاک، برای نمونه، بحث نظری درباره طیف يك سحابی را که با سرعتی بیش از سرعت نور به زمین نزدیک می شود، [از حوزه علم] طرد می کند. انتقال اطلاعات با سرعتی بیش از سرعت سیر نور به لحاظ منطقی غیرممکن نیست، ولی همگان معتقدند که این امر به لحاظ فیزیکی غیرممکن است. البته نظر دانشمندان درباره فراگردهایی که به لحاظ فیزیکی امکان پذیر نیستند، عوض می شود، و رایشنباخ تشخیص داد که کاربرد معیار تحقیق پذیری با وضع و حال کنونی پیشرفت علم متناسب است.

اما بزودی روشن شد که معیار تحقیق پذیری (قابلیت تحقیق) بیش از اندازه مقید کننده و محدودیت برانگیز است. این معیار همه قضایای کلیه نظیر: «همه نمونه های سدیم با کلر ترکیب می شوند» و «همه اجسام باردار مثبت، اجسام باردار منفی را جذب می کنند» را از [قلمرو علم] طرد می کند [۲]. هیچ مجموعه محدودی از گزارشهای مربوط به مشاهدات تجربی نمی تواند صدق این احکام را اثبات کند. حداکثر چیزی که می توان مدلل داشت این است که تا بحال هیچ مورد نقضی مشاهده نشده است. اما چون بسیاری از قوانین علمی به شکل قضایای کلیه از این نوع است، معیار پیشنهاد شده غیرکافی و ناتمام است.

ابطال پذیری یا قابلیت تعیین کذب، نیز به عوض تحقیق پذیری يك شرط کافی برای معنی دار بودن تجربی نخواهد بود. ابطال پذیری نیز به نوبه خود معیاری به غایت محدود کننده است. این معیار همه قضایای وجودی نظیر «لا اقل يك منظومه دوتایی از ستاره های کوتوله سفید وجود دارد» را از قلمرو اقوال معنی دار تجربی طرد می کند. قضایایی از این قبیل

نمی‌تواند به وسیله هیچ مجموعه محدودی از قضایای حاصل از مشاهده،^۱ که شواهد تجربی منفی را ثبت می‌کند، ابطال شود.

تشخیص این امر که هم معیار تحقیق‌پذیری و هم معیار ابطال‌پذیری قضایایی را که باید در زمره قضایای معنی‌دار تجربی به حساب آیند، طرد می‌کنند، فلاسفه را بر آن داشت تا درصدد یافتن دیگر شیوه‌های رهیافت به مسأله معیار تمیز [احکام علمی] از احکام غیرعلمی برآیند. برخی از این شیوه‌های رهیافت عبارت بودند از:

(۱) ساختن يك زبان مأخوذ از تجربه^۲ و الزام به اینکه قضایای معنادار تجربی قابل ترجمه به این زبان باشند؛

(۲) الزام به اینکه قضایای معنی‌دار تجربی تأییدپذیر تجربی باشند نه تحقیق‌پذیر تجربی؛

(۳) تحقیق برای یافتن معیار روش تجربی به عوض معیار قضایای معنی‌دار تجربی.

نظر کارناپ درباره ترجمه‌پذیری به يك زبان مبتنی بر تجربه

اولین رهیافت به وسیله رودولف کارناپ اتخاذ گردید. موفقیت این شیوه در گرو ساختن يك «زبان مبتنی بر تجربه» است که بتوان قوانین و نظریه‌های علمی - اما نه احکام متافیزیکی را بدان ترجمه کرد. کارناپ نوعی زبان مبتنی بر تجربه ابداع کرد که در واژه نامه تجربی اساسی آن، محمولهای قابل مشاهده نظیر «قرمز» و «صاف» مندرج بود. اما او بزودی کشف کرد که قضایایی درباره برخی از مهمترین مفاهیم علمی را نمی‌توان به چنین زبانی ترجمه کرد. مثلاً در حالی که قضیه (صورت حکمیه)^۳ « x يك جانور مفصل‌دار است» ممکن است به صورت وصل^۴ چند قضیه (صورت حکمیه) که قابل تعبیر به زبان مبتنی بر تجربه است ترجمه شود، نظیر « x يك حيوان است»، « x تنه‌ای چند قسمتی دارد»، « x ساقهای مفصل‌دار دارد» و نظایر اینها [۳]، صورت حکمیه « x قابل حل است» معادل «اگر x در يك مایع خاص قرار داده شود، آنگاه x حل می‌شود» نیست. علت این امر این است که صحبت از يك ماده به عنوان «قابل حل» معنا دارد حتی اگر ماده مزبور هم اکنون در مایعی قرار نداشته باشد. گذشته از این با توجه به ماده

1. observation statement 2. empiricist language 3. empiricist language

4. basic empirical vocabulary 5. observational predicates 6. statement form 7. conjunction

8. soluble

قضایای شرطی به صورت «اگر... آنگاه...» هرگاه مقدم کاذب باشد، قضیه صادق است.* اما اگر «x قابل حل است» معادل صورت حکمیه فوق الذکر «اگر... آنگاه...» می بود در آن صورت هر شئی که در حال حاضر درون مایع قرار ندارد به عنوان «قابل حل» تعریف می شد. چه توده ای از شکر داخل شکر دان و چه یک قاشق نقره ای در کنار آن، هر دو در یک فنجان قهوه «قابل حل» می بودند.

کارناپ اظهار داشت که گرچه خواص بالقوه نظیر «قابل حل» نمی تواند صریحاً بر حسب معمولهای مأخوذ از مشاهده^۱ تعریف شود، اما می تواند به کمک «عبارات تحویل کننده»^۲ یا «تعاریف شرطی» به زبان مبتنی بر تجربه برگردانده شود [۴]. در مورد «قابل حل» تعریف شرطی ممکن است چنین باشد: «اگر x درون یک مایع قرار داده شده باشد، آنگاه x قابل حل است، اگر و فقط اگر x حل شود.» در حالت کلی یک معمول بالقوه نظیر P می تواند مطابق این الگو^۳ به زبان مبتنی بر تجربه برگردانده شود:

«اگر عملیات O ترتیب یابد، آنگاه P صدق می کند، اگر و فقط اگر نتیجه R مشاهده شود.» چون P تنها برای آن دسته از مصادیق تعریف شده که در آنها عملیات معینی ترتیب داده می شوند، از این رو این نوع تعاریف شرطی را «تعاریف عملیاتی» می نامند.

یک تعریف عملیاتی برای یک مفهوم، صرفاً معنایی جزئی مشخص می سازد زیرا برای مواردی که در آنها عملیات مذکور ترتیب نمی یابد مفهوم مزبور تعریف نشده باقی می ماند. بنابراین اصطلاحات و عبارات بالقوه نظیر «دما»، «شدت میدان الکتریکی» و «نمودار پاسخ» هر کدام ممکن است به نحو عملیاتی با رجوع به انواع گوناگون شیوه ایزاری تعریف گردد. اصطلاحات و عبارات بالقوه، زمینه باز و گسترده ای [برای تصحیح، تکمیل و تدقیق] دارند و هر اندازه شیوه های عملیاتی بیشتری در دسترس باشد معنای آنها مشخصتر می گردد.

اما این معیار بسط یافته ترجمه پذیری، هنوز بسیار محدود کننده است. مفاهیم علمی

p	q	p → q
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T

* جدول صدق و کذب برای قضایای شرطیه مطابق ذیل است:

1. dispositional 2. observation predicates 3. reduction sentences 4. schema 5. partial
6. response pattern 7. open texture

بینهایت مهمی وجود دارد که نه به وسیله تعاریف صریح و آشکار و نه به وسیله تعاریف عملیاتی نمی‌تواند به زبان مبتنی بر تجربه برگردانده شود. از جمله این مفاهیم «سرعت يك مولکول منفرد» در نظریه جنبشی گازها، تابع موج (ψ) در مکانیک کوانتوم است. اینها اصطلاحاتی نظری هستند که به وسیله اصول متعارفه نظریه‌های مربوط تعریف می‌شوند. سیستم اصول متعارفه به طور کلی به آنچه می‌تواند به وسیله قواعد تطابق مشاهده شود، مرتبط است. در نظریه جنبشی گازها، قواعد تطابق، سرعت مؤثر همه مولکولها را به فشار و دما مرتبط می‌سازد. و در مکانیک کوانتوم قواعد تطابق مجبور قدر مطلق ψ (یعنی $|\psi|$) و نه خود ψ را به توزیع تفرق چگالی گازها، و احتمالات گذر مرتبط می‌سازد. اما اگر چه هر سیستم اصول متعارفه در تمامیت خود به مفاهیمی که به طور عملیاتی تعریف شده است مرتبط است، نه سرعت مولکولهای منفرد گاز و نه تابع ψ هیچکدام به طور صحیح بر حسب محمولهای مشاهده‌ای تعریف نمی‌شود. اما از آنجا که این اصطلاحات نقشی اساسی در نظریه‌های مربوطه بازی می‌کنند، و چون نظریه‌های مزبور در مجموع معنی‌دار تجربی است، ملاک تمیز پیشنهاد شده می‌باید به جهت در بر گرفتن مفاهیمی از این قبیل که با ابتناء به اصول موضوعه تعریف شده است، بسط داده شود.

خود کارناپ به این امر ضمن مقاله‌ای که به سال ۱۹۵۶ در باب مفاهیم نظری انتشار داد، اذعان نمود. او اظهار داشت که:

امروزه همه تجربی‌مسلکان بر این نکته توافق دارند که برخی محک‌ها و معیارها که در گذشته پیشنهاد شده، بسیار محدود بوده است. مثل این شرط که همه اصطلاحات نظری می‌باید بر همان اساسی که اصطلاحات زبان مشاهده‌ای

۱. به پاورقی صفحه ۲۵۰ مراجعه کنید.

2. rules of correspondence

3. root - mean - square velocity

۴. هر تغییری که در وضع و حال يك ذره خرد یا سیستمی از ذرات خرد تحت تأثیر عوامل درونی یا بیرونی پدید آید گذر کوانتومی Quantum transition آن ذره یا سیستم از حالت اولیه ($t=0$) به حالت نهایی ($t=T$) نامیده می‌شود. هر گذر کوانتومی معمولاً با تغییری در انرژی ذره یا سیستم ذرات همراه است. تغییر در وضع يك سیستم با احتمال گذر transition probability از حالت نخستین به حالت نهایی مشخص می‌گردد. - م.

5. operationally - defined

6. postulationally - defined

قابل تعریف است، تعریف پذیر باشد، و اینکه همه عبارات نظری باید به زبان مشاهده ای قابل ترجمه باشد. در حال حاضر ما بدین نکته وقوف داریم که این شرایط بسیار سنگین بوده است زیرا قواعدی که دو زبان را به هم می پیوند (و ما آنها را قواعد تطابق خواهیم نامید) صرفاً می تواند تفسیری جزئی برای زبان نظری ارائه دهد [۵].

کارناپ متذکر شد که معیار ترجمه پذیری باید مورد تجدید نظر قرار گیرد به طوری که قضایایی که درباره اصطلاحات نظری است به صورت عبارات معنی دار تجربی توصیف شود. او بدین ترتیب سه راه تشخیص داد که در آنها ممکن است اصطلاحاتی که خود از زمره محمولهای مشاهده ای نیست، به وسیله تعریف صریح و آشکار، تعریف عملیاتی، و تعریف مبتنی بر اصول موضوعه در يك نظریه، به عبارات زبان تجربی مذهب مربوط شود. ملاک تجدید نظر شده ترجمه پذیری، اظهارات درباره اصطلاحاتی را که نمی تواند به هیچ يك از طرق سه گانه فوق به محمولهای مشاهده ای مرتبط شود، طرد می کند.

کاربرد معیار تجدید نظر شده ترجمه پذیری در مورد يك اصطلاح نظری نیازمند واریسی تمام سیستم عباراتی است که نظریه را می سازند. کارناپ و همپل اخیراً تاکید کرده اند که به طور کلی پرسش از معنی دار بودن تجربی تنها با در نظر گرفتن يك گروه از عبارات است که معنی پیدا می کند [۶]. این موضع با موضع اولیه حلقه وین مبنی بر اینکه معنای تجربی عبارات مجزائی می تواند به وسیله کاربرد معیار تحقیق پذیری، تعیین گردد، در تقابل صریح قرار دارد.

نظر آیر درباره قابلیت استنتاج قضایای مشاهده ای

دومین رهیافت به مسئله ملاک تمیز توسط آ. جی. آیر پیشنهاد شد. این شیوه، مشخص دست کشیدن و چشم پوشی کامل از خواست اولیه برای تحقیق پذیری بود. الزام به اینکه ادعا یا اظهاری قابل تأیید تجربی باشد، صرفاً الزام به این است که يك گزارش مشاهده ممکن التحقق به عنوان شاهد صدق ادعای مذکور به حساب آید. يك چنین شرط لازمی، نوآوری در نظریه های راجع به روش علمی، به حساب نمی آمد. گالیله، نیوتن و چند تن دیگر بر آن اصرار

داشته‌اند.

اما اگر چه شرط لازم تأیید پذیری از سوی بسیاری از نویسندگان متنفه‌ای فلسفه علم مورد تصدیق قرار گرفته بود، با این حال منطق کاربرد آن اغلب روشن و واضح نبود. آیر در کتاب پر اهمیت زبان، حقیقت، منطق در صدد برآمد تا رابطهٔ منطقی میان احکام معنی‌دار تجربی و احکامی که مشاهدات را ثبت می‌کند (یعنی قضایای شخصی) روشن سازد. آیر اظهار داشت که قضیهٔ S معنی‌دار تجربی است اگر و فقط اگر قضیهٔ شخصی O از وصل S و مقدمات کمکی P_i قابل استنتاج باشد، بدون اینکه بتوان آن را از P_i بتنهایی استنتاج کرد. یعنی S معنی‌دار تجربی است اگر و فقط اگر مقدمات P_i و قضیهٔ شخصی O یافت شود به طوری که $\frac{S \cdot P_i}{O}$ يك استدلال درست باشد و $\frac{P_i}{O}$ يك استدلال نادرست.

اما آیر بزودی تشخیص داد که معیار قابلیت استنتاج پیشنهادی او، بیش از اندازه عام و فراگیر است. این معیار به منظور تمیز و تشخیص قضایای معنی‌دار تجربی از دعاوی و اظهارات متافیزیکی تنظیم شده بود. اما مقدمات تجربی می‌توان یافت که هر عبارتی را هر چه که باشد به عنوان معنی‌دار تجربی توصیف می‌کند. عبارت «هستی زاینده نیستی است» را به عنوان نامزد از برای معنی‌دار بودن تجربی در نظر بگیرید. با اضافه کردن مقدمهٔ کمکی «اگر هستی زاینده نیستی است، آنگاه این قلم سبز است» می‌توان قضیهٔ شخصی «این قلم سبز است» را نتیجه گرفت. و این قضیهٔ شخصی از مقدمهٔ کمکی بتنهایی قابل استنتاج نیست. به طور کلی هر عبارتی نظیر A که دلخواهانه انتخاب شده باشد در ملاک معنی‌دار بودن تجربی که از سوی آیر پیشنهاد گردیده صدق می‌کند، زیرا ممکن است O از عطف و وصل A و «اگر A آنگاه O » استنتاج شود، اما استنتاج آن از «اگر A آنگاه O بتنهایی ممکن نیست.

آیر برای حل این مشکل در دومین طبع زبان، حقیقت و منطق معیار قابلیت استنتاج را مورد تجدید نظر قرار داد. او فرضیه‌های کمکی مجاز را به این چهار طبقه از قضایا محدود ساخت:

- (۱) قضایای تحلیلی، (۲) قضایای شخصی، (۳) قضایایی که در وقت وصل و عطف با قضایای شخصی O_i ، متضمن قضیهٔ دیگری نظیر O_j باشند، به طوری که O_i بتنهایی مستلزم O_j نباشد، و (۴) قضایایی که می‌توانند مستقلاً به عنوان قضایای قابل تأیید اثبات شوند [۸].
- يك مقدمهٔ کمکی نظیر «اگر هستی زاینده نیستی است، آنگاه این قلم سبز است» تحت هیچ

يك از چهار مقوله فوق مندرج نمی‌گردد.

البته چنین نیست که عبارات و جملات، طابق النعل بالنعل و بی‌کم و کاست در چارچوب اوصاف «معنی‌دار تجربی» و «تهی از معنای تجربی» جای گیرند. گذشته از این، تلقی عبارات و جملات بدین صورت که اوصاف فوق‌الذکر با جوهر نامرئی بر روی آنها نوشته شده است به طوری که به مجرد کاربرد معیار تجدید نظر شده قابلیت استنتاج، اوصاف همزبور آشکار می‌گردند، درست نیست. آیر بخوبی از این امر آگاه بود. او تأکید داشت که معنی‌دار تجربی بودن یا نبودن يك قضیه، بستگی به طریقه کاربرد آن دارد. مثلاً عبارت: «قلع در ۳۲۷° ذوب می‌شود» ممکن است هم به عنوان يك تعمیم تجربی درباره نمونه‌های قلع به کار رود و هم به عنوان يك تعریف پیشینی که مشخصه و ویژگی ضروری هر عنصری را که باید به عنوان قلع تعریف شود مشخص می‌سازد. در کاربرد اول، تعیین موفقیت‌آمیز نقطه ذوب، قضیه را تأیید می‌کند. اما در کاربرد دوم حال بدین منوال نیست*.

