

---

وزلای سی. سالمون

ترجمه امیر دیوانی عضو هیأت علمی دانشگاه مفید

---

در این مقاله، سالمون به بررسی انتقادی تاریخ اندیشه‌های مربوط به معرفت در علوم طبیعی از راسل تا کوهن می‌پردازد. او الگوی قیاسی - فرضی، کل‌گرایی و نظریه بیسی و نیز مشکلات مربوط به استقرا و مشاهده را مورد بحث قرار می‌دهد. در پایان، نظریه کوهن را مطرح کرده و نقدهای خود را بر آن می‌آورد.

علوم طبیعی (فیزیک، شیمی، نجوم، زمین‌شناسی و زیست‌شناسی) برای معرفت‌شناسی اهمیت خاصی دارد، زیرا در مجموع شامل وسیع‌ترین، منظم‌ترین و قابل اعتمادترین معرفتی است که ما داریم. پیش از نیوتن، هندسه اقلیدسی<sup>۱</sup> که در تاریخ معرفت‌شناسی نفوذ زیادی داشت، چنین نقشی را ایفا می‌کرد.

پیش از نیمه دوم قرن بیستم، بسیاری از فلاسفه و دانشمندان علوم طبیعی (مثل ارنست ماخ و برتراند راسل) بنیان محکم و مطمئن معرفت علمی را در داده‌های حسی جست و جو می‌کردند. البته شیوه تازه‌ترین است که ادراک‌های متعلق به اشیای فیزیکی را که اندازه متوسطی دارند، به عنوان داده‌های اساسی برای علوم طبیعی به حساب می‌آورند. هرچند استدلال شده که داده‌های حسی پایه‌ای یقینی را فراهم می‌آورد، در حالی که ادراکات متعلق به اشیای مادی ممکن است غیرحقیقی<sup>۲</sup> [و اشتباه] باشد، اما بسیاری از فلاسفه از این‌که براساس داده‌های حسی، تفسیری منطقی از اشیای مادی ارائه دهند، قطع امید کرده و به پیروی از کارل پوپر (۱۹۵۹) و هانس رایشنباخ (۱۹۳۹)، بنیان فیزیکالیستی را می‌پذیرند و به خطاپذیری آن اعتراف می‌کنند. جست و جو برای یقین که قبلاً انگیزه [به وجود آمدن] پدیدارگرایی بود، به طور عمده ترک شده است. روی هم رفته، اشتباهات ادراک حسی، قابل کشف و اصلاح به حساب آمده است.

با فرض اساسی فیزیکالیستی، چند مشکل معرفت‌شناختی پیش می‌آید که مربوط به علوم طبیعی است. نخستین آنها مشکل انگشت‌نمای دیوید هیوم درباره توجیه استقرار است. علوم طبیعی، معرفت حوادثی را فراهم می‌آورد که هنوز اتفاق نیفتاده‌اند (مانند خورشید گرفتگی در آینده)، حوادثی که در گذشته دور اتفاق افتاده‌اند (مانند انقراض دایناسورها) و حوادثی که در جایی اتفاق می‌افتند که هیچ ناظر انسانی تجربه نکرده است (مانند اتفاقات سطح کره مریخ). این مسئله، مشکل استنتاج امور مشاهده نشده از امور مشاهده شده، یا به طور کلی، مشکل استنتاج‌های توسیعی<sup>۳</sup> را پیش می‌آورد؛ یعنی استدلال‌هایی که نتایج آنها دارای محتوایی ناظر به واقعی است که در مقدماتش موجود نیست. هیوم به شکل قانع‌کننده‌ای استدلال کرد که بدون فرض یکنواختی طبیعت<sup>۴</sup>، ما هیچ پایه عقلی برای این

نتیجه گیری نداریم که هریک از استنتاج‌های پیش‌بینی‌گر<sup>۵</sup>، حتی براساس مقدمات درست، بار دیگر نتایج درستی دارد. وی استدلال کرد که افزون بر این، محال است یکنواختی طبیعت را با استدلال‌های پیشینی یا پسینی اثبات کنیم. نتیجه گیری وی صرفاً این نبود که معرفت‌امور مشاهده نشده، خطا پذیر است - نکته‌ای که شکاکان در دوران باستان تشخیص داده بودند - بلکه این بود که نمی‌توان آن را حتی محتمل به حساب آورد. اگرچه به نظر می‌رسد که حمله هیوم بیشتر متوجه استقرا از طریق صرف شمارش است، ولی استدلال وی نسبت به هر صورت استنتاج توسیعی، قانع‌کننده است.

