

# “تقویت” نظریه‌ها

هیلاری پاتنم

ترجمه حسن میاننداری\*

## اشاره

در این مقاله هیلاری پاتنم به نقد آرای پوپر درباره روش‌شناسی علمی می‌پردازد. وی دیدگاه پوپر درباره استقرا را تبیین و سپس آن را نقد می‌کند. به اعتقاد پوپر اگرچه دانشمندان از استقرا استفاده نمی‌کنند اما نظریه‌های علمی می‌توانند از راه استقرا تقویت شوند. بدین‌سان پوپر، نظرگاه خاصی درباره استقرا دارد و تا اندازه‌ای نقش آن را در علم می‌پذیرد.

واژگان کلیدی: تقویت، استقرا، روش‌شناسی علمی، علم متعارف.

\*\*\*

سرکارل پوپر فیلسوفی است که آرای وی، تقریباً بر کار همه طالبان فلسفه علم تأثیر گذارده و آنان را برانگیخته است. این تأثیر را می‌توان تا حدی با صرافت طبع پاره‌ای نگرش‌های بنیادین سرکارل توضیح داد: «فلسفه هیچ روش خاصی ندارد». «رشد معرفت (knowledge) را می‌توان به بهترین وجهی از طریق رشد معرفت علمی (scientific knowledge) مورد مطالعه قرار داد.» فیلسوفان نباید متخصص باشند. من خود تنها به این دلیل به علم و فلسفه علاقه‌مندم که دوست دارم چیزی راجع به معمای جهانی که در آن زندگی می‌کنیم و معمای معرفت بشر به آن

---

\*. عضو هیأت علمی مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران.

جهان، یاد بگیریم؛ و معتقدم که تنها احیای علاقه به این معما است که می‌تواند علم و فلسفه را از ایمان تاریک‌اندیشانه به مهارت ویژه متخصص و معرفت و مرجعیت شخصی او نجات دهد. شاید این نگرش‌ها کمی تنگ‌نظرانه باشند. (آیا نمی‌توان رشد معرفت را بدون مطالعه رشد معرفت علمی بررسی کرد؟ آیا مسائلی که پوپر ذکر کرده تنها ارزش نظری ندارند، صرفاً «معماهایی» نیستند؟) اما بسیار کم‌تر از نگرش‌های کثیری از فلاسفه دیگر تنگ‌نظرانه‌اند؛ و «ایمان تاریک‌اندیشانه‌ای» که پوپر علیه آن اخطار می‌دهد، واقعاً خطرناک است. این تأثیر تا حدی ناشی از واقع‌گرایی پوپر، نپذیرفتن نظریات خاصی که پوزیتیویست‌ها در باب معنی دارند، و جدا دانستن مسائل روش‌شناسی علم از مسائل متنوعی درباره تفسیر نظریات علمی که داخل در نظریات پوزیتیویست‌ها درباره معنی هستند و هنوز فلاسفه پوزیتیویست راجع به آن فریاد برمی‌آورند، می‌باشد.<sup>۱</sup>

من در این مقاله می‌خواهم آرای او را در باب روش‌شناسی علمی - در باب آنچه که عموماً «استقرا» خوانده می‌شود، هرچند پوپر این مفهوم را نمی‌پذیرد - بررسی کنم، و به ویژه مفروضات مشترک او را با فلسفه علم متداول، و نه مفروضات خاص خودش را، نقد کنم. زیرا فکر می‌کنم که چند مفروض مشترک وجود دارد، و اینکه راه ناصواب نگرستن به علم می‌باشند.

### ۱. نظریات پوپر درباره «استقرا»

خود پوپر از اصطلاح «استقرا» برای اشاره به هر روش اثبات یا نشان دادن صدق (یا حتی احتمال) قوانین کلی براساس داده‌های مشاهده‌ای یا آزمایشی (آنچه که او «گزاره‌های پایه» می‌خواند) استفاده می‌کند. آرای او اساساً هیومی است: چنین روشی وجود ندارد و نمی‌تواند وجود داشته باشد. یک اصل استقرا یا باید ترکیبی پیشینی باشد (امکانی که پوپر نفی می‌کند)، یا با اصلی از مرتبه بالاتر موجه گردد. اما راه دوّم ناگزیر به تسلسل می‌انجامد.

آنچه تازگی دارد این است که پوپر نه نتیجه می‌گیرد که علم تجربی ناممکن است و نه اینکه مبتنی بر اصولی است که خودشان نمی‌توانند موجه گردند؛ بلکه موضع او این است که علم تجربی واقعاً متکی به اصل استقرا نیست!

پوپر منکر این نیست که دانشمندان قوانین کلی را ابراز می‌دارند، و این را هم نفی نمی‌کند که آنها این قوانین کلی را با داده‌های مشاهده‌ای می‌آزمایند. آنچه او می‌گوید این است که وقتی دانشمندی قانونی کلی را تقویت می‌کند، بدین وسیله ابراز نمی‌دارد که آن قانون درست یا حتی

محتمل است. «من این قانون را به درجه بالایی تقویت کرده‌ام» تنها بدین معنی است که «من این قانون را تحت آزمایش‌های سخت قرار داده‌ام و در مقابل آنها تاب آورده است». قوانین علمی *ابطال‌پذیرند* نه اثبات‌پذیر چون دانشمندان حتی نمی‌کوشند که قوانین را اثبات کنند و فقط در پی ابطال آنها هستند، مسئله هیوم دامنگیر دانشمندان تجربی نمی‌شود.

## ۲. نقد مجمل نظر پوپر

واقعیت قابل توجهی درباره کتاب پوپر *منطق اکتشاف علمی* این است که واجد اندکی اشارات مختصر به کاربرد نظریات و قوانین علمی است؛ و همه آنچه گفته شده این است که کاربرد، آزمون دیگری برای قوانین است: «نظر من این است که ... نظریه پرداز به تبیین فی نفسه علاقه‌مند است، به تعبیر دیگر، به نظریات تبیین‌گر آزمون‌پذیر؛ کاربردها و پیش‌بینی‌ها تنها به دلایل نظری، توجه او را جلب می‌کنند، زیرا آنها می‌توانند به منزله آزمون نظریات به کار آیند.» (LSD p. 59)

زمانی که دانشمندی قانونی را می‌پذیرد، وی به دیگر انسان‌ها توصیه می‌کند که به آن اتکا کنند - اغلب در امور عملی اتکا کنند. پوپر تنها با بیرون راندن بالمره علم از زمینه‌ای که فی الواقع در آن پدیده آمده - زمینه انسان‌هایی که می‌کوشند جهان را تغییر دهند و به مهار خویش درآورند - می‌تواند نظر خاص خویش را در مورد استقرا حتی پیش نهد. اندیشه‌ها فقط اندیشه نیستند؛ راهنمای عملند. تصور ما از «معرفت»، «احتمال»، «یقین» و غیره، همگی به عمل مرتبطند و غالباً در زمینه‌هایی به کار می‌روند که عمل مطمح نظر است: آیا من می‌توانم با اطمینان به اندیشه خاصی تکیه کنم؟ آیا می‌توانم عجلتاً با احتیاط بر آن تکیه کنم؟ آیا لازم است بازبینی‌اش کنم؟

اگر «این قانون با درجه بالایی تقویت شده»، «این قانون مقبول علم است»، و تعبیری مشابه صرفاً به این معنی باشند که «این قانون در مقابل آزمون‌های سخت تاب آورده است» و هیچ نمی‌گوید که قانونی که تا به حال در مقابل آزمون‌های سخت تاب آورده، احتمالاً پس از این هم در مقابل آزمون‌های دیگر، نظیر آزمون‌های ناشی از کاربرد یا تلاش برای کاربرد، تاب خواهد آورد، آنگاه حق با پوپر است؛ اما علم در نتیجه، فعالیت کاملاً بی‌اهمیتی خواهد شد. عملاً بی‌اهمیت خواهد شد، زیرا دانشمندان هیچ‌گاه به ما نخواهند گفت که قانون یا نظریه‌ای برای اهداف عملی قابل اتکا است؛ نظراً هم بی‌اهمیت خواهد شد، چون به نظر پوپر دانشمندان هیچ‌گاه به ما نمی‌گویند که قانون یا نظریه‌ای درست یا حتی محتمل است. دانستن اینکه «حدس‌های»

خاصی (بنابر نظر پوپر تمام قوانین علمی "حدس‌های استعجالی" هستند) هنوز ابطال نشده‌اند، فهم هیچ چیزی نیست.

چون کاربرد قوانین علمی، مستلزم پیش‌بینی موفقیت در آینده است، حق به جانب پوپر نیست که می‌گوید استقرا ضروری نیست. حتی اگر دانشمندان، آینده را با استقرا پیش‌بینی نمی‌کردند (که البته پیش‌بینی می‌کنند)، کسانی که قوانین و نظریات علمی را به کار می‌گیرند، چنین می‌کردند و "استقرا مکن"، توصیه نامعقولی برای این افراد می‌بود.

توصیه به حدس‌های استعجالی دانستن تمام معرفت هم معقول نیست. کسانی را در نظر بگیرید که علیه شرایط سخت کار و دستمزد کم دست به اعتصاب زده‌اند. آیا آنها باید بگویند که «این تنها حدسی استعجالی است که رییس نابکار است. بیایید دست از اعتصاب برداریم و به سرشت نیکوتر او متوسل شویم.» تمایز میان معرفت و حدس در زندگی ما نقشی واقعی ایفا می‌کند؛ پوپر تنها به این دلیل که تمایل افراطی به غایت فی‌نفسه دانستن نظریه دارد، می‌تواند از شک‌گرایی افراطی خویش دفاع کند.

