منطق اکتشاف علمی

کارل ریموند پوپر

مترجم: سیدحسین کمالی

نویسندهٔ کتاب *منطق اکتشاف علمی*، همانند هر دانشمند و فیلسوف دیگری می‌کوشد نقاب از چهرهٔ حقیقت بردارد، اما از راه‌هایی به این تلاش می‌آغازد که با نوآوری‌ها و نواندیشی‌های خود او آمیخته‌اند. وی علم را سرتاسر به منزلهٔ جهان‌شناسی می‌انگارد و معتقد است که افتخار فلسفه ـ همچون علم ـ متناسب با سهمی است که در این تکاپو داشته است. عقیدهٔ دیگر نویسنده همانا اهمیت رشد معرفت است که هستهٔ بنیادین مسائل شناخت‌شناسی بوده است، و بهترین راه شناخت چگونگی رشد معرفت، مطالعهٔ نحوهٔ رشد معرفت علمی است.

پوپر نشان می‌دهد که اصیل‌ترین مسائل رایج در شناخت‌شناسی از حد روش‌های پررونق زبان‌کاوانه بسی فراتر می‌رود و تحلیل معرفت علمی را ایجاب می‌کند. به عقیدهٔ پوپر، با آگاهی یافتن از روش صحیح علمی می‌توان از راز سربه‌مهر جهانی که در آن به سر می‌بریم نکته‌ها آموخت. احیای توجه به این رموز، یگانه راه نجات علم و فلسفه از غرق شدن در تخصص‌های موشکافانه و جلوگیری از تسلیم شدن به مرجعیت کسانی است که گمان می‌برند مراحل نهایی معرفت را پیموده‌اند و به حقیقت مطلق راه یافته‌اند.

شرکت ... فرهنگی

ISBN 964-6...-2-6

منطق اکتشاف علمی
قیمت: ۵۵۰۰۰ ریال
خوارزمی - D14/7
۶۶۴۰۰۷۰۶ (۴) ۴۲/۲-D
۳۰۴۳۴

9 7 6

قیمت: ۵۵۰۰۰ ریال

منطق اکتشاف علمی

ناشر برگزیدهٔ

هفدهمین، بیستمین و بیست‌ودومین

نمایشگاه بین‌المللی کتاب تهران

کارل ریموند پوپر

منطق اکتشاف علمی

مترجم

سیدحسین کمالی

ویراستار

عبدالکریم سروش

تهران- ۱۳۸۸

سرشناسه : پوپر، کارل ریموند، ۱۹۰۲ ـ ۱۹۹۴ م. Popper, Karl Raimund
عنوان و نام پدیدآور: منطق اکتشاف علمی / کارل ریموند پوپر؛ مترجم: حسین کمالی؛ ویراستار: عبدالکریم سروش.
مشخصات نشر : تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۰.
مشخصات ظاهری : ۳۴۷ ص.
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۱-۰۴۲-۶
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: Logik der Forschung.
یادداشت : چاپ چهارم: ۱۳۸۸ (فیپا).
یادداشت : چاپ قبلی: سروش (انتشارات صدا و سیما)، ۱۳۷۰.
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : علوم -- روش‌شناسی
شناسه افزوده : کمالی، حسین، ۱۳۴۴ - ، مترجم
شناسه افزوده : سروش، عبدالکریم، ۱۳۲۴ - ، ویراستار
شناسه افزوده : شرکت انتشارات علمی و فرهنگی
رده‌بندی کنگره : الف ۱۳۷۰ ۸ م ۹ پ / Q ۱۷۵
رده‌بندی دیویی : ۵۰۱
شمارهٔ کتابشناسی ملی : ۳۲۸۹ - ۷۰ م

منطق اکتشاف علمی
نویسنده: کارل ریموند پوپر
مترجم: سیدحسین کمالی
ویراستار: عبدالکریم سروش
چاپ نخست: ۱۳۷۰
چاپ چهارم: ۱۳۸۸؛ شمارگان : ۲۰۰۰ نسخه
حروفچینی و آماده‌سازی : شرکت انتشارات علمی و فرهنگی
لیتوگرافی: مینا؛ چاپ: عطا؛ صحافی: رشد
حق چاپ محفوظ است.

شرکت انتشارات علمی و فرهنگی

○ **ادارهٔ مرکزی:** خیابان افریقا، چهارراه حقانی (جهان کودک)، کوچهٔ کمان، پلاک ۲۵؛ کدپستی: ۱۵۱۸۷۳۶۳۱۳؛ صندوق پستی: ۹۶۴۷ - ۱۵۸۷۵؛ تلفن: ۷۰ - ۸۸۷۷۴۵۶۹؛ فکس: ۸۸۷۷۴۵۷۲
آدرس اینترنتی: info@elmifarhangi.ir www.elmifarhangi.ir
○ **مرکز پخش:** شرکت بازرگانی کتاب گستر، خیابان افریقا، بین بلوار ناهید و گلشهر، کوچهٔ گلفام، پلاک ۷۲؛ کد پستی: ۱۹۱۵۶۷۳۴۸۳؛ تلفن: ۴۳ - ۲۲۰۲۴۱۴۰؛ تلفکس: ۲۲۰۵۰۳۲۶
آدرس اینترنتی: info@ketabgostarco.com www.ketabgostarco.com
○ **فروشگاه یک:** خیابان انقلاب، روبه‌روی در اصلی دانشگاه تهران؛ تلفن: ۶۶۴۰۰۷۸۶

فهرست مطالب

مقدّمهٔ نگارندهٔ کتاب برای خوانندهٔ ایرانی ۳
دیباچهٔ مترجم فارسی ۷
یادداشت مترجمان چاپ انگلیسی ۱۹
پیشگفتار چاپ اوّل، ۱۹۳۴ ۲۱
پیشگفتار اوّلین چاپ انگلیسی، ۱۹۵۹ ۲۵

قسمت I

مقدّمه بر منطق معرفت علمی (۳۷)

فصل I. بررسی چند مسألهٔ اساسی ۳۹
۱. مسألهٔ استقراء. (۳۹)
۲. کنار گذاشتن روانشناسیگری. (۴۴)
۳. آزمودن تئوریها به‌نحو قیاسی. (۴۵)
۴. مسألهٔ تمییز. (۴۷)
۵. تجربه در مقام روش. (۵۴)

۶. ابطال‌پذیری، معیار تمییز علم از غیر علم. (۵۵)
۷. مسألهٔ تعیین «مبنای تجربه». (۵۸)
۸. عینیّت علمی و یقین ذهنی. (۶۰)

فصل II. دربارهٔ نظریّهٔ روش علمی ۶۵
۹. لزوم انتخاب شیوهٔ روش‌شناسی. (۶۵)
۱۰. روش‌شناسی از دیدگاه طبیعت‌گرایانه. (۶۷)
۱۱. قراردادی شمردن قواعد روش‌شناسی. (۷۰)

قسمت II
پاره‌ای از مقوّمات تجربه‌شناسی نظری (۷۵)

فصل III. تئوریها ۷۷
۱۲. علّیّت، تبیین رویدادها، و استنتاج پیش‌بینی‌ها. (۷۸)
۱۳. کلّیهای حقیقی و کلّی نماها {(کلّ‌ها)}. (۸۱)
۱۴. مفاهیم کلّی و مفاهیم جزئی. (۸۳)
۱۵. گزاره‌های کلّی و وجودی حقیقی. (۸۸)
۱۶. دستگاههای تئوریك. (۹۱)
۱۷. چند تصویر ممکن از دستگاههای اصل موضوعی. (۹۳)
۱۸. مراتب کلّیّت. قیاس استثنایی با رفع تالی. (۹۷)

فصلIV. ابطال‌پذیری ۱۰۰
۱۹. چند ایراد از اهل مواضعه. (۱۰۰)
۲۰. قواعد روش‌شناسی. (۱۰۵)
۲۱. تحقیق منطقی در ابطال‌پذیری. (۱۰۸)
۲۲. ابطال‌پذیری و ابطال {بالفعل}. (۱۱۰)
۲۳. پیشامدها و رویدادها. (۱۱۲)
۲۴. ابطال‌پذیری و عاری بودن از تناقض. (۱۱۷)

فصل V. مسألهٔ تعیین مبنای تجربه ۱۱۹
۲۵. آیا محسوسات بالذّات مبنای تجربه‌اند؟ روانشناسیگری. (۱۱۹)
۲۶. دربارهٔ آنچه جمله‌های تسجیلی می‌خوانند. (۱۲۱)
۲۷. عینیّت مبنای تجربه. (۱۲۵)
۲۸. گزاره‌های پایه. (۱۲۹)
۲۹. نسبی دانستن گزاره‌های پایه. عبور از سه‌راهی فریز. (۱۳۲)
۳۰. تئوری و تجربه. (۱۳۵)