پاسخ‌های کاملاً منطقی به شکاکیت هیوم نسبت به استقرا داده شده است. ایمانوئل کانت که مدعی است با اثر هیوم از خواب جزمی بیدار شده، یک قیاس استعلایی را برای اصل کلی علیت مطرح کرد. پی.اف. استراسون (۱۹۵۲) که راه‌حلی را براساس زبان معمولی پیشنهاد کرده، استدلال می‌کند که مشکل هیوم درباره استقرا یک شبه مشکل<sup>۶</sup> است. راسل (۱۹۴۸) مجموعه‌ای از «اصول مسلم استنتاج علمی» را مطرح کرد. رودلف کارناب (۱۹۶۳) به «شهود استقرایی» به عنوان مرجع نهایی برای توجیه توسل جست. نلسون گودمن (۱۹۵۵) در رهیافتی نسبتاً شبیه به کارناب، سعی کرد اشکال جدید خود را درباره استقرا جایگزین اشکال قدیمی هیوم کند.

پوپر (۱۹۳۵) با حمایت از قیاس‌گرایی، یعنی این نظریه که علوم اصلاً استقرا را به خدمت نمی‌گیرد، تلاش کرد تا از این اشکال‌شانه خالی کند. رایشنباخ (۱۹۴۹ و ۱۹۳۸) توجیهی پراگماتیستی را پیش کشید. ظاهراً مشکلاتی اساسی این رهیافت‌ها را در محاصره قرار داده است. (سالمون، ۱۹۶۷).

علوم طبیعی، علاوه بر انجام استنتاج‌های ناظر به حوادث و واقعیات خاص، به اثبات قوانین عام<sup>۷</sup> هم اهمیت می‌دهد، (مانند حفظ کردن اندازه حرکت) با این فرض که این قوانین در هر زمان و مکانی در کل تاریخ جهان معتبر و برقرار است. روشن است که اشکال هیوم درباره استقرا بر این کار و برنامه تطبیق می‌شود. هیچ راه پیشینی برای اثبات این نوع قوانین در دست نداریم و هر روش پسینی متضمن استنتاج‌های توسیعی خواهد بود. به رغم وجود این مشکل، فیلسوفان مختلفی مسئله معرفت به قوانین را مطرح کرده‌اند. یک رهیافت سنتی، روش فرضیه و استنتاج<sup>۸</sup> (H-D) است. فرد با توجه به فرضیه H که مورد آزمون است، پیش‌بینی O را که مبتنی بر مشاهدات است، از H (همراه با شرایط اولیه<sup>۹</sup> مناسب) استنتاج

می‌کند. اگر صدق O ثابت شود می‌گویند فرضیه H تا حدودی تأیید شده است. یکی از مشکلات بسیار بزرگی که روش H-D دارد این است که اگر H به این صورت تأیید شود، H&X نیز تأیید می‌شود Xی که می‌تواند هر گزاره دلخواهی باشد.