### ۳. نظریه پوپر درباره تقویت

هرچند به نظر پوپر دانشمندان استقرا نمی‌کنند ولی نظریات علمی را "تقویت" می‌کنند و هرچند که به نظر پوپر این جمله که "نظریه‌ای به مقدار زیاد تقویت شده است"، به این معنی نیست که آن نظریه ممکن است صادق یا حتی تقریباً صادق<sup>۲</sup>، یا حتی احتمالاً تقریباً صادق دانسته شود، با وجود این، هیچ تردیدی نیست که غالب خوانندگان پوپر برداشت او را از تقویت، چیزی شبیه اثبات نظریات خواهند دانست، ولو خودش نپذیرد. پوپر بدین معنی به‌رغم رأیش، نظریه‌ای از استقرا دارد. و این نظریه، یا برخی پیش‌فرض‌های این نظریه است که من در متن این مقاله به نقدش خواهم پرداخت. واکنش پوپر به این گونه قرائت کردن وی چنین است:

واکنش من به این پاسخ، حسرت خوردن بر شکست تلاش‌های مستمر خویش برای روشن ساختن نکته اصیل خود با وضوح کافی است. زیرا تنها هدف تمام این استقراگرایان از کنار نهادن (elimination) این بوده که نظریه باقی مانده را هرچه مستحکم‌تر که ممکن است اثبات کنند، و فکر می‌کنند که این نظریه می‌بایست نظریه صادق (یا شاید با احتمال بالا، زیرا ممکن است نتوانیم با موفقیت کامل تمام نظریات را به جز نظریه صادق، کنار گذاریم) باشد.

من برخلاف این، فکر می‌کنم که ما هیچ‌گاه نمی‌توانیم از راه کنار نهادن، تعداد نظریات رقیب را کاهش قابل ملاحظه‌ای دهیم، زیرا این تعداد همیشه بی‌نهایت است. آنچه می‌کنیم - یا باید بکنیم - این است که فعلاً به نام‌محتمل‌ترین نظریات باقی‌مانده چنگ زنیم یا به تعبیر دقیق‌تر به نظریه‌ای که بشود به سخت‌ترین وجهی آزمود. ما عجالتاً این نظریه را می‌پذیریم، اما تنها بدین معنی که ما آن را به مثابه نظریه‌ای می‌گزینیم که ارزش نقادی بیش‌تر و قرار گرفتن تحت سخت‌ترین آزمونی که می‌توانیم طراحی کنیم، را دارد.

در جهت ایجابی، شاید محق باشیم که بفراییم نظریه باقی‌مانده، مهم‌ترین نظریه و بهترین نظریه آزموده‌ای است که می‌شناسیم. (LSD, p. 419)

اگر جمله آخر را نادیده بگیریم، آموزه‌ای را که در حال نقدش هستیم به شکلی ناب در برابر داریم: آنگاه که دانشمندی نظریه‌ای را "می‌پذیرد"، نمی‌گوید که آن نظریه محتمل است. او در واقع آن را به مثابه نام‌محتمل‌ترین نظریه "برمی‌گزیند"! ولیکن آیا درست فکر می‌کنم یا بر خطا هستم که در جمله آخر، لحن لرزان استقراگرا وجود دارد؟ "بهترین نظریه" یعنی چه؟ یقیناً نمی‌شود منظور پوپر "محتمل‌ترین" باشد؟

#### ۴. روش علمی - طرح متداول

توضیح معمول استقراگرایان از تأیید<sup>۳</sup> نظریات علمی، چیزی شبیه به این است: نظریه مستلزم پیش‌بینی (گزاره پایه یا گزاره مشاهده‌ای) است؛ اگر پیش‌بینی کاذب باشد، نظریه ابطال می‌گردد، اگر به قدر کافی پیش‌بینی‌های کثیر صادقی کرد، نظریه تأیید می‌شود. علی‌رغم تمام حمله‌های پوپر به استقراگرایی، طرح او *آنچنان* هم متفاوت نیست؛ نظریه مستلزم پیش‌بینی (گزاره پایه) است؛ اگر پیش‌بینی کاذب باشد، نظریه ابطال می‌گردد؛ اگر به قدر کافی پیش‌بینی‌های کثیر صادقی کرد، و برخی شرایط دیگر هم برآورده شد، نظریه به مقدار زیادی تقویت می‌شود.

به علاوه، این قرائت پوپر مؤیدات خاصی دارد. پوپر می‌گوید که "نظریه باقی‌مانده" پذیرفته می‌شود - بنابراین توضیح او براساس منطق پذیرش نظریات است. ما باید دو سؤال را از هم جدا کنیم: آیا پوپر درست می‌گوید که زمانی که دانشمند از پذیرفتن نظریه‌ای سخن می‌گوید، منظورش چیست یا چه باید باشد؛ و آیا پوپر در مورد روشی که برای اسناد آن منزلت به نظریات به کار می‌رود درست می‌گوید؟ آنچه بر آن اصرار می‌ورزم این است که توضیح او از آن روش، با طرح متداول هماهنگ است، حتی اگر تفسیر او از آن منزلت بسیار متفاوت باشد.

یقیناً پوپر برخی شرایط مهم را می‌افزاید. پیش‌بینی‌هایی که می‌شود براساس دانش پس‌زمینه (background) کرد، نظریه را نمی‌آزمایند، تنها پیش‌بینی‌هایی که نسبت به دانش پس‌زمینه نامحتملند، نظریه را می‌آزمایند؛ و او بر آن است که نظریه‌ای تقویت نمی‌شود مگر آنکه صادقانه بکوشیم پیش‌بینی‌هایی کاذب از آن به دست آوریم. پوپر این شرایط اضافی را ضد بیزگرایی<sup>۴</sup> (Bayesian) می‌داند؛ اما این به نظر من دست کم تا حدی خلط مبحث است. نظریه‌ای که مستلزم پیش‌بینی نامحتملی است، خودش هم نامحتمل است، این درست است، اما ممکن است محتمل‌ترین نظریاتی باشد که مستلزم آن پیش‌بینی‌اند. اگر چنین باشد و پیش‌بینی صادق از آب درآید، آنگاه قضیه بیز توضیح می‌دهد که چرا نظریه مذکور احتمال بالایی می‌یابد. پوپر می‌گوید که ما نامحتمل‌ترین نظریات باقی‌مانده را برمی‌گزینیم، یعنی نظریه پذیرفته‌شده، حتی پس از اینکه پیش‌بینی، صادق از آب درآمد، نامحتمل‌ترین نظریه است؛ اما البته این متکی به استفاده از "محتمل" به طریقی است که هیچ فیلسوف علم دیگری نمی‌پذیرد. و بیزگرایان مقید به این نظر نیستند که هر پیش‌بینی صادقی، نظریه را به مقدار قابل ملاحظه‌ای تأیید می‌کند. من با پوپر هم‌عقیده‌ام که اندازه‌گیری‌های کمی احتمال نظریات، اقدام خوش‌عاقبتی در فلسفه علم نیست<sup>۵</sup>؛ اما این بدان معنی نیست که قضیه بیز صحت کیفی خاصی، دست کم در بسیاری از مواقع، ندارد.

با وجود تمام آنچه گفتیم، قلب طرح پوپر، ارتباط نظریه - پیش‌بینی است. بنابر نظر پوپر چون نظریات، مستلزم گزاره‌های پایه (به آن معنی از "استلزام" که در منطق قیاسی به کار می‌رود، چون گزاره‌های پایه را می‌توان به قیاس منطقی از نظریات به دست آورد) هستند، می‌شود با آنها، نظریات و قوانین کلی را ابطال کرد و همین ارتباط قلب طرح "استقراگرایانه" است. هر دو طرح می‌گویند: به پیش‌بینی‌هایی که نظریه‌ای مستلزم آنها است، نگاه کن، ببین که آیا آن پیش‌بینی‌ها درست‌اند یا نه؟

نقد من، نقد این ارتباط است، ارتباطی که پوپر و استقراگرایان در موردش هم‌داستان‌اند، مدعای من این است: در موارد مهم بسیاری، نظریات علمی، اصلاً مستلزم پیش‌بینی نیستند. در مابقی این مقاله می‌خواهم این نکته را تشریح کنم و اهمیتش را برای فلسفه علم نشان دهم.

## ۵. نظریه جاذبه عمومی

نظریه‌ای که من برای توضیح نکته‌ام، از آن بهره خواهم جست، برای خواننده آشنا است: نظریه جاذبه عمومی نیوتن. این نظریه مشتمل بر این قانون است که هر جسم  $a$  بر هر جسم دیگری  $b$ ،

نیرویی وارد می‌کند،  $F_{ab}$  که جهتش به سمت  $a$  است و مقدارش معادل حاصل ضرب ثابت کلی  $g$  در  $M_a M_b / d^2$  است، و نیز سه قانون دیگر نیوتن. گزینش این نظریه خاص برایم ضروری نبوده است، نظریه ماکسول، یا مندل، یا داروین هم همان کار را می‌کردند. اما این یکی مزیت مانوس بودن را دارد.

توجه کنید که این نظریه مستلزم یک گزاره واحد پایه هم نیست! در واقع هر حرکتی، هر چه باشد با این نظریه سازگار است، چون این نظریه چیزی راجع به این نمی‌گوید که چه نیروهایی سوی جاذبه ممکن است وجود داشته باشند. نیروهای  $F_{ab}$  فی‌نفسه قابل اندازه‌گیری مستقیم نیستند، در نتیجه یک پیش‌بینی واحد را نمی‌توان از این نظریه استنتاج کرد.

