

# علم متعارف و انقلابهای علمی

ملاحظات انتقادی دربارهٔ مناظرهٔ میان کارل پوپر و توماس کوهن

ولفگانگ اشتگ مولر\*  
ترجمهٔ شاپور اعتماد

دانشمندان علوم طبیعی و فیلسوفان تجربه‌گرا تفکر غالب به شمار می‌آمد، تلقی شد. به اعتقاد استقراء گرایان قانونمندیهای علمی از تجربه، یعنی از مشاهدهٔ منظم نظم‌هایی که در طبیعت یافت می‌شود، استنتاج می‌شوند. از سوی دیگر دیوید هیوم، فیلسوف انگلیسی، مدتها قبل در روش استقراء شك کرده بود و نشان داده بود که ما نمی‌توانیم نتیجه‌گیریهای خود را در مورد آینده به طور منطقی توجیه کنیم. و چون قوانین طبیعی ما را قادر می‌سازند تا چنان نتیجه‌گیری‌هایی کنیم، پس این قوانین هم قابل توجیه (justification) نیستند. البته به اعتقاد هیوم ما در واقع، در زندگی روزانه و در علم، دائماً از استقراء استفاده می‌کنیم، لیکن نمی‌توانیم آن را توجیه کنیم. استقراء گرایان بعدی همواره تلاش کرده‌اند تا راهی برای فرار از خردستیزی هیومی پیدا کنند و هر بار خود را با یافتن راه‌حل مثبتی برای مسألهٔ استقراء سرگرم کرده‌اند.

تعبیر پوپر از علم و تحول و عقلانیت آن از بیخ و بن با این تلاشها فرق دارد. به اعتقاد او ما باید عاقبت خود را از شر این دو راهی تأسف بار - یا عقل‌گریزی هیومی یا حل مثبت مسألهٔ استقراء - رها کنیم. نفی ریشه‌ای چنین نظریه‌هایی در مورد استقراء یکی از ویژگیهای اندیشهٔ پوپر است. همانطور که قبلاً اشاره کردم بنا بر تصور استقراء گرایان قوانین طبیعی را، که به کمک آنها می‌توان در مورد آینده نتیجه‌گیری‌هایی کرد، می‌توان از راه تجربی تثبیت کرد: یعنی از طریق مشاهدات مکرر نظم‌هایی را در فرایندهای طبیعی کشف می‌کنیم، و سپس آنها را به آینده نیز تعمیم می‌دهیم. آنگاه هر پیش‌بینی موفقی که با کاربرد قانون طبیعی معینی به دست آید تأییدی استقرایی برای این قانون به شمار می‌آید و در نتیجه احتمال صدق آن را افزایش می‌دهد. در حقیقت تلاش شده است تا قواعد این استنتاج‌های احتمالاتی استقرایی استخراج شود و به صورت يك نظام منطقی استقرایی سامان داده شود.

کارل ریچارد پوپر، منطق اکتشاف علمی، ترجمهٔ احمد آرام. تهران. سروش. ۱۳۷۰.

\_\_\_\_\_ منطق اکتشاف علمی (بخش اول)، ترجمهٔ سید حسین کمالی، تهران، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۰.

تامس س. کوهن، ساختار انقلابهای علمی، ترجمهٔ احمد آرام، تهران، سروش، ۱۳۶۹.

انتشار دو کتاب منطق اکتشاف علمی (در ۱۹۳۴) و ساختار انقلابهای علمی (در ۱۹۶۳) از مهمترین نقاط عطف در تاریخ فلسفهٔ علم به شمار می‌رود. کتاب نخست شیوهٔ استقرایی را که تا آن زمان شیوهٔ مسلم در کار علمی شمرده می‌شد منکر شد و مدعی شد که کار واقعی اهل علم به شیوهٔ دیگری صورت می‌گیرد و کتاب دومی راه تازه‌ای در نگرش به علم گشود که به جای ملاحظات منطقی، بررسیهای تاریخی را در کانون توجه قرار می‌داد.

انتشار همزمان دو ترجمه از کتاب پوپر و یک ترجمه از کتاب کوهن فرصتی پیش می‌آورد تا این دو کتاب و ارتباط تاریخی آنها را بهتر ببینیم. این کاری است که ولفگانگ اشتگ مولر فیلسوف آلمانی علم در این مقاله انجام داده است. در ترجمهٔ مقاله بخشهایی که با آراء پوپر و کوهن ربط مستقیم نداشت حذف شده است. پرداختن به ترجمه‌های کتاب پوپر و ترجمهٔ کتاب کوهن نیازمند فرصتی دیگر است.

یکی از جالبترین و در عین حال تندترین مجادله‌های فلسفی سالهای اخیر برخورد آراء کارل پوپر و شاگردان او با توماس کوهن (Thomas S. Kuhn) در مبحث «عقلانیت علمی» است. این برخورد آراء جوانب بسیار تازه‌ای از مسأله را برجسته و روشن کرده، زیرا کوهن برخلاف مخالفان مرسوم پوپر اختلاف نظر خود را به جای استدلالهای منظم منطقی بر تحلیلهای تاریخی استوار کرده است. برای آنکه این مجادله را بهتر درک کنیم نخست باید مختصری دربارهٔ تاریخچهٔ آن بیان کنیم.

نظر پوپر دربارهٔ روش شناسی علوم تجربی در دههٔ ۱۹۳۰ نوعی معارضهٔ افراطی و ریشه‌ای با روش استقرایی، که در میان

# منطق اکتشاف علمی

کارل ریمنوند پوپر

سیدحسین کمالی

عبدالکریم سرروش

شرکت نشرات علمی و فرهنگی

پوپر با این شیوه تفکر به کلی مخالف است. در نظر او قبول استقراء توهم صرف است. به اعتقاد او روش علوم طبیعی را باید به گونه دیگری تعبیر کرد. علوم طبیعی روشی انتقادی را به کار می‌بندند که کاملاً با روش اثبات تجربی فرق دارد.

