

در روده‌های انسان زیست کند، بلکه این شکل او بخاطر تحقق نقشه‌ای است که در بهشت طرح شده و جزئی از فکر خداست. چنانکه اسقف بیرمنگام می‌گوید: «این انگل کثیف، حاصل ترکیب (integration) جهش‌ها (mutations) و نیز نمونه عالی تطابق با محیط و دگرگونی اخلاقی است.» اگر چه این بحث هنوز به نتیجه قطعی نرسیده است، لیکن بسختی می‌توان تردید کرد که در آینده نزدیک، نظریه‌های مکانیکی تکامل، جای این گونه اندیشه تکاملی را خواهد گرفت.

یکی از نتایج آموزه تکامل، مجبور کردن انسان به این بوده است که بخشی از سزایائی را که برای «انسان اندیشه‌ورز» (homo - sapien) قائل بوده، به حیوانات تفویض کند. دکارت معتقد بود که حیوانات، آلت‌های خودکار (automata) هستند ولی انسان صاحب اراده است. این تصورات، امروزه از اعتبار ساقط شده‌اند و آموزه تکامل خلق الساعه (emergent evolution) که سپس مورد بررسی قرار خواهیم داد، بدین منظور طرح شده است که عقیده اختلاف کیفی انسان و حیوان را از نوقوام ببخشد. فیزیولوژی، همواره میدان نبرد دودسته‌ها از مردم بوده است؛ کسانی که همه پدیده‌ها را تابع روش علمی می‌دانند، و دیگر آن‌ها که امیدوارند در میان پدیده‌های حیاتی (vital phenomena) حداقل چند مورد پیدا خواهد شد که دخالت عوامل مرموزی را ایجاد کند. حال این سؤال پیش می‌آید که آیا بدن انسان مطلقاً ماشینی است که بوسیله اصول فیزیکی و شیمیائی اداره می‌شود؟ پاسخ این سؤال تا آنجا که فهمیده شده است، مثبت است ولی هنوز برخی از فرآیندهای آن فهمیده نشده است و بعید نیست که در میان آن‌ها، اصل اسرارآمیزی نهان باشد. باین ترتیب معتقدان اصالت عوامل حیاتی (vitalists) به پشتیبانی جهل برمی‌خیزند. اینان برای خود چنین توجیه می‌کنند که بگذار در باره بدن انسان زیاد ندانیم چه مبدا برخلاف میل خود به این نتیجه برسیم که این مکانیسم قابل فهم است. لیکن هر کشف جدید از رونق این نظریه‌ها گاه و عرصه‌ای را که هنوز برای تارک اندیشان

(obscurantists) گشوده است، تنگ‌تر می‌کند. با این حال کسانی هستند که مایلند مکانیسم تن انسان را به الطاف دوستانه دانشمند تسلیم کنند، بشرطی که او هم به روح (soul) اعتقاد پیدا کند و حریم آن را گرامی دارد. سیدانیم که روح نامیراست، و از توانائی شناخت درست و نادرست برخوردار است. روح یک انسان نیک نفس، از خدا آگاه و در جستجوی مقامات والای حق است که از طریق جرقه رحمت او، بدان‌ها واصل می‌شود. پس اگر چنین است، روح مطمئناً نمی‌تواند تحت عمل قوانین فیزیکی و شیمیائی، و یا اصلاً تحت عمل هر قانون دیگری اداره شود. بنابراین روانشناسی در قیاس با هر بخش دیگری از علوم انسانی، با خشونت فراتری مورد دفاع دشمنان روش علمی قرار گرفته است؛ مع الوصف حتی روانشناسی هم جنبه علمی به خود می‌گیرد. بسیاری از کسان، روانشناسی را در وصول به این هدف یاری داده‌اند، ولی هیچکدام بیش از پاولف (Pavlov) فیزیولوژیست روسی، به این علم کمک نکرده‌اند.

پاولف به‌سال ۱۸۴۹ زاده شد و بخش عمده زندگی فعال خود را وقف تجسس رفتار سگ‌ها کرد. مع هذا این عبارت در تعریف کار او بسیار کلی است، چه قسمت عمده کار او کشف این نکته بود که بزاق دهان سگ‌ها چگونه و تحت چه شرایطی ترشح می‌شود. همین (محدود بودن حوزه مطالعه)، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های روش علمی را در مقابل روش‌های اصحاب مابعدالطبیعه و حکمای الهی مشخص می‌کند. عالم در جستجوی حقائق با معنائی (significant facts) است که به قانون‌های کلی منتهی می‌شوند و این قبیل حقائق چه بسا عاری از سود ذاتی هستند. نخستین احساس یک شخص غیر دانشمند از ملاحظه کارهائی که در یک آزمایشگاه معروف انجام می‌گیرد، این است که به نظر او همه پژوهندگان، وقت خود را بر سر چیزهای جزئی هدر می‌دهند. لیکن موضوعاتی که از لحاظ فکری روشن‌گرند (illuminating) غالباً جزئی و عاری از جذبه می‌باشند و این ویژگی مخصوصاً در مورد تخصص

پاولف ، یعنی بررسی ترشح بزاق سگ ها صدق می کند . پاولف با پژوهش این مسئله ، به قانون های کلی (general laws) چندی دست یافت که به انبوهی از رفتارهای حیوانی و انسانی تسلط دارند .

نحوه عمل از این قرار است : هر کسی می داند که دیدن لقمه آبدار ، دهان سگ را آب می اندازد . پاولف لوله ای را طوری در دهان سگی قرار می دهد که مقدار بزاقی را که بر اثر تحریک لقمه آبدار ترشح می شود ، اندازه بگیرد . ترشح بزاق بهنگام حضور غذا در دهان ، همان است که بازتاب (reflex) نامیده می شود و این عملی است که بدن دفعتاً (spontaneously) و بدون تأثیر تجربه انجام می دهد . بازتاب انواع گوناگونی دارد ، بعضی ها کاملاً مشخص اند و بعضی دیگر از وضوح کمتری برخوردارند . برخی از بازتاب ها را می توان در کودکان نوزاد مورد پژوهش قرارداد و برخی دیگر فقط در مراحل بعدی رشد ظاهر می شوند . کودک ، عطسه و دهن دره می کند ، خمیازه می کشد ، می مکد و چشم هایش را به سوی روشنائی برسی گرداند و نیز حرکات متناسب دیگری در مواقع دیگر انجام می دهد بی آنکه نیازی به هیچگونه یادگیری قبلی داشته باشد . همه این کنش ها ، بازتاب یا موافق سخن پاولف ، بازتاب غیرشرطی (unconditioned reflex) نامیده می شوند . بازتاب ها جای فرایندهائی را می گیرند که قبلاً با عناوین مبهمی نظیر « غرایز » (instincts) تعبیر می شدند . چنین بنظر می رسد که برخی از غرائز مرکب ، مثل لانه ساختن مرغان ، از چندین دسته بازتاب ترکیب شده باشند . بازتاب ها در جانوران پست تر ، از تجربه تأثیر اندکی می پذیرند ، مثلاً پروانه پس از سوختن بال هایش هنوز در شعله پروبال می زند . لیکن در موجودات عالی ، تجربه اثر عظیمی در بازتاب ها دارد و این حال پیش از همه در مورد انسان صادق است . پاولف تأثیر تجربه را در بازتاب های بزاقی سگ ها مطالعه کرد و قانون اصلی بازتاب های شرطی را به شرح زیر بدست آورد : وقتی عامل یک بازتاب غیرشرطی بطور مکرر با عامل دیگری همراه یا تعقیب شود ، بعدها عامل دوم خواهد توانست به تنهایی

همان بازتابی را به وجود آورد که توسط محرك اصلی به وجود می‌آید. بزاق در وهله اول بوسیله حضور غذا در دهان ترشح می‌شود ولی بعدها بوسیله دیدن یا استشمام و یا هر نشانه دیگری که عادتاً پیش از غذا حضور می‌یابد، ترشح می‌گردد و این همان حالتی است که بازتاب شرطی (conditioned reflex) نامیده می‌شود. پاسخ ادا شده بازتاب است ولی این بار، محرك چیز دیگری است که از راه تجربه با عامل اصلی رابطه پیدا کرده است. این قانون بازتاب شرطی، پایه یادگیری، یا پایه همان پدیده است که علمای معرفه‌النفس قدیم «تداعی معانی» (communication of ideas) (ارتباط معانی) می‌نامیدند، و نیز پایه زبان‌آموزی، کسب عادت یا آموختن هر رفتار دیگری است که با تجربه بستگی دارد.