فصل VI. درجات آزمون‌پذیری ۱۴۳
۳۱. تقریر خطّ‌مشی و توضیح آن. (۱۴۳)
۳۲. مقایسهٔ مجموعه‌های مبطلات بالقوّه (۱۴۵)
۳۳. مقایسهٔ درجات ابطال‌پذیری به کمك نسبت زیر مجموعگی. (۱۴۷)
۳۴. ساختار نسبت زیر مجموعگی. احتمال منطقی. (۱۴۹)
۳۵. مضمون تجربی، تضمّن منطقی، و درجات ابطال‌پذیری. (۱۵۲)
۳۶. مراتب کلّیت و درجات دقّت. (۱۵۵)
۳۷. حوزه‌های منطقی. نکاتی دربارهٔ تئوری اندازه‌گیری. (۱۵۸)
۳۸. مقایسهٔ درجات آزمون‌پذیری برحسب ابعاد. (۱۶۱)
۳۹. بُعد یك‌دسته منحنی. (۱۶۵)
۴۰. دو راه برای کاستن از عدّهٔ ابعاد یك‌دسته منحنی. (۱۶۷)

فصل VII. سادگی ۱۷۲
۴۱. کنار گذاشتن معانی ذوقی و مصلحت‌جویانهٔ سادگی. (۱۷۳)
۴۲. جنبهٔ روش شناختی مسألهٔ سادگی. (۱۷۳)
۴۳. سادگی و درجهٔ ابطال‌پذیری. (۱۷۷)
۴۴. شکل هندسی و صورت تابعی {ریاضی}. (۱۸۰)
۴۵. سادگی هندسهٔ اقلیدسی. (۱۸۱)
۴۶. مشرب اهل مواضعه و سادگی. (۱۸۳)

فصل VIII. احتمالات ۱۸۵
۴۷. مسألهٔ تفسیر گزاره‌های احتمالی. (۱۸۶)
۴۸. تفسیرهای ذهنی و عینی. (۱۸۷)
۴۹. مسألهٔ اساسی تئوری امور اتّفاقی. (۱۹۰)
۵۰. تئوری بسامدی فون میزس. (۱۹۱)
۵۱. دورنمای تئوری جدید احتمالات. (۱۹۴)
۵۲. بسامد نسبی در مجموعه‌های متناهی. (۱۹۶)
۵۳. گزینش، استقلال، تأثیرناپذیری، و عدم مدخلیّت. (۱۹۸)
۵۴. دنباله‌های متناهی. گزینش ترتیبی و گزینش برحسب همسایگی. (۲۰۰)
۵۵. آزادی از ـ n در دنباله‌های متناهی. (۲۰۱)
۵۶. دنباله‌های برشها. شکل اول فرمول دوجمله‌ای. (۲۰۶)
۵۷. دنباله‌های نامتناهی. برآورد فرضی بسامد. (۲۰۹)
۵۸. بررسی اصل موضوع پریشانی (۲۱۴)
۵۹. دنباله‌های اتّفاقی نما. احتمال عینی. (۲۱۸)
۶۰. مسألهٔ برنویی. (۲۱۹)
۶۱. قانون اعداد بزرگ (قضیّهٔ برنویی). (۲۲۳)
۶۲. قضیّهٔ برنویی و تفسیر گزاره‌های احتمالی. (۲۲۷)
۶۳. قضیّهٔ برنویی و مسألهٔ همگرایی. (۲۲۸)
۶۴. حذف اصل موضوع همگرایی. حلّ «مسألهٔ اساسی تئوری امور اتّفاقی». (۲۳۲)
۶۵. مسألهٔ داوری‌پذیری. (۲۳۷)
۶۶. صورت منطقی گزاره‌های احتمالی. (۲۴۰)
۶۷. نظام احتمالی فلسفهٔ نظری. (۲۴۵)
۶۸. احتمالات در فیزیك. (۲۴۷)
۶۹. قانون و اتّفاق. (۲۵۵)
۷۰. نتیجه‌گیری قانونهای کلان از قانونهای خرد. (۲۵۸)
۷۱. گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی. (۲۶۱)
۷۲. تئوری حوزه‌ها. (۲۶۵)

فصل IX. ملاحظاتی در باب تئوری کوانتوم ۲۶۸
۷۳. برنامهٔ هایزنبرگ و فرمولهای عدم قطعیّت. (۲۷۰)
۷۴. طرح اجمالی تفسیر آماری، تئوری کوانتوم. (۲۷۵)
۷۵. تفسیر آماری جدید از فرمولهای عدم قطعیّت. (۲۷۸)
۷۶. کوششی برای زدودن عناصر متافیزیکی از راه وارونه ساختن برنامهٔ هایزنبرگ، با ذکر کاربردها. (۲۸۴)
۷۷. آزمایشهای سرنوشت‌سازی. (۲۹۳)
۷۸. متافیزیك بدون علیّت. (۳۰۴)

فصل X. تقویت تئوریها، یا نحوهٔ ایستادگی تئوری در برابر آزمونها ۳۱۰
۷۹. دربارهٔ به‌اصطلاح اثبات فرضیّه‌ها. (۳۱۱)
۸۰. احتمال فرضیّه‌ها و احتمال رویدادها: نقد منطق احتمال. (۳۱۴)
۸۱. منطق استقراء و منطق احتمال. (۳۲۴)
۸۲. تئوری ایجابی تقویت: نحوهٔ «ابراز لیاقت» تئوریها. (۳۲۷)
۸۳. تقویت‌پذیری، آزمون‌پذیری، و احتمال منطقی. (۳۳۱)
۸۴. نکاتی در باب کاربرد دو مفهوم «صدق» و «تقویت». (۳۳۶)
۸۵. مسیر علم. (۳۳۹)
تکلمه، ۱۹۷۲ (۳۴۶)

اهدائی مؤلف: برای همسرم که باعث احیای این کتاب شد.
کارل پوپر

اهدائی مترجم: برای مادر فداکارم با ارادت و اخلاص.
حسین کمالی

مقدّمه نگارندهٔ کتاب برای خوانندهٔ ایرانی

منطق اکتشاف علمی

همچنانکه مترجم کتاب آقای کمالی گفته‌اند، منطق اکتشاف علمی، ۵۵ سال پیش نوشته شده است. این کتاب صورت ملخّص نوشته‌ای است که ابتدا قصد چاپش را داشتم. لیکن چنین می نماید که بسیاری از خوانندگان (ولی نه همهٔ آنان)، کتاب را با خشنودی خوانده‌اند و چیزی هم از آن آموخته‌اند. به اعتقاد من اینان کسانی بوده‌اند که کتاب را آهسته خوانده‌اند: این کتابی نیست که به شتاب خوانده شود.

کتاب کوششی است در جهت تبیین راه درس گرفتن از تجربه. درعین حال به این نکته تأکید می ورزد که راه درس گرفتن از تجربه، انجام مشاهدات مکرّر نیست: سهم تکرار مشاهدات در قیاس با سهم اندیشه هیچ است. همه‌چیز در گرو اندیشه‌ورزی فعّال‌ما در باب جهان است. ما مدام می کوشیم تا تجارب خویش را تفسیر عقلی کنیم. می کوشیم تا آنها را بفهمیم. به عبارت دیگر، بیشتر آنچه می آموزیم با کمك مغز است. چشم و گوش نیز اهمیّت دارند، ولی اهمیّتشان بیشتر در حذف اندیشه‌های غلطی است که مغز یا عقل پیش می نهد.

همهٔ این مطالب تصحیح ریشه‌ای این نظریّهٔ شایع است که می گوید

راه آموختن آن است که کمابیش منفعل در برابر سیل تأثّرات حسّی بنشینیم و آنها را به درون خود راه دهیم و بگذاریم تا مغز هضمشان کند. به‌گمان من این تصویر اشتباه‌آمیز است. ما همواره، حتّی در تکوین ادراکاتْ فعّالیم نه منفعل. ادراکات همه فرضیّه‌هایی در دل دارند. هنگامی که من چارپایه‌ای را می‌بینم، این طور فرض می‌کنم که می‌توان به روی آن نشست. ولی ای‌بسا که این فرض نادرست باشد و اگر کسی به روی آن بنشیند، آن چارپایه فرو بشکند. آشکار است که مضمون فرضیّه بسی بیشتر از آن است که حواسّ ما در اختیارمان می‌نهند.

این نگرش تازه‌ای است که نه تنها به علم، بلکه به زندگی و تکامل موجودات زنده نیز راجع می‌شود. موجودات زنده، همگی همیشه فعّال‌اند؛ تلاش می‌کنند تا اتّفاقات آیندهٔ پیرامونشان را گمان بزنند، و مشکلاتی را که گمانهای نادرستشان پیش می‌آورد حل کنند. به اعتقاد من این شیوهٔ نگرش به زندگی و تکامل حیات، امیدبخش و شوق‌انگیز است، و بدین شیوه می‌توان آینده را به‌چشم افرادی کوشا و متعهّد نگریست که سعی دارند مشکلات را طوری حل کنند تا آیندهٔ همهٔ ابناء بشر بهتر باشد.

کارل پوپر

کِنلی، ۸ دسامبر ۱۹۸۹

Introduction for the Iranian Reader of

THE LOGIC OF SCIENTIFIC DISCOVERY

As described by the translator, Mr. S.H. Kamaly, this book, The Logic of Scientific Discovery, was written 55 years ago. It is a compressed version of what it was originally intended to be. However, it appears that many readers (but not all) have read it with enjoyment and have learned something from it. I believe that these were readers who read the book slowly: it is not a book to be read through quickly.