در این روش، به جای اینکه بکوشیم تا نظری را اثبات کنیم یا احتمال آن را افزایش دهیم، می‌کوشیم تا از آن انتقاد کنیم. عوامل زیر در این روش شناسی منفی پوپر اساسی هستند: نخست اینکه همه قوانین طبیعی فرضیه، یعنی فرض یا حدس صرف، هستند. دوم اینکه در واقع هرگز نمی‌توان درستی این نوع حدسها را ثابت کرد، ولی امکان دارد که این گونه قوانین فرضی با مشاهدات معینی در تعارض قرار گیرند. اگر بخواهیم این مطلب را به زبان شعار بیان کنیم می‌توان گفت: قوانین طبیعی تصدیق‌پذیر نیستند، بلکه حداکثر تکذیب‌پذیرند. چنانچه قانونی طبیعی با دانش مشاهداتی پذیرفته شده‌ای در تعارض قرار گیرد، آنگاه عملاً نقض می‌شود، یا به عبارت دیگر، ابطال شده قلمداد می‌گردد. پوپر این روش را آزمودن قیاسی می‌نامد. او با این نامگذاری می‌خواهد تأکید کند که ما در علوم طبیعی، سوای واقعیت‌های تجربی، به چیز دیگری جز منطق متعارف نیاز نداریم. به اعتقاد او تلاش برای یافتن روش استقرایی از همان گام نخست محکوم به شکست است. گذشته از این تلاشی بیهوده است.

اگر استقراء گرایان به تجربه به چشم شاهدهی نگاه می‌کنند که قوانین را توجیه (justify) می‌کند، در نظر پوپر هر تجربه صرفاً یک مورد آزمونی دیگر است. به اعتقاد او برای فرضیه‌ها و نظریه‌ها توجیهی وجود ندارد. نظریه‌ها همیشه از راه گمانزنیهای نظری به دست می‌آیند، یعنی سرانجام مبنای آنها تصوراتی است که خود قابل توجیه نیستند. فرق میان آنها زمانی مطرح می‌شود که این پرسش پیش کشیده شود که آیا می‌توان فرضیه‌ای را که از راه گمانزنی به دست آمده است آزمایش کرد یا نه، و چگونه می‌توان این کار را انجام داد. نظریه‌های متافیزیکی از آنجا که خود را در معرض آزمایش تجربی قرار نمی‌دهند به این معنا گمانزنی محض به شمار می‌آیند، در حالیکه فرضیه‌های علوم طبیعی همیشه آزمایش‌پذیر هستند و در صورت عدم موفقیت کنار گذاشته می‌شوند.

اگر نظریه‌ای بطور تجربی ابطال شود، غالباً چندین فرضیه دیگر عرض اندام می‌کنند. توصیه روش شناسی پوپری این است که در این صورت از میان این فرضیه‌ها باید جسورانه‌ترین یعنی پرمحتوی‌ترین فرضیه را انتخاب کرد. از آنجا که هر گزاره پرمحتوی‌تر در مقایسه با گزاره‌ای که محتوای ضعیف‌تری داشته باشد از احتمال کمتری برخوردار است، قاعده روش شناسی پوپری، در نظر استقراء گرایان، پیشنهادی تناقض آمیز به نظر

می‌آید، زیرا ارجحیت را با محتمل‌ترین فرضیه نمی‌داند، بلکه همیشه نامحتمل‌ترین فرضیه را برتر می‌شمارد. اگر دانشمندان علوم طبیعی به توصیه استقراء گرایان گوش فرا داده بودند و همواره محتمل‌ترین فرضیه را انتخاب کرده بودند، در آن صورت از واقعیت‌های منفرد با فراتر نمی‌گذاشتند و هیچ کدام از نظریه‌های جالب و تحسین‌انگیز کپلر و نیوتن یا نظریه نسبیت و فیزیک کوانتومی هرگز به ذهن ایشان خطور نمی‌کرد. به اعتقاد پوپر، خوشبختانه دانشمندان بزرگی که این نظریه‌ها را ابداع کرده‌اند هیچ‌گاه به اندرزهای استقراء گرایان توجه نکرده‌اند.

تا اینجا در مورد واکنش عقلانی به ابطال نظریه‌ها از دید پوپر سخن گفتیم. هر دانشمندی که فرضیه جدیدی را طرح می‌کند طبعاً امیدوار است که چنین موردی پیش نیاید، و هر پیش‌بینی‌ای که او به یاری فرضیه خود کرده است تحقق یابد. در این حالت گفته می‌شود که نظریه جدید ابرام (corroborate) می‌شود و بنابراین می‌توان آن را برای پیشبرد تحقیق موقتاً مفروض گرفت و پذیرفت. اما هر مورد ابرام، و در نتیجه هر مورد پذیرش هر نظریه، صرفاً موقتی است، زیرا همواره تصور می‌توان کرد که آن فرضیه در آینده ابطال شود. این مطالب بیان دیگری از این واقعیت است که قوانین طبیعی حدس صرف هستند و به رغم ابرام دائمی، همیشه حدس صرف باقی خواهند ماند.

همیشه به نظر می‌رسد که گویا تعارض میان این دو تصور از استدلال علمی، یعنی میان استقراء گرایان، که بنا بر آن همه قوانین باید بطور تجربی توجیه شوند، و قیاس‌گرایی نوع پوپری، باید

در سطح منطقی فیصله یابد. گذشته از آن کسانی که این مباحثات را دنبال می‌کردند معمولاً چنین برداشت می‌کردند که اولاً این دو نظر در واقع دوراه‌حل کاملاً متمایز از یکدیگر است و ثانیاً راه‌حل دیگری وجود ندارد.

هر دو برداشت مذکور اکنون مورد تردید قرار گرفته است. در حالی که پوپر همچنان سرگرم حمله به استقرای گرای بود و شاگردان او تلاش می‌کردند تا روش شناسی او را تکامل دهند، ناگهان و بطور نامنتظر جریان مخالف جدیدی در اردوگاه تاریخ علم در برابر تفکر پوپری قد علم کرد. مهمترین و برجسته‌ترین نماینده این جریان توماس کوهن است. با آنکه کوهن در مخالفت با قواعد موجود برای استقراء با پوپر هم عقیده است اما انتقادگرایی پوپر را هم، از نظر تاریخی، به همان اندازه استقراء گرایی دورا واقعیت می‌داند. او با تأکید بسیار معتقد است که هیچ واقعه‌ای در تاریخ تحول علم وجود ندارد که با قالب پوپری ابطال کمترین شباهتی داشته باشد. اما اگر سیر تحول علوم طبیعی را نه برهان استقرایی تعیین کند و نه آزمون انتقادی، آیا نباید چنین نتیجه گرفت که این سیر تحول اصلاً فرآیندی غیر عقلانی است؟ در واقع بارها بر کوهن ایراد گرفته‌اند که در تحلیل‌های خود رفتاری غیر عقلانی به دانشمندان نسبت می‌دهد. آیا این ایراد وارد است؟