برشالوده همین قانون اصلی، پاولف کاخ رفیعی از مسائل بفرنج حیاتی را بنا می‌کند. او نه تنها از غذاهای مطبوع بلکه از اسیدهای نامطبوع نیز بعنوان عامل تحریک استفاده می‌کند بطوری که می‌تواند در سگ‌ها پاسخ‌های منفی و مثبت را ایجاد کند. او همچنین می‌تواند پس از آنکه بوسیله یک رشته آزمایش، بازتاب شرطی ایجاد کرده است، آن را بوسیله بازتاب دیگری برگرداند. اگر پس از دادن علامت خاصی برای حیوان گاه نتیجه مطلوب و گاه نتیجه نامطلوب عاید کنیم، او در معرض سکتة مغزی قرار می‌گیرد و به یک بیمار هیستریک (hysterical) یا نوراستنیک (neurasthenic) و نمونه کاملی از یک روان - بیمار تبدیل می‌شود. در این حالت، پاولف او را از طریق وادار کردن به تفکر درباره طفولیت یا به اعتراف سبیل شهوانی نسبت به مادر خود، معالجه نمی‌کند بلکه از عواملی نظیر استراحت و پرومورسود می‌جوید. پاولف داستانی را نقل می‌کند که شایسته است مورد توجه همه پرورشکاران قرار گیرد: وی سگی داشت که هر بار پیش از آنکه غذایش بدهد، قطعه روشنی به شکل دایره، و هر بار پیش از آن که ضربه برقی به او وارد کند یک قطعه روشن بیضی شکل به او نشان می‌داد. بتدریج سگ یاد گرفت که دایره را از بیضی بازشناسد، بطوری که

با دیدن اولی شادی می کرد و از رؤیت دومی دوری می جست. بتدریج پاولف انحراف محیط بیضی را از مرکز آن می کاست و آن را به دایره شبیه تر می ساخت و به این ترتیب ، زمان درازی سگ می توانست به همان وضوح ، این دورا از یکدیگر باز شناسد.

« بتدریج که شکل بیضی به دایره نزدیکتر می شد ، دیر یا زود قدرت تشخیص سگ تیزتر می گردید. تا زمانی که قطرهای بیضی ما ، به نسبت ۸ و ۹ می رسید و بیضی تقریباً شکل دایره به خود می گرفت ، این بار اوضاع بیکبار دگرگون می شد. بدین ترتیب که قدرت تشخیص دقیق تری به دست می آمد که هرگز به کمال نمی رسید و دوسه هفته ای دوام می آورد و سپس نه فقط دفعات زایل می شد، بلکه همه تشخیص های پیشین و حتی تشخیص های کم دقت را نیز از بین می برد. سگی که قبلاً همیشه روی سکوی خود آرام می نشست ، این بار پیوسته جست و خیز می کرد و زوزه می کشید. لازم می آمد که قدرت تشخیص را از نو ایجاد کنیم ، لیکن این بار پرورش سگ هایی که دیرتر تربیت یافته بودند ، بمراتب مشکل تر و طولانی تر از بار اول می شد. هر بار که سعی می کردیم به آخرین حد تشخیص برسیم ، همان داستان کهنه تکرار می شد ، قدرت تشخیص از بین می رفت و سگ بار دیگر به هیجان می افتاد »^۱.

متأسفانه نظیر این عمل در مدارس شیوه مرسوم است و از اینروست که بسیاری از محصلین ، کند ذهن به نظر می رسند.

۱-Lectures on Conditioned Reflexes, by Ivan Petrovitch Pavlov. MD.P
p. 342 - Translated from the Russian by W. Horsley Gantt, MD. Bsc.
Published by Martin Lawrence LH. London.

و نیز نگاه کنید به
Conditioned Reflexes : An Investigation of the
Psychological Activity of the Cerebral Cortex, by I. P. pavlov. Translated
by G. V. Anrep. Oxford 1927.

پاولف عقیده دارد که خواب حالت وقفه (inhibition) است و این حالت به عضو خاصی تعلق ندارد بلکه عمومی است. و نیز بر مبنای مطالعات خود در مورد سگ ها، نظر بقراط (Hippocrates) را در مورد مزاج های چهارگانه سودائی (Choleric)، صفراوی (melancholic)، دموی (sanguine) و بلغمی (Phlegmatic) می پذیرد. او اشخاص بلغمی و دموی مزاج را سالم تر، و اشخاص صفراوی و سودائی را برای ابتلاء به آشفته گی های عصبی مستعدتر می داند. او که این تقسیم بندی را در مورد انسان صادق می انگارد، سگ ها را نیز بر همین اساس طبقه بندی می کند.

عضوی که یادگیری توسط آن حاصل می شود، کورتکس (cortex = لایه بیرونی بخش خاکستری مغز) است و پاولف تحقیقات خود را بر همین عضو متمرکز می کند. او نه روانشناس بلکه فیزیولوژیست است، لیکن عقیده دارد که در مورد حیوانات، روانشناسی از آن گونه ای که در مطالعه انسان از راه درون نگری (introspection) حاصل می شود، نمی تواند وجود داشته باشد. بنظر می رسد که او در مورد انسان با دکتر واتسن هم آوازیست می گوید: وجود روانشناسی تا آنجا که با ذهن آدمی مربوط می باشد، طبیعتاً قابل توجیه است زیرا دنیای ذهن نخستین واقعیتی است که ما با آن روبرو می شویم. اما در صورتی که وجود روانشناسی انسان پذیرفته شود، دلیلی وجود ندارد که ضرورت روانشناسی حیوان را طرح نکنیم^۱. او در مورد حیوانات صرفاً به مطالعه رفتار گرایش دارد چون کسی نمی داند که حیوان هم آگاهی دارد یا نه، و اگر دارد چگونه است. سخنان او در مورد انسان، علیرغم تمکین وی به روانشناسی درون نگر، به پژوهش بازتاب های شرطی استوار است و در مورد رفتارهای بدنی، کاملاً به سازواره گرائی (مکانیسم) می گراید:

« نمی توان این حقیقت را انکار کرد که فقط پژوهش فرآیندهای فیزیکیوشیمیائی بافت

عصبی می تواند نظریه راستین مربوط به مجموعه پدیده های عصبی را بدست دهد، تنها مراحل

گوناگون این فرآیند است که تبیین کامل همه نمودهای خارجی فعالیت‌های عصبی - روانی و روابط متقابل آن‌ها را در اختیار ما قرار خواهد داد .