آیر متذکر شد آنچه که در بدو امر به عنوان يك تعمیم تجربی به صورت «همه Aها دارای خاصیت P اند» در نظر گرفته می‌شود، ممکن است در خاتمه کار به عنوان يك تعریف جزئی از آنچه که A به حساب می‌آید تلقی گردد. بدین سان ممکن است يك حکم معنی‌دار تجربی به نوعی مصادره به مطلوب و تکرار معلوم مبدل گردد؛ و از آنجا که این نوع تفسیر همواره امکان‌پذیر است، آیر نتیجه گرفت که معیار تمیز يك حکم معنی‌دار تجربی می‌باید به کاربرد واقعی قضایا ارجاع گردد.

نظر پوپر در باب ابطال‌پذیری

رهیافت سوم به مسأله ملاک تمیز از سوی کارل پوپر اتخاذ گردید. پوپر تلاشهای ناموفق گوناگونی را که برای تحدید قلمرو قضایای معنی‌دار تجربی صورت گرفته مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که این تلاشها گمراهانه بوده است. او با آیر در این مورد همعقیده بود که ملاک تمیز قضایای تجربی تنها به وسیله ارجاع به کاربرد واقعی قضایا می‌تواند مثمر ثمر واقع

* این مثال از صفحه ۱۹۹ کتاب ارنست ناگل موسوم به ساختمان علم The Structure of Science اخذ شده است.
۱. این قسمت از مبحث مربوط به پوپر در طبع جدید کتاب حذف شده است. توضیح بیشتری در باب دیدگاه پوپر در فصل ۱۱ درج گردیده است. می‌توان ادامه این بحث را در آن قسمت دنبال کرد. م.

شود. به این دلیل توجه خود را در مورد مسأله معیار تمیز از خود قضایا به روشهایی که در مواجهه آنها با شواهد منفی به کار گرفته می‌شود، معطوف ساخت. پوپر اعتقاد داشت که اگر سیستمی از قضایا و احکام به طور مداوم به منظور توجیه شواهد منفی تغییر داده شود در این صورت روش‌شناسی تجربی تبعیت و مراعات نشده است. يك مثال حادث و اغراق‌آمیز از روش‌شناسی غیر تجربی جانبداری از این حکم کلی است: «همه آمریکاییان میهن پرست از سیاست خارجی کشور حمایت می‌کنند» البته با پافشاری بر اینکه آنچه که منتقدین به عنوان شاهد نقض حکم فوق بدان استناد می‌کنند، «يك آمریکایی میهن پرست حقیقی» نیست. بر طبق نظر پوپر روش تجربی صحیح عبارت است از ارائه و عرضه مستمر تفسیری در مورد امکان ابطال شدن. بنابراین او ابطال‌پذیری را به عنوان ملاک تمیز پیشنهاد کرد. اما ملاک تمیزی که بدین سان حاصل شده راهی است میان روش تجربی و تدابیر دوربرد و متفاوت اصالت قراردادیان که ممکن است برای محو معیار ابطال‌پذیری به کار گرفته شود. ملاک تمیز پوپر، خود احکام را به دو دسته، آنها که معنی‌دار تجربی است و آنها که نیست، تقسیم نمی‌کند.

نظر فیلیپ فرانک درباره تعارض میان «موافقت با مشاهدات» و «اصل سادگی» يك هدف مهم علم صورت‌بندی و تنظیم تفسیری منظم از پدیده‌هاست، و نه صرفاً انباشتن تعمیم‌های توصیفی نامرتبط. الزام به گردآوری شواهد تجربی غیر مستقیم مطابق با این هدف است. پذیرش این الزام از سوی دانشمندان نشاندهنده داوری آنها در این مورد است که تأیید تجربی مستقیم برای وضع و حال اسمی، شرط کافی به حساب نمی‌آید.

قوانین و نظریه‌هایی که برای آنها شواهد تجربی غیر مستقیم وجود دارد اغلب از دیگر تفسیرهای رقیب که در توافق نزدیک با مشاهدات قرار دارند، «به مراتب ساده‌ترند». فیلیپ فرانک تأکید کرده است که «توافق با مشاهدات» و «اصل سادگی» شرایط متضاد به حساب می‌آیند. او متذکر شد که می‌توان بسادگی به وسیله گزارشی مختصر و ملخص از داده‌هایی که گردآوری شده است، به موافقت با مشاهدات نائل شد [۹]. در مقابل می‌توان از يك ریاضیدان درخواست کرد که يك «بسط توانی» را با داده‌های مذکور منطبق و متناسب گرداند. درجه دقت

این انطباق و تناسب تنها به وسیله تعداد جملی که ریاضیدان مجاز است استفاده کند محدود می‌گردد. اما يك چنین شیوه‌ای ملاحظات زیبایی‌شناسانه^۱ و ملاحظات مربوط به قوت الهام-بخشی نظریه‌ها را که لااقل به طور ضمنی از سوی اغلب دانشمندان تصدیق گردیده است، بر هم می‌زند. دانشمندان اغلب وقتی در برابر دو نظریه رقیب قرار می‌گیرند، آن نظریه‌ای را بر می‌گزینند که به اعتقاد ایشان «از نظر ریاضی ساده‌تر» یا «از لحاظ مفهومی ساده‌تر» است؛ حتی اگر نظریه دیگر در توافق نزدیک با مشاهدات قرار داشته باشد.

فرانک اذعان نمود که مفهوم «سادگی» که در برابر ملاحظات زیباشناسانه یا مبتنی بر قوت الهام بخشی نظریه‌ها بدان تمسک جسته‌اند، مفهومی است که تعیین حدود و ثغور آن دشوار است، اما او پافشاری داشت که دانشمندان هر کدام به یکی از معانی گوناگون این مفهوم توسل جسته‌اند. بر طبق نظر فرانک تاریخ علم آشکار می‌سازد که مهمترین معنای «سادگی»، «قابلیت زاینده‌گی و باروری» بوده است. او اعلام کرد که:

اگر ما به تحقیق در این باره بپردازیم که کدامیک از نظریه‌ها واقعاً به دلیل «سادگی‌شان» مورد قبول قرار گرفته‌اند، با دلایل قاطع در می‌یابیم که دلیل قبول نه اقتصادی بوده است و نه ملاحظات مبتنی بر زیباشناسی، بلکه چیزی بوده است که اغلب «پویایی» نامیده می‌شود. این بدان معنی است که آن نظریه‌ای ترجیح داده می‌شود که ثابت شود علم را «پویاتر» می‌کند. یعنی مناسبتر برای بسط و گسترش در قلمروهای ناشناخته [۱۰].

شرح کوتاه فوق‌الذکر که حاوی معتقدات همپل، ناگل و فرانک است، ممکن است به منظور نشان دادن این امر مورد استناد قرار گیرد که فلاسفه علم معاصر سه نوع معیار قابلیت پذیرش را برای قوانین و نظریه‌های علمی تصدیق و تأیید می‌کنند و برآن صحنه می‌گذارند. يك نوع معیار راجع است به رابطه بین يك قانون یا يك نظریه و داده‌های تجربی. نوع دوم معیار راجع است به رابطه منطقی که يك قانون یا نظریه ممکن است با سایر قوانین و نظریه‌ها داشته باشد. و سومین نوع معیار راجع است به قدرت ابلاغ و الهامبخشی، یا باروری يك قانون یا نظریه. بعلاوه این امر نیز یقیناً درست است که ملاحظات فوق‌علمی در پذیرش یا عدم پذیرش

1. aesthetic considerations

2. heuristic power

3. extra - scientific considerations

قوانین و نظریه‌های علمی بسیار مؤثر بوده است. تعلق خاطر به ایدئولوژیهای مذهبی، فلسفی یا سیاسی، اغلب بر تطور و تحول نظریه‌های علمی تأثیر داشته است.

مراجع

- ^۱ N. R. Campbell, *Foundations of Science* (New York: Dover Publications, 1957), 1-12.
- ^۲ Hans Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy* (Berkeley: University of California Press, 1951), 231. This distinction had been made earlier by John Herschel. Herschel's use of the distinction is discussed in Chapter 9, Section II of the present work.
- ^۳ P. W. Bridgman, *The Logic of Modern Physics* (New York: The Macmillan Company, 1927); *The Nature of Physical Theory* (Princeton: Princeton University Press, 1936).
- ^۴ Bridgman, *The Logic of Modern Physics*, 28-9.
- ^۵ Bridgman, *Reflections of a Physicist* (New York: Philosophical Library, 1950), 1-42; *The Way Things Are* (Cambridge: Harvard University Press, 1959), Chapter III.
- ^۶ Bridgman, *The Way Things Are*, 51.
- ^۷ Carl G. Hempel and Paul Oppenheim, 'Studies in the Logic of Explanation', *Phil. Sci.* 15 (1948), 135-75; reprinted in Hempel, *Aspects of Scientific Explanation* (New York: Free Press, 1965), 245-95. Subsequent references are to ASE.
- ^۸ Ibid., 246.
- ^۹ Ibid., 250-1.
- ^{۱۰} Hempel, *Aspects of Scientific Explanation*, 382.
- ^{۱۱} R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1953), 294.
- ^{۱۲} Ibid., 302.
- ^{۱۳} Ernest Nagel, *The Structure of Science* (New York: Harcourt, Brace & World, 1961), 56-67.
- ^{۱۴} Rudolf Carnap, 'Foundations of Logic and Mathematics' (1939), in *International Encyclopedia of Unified Science, Vol. I, Part 1*, ed. by O. Neurath, R. Carnap, and C. Morris (Chicago: University of Chicago Press, 1955), 202.
- ^{۱۵} Philipp Frank, 'Foundations of Physics,' in *International Encyclopedia of Unified Science, Vol. I, Part 2*, 429-30; Carl Hempel, 'Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science', in *International Encyclopedia of Unified Science, Vol. II, No. 7*, 32-9.
- ^{۱۶} Hempel, 'Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science' 29-39.
- ^{۱۷} Ibid., 39.
- ^{۱۸} Braithwaite, *Scientific Explanation*, 51-2, 88-93.
- ^{۱۹} Noretta Koertge, 'For and Against Method', *Brit. J. Phil. Sci.* 23 (1972), 275.
- ^{۲۰} Nagel, *The Structure of Science*, 33-42.
- ^{۲۱} Ibid., 336-7.
- ^{۲۲} Ibid., 339.
- ^{۲۳} Nagel, *The Structure of Science*, 342-66; 'The Meaning of Reduction in the

Natural Sciences', in *Readings in Philosophy of Science*, ed. by P. Wiener (New York: Charles Scribner's Sons, 1953), 535-45.

"Nagel, *The Structure of Science*, 345-66.

"Niels Bohr, 'Atomic Theory and Mechanics' (1925), in *Atomic Theory and the Description of Nature* (Cambridge: Cambridge University Press, 1961), 35-9.

"Joseph Agassi, 'Between Micro and Macro', *Brit. J. Phil. Sci.* 14 (1963), 26.

مراجع ضمیمه

1. Hans Reichenbach "The Verifiability Theory of Meaning", in *Readings in the Philosophy of science*, ed. by H. Feigl and M. Brodbeck (New York: Appleton - Century - Crofts, 1953), 97.
2. See for example, Carl Hempel, "The Empiricist Criterion of Meaning", in *Logical Positivism*, ed. by A. J. Ayer (Glencoe: Free Press, 1959), 112.
3. Rudolf Carnap, "The Elimination of Metaphysics through Logical Analysis of Language," in *Logical Positivism*, 63.
4. Carnap, "Logical Foundation of the Unity of Science", in *International Encyclopedia of Unified Science*, ed. by O. Neurath, R. Carnap, and C. Moriss, Vol. I part I, 50 - I.
5. Carnap, "The Methodological Character of Theoretical Concepts", in *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, ed. by H. Feigl and M. Scriven, Vol. I (Minneapolis University of Minnesota Press, 1956), 39.
6. Carnap, "The Methodological Character of Theoretical Concepts", 38 - 76. Hempel, "Empiricist Criteria of Cognitive Significance: Problems and Changes", in Hempel, *Aspects of Scientific Explanation*, 101 - 22.
7. A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic* (New York: Dover Publications, 1946), 38-9.
8. Ibid., 13.
9. Philipp Frank, *Philosophy of Science* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice - Hall, 1957), 353.
10. Ibid., 352.

حمله به فلسفه علم رسمی

آیا زبانی مبتنی بر مشاهده و مستقل از نظریه وجود دارد؟

تردید درباره مدل قانون فراگیر برای تبیین علمی

دیدگاه غیر جمله‌ای درباره نظریه‌ها

نظر گودمن درباره معمای تازه استقرار

تردید نسبت به نظر «جعبه چینی» درباره رشد علمی

رای فیرابند درباره ناسازگاری

پیشرفت در سایه وحدت و یگانگی یا براندازی انقلابی؟

پل فیرابند^۱ (متولد ۱۹۲۴) از دانشگاه وین دکتر گرفته و در دانشگاه کالیفرنیا تدریس کرده است. او به اعتراف خود آنارشیستی است که با جستجوی قواعد جایگزینی نظریه‌ها و «بازسازی منطقی» رشد علمی مخالف است. نظر فیرابند این است که «[در مورد رشد علم] هر امری جایز است و قاعده خاصی وجود ندارد، و نشانه خلاقیت در علم، تکثیر و زاد و ولد سریع نظریه‌هاست». عنوان اثر اصلی او، موافق با این سمت‌گیری، عبارت است از بر ضد روش^۲ (۱۹۷۵).

نلسون گودمن^۱ (متولد ۱۹۰۶) از هاروارد دکترا دریافت کرده و در دانشگاه پنسیلوانیا، براندیس و هاروارد تدریس کرده است. او سهم بسزایی در تحقیقات مربوط به منطق استقرائی، شناخت شناسی و فلسفه هنر داشته است. بعضی از کتابهای او عبارتست از: ساختمان نمود^۲ (۱۹۵۱)، واقعیت، افسانه، و پیش‌بینی^۳ (۱۹۵۵)، و زبانهای هنر^۴ (۱۹۶۸).

استفن تولمین^۵ (متولد ۱۹۲۲) از دانشگاه اکسفورد دکترا دریافت کرده و در دانشگاه لیدن، دانشگاه ایالتی میشیگان، دانشگاه شیکاگو و دانشگاه کالیفرنیا تدریس کرده است. وی آثار متعددی در تاریخ و فلسفه علم، شناخت شناسی و فلسفه اخلاق به رشته تحریر در آورده است. او در اثر اخیر خود نحوه بازسازی رشد علمی را بر حسب مقولاتی که از نظریه تطور جانداران به عاریت گرفته به اجمال بیان نموده است.

نظر قائلین به بازسازی منطقی علم در اواخر دهه ۱۹۵۰ و دهه ۱۹۶۰ به نحو روزافزونی مورد حمله قرار گرفت. منتقدین، تمایز میان سطح مشاهده و سطح نظری، مدل قانون فراگیر برای تبیین، تصویر تور ایمنی در مورد نظریه‌ها، اصل تأیید به وسیله موارد صدق و نظر جعبه چینی در رشد علمی را به باد انتقاد گرفتند.

آیا زبانی مبتنی بر مشاهده و مستقل از نظریه وجود دارد؟

اساس فلسفه بازسازی منطقی علم این دعوی است که گزارشهای مأخوذ از مشاهده مستقل از نظریه است. نظریه پردازان فلسفه علم رسمی فرض می‌کردند که می‌توان صدق یا کذب گزارشهای مأخوذ از مشاهده را بدون تمسک به عبارات مرتبه نظری معین کرد: فلسفه علم رسمی بر آن بود که عبارات مستقل از نظریه مرتبه مشاهده، آزمون مناسبی را برای نظریه‌ها فراهم می‌آورد. قائلان به فلسفه علم رسمی اعتقاد داشتند که عبارات سطح نظری، معانی تجربی را از عبارات سطح مشاهده (امور قابل مشاهده) اخذ می‌کند. بدین ترتیب سطح نظری به منزله انگل سطح مشاهده است.

پل فیرابند اظهار داشت که ارتباط مزبور به نحو نادرستی تفسیر شده بوده است. این

1. Nelson Goodman

2. *The Structure of Appearance*

3. *Fact, Fiction and Forecast*

4. *Languages of Art*

5. Stephen Toulmin

گزارشهای مشاهده ای است که انگل نظریه ها به حساب می آید. فیرابند وابستگی گزارشهای مشاهده ای را به نظریه از طریق مثال ذیل خاطر نشان ساخت [۱]. فرض کنید L زبانی است که در آن، رنگها به خاصیت درخشندگی خود بخودی اشیاء نسبت داده شده اند. فرض کنید L حاوی موضوعات (نامهای) $c, b, a, \dots$ و محمولهای $P_1, P_2, P_3, \dots$ است که نام رنگها را حمل می کنند. نیز فرض کنید که استفاده کنندگان از این زبان جمله P_i را به منزله شاخص خاصی در نظر می گیرند که اشیاء واجد آن اند صرف نظر از اینکه آن اشیاء رؤیت شوند یا نه. حال فرض کنید دانشمندی مدعی شود که رنگهایی که به وسیله L ناظر ثبت شده، به سرعت نسبی ناظر و منبع نور بستگی دارد. قبول این نظریه به معنای تغییر تفسیر و تعبیر عبارات L است. عبارت « P_i است» دیگر خصوصیتی را به جسم مذکور نسبت نمی دهد. بلکه اکنون این عبارت بیانگر رابطه ای میان شیء و ناظر است، رابطه ای که به سرعت نسبی میان آن دو بستگی دارد. بر مبنای این تفسیر جدید سخن گفتن درباره خواص رنگ اشیاء مشاهده نشده بی معنی است.