در نتیجه آن هنگام که این نظریه را در مورد موقعیتی نجومی به کار می‌بریم، چه می‌کنیم؟ معمولاً مفروضات ساده‌کننده خاصی را به کار می‌بریم. مثلاً اگر در کار استنتاج مدار زمین هستیم، به عنوان تقریب‌های اولیه فرض می‌کنیم که:

(۱) هیچ جسمی سوی خورشید و زمین وجود ندارد؛

(۲) خورشید و زمین در خلأ مطلق هستند؛

(۳) خورشید و زمین تحت هیچ نیرویی سوی نیروی جاذبه دو طرفه هم نیستند.

در واقع از عطف نظریه جاذبه عمومی (ج ع) و این گزاره‌های کمکی (گ ک) است که می‌توانیم پیش‌بینی‌های خاصی مانند قوانین کپلر را استنتاج کنیم. با واقعی‌تر کردن (۱)، (۲) و (۳) یعنی با افزودن اجسام دیگر به مدل منظومه شمسی خویش، پیش‌بینی‌های بهتری را می‌توانیم به دست آوریم. اما توجه به این نکته مهم است که این پیش‌بینی‌ها تنها از خود نظریه به دست نیامده‌اند. بلکه از عطف این نظریه با "گ ک" به دست آمده‌اند. بنابر کاربرد اصطلاح "نظریه" از جانب دانشمندان، "گ ک" جزئی از خود "نظریه" جاذبه نیستند.

## ۶. آیا این نکته‌ای صرفاً لفظی است؟

تمایلی ندارم که صرفاً نکته‌ای لفظی بیان کنم. نکته فقط این نیست که دانشمندان از لفظ "نظریه" برای اشاره به عطف "ج ع" و "گ ک"، استفاده نمی‌کنند، بلکه این است که چنین استفاده‌ای مباحث روش‌شناختی عمیقی را مبهم خواهد کرد. نظریه، آنچنان که در عمل از این لفظ استفاده می‌شود، مجموعه‌ای از قوانین است. قوانین، گزاره‌هایی هستند که امیدواریم صادق باشند؛ فرض بر آن است که براساس ماهیت امور صادق باشند، نه صرفاً براساس تصادف. هیچ یک از گزاره‌های

(۱)، (۲) و (۳) این ویژگی را ندارند. مثلاً ما واقعاً معتقد نیستیم که هیچ جسم دیگری سوای خورشید و زمین وجود ندارد، بلکه تنها برآنیم که تمام اجسام دیگر نیروهایی اعمال می‌کنند که به قدری ناچیزند که می‌توانیم از آنها صرف‌نظر کنیم. این گزاره قانون طبیعت شمرده نمی‌شود: گزاره‌ای است در باب "شرایط حدی" که در دستگاه خاصی، به عنوان واقعیت برگرفته می‌شوند. تیره کردن تمایز میان "ج" و "گک"، تیره کردن تمایز میان قوانین و گزاره‌های تصادفی است، میان گزاره‌هایی که دانشمندان دوست دارند صدق آنها را اثبات کنند (قوانین) و گزاره‌هایی که کذبشان از پیش دانسته شده ساده کردن‌های افراطی (۱)، (۲) و (۳).

### ۷. اورانوس، عطارد و "همراهان تیره" (dark companions)

هرچند "گک" را می‌شود با دقت بیش‌تری بیان کرد تا از این اشکال که کذبشان معلوم شده است، اجتناب کرد، جالب توجه است که چنین امری معمول نیست. در واقع آنها اصلاً بیان نمی‌شوند. نیوتن در محاسبه قوانین کپلر، فرضیات (۱)، (۲) و (۳) را به کار برده، و تنها یک اشاره‌ی اتفاقی به اینکه این چیزی است که انجام شده، به آنها کرده است. یکی از چشمگیرترین علامات تفاوت میان نظریه (نظیر ج) و مجموعه‌ای از "گک"، مراقبت بسیاری است که دانشمندان در بیان نظریه اعمال می‌کنند، برخلاف بی‌مهابایی‌ای که در مطرح ساختن مفروضات مختلف که "گک" را می‌سازند، اعمال می‌دارند.

همچنین "گک" بسیار در معرض تجدیدنظر اند تا نظریه. قانون جاذبه عمومی بیش از دوست سال، بی‌تردیدی صادق دانسته می‌شد و به عنوان مقدمه در براهین علمی بی‌شماری به کار می‌رفته است. در این دوره اگر انواع معمول "گک" به پیش‌بینی‌های موفق نمی‌انجامیدند، در آنها تغییراتی داده می‌شد نه در نظریه. در واقع نمونه‌ای از این وجود دارد. وقتی پیش‌بینی‌ها در مورد مدار اورانوس، براساس نظریه جاذبه عمومی و این فرض که همه سیارات منظومه، شناخته شده‌اند، همگی خطا از آب درآمدند، لوریه (Leverrier) در فرانسه و آدامز (Adams) در انگلستان به طور همزمان پیش‌بینی کردند که باید سیاره دیگری وجود داشته باشد. این سیاره در واقع کشف شد، نپتون. اگر این تغییر "گک" موفق نمی‌گردید، تغییرات دیگر آزموده می‌شدند، مثلاً اینکه به جای خلأ مطلق، ماده‌ای وجود دارد که سیارات در آن حرکت می‌کنند، یا نیروهای غیرجاذبه‌ای مهمی فرض می‌گردید.



ممکن است استدلال شود که مشاهده‌پذیری خود سیاره جدید اساسی بود، اما چنین نیست. مثلاً برخی ستاره‌ها رفتار نامنظمی دارند. با فرض همراهانی، این مسئله را تبیین کرده‌اند. وقتی که نمی‌شود با تلسکوپ آن همراهان را دید، با این پیشنهاد سر و ته قضیه را هم می‌آورند که آن ستاره‌ها همراهان تیره دارند، همراهانی که نمی‌شود از طریق تلسکوپ آنها را دید. واقعیت این است که بسیاری از فرضیاتی را که در علوم مطرح می‌شوند، مستقیماً نمی‌شود آزمود، همراهان تیره بسیاری در نظریه علمی وجود دارد.

البته سرانجام مورد عطارده مطرح است. مدار این سیاره را می‌شد به نحو تقریبی نه تحقیقی با نظریه نیوتن تبیین کرد. آیا این نشان می‌دهد که نظریه نیوتن باطل است؟ فرد در پرتو نظریه‌ای بدیل، مثلاً نظریه نسبیت عام پاسخ می‌دهد "بله". اما در فقدان چنین نظریه‌ای، مدار عطارده یک ناهنجاری مختصر است، علت: ناشناخته.

آنچه که بر آن اصرار دارم این است که تمام اینها، از نظر علمی کاملاً خوب است. این واقعیت که "گک" ممکن است کاذب باشند (در واقع چنان‌که بیان شد، کاذب هستند و حتی گزاره‌هایی که با دقت و مراقبت بیان شده‌اند، به خوبی ممکن است کاذب باشند) حایز اهمیت است. ما به یقین نمی‌دانیم که اجرام منظومه شمسی چه تعدادند، ما به یقین (با تقریب به قدر کافی بالا، در مورد تمام اجرام) نمی‌دانیم که محیطی که از میان آن حرکت می‌کنند خلأ مطلق باشد، ما نمی‌دانیم که نیروهای غیرجاذبه‌ای را می‌توان در تمام موارد نادیده گرفت. با فرض موفقیت‌های چشمگیر قانون جاذبه عمومی در تقریباً تمام موارد، یک یا دو ناهنجاری دلیلی بر رد آن نیست. محتمل‌تر است که "گک" نادرست باشند تا نظریه، دست‌کم آنگاه که هیچ نظریه بدیل جدی‌ای پیش‌نهاد نشده است.

## ۸. تأثیر بر آموزه پوپر

این واقعیت مستقیماً بر آموزه پوپر تأثیر دارد. قانون جاذبه عمومی اصلاً قویاً ابطال‌پذیر نیست، اما با این وصف الگوی یک نظریه علمی است. دانشمندان بیش از دویست سال از "جج" پیش‌بینی‌هایی به دست نیاوردند تا آن را ابطال کنند؛ آنها از "جج" پیش‌بینی‌هایی را برای تبیین واقعیت‌های نجومی مختلف استخراج کردند. اگر واقعیتی در مقابل این‌گونه تبیین سرسختی کرد، به عنوان یک ناهنجاری کنار گذاشته شد (مثل مورد عطارده). آموزه پوپر نه توضیح درستی از سرشت نظریه علمی در این مورد به دست می‌دهد و نه از نحوه عملکرد جامعه علمی در قبال آن.