آنچه گذشت ، بیانی است جالب نه تنها از این نظر که موقعیت او را در مورد این مسئله تصویب می‌کند ، بلکه از این نظر نیز که امیدهای آرمان‌گرایانه (idealistic) او را درباره نژاد انسان ، که بر مبنای پیشرفت علم بنیاد گذاشته است ، نشان می‌دهد :

« ما ، در اوایل کار وحتى مدتی پس از آن ، این فشار عادت را حس می‌کردیم که سارا وادار می‌ساخت تا در موضوع مورد مطالعه خود ، به تعبیرهای روانشناختی (Psychological) متوسل شویم . هر زمان که تحقیقات علمی با مانع روبرو می‌شد ، یا زمانی که بر اثر پیچیدگی مسئله ، ناگزیر از توقف می‌گردید ، توهم‌های کابلا^۱ بجائی در مورد صحت روش جدیدمان به مادت می‌داد که بتدریج با پیشرفت تحقیق ، کاهش می‌پذیرفت . من حالا بطرز ریشه‌دار و برگشت‌ناپذیری قانع شده‌ام که سرانجام در امتداد این راه ، اندیشه انسان به بزرگ‌ترین و فوق‌العاده‌ترین مشکل خود که آگاهی از مکانیسم قانون‌های طبیعت است ، پیروز خواهد شد و فقط از این راه است که سعادت کامل ، راستین و پایداری بدست خواهد آمد . بگذار اندیشه انسان از هر پیروزی بر طبیعت به پیروزی دیگری اوج گیرد ، بگذار نه تنها روی زمین بلکه آنچه را که پایین ژرفای دریاها و دورترین مزرهای فضا موجود است ، بخاطر زندگی و فعالیت خود بگشاید ، بگذار نیروهای بسیار غنی را بخدشت خود در آورد تا از یک سوی جهان هستی به سوی دیگر آن سیر کند و مکان را از سر راه انتقال اندیشه بردارد . لیکن همین انسان است که بر اثر قدرت‌های ناسبارک ، به جنگ‌ها و انقلاب‌ها و هراس ناشی از آنها مبتلا می‌شود و برای خود زبان‌های مالی بیرون از شمار و رنج‌های وصف‌ناشدنی فراهم می‌آورد و به درجه حیوانی برگشت می‌کند . فقط علم ، علم دقیق طبیعت انسان و دستیازی بی‌شائبه به آن علم یاری روش قدر قدرت (omnipotent) علمی است که انسان را از دست خمودی موجودر هائی خواهد بخشید و از شرم زدگی حاضر به حوزه روابط انسانی فرا خواهد خواند . »

پاولف از لحاظ مابعدالطبیعی ، نه به ماده محض تمکین می‌کند و نه روح محض

را می پذیرد. اونظری را می پذیرد که من اعتقاد راسخ به صحت آن دارم؛ بدین معنی که عقیده دارد عادت به قبول دوگانگی ماده و روح (ذهن)، عادت نادرستی است، و باید واقعیت را یا مشتمل بر هر دو و یا جدا از هر دو تلقی کرد. او می گوید: « حال به جایی می رسیم که ذهن و روح و ماده را به صورت یک واحد در نظر بگیریم و باین نگرش ضرورتی پیش نخواهد آمد که بین آن ها به تمایز پردازیم ».

پاولف بعنوان یک انسان، دارای همان سادگی و نظمی است که خردمندان پیشین نظیر امانوئل کانت Emanuel kant دارا بودند. زندگی را در محیط آرام خانه سپری می کرد و بدون استثناء در آزمایشگاه خود وقت شناس بود. در بلشوی انقلاب، یک بار دستپار او به عذر انقلا ب ده دقیقه دیر بر سر کار آمد ولی پاسخ پاولف این بود که برای کسی که در آزمایشگاهش کار دارد، انقلاب چه توفیر خواهد کرد؟ در نوشته های او تنها اشاره ای که به رنج های روسیه شده است، مربوط به مشکل تغذیه حیوانات در سال های کمبود غذاست. اگرچه تحقیقات او برای تأیید افکار رسمی حزب کمونیست درباره مابعدالطبیعه سودمند بود، لیکن وی حکومت شوروی را ناصالح می شناخت و در محافل عمومی با خصوصی سخت به نکوهش آن بر می خاست. با این وصف حکومت علیرغم این شیوه او، سخت ملاحظه او را می کرد و آزمایشگاه او را با گشاده دستی تمام از لحاظ همه نیازهایی که داشت تجهیز می کرد.

این حالت پاولف، یعنی اینکه نخواسته است نظریه هایش را در حالتی کمال یافته معرفی کند، در قیاس با نیوتون و حتی داروین، نمونه ای از سیمای جدید علم است. می گوید: « علت این که من نتایج کارهای بیست سال اخیرمان را نظام بندی نکرده ام، این است که زمینه کاملاً جدید است و کار پیوسته رویه پیشرفت دارد، پس من چگونه می توانستم توقف کرده و مفهوم جامعی از همه کارهای مان را تنظیم کنم در حالی که تجارب و ملاحظات جدید، هر روز برداشته حقایق مکشوف می افزایند »^۱

میزان پیشرفت علم ، امروزه بسیار فراتر از آن است که بتوان آثار نظیر « مبادی » نیوتن یا « اصل انواع »^۱ داروین را عرضه کرد ، چون بیش از آن که چنین کتابی کامل شود ، کهنه خواهد شد . این حقیقت از جهات بسیاری اسف‌انگیز است زیرا کتب بزرگ گذشته از چنان زیبایی و شکوهی بهره‌مند بودند که نوشته‌های انبوه عصر ما از آن محرومند . ولی همین خود حاصل احترازا ناپذیر افزایش معارف است و از لحاظ فلسفی هم ناگزیر از قبول آنیم .

اینکه آیا می‌توان روش‌های پاولف را در مورد همه رفتارهای انسان تعمیم داد یا نه ، جای تردید است ولی به‌صرفت همان روش‌ها جای بس فراخی برای خود گشوده‌اند و در زمینه خود نشان داده‌اند که چگونه می‌توان روش علمی را با دقت کمی بکاربرد . پاولف فضای جدیدی از بهر علوم دقیق باز کرد و از اینرو باید یکی از مردان کبیر عصر ما بشمار آید . مسأله‌ای که پاولف پیروزمندانه از عهده حل آن برآمد ، این بود که آنچه را که آن روز رفتار ارادی می‌نامیدند ، مشمول قانون‌های علمی ساخت . دوحیوان از یک نوع ، یا حیوان واحدی در دونویت مختلف ، ممکن است در برابر محرک واحد ، پاسخ‌های متفاوت ابراز کند . از اینجا این عقیده ناشی می‌شود که چیزی به‌نام اختیار وجود دارد که به‌ما امکان می‌دهد تا در شرایط مختلف ، پاسخ‌های دلخواه و عاری از نظم علمی ابراز کنیم .

پژوهش‌های پاولف در زمینه بازتاب‌های شرطی نشان داد که چطور ممکن است رفتاری که با استناد به اصول ذاتی یک حیوان تبیین نمی‌شود ، تابع قانون‌های خاصی باشد و مانند رفتارهایی که بوسیله بازتاب‌های غیرشرطی اداره می‌شوند ، پذیرای عملیات علمی باشد . موافق سخن پروفیسور هوگبن : « مکتب پاولف برای نخستین بار در تاریخ ، مسأله‌ای را که دکتر هالدین (Haldane) رفتار آگاهانه می‌نامد ، به‌طریق غیرعائی، پیروزمندانه برای نسل ما حل کرد . پاولف این مسأله

را تا حد بررسی شرایطی که بر اثر آن‌ها نظام‌های بازتابی جدید ایجاد می‌شود، کاهش داده است»^۱.

اهمیت این موفقیت او هرچه بیش‌تر مورد بررسی قرار گیرد، نمایان‌تر می‌شود و از این رو باید پاولف را در زمره برجسته‌ترین مردان عصر حاضر جای داد.