نخست چند نکته را یادآوری می‌کنیم: تأثیر روشنگر افکار پوپر در این بود که به یک توهم عظیم در مورد به اصطلاح «شناخت علمی» پایان داد. بنابر اندیشه او نظریه‌ها، که همواره حاکی از جهان‌اند، نه تنها اثبات‌پذیر نیستند بلکه از راه تجربی تأییدپذیر هم نیستند و حتی نمی‌توان آنها را کم و بیش محتمل ساخت. پس از این گام، آخرین گام قابل‌تصور را توماس کوهن برداشت، ولی این گام تنها به توهم‌زدایی صرف منجر نشد بلکه حیرت همگان را برانگیخت، زیرا بر طبق نظر او، نظریه‌های علوم طبیعی را حتی نمی‌توان به طور تجربی ابطال کرد. هیچ نظریه‌ای از طریق ابطال از بین نمی‌رود، بلکه از این طریق از بین می‌رود که نظریه جدید دیگری آن را از مقام خود خلع می‌کند و هواداران نظریه قدیمی بتدریج می‌میرند. «آیا این امر به معنای پایان کار عقلانیت علمی نیست؟» این پرسشی است که باید از خود کرد. در حالی که پوپر عقلانیت علمی را یکسره به عقلانیت قیاسی-منطقی منطبق و ریاضیات تحویل می‌کرد، به نظر می‌رسد که کوهن گامی فراتر می‌نهد و با این کار هر نوع عقلانیت علمی را منتفی می‌کند. برای آنکه روشن کنیم که آیا این ایراد واقعاً درست است یا نه، نخست باید تصویر کوهن از تحول علمی را با دقت بیشتری نگاه کنیم. کوهن با این تصور رایج مخالف است که رشد علم عبارت است از افزایش تدریجی دانش ما در مورد واقعیتها و قانونها، و

این رشد معرفت با رهایی مستمر از خطاها، اسطوره‌ها و خرافات سنتی ارتباط دارد. به اعتقاد کوهن علم، برخلاف آنچه از این تصویر سنتی به ذهن متبادر می‌شود، نه به گونه خطی تحول می‌یابد و نه به گونه انباشتی. بلکه تحول علمی به دو صورت نمونه‌وار صورت می‌پذیرد.

صورت اول عبارت است از علم متعارف (normal science). در اینجا، محققان در درون سنتی معین فعالیت می‌کنند، چارچوب مفهومی فعالیت آنها را هم سنت تعیین می‌کند و در مورد هر علم، این چارچوب «سرمشق» (paradigm) آن علم نامیده می‌شود. هر سرمشقی هم صورت مسائل را تعیین می‌کند و هم راه‌حل‌های نمونه را. گذشته از آن چگونگی نگرستن به جهان هم به آن بستگی دارد. از این رو، برای مثال، وقتی ارسطو به یک سنگ در حال نوسان نگاه می‌کرد سقوط غیر آزاد می‌دید، در حالی که گالیله در آن حرکت آونگی می‌دید.

دومین شکل علم عبارت است از تحقیق فوق‌العاده. این نوع علم سنت شکن مکمل علم متعارف مفید به سنت است، مکملی که به انقلابهای علمی منجر می‌شود و در این انقلابها سبک جدیدی از کار علمی جانشین سبک پیشین می‌شود.

نخست به بررسی تحقیق روزمره علم متعارف می‌پردازیم. در این نوع تحقیق، تلاش می‌شود تا از شر معماها یا مسائلی که سرمشق ما طرح می‌کند، خلاص شویم. ارتباط این کار با آزمایشهای انتقادی پوپری چیست؟ کوهن وجود چنین آزمایشهایی را انکار نمی‌کند، لیکن در وجود تجربه‌های ابطال کننده تردید می‌کند. به اعتقاد او موضوع چنین آزمایشهایی، به خلاف تصور پوپر، نه نظریه‌ها بلکه اشخاص است. چنانچه دانشمند متعارفی نتواند از شر مشکلات خود خلاص شود، این امر صرفاً خود او را بی اعتبار می‌کند و نه نظریه‌ای را که او با آن کار می‌کند. تجربه‌های ابطال کننده به معنای پوپری، به جای نظریه به شخصی که از آن نظریه استفاده می‌کند گزند می‌رسانند. هرگاه محقق نتواند سرمشق موجود را با واقعیتها انطباق دهد و نظریه را مسؤول این امر بداند، آنگاه به گفته کوهن، پیش همکاران خود به نجاری ناشی می‌ماند که گناه را به گردن ابزار خود می‌اندازد.

واکنش پوپر به استدلال کوهن بسیار آموزنده و جالب توجه است. به اعتقاد او، کسانی را که کوهن «دانشمندان متعارف» می‌نامد جزم اندیشانی باید شمرد بی بهره از قوه انتقاد، و متأسفانه این قبیل اشخاص در عالم علم به وفور دیده می‌شوند. و اگر حق هم به جانب کوهن باشد و هم به جانب پوپر، آنگاه، به نظر پوپر، ویژگی اصلی کار روزانه علوم طبیعی تلاش برای شناخت علمی نیست بلکه تلاش برای حاکمیت نابخردی است.

مقصود باید از تصور مرسوم در مورد نظریه‌های علمی دست کشید، یعنی از این تصور که نظریه‌های علمی دستگاهی از گزاره‌ها (یا نظامی از احکام) هستند، و به جای آن باید چنین نظریه‌هایی را به عنوان ساختاری ریاضی همراه با مجموعه‌ای از کاربردها تعبیر کرد. من این اندیشهٔ اساسی اسنید را تصور ساختاری نظریه‌ها می‌نامم.

هر نظریه‌ای همیشه کاربردهای بیشماری دارد و این کاربردها هیچ وقت از همان ابتدا مجموعه‌ای را که بطور دقیق تعریف شده باشد تشکیل نمی‌دهند، بلکه صرفاً به صورت مثالهای منفرد عرضه می‌شوند. در این صورت استفادهٔ کوهن از اصطلاح «سرمشق» را می‌توان به طور قانع کننده‌ای توجیه کرد. برای مثال، نیوتن برای نظریهٔ خود مثالهای سرمشق گونهٔ زیر را ارائه داد: منظومهٔ سیارات و منظومه‌های کوچکتر از آن، سقوط آزاد اجسام در نزدیکی سطح زمین، حرکت آونگ و نیز جزر و مد. آنچه دربارهٔ ساختار ویژهٔ نظریهٔ نیوتن می‌توان گفت چیزی بسیار کلی و انتزاعی است و صرفاً شامل تصور مشترک همهٔ فیزیکدانهایی است که در طول چند قرن در سنت نیوتنی فعالیت کرده‌اند، و هستهٔ اصلی این ساختار همان قانون دوم نیوتن است که معمولاً به صورت فرمول زیر بیان می‌شود: «نیرو عبارت است از وزن ضربدر شتاب». درست به همین دلیل این نظریه ابطال ناپذیر است. به هر حال هیچ کس تا به امروز نشان نداده است که چگونه باید قانون دوم نیوتن را ابطال کرد، یا به عبارت دیگر چگونه باید شکست طرح نظری نیوتن را اثبات کرد.