The book tries to explain how we can learn from experience. At the same time it stresses that we do not learn from experience by making observations repeatedly: the repetitions play no role compared with the thinking. Everything depends on our active thinking about the world. We constantly try to interpret, in thought, our experiences. We try to understand them. One could put it in the following way: we learn mainly with the hlep of our brain. Our eyes and ears are important, but mainly for correcting and eliminating false ideas, proposed by our brain, by our thought.

All this is a severe correction to the usual view that we learn, more or less passively, by letting impressions stream into us and allowing them to be digested by our brain. This, I believe, is a mistaken picture. We are always active, not passive, even in the formation of our perceptions. Every perception contains hypotheses. If I see a chair, I hypothesize that it can be used to sit on it. The hypothesis may be mistaken and the chair may break down when anyone tries to sit on it. Clearly the hypothesis went far beyond what our senses could tell us.

This is a new view, not only of science but of life and of the evolution of living things. All living things are always active; they try to anticipate what will happen in their environment and to solve the problems that face them when their anticipations have been wrong. I believe that this way of looking at life and at the evolution of life is hopeful and encouraging and allows us to look at the future with the eyes of active and responsible persons who try to solve the problems in such a way that the future will be better for all mankind.

Kenley, 8 December 1989. Karl Popper

بنام آنکه جان را فکرت آموخت

دیباچهٔ مترجم فارسی

این دیباچه در چهار قسمت است، به شرح زیر:

I. در معرفی کتاب و پیدایش ترجمهٔ حاضر

II. شرح احوال پوپر

III. نکاتی دربارهٔ ترجمهٔ اصطلاحات و چند توضیح در حاشیهٔ متن

IV. سپاسگزاری

I در معرّفی کتاب و پیدایش ترجمهٔ حاضر

کتابی که خوانندهٔ در دست دارد، ترجمه‌ای از *The Logic of Scientific Discovery* پرآوازه‌ترین اثر فیلسوف علم نامبردار این عصر، سِر کارل رایموند پوپر است که از امهات کتب فلسفهٔ علوم تجربی به شمار می‌رود، و با وجود گذشت بیش از نیم قرن از نخستین چاپش، هنوز اثری بدیع و نیرومند است.

چاپ نخستین این کتاب، در سال ۱۳۱۳ / ۱۹۳۴، به زبان آلمانی، با عنوان *Logik der Forschung* (*منطق پژوهش*)، در مجموعهٔ مکتوبات دربارهٔ جهان بینی علمی *(Schriften Zur Wissenschaftlischen Weltauffassung)* انتشار یافت. ویرایش آن مجموعه را دو تن از اعضای «حلقهٔ وین» برعهده داشتند، و بیشتر کتابهای آن را نیز اعضای

حلقهٔ وین می‌نوشتند. از این رو، انتشار این کتاب در آن مجموعه باعث شد تا بعدها کسانی به اشتباه آرائی را به پوپر نسبت دهند که وی در این کتاب به صراحت آنها را منکر شده یا از بن باطلشان ساخته است. بلکه باید دانست که بخش عمدهٔ مباحث این کتاب در ردّ اندیشه‌های پوزیتیویستی حلقهٔ وین، و نشاندن معرفت‌شناسی و روش‌شناسی استوارتری به جای آنها تنظیم گشته است.

نگارش کتاب را پوپر به تشویق یکی از اعضای حلقهٔ وین، در ۱۹۳۰ آغاز کرد. حاصل کارش ابتدا کتاب بسیار مفصّلی شد که آن را *Die Beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie* (دو مسألهٔ اساسی نظریهٔ شناخت) نامید. لیکن ناشر چاپ کتاب را به شرطی پذیرفت که حجم آن به یک هشتم اندازهٔ اصلی تقلیل داده شود، و در نتیجهٔ حذف فقرات بسیار، کتاب منطق پژوهش حاصل گردید.

انتشار کتاب پوپر، واکنشهای گوناگونی برانگیخت. کسانی معیار ابطال‌پذیری را نمونهٔ «خردگرایی دروغین» نامیدند و نتیجه‌گیریهای کتاب را «بسیار سست» خواندند. از طرف دیگر نیز برخی صاحبنظرن، کتاب را از مهمترین آثار دربارهٔ منطق علم شمرند. و امروز نیز این کتاب از کتب اصیل در زمینهٔ فلسفه و روش‌شناسی علوم فیزیکی به شمار می‌رود.

بیست و پنج سال بعد در ۱۳۳۸ / ۱۹۵۹ ترجمهٔ انگلیسی کتاب *Logik der Forschung* با عنوان *The Logic of Scientific Discovery* انتشار یافت که در واقع به منزلهٔ تجدید چاپ اصل آلمانی کتاب بود. ترجمه انگلیسی که به دست پوپر و با معاضدت دو تن از دوستانش انجام گرفت (← مقدّمهٔ مترجمان چاپ انگلیسی)، علاوه بر متن اصلی، پانوشتها و پیوستهایی نیز در برداشت که‌به قصد تصحیح یا تکمیل مطالب کتاب بدان افزوده شده بود. این اضافات در چاپهای بعدی کتاب به زبان آلمانی نیز گنجانیده شد، و هم متن انگلیسی هم متن آلمانی تاکنون چندین بار تجدید طبع گریده‌اند. همچنین کتاب به چند زبان دیگر نیز ترجمه شده است

ترجمهٔ این کتاب مهم، به اشارت جناب آقای دکتر عبدالکریم سروش، از تابستان ۱۳۶۵ آغاز شد. سال بعد هنگامی که نمونهٔ ترجمه‌ام را برای چاپ و نشر به شرکت انتشارات علمی و فرهنگی پیشنهاد نمودم، اولیاء محترم آن شرکت، نشر این ترجمهٔ را با برنامه‌های انتشاراتی خود هماهنگ یافتند، و با کمال حسن نیّت، چاپش را مشروط متقبّل گشتند.

از محضر ارجمند جناب آقای بهاءالدین خرمشاهی تقاضا کردم تا ایشان نیز ترجمه‌ام را از گوشهٔ چشم نکته بین خویش بگذرنند، و کاستیهایش را گوشزد فرمایند. جناب خرمشاهی به رغم همهٔ اشتغالاتی که داشتند، خواسته‌ام را پذیرفتند و مرا وامدار خود ساختند.

به شکرانهٔ اینهمه، من کوشیدم تا به شور و بی‌باکی جوانی، تلاش و نستوهی را نیز مزید کنم، و نعمت مصاحبت این سروران گرامی را با بهره‌برداری شایسته از ارشاداتشان سپاس بگزارم. از این رو، آن‌قدر که از توان اندکم برمی‌آید، جانب پرس و جو را برای بهتر فهمیدن مقاصد پوپر فرو نگذاشتم، و از خواندن و باز خواندن سایر آثار وی، و دیگر مطالب مربوط، از نوشته‌های تاریخی و فلسفی و منطقی گرفته، تا پاره‌ای از آثار بنیادین تئوری ریاضی احتمالات و فیزیک کوانتوم، کوتاهی نکردم. صمیمانه امیدوارم که محصول این تلاشها، ترجمه‌ای وفادار به اصل و رسانندهٔ معنای درست آن باشد.

این قسمت از دیباچه را با ذکر چند نکته به پایان می‌برم:

اوّل. این ترجمه از روی چاپ یازدهم کتاب اصلی، با این مشخصات انجام گرفته است:

The Logic of Scientific Discovery, **Eleventh impression 1983, Hutchinson & Co. (Publishers) Ltd.**

و در مواردی انگشت شمار، به ترجمهٔ فرانسهٔ کتاب با مشخصات زیر مراجعه کردم:

La Logique de La dé couverte Scientifique, **Traduit de l'anglais par Nicole *Tyssen*-Rotten et Philip Devaux, Paris, Payot, 1973**

دوّم. بنابر مصلحتی چاپ اوّل این ترجمهٔ فارسی، در دو مجلّد منتشر می‌گردد. شمارهٔ صفحات دو مجلّد مسلسل است، فهرستهای اعلام و موضوعات، واژه‌نامهٔ دو سویهٔ انگلیسی به‌فارسی، و فارسی به انگلیسی اصطلاحات کتاب، همه در انتهای مجلّد دوم خواهد آمد.

سوم. استاد سروش، و جناب خرمشاهی، هر دو مجال فراخی برای ابراز نظر، و اعمال سلیقهٔ من باز گذاشته بودند، لذا مسئولیّت هر نقص و خطایی که احیاناً در ترجمه باشد، با شخص من است.