فصل دوم

خصال ویژه روش علمی

روش علمی بارها مورد تعریف قرار گرفته و امروزه نمی‌توان مطلب جدیدی به تعریف آن افزود. با این حال توصیف آن در این گفتار ضرورت دارد، چه ممکن است بعدها در وضعی قرار گیریم که در مورد وجود روش‌های دیگری برای کسب دانش کلی، تردید کنیم.

برای دست یافتن به یک قانون علمی، سه مرحله اساسی وجود دارد که عبارتند از: نخست بررسی حقایق معنادار، دوم پرداختن فرضیه‌ای که در صورت صحت، برای توجیه این حقایق بسنده خواهد بود، و سوم استنباط نتایجی از این فرضیه، که بطریق مشاهده قابل آزمون باشند. اگر این نتایج به تحقق پیوندند، فرضیه موقتاً تأیید می‌شود ولو که بر اثر اکتشافات بعدی، دستخوش تغییر گردد.

در وضع کنونی علم، هیچ حقیقت و فرضیه‌ای را نمی‌توان بصورت مجرد در نظر گرفت، بلکه هر جزئی، در طرح کلی دانش علمی جای می‌گیرد و معناداری یک حقیقت نیز نسبت به همین مجموعه کلی منجیده می‌شود. وقتی می‌گوئیم فلان حقیقت از لحاظ علم معنادار است، مراد این است که حقیقت مورد نظر یا به ترکیب یک قانون کلی یاری می‌دهد و یا ابطال یک قانون کلی را سبب می‌شود. زیرا اگرچه علم از بررسی موارد جزئی شروع می‌کند، ولی اصولاً به جزئیات تکیه ندارد و متوجه کلیات است. وانگهی یک حقیقت علمی، هیچ‌گاه مطلق نیست بلکه حالت خاصی از حقیقت کلی‌تری است، و در اینجاست که دانشمندان هنرمندان فاصله می‌گیرند چه هنرمندان حتی اگر توجه به واقعیت (reality) را درون‌شان خود نشمارد، مایل است آن را در حالت مجردش بی‌روانند.

علم در ارجمندترین معنای خود ، مشتمل بر قضایائی است که فاعده آنها برحقایق جزئی استوار است و رأس آنها به یک سلسله قوانین کلی حاکم بر پدیده های هستی منتهی می گردد . سطوح مختلف این سلسله قضایا ، روابط منطقی متقابل باهم دارند که یکی رابطه پائین به بالا و دیگری رابطه بالا به پائین است : رابطه نخست ، رابطه استقرائی است (که از بررسی جزئیات به کلیات راه می یابد) ، و رابطه دوم رابطه قیاسی است (که از تحلیل کلیات به جزئیات می رسد) . یعنی در زمینه یک علم کامل بدینسان پیش می رویم که مثلاً می گوئیم حالات خاص A, B, C, D ، و غیره ، احتمالاً مراحل مشخصی از یک قانون کلی می باشند که در صورت تحقق پذیرفتن قانون ، هر کدام از موارد فوق در طرح کلی آن جای خواهند گرفت . حقایق دسته دیگری نیز به ترکیب قانون کلی دیگری می انجامند و سرانجام همه این قوانین از طریق استقراء ، در قانون کلی تری توجیه می یابند که در صورت تحقق یافتن آن ، هر کدام از قوانین ترکیب کننده ، مورد خاصی از آن قانون کلی تر خواهند بود . برای دست یافتن به یک قانون کلی تحقق یافته ، بسیاری از این مراحل را باید طی کرد . عکس رابطه چنین است که از یک قانون کلی با روش قیاس شروع به تحلیل می کنیم و به همان حقایق جزئی می رسیم که خود قانون را از آن ها استقراء کرده ایم . روشی که در کتاب های درسی مورد استفاده است بر قیاس مبتنی است ولی شیوه کار آزمایشگاه ، جزء استقراء نمی تواند باشد .

تنها علمی که تا کنون بدین درجه از کمال نائل آمده ، علم فیزیک است . توجه به فیزیک ما را یاری می دهد تا قسمت های ذهنی روش علمی را عینیت دهیم . چنانکه از نظر گذشت ، گالیله قانون سقوط اجسام در جوار زمین را کشف کرد . وی دریافت که با حذف نیروی مقاومت هوا ، همه اجسام باشتابی ثابت سقوط می کنند . این قانون ، برآیند تعمیم حقایق نسبتاً معدودی از موارد اجسام در حال سقوط بود که گالیله به سنجش آنها پرداخته بود ؛ و این تعمیم او از طریق آزمایشات بعدی نیز که

از لحاظ ماهیت ، وضع مشابهی داشتند تأیید گردید . درجه کلیت قانون گالیله ، بنازلترین حد بود ، زیرا فاصله آن از حقایق اولیه خود ، به کمترین حدی بود که برای کلی بودن یک قانون علمی ضرورت دارد . در اثناء کوشش های گالیله ، کپلر حرکات سیارات را مطالعه کرده و قوانین سه گانه خود را برحسب مدارات آن ها تنظیم کرده بود ، لیکن این قوانین نیز از کمترین درجه کلیت برخوردار بودند . مجموع قوانین کپلر ، قانون سقوط گالیله و قانون جذر ومد و هر قانون دیگری که تا آن زمان درباره حرکات سیارات دنباله دار مکشوف بود ، در قانون جاذبه نیوتون ادغام شد و بدین ترتیب قانون جاذبه او ، جامع همه قوانین موجود گردید . قانون جاذبه نیوتون ، نظیر همه قوانین کلی موفق ، علاوه بر اینکه صحت قوانین قبلی را روشن می کرد ، در ضمن نشان می داد که چرا آنها از صحت کامل برخوردار نیستند . اجسام در جواری زمین ، با شتاب کاملاً ثابتی سقوط نمی کنند ، بلکه هرچه به زمین نزدیک تر شوند ، شتاب بیش تری می گیرند . سیارات در مدارهای کاملاً بیضوی سیر نمی کنند ، زیرا هنگامی که به سیارات دیگر نزدیک شوند ، اندکی از مدار خود منحرف می شوند . بدین سان قانون جاذبه نیوتون ، قوانین پیش از خود را لغو کرد ولی خود نیز نتوانست نتایج دیگری بدست آورد . مدت دوست سال تمام هیچ قانون کلی دیگری بوجود نیامد که بتواند با قانون جاذبه نیوتون ، همان کاری را بکند که آن با قانون های پیش از خود کرده بود ، بدین معنی که آن را در قانون کلی تری هضم و جذب کند . تا سرانجام ، این گره توسط اینشتین گشوده شد که قانون جاذبه را بصورت کاملاً غیرمنتظره ای آراست . جای شگفتی بود که این قانون جدید ، بیش از آنکه با فیزیک قدیم رابطه داشته باشد ، به هندسه مربوط بود . قضیه ای (theorem) که با قانون نسبیت ، بیشترین تجانس را دارد قضیه فیثاغورث است که می گوید : مجموع مربعات دو ضلع کوتاه در مثلث قائم الزاویه با مربع قاعده آن برابر است . هردانش آموزی دلایل صحت این قضیه را می آموزد و فقط کسانی که اثر اینشتین را مطالعه