لیکن ساختار اساسی ریاضی و مثالهای سرمشق گونه تنها چارچوبی کلی برای تحقیقات بعدی ترسیم و فراهم می‌کنند. در اینجا بخش اول این چارچوب را، که توصیف دقیق‌ترش پیچیده است، «هستهٔ ساختاری ریاضی» یا به زبان ساده‌تر «هستهٔ ساختاری نظریه» می‌نامیم. یکی از مسائل دانشمندانی که می‌کوشند تا این چارچوب نظری را کامل کنند این است که برای کاربردهای نظریه قوانین خاصی پیدا کنند، همچنین باید نقاط پیوند، یا به اصطلاح «قیدها»ی را تعیین کنند که بر همهٔ کاربردهایی که با یکدیگر به طور جزئی انطباق دارند قابل تطبیق باشد. به این ترتیب، سرانجام، چارچوبی که نظریه تعیین کرده است تکمیل می‌شود و به صورت شبکه‌ای مرکب از قوانین خاص و فرضیه‌های خاص دیگر در می‌آید. در مورد این جزئیات حق به جانب پوپر است، زیرا در مورد آنها واقعاً با فرضیه‌هایی فرض-گونه سروکار داریم که نیازمند آزمایش انتقادی هستند.

توجیه منطقی این امر که با این حال نمی‌توان نظریه‌ها را ابطال کرد بسیار ساده است: ما انسانها تنها می‌توانیم تعدادی متناهی آزمایش انجام دهیم و شکست هیچ تعداد متناهی از



پوپر نتیجه‌ای بنیادی می‌گیرد، به این معنا که باید بر تصور غیرعقلانی علم متعارف غلبه کرد. بنابراین، او شعاری را از کارل مارکس اقتباس می‌کند و در مورد علم به کار می‌بندد، یعنی ضرورت تحقیق منطبق با انقلاب دائمی را. به اعتقاد او پیشرفت علمی تنها از راه آزمایش انتقادی مستمر و ابداع نظریه‌های جدیدتر و مهمتر میسر است.

متأسفانه حق به جانب هیچکدام نیست: نه به جانب کارل مارکس و نه به جانب کارل پوپر. حتی در چین امروز هم پذیرفته‌اند که در قلمرو سیاست نمی‌توان در حال انقلاب دائمی بسر برد، زیرا در این میان به دوره‌های قوام‌یابی نیاز است. اینکه در قلمرو علم هم تحول دائمی امکان ندارد و هر مرحلهٔ انقلابی همیشه باید چنین دورهٔ قوام‌یابی را در پی داشته باشد، بصیرت تاریخی مهم کوهن است. هر نظریهٔ جدیدی همواره شامل وعده‌های بسیار زیادی است که جز به طور گام به گام تحقق نمی‌پذیرند. و در مورد اعمال شرط انتقادی، که به موجب آن باید کلیهٔ نظریه‌های ابطال شده را کنار گذاشت، باید گفت که تحقق این شرط نه تنها علم را مؤثرتر نمی‌سازد بلکه احتمالاً آن را نابود می‌کند. زیرا موارد خلاف، به معنای پوپری کلمه، همیشه برای هر نظریه‌ای وجود داشته است.

با وجود این، واکنش انتقادی پوپر قابل فهم است. آیا نباید محققانی را که به فرضیه‌ای ابطال شده وفادار می‌مانند آدمی غیرمنطقی دانست؟ ج. د. اسنید (J. D. Sneed) فیلسوف آمریکایی علم نشان داده است که چگونه می‌توان توصیفهای تاریخی کوهن را از طریق تحلیل منطقی تکمیل کرد تا کار روزانهٔ علمی این ظاهر نابخرد نما را از دست بدهد. لیکن برای رسیدن به این

آزمایشهایی که برای تبدیل موفقیت آمیز يك نظریه به شبکه‌ای از قوانین انجام شود دلیل قطعی بر این امر نیست که چنان شبکه‌ای وجود ندارد. چنین شبکه‌ای ممکن است وجود داشته باشد ولی همچنان کشف نشده باقی مانده باشد.

به این ترتیب، ما يك استدلال پویری داریم، منتهی به جای آنکه اثبات ناپذیری قوانین را نشان دهد به اثبات ابطال ناپذیری نظریه‌ها می‌انجامد. پویر نشان داده است که موارد مثبت کاربرد هر قانون، به هر اندازه هم که باشد، باز برای ابرام آتی قانون کفایت نمی‌کند (يك میلیون بار مشاهده قوهای سفید مانع از ابطال گزاره «همه قوها سفید هستند» نشد و این گزاره به مجرد اینکه در استرالیا قوی سیاه کشف شد، ابطال شد). ما تلاش کردیم تا این مطلب را روشن سازیم که حتی تعداد بسیار زیادی آزمایش شکست خورده بر شکست قطعی يك نظریه دلالت نمی‌کند.

از این هم فراتر می‌توان رفت: حتی اگر همه متخصصان با کفایت به این نتیجه برسند که نظریه‌ای در زمینه معینی غلط است، باز هم آن نظریه رد نمی‌شود. این مطلب را به جای آنکه از طریق تحلیل منطقی نشان دهم به کمک يك مثال توضیح می‌دهم. نیوتن پیش بینی کرده بود که می‌توان پدیده نور را بالأخره روزی به کمک مکانیک ذره‌ای او توضیح داد. همه تلاشهایی که برای تحقق بخشیدن به این پیش بینی شد بیهوده از آب درآمد. در قرن نوزدهم نظریه موجی نور حاکم شد. ولی کسی نظریه نیوتن را ابطال شده قلمداد نکرد، بلکه صرفاً گفته می‌شد که «نور از ذرات تشکیل نشده است». به عبارت دیگر: در حوزه کاربرد نظریه تغییری ایجاد شد، به این معنا که پدیده الکترومغناطیسی از قلمرو اعتبار نظریه نیوتن کنار گذاشته شد.