در شاكلة H-D که پیش‌تر ذکر شد، اگر O کاذب درآید، شخص می‌تواند فوراً از راه رفع تالی<sup>۱۰</sup> به این نتیجه برسد که دست‌کم یکی از مقدمات آن کاذب است. اگر کسی به صدق شرایط اولیه اطمینان کافی دارد، می‌تواند به این نتیجه برسد که H مردود است. پوپر این شکل مثبت روش H-D را رد کرده و از روش «حدس‌ها و ابطال‌ها»<sup>۱۱</sup> حمایت می‌کند. طبق ادعای پوپر، روش علوم این است که فرضیه‌های جسورانه تبیینی را پیش می‌کشد (حدس‌ها) و آنها را در معرض سخت‌ترین آزمون‌های تجربی قرار می‌دهد تا در تلاشی صادقانه، آنها را رد کند. فرضیه‌هایی که پس از چنین آزمون‌های سخت‌گیرانه‌ای باقی می‌مانند، «توثیق شده»<sup>۱۲</sup> نامیده می‌شوند. تأکید این نکته حایز اهمیت است که «توثیق»<sup>۱۳</sup> صرفاً لغتی دیگر برای «تأیید»<sup>۱۴</sup> نیست. تأیید، احتمال فرضیه محل بحث را افزایش می‌دهد. فرضیه‌هایی که تا حد بالایی تأیید می‌شوند، احتمال زیادی دارند، اما فرضیه‌هایی که تا حد بالایی توثیق شده‌اند، طبق نظر پوپر احتمال بسیار کمی دارند [و درست نیستند]. شکل اصلی رهیافت پوپر این است که وقتی وی استقرا را از علوم بیرون می‌کند، هر قدرت پیش‌بینی‌گر را هم بیرون می‌راند. ما تنها از محتوای مشاهدات خود نمی‌توانیم چیزی دربارهٔ حوادث آینده استنتاج کنیم (سالمون، ۱۹۸۱).

پیردوئم (۱۹۵۴) نشان داد که ما افزون بر فرضیه‌ای که مورد آزمون است و گزاره‌های ناظر به شرایط اولیه‌ای که آزمون در آن شرایط ترتیب داده می‌شود، به فرضیه‌هایی کمکی<sup>۱۵</sup> هم نیاز داریم تا استنتاج نتایج مبتنی بر مشاهدات در شاكلة H-D به انجام رسد. وقتی این پیش‌بینی مبتنی بر مشاهدات کاذب از آب درآید، حق نداریم نتیجه بگیریم که فرضیه مورد آزمونی کاذب است. در نهایت می‌توان گفت که ربط و عطف فرضیه مورد آزمون و فرضیه‌های کمکی رد شده است. این ملاحظه و ملاحظات دیگر، بعضی از فلاسفه را که قابل توجه‌ترین آنها کواین (۱۹۵۱) است، به این نظریه کل‌نگرانه<sup>۱۶</sup> سوق داد که فرضیه‌های علمی خاص و جزئی، جداگانه امتحان نمی‌شوند، بلکه تمام تار و پود معرفت علمی با شاهد تجربی به عنوان یک کل مواجه می‌شود.

بسیاری از فیلسوفان به نظریه احتمالات به عنوان راهی برای فهمیدن تأیید فرضیه‌های

علمی توجه کرده‌اند. وسیع‌ترین و منظم‌ترین نمونه، منطق استقرایی کارناپ است که ویژگی‌های عمده آن در کتاب کارناپ (۱۹۵۲ و ۱۹۵۰) ارائه شده است. به شکل طنزآمیزی، در نظام کارناپ، احکام کلی که حیطة و میدان آنها شامل قلمروهای بی‌نهایت [اشیا] است، همیشه براساس شواهد محدود درجه تأیید صفر دارد. شخص باید به «تأیید مشروط مصداق» راضی شود؛ یعنی به تأیید غیرصفر این گزاره که تعمیم درباره مصداق مواجه شده بعدی دارای اعتبار است. اما این مسئله، مشکلی فنی است که می‌توان بر آن فایق شد (هیئتککا، ۱۹۶۶). یک اشکال خیلی جدی‌تر - و اشکال اصلی - این واقعیت است که کمیت و مقدار پیشینی احتمالات پیشین [=پیش از مشاهده] که به نظر می‌رسد کاملاً دلخواهی است<sup>۱۷</sup>، لازم است (سالمون، ۱۹۶۷).