کنند درمی یابند که این قضیه چرا صحیح نیست. برای یونانیان و حتی مردم صد سال پیش، هندسه دانش مقدماتی نظیر منطقی صوری بود و نه علمی که بر مبنای تجربه بنا شود. در سال ۱۸۲۹، لویاچفسکی (Lobachevsky) خلاف این نظر را ثابت کرد و نشان داد که فقط از طریق آزمایش می توان حقیقت هندسه اقلیدس را تحقیق کرد و استدلال صرف بدین منظور کفایت نمی کند. اگرچه این نظر، به وجود آمدن شاخه های جدیدی از دانش ریاضی محض را مسبب گردید، لیکن تا سال ۱۹۱۵ در زمینه فیزیک، حاصلی به بار نیاورده بود تا اینکه اینیشتین آن را در قالب نظریه عام نسبیت تجسم بخشید. حال چنین به نظر می رسد که قضیه فیثاغورث کاملاً صحیح نیست و حقیقت دقیقی که از آن مستفاد شود، قانون جاذبه را بعنوان جزء یا نتیجه ای به همراه دارد. بعلاوه قانون جاذبه مزبور عیناً همان قانون جاذبه نیوتونی نیست و در عمل اندکی با آن متفاوت است. تفاوت های موجود هر جا که جنبه عملی به خود گرفته، بسود اینیشتین و بزبان نیوتون به اثبات رسیده است. قانون جاذبه اینیشتین، چون علاوه بر ماده، نور و سایر گونه های نیرو را نیز در برمی گیرد، کلی تر از قانون نیوتون است. لیکن به وجود آمدن قانون جاذبه عمومی اینیشتین نه تنها محتاج یک زمینه مقدماتی مانند نظریه نیوتون بود، بلکه به نظریه الکترومغناطیس، (مغناطی) علم تجزیه نور (spectroscopy)، سنجش فشار نور و توانائی مطالعه دقیق نجوم نیز نیاز مبرم داشت که همه را مدیون وجود تلسکوپ های عظیم و تکامل فن عکاسی هستیم. نظریه اینیشتین بدون وجود این مقدمات نه قابل کشف و نه قابل اثبات بود. اما هنگامی که این نظریه بصورت ریاضی ظاهر می شود، در گام نخست، با قانون کلیت یافته جاذبه عمومی آغاز می کند و در پایان به همان نتایجی می رسد که قانون از آنها استقراء شده است. در ترتیب قیاسی، مشکلات انجام این کشف در پرده ابهام می ماند و آگاهی از زمینه وسیع علوم که مقدماتاً جهت ادراک این قضیه اصلی ضرورت داشت، دشوارتر می گردد. گسترش نظیر آن نیز با سرعت عجیبی در زمینه نظریه کوآنتوم روی داد. نخستین برخورد با این حقیقت که معلومات موجود، ایجاد چنان نظریه ای

را ضروری ساخته است ، به سال ۱۹۰۰ حاصل شد و حال آنکه هنوز هم می توان نظریه مزبور را چنان ذهنی و مجرد طرح کرد که خواننده بسختی دریابد که اصلاً جهانی هم بیرون از ذهن او وجود دارد .

از عهد گالیله بعد ، اهمیت حقایق معنی دار در تاریخ فیزیک بوضوح نمایان است . حقایق معنادار مربوط به یک نظریه در مرحله خاصی از رشد آن با حقایق معنادار مراحل دیگر تفاوت دارند . روزی که گالیله به طرح قانون سقوط اجسام می پرداخت این حقیقت که یک گلوله سربی در خلاء با پرمرغ یکسان سقوط می کند ، خیلی مهم تر از این بود که سقوط پرمرغ در فضا ، از سقوط گلوله سربی بطنی تر است . چون نخستین گام برای درک قانون سقوط ، (theory of falling bodies) از ادراک این مفهوم حاصل می شد که از لحاظ جذب زمین همه اجسام در حال سقوط ، شتاب (acceleration) یکسانی دارند از اینرو تأثیر مقاومت هوا را باید بعنوان عاملی که با جاذبه زمین رابطه ثانوی پیدا می کند ، بررسی کرد . اساس کار ، یافتن نمونه هائی است که قانون را در حالت مجرد و یا حداقل با ارتباط به قوانینی که تأثیرشان کاملاً معلوم است ، نمایش دهد و از اینروست که آزمایش (experiment) چنین نقش بزرگی در کشف علمی ایفا می کند . در جریان آزمایش ، شرایط محیط مصنوعاً بحدی ساده می شوند که قانون مورد نظر در حالت مستقل به خود ، قابل مشاهده گردد .

ولی در غالب موقعیت های عینی چه بسا اتفاق می افتد که برای تبیین یک رویداد به آگاهی از قوانین دیگر طبیعت نیاز پیدا می کنیم ، اما برای این که بتوانیم آثار و نتایج هر کدام از آنها را کشف کنیم ، لزوماً باید شرایط را بطریق آزمایشگاهی آنچنان ساده گردانیم که در لحظه واحد ، فقط یکی از قوانین عمل کنند . بعلاوه ممکن است مطالعه پدیده های آموزنده مشکل تر باشد . مثلاً توجه کنید باینکه کشف اشعه مجهول (اشعه X) و رادیواکتیویته ، اطلاعات ما را درباره ماده تا چه اندازه افزایش داده است ؛ با این حال تا روزی که فن تجربی بسیار والاتری

دراختیار ما قرار نگرفته است ، ماهیت خود این هردو ، مجهول خواهد ماند . کشف رادیواکتیویته بر اثر تصادفی که در تکمیل فن عکاسی روی داد ، بوقوع پیوست . بدین ترتیب که بکرل (Becquerel) ، صفحات عکاسی بسیار حساسی در اختیار داشت که می خواست روی آنها عکس بگیرد ، لیکن بعلت ناساعد بودن هوا ، آن ها را در گنجه محفوظ و تاریکی قرارداد که بر حسب اتفاق داخل جعبه مقداری اورانیوم نیز بود . وقتی بسراغ صفحات حساس خود رفت ، ملاحظه کرد علیرغم تاریکی محض داخل گنجه ، عکس اورانیوم بر روی صفحات نقش بسته است . همین تصادف به کشف این نکته رهنمون شد که اورانیوم جسم رادیواکتیو است . داستان این عکس تصادفی ، خود گواه دیگری از اهمیت حقایق معنادار بشمار می رود .

در بیرون از حوزه فیزیک ، نقش قیاس ناچیزتر است لیکن نقشی که توسط مشاهده قوانین مبتنی بر مشاهده ایفای می شود ، خیلی فراتر می رود . از آنجائی که تا کنون موضوع تحقیقات فیزیکی ساده بوده ، پیشرفت آن از هر علم دیگری فراتر رفته است . باندیشه من کسی در این حقیقت تردید نمی کند که کمال آرمانی همه علوم ، دست یافتن به همان جایگاهی است که فیزیک امروز داراست ؛ با این حال ، این نکته جای تأمل است که آیا استعداد آدمی کفاف خواهد داد به این که مثلاً علم فیزیولوژی را ، مانند فیزیک نظری عصر حاضر ، به بنای قیاسی کاملی بدل کند ، چه حتی در زمینه فیزیک محض نیز مشکل محاسبات چنان شتابان افزایش می یابد که احتمال می رود روزی لگام ناپذیر گردد . در جاذبه نیوتونی ، محاسبه اینکه حرکت سه جسم فضائی بوقتی که همدیگر را جذب می کنند ، چگونه است ، جز بتقریب میسر نبود آنهم در مواقعی که یکی از آن ها خیلی بزرگتر از دو جسم دیگر باشد . در نظریه اینیشتین که خیلی پیچیده تر از نظریه نیوتونی است ، اگرچه می توان تا حدود کافی در مورد هدفهای عملی به حقیقت نزدیک شدن می توان با دقت نظری محاسبه کرد که حتی دو جسم فضائی تحت عمل جاذبه متقابل چگونه رفتار خواهند کرد . با آنکه دست یافتن به نظریات کاملاً دقیق ، فراتر از حد توانائی انسان است ، خوشبختانه در فیزیک می توان

به کمک روش های میانگینی ، حرکات اجسام بزرگ را با تقریب معلومی محاسبه کرد .