II. شرح احوال پوپر

کارل رایموند پوپر در تاریخ ۲۸ ژوئیهٔ سال ۱۹۰۲ میلادی (مطابق ۶ مرداد ۱۲۸۱ شمسی) در شهر وین کشور اتریش به دنیا آمد. والدینش در اصل یهودی بودند، ولی پیش از آنکه فرزندی بیابند به کیش پروتستان گرویدند تا در جامعهٔ مسیحی پیرامونشان آسوده‌تر زیست کنند. مادرش بانویی هنرمند و دوستدار موسیقی، و پدرش حقوقدانی اهل فضل بود که به اصلاحات اجتماعی نیز اهتمام می‌ورزید. تحصیلات مقدّماتی را به روال عادی در مدارس شهر خویش آغاز کرد، ولی پیش از به اتمام رسانیدن دوره، در ۱۹۱۸ تحصیل در مدرسه را رها کرد تا در نزد خود به مطالعه بپردازد. لذا از همان سال در جلسات دروس گوناگون، از تاریخ و ادبیات و فلسفه گرفته، تا ریاضیّات و فیزیك، وحتّی دروس دانشکدهٔ طبّ حضور می‌یافت، تا آنکه در ۱۹۲۲، رسماً در آزمون ورود به دانشگاه وین پذیرفته شد. تحصیلات دانشگاهیش، تا ۱۹۲۸ به طول کشید. پایان نامهٔ دکتریش، «دربارهٔ مسالهٔ روش در روان‌شناسی تفکّر» *(Zur Methodenfrage der Denkpsychologie)* بود. علاوه بر تسلیم آن رساله به دانشگاه، در دو امتحان شفاهی، یکی دربارهٔ فلسفه و روان‌شناسی، و دیگری دربارهٔ تاریخ موسیقی، شرکت جست و با احراز رتبهٔ ممتاز در هردو امتحان به اخذ درجهٔ دکتری نایل گردید. نیم قرن بعد، در ۱۹۷۸، دانشگاه وین محفلی در بزرگداشت پوپر برگزار نمود، و ضمن «تجدید» درجهٔ علمی او، به وی دکترای افتخاری در علوم طبیعی اعطا کرد.

درحین تحصیل در دانشگاه، کار هم می‌کرد. زمانی شاگرد قفسه سازی بود، و بعدْ مدّتی، مددکار اجتماعی کودکان بی‌سرپرست گردید. در ۱۹۲۵ که دانشگاه وین مؤسّسه‌ای برای آموزش علوم تربیتی تأسیس کرد، از مددکاران اجتماعی پذیرفته شده برای تحصیل در آن بود. وی همسر خویش را از میان همدرسانش در آنجا برگزید.

۱۹۱۹، برای پوپر سالی پر اهمیّت بود. در بهار آن سال، در اثر تبلیغات کمونیستها، مارکسیست شد. ولی در آن اعتقاد دیر نپایید، و دوسه ماهی بیش نگذشت که بی‌پایگی وعده‌های بزرگ این نظام را دریافت و روی از آن برتافت. ضعف علمی روان کاوی فرویدی، و روان شناسی فردی آدلر نیز در همان سال بر او آشکار گردید. باز در آن سال، علاقه‌اش به تئوری نسبیّت اینشتین جلب شد که به تازگی از بوتهٔ آزمونی خطیر سرافراز برآمده بود. و در اواخر همان سال بود که خانهٔ پدری را ترك گفت.

پس از اخذ درجهٔ دکتری، در ۱۹۲۹ رساله‌ای دربارهٔ مسائل مربوط به روش اصل موضوعی در هندسه نگاشت، و مجاز به تدریس ریاضیّات و فیزیك در دبیرستان گردید، و بدینکار آغاز کرد. نخستین کتابی که از وی به چاپ رسید، *Logik der Forschung* (یعنی منطق پژوهش) نام داشت که در ۱۹۳۴ انتشار یافت. در پی نشر این کتاب، از او دعوت شد تا برای عرضهٔ دروسی به انگلستان برود. در سفرهایی که به انگلستان کرد، چون خطر حملهٔ نازیها به اتریش را جدّی می‌دانست، به تمهید مقدّمات مهاجرت از آن دیار پرداخت. از جمله، خواستار تدریس در دانشگاه زلاندنو شد. در اواخر سال ۱۹۳۶، هم دانشکدهٔ علوم اخلاقی دانشگاه کمبریج، هم دانشگاه کنتر بوری واقع در کرایسچرچ زلاندنو، برای تدریس دعوتش کردند. دانشگاه کمبریج در واقع می خواست دانشمندی را از جور نازیها پناه دهد، لذا پوپر خود دعوت دانشگاه کنتر بوری را پذیرفت که شائبهٔ منّتی در آن نبود، و از اولیاء دانشگاه کمبریج خواست تا به جای او دانشمند دیگری را پذیرا شوند.

از ۱۹۳۷ تا ۱۹۴۵ به تنهایی عهده‌دار تدریس فلسفه در دانشگاه کنتر بوری بود. پس از اشغال اتریش به دست ارتش نازی در ۱۹۳۸، به عدّه‌ای از هموطنانش کمك کرد تا از چنگ متجاوزین بگریزند. در آن سالها که آتش جنگ جهانسوز دوّم از هرسو زبانه می کشید، دو کتاب *The Poverty of Historicism* (فقر تاریخیگری)، و *The Open Society and Its Enemies* (جامعهٔ باز و دشمنان آن) را در حمله به شالوده‌های فلسفی فاشیسم و مارکسیسم به رشتهٔ تحریر کشید.

در اوایل سال ۱۹۴۶ برای تدریس در مدرسهٔ علوم اقتصادی و سیاسی لندن (London School of Economics and Political Science) به انگلستان رفت، و در ۱۹۴۹ استاد منطق و روش علمی آنجا شد. در سال ۱۹۵۰، در اجابت دعوت دانشگاه هاروارد، برای نخستین بار به ایالات متّحدهٔ امریکا رفت تا سلسله سخنرانیهایی را به نام دروس ویلیام جیمز، دربارهٔ مطالعهٔ طبیعت و جامعه عرضه نماید. پس از آن نیز بارها برای تدریس یا سخنرانی رهسپار امریکا شد، و همچنین به کشورهای قارّهٔ اروپا، استرالیا، هند، و ژاپن سفر نمود. وی در ۱۹۶۹ از شغل دانشگاهیش بازنشسته گردید.

مدارج علمی پوپر از این قرار است: دکترای فلسفه (دانشگاه وین)، دکترای ادبیّات (دانشگاه لندن)، دکترای افتخاری حقوق (دانشگاههای شیکاگو و دِنور)، دکترای افتخاری ادبیّات (دانشگاههای واریك و کنتربوری)، دکترای افتخاری ادبیّات (دانشگاههای سالفرد و گِلف و دانشگاه شهر لندن)، دکترای افتخاری علوم طبیعی (دانشگاه وین)، دکترای افتخاری فلسفه (دانشگاههای مانهایم و زالتسبورگ)، دکترای

افتخاری علوم سیاسی (دانشگاه فرانکفورت)، دکترای افتخاری ادبیّات (دانشگاه کمبریج)، دکترای افتخاری علوم (دانشکدهٔ گوستاو و آدولف)، و دکترای افتخاری ادبیّات (دانشگاه آکسفرد).

وی از اعضای انجمن سلطنتی و فرهنگستان بریتانیاست و در چندین نهاد فرهنگی دیگر نیز عضویّت دارد. عضو خارجی فرهنگستان علم و هنر امریکا (American Academy of Arts and Sciences)؛ انجمن فرانسه (l' institut de France)؛ عضو خارجی فرهنگستان ملّی لینچه‌ای (Socio Straniero dell Accademia Nazionale dei Lincei)؛ عضو فرهنگستان جهانی فلسفهٔ علوم (l'Academie International de Philosophie des Sciences)؛ وابستهٔ فرهنگستان سلطنتی بلژیك (Academie Royale de Belgique)؛ عضو آکادمی علم و هنر و فرهنگ اروپا (l'Academie Européene des Sciences, des Arts, et des Lettres)؛ عضو افتخاری فرهنگستان جهانی تاریخ علوم (Academie Internationale d'histoire des Sciences)؛ عضو افتخاری انجمن سلطنتی زلاندنو؛ عضو فرهنگستان زبان و ادبیّات آلمان (Ehrenmitglied der Deutchen Academie Für Sprache und Dichtung)؛ فرهنگستان علوم اتریش (Österreichische Academie der Wissenschaften)؛ عضو افتخاری حلقهٔ PBK در هاروارد (Harvard Chapter of Phi Betta Kappa)؛ عضو انجمن فلسفهٔ آلمان (Allgemeine Gesellschaft Für Philosophie in Deutschland)؛ و عضو افتخاری مدرسهٔ علوم اقتصادی و سیاسی لندن، و کالج داروین در کمبریج است.

بسیاری از موسّسات فرهنگیِ جهان، از خدمات ارزندهٔ پوپر به دانش انسانی تقدیر کرده‌اند. الیزابت دوّم، ملکهٔ بریتانیا، در ۱۹۶۵ به او عنوان «سِر» (Sir) داد، و در ۱۹۸۲ وی را به لقب «مصاحب افتخاری» خویش (Companion of Honour) ملقب ساخت.

شمار تألیفات پوپر در موضوعات گوناگون، از فلسفهٔ علوم طبیعی و اجتماعی و فلسفهٔ تاریخ گرفته، تا منطق و معرفت شناسی و تاریخ علم و فلسفه، از صد بیشتر است. برخی از آثار او به بیست و چند زبان ترجمه شده است. مهمترین کتابهایش به ترتیب تاریخی عبارتند از:

۱۹۳۴ *Logik der Forschung*

منطق پژوهش

۱۹۴۴/۴۵ *The Poverty of Historicism*

فقر تاریخیگری: ترجمهٔ احمد آرام ۱۳۵۴ و ۱۳۵۸.