آن‌طور که بسیاری از فلاسفه به این موقعیت نظر می‌کنند، کلید تأیید فرضیه علمی، قضیه بیس<sup>۱۸</sup> است. این قضیه را می‌توان چنین نوشت:

$$\Pr(H/E\&B) = \frac{\Pr(H/B) \Pr(E/H\&B)}{\Pr(H/B) \Pr(E/H\&B) + \Pr(-H/B) \Pr(E/H\&B)}$$

H فرضیه، B معرفت زمینه‌ای<sup>۱۹</sup> ما (از جمله شرایط اولیه و فرضیه‌های کمکی، اگر وجود داشته باشند) و E شاهد خاصی است که برای ارزیابی فرضیه H استفاده می‌کنیم. Pr(H/E&B) نیز احتمال H براساس شاهد E با توجه به زمینه B است. اگر یک آزمون فرضیه و استنتاج [H-D] که یک نتیجه مثبت دارد، هدایت شود، احتمال E/H&B مساوی یک می‌شود. احتمال (H/B) و (-H/B) به احتمالات پیشینی معروفند و شأن آنها مورد بحث بوده است. شخص‌گرایان<sup>۲۰</sup> که غالباً با عنوان «بیسی‌ها»<sup>۲۱</sup> به آنها اشاره می‌شود، می‌گویند که احتمالات پیشین، درجات باور ذهنی [=شخصی] است. ناقدان این نظریه به چنین تزییقی از ذهنیت [بعد درونی] به منطق علم اعتراض می‌کنند. منطق استقرایی کارناپ هم که پیش‌تر ذکر شد، وابسته به قضیه بیس است. در نظام کارناپ، احتمالات پیشین به نحو پیشینی اثبات می‌شوند. طرفداران تفسیر احتمال براساس فراوانی [=تواتر<sup>۲۲</sup>] یا گرایش [=میل<sup>۲۳</sup>] برای فراهم آوردن تفسیری معقول برای احتمالات پیشین سخت به زحمت افتاده‌اند (سالمون، ۱۹۶۷).

تا این‌جا مشکلات و مسائلی را ملاحظه کردیم که به معرفت امور واقعی که مشاهده نشده‌اند، مربوط بود، اما علوم طبیعی مسائلی را مطرح می‌کنند که به معرفت اشیا یا موجودات غیرقابل مشاهده مربوط می‌شود. در ابتدای قرن بیستم، بسیاری از فیلسوفان و

دانشمندان علوم طبیعی (مانند ماخ، کارل پیرسون و بعضی از اولین پوزیتویست‌های منطقی) وجود چنین اشیایی، همچون مولکول‌ها و اتم‌ها را انکار کردند. آنها با برگرفتن یک دیدگاه ابزارگرایانه معتقد بودند که مثلاً نظریه جنبشی مولکولی گازها، که ظاهراً به مولکول‌ها اشاره می‌کند، فقط ابزار مفیدی برای تنظیم تجربه ماست، ولی وجود چنین اشیایی را ثابت نمی‌کند. چیزی بیش از افسانه‌های مفید در کار نیست. در سالیان اخیر، بس‌ون فرازن (۱۹۸۰) از موضعی حمایت کرد که وی آن را «تجربه‌گرایی سازنده»<sup>۲۴</sup> می‌خواند و یک نوع ابزارگرایی نیست، بلکه درباره اشیای غیرقابل مشاهده یک طرز تلقی لادری‌گرایانه<sup>۲۵</sup> دارد. مقدار زیادی از مباحث فلسفی درباره این موضوع بر معنای اصطلاحات و گزاره‌های تئوریک [=نظری] متمرکز شده است. عملیات‌گرایان<sup>۲۶</sup> ادعا داشتند که هر مفهوم علمی معنادار از حیث عملیاتی بر حسب عمل‌های فیزیکی قابل تعریفند که می‌توان آنها را در آزمایشگاه یا در میدان و صحنه تحقیق و عملیات با «مداد و کاغذ» (مثل محاسبات یا استنتاج‌های ریاضی) انجام داد، در حالی که پوزیتویست‌های منطقی معنای یک گزاره را با تحقیق‌پذیری قطعی آن یکی می‌دانستند. بدین ترتیب، عملیات‌گرایان و پوزیتویست‌های منطقی انکار می‌کنند که ما بتوانیم نسبت به اشیایی که قابل مشاهده نیستند، معرفت داشته باشیم، چون بحث علی‌الادعا درباره آنها، سخت بی‌معناست. کارنپ (۱۹۵۶) میان پرسش‌های داخلی و بیرونی ناظر به وجود، فرق می‌گذارد. اگر کسی زبان رایج و استانده فیزیک و شیمی را [برای استفاده کردن] برگزیند، می‌تواند وجود داخلی [=داخل نظریه‌های آن دو] اتم‌ها و مولکول‌ها را با توسل به نظریه‌های استانده و رایج اثبات کند. این پرسش که آیا کسی باید یک چارچوب زبانی را که شامل اصطلاحاتی است که به اتم‌ها و مولکول‌ها اشاره می‌کند، [برای استفاده] برگزیند یا نه، یک پرسش بیرونی [بیرون از دستگاه محل بحث] است. این پرسش را باید با توجه به سود آن نظریه پاسخ داد، نه با توسل به استدلال‌های متافیزیکی ناظر به «وجود واقعی»<sup>۲۷</sup> این اشیا. یک پژوهش عالی در باب موضوعات ناظر به معنای نظریه‌های علمی را می‌توان در [کتاب] کارل جی. همپل (۱۹۵۸) یافت.