تفسیر زبان مبتنی بر مشاهده به وسیله نظریه هایی معین می گردد که ما برای تبیین آنچه مشاهده می کنیم، به کار می بریم؛ و این تفسیر به محض آنکه آن نظریه ها تغییر یابند دگرگون می شود [۲].

یک نتیجه رأی فیرابند این است که تمایز میان عبارت مشاهده ای - عبارت نظری بستگی به زمینه و شرایط دارد. پیتر آخینشتین دلیل دیگری در تأیید این نتیجه فراهم آورد. آخینشتین طرقی را که در آن تمایز امور قابل مشاهده و امور غیر قابل مشاهده در عمل، بارزگشته است مورد بررسی قرار داد. ما، لدی الاقتضاء مشاهده y را که معمولاً x را همراهی می کند، به عنوان یک مورد «مشاهده x » می پذیریم. بر حسب این معنا از مشاهده، یک جنگلبن، آتشی را با توجه به ابری از دود سیاه مشاهده می کند، و یک فیزیکدان مسیر حرکت الکترون را درون اطاق ابر با توجه به یک مسیر منحنی سفید مشاهده می کند. ما همچنین به عنوان یک مورد از «مشاهده x » توجه به تصویری از x را که به وسیله یک آینه و یا یک عدسی ایجاد شده، می پذیریم. فرض کنید می خواهیم برشی از یک بافت ماهیچه ای را مشاهده کنیم. ما ممکن

است بافت مذکور را به ترتیب با چشم غیر مسلح، زیر يك میکروسکوپ، پس از رنگ آمیزی و تثبیت بافت، و زیر يك میکروسکوپ الکترونی مورد واریسی قرار دهیم. آیا در هریک از این مراحل ما خود «بافت» را مشاهده می کنیم؟ یا آنکه در این سلسله نقطه ای هست که در آن مشاهده بافت مورد نظر را متوقف کرده ایم؟ آخیشترین خاطر نشان ساخت که طبقه بندی امور به امور «قابل مشاهده» و امور «غیر قابل مشاهده» به هدف ما از آن دسته بندی بستگی دارد [۳].

تقابل امور «قابل مشاهده» و امور «غیر قابل مشاهده»، تقابلی است مربوط به زمینه و شرایط. پاسخ مناسب به این پرسش که «آیا x قابل مشاهده است؟» در واقع عبارت از این است که پرسش کننده مشخص کند چه نوع تقابلی مورد نظر اوست، [و] با فرض اینکه «x» در زمینه ها یا شرایط معینی به کار می رود، چه جمله های دیگری - نظیر C, B, A ... - از سوی پرسش کننده به عنوان «غیر قابل مشاهده» در نظر گرفته شده است؟ با داشتن این اطلاع می توان مقایسه ای به عمل آورد. عبارت «ویروس، رنگ آمیزی شده و زیر يك میکروسکوپ الکترونی دیده می شود» (t) را در نظر بگیرید. ممکن است این عبارت را در مقایسه با عبارت «الماس زیر میکروسکوپ الکترونی دیده می شود» يك عبارت «غیر قابل مشاهده» به حساب آورد زیرا در حالت نخستین، این خود ویروس نیست که دیده می شود بلکه مولکولهای سنگینی است که در جریان عمل رنگ آمیزی به آن چسبیده. اما ممکن است همین عبارت (t) را در مقایسه با عبارت «ویروس، رنگ آمیزی شده و به وسیله تفرق اشعه x دیده می شود» يك عبارت «قابل مشاهده» محسوب داشت، زیرا تصویر میکروسکوپ الکترونی به يك اعتبار مشابه ویروس است، حال آنکه الگوی حاصل از تفرق اشعه x چنین نیست [۴].

مشکلات عدیده دیگری برای تمایز عبارات زبان مشاهده - عبارات نظری از سوی ویلارد ون اورمان کوآین مطرح گردیده است. کوآین نظری را که از سوی پی یر دوئم ابراز گردیده بود، صحه گذارد و آن را توسعه داد [۵]. تفسیر کوآین از نظر دوئم این است که «احکام ما درباره جهان خارج، با محک تجربه حسی نه به صورت تك تك و منفرد بلکه به صورت يك پیکره واحد و یکپارچه مواجه می گردد» [۶]. کوآین توجه خود را به نتایج ذیل از نظر دوئم معطوف داشت:

(۱) سخن گفتن از «محتوای تجربی» يك حکم یا قضیه منفرد گمراه کننده است:

(۲) صحت هر حکمی را می‌توان ابقاء کرد به شرطی که در جای دیگری از سیستم به اندازه کافی حک و اصلاح (تصحیحات و تنظیمهای قاطع) به عمل آید؛ و

(۳) هیچ مرز و حدفاصل مشخصی میان قضایای ترکیبی که صدق (یا کذب) آنها وابسته به شواهد تجربی است، با قضایای تحلیلی که صدق (یا کذب) آنها مستقل از شواهد تجربی است وجود ندارد [۷].

اگر نظر دوم - کوآین صحیح باشد، در آن صورت دیدگاه رسمی (ارتدکس) درباره نظریه‌های علمی قابل دفاع نخواهد بود. برای نمونه مطابق تصویر «تورایمنی» می‌توان سیستم اصول متعارف و قواعد تطابق را به طرق گوناگون و متخالف تدوین کرد به این شرط که توری که بدین ترتیب فراهم می‌آید توسط میله‌هایی که از سطح قابل مشاهده زبان علمی سر برآورده‌اند، حمایت و حراست شود. در تفسیر «تور ایمنی» این گزارشهای حاصل از مشاهده است که میله‌ها را حفظ می‌کند. نظر رسمی آن بود که حالت صدق يك گزارش حاصل از تجربه، مستقل از حالت صدق قضایای سیستم تشریح و تفسیر شده اصول متعارف است. اگر بخواهیم به زبان تمثیل سخن بگوییم، باید بگوییم نقاط اتکاء از ابتدا موجودند. و وظیفه نظریه پرداز این است که مطمئن شود میله‌ها مستقیماً بر روی آنها قرار دارند. اما اگر فیرابند و کوآین درست بگویند، لازمه اش این است که نقاط اتکاء برای يك نظریه به توسط خود همان نظریه به وجود آید. گزارشهای حاصل از تجربه، هیچ وضع و حالی مستقل از زمینه و شرایط نظری که در آن به وقوع می‌پیوندد ندارد.

تردید درباره مدل قانون فراگیر برای تبیین علمی

یکی از اصول فلسفه علم رسمی بعد از جنگ این بود که تبیین علمی عبارت است از اندراج عبارتی که پدیدار در دست بررسی را توصیف می‌کند تحت قوانین کلی. نظر قانون فراگیر توسط مایکل اسکریون در سلسله مقالاتی که از ۱۹۵۹ به رشته تحریر درآمد مورد حمله قرار گرفت [۸].

اسکریون معتقد بود که اندراج جمله نیازمند تبیین تحت قوانین کلی شرط لازمی برای تبیین علمی به حساب نمی آید. او متذکر شد که تبیین قیاسی رویدادها همواره به صورت «q زیرا p» است. مثالی که از سوی اسکریون ارائه شده این است که: «بل منهدم شد زیرا بمبی در نزدیکی آن منفجر گردید». اسکریون اذعان نمود که اگر این تبیین مورد تردید قرار گیرد، در آن صورت دفاع مناسب عبارت خواهد بود از استشهاد از قوانینی که نیروهای انفجاری، مسافت و خواص کششی مواد را به یکدیگر مربوط می سازد. اما نیازی نیست که قوانین مربوطه به طور صریح به عنوان مقدمات تبیین ذکر گردند.

همپل اصرار داشت که انتخاب يك مجموعه خاص از شرایط مقدم به عنوان علت يك اثر خاص، معادل مفروض گرفتن قابلیت اعمال قانون فراگیر است. او مدعی بود بیان اینکه «q زیرا p» معادل این دعوی است که شرایط مقدم از آن نوع که به وسیله p توصیف می شود به طور منظم و با قاعده به نتایجی از آن نوع که به وسیله q توصیف می شود، منجر می گردد. همین نظم بالقوه است که عبارت «q زیرا p» را از حالت يك نقل متسلسل صرف خارج کرده و آن را به صورت يك میزان علی در می آورد. همپل اعلام داشت که «q زیرا p» تنها در صورتی به عنوان يك تبیین به حساب می آید که قوانین فراگیری موجود باشد که در ترکیب با p (و احياناً برخی شرایط مقدم دیگر که به طور موقت در نظر گرفته شده اند) q را نتیجه دهند [۹].

همپل بدین سان از این موضع که اندراج جمله نیازمند تبیین تحت قوانین کلی يك شرط ضروری برای تبیین علمی است، دفاع جانانه ای به عمل آورد. اما آیا اندراج تحت قوانین کلی يك شرط کافی نیز برای تبیین علمی به حساب می آید؟ به نظر می رسد که پاسخ مثبت به نوعی اصالت قیاس مضحك منجر می گردد. مضحك بدان جهت که وقتی يك رویداد تحت يك قانون کلی مندرج شده باشد، جستجو برای یافتن مقدمات تبیین کننده اضافی بیهوده خواهد بود. مثلاً برای تبیین يك شعله سبز کافی است از مقدماتی که شامل ارتباط میان رنگ سبز و وجود باریم است، استشهاد شود. دلیلی ندارد تا درصدد یافتن تبیین های عمیقتری برحسب نظریه اتمی برآییم.

برخی از منتقدین مدل تبیین قانون فراگیر، همپل را به داشتن این اعتقاد که اندراج تحت

قوانین کلی شرطی کافی برای تبیین علمی است، متهم ساخته اند*. اما همپل از این موضوع دفاعی به عمل نیاورد. در واقع او توجه منتقدان را به مثال ذیل که به وسیله س. برومیرگر اظهار شده بود جلب کرد:

قوانین	قضایای هندسه فیزیکی
شرایط مقدم	پرچم F به طور قائم در روی زمین مسطح قرار گرفته و وقتی از سطح مسطحی به فاصله ۸۰ پا رؤیت شود يك زاویه ۴۵ درجه را [با چشم ناظر] تشکیل می دهد.
پدیدار	پرچم F در ارتفاع ۸۰ پایی است.

همپل اذعان داشت که مقدمات این استدلال تبیین نمی کند که چرا پرچم در ارتفاع ۸۰ پایی است [۱۴]. تبیین علمی صرفاً با صورت بندی يك استدلال قیاسی که مقدمات آن دربردارنده قوانین کلی است، حاصل نمی شود.

دیدگاه غیرجمله ای درباره نظریه ها

برحسب دیدگاه پیروان فلسفه علم رسمی، هر نظریه مجموعه ای است از عبارات و جملات. گروهی از منتقدین با این رأی مخالفت کرده اند*: مثلاً فردريك سوپه يك نظر غیرجمله ای را درباره نظریه ها پیشنهاد کرده است [۱۵]. برحسب نظر «غیرجمله ای»، يك نظریه، بیشتر شبیه

* از جمله منتقدین می توان ویلیام دری [۱۰]، مایکل اسکریون [۱۱] و ریچارد زافرون را نام برد [۱۲]. رم هاره بدون آنکه مشخصاً همپل را از بابت اعتقاد به نظریه شرط کافی متهم کرده باشد، «اسطوره اصالت قیاس» را مورد حمله قرار داده است [۱۳].

1. S. Bromberger

۲. مقصود از جمله، رشته ای از کلمات معنی دار است که بر رویهم معنای واحدی را به ذهن متبادر سازند. مقصود از قضیه، جمله ای است که محتمل الصدق والكذب باشد. - م.

•• درباب تمایز جمله - قضیه رجوع کنید به:

S. Gorovitz and R.G. Williams *Philosophical Analysis* (New York: Random House, 1963), Chapter IV

يك قضیه است. جملات ذیل را در نظر بگیرید:

(۱) مجنون به لیلی علاقه دارد.

(۲) لیلی مورد علاقه مجنون است.

برخی از منطقین معتقدند که گرچه دو جمله فوق مختلف اند، هر دو يك قضیه را بیان می کنند. ممکن است رابطه مشابه دیگری بین صورت بندیهای که به عوض نظریه کوانتوم ارائه شده است و خود نظریه کوانتوم، پیشنهاد گردد. فن نویمان^۱ نشان داده است که مکانیک موجی نیوتن و مکانیک ماتریسی هایزنبرگ معادل اند [۱۶]. به نظر می رسد که نظریه کوانتوم به وسیله هریک از این دو صورت بندی، همان گونه بیان می شود که «قضیه» یا «معنای» رابطه مجنون - لیلی به وسیله هریک از دو جمله فوق بیان می گردد.

سوپه اظهار داشت که تعمیم ماحصل فعالیت نویمان، تفسیری مجدد و مشرثر در باب ماهیت نظریه های علمی را فراهم می آورد. بر مبنای این تفسیر مجدد، يك نظریه، موجودی غیر زبانی است که در عین متفاوت بودن با مجموعه ای از صورت بندیهای زبانی، به آن مرتبط است. يك نظریه دارای «يك چشم انداز و قلمروی مورد نظر» است، یعنی طبقه ای از پدیده هایی که باید تبیین گردد. اما نظریه مستقیماً پدیده ها را توصیف نمی کند. بلکه يك المثنا یعنی يك نظام فیزیکی ایده آل را مشخص می سازد. حالات این سیستم ایده آل به وسیله مقادیر متغیرهای نظریه مزبور معین می گردد. صورت بندیهای نظریه مزبور، منجر به طرح دعاوی خلاف واقعی نظیر مورد ذیل می شود: «اگر پدیده ها کاملاً به وسیله متغیرهای نظریه مشخص بشوند، آنگاه...»

پس در این صورت نظریه ها چه چیزی را تبیین می کنند؟ نظر معتقدان به بازسازی منطقی این بود که نظریه ها قوانین تجربی را تبیین می کنند. آنها این امر را به وسیله استدالات قیاسی که در آنها قوانین به منزله نتایج است انجام می دهند. مثلاً ممکن است قانون بویل را به وسیله صورت بندی يك استدلال قیاسی که مقدماتش مشتمل بر اصول متعارف و قواعد تطابق نظریه جنبشی گازهاست، به دست آورد. نظریه پردازان فلسفه علم رسمی بدین ترتیب قول پی بردن را تکرار می کنند که گفت يك نظریه قوانین را به مدد وحدت بخشیدن بدانها در يك سیستم

قیاسی، تبیین می‌کند. دوئم اصرار ورزیده بود که يك نظریه از آن جهت که قوانین را در بر دارد و مستلزم آنهاست تبیین کننده است، نه از آن جهت که واقعیتی را که در اساس پدیدارهاست، تصویر می‌کند [۱۷].

ویلفرد سلارز شکایت داشت که یکی دانستن تبیین و استلزام به این طریق اشتباه است. سلارز معتقد بود آنچه يك نظریه تبیین می‌کند این است که چرا پدیدارها از قوانین خاص تجربی تا این اندازه تبعیت می‌کند. مثلاً نظریه جنبشی گازها تبیین می‌کند که چرا يك گاز تحت فشار متعارف از قانون $\frac{PV}{T} = k$ تبعیت می‌کند. يك گاز تحت فشار متعارف طوری عمل می‌کند که گویی يك «گاز ایده آل» است که متغیرهای آن به وسیله نظریه مزبور مشخص می‌گردد. سلارز اعلام داشت که:

به تسامح می‌توان گفت که علت این امر این است که يك گاز به يك معنی، ابری از مولکولهایی است که به طرقی که به طور نظری تعریف شده است رفتار می‌کنند... گاز مذکور بدین معنی از قانون بویل - چارلز تبعیت می‌کند [۱۸].

سلارز متذکر شد که نظریه جنبشی همچنین تبیین می‌کند که چرا رفتار يك گاز در فشارهای بالا از قانون $\frac{PV}{T} = k$ انحراف پیدا می‌کند. «گاز ایده آل» مجموعه ای است از جرمهای نقطه ای که نیروی بین ذره ای میان آنها اعمال نمی‌شود. هیچ گاز واقعی را نمی‌توان بدین سان ایجاد کرد؛ و هر قدر فشار گاز واقعی افزایش یابد، مدل ایده آل مورد نظر تقریب نامناسبتری خواهد شد.

نظر گودمن در باب معمای تازه استقراء

نلسون گودمن در رساله تحقیقی مهمی که به سال ۱۹۵۳ انتشار داد، يك مشکل مهم نظریه تأیید را خاطرنشان ساخت [۱۹]. این مشکل عبارت است از اینکه تنها برخی از تعمیمها به وسیله مصادیق مثبت خود تأیید می‌گردد. نلسون متذکر شد اینکه تعمیمی به وسیله مصادیقش مورد تأیید و حمایت قرار گیرد به ماهیت عبارات خاصی بستگی دارد که در تعمیم مذکور ظاهر می‌گردد.

او دو قضیه کلیه ذیل را با یکدیگر مقایسه کرد:

(۱) همه زمردها سبز هستند.

(۲) همه زمردها «سابی» هستند.

که در آن «x سابی است» اگر و فقط اگر:

یا x پیش از زمان t مورد واریسی و آزمایش قرار گیرد و سبز باشد،

یا x پیش از زمان t مورد واریسی قرار نگیرد و آبی باشد [۲۰].