اخیراً پویر انقلابهای علمی را از دیدگاه نظریه تکامل تعبیر کرده و تلاش کرده است تا نشان دهد که نظریه او نه تنها در سطح رفتار یادگیری جانداران تکامل یافته غیرانسان، بلکه حتی در زمینه ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی نیز نظایری دارد. به این ترتیب پویر می‌خواهد نشان دهد که تصور او نه تنها از لحاظ نظریه علم مستدل است، بلکه از لحاظ نظریه تکامل، یا حتی از لحاظ زیست‌شناسی مولکولی، نیز مبنایی محکم دارد. در این مقایسه، فرضیه‌های جدید با جهشها متناظر شمرده می‌شوند، و روش آزمون سخت با مفهوم انتخاب طبیعی متناظر دارد. در هر دو مورد دستورالعمل جدید واکنشی است به مسائلی که از درون ساختار پدید می‌آید، در حالی که حذف «خطاها» یا موجوداتی که خوب با محیط سازگار نباشند از طریق فشار خارجی صورت می‌پذیرد. به این ترتیب، ابطال فرضیه‌ها، در عالم ذهن، نظیر مرگ موجودی است که بر اثر جهش به وجود آید ولی درست با محیط سازگار نشود.

لیکن همین تعبیر پویر از فلسفه علم خود نقصی را در نظریه او بر ملا می‌سازد که کوهن به کمک تصویر خود از علم متعارف در رفع آن کوشیده است. در واقع می‌توان جهشهای موفق را با انقلابهای علمی مقایسه کرد، چنانکه پویر می‌کند. لیکن در هر دو مورد باید توجه داشت که حتی تحوّل تا این اندازه موفق هم همیشه باید دوره‌ای از قوام‌یابی را دنبال داشته باشد. به هر يك از «اختراعات قلمرو حیات» که بنگریم - به تشکیل غشاء، به پیدایش فتوسنتز، یا به شکل‌گیری هسته یاخته - می‌بینیم که در همه این موارد نخستین جهش موفق در واقع پیشرفتی است بنیادی و از لحاظ زمانی به موقع، لیکن این «جهش به جلو» در شکل اولیه خود همیشه ابتدایی است و پس از وقوع باید زمانی بر آن بگذرد تا به طور قابل توجهی بهبود یابد. احتمالاً صدها هزار سال طول کشیده است تا فرایند فتوسنتز، که زمانی یاخته‌ها به کمک آن خود را با نور خورشید به عنوان تأمین‌کننده انرژی تطبیق داده‌اند، شکل واپسین و مطلوبی را که امروزه در گیاهان زنده روی کره زمین می‌یابیم، یافته است.

چنین دوره‌های قوام‌یابی در زیست‌شناسی، با علم متعارف به معنای کوهنی آن در عالم فکر متناظر است. حتی يك انقلاب علمی که امید موفقیت آن می‌رود در وهله اول صرفاً نقطه شروع جدیدی، یا چارچوب صوری جدیدی فراهم می‌کند که تنها از راه خرده‌کاریهای طاقت فرسای فعالیت روزانه علمی قابل تکمیل است. تنها از راه این کارهاست که می‌توان نوید موفقیت نظریه جدید را به موفقیتی واقعی تبدیل کرد. اینکه چرا طول دوره‌های قوام‌یابی در علم حتی به طور تقریبی هم به اندازه مدت این دوره‌ها در زیست‌شناسی مولکولی نیست ناشی از این امر ساده است که ذهن بشر در کار خود هدف دارد، در حالی که در قلمرو مولکولی هر تغییری تابع بخت آزمایشی است.

حال اگر دوباره به سراغ کوهن برویم باید از خود بپرسیم: با توجه به مقاومت نظریه‌ها که او بر آن تأکید دارد، چگونه می‌توان تصور کرد که تحول علمی اصلاً رخ دهد؟ بنابر تصور تجربه‌گرایان و خردگرایان انتقادی، هر نظریه نخست باید در تجربه شکست بخورد تا نظریه جدید دیگری جایگزین آن شود. ولی از آنجا که این «شکست خوردن در تجربه» هیچگاه وجود خارجی نمی‌یابد، تاریخ هم نمی‌تواند چنین سیری داشته باشد. کوهن سیر واقعی تاریخ را به صورت گیرایی شرح داده است. قبل از وقوع هر انقلاب علمی، نظریه قدیمی دچار بحران می‌شود. مشکلات منفرد به مسائل ناهنجاری تبدیل می‌شوند که با سرسختی در برابر هر گونه راه‌حلی در چارچوب نظریه موجود مقاومت می‌کنند. چنانچه این مسائل ناهنجار انباشته شوند، در جمع متخصصان روحیه‌ای بحران زده پدید می‌آید. ناتوانی آنان در



غلبه کردن بر این نوع مسائل حالت عصبی فزاینده‌ای را در میان دانشمندان ایجاد می‌کند. احساس عدم اطمینان و ناخرسندی از چارچوب فکری سنتی شیوع پیدا می‌کند.

اکثر دانشمندان در واقع همچنان امیدواری خود را حفظ می‌کنند که بتوان در همان چارچوب نظریه موجود از شر دشواریها خلاص شد. لیکن اقلیت انگشت شماری دیگر چنین فکر نمی‌کنند، بلکه تلاش خود را متوجه چیزی کاملاً جدید می‌کنند. به این ترتیب، آنان قلمرو علم متعارف را ترك می‌کنند و برای آنان زمان تحقیق فوق‌العاده آغاز می‌شود. تفاوت بنیادی میان این فعالیت و علم متعارف از اینجا معلوم می‌شود که نظریه جدید، یا سرمشق جدید، حاصل تدریجی همکاری نزدیک چندین محقق نیست. در واقع، نظریه جدید ناگهان پا به عرصه وجود می‌گذارد، به قول کوهن، «گاهی در نیمه شب و در ذهن آدمی که سخت گرفتار بحران است.»