اما به نظر می‌رسد که تأکید بر معنای اصطلاحات و تئوریک، تا حدی بجا نیست. پرسش اصلی معرفت‌شناختی این است که آیا ما می‌توانیم به اشیای غیرقابل مشاهده معرفت داشته باشیم یا نه. روی هم رفته ما می‌توانیم گزاره‌هایی را درباره اشیای غیرقابل مشاهده بسازیم،

بی آن که از یک دسته اصطلاحات تئوریک خاص استفاده کنیم. جین پیرین، در کار خودش درباره حرکت براونی<sup>۲۸</sup>، تعداد زیادی کره‌های کوچک و ریز را از صمغ (ماده‌ای زرد و چسبناک) درست کرد. وی آن کره‌ها را در آب معلق کرد و حرکت‌های آنها را با میکروسکوپ مشاهده کرد و نتیجه گرفت که ذرات بسیار کوچک تری با آنها برخورد می‌کند. من اکنون بدون استفاده از هیچ اصطلاح غیرمشاهدتی، عوامل اصلی یک آزمایش تاریخ‌ساز را درباره واقیعت مولکول‌ها توصیف کردم؛ یعنی تعیین کردن عدد آوگادرو<sup>۲۹</sup> (تعداد مولکول‌ها در یک مول از هر عنصر).

مثال گفته شده نشان می‌دهد که ما می‌توانیم حداقل یک تقسیم سه بخشی تقریبی و حاضر و آماده را برقرار کنیم. در میان اشیایی که مستقیماً با حواس معمولی قابل ادراک حسی است و اشیایی که به نحو غیرمستقیم با استفاده از بسط‌دهنده‌های ابزاری حواس همچون میکروسکوپ و تلسکوپ قابل ادراک حسی‌اند و اشیایی که وجود و اوصاف آنها را می‌توان براساس مشاهدات مستقیم و غیرمستقیم استنتاج کرد. برای پرهیز از مصادره به مطلوب کردن مسائل معرفت‌شناختی، باید این امکان را در نظر داشته باشیم که مقوله دوم یا سوم یا هر دو تهی هستند، [یعنی هیچ مصداقی در واقیعت ندارند]. ما از آغاز با پذیرفتن رهیافتی فیزیکی‌الیستی مطمئن هستیم که مقوله اول خالی و تهی نیست.