پوپر ممکن است پاسخ دهد که او نمی‌گوید که دانشمندان چه می‌کنند، بلکه می‌گوید چه باید بکنند. بنابراین آیا دانشمندان نمی‌بایست “ج‌ع” را پیش می‌نهادند؟ آیا نیوتن دانشمند بدی بود؟ دانشمندان نکوشیدند که “ج‌ع” را ابطال کنند زیرا نمی‌توانستند چنین کوششی کنند؛ آزمون‌های آزمایشگاهی به سبب تکنولوژی زمانه و ضعف تعامل‌های جاذبه‌ای میسر نبود. بنابراین دانشمندان به مدت طولانی‌ای محدود به داده‌های نجومی بودند و حتی در مورد مسائل نجومی هم این مشکل وجود داشت که نمی‌شد اطمینان صد در صد داشت که در هر مورد خاصی هیچ نیروی غیرجاذبه‌ای ذی‌ربطی وجود ندارد (یا تمام نیروهای جاذبه‌ای به حساب آمده‌اند). به این دلیل است که داده‌های نجومی می‌توانند “ج‌ع” را تأیید کنند، اما نمی‌توانند ابطالش کنند. به خاطر انحراف مدار عطارد درست نبود که “ج‌ع” رد شود؛ با این فرض که “ج‌ع” دیگر مدارها را پیش‌بینی کرد (در حد خطای اندازه‌گیری)، در یک مورد نمی‌شود این امکان را نادیده گرفت که شاید نیروی ناشناخته‌ای (جاذبه‌ای یا غیرجاذبه‌ای) وجود داشته باشد، و دانشمندان با کنار گذاشتن این مورد به عنوان موردی که نه می‌توانند تبیین‌اش کنند و نه اهمیت سیستماتیک برایش قایل‌اند کاری را کردند که “می‌بایست”<sup>۶</sup>.

تا بدینجا گفتیم که (۱) نظریات مستلزم پیش‌بینی‌ها نیستند؛ تنها عطف یک نظریه با گزاره‌های کمکی (گ‌ک) خاصی است که در کل مستلزم پیش‌بینی می‌گردد، (۲) “گ‌ک” غالباً فرضیاتی در مورد شرایط حدی هستند (از جمله شرایط اولیه که نوع خاصی از شرایط حدی می‌باشند) و فرضیاتی بسیار در مخاطره، (۳) چون در مورد “گ‌ک” بسیار نامطمئن هستیم، نمی‌توانیم یک پیش‌بینی کاذب را مبطل قطعی نظریه به حساب آوریم؛ نظریات ابطال‌پذیر قوی نیستند.

تمام آنچه گفتیم برای انکار این امر نیست که گاهی دانشمندان برای آزمودن نظریات، از نظریات و “گ‌ک” پیش‌بینی‌هایی را استخراج می‌کنند. مثلاً اگر نیوتن نمی‌توانست قوانین کپلر را استخراج کند، حتی “ج‌ع” را پیش نمی‌نهاد. اما حتی اگر پیش‌بینی‌هایی که نیوتن از “ج‌ع” به دست آورد فاصله بسیاری با حقیقت داشتند، “ج‌ع” هنوز می‌توانست صادق باشد: “گ‌ک” ممکن بود خطا باشند. بنابراین حتی اگر آزمونی تجربی، نظریه‌ای را “سرنگون” کرد، آن نظریه هنوز می‌تواند صادق باشد و وقتی که کشف شد که “گ‌ک” تقریب‌های مفیدی برای مورد واقعی نبوده‌اند، آن نظریه ممکن است به صحنه بازگردد. چنان‌که پیش‌تر هم اشاره شده<sup>۷</sup>، ابطال برای علم قطعی‌تر از اثبات نیست.

تمام اینها مبطل این نظریه پوپر هستند که آنچه دانشمندان می‌کنند پیش نهادن نظریات به شدت ابطال پذیر، استخراج پیش‌بینی‌هایی از آنها، و بعد کوشش برای ابطال نظریات با ابطال پیش‌بینی‌ها است. اما مبطل نظر معمول نیست (آنچه که پوپر نظر "استقراگرایانه" می‌خواند) که دانشمندان می‌کوشند با استخراج پیش‌بینی‌ها از نظریات و "گگ" و اثبات آن پیش‌بینی‌ها، نظریات و "گگ" را تأیید کنند. این اشکال وجود دارد که (در مورد "جج") معلوم بود که "گگ" باطلند، بنابراین دانشمندان نمی‌توانستند بکوشند که آنها را تأیید کنند، اما از پس این اشکال می‌توان چنین برآمد که علی‌الاصول می‌شد "گگ" را محتاطانه‌تر صورت‌بندی کرده و اگر به قدر کافی محتاطانه بودند، کاذب نمی‌بودند.<sup>۸</sup> من فکر می‌کنم که در نظر "استقراگرایانه" در واقع حقیقتی وجود دارد: توفیقات نظریات علمی نشانگر درستی آنها است، همچنان‌که تمام اندیشه‌های بشری به اندازه توفیقشان در عمل، معلوم می‌شود که درست اند. اما طرح استقراگرایانه سوای تصویرش از یک جنبه از رویه علمی، نارسا است. در بخش‌های بعدی خواهم کوشید تا نشان دهم که نمی‌توان فعالیت علمی را استخراج پیش‌بینی‌ها از عطف نظریات و "گگ" دانست، چه برای تأیید چه برای ابطال.

## ۹. نظر کوهن درباره علم

اخیراً تعدادی از فلاسفه علم، دید نویی را از فعالیت علمی پیش‌نهادده‌اند. فکر می‌کنم ده سال پیش که اصرار می‌ورزیدم که نمی‌توان با صرف تجربه و مشاهده برخی نظریات علمی را بیرون انداخت، بلکه فقط با نظریات بدیل می‌توان، جلودار این نظر بوده‌ام.<sup>۹</sup> هسن هم جلودار این نظر بود.<sup>۱۰</sup> اما قاطع‌ترین بیان آن در نوشته‌های تامس کوهن<sup>۱۱</sup> و لویی آلتوسر<sup>۱۲</sup> آمده است. من معتقدم که این فیلسوفان مرتکب خطاهایی گشته‌اند. اما همچنین معتقدم که گرایشی را که آنها (و به سببی که می‌آید، من هم) حکایت می‌کنند، اصلاح لازمی برای قیاس‌گرایی‌ای است که در کار بررسی‌اش بوده‌ام. من در این بخش برخی از نظرات کوهن را ارائه می‌دهم و سپس می‌کوشم تا برای تقریر دقیق‌تری، از آنها پیشی‌گیرم.

قلب برداشت کوهن، اندیشه پارادایم است. به حق بر کوهن اشکال کرده‌اند که این اندیشه را منسجم و روشن به کار نبرده است. اما به نظر من دست کم یکی از توضیحات او در مورد این اندیشه کاملاً روشن و برای هدفش مناسب است. پارادایم به توضیح او صرفاً یک نظریه علمی با نمونه‌ای از کاربردی موفق و چشمگیر است. این مهم است که کاربرد (مثلاً تبیین موفق یک

واقعیت، یا پیش‌بینی بدیع و موفق (چشمگیر باشد؛ این بدان معنی است که توفیق به قدری مؤثر بوده که دانشمندان (به‌ویژه دانشمندان جوانی که در پی انتخاب پیشه‌ای هستند) به تقلید از آن توفیق سوق داده شوند، به اینکه به دنبال تبیین‌ها، پیش‌بینی‌ها، یا هرچه با همان مدل بروند. به عنوان مثال، وقتی که “ج‌ع” پیش‌نهاد شد و نمونه استخراج قوانین کپلر از جانب نیوتن و نمونه استخراج مثلاً یک یا دو مدار وجود داشت، پارادایمی پدید آمده بود. مهم‌ترین پارادایم‌ها، آنها هستند که حوزه‌های علمی پدید می‌آورند؛ حوزه‌ای که پارادایم نیوتن پدید آورد در درجه اول مکانیک سماوی بود. (البته این حوزه تنها پاره‌ای از حوزه بزرگ‌تر مکانیک نیوتنی بود، و پارادایمی که مکانیک سماوی بر آن مبتنی بود، تنها یکی از چند پارادایمی بود که سرجمع مکانیک نیوتنی را می‌ساختند).

کوهن مدعی است که پارادایمی که حوزه‌ای را می‌سازد بسیار نسبت به ابطال مصون است، تنها با پارادایم جدیدی است که می‌توان آن را کنار نهاد. به یک معنا این غلو است. اگر جهان شروع می‌کرد که به نحو قابل ملاحظه‌ای غیرنیوتنی عمل کند، حتی در غیاب پارادایمی جدید، احتمالاً فیزیک نیوتنی کنار نهاده می‌شد. (هرچند حتی در این صورت آیا نتیجه می‌گرفتیم که فیزیک نیوتنی باطل است، یا تنها نتیجه می‌گرفتیم که نمی‌دانیم در عالم چه می‌گذرد؟) اما در آن صورت حتی توفیقات پیشین، توفیقاتی که برای فیزیک نیوتنی پارادایگماتیک بود، دیگر در دسترس نبودند. من معتقدم در غیاب چنین تغییر عمده و بی‌سابقه‌ای در عالم، و در غیاب امور بدلی (مثلاً داده‌ها جعلی بوده‌اند، یا خطایی در استنتاجات رخ داده باشد)، نظریه‌ای که پارادایگماتیک است، نه به خاطر خود نتایج مشاهده‌ای و تجربی، بلکه تنها به دلیل و زمانی که نظریه بهتری در دسترس باشد، وانهاده می‌شود.

وقتی پارادایمی مستقر شد، و حوزه‌ای علمی حول آن پارادایم رشد کرد، به دوره‌ای می‌رسیم که کوهن علم متعارف (normal) می‌خواند. فعالیت دانشمندان در چنین دوره‌ای را کوهن حل پازل (puzzle) خوانده، مفهومی که بعداً بدان بازمی‌گردیم.

در کل، دوره علم متعارف تداوم می‌یابد، حتی اگر تمام پازل‌های آن حوزه، با موفقیت حل نگردد (آخر، این تجربه بشری است که برخی مسائل چنان سختند که حل نمی‌شوند، و حتی اگر برخی از حل‌ها به نظر موردی (ad hoc) بیایند. آنچه که سرانجام به آن دوره پایان می‌بخشد، درآمدن پارادایم جدیدی است که بر پارادایم قبلی غلبه کند.