مصادیق زمردهایی که قبل از زمان t مورد واریسی قرار گرفته و سبز تشخیص داده شده اند، به احتمال قوی (۲) و همچنین (۱) را تأیید می کنند. اما این امر موجب تشویش خاطر است. فرض کنید زمان t، یکی از ساعات امروز است. در این صورت کدامیک از تعمیمها را می باید برگزینیم تا بتوانیم رنگ زمردهایی را که ممکن است فردا یافت شوند، پیش بینی کنیم؟ اگر صرفاً به تعداد مصادیق مثبتی که با تعمیم مذکور قبل از زمان t در توافق بوده اند اکتفا کنیم، در آن صورت هیچ مبنایی برای ترجیح (۱) به (۲) نخواهیم داشت.

ما معتقدیم که (۱) تعمیمی قانون سان است و (۲) چنین نیست. گودمن اظهار نظر کرد که (۲) تعمیمی «اتفاقی» است از همان قبیل:

(۳) همه مردانی که هم اکنون در اطاق حضور دارند سومین پسر خانواده خود هستند.

بنا به نظر گودمن، این بینه که مردی که اینک در اطاق حضور دارد، فرزند سوم خانواده است؛ مؤید این مدعا نیست که مرد دیگری که در این زمان در اطاق حاضر است نیز فرزند سوم خانواده است. حال در مورد تعمیمهای «حقیقی» یا «قانون سان» بدین منوال نیست. مثلاً، این بینه که یک قطعه یخ مکعب شکل بر روی آب شناور می ماند، مؤید این مدعاست که قطعه یخ دیگری نیز شناور می ماند. گودمن معتقد بود که تعمیم درباره «سابی» بودن زمردها، نظیر

۱. در اصل کتاب این قضیه آمده بوده است: "All emeralds are grue" واژه grue به معنای لرزیدن از روی ترس، قطعه یخ شناور بر روی آب و ذره یا قطعه است. اما گودمن این واژه را به هیچیک از معانی فوق به کار نبرده است. مقصود او بیان محمولی بوده است که معنی و مصداق واقعی نداشته باشد، بنابراین این واژه را از ترکیب دو واژه سبز green و آبی blue به وجود آورده است. که معادل آن در فارسی همان «سابی» (حاصل ترکیب و ادغام سبز و آبی) است. - م.

تعمیمهای «اتفاقی» دربارهٔ سومین پسران خانواده، با توجه به رابطهٔ این مثال با مصداقش است. او توجه همگان را به وظیفهٔ مشخص ساختن ملاکهایی برای تمیز آن دسته از تعمیمهایی که به وسیلهٔ مصادیق و نمونه‌های مثبت خود تأیید می‌گردد از آن دسته تعمیمها که چنین نیست، جلب کرد.

يك رهیافت ممکن است به صورت تقسیم محمولها به آنهایی که مشتمل بر مرجع زمانی و مکانی هستند و آنهایی که چنین نیست، باشد. آنگاه می‌توان تعمیمهای قانون سان را به آن دسته از تعمیمها محدود ساخت که عبارات غیرمنطقی آنها فاقد مرجع مکانی و زمانی است. احتمالاً این تدبیر تعمیمهایی پیرامون زمردهای «سابی» و مردانی را که هم اینک در اطاق حضور دارند، طرد خواهد کرد.

گودمن این رهیافت را رد کرد. او خاطرنشان ساخت که معمای زمردها را می‌توان به گونه‌ای تقریر کرد که نیازی به استفاده از محمولهایی که مرجع زمانی دارند، نباشد [۲۱]. با فرض اینکه مجموعهٔ محدودی شامل n عضو وجود دارد، که پس از واریسی و معاینه روشن شده است که همگی زمردهای سبز هستند، می‌توان محمول «سابی» را با توجه به این مجموعه افراد تعریف کرد:

x سابی است، اگر و فقط اگر،

یا x همانند $(avbvcv...n)$ باشد، و

سبز باشد، یا همانند $(avbvcv...n)$ نباشد و آبی باشد.

بر مبنای این تعریف از «سابی»، هنوز درست است که بگوییم هر يك از افراد مجموعه که يك نمونه و مصداق مثبت تعمیم (۱) به شمار آید، در عین حال يك نمونهٔ مثبت تعمیم (۲) خواهد بود.*

گودمن معتقد بود که راه غلبه بر مشکلاتی که همراه محمولهایی نظیر «سابی» یا «مردانی که اینک در اطاق اند» بروز می‌کند سود جستن از نوعی رهیافت استصلاحي (پراگماتیسی) تاریخی است. شخص می‌باید کارش را از بررسی تاریخچهٔ موارد استفادهٔ این محمولها

* مشکل دیگری برای این رهیافت این است که برخی تعمیمها که دانشمندان آنرا «قانون» می‌نامند، عملاً شامل عباراتی هستند که مرجع مکانی یا زمانی دارند. يك مثال قانون اول کپلر است که مدازهای بیضوی سیارات را به موقعیت خورشید ارجاع می‌دهد.

در گذشته آغاز کند و این سلسله اطلاعات ثبت شده را برای دسته بندی محمولهای مذکور به کار برد. در تعمیمهایی که به نحوی موفقیت آمیز برای بررسی و محاسبه مصادیق جدید به عالم خارج اسناد داده شده، محمولهای معینی شرکت داشته است. گودمن چنین محمولهایی را محمولهای «حفاظ دار یا محصون» نامگذاری کرد [۲۲]. مثلاً «سبز» يك محمول «حفاظ دار» است. علت این امر این است که تعمیمهایی نظیر «همه زمردها سبزند» و «همه ترکیبات باریم با شعله سبز می سوزند» بر مصادیق دیگری نیز صدق کرده اند. در مقابل، «سابی بودن» يك «محمول محصون» نیست. این محمول در تعمیمهایی که به نحو موفقیت آمیز به عالم خارج اسناد داده شده نقشی نداشته است. البته، ممکن بوده است که این محمول بدین صورت به کار رود، اما آنچه که به حساب می آید، کاربرد واقعی آن است، و تاریخچه های «سابی» و «سبز» بکلی متفاوت اند.

اگر گودمن درست بگوید، در آن صورت، وضع و حال قانون مانندی، مسأله ای خواهد بود مربوط به «قابلیت اسناد به امور واقع»؛ «قابلیت اسناد» تابعی است از حفاظ دار بودن نسبی محمولها، و خود حفاظ دار بودن با رجوع به موارد استفاده در گذشته، تعیین می گردد. يك نتیجه بحث گودمن درباره «معمای جدید استقراء» تنزل دادن يك مسأله فلسفی به سطح يك مسأله تاریخی بود. محققاً مسأله مشخص ساختن معیارهای قابلیت اسناد به فلاسفه علم ارتباط پیدا می کند و برعهده آنها قرار می گیرد. اما از آنجا که معیارهای مزبور با حفاظ داشتن محمولها سروکار پیدا می کند، و حفاظ داشتن با مطالعه و بررسی تاریخچه محمولها معین می گردد، در نتیجه وظیفه حقیقه مهم آن است که به وسیله مورخ علم انجام می پذیرد.

دومین نتیجه بحث گودمن بی اعتبار ساختن این فرض فلاسفه پیرو فلسفه علم رسمی بود که «تأیید» يك رابطه صرفاً منطقی میان جملات است. همپل در تکمله ای که در سال ۱۹۶۴، بر مقاله سال ۱۹۴۵ خویش، نگاشت، اعتراف کرد که:

جستجو برای یافتن معیارهای نحوی خالص درباره اصل تأیید کیفی یا کمی، مسبق بدین فرض است که فرضیه های مورد بررسی، برحسب عباراتی

۱. projection در اصل لغت به معنی فرا افکندن و در فلسفه به معنای اسناد دادن حالات درونی و ذهنی به جهان خارج و عالم واقع است. - م.

2. entrenched predicates 3. projectability

صورت بندی شده است که اسناد خارجی^۱ را امکان پذیر می سازد؛ و این قبیل عبارات را نمی توان صرفاً به کمک وسایل نحوی مشخص ساخت [۲۳].

تردید نسبت به نظر «جعبه چینی» درباره رشد علمی

رای فیرابند در باب ناسازگاری^۲

فیرابند مدعی گردید که مثالهای سنتی درباره «تحویل» که از سوی نظریه پردازان فلسفه علم رسمی مورد بحث قرار می گیرد، از برآوردن ملزوماتی که خود آنان برای تحویل قائل شده اند عاجز است. یکی از این قبیل مثالها، دعوی تحویل فیزیک گالیله ای به فیزیک نیوتنی است. فیرابند متذکر گردید که شرط ناگل درباره اشتقاق پذیری در این مورد برآورده نمی شود. یک قانون اساسی فیزیک گالیله ای این است که شتاب عمودی اجسام در حال سقوط در هر فاصله مکانی محدود در راستای عمودی، نزدیک سطح زمین یکسان است. اما نمی توان این قانون را از قوانین فیزیک نیوتنی استنتاج کرد. در فیزیک نیوتنی، نیروی جاذبه ثقل، و در نتیجه شتاب متقابل دو جسم، با کاهش فاصله افزایش می یابد. قانون گالیله را تنها در صورتی می توان از قوانین نیوتنی استخراج کرد که نسبت $\frac{\text{شتاب زمین}}{\text{فاصله سقوط}}$ برابر صفر باشد رابطه نیوتنی به طور منطقی از قوانین مکانیک نیوتن نتیجه نمی شود [۲۴].

مثال دیگر «تحویل» ادعایی مکانیک نیوتنی به نظریه نسبیت عام است. فیرابند اذعان نمود که تحت برخی شرایط محدود کننده، معادلات نظریه نسبیت مقادیری را به دست می دهد که بسیار نزدیک به مقادیر محاسبه شده در مکانیک نیوتنی است. اما این امر برای برقراری تحویل مکانیک نیوتنی به نظریه نسبیت عام کافی نیست. شرط اتصال پذیری در این حالت برآورده نمی شود. مفهوم «طول» را در نظر بگیرید. در مکانیک نیوتنی طول رابطه ای مستقل از سرعت علامت، میدانهای جاذبه و حرکت ناظر است. در نظریه نسبیت، طول رابطه ای است که مقدارش به سرعت علامت، میدانهای جاذبه و سرعت ناظر وابسته است. انتقال از مکانیک نیوتنی به نظریه نسبیت مستلزم تغییری در معنای مفاهیم زمان-مکانی است. «طول کلاسیک» و «طول نسبی» مفاهیمی ناهم ساز و ناسازگارند، و مکانیک نیوتنی قابل تحویل به نظریه نسبیت

عام نیست [۲۵]. فیرابند همچنین مدعی گردید که مکانیک کلاسیک را نمی‌توان به مکانیک کوانتوم تحویل نمود [۲۶]. و نیز اینکه ترمودینامیک کلاسیک قابل تحویل به مکانیک آماری نیست [۲۷].

هیلاری پوتنام اظهار نظر کرد که می‌توان از نظریه تحویل ناگل با اعمال تغییرات جزئی در برابر انتقاد فیرابند دفاع کرد. تنها کافی است که بگوییم این نظریه جدید تقریب مناسبی از نظریه قدیمی است که قابل استنتاج از نظریه تازه است [۲۸].

فیرابند پاسخ داد که آنچه که اصلاً در نظریه تحویل مورد نظر بوده است، رابطه‌ای است میان نظریه‌های علمی مختلف [۲۹]. او متذکر شد که پوتنام نظریه تحویل را صرفاً با ناتوان ساختن آن از کاربرد در موارد واقعی تعویض نظریه‌ها، از خطر ابطال رهانیده است.

فیرابند مدعی گردید که نشان داده است که مثالهای مربوط به تحویل که از سوی نظریه پردازان فلسفه علم رسمی به عنوان شاهد صدق ذکر گردیده، شرایط خود آنها را برای تحویل برآورده نمی‌سازد. بعکس عمل تعویض نظریه‌های پیچیده و سطح بالا مستلزم تغییر در معانی آن دسته از عبارات توصیفی است که در هر دو نظریه ظاهر می‌گردد. نظریه جانشین، واژه نامه توصیفی را که قبلاً مورد استفاده بود، مجدداً مورد تفسیر و تأویل قرار می‌دهد. اما گزارشهای مشاهده که بدین طریق وابسته به نظریه است، نمی‌تواند به عنوان مبنایی عینی برای ارزشیابی و بررسی نظریه‌های رقیب مورد استفاده قرار گیرد. فیرابند نتیجه گرفت که نظریه‌های سطح بالا از لحاظ مشاهده ناسازگار و ناموافق هستند [۳۰].

پیشرفت در سایه وحدت و یگانگی یا براندازی انقلابی؟

ویلیام هونل رشد يك علم را با به هم پیوستن جویبارها برای تشکیل رودسار مقایسه کرده بود. تصویر جویبار - رودسار با نظر جعبه چینی درباره پیشرفت به وسیله یکی شدن، و با وجهه نظر فلسفی ملازم آن درباب مسأله تحویل، سازگار و موافق است. تصویر جویبار - رودسار همچنین با استفاده بور از اصل تطابق (تناظر) به عنوان يك راهنمای روش شناسانه برای تشکیل و ساخت نظریه‌ها، سازگار است.

منتقدین این نظر کلی در دوران پس از جنگ، شکایت داشتند که تصویر جویبار - رودسار پیوستگی نادرستی را بر تاریخ علم تحمیل می‌کند. علم به نحو یکتاواخت پیشرفت نمی‌کند. نظریه‌ها در یکدیگر جاری نمی‌شوند [و نظیر جویبارها به یکدیگر نمی‌پیوندند] بعکس، رقابت و مبارزه، قاعده است و جابجایی یک نظریه به وسیله نظریه دیگر اغلب از طریق براندازی انقلابی صورت می‌گیرد.

استفن تولمین خاطرنشان ساخت که جانشین شدن یک نظریه عام و فراگیر به وسیله یک نظریه دیگر اغلب با تغییرات مفهومی بسیار جدی و مؤثر همراه است [۳۱]. مهمترین تغییرات در تاریخ علم، تغییر در «الگوهای ایده آل نظم طبیعی» بوده است. الگوهای ایده آل نظم طبیعی، معیارهای نظم و قاعده و ترتیب [در طبیعت] به شمار می‌روند که:

آن دسته از وقایع را در جهان پیرامون ما مشخص می‌سازند که نیاز به تبیین دارند، [و این کار را] با مقایسه آن وقایع با جریان طبیعی رویدادها، یعنی آن دسته از وقایع که نیاز به تبیین ندارند، انجام می‌دهند [۳۲].

قانون اول نیوتن نمونه چنین الگوی ایده آلی است. این قانون مشخص می‌سازد که حرکت خطی یکتاواخت، حرکتی اینرسیال (مانند) است، و اینکه تنها تغییر در چنین نوع حرکتی است که نیاز به تبیین دارد. الگوی ایده آل نیوتن درباره نظم طبیعی، الگوی ایده آل ارسطو مربوط به این مورد را از میدان به در کرد. ارسطو کشیدن یک جسم را بر روی یک سطح دارای اصطکاک به عنوان مورد ایده آل حرکت مکانی در نظر گرفته بود. سرعتی که جسم مذکور پیدا کرده، به نسبت نیروی به کار رفته در برابر مقاومت ابراز شده، بستگی دارد. حضور خود حرکت نشان می‌دهد که نیروی اعمال می‌شود. بر مبنای الگوی ایده آل ارسطویی از نظم طبیعی، این خود حرکت است که نیاز به تبیین دارد و نه صرف تغییر حرکت. دو الگوی ایده آل رودر روی هم قرار می‌گیرند، و پیروزی ایده آل نیوتنی، معادل طرد و رهاسازی ایده آل ارسطویی است و نه یکی شدن و متحد گردیدن با آن.

تولمین اعلام کرد که:

یک تبیین قابل قبول، می‌باید اثبات کند که وقایع تحت بررسی، عبارتست از موارد خاص و یا ترکیبات پیچیده انواع و نمونه‌های قابل فهم اساسی ما [۳۳].

اگر يك نوع از پدیدارها، در برابر بهترین تلاشهای ما به منظور اعمال اصول وضوح و قابلیت درك، مقاومت کند در آن صورت این نوع به عنوان يك نوع نادر و یا خلاف قاعده و خارق عادت تلقی می شود. در مورد الگوی ایده آل ارسطویی که در بالا ذکر گردید، حرکت يك پرتابی، يك پدیدار خلاف قاعده و خارق عادت است. بر مبنای الگوی ارسطویی، حرکت مداوم يك زوین، پس از آنکه زوین انداز آن را پرتاب کرد، نیازمند تبیین است. اما به نظر می رسد حرکت زوین در هوا تحت اثر هیچ نیرویی نباشد. ارسطو با نوعی تسامح اظهار نظر کرد که هوایی که به دنبال هم در مجاورت زوین قرار می گیرد، میل به ادامه حرکت را به پرتابی منتقل می کند [۳۴]. نیازی به گفتن ندارد که فلاسفه طبیعی پیرو ارسطو در تفسیر این نوع حرکت چندان آسوده خاطر نبوده اند. تولمین اظهار نظر کرد که تشخیص موارد خلاف قاعده است که منجر به خلق الگوهای تازه ای در مورد نظم طبیعی می شود.