ایان هکسینگ (۱۹۸۱) درباره مسئله مشاهدات میکروسکوپی با دقتی بی‌سابقه بحث کرده است و استدلال‌هایی قوی برای درستی آن مشاهدات ارائه داد. درست بودن مشاهده تلسکوپی را می‌توان با ملاحظات و دلیل‌هایی حمایت کرد که دست‌کم به همان مقدار قوی هستند. پس به نظر می‌رسد مقوله اشیایی که به نحو غیرمستقیم قابل مشاهده‌اند، تهی و خالی نیست. مشکل مقوله سوم هنوز باقی است. دست‌کم در این مرحله از تاریخ علم، دلیل قانع‌کننده‌ای نداریم تا ادعا کنیم که کوارک‌ها<sup>۳۰</sup> را در درون پروتون به وسیله آزمایش‌های شتاب‌دهنده<sup>۳۱</sup> می‌بینیم یا داخل خورشید را به وسیله [دستگاه‌های] آشکارکننده‌های نیوترین<sup>۳۲</sup> می‌بینیم.

مشکل وجود اشیایی که حتی به نحو غیرمستقیم قابل مشاهده نیستند، اساساً در علوم طبیعی به خاطر کار پیرین و دیگران تقریباً در اولین دهه قرن بیستم حل و فصل شد. این موضوع در کتاب تقریباً همگانی پیرین (۱۹۲۳) به طور کامل توضیح داده شد و مری‌جونیه با تفصیل تاریخی خوبی در کتابش (۱۹۷۲) به شرح و بسط آن پرداخت. لب استدلال این است:

از یک مجموعه آزمایش‌های فیزیکی که در ظاهر تفاوت زیادی با هم دارند، استخراج مقدار عدد آووگادرو ممکن است و مقادیرهای به‌دست آمده در همه این نوع آزمایش‌ها به شکل کاملاً قابل ملاحظه‌ای با هم مطابقت دارند. اگر ماده در واقع، از اشیایی چون مولکول‌ها، اتم‌ها، یون‌ها، الکترون‌ها و... تشکیل نیافته بود، این مطابقت، یک تصادف [=همه‌انگهی] نامحتمل و باورنکردنی می‌بود. تحلیل من از این استدلال برحسب علل مشترک است (سالمون، ۱۹۸۵)، اما حتی اگر از آن تحلیل دیگری شود، [باز] این استدلال بسیار قوی است.

[نحوه] تفکر جدید درباره معرفت‌شناسی علوم طبیعی به شدت تحت تأثیر کتاب توماس اس. کوهن (۱۹۶۲) بوده است؛ کسی که برای اهداف و مقاصد تحلیل فلسفی، بر اهمیت ملاحظات تاریخی تأکید کرده است. وی به جای این‌که رشد علوم طبیعی را به عنوان فرآیندی از جمع‌آوری تدریجی معرفت عینی نسبت به جهان مادی در نظر بگیرد، آن را مجموعه و رشته‌هایی از حوادث علم معمولی<sup>۳۳</sup> دانست که در پی دوران انقلاب علمی<sup>۳۴</sup> رخ می‌دهد. ویژگی هر دوره [از دوران] علم معمولی با یک الگو مشخص می‌شود و آن الگو شامل قلمرویی برای مسائل، مجموعه‌ای پذیرفته شده از روش‌های حل مسائل، اصول عام و نظریه‌هاست. وقتی مسئله‌ای در این قلمرو، از روش‌های موجود و در دسترس تخطی می‌کند [=نمی‌توان با آن روش‌ها به حل آن اقدام کرد]، آن را امری خلاف قاعده<sup>۳۵</sup> به حساب می‌آورند. افزایش بیش از حد امور خلاف قاعده، بحرانی را برای الگو<sup>۳۶</sup> رقم می‌زند و ممکن است انقلابی رخ دهد که در آن انقلاب الگوی جدیدی جای آن الگوی گذشته را می‌گیرد. پس از این تبدیل، دوره جدیدی از علم معمولی [=غیربحرانی] پیش می‌آید. به نظر کوهن، الگوی جدید [نه تنها] شامل الگوی گذشته نیست، بلکه با آن قابل مقایسه هم نیست؛ برای مثال الگوی جدید به جای حل مسائلی که برای الگوی قبلی غیرمعمول و عجیب بود، شاید صرفاً این مسائل را بی‌اهمیت دانسته، کنار می‌گذارد. برای عبور از [=عوض کردن] یک الگو به الگویی دیگر، به چیزی مثل تغییر گشتالتی<sup>۳۷</sup> نیاز داریم.