مناقشه‌انگیزترین ادعاهای کوهن به روندی مربوط است که پارادایم جدید جایگزین پارادایم قبلی می‌شود. او در اینجا به نحو ریشه‌ای به ساجکتیویسم گرایش دارد (و به نظر من بیش از حد، چنین است): داده‌ها، به معنی معمول کلمه، نمی‌توانند برتری یک پارادایم را بر دیگری اثبات کنند، زیرا از ورای عینک یک پارادایم یا دیگری به آنها نظر می‌شود. لازمه تغییر یک پارادایم به دیگری “تعویضی گشتالتی” است. وقتی تغییرات عمده‌ای در پارادایم رخ می‌دهد، تاریخ و روش‌شناسی علم از نو نوشته می‌شوند؛ بنابراین هیچ قوانین خنثای تاریخی و روش‌شناسی وجود ندارد که بشود به آنها متوسل شد. همچنین کوهن قایل به نظرانی در باب معنی و صدق است که نسبی‌گرایانه و به نظر من نادرست اند؛ ولی نمی‌خواهم که در اینجا به بحثشان گذارم.

آنچه که می‌خواهم بکاوم دوره‌ای است که کوهن “علم متعارف” می‌خواند. اصطلاح “حل پازل” متأسفانه تخفیف‌کننده است؛ جستجو برای یافتن تبیین پدیدارها و برای طرق مهار طبیعت، پاره مهمی از حیات بشری‌اند و نباید پستشان کرد (کوهن در اینجا همان تمایلی را دارد که پوپر را به “معما” خواندن مسئله سرشت معرفت، سوق داد). اما این اصطلاح، چشمگیر نیز هست: کوهن آشکارا علم متعارف را نه فعالیتی برای ابطال پارادایم فرد می‌بیند و نه فعالیتی برای اثبات آن، بلکه قضیه چیز دیگری است. من می‌خواهم با ارائه طرحتی برای علم متعارف، یا تنها جنبه‌ای از علم متعارف، بر کوهن پیشی بگیرم؛ طرحتی که می‌تواند نشان دهد چرا فیلسوف و مورخ علم بزرگی چون کوهن از استعاره حل پازل استفاده می‌کند.

## ۱۰. طرحتی برای مسائل علمی

دو طرح آتی را در نظر بگیرید:

### طرح ۱

نظریه

### گزاره‌های کمکی

پیش‌بینی - صادق یا کاذب

طرح ۲

نظریه

؟؟؟

واقعیتی که باید تبیین شود

هر دوی اینها طرح‌هایی برای مسائل علمی هستند. در مسائل از نوع اول، یک نظریه داریم، چند "گک" داریم، پیش‌بینی‌ای استخراج کرده‌ایم و مسئله ما این است که ببینیم آیا پیش‌بینی صادق است یا کاذب: فلسفه علم معمول، بر این وضعیت تأکید می‌کند. دومین نوع مسائل بسیار متفاوت‌اند. در این نوع نظریه‌ای داریم، واقعیتی که باید تبیین شود، اما "گک" نیستند، مسئله ما این است که اگر بتوانیم "گک"‌ای را بیابیم که صادق‌اند یا تقریباً صادق (یعنی ساده‌سازی‌های مفیدی از صدق)، و باید برای تبیین واقعیت مذکور به نظریه بیوندند.

می‌شود به طرح سومی هم که مغفول فلسفه علم معمول بوده اشاره‌ای گذرا کنیم:

طرح ۳

نظریه

گزاره‌های کمکی

؟؟؟

این نمایانگر نوعی است که در آن نظریه‌ای داریم چند "گک" داریم، و می‌خواهیم بدانیم چه نتایجی را می‌توانیم از آنها به دست آوریم. این نوع برای این مغفول بوده که "صرفاً ریاضی" است. اما دانستن اینکه آیا مجموعه‌ای از گزاره‌ها، اصلاً نتایجی آزمون‌پذیر دارند یا خیر، به حل این نوع مسئله وابسته است و مسئله غالباً بسیار دشوار است، مثلاً تا به امروز درباره نتایج فیزیکی نظریه "میدان متحد اینشتین" چیز کمی می‌دانیم، دقیقاً به این دلیل که مسئله ریاضی استخراج این نتایج بسیار مشکل است. فلاسفه علم همیشه چنان می‌نویسند که گویی با فرض مجموعه‌ای از گزاره‌ها، آشکار است که آن گزاره‌ها چه نتایجی دارند یا ندارند.

اما اجازه دهید به طرح ۲ بازگردیم. با فرض واقعیات معلوم درباره مدار اورانوس، و با فرض واقعیت معلوم (پیش از ۱۸۶۴) درباره اجرامی که منظومه شمسی را می‌سازند، و "گک" استاندارد که آن اجرام در خلأ مطلق حرکت می‌کنند، تنها تحت نیروهای جاذبه‌ای دو سویه واقع‌اند و غیره، روشن بود که مسئله‌ای وجود دارد: اگر فرض کنیم که عطارد، زهره، زمین، مریخ، زحل، مشتری و اورانوس، همه سیاراتی هستند که وجود دارند، و اینکه این سیارات با خورشید منظومه شمسی را می‌سازند، مدار اورانوس را نمی‌شود به خوبی حساب کرد. فرض کنیم "ک ۱" عطف "گک" متنوعی باشد که الآن ذکرش رفت، که شامل این گزاره است که منظومه شمسی لاقط، اما نه لزوماً، از اجرامی تشکیل شده که گفتیم.

حال مسئله آتی را خواهیم داشت:

نظریه: ج ع

ک ۱: گک

گک دیگر: ؟؟؟

تبیین شونده: مدار اورانوس

توجه دارید که مسئله، یافتن قوانین تبیین کننده نیست (هرچند که گاهی ممکن است، در مسئله‌ای از نوع طرح ۲)؛ بلکه یافتن فرضیات دیگری است درباره شرایط اولیه و حدی که بر منظومه شمسی حاکمند، که همراه با قانون جاذبه عمومی و دیگر قوانینی که ج ع را می‌سازند (یعنی قوانین مکانیک نیوتنی) فرد را قادر می‌سازند که مدار اورانوس را تبیین کند. اگر فرد لازم نداند که گزاره‌های مفقوده، صادق یا تقریباً صادق باشند، به زبان ریاضی، بی‌نهایت حل وجود خواهد داشت. حتی اگر فرد در "ک ۱" این را بگنجانند که هیچ نیروی غیرجاذبه‌ای بر سیارات یا خورشید، عمل نمی‌کند، هنوز بی‌نهایت حل وجود دارد. اما فرد در ابتدا ساده‌ترین فرض را امتحان می‌کند، یعنی:

("ک ۲") در منظومه شمسی علاوه بر سیاراتی که در "ک ۱" ذکر شده، یک و فقط یک سیاره

دیگر وجود دارد. حال فرد مسئله آتی را در نظر می‌گیرد:

نظریه: ج ع

گک: ک ۱ و ک ۲

نتیجه ؟ ؟ - معلوم می شود آن سیاره ناشناس می بایست مدار خاص "م" را داشته باشد

این مسئله یک مسئله ریاضی است - که لوریه و آدامز هر دو حلش کردند (نمونه‌ای از طرح (۳)، حال فرد مسئله تجربی آتی را ملاحظه می کند:

نظریه : ج ج

گ ک : ک ۱ و ک ۲

پیش بینی: سیاره‌ای وجود دارد که در مدار "م" حرکت می کند - صادق یا کاذب؟

این مسئله نمونه‌ای است از طرح ۱ - نمونه‌ای که معمولاً فرد در نظر نمی گیرد، چون گزاره "ک ۲"، اصلاً معلوم نشده درست باشد. "ک ۲" در واقع همچون فرضی سطح پایین (low - level) عمل می کند که می خواهیم بیازماییمش، اما این آزمون، استقرایی به معنی معمول کلمه نیست، زیرا اثبات آن پیش بینی، اثبات "ک ۲" هم هست، یا نه، اثبات صدق تقریبی "ک ۲" (که همه آن چیزی است که در این زمینه مطلوب است)، نپتون تنها سیاره‌ای نبود که در ۱۸۴۶ شناخته نشده بود؛ پلوتون هم بود که بعداً کشف گردید. واقعیت این است که ما در ۱۸۴۶ به مسئله فوق علاقه مند بودیم، زیرا می دانستیم که اگر آن پیش بینی درست از آب درآمد، آنگاه آن پیش بینی، دقیقاً گزاره "ک ۳" است که ما در قیاس آتی بدان نیازمندیم:

نظریه : ج ج

گ ک : ک ۱، ک ۲ و ک ۳

تبیین شونده: مدار اورانوس

یعنی گزاره "ک ۳" (که سیاره‌ای که در "ک ۲" ذکر شده دقیقاً مدار "م" را دارد).<sup>۱۳</sup> حل مسئله‌ای است که با آن آغاز کردیم. ما در این مورد با مسئله‌ای از نوع طرح ۲ آغاز کردیم: فرض "ک ۲" را به عنوان فرض ساده‌ساز مطرح کردیم. به این امید که مسئله اولی را ساده‌تر حل کنیم؛ و خوش اقبال بودیم که توانستیم "ک ۳" (حل مسئله اول) را از "ج ج" به همراه "ک ۱" و "ک ۲" استنتاج کنیم، و خوش اقبالی مهم تر اینکه وقتی که از رصدخانه برلین نگاه کردند، معلوم شد که "ک ۳" درست است. فلاسفه علم گاهی که "گ ک" مفقوده، قانون باشند، نوع دوم مسائلی را که ذکر کردیم،