بیان این سخن که همه علوم دقیق با محاسبات تقریبی اداره می شوند، یک تعارض (paradox) جلوه می کند ، ولی راستی جزاین نیست . اگر کسی بشما بگوید که از حقیقت دقیق فلان چیز آگاه است ، شما حق خواهید داشت او را شخص بی دقتی بشناسید . چه ، همه سنجش های دقیق در علم با اشتباهات احتمالی همراه است . این جمله ساده ، خود یک عبارت فنی است و معنای دقیقی دارد . بدین معنی که در هر سنجشی احتمال مقداری تقریب هست که شاید از حد واقعی آن کم تر یا بیش تر باشد و این که هر ناظری احتمال اشتباه خود را بپذیرد و حدود آن را نیز بداند ، از ویژگی های مسائلی است که از دقت استثنائی برخوردار باشند . برعکس در مسائلی

۱ - قطعه زیر که از مجله Nature , February 7 , 1931 نقل می شود نمونه ایست از رفتار احتیاط آمیز مردان علم در مورد مسائلی که سنجش های دقیق در مورد آنها اسکان دارد: مدت زمان گردش وضعی اورانوس . دو تا از مطمئن ترین نظریات مربوط به مدت گردش اورانوس متعلق است به استادان ؛ لوول (Lowell) و اسلیفر (Slipher) که در نشریه فلق استف (Flag - Staff) انتشار یافته بود . نظریه اول حاصل تحقیقات مربوط به طیف نگاری و دومی نتیجه تغییرات نوری بوده است . عملاً هر دو نظریه با هم وفق می داد یعنی نتیجه نظریه اول ۱۰ ساعت و ۵۰ دقیقه و جواب نظریه دوم ۱۰ ساعت و ۹۰ دقیقه بود . لیکن ادامه این آزمایشات بی مورد به نظر نمی رسید چون در طیف نگاری احتمال اشتباه تا هفده دقیقه پذیرفتنی بود و تحقیقات نوری نیز مورد تایید برخی از آزمایشگران نبود . انجام این کار از طریق علامت گذاری های موقت نیز عملی بود . مجله دسامبر شرحی دارد از سنجش بطریق اسپکتروسکوپی که توسط آقایان سوور (Moore) و منزل (Menzel) صورت گرفته است . اختلاف سوهیت سنجش این دو بیش از اختلاف نتایج لوول و اسلیفر بود و نتیجه این که خط امتوای اورانوس بر روی قرص به مرکز نزدیک تر است و طول مدت گردش وضعی آن ۱۰ ساعت و ۵۰ دقیقه با واریانس احتمالی ۱۰ دقیقه است . اما با وجود این تجانس بین نتایج آزمایشات متوالی ، هنوز این مدت زمان با قبول چند دقیقه واریانس احتمالی مورد موافقت قرار گرفته است .

که به هیچ وجه قابل اعتماد نیستند ، هیچ کسی در تردید ناپذیری عقاید خود شک نمی کند . تاکنون چه کسی از شیخی که به معرفی مذهب خود می پردازد ، یا از سیاستمداری که از سخنرانی خود نتیجه گیری می کند ، سخنی شنیده است که از احتمال کوچک ترین اشتباهی حکایت کند؟ حقیقت عجیبی است که هر قدر اطمینان ذهنی به صحت مطلبی استوارتر باشد ، خود آن به همان اندازه از صحت عینی بدور است . هر اندازه که دلیل کسی در دفاع از صحت رأی خود کمتر باشد ، همان اندازه بیش تر در بی شبهه بودن آن اصرار می ورزد ، و از همین روست که شیوخ به علم پوزخند می زنند ، چرا که علم تغییر پذیر است . آنان می گویند « شما ما را بنگرید که آنچه در شورای نیسه (Nicea)^۱ اعلام کردیم ، هنوز برآنیم ولی آنچه دانشمندان فقط دوسه سالی پیش گفته اند ، حالا بصورتی کهن درآمده و به فراموشی افتاده است » . کسانی که چنین می گویند از مفهوم « تقریب متوالی » (successive approximation) نا آگاهند . هیچیک از مردمی که خوی (temper) علمی دارند می پذیرند که آنچه امروزه مورد قبول علم است ، بطور مطلق صحیح باشد و باور دارند که هر کدام از مراحل مختلف علم منازلی را در مسیر حقیقت دقیق می نمایند و هنگامی که تحولی در علم ایجاد می شود ، مثلاً قانون جاذبه نیوتون جای خود را به قانون جاذبه اینشتین می سپارد ، یافته های قبلی علم خنثی نمی شوند ، بلکه جای خود را به پدیده های دقیق تری می سپارند . فرض کنید شما قامت خود را با ابزار کم دقتی اندازه گرفتید و پاسخ ۱ متر و ۸ سانتی متر را بدست آوردید ، حال شما اگر آدم محتاطی باشید ، تصور نمی کنید که قامت شما بطور قطع ۱ متر و ۸ سانتی متر است ، بلکه احتمال می دهید که اندازه مزبور تغییری بین ۱۷۹ متر و ۱۸۱ متر باشد ، و در صورتی که سنجش دقیق تری طول قامت شما را بین ۱۷۹ متر نشان دهد ، شما پاسخ پیشین را باطل نشده تلقی نمی کنید زیرا که

۱ - شورائی که در سال ۷۸۷ در شهر نیسه ایتالیا تشکیل شد تا درباره مجادلاتی که

درباره قابل پرستش بودن تمثال های مقدس (Icons) در گرفته بود ، تصمیم بگیرد .

اندازه گیری پیشین نتیجه ۱٫۱۸ متر را نشان می داد و این حقیقت هنوز هم صحیح است . این مثال در مورد تغییرات علم نیز دقیقاً صدق می کند .

نقش کمیت و سنجش در علم خیلی عظیم است با اینهمه تصور می کنم گاهی در ارزیابی آن مبالغه می شود . فن ریاضی بسیار نیرومند است و طبیعی است که مردان علم می خواهند همه جا برای استفاده از آن امکان بیافرینند . ولی ممکن است یک قانون در عین اینکه جنبه کمی ندارد ، کاملاً علمی باشد . قانون بازتاب های شرطی پاولف را می توان بعنوان مثال ذکر کرد . این نمونه ، یکی از مواردی است که شاید حصول دقت کمی (quantitative precision) در آن میسر نباشد . تعداد دفعاتی که برای برقرار کردن یک بازتاب شرطی ضرورت دارد ، با شرایط گوناگونی مربوط می شود و نه تنها بر حسب حیوانات مختلف ، بلکه بر حسب یک حیوان معلوم در موقعیت های متفاوت نیز تغییر پیدا می کند . حال اگر در این موارد به دنبال دقت کمی برویم ، نخست به فیزیولوژی کورتکس و ماهیت فیزیکی جریان عصبی کشانیده شده و سپس ناگزیر خواهیم شد که به فیزیک الکترون و پروتون بپردازیم . پس بکار بستن دقت کمی با آنکه تا حدودی ممکن است ، با این حال برگشت از فیزیک محض به رفتارهای موجود زنده از راه محاسبه ، ولو بمیزان اندک ، در حال حاضر و شاید در آینده نیز بیرون از توانائی آدمی خواهد بود . از اینرو در حال حاضر باید در مورد بررسی رفتارهای موجود زنده ، به قانون های کیفی قناعت ورزیم با این توجه که آن ها به دلیل کمی نبودن ، حیثیت علمی خود را البته از دست نمی دهند .