به نظر کوهن، انتخاب میان نظریه‌ها، که در الگوهای قدیم و جدید ارائه شد، تنها از ماهیات مشاهده شده و منطبق تعیین نمی‌شود، بلکه این انتخاب، قانع شدن و ارزش‌یابی راه می‌خواهد. گذر و انتقال از یک نظریه به نظریه دیگر، کاری اجتماعی است که دانشمندان آن را انجام می‌دهند. در هیچ مرحله و حد خاصی از این انتقال، چسبیدن به نظریه قدیم به جای روی آوردن به نظریه جدید غیرمعقول نیست. وقتی براساس چنین گفته‌هایی، فیلسوفان



مختلفی [آثار] کوهن را به عنوان انکارکننده عینیت علوم تفسیر کردند، وی به شدت این اتهام را انکار کرد. به نظر وی، علم فیزیک شکل گرفته بهترین نمونه از معرفت عینی‌ای است که ما داریم. برای فهم معرفت عینی ما نباید یک ملاک صوری را به نحو پیشینی مقرر کنیم، بلکه باید روش‌های علم فیزیک را بررسی کنیم. به گفته وی، وقتی این کار را انجام می‌دهیم، می‌بینیم که نظریه‌ها براساس معیارهایی چون سادگی، سازگار بودن، قلمرو، دقت و ثمرداشتن [=باروری] ارزیابی می‌شوند. این فهرست نه انحصاری است نه جامع، قواعد دقیقی نیز برای کاربرد عضوهای آن وجود ندارد.

من به این فکر تمایل دارم که دیدگاه کوهن، یعنی این دیدگاه که انتخاب نظریه از داده‌های تجربی و منطق فراتر می‌رود، مبتنی بر مفهومی [تصوری] بسیار تنگ‌نظرانه از منطق علوم است. اگر درباره تأیید علمی براساس قضیه بیس فکر کنیم، درمی‌یابیم که نه تنها احتمالات پیشینی نظریه‌های تحت بررسی رامجاز می‌داند، بلکه در واقع، آنها رامی‌طلبند. این احتمالات پیشینی احکامی ناظر به میزان اعتبار و قابل قبول بودن امور هستند. به نظر می‌رسد که دست‌کم پاره‌ای از معیارهایی که کوهن ذکر می‌کند، ارزیابی‌های کیفی [یعنی می‌گوید خوب است یا بد، نه چقدر] درباره احتمالات پیشین هستند. اگر با تأیید علمی برخوردی بیسی داشته باشیم، دست‌کم تا حد معتناهی، ظاهراً شکاف میان تحلیل‌های ناظر به معرفت در علوم طبیعی که بیشتر به تاریخ توجه دارد و رهیافت‌های سنتی‌تر را پر می‌کند (سالمون، ۱۹۹۰).

- 
1. Euclidean geometry
  2. veridical
  3. ampliative inferences
  4. uniformity of nature
  5. predictive inferences
  6. Pseudo - problem
  7. general laws
  8. hypothetic - deductive
  9. Initial conditions

10. *modus tollens*
11. conjectures and refutations
12. corroborated
13. corroboration
14. confirmation
15. auxiliary hypotheses
16. Holistic thesis
17. arbitrary
18. Bayes's theorem
19. background knowledge
20. Presonalists
21. Bayesians
22. frequency
23. propensity
24. constructive empiricism
25. agnostic attitude
26. operationists
27. real existence
28. Brownian movement
29. Avogadro's number
30. Quarks
31. accelerator experiments
32. neutrino detectors
33. normal science
34. scientific revolution
35. anomaly
36. paradigm
37. Gestalt - shift