مطرح کرده‌اند، اما نمونه‌ای که هم الآن بررسی کردیم، که در آن "گک" مفقوده صرفاً واقعیتی احتمالی درباره آن منظومه خاص است، تقریباً هیچ‌گاه بحث نشده است. می‌خواهم پیشنهاد دهم که آنچه طرح ۲ بیان می‌کند، صورت منطقی آن چیزی است که کوهن "پازل" می‌خواند. اگر طرح ۲ را بررسی کنیم، می‌توانیم ملاحظه کنیم که چرا اصطلاح پازل چنین شایسته است. وقتی فرد مسئله‌ای از این نوع دارد، در پی چیزی است که جای خالی‌ای را پر کند - اغلب چیزی که نوعش دقیقاً مشخص نیست - و این نوعی پازل است. علاوه بر این، این نوع مسائل در علم بسیار فراوان‌اند. فرض کنید که فرد می‌خواهد این واقعیت را تبیین کند که آب (در شرایط معمول) مایع است، و به او قوانین فیزیک داده شده؛ واقعیت این است که این مسئله به غایت مشکل است. در واقع، قوانین مکانیک کوانتومی لازمند. اما این بدان معنی نیست که فرد می‌تواند از فیزیک کلاسیک استنتاج کند که آب مایع نیست؛ بلکه فیزیک‌دان کلاسیک در نقطه خاصی دست از این مسئله برمی‌دارد و آن را "بیش از حد سخت" می‌شمارد - یعنی نتیجه خواهد گرفت که نمی‌تواند "گک" صحیح را بیابد.

این واقعیت که طرح ۲، شکل منطقی "پازل‌های" علم متعارف است، چند واقعیت را تبیین می‌کند. وقتی فرد با مسئله‌ای از نوع طرح ۲ برخورد می‌کند، مسئله استخراج پیش‌بینی‌ای از "ج‌ع" به علاوه "گک" مفروض، مطرح نیست، کل مسئله یافتن "گک" است. نظریه ("ج‌ع" یا هر نظریه دیگری) در آن زمینه *ابطال‌ناپذیر است*. نظریه‌ای برای "تأیید" هم نیست، بیش از آنکه برای ابطال است؛ نظریه در نقش فرضیه، *ایفای وظیفه نمی‌کند*. شکست‌ها، نظریه را ابطال نمی‌کنند، زیرا شکست پیش‌بینی‌هایی نیستند که از نظریه به علاوه واقعیت‌های معلوم و معتمد به دست آمده باشند، بلکه شکست در یافتن چیزی هستند، در واقع شکست در یافتن یک "گک". نظریات در مدت ریاستشان، نسبت به ابطال بسیار مصون‌اند؛ پایان ریاست با ظهور نظریه بهتری در صحنه (یا یک تکنیک تبیینی سراپا نوی) سر می‌رسد، نه با گزاره‌ای پایه. وقتی که نظریه‌ای پارادایگماتیک شد، موفقیت‌ها هم آن را "تأیید" نمی‌کنند، زیرا نظریه، "فرضیه‌ای" نیست که نیازمند تأیید باشد، بلکه اساس یک تکنیک تبیین و پیش‌بینی‌ای جامع و احیاناً اساس یک تکنولوژی است.

**جمع‌بندی بحث:** پیشنهاد من این بود که فلسفه علم معمول، هم پویری و هم غیرپویری، تنها به وضعیتی وابسته‌اند که از نظریه‌ای پیش‌بینی‌هایی را استخراج می‌کنیم و برای ابطال یا تأیید نظریه، آنها را می‌آزماییم - یعنی وضعیتی که در طرح ۱ نموده شده است. من بر سبیل مقایسه، پیشنهاد

کرده‌ام که ما "پازل‌های علم متعارف" را از نوع طرح ۲ ملاحظه می‌کنیم، الگویی که در آن، نظریه‌ای را تثبیت شده می‌گیریم، واقعیتی را که باید تبیین شود نیز تثبیت شده می‌گیریم، و در پی واقعیت‌های دیگری (غالباً واقعیت‌های ممکن<sup>۱۴</sup>، دربارهٔ سیستم خاصی) می‌رویم که ما را قادر می‌سازند، براساس آن نظریه، تبیین واقعیت مذکور را تکمیل کنیم. پیشنهاد این است که با پذیرش این دیدگاه، می‌توانیم به درک بهتری از ابطال‌ناپذیری نسبی نظریاتی که به منزلت پارادایم دست یافته‌اند، و نیز از این واقعیت که "پیش‌بینی‌های" نظریات فیزیکی، غالباً واقعیتی هستند که از پیش دانسته شده‌اند، و نه چیزهایی که به نسبت با دانش پس‌زمینه، حیرت‌انگیز هستند، نایل شویم.

اما طرح ۲ را توصیف هر آنچه که میان درآمدن یک پارادایم و جایگزین شدنش توسط پارادایم بهتر رخ می‌دهد، دانستن، از آن طرف بام افتادن است. واقعیت این است که علم طبیعی، گفت‌وگویی میان دو تمایل متعارض، (یا در هر حال، بالقوه متعارض)، اما وابسته به هم است، و این تعارض بین تمایلات است که علم متعارف را به جلو می‌راند. طلب حل مسئله‌ای از نوع طرح ۲، تبیین مدار اورانوس، به فرضیهٔ جدیدی انجامید (هرچند فرضیه‌ای بسیار سطح پایین): یعنی "ک۲"، آزمون "ک۲" متضمن استخراج "ک۳" از آن و آزمون "ک۳" بود، وضعیتی از نوع طرح ۱. "ک۳" به نوبهٔ خود، به کار حل مسئله اصلی آمد. این نشانگر آن دو تمایل است و نیز طریقه‌ای که آن دو به هم وابسته‌اند، و طریقه‌ای که تعامل آنها باعث پیشبرد علم می‌شود.

تمایلی که طرح ۱ نشانگر آن است، تمایل تقلیدی است. پوپر حق دارد که بر اهمیت این تمایل انگشت می‌نهد، و بدین‌وسیله یقیناً سهمی در فلسفه علم دارد، که بر بسیاری فلاسفه تأثیر گذارده است. دانشمندان واقعاً می‌خواهند بدانند که آیا افکارشان خطا است یا نه، و این کار را با استخراج پیش‌بینی‌هایی از آنها و آزمودن آن پیش‌بینی‌ها انجام می‌دهند، و این آنگاه متحقق می‌شود که بتوانند چنین کنند. تمایلی که طرح ۲ نشانگر آن است، تمایلی تبیینی است. تعارض آنگاه پدیدار می‌شود که فرد در وضعیتی از نوع طرح ۲، تمایل دارد که نظریه را چیزی که معلوم است، قلمداد کند، در حالی که در وضعیتی از نوع طرح ۱، فرد تمایل دارد که آن را مسئله‌دار قلمداد کند. وابستگی به هم، روشن است: نظریه که کبرای طرح ۲ است، ممکن است خودش جان سالم به در برده از آزمونی پوپری باشد (هرچند که ضرورتی ندارد چنین باشد، "ج" براساس موفقیت‌های تبیینی‌اش پذیرفته شد، نه براساس جان سالم به در بردن از تلاش برای ابطالش). و حل مسئله‌ای از نوع طرح ۲، خودش باید تأیید شود غالباً با آزمونی از نوع طرح ۱. اگر حل، قانونی کلی باشد، نه گزاره‌ای

شخصی، ممکن است خود آن قانون، پارادایمی شود و به مسائلی از نوع طرح ۲ بینجامد. به طور خلاصه، تلاش برای ابطال، نظریات را “تقویت” می‌کند، نه فقط به معنای پوپری کلمه، که در آن معنی، این یک “همانگو” (tautology) است، بلکه به معنایی هم که او نمی‌پذیرد، اینکه نشان می‌دهد که قضیه‌ای صادق است یا تا حدی صادق است - و تبیین‌هایی براساس قوانینی که معلوم شمرده می‌شوند، غالباً مطرح کردن فرضیاتی را لازم می‌آورند. بدین طریق، تنش میان گرایش به تبیین و نقد، علم را به جلو می‌برد.

۲۱

ذهن

پوپر  
نظریه‌ها

## ۱.۱. کوهن رویاروی پوپر

همچنان که می‌شود انتظار داشت، میان کوهن و پوپر دربارهٔ ابطال‌پذیری نظریات علمی، تفاوت‌های جوهری وجود دارد. کوهن بر طریقه‌ای پای می‌فشارد که نظریات علمی را مصون از ابطال می‌کند، در حالی که پوپر بر ابطال‌پذیری به عنوان امری حتمی برای نظریه علمی اصرار می‌ورزد. پاسخ‌های پوپر به کوهن به دو اندیشه متکی است، که اکنون باید به بررسی آنها بپردازیم: اندیشهٔ فرضیات کمکی و اندیشه ترفند قراردادگرایانه.

پوپر قبول دارد که ممکن است برای استخراج یک پیش‌بینی از نظریه، به فرضیات کمکی نیاز افتد (هرچند که اصطلاح “فرضیات” شاید گمراه‌کننده باشد و چیزی شبیه قوانین استعجالی معنی دهد، نه فرضیاتی دربارهٔ شرایط حلی). اما او اینها را پاره‌ای از کل “نظام” می‌داند که تحت آزمون است. ترفند قراردادگرایانه عبارت است از تغییر موردی در فرضیات کمکی به منظور حفظ نظریه از نتیجهٔ تجربه‌ای که منافی آن است. و پوپر پرهیز از ترفندهای قراردادگرایانه را قاعده بنیادین روش‌شناختی روش تجربی می‌داند.