۱۹۴۵ *The Open Society and Its Enemies*
Vol. 1 The Spell of Palto
Vol. 2, The High Tide of Prophecy;
Hegel, Marx, and the Aftermath
جامعهٔ باز و دشمنان آن: ترجمهٔ فارسی علی اصغر مهاجر ۱۳۶۴؛
عزّت الله فولادوند ۱۳۶۴؛

۱۹۵۹ *The Logic of Scientific Discovery*
منطق اکتشاف علمی: ترجمهٔ سیّد حسین کمالی ۱۳۶۸

۱۹۶۳ *Conjectures and Refutations:*
The Growth of Scientific Knowlege
حدسها و ابطالها: ترجمهٔ احمد آرام ۱۳۶۳

۱۹۷۲ *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*
رویکرد تکاملی به معرفت عینی

۱۹۷۴ *Unended Quest; An Intellectual Autobiogrphy*
دست از طلب ندارم

۱۹۷۶ *The Self and Its Brain (With J. C. Eccles)*
نفس و مغز وابسته به آن (با همکاری جان کر واکلز برندهٔ جایزهٔ نوبل در فیزیولوژی)

۱۹۷۹ *Die Beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*
دو مسألهٔ اساسی نظریّهٔ شناخت

۱۹۸۳ *Postscript to the Logic of Scientific Discovery*
ذیلی بر منطق اکتشاف علمی در سه جلد به شرح زیر:
Vol. 1, Realism and the Aim of Science
جلد ۱، رئالیسم و هدف علم
Vol . 2, The Open Universe: An Argument for Indeterminism
جلد ۲، عالم باز: استدلال بر عدم موجبیّت
Vol. 3, Quantum Theory and The Schism in physics
جلد ۳، تئوری کوانتوم و تفرقه در علم فیزیك

فلسفهٔ سِر کارل پوپر نقطهٔ عطف تاریخ فلسفهٔ علوم تجربی است، و معرفت‌شناسی بدیعش بر فلسفهٔ جمیع متفکّرانی که پس از وی آمده‌اند تأثیر عمیق نهاده است. او را

بزرگترین فیلسوف علم خوانده‌اند[۱]، و آرائش را مهمترین دستاورد فلسفه در قرن بیستم شمرده، و همجنس و همتراز اندیشه‌های هیوم، کانت، و هیوول دانسته‌اند[۲].

III. نکاتی دربارهٔ ترجمهٔ اصطلاحات و چند توضیح در حاشیهٔ متن

ترجمهٔ اصطلاحات این کتاب از چند جهت مشکل بود. اولاً پوپر گذشته از وضع اصطلاحات جدید از جانب خود، در استفاده از اصطلاحات دیگران گشاده دستی بسیار نموده، ولذا شمار اصطلاحات در کتاب زیاد است. ثانیاً، اصطلاحات مضاف بر فراوانی عددی، از حیث انواع بسیار گوناگون‌اند. علاوه بر اصطلاحات فلسفی کهنه و نو، کتاب از واژگان منطقی، و اصطلاحات ریاضی و فیزیکی گرانبار است، و جای جای لغاتی از حقوق مدنی، زیست شناسی، و غیره نیز در آن یافت می شود.

به لحاظ سابقهٔ چندین صد سالهٔ منطق و فلسفه در این دیار، کاربرد اصطلاحات منطقی و فلسفی پیشینیان در نگارش متون جدید شایسته می نماید. ولی امروزه کسانی پیوند مباحث منطقی ـ فلسفی جدید را با مباحث پیشینیان، کم و بیش انکار می کنند، و از جمله بدین سبب، در ترجمه و تألیف اینگونه مطالب، سبك تازه‌ای در پیش گرفته‌اند، و به ابداع واژگانی نو دست یازیده‌اند، تا مقصود را نیکوتر ادا کنند و مانع بروز ابهام شوند. لیکن به گمان این مترجم، در آن ادّعا جای بحث هست، و هرچند بسیاری از مفاهیم و مباحث جدید با آنِ گذشتگان مطابق نمی افتد، باز شکاف و از هم گسیختگی همه‌جا آن قدر نیست تا ابداع زبانی نو موجّه باشد. فلاسفه و منطقدانان خارجی نیز، همه در معانی و کاربرد اصطلاحات همرأی نبوده‌اند، ولی چنان نبوده است که هرکس به دلخواه خود واژگان ساختگی نامأنوسی را در فلسفه وارد کند. ظاهراً نشاندن فقه‌اللّغة به جای فلسفه، سدّ بزرگ همزبانی فلاسفه، و تندترین بیراهه به افول فلسفه است. باری، در این ترجمه، به ذخیرهٔ اصطلاحات گذشتگان نظر داشته‌ام، و هرجا بیم بیگانگی و دشواری نمی رفته است، بیشتر از آنها بهره جسته‌ام. از آن جمله است کاربرد «حکم جدلی الطّرفین» در برابر «antinomy»، «مواضعه» در برابر «convention»، و «قیاس استثنائی با رفع تالی» در برابر «modus tollens». گاه با وجود در دست بودن معادلی پر سابقه، واژه‌ای از ساخته‌های معاصران به کار رفته، یا لغتی نو پیشنهاد شده است. برای نمونه، به گفتهٔ استاد

---

۱) نقل قول از مداور، ← پوپر، نوشتهٔ بریان مگی، ترجمهٔ بزرگمهر، ۱۳۵۹ انتشارات خوارزمی.

۲) این نظر ایمره لاکاتوش، جدّی ترین ناقد فلسفهٔ علم پوپر است که در صفحهٔ ۲۴۱ کتاب فلسفهٔ کارل پوپر (*The Philosophy of Karl Popper*)، ویراستهٔ شیلپ، آمده است.

سروش، اصطلاح «قضیّهٔ ضروری بشرط محمول»، در نزد قدما، همانا معنی «tautological proposition» را داشته که اصطلاحی است جدید. ولی چون کاربرد ترکیب «ضروری بشرط محمول»، در ترجمهٔ «tautological system» یا «law of tautology»، خالی از تعقید و تکلّف نبود، استفاده از واژهٔ «همانگویی» و ترکیباتش را که ساختهٔ معاصران است، به جای آن ترجیح دادیم. در مورد دیگر، به نظر رسید که «general implication» (برای نمونه ← بخش ۱۳) همان «شرطیّهٔ متّصلهٔ اتّفاقیّه» است، لیکن در برابرش «استلزام به معنی عامّ» پیشنهاد شد.

گفتنی است که در ترجمهٔ این کتاب حتّی المقدور از آوردن حواشی در ذیل صفحات متن اصلی پرهیز نموده‌ام. هرجا هم احیاناً مطلبی افزوده‌ام، آن را در میان علامت { } محصور ساخته‌ام. چند نکته را نیز همینجا اضافه می کنم:

(۱) در چند مورد، یکاهای اندازه‌گیری انگلیسی از قبیل فوت و پوند در اصل کتاب به کار رفته، ولی در ترجمهٔ فارسی یکاهای بین المللی مانند متر و نیوتن جانشین آنها گشته است.

(۲) در فقراتی از کتاب (مثلاً ← تکملهٔ ۱۹۷۲ در فصل ۶) به مقالهٔ The Aim of Science ارجاع رفته است. ترجمهٔ فارسی آن مقاله در صفحات ۱۳۵ تا ۱۵۸ کتاب علم چیست؟ فلسفه چیست؟ از عبدالکریم سروش، چاپ ۱۳۶۱، انتشارات یاران و پیام آزادی، آمده است.

(۳) در فقراتی از کتاب (مثلاً ← حاشیهٔ ۳ * بخش ۱۱) به کتابی از پوپر اشاره، و گفته شده است که آن کتاب هنوز منتشر نشده است. کتاب مذکور در ۱۹۷۹ به زبان آلمانی منتشر گردیده است. همچنین کتاب رویکرد تکاملی به معرفت عینی که در تکملهٔ فصل x به آن اشاره شده نیز منتشر گردیده است.

(۴) در چند پانوشت (از جمله ← حاشیهٔ ۱ بخش ۳۷) پوپر در باب ترجمهٔ اصطلاحات آلمانی کتاب به زبان انگلیسی توضیحاتی آورده است که جهت حفظ امانت، در فارسی هم آنها را آورده‌ام. گاه نیز خود نکاتی دربارهٔ ترجمهٔ اصطلاحات به فارسی به آنها افزوده‌ام.

(۵) ابتدا بنا داشتم که مقدّمهٔ مفصّل تری را در آغاز ترجمه بیاورم تا بیانگر جایگاه منطق اکتشاف علمی در میان سایر متون فلسفهٔ علم باشد. با تلاش متنی را نیز به همین منظور فراهم ساختم. لیکن مؤلّف کتاب، با اشاره به تجارب ناخوشایندی که از معرّفی آرائش به دست دیگران داشته است، نگارش و ارسال مقدّمه برای ترجمهٔ فارسی را، در

نامه‌اش به عدم گنجاندن مقدّمهٔ مفصّل من موکول و مشروط نمود. لذا به رغم آنکه درج متن یاد شده را در بهتر شناساندن اندیشهٔ نگارنده بی‌فایده نمی‌دانستم، از آوردنش خودداری نمودم؛ ولی امیدوارم که به نشر آن در محلّی دیگر توفیق یابم.