با فرض رقابت میان الگوهای ایده آل نظم طبیعی، باید گفت که «اصلح» زنده می ماند، «شایستگی» به مسأله تجمع مفهومی و زاینده گی و باروری مبدل می شود. و چون آنچه که در چنین نزاعی مورد نظر است، عبارت است از شایستگی يك نوآوری مفهومی، نمی توان نزاع مزبور را با تمسک به نوعی «حساب متکی به شواهد و مدارك» فیصله داد - تولمین معتقد بود که برنامه پیروان بازسازی منطقی برای دستیابی به يك منطق تأیید، ارزش چندانی ندارد، چرا که چنین منطقی در مورد آن دسته از منازعات مهمی که در آنها خود ملاکهای وضوح و قابلیت درك مورد بحث است، کاربرد ندارد [۳۵].

ن.ر. هانسون اظهار داشت که يك انقلاب مفهومی در علم مشابه تغییر گشتالت است که به واسطه آن، واقعیات مربوطه، به روشی تازه و از دیدگاهی جدید مورد بررسی و ملاحظه قرار می گیرد [۳۶]. هانسون به تبعیت از ویتگنشتاین [۳۷]، میان «دیدن چیزی آن طور که به نظر می آید» و «دیدن چیزی برحسب تفسیر ذهنی شخص» تمایز قائل شد. هانسون تأکید کرد که «دیدن چیزی برحسب تفسیر ذهنی» یعنی دیدن به هیئت کلی (گشتالت) در تاریخ علم حائز

۱. گشتالت Gestalt به معنی يك کل منظم و وحدت یافته فیزیکی، روانی یا نمادی است که نمی توان خصوصیات آن را از هیچکدام از اجزایش پنهانی، به دست آورد. و تغییر گشتالت Gestalt Shift یعنی دگرگونی در خصوصیات روانی و ذهنی. گشتالت به چندگانه نمودن تصاویر خاص هم اطلاق می شود. - م.

2. "seeing that" 3. "seeing as"

اهمیت بسیار بوده است.

بحث علمای قرن شانزدهم درباره حرکت را در نظر بگیرید. فرض کنید تیکو براهه و کپلر بر روی تپه‌ای ایستاده‌اند و به طلوع فجر از جانب مشرق می‌نگرند. بنابر نظر هانسون، به یک معنا، تیکو و کپلر چیز واحدی را می‌بینند. هر دوی آنها صفحه نارنجی رنگی میان نوارهایی به رنگهای آبی و خاکستری «می‌بینند». اما در عین حال به یک معنای دیگر تیکو و کپلر چیز واحدی را نمی‌بینند، تیکو خورشید را «می‌بیند» که دارد از زیر افق که ثابت است سر برمی‌آورد. کپلر افق را «می‌بیند» که دارد در زیر پای خورشید که ثابت است، پایین می‌رود. دیدن خورشید آن طور که کپلر آن را می‌بیند به منزله قبول دگرگونی و تغییر در ذهنیت و خصوصیات روانی (تغییر گشتالت) است [۳۸].

مراجع

- ^۱ Paul K. Feyerabend, 'An Attempt at a Realistic Interpretation of Experience', *Proc. Arist. Soc.* 58 (1958), 160-2.
- ^۲ *Ibid.*, 164.
- ^۳ Peter Achinstein, *Concepts of Science* (Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1968), 160-72.
- ^۴ *Ibid.*, 168.
- ^۵ Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory* (New York: Atheneum, 1962), 180-218.
- ^۶ Willard van Orman Quine, 'Two Dogmas of Empiricism', in *From a Logical Point of View* (Cambridge: Harvard University Press, 1953), 41.
- ^۷ *Ibid.*, 43.
- ^۸ Michael Scriven, 'Truism as the Grounds for Historical Explanations', in *Theories of History*, ed. by P. Gardiner (Glencoe, IL: The Free Press, 1959), 443-75; 'Explanation and Prediction in Evolutionary Theory', *Science* 130, 477-82; 'Explanations, Predictions and Laws', in *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. III, ed. by H. Feigl and G. Maxwell (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962), 170-230.
- ^۹ Carl Hempel, *Aspects of Scientific Explanation* (New York: Free Press, 1965), 362.
- ^{۱۰} William Dray, *Laws and Explanation in History* (Oxford: Clarendon Press, 1957), 58-60.
- ^{۱۱} Scriven, 'Explanations, Predictions and Laws', 207-8.
- ^{۱۲} Richard Zaffron, 'Identity, Subsumption, and Scientific Explanation', *J. Phil.* 68 (1971), 849-50.
- ^{۱۳} Harré, *The Principles of Scientific Thinking*, 15-21.
- ^{۱۴} Hempel, 'Deductive-Nomological vs. Statistical Explanations', in *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. III, 109-10.
- ^{۱۵} Frederick Suppe, 'The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories', in *The Structure of Scientific Theories*, ed. by F. Suppe (Urbana: University of Illinois Press, 1974), 221-30.
- ^{۱۶} *Ibid.*, 222.
- ^{۱۷} Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory* (1914), trans. by P.

Wiener (New York: Atheneum, 1962), 32.

"Wilfrid Sellars, 'The Language of Theories', in *Current Issues in the Philosophy of Science*, ed. by H. Feigl and G. Maxwell (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1961), 71-2; reprinted in *Readings in the Philosophy of Science*, ed. by B. A. Brody, 348.

"Nelson Goodman, *Fact, Fiction and Forecast*, Second Edition (Indianapolis: The Bobbs-Merrill Company, Inc., 1965).

"Ibid., 74.

"Ibid., 78-80.

"Ibid., 94.

"Carl Hempel, 'Postscript (1964) on Confirmation', in *Aspects of Scientific Explanation* (New York: The Free Press, 1965), 51.

"P. K. Feyerabend, 'Explanation, Reduction, and Empiricism', in *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. III, 46-8.

"Feyerabend, 'On the "Meaning" of Scientific Terms', *J. Phil.*, 62 (1965), 267-71; 'Consolations for the Specialist', in *Criticism and the Growth of Knowledge*, ed. by I. Lakatos and A. Musgrave (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), 220-21; 'Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge', in *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. IV, ed. by M. Radner and S. Winokur (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1970), 84.

"Feyerabend, 'On the "Meaning" of Scientific Terms', 271-2.

"Feyerabend, 'Explanation, Reduction, and Empiricism', 76-81.

"Hilary Putnam, 'How Not to Talk About Meaning', in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. II, ed. by R. Cohen and M. Wartofsky (New York: Humanities Press, 1965), 206-7.

"Feyerabend, 'Reply to Criticism: Comments on Smart, Sellars and Putnam', in *Boston Studies*, II, 229-30.

"Feyerabend, 'Explanation, Reduction, and Empiricism', 59.

"Stephen Toulmin, *Foresight and Understanding* (New York: Harper Torchbooks, 1961), 44-82.

"Ibid., 79.

"Ibid., 81.

"Aristotle, *Physics*, Book VII, 267a.

"Toulmin, *Foresight and Understanding*, 112.

"N. R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press, 1958), Chapter IV and *passim*.

"Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations* (New York: Macmillan, 1953), 193-207.

"Hanson, *Patterns of Discovery*, 5-24.

نظریه‌های جانشین فلسفه علم رسمی

نظر کوهن درباره «علم متعارف» و «علم انقلابی»

نظر لاکاتوش درباره برنامه‌های تحقیق علمی

نظر لاتودان درباره همبستگی فلسفه علم و تاریخ علم

نگاهی به گذشته و نظری به آینده

توماس کوهن^۱ (متولد ۱۹۲۲) دکترای فیزیک خود را از هاروارد دریافت کرد. او مدیر برنامه تحقیقاتی درباره تاریخ و فلسفه علم در پرینستون است. و در مهمترین مطالعات تاریخی مربوط به انقلاب کپرنیکی و فیزیک قرن بیستم، و نیز در برخی نتیجه‌گیریهای بغایت مؤثر درباره ماهیت پیشرفت علمی، سهمی بسزا داشته است.

ایمره لاکاتوش^۲ (۱۹۲۲ تا ۱۹۷۴) اهل مجارستان، یکی از قربانیان تعقیب و آزار رژیم نازی، که بالاخره سه سال را نیز در دوران رژیم سرکوب و خفقان استالین در زندان سپری کرد. به سال ۱۹۵۶ مجارستان را به قصد انگلستان ترك گفت و در آنجا در دانشگاه کیمبریج و مدرسه اقتصاد لندن، تحقیقات درباره فلسفه ریاضیات و فلسفه علم را پیگیری کرد.

لاری لاتودان^۳ (متولد ۱۹۴۱) دکترای خود را از پرینستون دریافت کرد. او رئیس دانشکده تاریخ و فلسفه علم در دانشگاه پیتسبورگ است. لاتودان در کتاب پیشرفت و مسائل آن^۴ (۱۹۷۷) يك احیای

1. Thomas Kuhn.

2. Imre Lakatos.

3. Larry Laudan

4. *Progress and its Problems*

معقول را برای پیشرفت علمی پیشنهاد کرد تا آن را جانشین نظریات کوهن و لاکاتوش قرار دهد.

نظر کوهن درباره «علم متعارف» و «علم انقلابی»

انتقادات زیادی که از فلسفه علم رسمی به عمل آمد، بر روی هم انباشته شد و بالمآل نیروی بیشتری گرفت. بسیاری از فلاسفه علم معتقد شدند که وقتی علم برحسب مقولات منطق صوری بازسازی می‌شود، امری حیاتی و اساسی مورد غفلت قرار می‌گیرد. در نظر ایشان تحلیل پیشنهادی پیروان فلسفه علم رسمی از «نظریه»، «تأیید» و «تحویل» شباهت کمی به فعالیت واقعی علمی دارد.

کتاب توماس کوهن با نام ماهیت انقلابهای علمی (چاپ اول، ۱۹۶۲) [۱]، نظریه‌ای بود که در سطح گسترده‌ای مورد بحث قرار گرفت و جانشینی برای فلسفه علم رسمی درباره ارزشیابی علم به حساب آمد. کوهن يك «احیاء (بازسازی، تجدیدبنا) معقول» را در مورد پیشرفت علمی تنسیق کرد.

احیائی که مبتنی بود بر تفسیر خود او از پیشرفت در تاریخ علم. اما احیاء کوهن صرفاً تاریخ علم دیگری به شمار نمی‌آید. بعکس، این بازسازی مشتمل بر يك تفسیر مرتبه دوم - یا يك فلسفه علم - است، که در آن استنتاجاتی دستوری درباره روش علمی ارائه می‌دهد.

تولمین و هانسون جهتی را که می‌باید به وسیله يك طرح احیاء معقول پیشرفت علمی اتخاذ گردد، مشخص ساختند. آنها براهمیت ناپیوستگی‌هایی که در پرتو آن دانشمندان موفق شده‌اند پدیدارها را به طرق تازه‌ای لحاظ کنند، تأکید کرده بودند. کوهن این تأکید را بسط داد و آنرا به صورت مدلی برای پیشرفت علمی در آورد که در آن دوره‌های «علم انقلابی» جایگزین دوره‌های «علم متعارف» شده است.

علم متعارف

نوآوریها و ابداعات مفهومی، بیش از سایر مسائل [علم] مورد توجه مورخان علم بوده است. حال آنکه بسیاری از جنبه‌های علم، اگر نگوییم بخش اعظم آن، به نحوی کسل کننده و در سطحی عاری از هیجان و کشش پی گیری می‌شود و ادامه می‌یابد. این امر مشتمل است بر

«عملیات پاکسازی» [۲] که در آن يك «نمونه ایده آل» پذیرفته شده، در مورد اوضاع و احوال تازه اعمال می‌گردد. علم متعارف متضمن موارد ذیل است:

(۱) افزایش یافتن دقت وفاق میان مشاهدات و محاسباتی که بر مبنای «نمونه ایده آل» فوق‌الذکر انجام گرفته است؛

(۲) گسترش قلمرو نمونه ایده آل مزبور به منظور در برگرفتن پدیده‌هایی بیشتر؛

(۳) تعیین مقدار ثابت‌های جهانی؛

(۴) صورت‌بندی و تنظیم قوانینی کمی که هر چه بیشتر نمونه ایده آل مزبور را به اجزاء و ابعاض تقسیم می‌کند؛ و

(۵) تصمیم‌گیری در این مورد که کدامیک از راههای اعمال نمونه ایده آل به يك حوزه جدید مورد نظر، رضایتبخش‌تر و خرسند کننده‌تر است.

علم متعارف نوعی فعالیت محافظه کارانه است. کوهن آن را با عنوان «فعالیت حل جدول کلمات متقاطع» مشخص ساخت [۳]. پیگیری علم متعارف، تا زمانی بدون وقفه ادامه می‌یابد که نمونه ایده آل به وجهی رضایتبخش پدیده‌هایی را که در مورد آنها اعمال می‌شود، تبیین کند. اگر دانشمندان معتقد شوند که نمونه ایده آل می‌بایست با داده‌های مورد نظر سازگار و موافق باشد [اما در عمل چنین نباشد]، در آن صورت اعتبار برنامه علم متعارف خدشه دار و متزلزل شده است. در این حال این نوع پدیده‌ها، که به وسیله داده‌های مزبور توصیف می‌شوند، به عنوان يك امر خلاف قاعده تلقی می‌گردند. کوهن در این مورد با تولمین همعقیده بود که بروز این گونه بی‌قاعدگیها و خرق عاداتهاست که نیروی محرکه لازم را برای ابداع نمونه‌های ایده آل دیگری که جانشین نمونه ایده آل قبلی می‌شود، فراهم می‌آورد. کوهن اعلام داشت که: علم متعارف در نهایت صرفاً به تشخیص امور خلاف قاعده و موارد بحرانی منجر می‌گردد؛ و این نتایج نه از راه تعمق و تأمل، بلکه به وسیله نوعی رویداد نسبه ناگهانی و طراحی نشده نظیر تغییر ناگهانی در ذهنیات و حالات روحی حاصل می‌شود [۴].

رقابت و تنازع میان نمونه‌های ایده آل [در علم متعارف]، با رقابت میان توابع ریاضی بر سر انطباق و تطبیق با يك مجموعه از داده‌ها، بکلی تفاوت دارد. نمونه‌های ایده آل رقیب، با

یکدیگر ناسازگارند. آنها نگره‌هایی جدا از هم و متباعد را مطرح می‌سازند. مدافعان و حامیان نمونه‌های ایده آل رقیب، انواع مشخص و معینی از پدیدارها را به طرق مختلفی «می‌بینند». مثلاً، در حالی که فیلسوف ارسطویی مسلک سقوط آرام يك جسم مقید را «می‌بیند» فیلسوف پیرو نیوتن، حرکت (تقریباً) یکنواخت يك آونگ را «می‌بیند».

علم انقلابی

حضور يك یا دو امر خلاف قاعده، برای طرد يك نمونه ایده آل کافی نیست. کوهن معتقد بود که برای طرد نمونه ایده آل، يك منطق مبتنی برابطال نظریه‌ها براساس شواهد منفی (منطق ابطال‌پذیری) به کار نمی‌آید. يك نمونه ایده آل بر مبنای مقایسه نتایجی که از آن اخذ می‌شود، و شواهد تجربی [موجود]، طرد نمی‌شود. طرد نمونه ایده آل تا اندازه‌ای يك رابطه سه‌وجهی است که مشتمل بر يك نمونه ایده آل محرز شده، يك نمونه ایده آل رقیب و شواهد متکی به مشاهده و تجربه است.

علم با ظهور يك نمونه ایده آل ماندنی و پابرجا پا به مرحله انقلابی می‌گذارد. ممکن است به نظر برسد آنچه در این مرحله مورد نیاز است، مقایسه میان دو نمونه ایده آل و نتایج حاصل از مشاهده است. اما چنین مقایسه‌ای تنها در صورتی امکان‌پذیر است که يك زبان مستقل از تجربه موجود باشد که نتایج مشاهدات در آن ثبت گردد. آیا چنین زبانی قابل حصول است؟ کوهن آن را ممکن نمی‌دانست. او اعلام داشت که:

به يك معنی که نمی‌توانم آن را به گونه‌ای صریح‌تر بیان کنم، پیشنهاددهندگان و حامیان نمونه‌های ایده آل رقیب، دادوستد خود را در عوالم مختلفی به انجام می‌رسانند. یکی از این عوالم حاوی اجسام مقیدی است که به آرامی سقوط می‌کنند، عالم دیگر دارای آونگهایی است که حرکات خود را دائماً تکرار می‌نمایند. در یکی از دو عالم همه محلولهای شیمیایی، مرکب به حساب می‌آیند و در دیگری مخلوط. یکی از دو جهان به صورت فضایی مسطح و تخت مجسم می‌گردد و دیگری در قالب يك فضای خمیده ماتریسی. این دو گروه از دانشمندان به هنگام فعالیت علمی در این عوالم متفاوت وقتی از يك

نظرگاه مشترك و در يك راستای واحد به امور واحد می‌نگرند، چیزهای مختلفی را رؤیت می‌کنند [۵].