آیا این می‌تواند پاسخی به ایرادات کوهن باشد؟ آیا این ناقض ایرادات خود ما که در ابتدای این مقاله آوردیم، نیست؟ خیر نیست. در درجه اول “گک” در مورد “جج” تثبیت نشده‌اند، بلکه متکی به زمینه‌اند. فرد نمی‌تواند “جج” را پاره‌ای از “نظامی” تثبیت‌شده بداند که پارهٔ دیگرش مجموعه فرضیات کمکی تثبیت‌شده‌ای هستند که کارکردش “بسیار آزمون‌پذیر” ساختن “جج” است.

در درجهٔ دوم، تغییر عقیده ممکن است موردی باشد، بی‌آنکه نامعقول باشد. “موردی” صرفاً یعنی “برای این هدف خاص”. البته “موردی” دلالت بر “نامعقول بودن” را کسب کرده است، اما این مسئله دیگری است. این فرض که برخی ستارگان همراهان تیره دارند، موردی است، به معنی

تحت‌اللفظی کلمه: این فرض برای هدف خاصی به میان آمده که این واقعیت را که هیچ همراه مشاهده‌پذیری وجود ندارد، توضیح دهد. این فرض خیلی هم معقول است. قبلاً خاطر نشان کردیم که “گک” فقط متکی به زمینه نیستند، بلکه بسیار غیرقطعی‌اند، در مورد “جع” و بسیاری از موارد دیگر. در نتیجه تغییر “گک”، یا حتی در شرایط خاصی گفتن اینکه «ما نمی‌دانیم “گک” صحیح کدامند» ممکن است موردی باشند، به معنی تحت‌اللفظی کلمه که الآن ذکر کردیم، اما نه به معنی “موردی‌ای” که “نامعقول بودن” را هم دربرمی‌گیرد.

## ۱۲. تغییر پارادایم

چگونه یک پارادایم در وهله اول مورد پذیرش واقع می‌شود؟ نظر پوپر این است که یک نظریه با گذر از آزمون‌های سخت، تقویت می‌شود. پیش‌بینی‌ای (که صدقش از پیش معلوم نیست) می‌بایست از نظریه استخراج گردد و درستی یا نادرستی آن مشخص گردد. سختی آزمون وابسته به مجموعه گزاره‌های پایه‌ای است که نظریه رد می‌کند و نیز به نامحتمل بودن آن پیش‌بینی، نسبت به دانش پس‌زمینه. نمونه آرمانی، آن است که نظریه‌ای تعداد بسیار زیادی گزاره‌های پایه را رد کند و مستلزم پیش‌بینی‌ای باشد که نسبت به دانش پس‌زمینه بسیار نامحتمل باشد.

پوپر خاطر نشان می‌کند که اندیشه تعداد گزاره‌های پایه را که نظریه‌ای ردشان می‌کند، نمی‌توان در معنی کاردینالیتی فهمید، بلکه پیشنهاد می‌کند که با مفاهیم نامحتمل بودن یا “محتوا” آنها را سنجید. به نظر من درست نیست که “نامحتمل بودن” (به معنی منطقی [نا] محتمل بودن)<sup>۱۵</sup>، ابطال‌پذیری به معنی پوپری‌اش را اندازه می‌گیرد. مثلاً “جع” هیچ گزاره پایه‌ای را رد نمی‌کند، اما براساس هر معیار اندازه‌گیری‌ای، منطقاً احتمال صفر دارد. و یقیناً درست نیست که دانشمندان همیشه “نامحتمل‌ترین فرضیات باقی مانده” را برمی‌گزینند، بر اساس هر معیار اندازه‌گیری احتمال، مگر به این معنی پیش‌پاافتاده که تمام قوانین واقعاً کلی، احتمال صفر دارند. اما من در اینجا متوجه تفصیل فنی طرح پوپر نیستم، بلکه با اندیشه اصلی او سر و کار دارم.

برای ارزیابی این اندیشه، اجازه دهید که بینیم “جع” چگونه پذیرفته شد. نیوتن ابتدا از “جع” و “گک” که در ابتدا ذکر کردیم، قوانین کپلر را به دست آورد: این به معنی پوپری کلمه “آزمون” نبود، زیرا قوانین کپلر، از پیش معلوم بودند. سپس او نشان داد که “جع” براساس کشش جاذبه‌ای ماه، جزر و مد را توضیح می‌دهد: این هم به معنی پوپری کلمه آزمون نبود زیرا جزر و مد قبلاً شناخته شده بود. سپس او سال‌های بسیاری را صرف اختلالات اندکی کرد (که از قبل معلوم

بودند) که در مدار سیارات بودند، تا با "ج" آنها را توضیح دهد. کل جهان متمدن تا بدین زمان "ج" را پذیرفته، و در واقع تمجید کرده بود، اما اصلاً به معنی پوپری کلمه "تقویت" نشده بود! اگر به دنبال آزمون پوپری "ج" (استخراج پیش‌بینی‌ای جدید، که براساس دانش پس‌زمینه مخاطره‌آمیز باشد) بگردیم، تا آزمایش ۱۷۸۱ کوندیش (Cavendish) تقریباً یک‌صدسال پس از آنکه نظریه مطرح‌گشته بود، یکی هم نمی‌توان یافت! پیش‌بینی "ک۳" (مدار نپتون) از "ج" و گزاره‌های کمکی "ک۱" و "ک۲"، هم می‌تواند تأیید "ج" (در ۱۸۴۶!) باشد؛ گرچه که به دشواری بتوان آن را آزمون سختی برای "ج" حساب کرد، زیرا فرضیه "ک۲" منزلت استعجالی‌تری از "ج" داشت.

تشخیص منشأ خطا، آسان است. نظریه‌ای پذیرفته نمی‌شود مگر آنکه توفیقاتی در تبیین داشته باشد. هرچند که صحیح است نظریه‌ای را با تغییراتی در "گک"، که به یک معنی موردی (هرچند نه نامعقول) هستند، نگاه داشت، نباید توفیقاتش، موردی باشند. پوپر لازم می‌شمارد که پیش‌بینی‌های نظریه نباید از پیش شناخته شده باشند، تا از توفیقات موردی جلوگیری کند، اما این شرط بسیار شداد و غلاظی است.

پوپر حق دارد که نظریه در طی دوران تثبیتش، در مخاطره به سر می‌برد. در مورد "ج"، خطر، ابطال قطعی نبود، بلکه خطر نیافتن "گک" معقول از جانب نیوتن بود تا به کمک آنها بتواند توفیقات تبیینی واقعی (و نه موردی) برای "ج" به دست آورد. مثلاً عدم توفیق در تبیین جزر و مد با کشش جاذبه‌ای ماه، به تنهایی مبطل "ج" نبود، اما همین توفیق به قوت "ج" را تأیید کرد. اجمال سخن اینکه، یک نظریه تنها زمانی پذیرفته می‌شود که توفیقات تبیینی مهم، و نه موردی، داشته باشد. این مطابق آرای پوپر است، اما متأسفانه بیش‌تر از آن، مطابق است با توضیح "استقراگرایانه"، که پوپر منکرش است، زیرا بر تأیید تأکید می‌کند، نه ابطال.

### ۱۳. درباب عمل

خطای پوپر در اینجا یک خطای کوچک منفرد نیست. آنچه پوپر هیچ‌جا در نظر نگرفته این است که عمل مقدم است: اندیشه‌ها فی‌نفسه غایت نیستند (هرچند تا حدی فی‌نفسه غایت‌اند)، گزینش اندیشه‌ها برای "نقد" هم فی‌نفسه غایت نیست. اهمیت اصلی اندیشه‌ها در این است که راهنمای عملند، در اینکه به کل حیات شکل می‌دهند. اندیشه‌های علمی، راهنمای عمل در علم، در تکنولوژی، و گاهی در حیات جمعی و شخصی‌اند. ما در علم دلمشغول کشف اندیشه‌های صحیح

هستیم. برخلاف آنچه پوپر می‌گوید این تیره/اندیشی نیست، بلکه مسئولیت است. ما اندیشه‌های خویش (اندیشه‌های صحیح و بسیاری از اندیشه‌های غیرصحیح خویش) را از مطالعه دقیق عالم به دست می‌آوریم.

پوپر منکر این است که تجمع تجارب حسی به نظریات بینجامد؛ او حق دارد که به معنی مکانیکی یا محاسبه‌ای به نظریات نمی‌انجامد؛ ولی به نظریات می‌انجامد به این معنی که این نظمی است که اهمیتی روش‌شناختی دارد، که (۱) فقدان تجربه پدیدارها و دانش قبلی راجع به پدیدارها، به مقدار قابل توجهی احتمال یافتن اندیشه‌های صحیح را می‌کاهد؛ (۲) تجربه وسیع، به مقدار قابل توجهی احتمال یافتن اندیشه‌های صحیح یا نسبتاً صحیح را می‌افزاید. «اکتشاف هیچ منطقی ندارد»، به این معنی آزمون هم هیچ منطقی ندارد؛ تمام محاسبات صوری که کارنپ، پوپر، چامسکی و دیگران برای آزمون پیشنهاد کرده‌اند، به تعبیر نامؤدبانه‌اش، احمقانه است. اگر باور ندارید برنامه‌ای به کامپیوتر بدهید تا یکی از این محاسبات را انجام دهد و ببینید چقدر در آزمون نظریات خوب عمل می‌کند! اصولی کلی (maxims) برای کشف و آزمون وجود دارند: این اندیشه که اندیشه‌های صحیح از هوا می‌آیند، در حالی که آزمون آنها بسیار صلب و متعین است، یکی از بدترین میراث‌های حلقه وین است.