IV. سپاسگزاری

اینك که به شکر خداوند، کتاب حلیهٔ طبع می پوشد، بر عهدهٔ خویش می دانم تا از کسانی که در ترجمه و منتشر ساختن آن یاری نمودند یاد کنم، و مراتب قدرشناسی خود را ابراز دارم. از فیلسوف عالیقدر پروفسور سِرکارل رایموند پوپر ممنونم که اجازهٔ اخلاقی به چاپ رسانیدن این ترجمه را به من دادند، و از سر لطف، خواسته‌ام را پذیرفتند و پیشگفتاری برای آن نگاشتند. ترجمهٔ این کتاب که به اشارت استاد ارجمند، دکتر عبدالکریم سروش آغاز گردید، و با نظارت و هدایت ایشان به انجام رسید، بی شكّ بدون راهنماییهای روشنگر آن جناب برایم میسّر نبود. در سپاسگزاری از ایشان هرچه بگویم کم است. جناب آقای بهاء الدّین خرمّشاهی نیز، علاوه بر مساهمت در پیرایش این ترجمه، همواره مرا مشوقّی مشفق بودند، و از جمله این ترجمه را، گشایندهٔ باب آشناییم با بعضی از اهل دانش و فرهنگ قرار دادند که مدّتها شوق دیدارشان را داشتم. از وجود گرامی ایشان نیز صمیمانه متشکّرم. دانشور گرانمایه، جناب آقای کامران فانی، مشاور محترم شرکت انتشارات علمی و فرهنگی نیز از هیچ محبّتی فرو گذار نکردند، و از جمله نسخه‌ای از اصل کتاب را برای ترجمه به من امانت دادند. از سایر اولیاء و دست در کاران، از شورای محترم شرکت که چاپ کتاب را در دستور کار شرکت پذیرفتند، تا افراد محترمی که عهده‌دار نظارت بر چاپ، حروفچینی، و صفحه‌آرایی این کتاب بودند، و اِعمال سلیقه‌های مکرّر و ملال آور اینجانب را نزدیك به دو سال با صبر و حوصله تحمّل کردند نیز بسیار سپاسگزارم. به‌خصوص، از مدیرعامل شرکت و سرپرست مؤسّسهٔ مطالعات و تحقیقات فرهنگی، جناب آقای دکتر محمود بروجردی اظهار تشکّر می نمایم که امکان دستیابی به کتابخانهٔ غنیّ مؤسّسهٔ مطالعات و تحقیقات فرهنگی را نیز برایم فراهم ساختند. از مادر بزرگوار، و همسر مهربانم نیز قلباً ممنونم که مدّتی دراز محیطی آکنده از سلم و صمیمیّت ایجاد کردند تا این ترجمه را با فراغت خیال به انجام برسانم.

وآخر دعوانا ان الحمدلله ربّ العالمین

سیّد حسین کمالی

تهران، بهار ۱۳۷۰

نظریه‌ها نورند: فقط آنکه نور افکند صید خواهد گرفت.

نووالیس

یادداشت مترجمان چاپ انگلیسی

The Logic of Scientific Discovery ترجمهٔ *Logik der Forschung* است که در پاییز ۱۹۳۴ در وین منتشر شد (و در ۱۹۳۵ تجدید طبع گردید). این ترجمه به دست نگارندهٔ کتاب، با همکاری دکتر جولیوس فرید و لَن فرید تهیّه گشته است.

در متن اصلی چاپ ۱۹۳۴ برای ترجمه تغییری نرفته است، ولی مطابق معمول ترجمه قدری از اصل بلندتر گشته است. لغات و عباراتی که معادل نداشته، نقل به معنا شده، و در ترکیب عبارات تجدیدنظر گردیده است. به خصوص چون متن در دست ترجمه، به حکم ناشر بارها دستخوش جرح و حذف شده و به ایجاز تمام نگارش یافته بود، تقطیع و بازنویسی جملات ناگزیر بود. لیکن نگارنده ترجیح داد تا از بسط کتاب و آوردن اجزاء حذف شده خودداری کند [جز در مورد چند لفظی که گاه در میان قلّاب یا در پانوشتها آمده است].

جهت هماهنگ ساختن مندرجات کتاب با مباحث روز، نگارنده پیوستها و پانوشتهای جدیدی به متن افزوده است. پاره‌ای از اینها صرفاً اضافات یا اصلاحاتی نسبت به متن اصلی است، ولی پاره‌ای دیگر، نشان

دهندهٔ مواضع تغییر رأی نگارنده است، یا صورت جدیدی از ادلّهٔ وی به دست می دهد.

همهٔ اضافات جدید ـ پیوستها و پانوشتهای جدید ـ با شماره‌های ستاره‌دار ممتاز گشته و هرجا مطلبی به پانوشتها افزوده شده، با ستاره مشخص گردیده است (مگر آنکه فقط به چاپ انگلیسی اثری که در اصل به آلمانی ذکر شده است ارجاع رفته باشد).

در این اضافات ستاره‌دار، به کتاب ذیلی بر منطق اکتشاف علمی (در سه جلد) ارجاع رفته است که دنبالهٔ همین کتاب است. این کتابها اگرچه مکمِّل یکدیگرند، به هم وابسته نیستند.

گفتنی است که شماره‌گذاری فصلهای کتاب حاضر با اصل مغایر است. در متن اصلی دو فصل i و ii در قسمت i آمده بود و فصلهای i تا viii در قسمت ii شمارهٔ فصلها اینك پشت سرهم از i تا x است.

پیشگفتار چاپ اوّل، ۱۹۳۴

شنیدن اینکه آدمی برای دیرپاترین مسائلش چاره‌ای جسته است، چندان مایهٔ تشفّی خاطر جناب فلسفی مآب نیست؛ بیم و اندیشهٔ او همه آن است که مبادا فلسفه را هیچگاه نرسد تا مسأله‌ای اصیل مطرح سازد.

موریتس شلیك (۱۹۳۰)

من به سهم خود کاملاً با این نظر مخالفم و تصریح می کنم که هرگاه نزاعی، به ویژه در فلسفه، زمانی به طول کشیده باشد، در اساس به هیچ وجه مسأله‌ای بر سر الفاظ نبوده، بلکه همیشه مسأله‌ای اصیل دربارهٔ واقعیّات بوده است.

ایمانوئل کانت (۱۷۸۶)

دانشمندی که مثلاً در بخشی از فیزیك به پژوهش اشتغال دارد می تواند مستقیماً به سراغ مسأله‌اش برود. می تواند یکراست بر سر اصل مطلب، یعنی به قلب نظامی بسامان برود. نظام معتقدات علمی، نظامی است موجود و مبادی و لوازم و لواحق و حدود مسأله‌ای که باید حلّ شود، معلوم است. لذا دانشمند می تواند کار خود را بکند و بگذارد دیگران آنچه

را او کرده است در چارچوب معرفت علمی بگنجانند.

وضع فیلسوفان چنین نیست. فیلسوف با نظامی سامان یافته روبرو نیست، بلکه آنچه می بیند به ویرانه می ماند (که شاید گنجی به زیرش نهفته باشد.) او نمی تواند بپذیرد که مبادی و لوازم و لواحق و حدود مسأله‌ای که باید حلّ شود معلوم است؛ بلکه شاید تنها چیزی که پذیرفتنش در فلسفه محلّ نزاع نیست همین باشد که ما چنین مسأله‌ای نداریم. این روزها در حلقه‌های فلسفی زیاد می پرسند که آیا اصولاً فلسفه را می رسد تا مسأله‌ای اصیل مطرح کند یا نه.

هنوز هم کسانی هستند که برآنند فلسفه می تواند مسائلی اصیل دربارهٔ واقعیّات مطرح کند، و لذا امیدوارند که این مسائل را به بحث گذارند، و از خطابه‌های ملالت آوری که این روزها جای مباحثات فلسفی را گرفته است، خلاص یابند و چنانچه از قضا پیوستن به هیچ یك از نحله‌های موجود را مایهٔ خشنودی نیابند، آنچه می توانند بکنند همین است که از نو پای در ره نهند.

وین، پاییز ۱۹۳۴

در نزد اهل علم هیچ چیز مهمتر از تاریخ علم و منطق اکتشاف، یعنی شیوهٔ برملاساختن خطاها، بهره‌جستن از فرضیّه‌ها و قوّهٔ خیال، و نحوهٔ التزام به امتحانها نیست.