بدین ترتیب تعویض نمونه ایده آل مشابه نوعی انتقال و جابجایی گشتالت است [۶]. نمونه‌های ایده آل رقیب، کاملاً سازگار و متوافق نیستند. ممکن است دو نمونه ایده آل، نسبت به يك مسأله مفروض، با در نظر گرفتن انواع پاسخهایی که مجاز و روا شمرده می‌شود، متفاوت باشد. مثلاً در سنت دکارتی سؤال از اینکه چه نیروهایی بر يك جسم اثر می‌کند، به معنی پرسش از برای مشخص ساختن آن دسته از اجسام دیگر است که به جسم مورد نظر فشار می‌آورند، اما در سنت نیوتی می‌توان از نحوه تأثیر نیروها سؤال کرد، بی‌آنکه سخنی از «تأثیر به واسطه تماس» به میان آید. [در این مورد] کافی است که يك تابع ریاضی مناسب مشخص شود [۷]. بعلاوه گرچه اغلب نمونه ایده آل جدید، مفاهیم مأخوذ از نمونه ایده آل قبلی را به یکدیگر می‌پیوندد، این مفاهیم به عاریت گرفته شده غالباً به طرقی تازه و بدیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. مثلاً در انتقال از فیزیک نیوتی به نسبیت عام، اصطلاحاتی نظیر «مکان»، «زمان» و «ماده» بکلی تغییر معنی می‌دهد و تفسیر تازه‌ای پیدا می‌کند [۸].

معهدنا محصول نزاع نمونه‌های ایده آل، اتفاقی و تصادفی نیست. کوهن معتقد بود که گرچه نمونه‌های ایده آل رقیب، ناسازگار و مانعة الجمع اند، امر تعویض نمونه ایده آل موازین خاص خود درباره قابلیت فهم و معقولیت را داراست. بالاتر از همه، نمونه ایده آل موفق می‌باید به نحوی سازنده با موارد خلاف قاعده‌ای که به بروز بحران دامن می‌زند برخورد داشته باشد. و در شرایط مساوی، هر قدر دقت کمی يك نمونه ایده آل جدید بیشتر باشد، امتیاز بیشتری به حساب آن گذاشته خواهد شد.

کوهن در چاپ اول ساختمان انقلابهای علمی يك الگوی پیشرفت علمی را برای تطبیق بر تحولات تاریخی، مشخص ساخت. اینکه الگوی مزبور مناسب است یا نه به توسط مورخان علم تعیین می‌گردد. اما پیش از آنکه مورخ بتواند به این امر مبادرت ورزد، می‌باید از رئوس الگوی مذکور مطلع باشد. او چگونه [و بر مبنای چه قرائتی] حکم می‌کند که يك نتیجه آزمایشی، امری خلاف قاعده است، یا فعالیت حل جدول به مرحله بحرانی رسیده، یا آنکه يك جابجایی گشتالت رخ داده است؟

متأسفانه کوهن مفهوم «نمونه ایده آل» را به صورت يك مشترك لفظی به کار برده بود. دادلی

شیپر^۱ [۹] و جرد بوخدال^۲ [۱۰]، کوهن را به جهت تردید و سرگردانی میان معنای عام و معنای خاص «نمونه ایده آل» مورد انتقاد قرار داده اند.

«نمونه ایده آل» به معنای اعم و جامع، يك «چهارچوب ذهنی» یا مجموعه ای از اعتقادات، ارزشها، شگردها و نظایر آن است که متعلق به اعضای يك جامعه مفروض است [۱۱]. اعضای جامعه ای متشکل از دست اندرکاران مسائل علمی، ممکن است در اعتقاد به وجود هستومندها (ذوات) نظری (نظیر مکان مطلق، اتمها، میدانها، ژن ها،...) متفق القول باشند. بعلاوه، این اعضا ممکن است در این باره همعقیده باشند که چه انواعی از تحقیق و تبیین حائز اهمیت است (یعنی مطالعات در سازواره های زنده، در برابر مطالعات در سازواره های بیجان، تفسیرهایی بر پایه تأثیر در اثر تماس در برابر تفسیرهایی بر پایه وجود میدان، تبیین های متعین در برابر تبیین های مبتنی بر حساب احتمالات...). این قبیل دلبستگیها و تعلقات خاطر و اعتقادات، بخشی از يك «نمونه ایده آل» در معنای وسیع آن است. يك «چهارچوب ذهنی» بعلاوه، مشتمل است بر يك یا چند «نمونه ایده آل» به معنای خاص.

«نمونه ایده آل» به معنای اخص عبارت است از يك الگو و سرمشق، يك نمایش مؤثر از يك نظریه علمی. سرمشقها و الگوهای فوق الذکر معمولاً در کتب درسی که در برگیرنده نظریه ها و کاربردها آنها است، بیان می گردد، نعمیم داده می شود و مورد تجدید نظر قرار می گیرد. [۱۲]

شیپر و بوخدال اثر مخرب استفاده از «نمونه ایده آل» به صورت مشترك لفظی را در آراء کوهن راجع به تاریخ متذکر شدند. اگر معنای اخص «نمونه ایده آل» مورد نظر کوهن بوده باشد در آن صورت اختلاف میان علم متعارف و علم انقلابی تا حد زیادی کاهش می یابد. مورخان علم ناچارند به جای گفتگو درباره انقسام يك نمونه «ایده آل واحد» به بحث درباره توالی الگوها و سرمشقهای متمایز بپردازند. مثلاً نیوتن، دالامبر، لاگرانژ، هامیلتون و ماخ به معنای اخص کلمه، به صورت بندی «نمونه های ایده آل» متفاوتی برای مکانیک مبادرت ورزیده اند. اما بسختی می توان به تغییر و تبدیل این نمونه ها به یکدیگر، نام «انقلاب» را اطلاق کرد. از سوی دیگر اگر معنای گسترده و وسیع «نمونه ایده آل» مورد نظر کوهن بوده باشد، در آن صورت

مفهوم مزبور گنگتر و نامشخصتر از آن است که به عنوان ابزاری مفید برای تحلیل تاریخی به کار آید.

کوهن در تکمله‌ای که برچاپ دوم ساختمان انقلابهای علمی (۱۹۶۹) نگاشت اذعان کرد که مفهوم «نمونه ایده آل» را به صورت مشترك لفظی به کار برده است [۱۳]. معهذا او مدعی بود که ممکن است تحقیقات تاریخی - اجتماعی هم الگوها و سرمشقها و هم چهارچوبهای ذهنی را آشکار سازد. جامعه‌شناس ابتدا کنفرانسهای برگزار شده، مجلات انتشار یافته، مقالات نشر شده، منابع و متون مورد استشهاد، و نظایر آنها را مطالعه و بررسی می‌کند. آنگاه بر مبنای این معلومات، «جوامع جدا و مجزای متخصصان و دست‌اندرکاران» را مشخص می‌سازد. سپس به واری و معاینه رفتار اعضای این جامعه می‌پردازد تا دریابد آنان در چه اموری اتفاق نظر دارند و چه اموری مورد علاقه آنهاست.

کوهن در تحلیل خود درباره محصول احتمالی این قبیل مطالعات، دو حوزه مختلف علم متعارف و علم انقلابی را که قبلاً بکلی از هم متمایز ساخته بود با یکدیگر خلط کرد. او پیش‌بینی نمود که یکی از نتایج مطالعات جامعه‌شناسانه، عبارت خواهد بود از مشخص ساختن شمار کثیری از گروههای کوچک. او اذعان داشت که ممکن است انقلابی در يك جامعه خرد [متشکل از متخصصان و دست‌اندرکاران] رخ دهد بی‌آنکه هیچ تغییر و تحول چشمگیری در حوزه علم تخصصی آنان پدید آورد. او تعویض يك نمونه ایده آل به وسیله نمونه ایده آل دیگر را بی‌آنکه قبل از آن بحرانی در جامعه خرد رخ دهد، مجاز شمرد. و شمار پاسخهای ممکن به يك وضع و حال بحرانی را، به این منظور که طبقه‌بندی يك مورد خلاف قاعده، برای بررسیهای بعدی را در بر بگیرد، تا می‌توانست افزایش داد. اما از همه تعجب‌آورتر تن در دادن کوهن به این مسأله بود که پیگیری «علم متعارف» در داخل يك جامعه خرد ممکن است با بحثی درباره آن دسته از علائق متافیزیکی که برای چهارچوب ذهنی يك علم امری اساسی به حساب می‌آید، همراه گردد. او تصدیق کرد که در قرن نوزدهم، اعضای جوامع شیمیدانها علیرغم اختلاف نظرهایی که درباره وجود اتم داشتند، نوعی فعالیت مشترك حل جدول را دنبال می‌کردند. اعضا همگی نسبت به کاربرد شیوه‌های معین تحقیقی متفق‌القول بودند، اما اغلب درباره تفسیر صحیح این شیوه‌ها بشدت اختلاف نظر داشتند [۱۴].

بسیاری از منتقدان، خرده گرفته بودند، که کوهن در نخستین چاپ ساختمان انقلابهای علمی کاریکاتوری از علم عرضه کرده است. مثلاً واتکینز می‌پنداشت که کوهن علم را به صورت سلسله‌ای از جهشهای بلند اما با فاصله و غیرمتوالی که به وسیله فواصل طولانی اندیشه‌های جزئی از یکدیگر جدا شده‌اند، ترسیم کرده بوده است [۱۵]. اما در تکمله کوهن، علم متعارف هر نوع خصیصه یکپارچگی و یکدستی را که قبلاً واجد بود، از دست داده است. علم متعارف به وسیله یک جامعه بسیار خرد [متشکل از متخصصان و دست‌اندرکاران] خلق می‌شود، در صورتی که اعضای آن برسر ارزش تحقیقی یک الگو و سرمشق (نمونه ایده‌آل [۲]) به توافق برسند. و کوهن اینک در غیاب هر نوع بحرانی، تعویض یک الگو و سرمشق را مجاز می‌شمارد. به نظر می‌رسد که کوهن منتقدان خود را خلع سلاح کرده است. در واقع آلن ماسگریو اعلام داشت که به نظر من دیدگاه کنونی کوهن درباره «علم متعارف» در میان آنانکه قبلاً در برابر آنچه در چاپ اول او دیده بودند و یا می‌پنداشتند که دیده‌اند، عکس‌العمل شدید نشان داده بودند، هیچ نگرانی خاطری ایجاد نمی‌کند [۱۶].

نظر لاکاتوش درباره برنامه‌های تحقیق علمی

مسأله احیاء (تجدید بنای) معقول پیشرفت علمی مسأله بحث‌انگیز دهه ۱۹۶۰ بود. پوپر و کوهن متون اساسی برای این بحث را فراهم آورده بودند، و متعاقب آن دوره‌ای از ارائه آراء و نظریات و مقایسه آنها با یکدیگر پدید آمد. شاید مهمترین دیدگاه جدیدی که از میان این بحثها سر برآورد و به منصه ظهور رسید دیدگاه ایمره لاکاتوش بود.

لاکاتوش تصدیق نمود که کوهن در تأکید بر پیوستگی در علم محق بوده است [۱۷]. دانشمندان علیرغم شواهدی که به نظر می‌رسد مبطل نظریه‌ها باشد عملاً به استفاده از آنها ادامه می‌دهند. مکانیک نیوتنی یک مورد قابل ذکر است. دانشمندان در قرن نوزدهم تشخیص دادند که حرکت غیرعادی عطارد، در ضدیت با این نظریه است، معهذا به استفاده از نظریه مزبور ادامه دادند و البته کارشان نیز معقول بود. با این حال برطبق اصول روش شناسانه پوپر، خلاف عقل است که از شواهد ابطال کننده صرف‌نظر گردد. لاکاتوش، پوپر را به واسطه عدم

تمیز میان ابطال و طرد مورد انتقاد قرار داد.^{۱۸} لاکاتوش با کوهن همعقیده بود که لزومی ندارد همواره و به نحو لایتغیر بدنبال هر ابطال، طرد نیز وجود داشته باشد. می‌باید به نظریه‌ها اجازه داد که به نشو و نمای خود ولو در «اقیانوسی از موارد خلاف قاعده» ادامه دهند.

اما لاکاتوش پس از آنکه تمجید فراوانی از کوهن به جهت تأکید او بر پیوستگی علم به عمل آورد، او را به واسطه اینکه با رخداد‌های انقلابی علم به منزله مصادیق و نمونه‌های «تبدیل اسرارآمیز» برخورد نموده، مورد انتقاد قرارداد [۱۹]. بنابر نظر لاکاتوش، کوهن تاریخ علم را به مثابه توالی نامعقول برهه‌های معقول، تصویر کرده است.

اما این انتقاد در حق کوهن روا نبود. گرچه کوهن امر تعویض نظریه را به سر برآوردن يك چشم انداز جدید تشبیه کرده بود، اما او مدعی نبود که انقلاب‌های علمی نامعقول اند. من تصور می‌کنم که چون «کوهن عقل ستیز» وجود نداشت، لازم بود او را اختراع نمایند. «کوهن عقل ستیز» برای آن دسته از فلاسفه علم که معتقدند می‌توان برای امر تعویض نظریه، قواعد ارزشیابی و بررسی را پیدا کرد، هدف حمله مفیدی بود.

لاکاتوش معتقد بود که در صورتی که نتوان نوعی تجدید بنای معقول را برای امر تعویض نظریه ارائه داد، می‌باید تفسیر تغییر و دگرگونی علمی را به مورخان و روانشناسان وا گذاشت. پوپر يك نحوه تجدید بنای معقول را پدید آورده بود که برطبق آن پیشرفت علمی عبارت بود از رشته‌ای از حدسها، و ابطال‌های عمدی. لاکاتوش درصدد بهبود و تکمیل این نحوه تجدید بنا برآمد. او بخصوص اصرار نمود که مناسب است واحد اساسی برای ارزشیابی، «برنامه‌ریزیهای تحقیقاتی» باشد و نه خود نظریه‌ها به طور جدا و منفرد. بنا بر نظر لاکاتوش يك برنامه تحقیقاتی متشکل از قواعد روش‌شناسانه است: برخی از این قواعد حاکی از آن‌اند که از کداميك از راههای تحقیق می‌باید پرهیز نمود (الهام بخشی منفی) و پاره‌ای دیگر می‌گویند چه راههایی را باید دنبال نمود (الهام بخشی مثبت) [۲۰]. يك نمونه قابل ذکر، برنامه تحقیقاتی نیوتن برای محاسبه مدار سیارات و اقمار آنهاست. برنامه مذکور به مند اعمال يك سلسله از نظریه‌ها تحقق یافت:

* پوپر پاسخ داد که لاکاتوش مقصود او را در نیافته است. پوپر براین نکته پافشاری می‌کرد که او بوضوح رابطه منطقی ابطال را از مسأله روش‌شناسانه طرد متمایز ساخته است. او خاطر نشان ساخت که مسأله طرد بعضاً به این امر بستگی پیدا می‌کند که در مورد کداميك از نظریه‌های رقیب قابل اعمال است [۱۸].

T₁ - قانون جاذبه ثقلی بر مبنای این فرض به کار رفت که سیارات و خورشید جرمهای نقطه‌ای هستند و خورشید ساکن است.

T₂ - حرکات متقابل سیاره و خورشید حول محور ثقل مشترک، تصحیح شد.

T₃ - انحرافات و اختلالات ناشی از تأثیر نیروی جاذبه سایر سیارات منظومه شمسی تصحیح شد.

T₄ - توزیع نامتقارن جرمها در سیارات تصحیح شد [۲۱].

الهام بخشی منفی در مورد يك برنامه تحقیقاتی هسته سخت و نفوذناپذیر قضایایی را که در معرض ابطال قرار ندارند از سایر قضایا مجزا می‌سازد. این قضایا برحسب قرارداد معتبر شمرده می‌شوند و از سوی آنان که برنامه تحقیقاتی را تحقق می‌بخشند به عنوان قضایای غیرقابل ابطال در نظر گرفته می‌شوند. در برنامه تحقیقاتی نیوتنی الهام بخشی منفی، اصول متعارف حرکت و قانون جاذبه ثقلی را مورد تأیید و حمایت قرار می‌دهد. هسته سخت قضایای سایر برنامه‌های تحقیقاتی مشتمل است بر:

اصل اشتتو دایر برافقی بودن نخستین، يك اصل روش‌شناسانه که برای تفسیر ستون زمین‌شناسی به کار می‌رود.

اصل موضوع اتمیان مبنی بر اینکه فعل و انفعالات شیمیایی نتیجه ترکیب و تجزیه اتمهاست، و اصل انتخاب طبیعی.

۱. Sten's Principle of Original Horizontality نیکلاس اشتتو (از ۱۶۳۸ تا ۱۶۸۶ میلادی) زمین‌شناس و آناتومیست دانمارکی که تحقیقات و بررسی‌هایش در پیشرفت و تکامل دانش زمین‌شناسی بسیار مؤثر بوده است. اشتتو به سال ۱۶۶۹ کتاب خویش با نام پیش درآمد رساله‌ای در باب قرار گرفتن يك جسم صلب درون يك جسم دیگر به وسیله عملکرد طبیعت را که يك اثر برجسته در ادبیات مربوط به زمین‌شناسی به‌شمار می‌رود منتشر ساخت و با انتشار آن بلورشناسی جدید را پایه‌گذاری کرد.

او گزارش داد که گرچه بلورهای مختلف کوارتز از نظر شکل ظاهر تفاوت‌های فراوانی دارد ولی زاویه میان وجوه متناظر همگی آنها یکسان است. به علاوه او این ایده انقلابی را مطرح ساخت که سنگواره‌ها و فسیلها باقیمانده ارگانیزمهایی هستند که قرن‌ها پیش زنده بوده‌اند و نیز اعلام داشت که بسیاری از صخره‌ها در اثر ته‌نشست و رسوب لایه‌های مختلف در طی سالیان دراز پدید آمده است.