آنچه در این مورد نیز منتقدان کوهن را سخت بهت زده کرد نحوه توصیف سیر انقلاب علمی است، زیرا گاهی چنین به نظر می‌آید که با واقعیت‌هایی کاملاً غیرعقلانی سروکار داریم. بخصوص به نظر کوهن، چنین تحولاتی از راه استدلال صورت نمی‌گیرد، و نیز به نظر می‌آید که چنین واقعه‌ای را نمی‌توان صرفاً تحولی در قلمرو فکر دانست، بلکه به مراتب از آن عمیقتر و ریشه‌دارتر است. آن دسته از دانشمندانی که چنین تحولی را تجربه کرده‌اند غالباً طوری از آن سخن می‌گویند که گویی پرده‌ای از برابر دیدگانشان کنار رفته است، و به هیچ وجه اغراق نکرده‌ایم که بگوییم بعد از انقلاب علمی جهان برای آنان جهان دیگری می‌شود.

غالباً انقلابیون علمی نسبتاً جوان هستند. آنان با شیفتگی وصف‌ناپذیری در گسترش و تکمیل نظریه جدید، که آن را نویدبخش می‌پندارند، می‌کوشند. ابزاری که آنان برای اشاعه این نظریه به کار می‌گیرند برهان و استدلال نیست بلکه تلقین و تبلیغ است، و تجربه کسانی که شیفته نظریه جدید می‌شوند غالباً بی‌شبهت با تجربه ایمان‌آوری مذهبی نیست. اگرچه وضعی پدید می‌آید که درست مثل بحث و مناظره میان هواداران سرمشقه‌های متفاوت است، چه هوادار بظلمیوس یا هوادار کوپرنیک بحث کند و چه آینشتاین با فیزیک کوانتومی مجادله کند، این نوع مجادلات همیشه شکل ثابتی دارند، یعنی آنکه هر یک از طرفین مجادله فقط حرف خود را می‌زند و از شبه استدلال‌های دوری استفاده می‌کند. مخالفان نظریه جدید غالباً نمایندگان نسل قدیمی‌تر دانشمندان هستند. البته خطاست که بگوییم مقاومت آنان در مقابل نظریه جدید بر اثر لجاجت ناشی از کهولت است، به عکس، تجربه وسیع به آنان امکان می‌دهد تا نقاط ضعف و

نقصهای نظریه جدید را به روشنی تشخیص دهند. بنابراین پرسشی که پیش می‌آید این است که چگونه است که با وجود این، مقاومت در مقابل نظریه جدید درهم شکسته می‌شود؟ قضیه در اساس به همان اندازه که ساده است بیرحمانه هم هست: نظریه کهن و مدافعان آن می‌میرند. ماکس پلانک فیزیکدان کاملاً به این مطلب واقف بود، چنانکه از گفته زیر به وضوح پیدا است: «هر حقیقت علمی جدید از راه قانع ساختن مخالفان خود و تئویر افکار آنان پیروز نمی‌شود، بلکه از این راه پیروز می‌شود که مخالفان آن عاقبت می‌میرند و نسل جدیدی که رشد می‌کند از همان ابتدا با آن نظریه آشنا است.» لیکن باید به خاطر داشت که شهود فیزیکی به هیچ وجه بی‌تغییر نمی‌ماند. انقلابهای علمی با تغییر جهان بینی دانشمندان تغییری در شهود آنان ایجاد می‌کنند و بسیار طبیعی است که آدمهایی که دهها سال در چارچوب فکری معینی کار کرده‌اند نتوانند خود را با چنین وضعی انطباق دهند.

بنابراین می‌بینیم که به اعتقاد کوهن، برخلاف آنچه معمولاً به ما گفته می‌شود، پیروزی نظریه‌های علمی جدید از طریق امتحانهای سخت و آزمایشهای دقیق و استدلال حاصل نمی‌شود. بلکه به نظر می‌آید که عوامل تعیین کننده از این قبیل باشند: اعتقاد یافتن به چیزی نو و ترجیح دادن آن، همچنین تلقین و تبلیغ و نیز تجربه نگریستن از دیدگاهی نو، و عاقبت مرگ که سرانجام هر موجود زنده‌ای است.

طبعاً اکنون این پرسش مطرح می‌شود که چگونه می‌توان چنین تصویری از تحولات علمی را با تصور علم به عنوان مشغله‌ای عقلانی سازگار ساخت. همانطور که از نظر پوپر، نظری که ما در بالا خطا شناختیم، عالم متعارف فردی جزم‌اندیش و غیرانتقادی است، به اعتقاد بسیاری، انقلابیونی هم که کوهن توصیف کرده است آدمهای متعصب شبه مذهبی، و در نتیجه باز به نحو دیگری آدمهایی غیرانتقادی، هستند. آیا نظر کوهن بیشتر در مورد انقلابهای سیاسی و مذهبی صادق نیست تا در مورد انقلابهای علمی؟

لیکن این بار هم تناقضی که به نظر می‌آید صرفاً تناقضی ظاهری است. نظریه به صورتی که همه جزئیاتش تعیین شده باشد، محصولی است که در پایان کار به دست می‌آید، در آغاز جز چارچوب کلی و چند موفقیت جزئی چیزی به چشم نمی‌آید. گذشته از این، از آنجا که نظریه قدیمی، همانطور که دیدیم، ابطال‌ناپذیر است، در پیکار میان سرمشقه‌ها، نخست فقط ایمانها و امیدها در برابر یکدیگر می‌ایستند. مدافعان نظریه قدیمی همچنان ایمان و امید دارند که بتوان در همان چارچوب سرمشق قدیمی از شر همه مشکلات خلاص شد. از سوی دیگر، انقلابیون جوان نظر دیگری دارند، آنان هم ایمان و امید دارند که موفقیت آغازین

نظریه جدیدشان روزی به يك پیروزی تمام عیار بینجامد. در آغاز کار هم نمی‌توانند چیزی جز ایمان و امید داشته باشند.

به این پرسش که، با وجود چنین تصویری از تحولات علمی، دیگر معنای پیشرفت علمی چه می‌تواند باشد، می‌توان در چارچوب تصور ساختاری از نظریه‌ها پاسخ داد. زیرا نظریه‌های به ظاهر بسیار متفاوت هم، اگر به چشم ساختارهای ریاضی به آنها نگاه کنیم، با یکدیگر قابل مقایسه‌اند. در این صورت مفهوم پیشرفت این است که ساختار قدیمی به ساختار جدید تحویل پذیر باشد، به این معنی که ساختار جدید هم از عهده کارهای ساختار قدیمی برآید و هم مشکلات آن را رفع کند. می‌توان این مفهوم را پیشرفت درونی نامید. پیشرفت علمی، اگر به این مفهوم در نظر گرفته شود، با نیروهای روانی که به نظر کوهن در آغاز کار نظریه‌ها در پذیرش و اشاعه آنها عامل تعیین کننده‌اند، کاملاً سازگار است. به عبارت دقیقتر می‌توان گفت: هر جا که پیشرفت واقعی وجود داشته باشد، عواملی چون تلقین و تبلیغ موقتاً نقش تعیین کننده ایفا می‌کنند تا ایمان به نظریه جدید همچون ایمان به نظریه‌ای پیشرفته (یا مترقی) اشاعه یابد. این ایمان به ترقی طبعاً باید در آینده به واقعیت بپیوندد، و این امر به این صورت رخ می‌دهد که موفقیت‌های پراکنده اولیه با غلبه بر مشکلات به موفقیتی واقعی تبدیل می‌شود و از صورت ادعای صرف بیرون می‌آید.