یکی از مزایای دقت کمی در موارد ممکن ، این است که استدلال استقرائی را بمراتب قوی تر می کند . فرض کنید شما فرضیه ای می سازید که بر حسب آن چند کمیت قابل مطالعه ، مقادیر معلومی را حائز می شوند و شما آنها را با استفاده از پنج رقم مشخص می کنید . حال اگر یاری مشاهده ثابت شود که کمیت های مورد نظر حائز همان مقادیر مفروض هستند ، شما حق خواهید داشت تصور کنید که چنین مطابقتی بین فرضیه

و مشاهده (observation) نمی‌تواند حاصل تصادف باشد و ناچار فرضیه شما عنصر سهمی از حقیقت را با خود دارد. با این حال تجربه نشان می‌دهد که به همین سادگی اهمیت بیش از حدی به چنین مطابقتی داده می‌شود. نظریه اتمی بوهر (Bohr) از قدرت محاسبه نظری کمیت‌هائی بدست آمد که تا آن زمان فقط از طریق مشاهده شناخته شده بودند. این نظریه اگرچه یکی از حلقه‌های ضروری پیشرفت دانش محسوب می‌شود، امروزه در واقع کنار گذاشته شده است. حقیقت این است که انسان برای ساختن فرضیه‌هائی که تا حد کافی جنبه ذهنی داشته باشند، توانائی زیادی ندارد چه تخیل همواره مزاحم منطق بوده و انسان را وادار به تجسم رویدادهائی کرده است که اصولاً قابل تجسم نیستند. مثلاً در نظریه اتمی بوهر عنصری وجود داشت که مطلقاً ذهنی بود و احتمال زیادی به صحتش می‌رفت، لیکن همین عنصر ذهنی باچنان جزئیات تخیلی درهم آمیخته بود که از لحاظ ادراکی قابل توجیه نبود. جهانی که در معرض ادراک و تجسم ماست، جهانی است که در معرض مشاهده ماست، ولی دنیای فیزیک دنیائی انتزاعی و نامرئی است. به همین دلیل فرضیه‌هائی که در مورد همه حقایق مربوط صدق می‌کنند، نباید حتماً حقیقی تصور شوند، زیرا شاید فقط یک جنبه کاملاً ذهنی آن فرضیه در مورد استنتاجات ما از پدیده‌های مشهود، ضرورت منطقی پیدا کند.

همه قوانین علمی متکی بر استقراست، درحالی که خود استقرا بعنوان یک پویش منطقی (Logical process) مورد تردید است و نمی‌تواند زیاد مورد اطمینان باشد. بطور ساده یک بحث استقرائی را بدین شرح می‌توان طرح کرد که: اگر فرضیه مورد نظر ما صحیح باشد، مصداق فلان حقایق خواهد بود، و حالا که این حقایق در فرضیه ما صدق می‌کنند، پس احتمالاً فرضیه ما صحیح است. اعتبار (validity) اینگونه استدلال برحسب شرایط مختلف تغییر می‌کند. ما فقط در صورتی حق داریم از صحت فرضیه خود مطمئن باشیم که بتوانیم ثابت کنیم هیچ فرضیه دیگری با موارد مورد تجربه ما، راست در نمی‌آید و این کار

عملاً ممتنع است. در حالت عادی راهی وجود ندارد که ما را برای اندیشه در مورد همه پدیده‌های ممکن توانا کند در صورتی که اگرچنین راهی وجود می‌داشت، ملاحظه می‌کردیم که بیش از یکی از آن‌ها با مسائل مورد نظر ما سازش دارند. حال که چنین است، دانشمند برای عمل خود ساده‌ترین فرضیه را برمی‌گزیند و فقط موقعی به نظریه پیچیده‌تر دست می‌یازد که کافی نبودن فرضیه ساده، بر اثر کشف حقیقت‌های جدیدی [که در آن مصداق نمی‌یابند]، آشکار شود. اگر شما هیچ‌گاه گریه بی‌دمی ندیده باشید، ساده‌ترین فرضیه‌ای که برای بیان اندیشه خود انتخاب می‌کنید، این خواهد بود که «همه گریه‌ها دم دارند»؛ ولی بمحض اینکه به گریه بی‌دمی برخورد کنید، بناچار در فرضیه خود تجدیدنظر کرده و آن را بصورت مرکب‌تری درمی‌آورید. اگر کسی استدلال کند که چون همه گریه‌های مورد مشاهده او دم داشته‌اند پس همه گریه‌ها دم دارند، روش «استقرای ساده» را بکار می‌برد که خطرناک‌ترین نوع استدلال است. استقراء در بهترین شکل، استوارترین اصل است که فرضیه ما به نتایجی رهنمون می‌شود که درستی‌شان معلوم شده است و این نتایج چنانند که اگر مورد مشاهده قرار نگرفته بودند، بسیار نامحتمل جلوه می‌کردند. فرض کنیم کسی یک جفت تخته نرد دارد که همیشه جفت شش می‌افتد. در این صورت شاید بتوان گفت که وی شانس آورده است. لیکن فرضیه دیگری هم هست که می‌تواند به توجیه چگونگی امر پرداخته و از شگفتی آن تا حدود زیادی بکاهد و در این حال، انتخاب فرضیه دوم قابل توصیه خواهد بود. در همه استقرای‌های خوب، حقایقی که توسط فرضیه بیان می‌شوند در نظر اول بسیار نامحتمل جلوه می‌کنند و هرچه میزان این نامحتمل بودن فزونتر باشد، خود فرضیه محتمل‌تر است. این حال چنانکه لحظه‌ای پیش اشاره کردیم، یکی از مزایای سنجش است. هرگاه کمیت یک متغیر در قالب فرضیه‌ای که در دست دارید، مصداق یابد، حس می‌کنید که فرضیه شما دست کم عناصری از حقیقت را در احتوا دارد. لیکن همین نتیجه اگرچه بصورت عرفی، امر مسلمی به نظر می‌رسد، بعنوان یک فرض منطقی با اشکالاتی مواجه است. با این حال، تافصل دیگر، از پرداختن بآنها خودداری می‌کنیم.

یکی دیگر از ویژگی‌های روش علمی که باید درباره‌اش نکاتی را یادآور شد، «تحلیل» (analysis) است. عملاً همه دانشمندان این فرضیه را قبول دارند که هر پدیدار (occurrence) عینی نتیجه عوامل مختلفی است که اگر هر کدام به تنهایی عمل کنند، نتایجی بروز خواهد کرد که از برآیند مجموع آنها در یک جا، متفاوت خواهد بود و اگر اثر هر کدام از علل در حالت انفراد معلوم باشد، نتیجه کلی نیز قابل پیش‌بینی است. ساده‌ترین نمونه‌های این مورد در علم مکانیک بروز می‌کند. ماه، هم از طرف خورشید و هم از طرف زمین جذب می‌شود. اگر زمین به تنهایی بر ماه تأثیر می‌کرد، ماه مدار خاصی را در پیش می‌گرفت. و اگر منحصراً خورشید بر آن اثر می‌نهاد، مدار دیگری در پیش می‌گرفت. لیکن حقیقت امر زمانی قابل محاسبه خواهد بود که تأثیر زمین و خورشید به تنهایی معلوم باشد. همچنین موقعی که ما قانون سقوط اجسام در خلاء را دانسته و از قانون مقاومت هوا نیز آگاه باشیم، می‌توانیم کیفیت سقوط اجسام در هوا را محاسبه کنیم. این تجزیه و ترکیب قوانین علمی از اصول رویه علم است زیرا در نظر گرفتن یک کل در آن واحد و رسیدن به قوانین علمی بدون اینکه آن کل را به اجزای خود تحلیل کرده باشیم، امکان‌پذیر نیست. معهذا باید گفت هیچ دلیل محکمی به این فرض نداریم که تأثیر مجموع دو علت از دانستن اثر فرد فرد آنها قابل محاسبه خواهد بود و امروزه این اصل در خیلی از موارد، استواری پیشین خود را از دست داده است^۱. آنچه که از اصل فوق باقی می‌ماند، اصلی عملی و تقریبی است که در شرایط مناسب به کار بسته می‌شود ولی نمی‌تواند بعنوان یک اصل کلی قابل قبول باشد. بدون تردید شکست اصل مزبور، علم را از اصالت انداخته و نامتعیین بودن آنرا بدرجات افزایش می‌دهد. اما هنوز هم اصالت نظری آن باندازه کافی برجاست و جز در موارد محاسبات خیلی دقیق و پیشرفته، می‌تواند بعنوان یک فرضیه مورد استفاده قرار بگیرد.