اشتتو نخستین کسی بود که دریافت پوسته زمین تاریخچه رویدادهای زمین‌شناسی را در درون خود محفوظ نگاهداشته است و می‌توان این تاریخچه را با مطالعه دقیق لایه‌های مختلف زمین و نیز سنگواره‌ها پیدا کرد. اصل اشتتو ناظر به همین مطالعه لایه‌ها و پوسته‌های زمین برای بررسی تاریخچه آنست. - م.

الهام بخشی مثبت، طرح دوربردی است برای ساختن يك سلسله نظریه‌ها، به شیوه‌ای که بتوان برنارسایی در هر مرحله فائق آمد. الهام بخشی مثبت مجموعه‌ای از پیشنهادهای روشی برای مواجهه با امور خلاف قاعده‌ای است که در آینده روی می‌دهد. هنگامی که يك برنامه تحقیقاتی جامه عمل می‌پوشد، يك «کمر بند ایمنی» متشکل از فرضیه‌های کمکی در اطراف هسته سخت فرضیه‌های غیر قابل ابطال پدید می‌آید. از جمله مثالهای تاریخ علم می‌توان بدین موارد اشاره کرد:

فرضی که از سوی طرفداران برنامه کپرنیکی مورد استفاده قرار گرفت مبنی بر اینکه خطا در تعیین اختلاف منظر، به فاصله زیاد ستاره از زمین مربوط است.

فرضی که به وسیله طرفداران برنامه نیوتنی مورد استفاده قرار گرفت مبنی بر اینکه انحراف يك سیاره از قوانین کپلر به تأثیر مختل کننده سایر سیارات مربوط است.

آزمونهای مهم برنامه تحقیقاتی بر روی این نظریه‌های کمکی استوار است. اما نتیجه يك آزمون منفی بتهایی، کل برنامه تحقیقاتی را ابطال نمی‌کند. لاکاتوش، پوپر را به جهت پربها دادن به نتایج آزمون منفی مورد انتقاد قرار داد. با داشتن نتیجه يك آزمون منفی می‌توان طرح دوربرد متمر ثمری را به منظور تغییر کمر بند ایمنی فرضیه‌های کمکی به صورتی که پذیرای امر خلاف قاعده معهود بشوند، به کار بست. و در برخی موارد بهترین پاسخ محصل، ممکن است بایگانی کردن امر خلاف قاعده و موکول نمودن آن به تحقیقات آتی باشد.

اما در این صورت چگونه می‌باید يك برنامه تحقیقاتی را ارزشیابی کرد؟ لاکاتوش برخلاف دوئم و کوهن اصرار داشت که قواعد ارزشیابی برای سلسله‌های مختلفی از نظریه‌ها وجود دارد. برخی از این سلسله‌ها «تعویض و جایگزینی مسائل به نحو رشد یابنده و روبه کمال» را تشکیل می‌دهد و برخی دیگر «تعویض و جایگزینی مسائل به نحو پژمرنده و مضمحل شونده» را.

يك سلسله از نظریه‌ها - $T_1, T_2, \dots, T_r$ - رشد یابنده و روبه کمال است اگر شرایط ذیل

برآورده شود:

(۱) نظریه T_n تبیین کننده نظریه بلافاصله قبل از خود یعنی T_{n-1} است؛

(۲) T_n محتوای تجربی بیشتری از T_{n-1} داشته باشد؛ و

(۳) بخشی از محتوای تجربی اضافی T_n ، تأیید شده باشد.

در غیر این صورت تعویض و تبدیل مسأله به نحو پژمرده است [۲۲].

لاکاتوش تأکید کرد که معیار فوق یک معیار عینی است. یک برنامه تحقیقاتی تنها در صورتی ارزش مثبتی به دست می‌آورد که بتواند قدرت پیش‌بینی کنندگی و قابلیت پذیرش داده‌های بیشتری را از خود بروز دهد.

اما این معیار عینی می‌باید در زمان خاصی اعمال شود. و یک برنامه تحقیقاتی که در مرحله خاصی از پیشرفت خود به عنوان «پژمرده» تلقی می‌گردد ممکن است در سالهای بعد مجدداً به صحنه بازگردد و مورد استفاده قرار گیرد. لاکاتوش به سرنوشت متغیر برنامه تحقیقاتی پروا [۲۳] استشهاد کرد، که هدف آن نشان دادن این امر بود که وزن اتمی عناصر شیمیایی مضارب صحیحی از وزن اتمی نیدروژن ($\frac{gm}{gm \cdot atom}$) است. در سال ۱۸۱۶ به نظر می‌رسید که این برنامه دارای آینده‌ای روشن و امید بخش است. بالا بردن درجه خلوص نمونه‌های بیشتری از عناصر مختلف، منجر به تعیین اوزان اتمی گردید که بسیار نزدیک به اعداد صحیح بودند. اما وزن اتمی برخی عناصر، بخصوص کالر، همچنان کسری باقی ماند ($Cl = ۳۵/۵ \frac{گرم}{اتم}$). بسیاری از شیمیدانان نتیجه گرفتند که برنامه پروا، نوعی جایگزینی و تعویض مسأله به نحو پژمرده به شمار می‌رود، و بنابراین آن را رها ساختند. چند دهه بعد آشکار شد که بسیاری عناصر در طبیعت به صورت مخلوطی از ایزوتوپها ظاهر می‌شوند. در مورد کالر دو ایزوتوپ وجود دارد، $Cl ۳۵$ و $Cl ۳۷$. شیوه‌هایی که بتازگی برای جدا کردن ایزوتوپها، تکمیل گردیده‌اند در جهت تجدید حیات نظریه پروا به کار گرفته شده‌اند.

فیرابند شکایت داشت که قواعد ارزشیابی لاکاتوش تنها در صورتی ارزش عملی دارند که زمان محدودی برای آنها در نظر گرفته شود. اگر هیچ محدودیت زمانی مشخص نشود، در آن صورت هیچ دلیلی برای رها ساختن و ترك يك روش تحقیقی وجود ندارد. آنچه که در نظر اول نوعی تعویض مسأله به نحو پژمرده به حساب می‌آید، ممکن است به عکس آغاز مرحله دراز

مدتی از تعویض تکامل یابنده مسأله باشد. فیرابند در این باره چنین می‌گوید: «اگر شما مجاز به صبر کردن باشید، چرا اندکی بیشتر صبر نکنید؟» [۲۴].
لاکاتوش پاسخ داد که این انتقاد به هیچ روی وارد نیست، فیرابند دو مسأله را با یکدیگر خلط کرده است:

(۱) ارزشیابی روش شناسانه يك برنامه تحقیقاتی، و

(۲) تصمیم‌گیری در مورد ادامه اعمال يك برنامه تحقیقاتی.

لاکاتوش با توجه به مسأله اول متذکر این واقعیت شد که او قواعد ارزشیابی برای تحقیقات علمی را مشخص کرده بود. مسلماً فتوا و حکمی که برای ارزشیابی يك برنامه تحقیقاتی صادر شده ممکن است با گذشت زمان تغییر کند. در حالت خاص، يك دستاورد آزمایشی منفی تنها ممکن است با عطف به ماسبق به عنوان آزمایشی «تعیین کننده» برضد يك برنامه تحقیقاتی تلقی گردد.

لاکاتوش با توجه به دومین مسأله تأکید کرد که پیشنهاد اتخاذ تصمیمات تحقیقاتی وظیفه فلاسفه علم نیست. ممکن است برخی از دانشمندان ترجیح بدهند برنامه تحقیقاتی پُرمُرند را دنبال کنند بدین امید که تلاشهای بعدی برنامه مذکور را به يك برنامه تکامل یابنده مبدل سازد. لاکاتوش اعلام داشت که: «دست زدن به يك بازی خطرناك كاملاً معقول است: آنچه نامعقول است، همراه کردن شخص درباره ابعاد خطر است» [۲۵]. لاکاتوش به منظور کاستن از میزان خودفریبی و به حداقل رساندن آن، پیشنهاد کرد که مجموعه‌ای از اطلاعات ثبت شده درباره کامیابیها و ناکامیهای هر برنامه تحقیقاتی گردآوری شود.

فیرابند، بعلاوه شکایت داشت که مفهوم مورد نظر لاکاتوش درباره «تعویض مسأله به نحو رو به کمال» نوعی ایده آل سازی است که هیچگاه در تاریخ علم متحقق نشده است. وقتی T_1 در پی T_1 ظاهر می‌شود، آنچه معمولاً رخ می‌دهد عبارت است از:

(۱) T_1 برخی و نه همه جنبه‌های سلف خود T_1 را ارزیابی می‌کند؛ و

(۲) T_2 قلمروی بیشتری از واقعیات را که به وسیله T_1 تبیین نمی‌شود، تفسیر و

تبیین کند [۲۶].

مدل لاکاتوش درباره پیشرفت علمی نوعی تجدید بنا (احیاء) معقول علم است. لزومی

ندارد که این مدل بر هر رویدادی در تاریخ علم تطبیق کند، بلکه تنها لازم است نوعی تطبیق تقریبی بر لااقل برخی از رویدادها وجود داشته باشد. در غیر این صورت، «تجدید بنای» فوق الذکر بازسازی تاریخ علم نخواهد بود. بدین ترتیب فیرابند توجه عموم را به مسأله رابطه میان مدل‌های پیشرفت علمی و تاریخ واقعی علم جلب کرد.

نظر لاتودان درباره همبستگی فلسفه علم و تاریخ علم

کوهن خاطرنشان ساخت که تلاش به منظور توجیه یک تجدید بنای معقول ظاهراً به یک دور باطل منجر می‌گردد [۲۷]. یک مدل خاص پیشرفت علمی برحسب قابلیتش برای مکتشف ساختن معقولیت پنهان در تاریخ، ارزیابی می‌شود. اما خود تاریخ علم تفسیری است درباره اطلاعات ثبت شده، تفسیری که منعکس کننده قضاوت‌های مورخان درباره عوامل دست اندرکار در پیشرفت علمی است. بنابراین به نظر می‌رسد که فلسفه علم - به معنی احیاء معقول پیشرفت علمی - به وسیله تمسک جستن به فلسفه علم - به معنی گرایش‌های روش شناسانه درباره تاریخ علم - توجیه می‌شود.

لاری لاتودان یک شیوه توجیه را که از بروز دور باطل جلوگیری می‌کند پیشنهاد کرده است. شخص ابتدا مجموعه‌ای از رویدادهای تاریخی که قضاوت درباره آنها را به عنوان قضاوت‌های معتبر، پذیرفته است انتخاب می‌کند. این قضاوت‌ها به منظور محقق ساختن «شهودهای مرجح» درباره معقولیت علمی اتخاذ می‌گردد. نامزدهای پیشنهادی لاتودان برای مجموعه‌ای از شهودهای مرجح مشتمل است بر موارد ذیل:

(۱) در سال ۱۸۰۰ پذیرش مکانیک نیوتنی و طرد مکانیک ارسطویی معقول بود؛

(۲) در سال ۱۸۹۰ طرد این نظریه که حرارت یک سیال است معقول بود؛

(۳) در سال ۱۹۲۵ قبول نظریه نسبیت عام معقول بود [۲۸].

شهودهای مرجح به منزله چهار چوب‌های تثبیت شده (موارد استاندارد) عمل می‌کنند به طوری که قضاوت درباره آنها، مبنایی را برای مقایسه سایر قضاوت‌ها و احکام درباره معقولیت علمی فراهم می‌آورد.

با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از چهارچوب‌های تثبیت شده (موارد استاندارد) می‌توان بازسازی‌های معقول پیشنهادی درباره علم را در قبال مجموعه مذکور مورد آزمایش قرار داد.

لائودان اظهار داشت که:

درجه کفایت هر نظریه واجد ارزش علمی، متناسب است با تعداد شهودهای مرجحی که نظریه مذکور می‌تواند توجیه نماید. هر قدر مدل ما درباره معقولیت بتواند شهودهای عمیقتری را احیا (بازسازی) نماید، اعتماد ما نسبت به اینکه مدل مذکور تبیین درست و کاملی است از آنچه که معقولیت می‌نامیمش، بیشتر می‌شود [۲۹].

شیوه توجیه لائودان به دور باطل منجر نمی‌گردد. اما در امتداد يك مسیر ماریج به جلو می‌رود. از این دیدگاه، تاریخ علم و فلسفه علم، رشته‌هایی وابسته به هم‌اند. تاریخ علم منبع شهودهای ما درباره پیشرفت علمی است و فلسفه علم تفسیری از مرتبه دوم است که ایده آل معقولیت را که در این شهودها مجسم می‌گردد، بیان می‌کند. بدین ترتیب فلسفه علم در مورد موضوع خود وابسته به تاریخ علم است. اما بر طبق نظر لائودان، تاریخ علم نیز به نوبه خود وابسته به فلسفه علم است. تاریخ علم نوعی بازسازی است که بر مبنای ایده آل معقولی، که در فلسفه علم بیان می‌گردد، بنا می‌شود.

لائودان معتقد بود که نظر او درباره وابستگی این دو رشته حد واسطی میان منطق گرایی و نسبیت گرایی ایجاد می‌کند. منطق گرایی افراطی، تاریخ علم را بی ارتباط با فلسفه علم می‌داند؛ نسبیت گرایی افراطی فلسفه علم را تا حد توصیف ساده فعالیت علمی در گذشته و حال تنزل می‌دهد. نظر آشتی دهنده لائودان این است که فلسفه علم، هم حاوی يك عنصر توصیفی و هم يك عنصر دستوری است. فلسفه علم با توجه به چارچوبهای تثبیت شده (موارد استاندارد) توصیفی است، اما با توجه با سایر رخدادهای تاریخی، دستوری است.

کفایت مدل لائودان بستگی به انتخاب چهارچوبهای تثبیت شده (موارد استاندارد) دارد. البته ممکن است عقاید ما درباره موارد استاندارد تغییر کند. استانداردهای معقولیت خود در معرض تحول و تکامل تاریخی قرار دارند. لائودان بدین امر اعتراف کرد. اما او مدعی گردید که مدل پیشرفت علمی او، نسبت به تحول و تطور استانداردهای معقولیت حساس است [۳۰]. مدل لائودان علم را به صورت نوعی فعالیت حل مسأله معرفی می‌کند. واحد پیشرفت در

قلمرو علم عبارت است از مسأله حل شده. بنا بر نظر لائودان می توان مسائل علمی را به مسائل تجربی و مسائل مفهومی تقسیم کرد. مسائل تجربی عبارت است از سؤالاتی اساسی درباره ساختمان یا روابط قلمرو واقعیات و اعیان. مسائل مفهومی عبارت است از مسائلی که یا به هنگام مواجهه با نظریه های ناسازگار ظاهر می گردد، و یا وقتی که میان يك نظریه و پیش فرضهای روش شناسانه درباره قلمرو مورد نظر آن تعارض وجود دارد. يك مثال از مورد دوم عبارت است از تعارض ساختمان اصول متعارف مکانیک نیوتن و نظریه استقرائی مورد تصدیق نیوتن درباره روش [تحقیق علمی]. این تعارض مفهومی تنها وقتی از میان برداشته شد که برخی از اخلاف نیوتن تشخیص دادند که اصالت استقراء نظریه ای جامع و با کفایت در مورد روش تحقیق در حوزه فیزیک نظری نیست. مسائل مفهومی گاهی اوقات به وسیله تغییر در مقبولات و پیش فرضهای روش شناسانه حل می شود. بدین ترتیب مدل حل مسأله، عملاً پذیرای تطور و تحول استانداردهای معقولیت است.

در داخل يك قلمرو وقتی پیشرفت حاصل می شود که نظریه های جانشین، کفایت فزاینده ای در قبال حل مسائل از خود نشان دهند. لائودان درصدد برآمد دیدگاه منطق گرایی درباره رابطه معقولیت و پیشرفت را تغییر دهد. دیدگاه منطق گرایی بر آن است که تحولات علم را باید با تمسک به استانداردهای معقولیت قضاوت و ارزیابی کرد. تحولاتی که با استاندارد مورد نظر تطبیق می کنند، تکامل یابنده و روبه ترقی نامیده می شوند. در مقابل، نظر لائودان این است که آن دسته از تحولاتی که تکامل یابنده است - یعنی قابلیت حل مسأله را افزایش می دهد - به عنوان معقول نامیده می شود.

پیشرفت علمی ممکن است به طرق گوناگون حاصل شود. یکی از این طرق افزایش شماره مسائل تجربی حل شده است. لائودان اصرار داشت که يك نظریه ممکن است يك مسأله تجربی را «حل» کند، حتی اگر آن نظریه حاوی حل تقریبی مسأله مزبور باشد [۳۱]. بنابراین لائودان هم نیوتن و هم گالیله را برای حل مسأله سقوط آزاد مورد تمجید قرار می دهد.*

* راه حل گالیله تنها به طور تقریبی درست است. گالیله بیان داشت که شتاب جسمی که به سمت زمین سقوط می کند، ثابت است. اما چون فاصله میان جسم در حال سقوط و مرکز جرم زمین تغییر می کند، به همین نسبت نیروی جاذبه مؤثر بر جسم و شتاب آن نیز تغییر می کند.