هرگاه از زاویه دید امروزی به گذشته نگاه کنیم می‌توانیم بگوییم که تصورات پوپر و کوهن با یکدیگر سازگارند و حتی شاید مکمل هم باشند، به شرط آنکه بصیرت‌های دوطرف مجادله را به مقیاس صحیحی بسنجیم و از اغراق‌های هر دو برحذر باشیم. از نوشته‌های کوهن گاهی چنین بر می‌آید که گویی در علوم طبیعی نه از آزمایش خبری است نه از ابطال: این حکم با چنین کلیتی قطعاً درست نیست. بی‌شک یکی از فعالیت‌های دانشمندان متعارف، که کوهن همه را تحت عنوان «معما حل کردن» (یا جدول حل کردن) خلاصه می‌کند، آزمایش مستمر قانونمندیهای تجربی است. لیکن این آزمایشها همواره چنان طراحی می‌شوند که در هسته ساختاری موجود، در چارچوب کلی سنتی که دانشمندان آن کار می‌کنند، تردیدی ایجاد نشود، زیرا موضوع آزمایش فرضیه‌های خاصی است که کنار گذاشتن آنها آسیبی به خود نظریه نمی‌رساند. مثلاً، نمایندگان فیزیک نیوتنی چندصدسال مدافع بسیاری فرضیه‌های متعارض بودند، با این همه در چارچوب سنت واحدی کار می‌کردند. به عبارت دیگر همه آنها به نظریه نیوتنی اعتقاد داشتند.

اما مواضع پوپر و کوهن از یک جنبه اساسی باهم ناسازگارند. پوپر مانند بسیاری دیگر از فلاسفه واقع‌گرا از پیشرفت علم تصویری معطوف به هدف دارد. بنابراین تصور «ساختار راستین

طبیعت» یکی و فقط یکی است، و پیشرفت علوم طبیعی کوششی است که هدف آن نزدیک شدن هر چه بیشتر به این حقیقت واحد است. تا زمانی که محمول «راست» در مورد جملات یا گزاره‌ها به کار برده شود، به چنین مفهومی از حقیقت و راستی مطلقاً ایرادی وارد نیست. همانطور که تارسکی (A. Tarski) منطق‌دان نشان داده است می‌توان مفهوم جملات راست (صادق) را برای زبانهای صوری به عنوان مفهومی که هم دقیق است و هم از لحاظ مضمون رساست، به کار برد. اما سخن از ساختار راستین طبیعت گفتن چیزی جز استعاره صرف نیست. به اعتقاد من تشخیص این مطلب یکی دیگر از خدمات کوهن به شمار می‌آید. به اعتقاد او، به پیشرفت همیشه باید به چشم پیشرفت دانسته‌های ما نگاه کرد و نه به عنوان پیشرفت به سوی هدفی که می‌خواهیم به آن نایل شویم.

البته این تعبیر هم در نگاه نخست استعاره صرف است، ولی می‌توان تحلیل دقیقتری را جانشین آن کرد. مفهومی که در این زمینه در اختیار داریم و می‌توان آن را دقیق بیان کرد مفهوم پیشرفت شاخه‌شاخه یا پیشرفت چنگالی است. همانطور که قبلاً گفتم، وقتی يك نظریه مترقی نظریه رایجی را خلع می‌کند انتظاری بیش از این از آن نمی‌توان داشت که همه پدیده‌هایی را که نظریه پیشین می‌توانست تبیین کند به همان خوبی یا حتی بهتر از آن توضیح دهد، و گذشته از آن بتواند موارد خاص دیگری را هم توضیح دهد و پیش بینی کند. از این معیار پیشرفت نتیجه نمی‌شود که پیشرفت تنها از يك طریق تحقق پذیر است. وقتی در بالا از امکان پیشرفتهای شاخه‌شاخه سخن گفتم منظور همین مطلب بود.

چنین شاخه‌شاخه شدنی در هر دو صورتی از علم که کوهن توصیف کرده است امکان پذیر است. مثلاً در دوره علم متعارف، یعنی در زمان کارکردن در درون يك چارچوب نظری واحد، ممکن است دو تعمیم مختلف کاربردهای نظریه، هر کدام به تنهایی و جداگانه، قابل اجرا باشد، به طوری که باید یکی از آنها را انتخاب کرد و هر دو را نتوان انتخاب کرد. یا آنکه ممکن است آدمی بر سر این دوراهی قرار گیرد که قوانین جدیدی را به نظریه اضافه کند بدون آنکه حوزه کاربرد آن را گسترش دهد، یا آنکه این حوزه را گسترش دهد ولی از غنی تر شدن قوانین چشم پنهان. در چنین مواردی باید تصمیم گرفت، و این تصمیم‌گیری، مانند همه تصمیم‌گیریها، برداوریهایی ارزشی استوار خواهد بود. از این هیجان‌انگیزتر، امکان پیشرفت شاخه‌شاخه در زمان انقلابهای علمی است. در اینجا کاملاً عادی است که در برابر هر نظریه بحران زده چندین نظریه مختلف و رقیب یکدیگر موجود باشد که همه نامزدهای موجهی برای جانشینی نظریه قدیمی، یعنی همه از نظریه قدیمی مترقی تر، باشند. اما ممکن است این نظریه‌های رقیب، در عین حال که همه کاربردهای نظریه پیشین را

شامل می شوند، با یکدیگر ناسازگار یا حتی مقایسه ناپذیر باشند. مثلاً به این دلیل که مفاهیم نظری مختلفی را به کار می گیرند یا آنکه تنها برخی از کاربردهایشان مشترک است. در اینجا باز باید تصمیم گرفت که کدامیک از این نظریه های رقیب را می خواهیم اختیار کنیم: همه را یا فقط چند تا از آنها را یا فقط یکی از آنها را. کوهن بارها تأکید کرده است که تحول علمی بدون داوریهای ارزشی امکان ناپذیر است. بسیاری از فلاسفه این گفته را به معنای اقرار به نوعی ذهنی گرایی ریشه ای در بحث معرفت یا حتی به معنای تسلیم در برابر نسبی گرایی دانسته اند، ولی واقعیت امر چیز دیگری است و نظر او را در حقیقت می توان تعبیر جدیدی از نظریه کانتی تقدم حکمت عملی بر حکمت نظری دانست.