لرد اکتن

پیشگفتار اوّلین چاپ انگلیسی، ۱۹۵۹

در پیشگفتار چاپ ۱۹۳۴ کوشیدم تا جوّ فلسفی حاکم بر آن روز را از دیدگاه خود ترسیم نمایم و نظرم را دربارهٔ زبان سنجی فلسفی و نحلهٔ زبان کاوان آن ایّام تقریر کنم. گمان می کنم که آن بیان بسیار مختصر بوده است. در این پیشگفتار نو، تصویر خود را از اوضاع کنونی و دو مشرب عمدهٔ رایج زبان کاوی عرضه خواهم کرد. امروز همچون گذشته زبان کاوان را به دیدهٔ حرمت می نگرم، و از آنجا که این حریفان، تنها بازماندگان ملتزمین به نوامیس حکمت تعقلّی اند، خود را رفیق و متّحد آنان می شمارم.

زبان کاوان منکر وجود مسائل اصیل فلسفی هستند و می پندارند که اگر هم مسأله‌ای در فلسفه باشد، زاییدهٔ نحوهٔ کاربرد زبان و معانی الفاظ است. حال اینکه به اعتقاد من دست کم یك مسألهٔ فلسفی {اصیل} هست که هر متفکرّی را به طلب وا می دارد. مقصودم مسألهٔ جهان شناسی است؛ یعنی شناخت همان جهانی که ما و معرفتمان جزو آن هستیم. من علم را سرتاسر جهان شناسی می شناسم و معتقدم افتخار فلسفه هم چون علم، به سهمی است که در این تك و پو داشته است. به راستی اگر گرمی این چالش نمی بود، من در علم و فلسفه جاذبه‌ای نمی یافتم. آری، شناخت کارکردهای زبان، البتّه بخش مهمّی از همین تلاش است، ولی

انگ «لغز و معمّا» زدن به مسأله‌ها بی‌حاصل است.

زبان کاوان، مسلك خویش را طریقهٔ راستین فلسفه می‌انگارند. ولی به گمان من پندار ایشان ناصواب است و معتقدم که دست فیلسوفان همچون دیگران در جستن حقیقت باز است و فلسفه به روش خاصّ و واحدی منحصر نیست.

و امّا نکتهٔ دوّم، مسألهٔ رشد معرفت است که همواره مغز مسائل معرفت شناسی بوده است. و بهترین راه شناخت چگونگی رشد معرفت، مطالعهٔ نحوهٔ رشد معرفت علمی است.

من فکر نمی‌کنم آشنایی با کاربردهای زبان یا دستگاههای زبانی، جانشین برحقّ شناخت نحوهٔ رشد معرفت باشد.

معهذا من نیز حاضرم یك روش را «یگانه روش فلسفه» بخوانم. ولی این روش وقف فلسفه نیست، بلکه بر سرتاسر حوزهٔ معقولات، از علم تجربی گرفته تا فلسفه، سایه می‌گسترد. مرادم، التزام به بیان روشن مسأله و نقد مجدّانهٔ پاسخهای آن است.

غرضم از برجسته‌نویسی «حوزهٔ معقولات» و «نقد»، تأکید بر یگانگی مشرب عقل با مشرب نقد است. جان کلام اینکه باید بجان بکوشیم تا هر پاسخی را که برای مسأله می‌سازیم، سرنگون کنیم و بزیر کشیم، نه اینکه پاسدار حرمت آن باشیم. دریغ است که ما خود پایبند این فریضه نیستیم، ولی مایهٔ سعادت آنکه دیگران از غفلت ما غافل نمی‌مانند و از خرده‌گیردی فرو نمی‌گذارند. ثمر خرده‌گیری، البتّه در گرو بیان روشن وبی‌پیرایهٔ مسأله و اقامهٔ جوابی قاطع و صریح برای آن است، تا همین جواب قاطع صریح، جرح و نقد شود.

من سهم «تحلیل منطقی» را در تشریح و توضیح پرسشها و پاسخها انکار نمی‌کنم، و مدّعی سترونی و بی‌فایدگی روش «تحلیل منطقی» و «زبان کاوی» هم نیستم. ولی ذخیرهٔ روش فیلسوفان در نظرم ابداً منحصر بدین حدّ نیست. این روشها هم بهیچوجه ختم بر فلسفه نیست، بلکه در

فلسفه نیز مانند سایر مباحث علمی و عقلی مجال بروز می یابد.

اگر بپرسند که سایر «روشهای» فیلسوفان کدام است، خواهم گفت «راههای» متعددّی در پیش است ولی من قصد استقصاء ندارم. مهّم این است که فیلسوف (یا هر کس دیگر) همّت خود را مشتاقانه بر حلّ مسأله‌ای درخور بگمارد؛ حال به هر روش که خواست باشد.

از میان روشهای بسیاری که بسته به نوع مسأله می توان برگزید، من در اینجا به یك روش مهّم اشاره می کنم که از فروع روش بررسی تاریخی (که امروزه طرفدار ندارد) است. در این روش پژوهنده می کوشد تا گفته‌ها و اندیشه‌های دیگران را دربارهٔ مسأله‌اش فراهم آورد و دریابد که چرا بدان پرداخته‌اند، و بررسی می کند که دیگران مسأله را چگونه مطرح نموده‌اند، و راه حلّشان چه بوده است. اهمیّت این روش در آن است که بخشی از تفحّص عقلانی را تشکیل می دهد. بی اعتنایی به افکار معاصرین و گذشتگان منجرّ به زوال تفحّص عقلانی می شود، تا جایی که هر متفکّر طرف صحبت خود می گردد. پاره‌ای از فیلسوفان صحبت کردن با خودشان را فضیلت پنداشته‌اند. ولی من نگرانم که مبادا اینگونه افراط در فلسفه‌بافی نشانهٔ افول تعقّل باشد. آری، خداوند مصاحب خویش هست، زیرا کسی مصاحبت او را شایسته نیست. ولی هر فیلسوفی باید بداند که خداگونه‌تر هیچکس دیگر نیست.

به لحاظ تاریخی، دلایل درخور توجّه متعدّد باعث شد تا «زبان کاوی» را روش راستین فلسفه قلمداد کنند. یکی دریافت اهمیّت تمسُّك به زبان سنجی در گشودن گره پارادوکسهای منطقی، همچون پارادوکس دروغگو («من اینك دروغ می گویم»)، و پارادوکسهایی بود که راسل، ریشار و دیگران پیدا کرده بودند. (فرقی که در زبان سنجی میان عبارات با معنی ـ یا صحیح الادا ـ و عبارات بی معنی گذاشته شده، مشهور است). ولی این نکتهٔ صائب را با این پندار باطل آمیختند که مسائل رایج فلسفه از رهگذر تلاش برای حلّ پارادوکسهای فلسفی ناشی می شود، و این به

اصطلاح پارادوکسهای فلسفی هم دراساس، از جنس پارادوکسهای منطقی اند، و نتیجه گرفتند که بحث معناداری و بی معنایی در فلسفه نیز بسیار مهم است. بطلان این پندار آشکار است. بلکه خود منطق بطلان آن را نمایان می کند، زیرا تحلیل منطقی نشان می دهد که برخلاف پارادوکسهای منطقی، این به اصطلاح پارادوکسهای فلسفی ـ حتّی احکام جدلی الطرّفین کانت ـ به هیچ وجه مستلزم کذب خویش یا متضّمن کذب خویش نیستند.

ولی ظاهراً دلیل اصلی گرایش افراطی به روش زبان کاوی چیز دیگری بوده است. لاك، بارکلی، و هیوم، «تحقیق تازه در معانی» را پیش کشیدند و اصرار داشتند که با تمسّك به شگردهای روانشناسانه، و بلکه شبه‌روان شناسانه، منشأ و مفاد تصورّات را در ضمیر و حواس انسانها بجویند. هنگامی که متفکّران خواستند روشی «عینی»تر از این روشهای نفسانی استخدام کنند، معلوم شد که می بایست به جای «صور» و «تصوّرات» و «مفاهیم»، به الفاظ و معانی و دلالات توجّه نمایند، و در یافتند که به جای «فکر» و «ظنّ» و «حکم»، بایست قضایا و گزاره‌ها و جملات را نقد و تحلیل کنند. تردید ندارم که «تحقیق تازه‌ای در الفاظ» جدّاً شایستگی جانشینی «تحقیق تازه در معانی» را داشت و نسبت به آن مترّقی هم بود.

بنابراین عجیب نیست که طرفداران سابق «تحقیق تازه در معانی» یکمرتبه به حقّانیّت مطلق «تحقیق تازه‌ای از الفاظ» اذعان نمودند و بدان گرویدند. ولی من بجدّ ازین گرایش وسوسه‌آمیز پرهیز می جویم، و فعلاً فقط به ذکر دو ایراد مهمّ آن اکتفا می کنم. اوّل اینکه «تحقیق تازه در معانی» را به عبث از روشهای عمدهٔ فلسفه شمرده‌اند، تا چه رسد به اینکه یگانه روش راستین فلسفه قلمدادش کنند. لاك، خود این روش را صرفاً در مورد برخی مبادی (مبادی اخلاقیّات) استعمال نمود. در نزد بارکلی و هیوم هم این شیوه فقط حربهٔ حریف ستیزی بود. اینان نگرشی را که بر

جهان ـ جهان اعیان و آدمیان ـ داشتند و مشتاقانه می کوشیدند تا ما را در پذیرفتنش با خود همداستان سازند، براین اساس بنا نکردند. نه بارکلی معتقدات مذهبی خود را بر این پایه استوار ساخت، نه هیوم آراء سیاسیش را (ولی اساس ضروری انگاشتن رابطهٔ علّت و معلول در نزد او همین بود).