نوع دوم پیشرفت عبارت است از حل يك مورد خلاف قاعده. لاتودان نظر جامعی درباره موارد خلاف قاعده داشت. او معتقد بود که يك نتیجه تجربی ممکن است به عنوان يك مورد خلاف قاعده به شمار آید، حتی اگر نتیجه مزبور در توافق با نظریه مورد بحث قرار نداشته باشد. مثلاً نظریه گردابی دکارت تبیین می‌کند که چرا سیارات در يك راستا به گرد خورشید می‌گردند. نظریه نیوتن درباره قوه جاذبه از عهده تبیین این امر بر نمی‌آید. برخی از دانشمندان اعتقاد داشتند که این امر نقطه ضعفی برای نظریه نیوتن به شمار می‌رود. آنها در این عقیده خود محق بودند. لاتودان اعلام داشت که «هرگاه يك مسأله تجربی P ، به وسیله يك نظریه حل شده باشد، آنگاه P برای هر نظریه دیگری که در قلمرو مربوطه قرار داشته باشد و P را حل نکند، مورد خلاف قاعده و شاهد کذب پدید می‌آورد» [۳۲].

می‌توان يك مورد خلاف قاعده را به طرق گوناگون از سر راه برداشت. ساده‌ترین راه عبارت است از تصحیح مبنای تجربی آن. نظریه نیوتن با اکتشاف سیاره اورانوس که نوعی حرکت تراجعی از خود ظاهر می‌ساخت، از خطر نجات یافت. راه دوم عبارت است از اصلاح يك مورد خلاف به وسیله ضمیمه کردن يك فرضیه کمکی. نظریه نیوتن به همراه فرضیه سحابی لاپلاس می‌تواند برای توجیه حرکت غیر همجهت سیارات به کار رود. و بالاخره راه سوم برای از میان برداشتن يك مورد خلاف به وسیله ایجاد تغییرات مهم در نظریه مربوطه است.

نوع سوم پیشرفت علمی به وسیله اعاده و برقراری هماهنگی مفهومی میان نظریه‌های ظاهراً رقیب است. مثالهای این نوع عبارت است از: قضیه کلوزیوس در این مورد که ترمودینامیک کلاسیک می‌تواند در بطن نظریه جنبشی گازها تکامل یابد [۳۳]، و تحقیقات انجام شده به وسیله راترفورد و دیگران درباره تولید انرژی در استحاله رادیواکتیو؛ تحقیقی که عدم توافق ظاهری میان محاسبات کلون درباره عمر زمین و نظریه تکامل داروین را از میان برداشت [۳۴].

نگاهی به گذشته و نظری به آینده

فیرابند در ۱۹۷۰ اعلام داشت که «فلسفه علم» موضوعی است با گذشته‌ای برجسته و عظیم

[۳۵]. اگر معنای ظاهری عبارت او را در نظر بگیریم، در این امر بحثی نیست. اما مقصود فیرابند این بود که فلسفه علم به همان نسبت موضوعی است فاقد آینده. فلسفه علمی که او از آن سخن می‌گفت همان بازسازی (احیاء) منطقی بود. او اعلام داشت که:

فعالیت مشعشعی وجود دارد که توسط هر کسی که با [حوزه فلسفه علم] سروکار دارد یعنی در جایی که [اصل] سادگی، تأیید تجربی، محتوای تجربی مورد بحث قرار می‌گیرد، جدی تلقی می‌شود. من با در نظر گرفتن احکامی به صورت $(x)(A_x \supset B_x)$ و رابطه آنها با احکامی به صورت A_a, B_a, A_b, B_b و نظایر آن، و همین فعالیت مشعشع، به طور قطع و یقین ادعا می‌کنم که این فعالیت مشعشع اساساً نمی‌تواند کوچکترین سروکاری با آنچه که در علم جریان دارد داشته باشد [۳۶].

فیرابند معتقد بود که برای يك دانشمند با تجربه هیچ دلیلی وجود ندارد تا از فلسفه علم نظرخواهی و با آن مشورت کند. در فلسفه علم چیزی وجود ندارد که او را در حل مشککش یاری دهد. علی‌الخصوص نظریه‌های تأیید تجربی، به دانشمند در این مورد که کدامیک از نظریه‌ها را بپذیرد، هیچ کمکی نمی‌کنند. این امر بدان جهت است که نظریه‌های تأیید بر دو فرض غلط مبتنی‌اند. فرض غلط اول آن است که يك زبان مشاهده مستقل از نظریه وجود دارد که می‌توان با توجه بدان نظریه‌ها را ارزشیابی کرد. فرض غلط دوم آن است که برای يك نظریه این امکان هست که با تمام واقعیات موجود در قلمرو خود در توافق باشد. اما در عمل همواره شواهدی وجود دارد که بر ضد نظریه کار می‌کند. بنا بر نظر فیرابند برای يك فیلسوف علم بنا کردن يك نظریه تأیید بر مبنای این فرض به همان اندازه بی‌فایده است که برای يك بنگاه دارویی، تولید دارویی که مریض را تنها در صورتی که او از دست تمام میکروبها خلاص شده باشد، شفا می‌بخشد.

از دیدگاه فیرابند، فلسفه علم رسمی از نوع همان «تغییر مسأله به نحو پزمرنده» به شمار می‌آید. آنانکه با این نوع فلسفه علم سروکار دارند، به منظور مواجهه با مسائلی درباره امور خلاف واقع، و تأیید تجربی، از علم صرف‌نظر می‌کنند. اما تنها موردی که این قبیل امور در آن به کار می‌آید، تهیه رساله‌های دکتری است. دانشمند خود بهتر می‌داند که چگونه این نوع فلسفه علم را کنار بگذارد.

به همین قیاس، برای يك — مورخ علم نیز دلیلی برای مطالعه فلسفه علم وجود ندارد. در فلسفه علم رسمی چیزی نیست که به مورخ در فهم پیشرفت گذشته علم کمک کند. پیشنهاد سازنده فیرابند عبارت است از «بازگشت به سرچشمه‌ها». آنکه می‌خواهد فیلسوف علم بشود می‌باید قصرهای خیالی احیای منطقی علم را رها کند و خویشتن را در متن تاریخ علم قرار دهد. فیرابند مطالعات و بررسیهایی را که به وسیله کوهن، رانکی، هانسون و لاکاتوش درباره وقایع خاص تاریخ علم به عمل آمده بود مورد تمجید قرار داد [۳۷]. بیشك «بازگشت به سرچشمه‌ها» اندرز مفیدی است. اما فیرابند روشن ساخت که «يك فلسفه علم» چگونه در تاریخ علم منطوی و مندرج است و یا نتیجه و محصول آن به حساب می‌آید. با در نظر گرفتن يك رخداد تاریخی خاص، فیلسوف علم چه باید بکند تا تحقیقات خود را از تحقیقات يك مورخ علم متمایز سازد؟

بی‌تردید فیرابند با این امر که طرح چنین سؤالی به منزله قبول يك نظرگاه نادرست محدود و مضیق است، مخالفت می‌کند. چرا می‌باید رشته متمایزی — مثل فلسفه علم — وجود داشته باشد که هم از علم و هم از تاریخ جدا باشد؟ در واقع چرا باید يك تاریخ علم جدای از تاریخ اندیشه و عمل وجود داشته باشد؟ تمام تلاش فیرابند در جهت از میان برداشتن مرزی است که برای جدا ساختن «فلسفه علم» از پیروی گسترده تر تاریخ فرهنگی، کشیده شده است [۳۸]. از دیدگاه او، فلسفه علم رشته‌ای به پایان رسیده و نابود شده است و چنین نیز باید باشد. این يك ارزیابی کاملاً بیرحمانه و سنگدلانه است. اما از این زمان به بعد، فیرابند به عنوان يك بدعت‌گذار، شهرت یافته است. در مقابل هربرت فایگل مایل نبود که مذهب احیای منطقی را به منزله تلاشی که با شکست کامل مواجه شده است قلمداد کند [۳۹].

فایگل خود در ظهور و اوجگیری و به قدرت رسیدن فلسفه علم رسمی سهم بوده است، او به بازنگری در میراث این فلسفه پرداخت تا ببیند آیا فلسفه علم رسمی حاوی نکته‌ای بوده است تا آن را از خطر نابودی نجات دهد. و نتیجه گرفت که چنین بوده است:

یکی از این نکات این است که دیدگاه فلسفه علم رسمی تبیین می‌کند که چگونه می‌توان نظریه‌ها را آزمایش کرد و مورد مقایسه قرار داد. بنابر نظر فایگل آزمایش و مقایسه نظریه‌ها امکان‌پذیر است زیرا:

(۱) میان نظریه‌ها و قوانین روابط قیاسی برقرار است؛ و

۲) قوانین تجربی زیادی وجود دارد که «نسبتاً پایدار و تقریباً دقیق اند». البته قوانین تجربی غیرقابل تصحیح نیستند. در حالت خاص، آنها در معرض تصحیح «از بالا» قرار دارند. فایگل اذعان کرد که برای نمونه ممکن است یک نظریه فیزیک نجومی، زمانی تجدید نظرها و تصحیحاتی را در مورد مبنای آزمایشی خود - یعنی قوانین فیزیک نوری - ارائه کند. اما او اعلام داشت:

من تحت تأثیر این قبیل امکانات نظری صرف که مخالفان اصالت تجربه به نحوی خستگی ناپذیر، با بیانی پرتعقید و پیچیده و غیرقابل فهم به ابداع و ابراز آن می پردازند، قرار نمی گیرم. نظر من به طور ساده عبارت از این است که هزاران عدد از ثابتهای (سطح پایین) فیزیکی و شیمیایی در قوانین تجربی ظاهر می گردند، که به نحوی خرسند کننده و رضایت بخش پایدار هستند [۴۰]. فایگل به مؤلفه های شکست، گرماهای ویژه، هدایت های گرمایی و الکتریکی، و یکنواختی و با قاعده بودن ترکیب شیمیایی، و همچنین قوانین اهم، امپر، کولمب، فارادی، کیرشف و بالمر استشهاد کرد.

فایگل تأکید کرد که او نمی خواسته ادعا کند که یک زبان متکی بر مشاهده که بی تفاوت نسبت به نظریه است وجود دارد، که احکام و قضایای آن درست بودن نظریه ها را تعیین می کند. نظریه پردازان فلسفه علم رسمی در اعتقاد جازم به وجود چنین زبانی، برخطا بوده اند. فایگل پیشنهاد کرد که مبنای آزمایشی برای نظریه ها از گزارشهای متکی به مشاهده، به قوانین تجربی منتقل شود. او اعلام داشت که:

در حالی که ممکن است حال در مورد تمام نظریه هابدين منوال بوده (و یا هم - اکنون نیز چنین باشد) که غلط بنا نهاده شده باشند، یعنی اینکه ممکن است همه آنها در معرض ابطال از سوی امور خلاف قاعده ای که بطور تجربی مبرهن اند، قرار داشته باشند، هزاران قانون تجربی نیز وجود دارد که - لااقل در داخل حوزه معینی از متغیرهای مربوطه - برای دهها و یا حتی صدها سال از پیشرفت علمی، نیازی به تجدید نظر یا تصحیح نداشته اند [۴۱].

پایداری نسبی قوانین تجربی در فلسفه علم رسمی، مورد تأکید بسیار بوده است. مثلاً

ارنست ناگل اظهار نظر کرده بود که بسیاری از قوانین، مستقل از نظریه‌هایی که برای تبیین آنها تکامل می‌یابد به حیات خود ادامه می‌دهند [۴۲].

فیرابند اظهار داشته بود که معنای اصطلاحات و عبارات يك قانون تجربی، هنگامی که قانون مذکور در نظریه‌های جامعتری که متأخر بر آن پدید می‌آیند منحل می‌گردد، تغییر می‌کند. اگرچه ممکن است صورت نحوی و دستوری عبارات قانون مذکور ضمن انتقال به نظریه‌ها، بلا تغییر باقی بمانند، اما خود آن در هر يك از نظریه‌ها، متفاوت خواهد بود. فایگل اصرار داشت که يك چنین تأکیدی بر گرانبار از نظریه بودن قوانین تجربی، از تبیین صحیح نقش قوانین در علم عاجز می‌ماند. در عمل، قدر و ارزش نظریه‌ها به واسطه توانایی‌شان در ارزیابی و تبیین قوانین تجربی است. بر این مبنا، نظریه نسبیت اینشتین بر مکانیک نیوتن برتری دارد، و دومی به نوبه خود بر نظریه سقوط اجسام گالیله مزیت دارد. بر طبق نظر فایگل، پیروان فلسفه علم رسمی در اعتقاد به اینکه پیشرفت علمی اغلب به صورت پیوند و اندراج قوانین در نظریه‌های عامتر بوده است، بر حق بوده‌اند.

فلسفه علم در چه مسیری باید سیر کند؟

فلسفه علم رسمی درگیر حل مسائلی شده بود که در اثر تنسیق و تنظیم دوباره علم در قالب مقولات منطقی صوری، پدید آمده بود. فیرابند در تأکید بر نامربوط بودن منطقی‌گرایی افراطی محق بود. از سوی دیگر نسبیت‌گرایی تاریخی، فلسفه علم را به حد يك بررسی توصیفی درباره تجربه واقعی علم، تنزل می‌دهد. اما صرف ضبط تجارب واقعی به معنی رها کردن جستجو برای ارزیابی استانداردها و موازین است. يك فیلسوف علم بیشك می‌باید در پی تشخیص و تمیز علم از غیر علم، و «علم مطلوب» از «علم نامطلوب» باشد. يك فلسفه علم ماندنی و پایدار می‌باید با تاریخ علم و نیز اشتغال به علم مرتبط شود بی آنکه در تاریخ علم و یا جامعه‌شناسی علم جذب گردد.

۱. theory-laden character گرانبار از نظریه بودن به معنی آن است که جامعه‌های متعددی از نظریه‌ها بر اندام قوانین تجربی پوشانده شده و آن قوانین پیچیده و منظوری در این نظریات‌اند و در آنها غرقه شده‌اند. به عبارت دیگر ما نمی‌توانیم حقایق عالم واقع را به صورت لخت و عریان به دست آوریم. واقعیت عریان brute fact وجود ندارد، بر قامت هر واقعیتی جامعه‌ای از نظریه پوشانده شده و ما در واقع با عینک آن نظریه، به نظاره واقعیت مورد نظر می‌پردازیم. به قول

مولوی: پیش چشم‌داشتی شیشه کبود زین سبب عالم کبود می‌نمود

مراجع

^۱ Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, first edition (Chicago: University of Chicago Press, 1962).

^۲ Ibid., 24.

^۳ Ibid., 35-42.

^۴ Ibid., 121.

^۵ Ibid., 149.

^۶ Ibid., 121.

^۷ Ibid., 147.

^۸ Ibid., 148.

^۹ Dudley Shapere, 'The Structure of Scientific Revolutions', *Phil. Rev.* 73 (1964), 383-94.

^{۱۰} Gerd Buchdahl, 'A Revolution in Historiography of Science', *Hist. Sci.* 4 (1965), 55-69.

^{۱۱} Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, first edition, 175.

^{۱۲} Ibid., 43.

^{۱۳} Kuhn, 'Postscript-1969' in *The Structure of Scientific Revolutions*, second edition, (Chicago: University of Chicago Press, 1970), 174-210.

^{۱۴} Ibid., 180-81.

^{۱۵} John Watkins, 'Against "Normal Science"' in Lakatos and Musgrave, eds., *Criticism and the Growth of Science*, 31.

^{۱۶} Alan Musgrave, 'Kuhn's Second Thoughts', *Brit. J. Phil. Sci.* 22 (1971), 291.

^{۱۷} Imre Lakatos, 'Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes', in *Criticism and the Growth of Knowledge*, ed. by I. Lakatos and A. Musgrave (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), 177.

^{۱۸} Karl Popper, 'Replies to My Critics', in *The Philosophy of Karl Popper*, Vol. II, ed. by P. Schilpp (La Salle: Open Court, 1974), 1009.

^{۱۹} Lakatos, 'Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes', *Proc. Arist. Soc.* 69 (1968), 151.

^{۲۰} Lakatos, 'Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes', 132.

^{۲۱} Ibid., 135-6.

^{۲۲} Ibid., 116-8, 134.

^{۲۳} Ibid., 138-40.

^{۲۴} Paul Feyerabend, 'Consolations for the Specialist', in *Criticism and the Growth of Science*, 215.

^{۲۵} Lakatos, 'History of Science and its Rational Reconstructions', in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. VIII, ed. by R. Buck and R. Cohen (Dordrecht: D. Reidel, 1971), 104n.

^{۲۶} Feyerabend, 'Consolations for the Specialist', 219-23.

^{۲۷} Kuhn, 'Notes on Lakatos', in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. VIII, 143.

^{۲۸} Larry Laudan, *Progress and Its Problems* (Berkeley: University of California Press, 1977), 160.

^{۲۹} Ibid., 161.

^{۳۰} Ibid., 187.

^{۳۱} Ibid., 23-4.

^{۳۲} Ibid., 29.

^{۳۳} Ibid., 94-5.

^{۳۴} Joe D. Burchfield, *Lord Kelvin and the Age of the Earth* (New York: Science History Publications, 1975), 163-205.

^{۳۵} P. K. Feyerabend, 'Philosophy of Science: A Subject with a Great Past', in *Historical and Philosophical Perspectives on Science*, ed. by R. Stuewer (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1970), 172-183.

- " Ibid., 181.
- " Ibid., 183.
- " Feyerabend, *Against Method* (London: NLB, 1975), 294-309.
- " Herbert Feigl, 'Empiricism at Bay?' in *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. XIV, ed. by R. Cohen and M. Wartofsky (Dordrecht: D. Reidel, 1974), 8.
- " Ibid., 10.
- " Ibid., 9.
- " Ernest Nagel, *The Structure of Science*, 86-88.