۱ - Dirac, the Principles of Quantum Mechanics, p. 130

فصل سوم

محدودیت‌های روش علمی

مجموعه معارف ما از دو حال خارج نیست؛ یا معرفت به حقایق جزئی و یا معرفت علمی است. جزئیات تاریخ و جغرافیا را باعتباری خارج از حیطه علم می‌دانیم؛ عبارت دیگر این قبیل معارف، مفروضات علم و سازنده شالوده‌ای هستند که علم روبنای آن بشمار می‌رود. اطلاعاتی از قبیل نام، تاریخ تولد، رنگ چشم پدر بزرگ و امثال آن را که مثلاً برای صدور گذرنامه لازمند، واقعیات خام (brute facts) می‌نامیم؛ وجود ژولیوسزار و ناپلئون در زمان گذشته و هستی کنونی زمین و خورشید و سایر اجسام فضائی را نیز می‌توان حقایق بیجان دانست؛ زیرا علیرغم اینکه غالب ما یسادی برای آنها قائل به وجود هستیم، اگر مسأله را اندکی جدی‌تر طرح کنیم به استنباط‌هایی نیل خواهیم کرد که ما را ناگزیر از تردید می‌سازند. اگر محصلی در کلاس درس تاریخ وجود ناپلئون را نپذیرد، با احتمال مورد تنبیه قرار می‌گیرد ولی از لحاظ یک شخص نتیجه‌گرا (pragmatist) دلائلی مطرح است که وجود تاریخی ناپلئون را قطعی نشان می‌دهد، با اینحال اگر محصل مورد بحث، نتیجه‌گرا نباشد خواهد اندیشید که اگر دلیلی بر وجود ناپلئون وجود می‌داشت، می‌بایستی معلم او فاش

۱ - Pragmatism (نتیجه‌گرایی) فلسفه‌ایست که ارزش حقیقت را از کارائی و نتایج عملی آن می‌سنجد. در نظر ویلیام جیمز حقیقت چیزی است که از لحاظ راه‌بردن زندگی و پاسخگویی به نیازهای تجربی غنی تر باشد و جان دیوئی عقیده را وسیله‌ای برای عمل می‌داند.

می کرد و بگمان من فقط معدودی از معلمان تاریخ می توانند از طریق یک استدلال قابل توجه نشان دهند که وجود ناپلئون یک افسانه نبوده است. منظور من این نیست که چنان استدلال هائی وجود ندارند، بلکه می خواهم بگویم که خیلی از مردم، آنها را نمی دانند. واضح است برای قبول مطلبی که از حیظه تجربه خود ما بیرون است، باید بدلائلی متکی باشیم و این دلائل معمولاً در منابع موثق منجم می شوند. وقتی برای اولین بار پیشنهاد شد که در دانشگاه کمبریج آزمایشگاه علوم تأسیس شود، تدهانت (Todhunter) عالم ریاضی با اعتراض گفت؛ نیازی نیست دانشجویان به آزمایش چیزی بپردازند که معلمان و الامقامی که غالباً هم از روحانیان کلیسای انگلیس هستند، صحت آنها را تضمین می کنند. بنظر تدهانت می توان در اینگونه موارد بمنابع موثق تکیه کرد، لیکن ما می دانیم که این تکیه بمنابع موثق تا چه اندازه نادرست است؛ با وجود این ناچاریم قسمت اعظم معارف خود را بر همان پایه بنا کنیم. من می توانم با تکیه به اقوال موثق، وجود دماغه هورن را بپذیرم و طبیعی است که ما نمی توانیم همه واقعیت های جغرافیائی را شخصاً تحقیق کنیم؛ مهم این است که مجال برای محقق ساختن (verification) این آگاهی ها موجود باشد و ضرورت ضمنی آن مورد قبول واقع شود.

بیانده به تاریخ برگردیم؛ هر اندازه بیشتر که در گذشته سیر می کنیم، بتدریج تردید ما فزونی می گیرد: آیا موجودی بنام فیثاغورث وجود داشته است؟ شاید. آیا وجود رومولو محقق است؟ شاید نه، رمو چگونه؟ با احتمال قوی نه. لیکن اختلافی که مابین دلائل وجود ناپلئون و رومولو وجود دارد، اختلاف ماهیت نیست بلکه اختلاف درجه است. حتی اگر جدی تر صحبت کنیم هیچکدام از اینها را نمی توان بعنوان حقایق مسلم پذیرفت زیرا هیچکدام در معرض تجربه مستقیم ما قرار نمی گیرند.

آیا خورشید وجود دارد؟ بسیاری از مردم خواهند گفت ما وجود خورشید را درمی یابیم و هستی خورشید با هستی ناپلئون همانند نیست. اما اگر چنین بیندیشند، بظنما رفته اند. فاصله ما از خورشید فاصله مکانی و از ناپلئون فاصله زمانی است. ما خورشید را نیز مانند ناپلئون از آثارش می شناسیم. مردم می گویند که خورشید را می بینند، ولی معنی سخن آنان جز این نیست که پرتوی از فاصله نود و سه میلیون میل گذشته و بر شبکه عصب بینائی و مغز تأثیر کرده است و این اثر که ما را در همه جا متأثر می کند، قطعاً عین مفهومی نیست که ستاره شناسان از خورشید دارند. در واقع می توان اثر مزبور را با وسائل دیگری هم ایجاد کرد: از لحاظ نظری می توان گلوله فلزی مذابی را در فضا بحالت تعلیق نگهداشت بطوریکه برای ناظر، عیناً منظره خورشید را مجسم کند و شاید بتوان این صحنه را طوری ترتیب داد که نمود آن از نمود خورشید واقعی قابل تشخیص نباشد، لذا مفهوم خورشید، استنباطی است از مجموع آنچه که می بینیم و نه در واقع شیئی نورانی که مستقیماً در معرض آگاهی ما باشد.

این هم از خصوصیات پیشرفت علم است که بتدریج حوزه عمل مفروضات تنگتر و میدان ادراک و استنباط فراختر می گردد. البته استنباط، بجز در کسانی که با شک فلسفی انس گرفته باشند، فرآیند کاملاً ناخود آگاهانه ایست. ولی این تصور نباید پیش بیاید که استنباط ناخود آگاه لزوماً صحیح است. کودکان چنین می اندیشند که در طرف دیگر آینه طفل دیگری وجود دارد و اگرچه این نتیجه را با یک پویش منطقی بدست نیآورده اند، با اینحال نظرشان صحیح نیست. چه بسا ما فهم ناخود آگاه ما، در واقع بازتابهای شرطی دوران کودکی ما هستند و بمحض رویارویی با کنجکاوی منطقی، بسیار سست بنیان می نمایند. فیزیک هم بر حسب ضرورت، تا حدودی بر این پیشداوری های غیرمجاز تکیه زده است. بنظر یک شخص ساده عادی، ماده چیزی صلب است، اما فیزیکدان چنین می اندیشد که ماده موجی است از احتمال که در