تقریباً همه فلاسفه، و نیز غالب دانشمندان علوم طبیعی، می پندارند که پیشرفت علمی فرایندی خطی و هدفدار است. تا زمانی که در سطح تجارب ابتدایی باقی بمانیم، این تصویری بهره از حقیقت نیست. زیرا در این سطح آدمی کاری جز این ندارد که نظمهای تجربه روزانه را انتظام بخشد و آنها را دسته بندی کند. لیکن پا به پای استفاده بیشتر علوم طبیعی از ساخته های نظری و ساختارهای ریاضی، این تصور یکجانبه و گمراه کننده می شود. اعتقاد به این نظریه در اصل از اعتقاد به این اسطوره آب می خورد که طبیعت ساختار راستینی دارد. در پابرجایی این تصور يك فرضیه خیالی دیگر هم دخیل است، و آن این است که ما در علوم طبیعی صرفاً با فعالیتی سروکار داریم که حکمت نظری نام دارد؛ فعالیتی که در آن دیدگاههای عملی هیچ نقشی ایفا نمی کنند. ذهن علمی موجودی زنده جاودان فرض می شود که وقت نامحدود دارد و علاوه بر این در سرزمینی افسانه ای به سر می برد که در آن اسباب تحقیق هرگز کمیاب نمی شود.

در مقابل این تصویر می توان در مورد علوم نیز تصویر درخت تکامل موجودات زنده را با تمام شاخه ها و تقسیم بندیهایش، که هر بار شکلی جدید دارند، مجسم کرد. در اینجا نظیر درخت تکامل، پیشرفت شاخه شاخه علم است که می تواند با مفهوم پیشرفت عقلانی کاملاً سازگار باشد. بنابراین جای پرسش نیست که چرا علم به طور خطی پیشرفت می کند، بلکه باید پرسید که چرا ما این شاخه ها را معمولاً نمی بینیم. در اینجا است که تعبیر جدید نظریه کانت مطرح می شود. در این تعبیر حکمت عملی، یعنی حکمت انسان-انسان نه به عنوان موجودی صاحب عقل بلکه به عنوان موجودی صاحب اراده و در نتیجه متکی به تصمیم گیریهای عملی-برتری می یابد. نظر عقلانی و کردار معقول مستقل از یکدیگر نیستند، و در حقیقت اولی از لحاظی تابع دومی است. وقتی امکانات مختلفی برای پیشرفت فراهم می شود، باید تصمیمهایی گرفت که تنها از لحاظ نظری توجیه پذیر نیستند.

در دنیای انسانی ما، دنیایی که در آن زیر فشار ضیق وقت قرار داریم و با امکانات مادی محدود و کم مواجه هستیم، مسأله پیشرفت به مسأله تصمیم گیری معقول درباره راهی که باید در پیش گرفت تبدیل می شود. اینکه مسیر تحول پس از وقوع کم و بیش خطی به نظر می آید به این سبب نیست که در طبیعت اساساً فقط يك راه برای تحول «ایده آل و از پیش تعیین شده» وجود دارد، بلکه در حقیقت به این دلیل است که بر سر دوراهی انسان در مقام موجودی اهل عمل دخالت می کند و تصمیم می گیرد که فلان یا بهمان مسیر تحول را که به نظرش مخاطره آمیز یا پیچیده یا مستلزم هزینه سنگین می آید در پیش نگیرد. همین معنای جدید نظریه ای است که پیشتر به آن اشاره شد: در دنیای انسانی ما تعقل نظری مآلاً تابع تعقل عملی است.

اگر این نتیجه را با حکمی که قبلاً در مورد مصونیت نظریه ها در برابر ابطالهای تجربی بیان کردیم، مربوط کنیم، آنگاه باید گفت که تصویر جدید ما از پیشرفت علم از دو لحاظ با تصویر سنتی آن فرق دارد. اول اینکه، حتی اگر در مورد داده های تجربی شك نکنیم، باز هم هرگز نمی توان یقین داشت که دیدگاههای نظری قبلی که کنار گذاشته شده اند همواره به همین حال بمانند، بلکه بالقوه می توانند زندگی نو بیابند. و دوم اینکه سیر تحول الزاماً در امتداد يك جهت معین نیست. این دو نظریه مستلزم هیچ نوع عقل ستیزی نیستند، و نیز به ذهنی گرایی و نسبی گرایی هم منجر نمی شوند، و در حقیقت با يك مفهوم معقول از پیشرفت علمی هم، که قابل تنظیم و تنسيق دقیق باشد، سازگارند.

چنین تصویری از پیشرفت، که انشعاب را مجاز می داند و با اشکال گوناگون سیر تحول و انواع علم سازگار است، بر مراتب پیش از تصویر علم به عنوان فرایند هدفدار معرفت، که سیر آن در جهت رسیدن به حقیقت واحدی است، با تصور ما از تحول کلی نوع بشر و نهادهای اجتماعی آن تطابق دارد.

حاشیه:

\* این مقاله از کتاب زیر ترجمه شده است:

Wolfgang Stegmüller, *Rationale Rekonstruktion von Wissenschaft und ihrem Wandel*, Philipp Reclam jun. Stuttgart, 1979, pp. 108-130.

اصل مقاله نخستین بار در نشریه زیر چاپ شده است:

*Wissenschaft und Weltbild* 29, 3/4 (1976), pp. 169-180  
نویسنده مقاله ولفگانگ اشتگ مولر (۱۹۹۱-۱۹۲۳) در اینسبروک (Innsbruck) متولد شد. وی تحصیلات خود را در رشته اقتصاد و سپس فلسفه به پایان رساند و در سال ۱۹۵۸ استاد فلسفه در دانشگاه مونیخ شد. اشتگ مولر نقشی اساسی در احیای سنت فلسفه تحلیلی در آلمان داشت. آثار اصلی او عبارتند از:

*Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie*

(جریانهای اصلی فلسفه معاصر، چهار جلد)

*Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*

(مسائل و نتایج فلسفه علم و فلسفه تحلیلی، چهار جلد)