اما درستی اندیشه‌ای با مطالعه دقیق و عینی جوانب ذی‌ربط عالم، به یقین دانسته نمی‌شود، پوپر در این معنی به حق است. برای قضاوت در مورد درستی اندیشه‌هایمان، آنها را به کار می‌بندیم و می‌بینیم آیا توفیقی حاصل می‌کنیم یا نه. در کل و در بلند مدت، اندیشه‌های صحیح به توفیق می‌انجامند، و اندیشه‌هایی که به شکست می‌انجامند، به همان اندازه ناصحیح‌اند. نادیده انگاشتن اهمیت عمل، مستقیماً به نادیده انگاشتن اهمیت توفیق می‌انجامد.

نادیده گرفتن عمل، پوپر را به اندیشه «تحدید» (demarcation) قاطع میان علم، از یک سو، و اندیشه‌های سیاسی، فلسفی و اخلاقی، از سوی دیگر نیز رانده است. به نظر من این تحدید، مهلک است؛ اساساً منطبق است با جدا دانستن نظر از عمل و جدایی تمایل نقدی در علم از تمایل تبیینی (که مرتبط با قبلی است) از جانب پوپر. سرانجام نادیده گرفتن اولویت عمل، پوپر را تا حدی به نتایج سیاسی ارتجاعی سوق داده است. مارکسیست‌ها معتقدند که جامعه قوانینی دارد؛ که این قوانین را می‌توان شناخت؛ و اینکه انسان‌ها می‌توانند و باید براساس این شناخت عمل کنند. قصدم این نیست که استدلال کنم این دید مارکسیستی درست است؛ اما یقیناً هر دیدی که این را به

صورت پیشینی رد کند، ارتجاعی است. اما این دقیقاً همان چیزی است که پوپر می‌کند و به نام فلسفه معرفت ضدپیشینی چنین می‌کند.

از کجا می‌دانیم که اندیشه‌های درست در کل، و در دراز مدت باعث توفیق می‌شوند؟ این گزاره هم، گزاره‌ای است درباره‌ی عالم؛ گزاره‌ای که باید از تجربه‌ی عالم به دست آوریم؛ و ما معتقد به عملی هستیم که مطابق با این اندیشه است، و معتقد به اندیشه‌ای هستیم که به آن نوع عمل می‌انجامد، و این اعتقاداتمان براساس همان چیزی است که عقیده به هر اندیشه خوب را به بار می‌آورد: موفقیت در عمل! به این معنی “استقرا دوری است”. اما البته که چنین است! استقرا توجیه قیاسی ندارد؛ استقرا قیاسی نیست. توجیهات دوری لزوماً بالکل محافظه کارانه نیستند و نیز لزوماً بالکل بی‌محتوا هم نیستند<sup>۶</sup>. توفیقات گذشته استقرا اطمینان ما را به آن می‌افزاید، و شکست‌هایش در گذشته از اعتماد ما می‌کاهد. این واقعیت که توجیهی، دوری است، تنها بدین معنا است که آن توجیه، قدرت یک دلیل را ندارد مگر آنکه به کسی به عنوان دلیل ارائه شود که پیش‌تر متمایل به پذیرفتن نتیجه است. ما در واقع تمایل (اگر دوست دارید، تمایل پیشینی) به استدلال “استقرایی” داریم، و توفیق گذشته “استقرا” آن تمایل را می‌افزاید.

روش آزمون اندیشه‌ها در عمل، و اتکا به اندیشه‌هایی که توفیقشان ثابت شده (و استقرا برای همین است) ناموجه نیست. این گزاره‌ای تجربی است. این روش “توجیه” ندارد، اگر منظور از توجیه، برهانی براساس اصول ازلی و صوری است که اتکا بر آن روش را موجه می‌سازد. اما در این صورت هیچ چیزی توجیه ندارد، نه حتی به نظرم ریاضیات محض و منطق صوری. عمل مقدم است.

بخش فلسفه دانشگاه هاروارد

فوریه ۱۹۶۹

## پی‌نوشت

این نوشتار ترجمه‌ی مقاله‌ی زیر است:

Hilary Putnam, “The Corroboration of Theories”, in P.A. Schilpp(ed). *The Philosophy of Karl Popper*, (The Library of Living Philosophers. Inc. 1974) pp 221 – 240

## یادداشت‌ها

۱. من در دو مقاله زیر راجع به نظریه پوزیتیویستی معنی‌داری بحث کرده‌ام:

'What Theories Are Not', Published in: *Logic, Methodology, and Philosophy of Science*, ed by A. Tarski, E. Nagel. And P. Suppes (Stanford: Stanford University Press, 1962) pp. 241-51 and also in: 'How Not to Talk about Meaning', Published in: *Boston Studies in the Philosophy of Science*. Vol II, ed by R.S. Cohen and M.W. Wartofsky (New York: Humanities Press, 1965). pp. 205-22.

۲. برای بحثی راجع به صدق تقریبی به مقاله دوم یادداشت ۱ بنگرید.

۳. "تأیید" اصطلاحی است که در استفاده معمولش به معنی پشتیبانی نتیجه مثبت آزمایش یا مشاهده از فرضیات است، پوپر به جای آن در همه جا از اصطلاح تقویت استفاده می‌کند، زیرا اصطلاح اول را دال بر نشان دادن صدق (یا دست کم احتمال) می‌داند، که با آن مشکل دارد.

۴. قضیه بیز به زبان ساده چنین می‌گوید که احتمال فرضیه H براساس شاهد خاص E تناسب مستقیمی دارد با احتمال E براساس فرض H، و نیز تناسب مستقیمی دارد با احتمال پیشین H (یعنی احتمال H بدون دانستن E). همچنین این قضیه می‌گوید که اگر احتمال E با فرض  $\sim H$  (نقیض H)، بیشتر شود، احتمال H با شاهد E کمتر می‌شود، (بافرض اینکه شرایط دیگر یکسان باشند). امروزه نظریه پردازان احتمالات به دو دسته تقسیم می‌شوند، آنها که اندیشه "احتمال پیشین یک فرضیه" را (که برای قضیه بیز اساسی است) می‌پذیرند، و آنها که نمی‌پذیرند و بنابراین اندیشه احتمال فرضیه‌ای با فرض شاهدی را هم نمی‌پذیرند. مکتب نخست را "بیزگرایان" و دوم را "ضد بیزگرایان" می‌خوانند.

۵. مقایسه کنید با این مقاله‌ام:

'Degree of Confirmation and Inductive Logic', in: *The Philosophy of Rudolf Carnap*, (The Library of Living Philosophers vol. II) ed. By Paul A. Schilpp (La Salle, III Open Court Publishing Co, 1963) pp. 761- 84.

۶. پاسخ پوپر به نقدهایی از این دست را در بخش "کوهن رویاروی پوپر" آورده‌ام.

۷. مؤلفان بسیاری این نکته را ابراز نموده‌اند. نکته‌ای که غالباً نادیده گرفته می‌شود این است که در مواردی شبیه آنچه به بحث گذارده‌ایم، گزاره‌های کمکی، قطعیت بسیار کمتری از نظریه مورد آزمون دارند؛ بدون توجه به این نکته آن نقد که می‌شود با تجدید نظر در "گک" نظریه‌ای را حفظ کرد، از قبیل نکته‌ای در منطق صوری به نظر خواهد آمد. که ارتباطی واقعی با کار و بار علمی ندارد (بنگرید به بخش "کوهن رویاروی پوپر").

۸. مثلاً به جای اینکه گفته شود: «سیارات هیچ نیروی غیرجاذبه‌ای به یکدیگر وارد نمی‌آورند»، بگویند: «سیارات نیروهایی بر یکدیگر وارد می‌آورند که بیش از ۰/۹۹۹ (یا هر چه)، جاذبه‌ای است». تغییرات مشابهی در "گک"، احیاناً می‌توانند آنها را به گزاره‌های صادق بدل سازند، هرچند که از نظر روش‌شناختی بی‌اهمیتی نیست که هیچ دانشمندی، تا آنجا که من می‌دانم، به خود زحمت نداده حساب کند که چه تغییراتی در "گک" می‌توانند آنها را صادق گردانند، در عین حالی که مفید بودنشان حفظش شود.



9. Hillary Putnam, 'The Analytic and the Synthetic', in: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol III, ed. By H. Feigl and G. Maxwell (Minneapolis University of Minnesota Press, 1962) PP. 358-97.
10. N. R. Hanson, in: *Patterns of Discovery* (Cambridge, Cambridge University Press, 1958).
11. Thomas S. Kuhn. *The Structure of Scientific Revolution*. Vol. 11, No. 2 of *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago University of Chicago Press, 1962).
12. Louis Althusser, *Pour Marx and Lire la Capital* (Paris, Maspero 1965).
۱۳. منظورم از "مدار" مسیری در فضا - زمان است، نه صرف گذرگاهی فضایی.
۱۴. منظورم از "ممکن" این است که از نظر فیزیکی ضروری نیست.
۱۵. "احتمال منطقی"، احتمالی است که ارزش (به معنای من المعانی) برابر به جهان‌های ممکن منطقی می‌دهد.
۱۶. پروفیسور ماکس بلک در چند مقاله بر این مطلب تأکید ورزیده است، به عنوان مثال: 'Self - supporting Inductive Arguments', *Journal of Philosophy* 55 (1958), pp. 718-25; reprinted in: Richard Swinburne (ed), *The Justification of Induction*, (Oxford Readings in Philosophy, Oxford University Press, 1974)