برّاترین ایراد من به این پندار که «تحقیق تازه در معانی» یا «تحقیق تازه‌ای در الفاظ» روش اصلی معرفت شناسی، یا حتّیٰ فلسفه می باشد، چیز دیگری است که خواهم گفت.

مسألهٔ معرفت شناسی را از دو جنبه می توان بررسی کرد: اوّل به منزلهٔ شناخت معتقدات عامّه، و دوّم به منزلهٔ شناخت معرفت علمی. فیلسوفانی که وجه اوّل را می پسندند، به درستی فهمیده‌اند که معرفت علمی همانا محصول گسترش معتقدات عامّه است. ولی به غلط شناخت معتقدات عامّه را آسانتر از شناخت معرفت علمی پنداشته‌اند. از اینرو تحلیل زبان عرف را (که ظرف بیان معتقدات عامّه است) بجای «تحقیق تازه در معانی» گذارده‌اند. اینان تحلیل دیدن و ادراك و قطع و گمان را فرو گذاشته و تحلیل عباراتی از قبیل «می بینم» و «می فهمم» و «یقیین دارم» و «گمان می برم» و «احتمال می دهم» و گاه هم تحلیل لفظ «شاید» را پیشه کرده‌اند.

من با کسانی که خود را با این برداشت از معرفت‌شناسی مشغول می‌دارند سخنی دارم. آری، قبول که معرفت علمی صرفاً محصول گسترش معتقدات عامّه یا معرفت عادی است، ولی باید دانست که هر کس به کاوش در معتقدات عامّه و نحوهٔ بیان آنها در قالب زبان عرف بسنده کند، مهمّترین و شورانگیزترین مسائل معرفت شناسی از چشمش پنهان خواهد ماند.

من در اینجا فقط یك نمونه از این مسأله‌ها را ذکر می کنم که عبارت است از مسأله رشد معرفت در نزد ما. اندکی تأمل نشان می دهد که اگر دایرهٔ تحقیق را به جای معرفت علمی، به حوزهٔ معتقدات عامّه محدود

سازیم، بیشتر مسائل مربوط به رشد معرفت ناگزیر ورای حدّ تحقیق ما خواهد افتاد. زیرا شریفترین رشدی که نصیب معتقدات عامّه می شود، آن است که به معرفت علمی مبدّل گردند، و روشن است که رشد معرفت علمی بارزترین و مهمترین نمونهٔ رشد معرفت است.

تذکار این نکته ضروری است که اغلب مسائل معرفت شناسی قدیم با مسألهٔ رشد معرفت پیوند دارد. من حتّیٰ مدّعیم که نظریّهٔ شناخت از زمان افلاطون، تا دکارت، لایب نیتس، کانت، دوئم، و پوانکاره، و از بیکن و هابز و لاك گرفته تا نزد هیوم و میل و راسل، سرشار از این امید بوده است که معرفت را بهتر به ما بشناساند، و حتّیٰ در پیشبرد معرفت ـ آنهم معرفت علمی ـ سهمی داشته باشد. (به نظر من تنها استثنای این قاعده در میان فیلسوفان بزرگ بارکلی است). چنین بر می آید که بیشتر فیلسوفانی که سنجش زبان عرف را روش اصلی فلسفه می انگارند، این امید و آرمان تحسین انگیز را از کف داده و سرخورده و مأیوس زمام پیشبرد معرفت را به دست دانشمندان علوم تجربی واگذارده‌اند. آنان حتّی فلسفه را چنان تعریف می کنند که حدّاً و رسماً از کمك به شناخت جهان خارج عاجز باشد. من حاضر نیستم محض خاطر این تعریف گزاف، فلسفهٔ خود را عاجز و ابتر سازم. فلسفه جوهری ندارد که بپالایند و در تعریف بچکانند، بلکه تعریف لفظ «فلسفه» در اساس قراردادی و اجماعی است. پس ما چرا خود را پایبند آن تعریف گزاف کنیم و نگذاریم که سالك راه فلسفه، جهدی فیلسوفانه کند و سهمی در پیشبرد شناخت ما از جهان خارج داشته باشد؟

تازه معلوم نیست این فیلسوفان که سر از باد نخوت تیزبینی در زبان عرف پر کرده‌اند، از کجا بر کنه جهان شناسی وقوف یافته و فهمیده‌اند که جهان شناسی جوهراً جدا از فلسفه است، تا بعد قاطعانه منکر سهم فلسفه در آن بشوند. حقیقت البتّه بخلاف این است. اندیشه‌های ناب متافیزیکی ـ و به تبع افکار فلسفی ـ در جهان شناسی فایده‌ای عظیم داشته است. از

تالس گرفته تا اینشتین، و از عقیدهٔ قدما به وجود اتم تا نظرپردازیهای دکارت در باب مادّه، و از تأمّلات گیلبرت، نیوتون، لایب نیتس، و بوسکوویچ دربارهٔ نیروها گرفته تا آراء فارادی و اینشتین راجع به میدانهای نیرو، افکار متافیزیکی، همه‌جا چراغ راه بوده است.

اجمالاً به همین دلایل است که طریقهٔ اول (مطالعه در معرفت از طریق بررسی زبان عرف) را حتّیٰ در محدودهٔ معرفت شناسی تنگ و محدود می‌یابم و جاذبترین مسائل را دور از دسترس آن می‌دانم. مع الوصف، با قافلهٔ فیلسوفانی که جادهٔ دیگر را به عزم معرفت شناسی برگزیده‌اند هم البتّه همراه نخواهم شد: آنان که می‌خواهند از راه تحلیل معرفت علمی به معرفت شناسی برسند. برای توضیح بهتر مواضع انکار و قبول خود، فیلسوفان پیرو این طریق را به دو دسته تقسیم می‌کنم تا سره و ناسره از هم متمایز باشند. دستهٔ اوّل آنانند که می‌خواهند در «زبان علم» مطالعه کنند، و در فلسفهٔ خود، ساختن زبانهای آرمانی ساختگی را پیش گرفته‌اند. و می‌کوشند تا تصوّرشان از «زبان علم» را در قالب نمونه‌ای آرمانی بریزند. دستهٔ دوّم به دایرهٔ آشنایی با زبان علم یا هر زبان دیگر مقیّد نمی‌مانند و شیوهٔ فلسفی خاصّی هم پیشه نکرده‌اند. اصحاب این حلقه در اسباب گونه‌گون چنگ می‌زنند تا مسائل گونه‌گونشان را حلّ کنند. هرچه نشان از راه حلّ مسأله دارد گوبیار، حتّیٰ اگر تخمین و گمانی بیش نباشد.

اوّل به حساب سازندگان زبانهای آرمانی ساختگی برای علم برسیم. به لحاظ تاریخی اینان نیز از منزل «تحقیق تازه در معانی» به راه افتاده‌اند و کاوش در زبان را بجای روش کهنه و (شبه) روان شناسانهٔ «تحقیق تازه» گذشته‌اند. و به دلیل اطمینان قلبی که امید به معرفت دقیق و ظریف و صورتبندی شده بر می‌انگیزد، گفته‌اند که بجای زبان عرف باید به تحلیل «زبان علم» پرداخت. ولی افسوس که «زبان علم» در عالم پیدا نیست و لاجرم باید یکی را خود بسازند. ساختن نمونه‌ای تمام عیار از زبان علم، که به کار علوم حقیقی مانند فیزیك نیز بخورد، چندان آسان نیست.

از سر این کار است که این فیلسوفان را سرگرم سرهم بستن و تراشیدن نمونه‌های کوچك و درست کردن منظومه‌هایی بزرگ با قطعات خرد می بینیم.

در نظر من این نظرّیه، بدیهای هر دو طرف را دارد. اشتغال به سرهم بندی زبانهای آرمانی پر ریزه‌کاری، حجاب مهمترین مسائل نظرّیهٔ شناخت ـ یعنی مسائل مربوط به پیشرفت آن ـ می گردد. هرچه در کار آراستن رویهٔ خیمه جدّ و جهد و مداقّه و ریزه‌کاری بورزند، هیچ ضامن کارایی و استواری خیمه نیست. به راستی کدام تئوری علمی درخور اعتنا به زیر این پردهٔ منقوش زرنگار قرار می گیرد؟ حقیقت این است که این زبانهای آرمانی نه به علم وفادار است، نه به عرف نزدیك.

«زبانهایی» که فیلسوفان «برای علم» ساخته‌اند، به هیچ‌وجه ارتباطی با زبان علم امروز ندارد. ذیلاً اشاراتی به سه زبان آرمانی مشهور می کنیم تا این نکته معلوم شود. (در حواشی ۱۳ و ۱۵ پیوست *vii* *، و حاشیهٔ ۲* بخش ۳۸ به این زبانها ارجاع رفته است.) زبان آرمانی اوّل، زبانی است که حتّیٰ از افادهٔ مفهوم تساوی قاصر است و لذا معادله‌ای در آن قابل تقریر نیست، و لذا این زبان از مبادی علم حساب هم بی بهره است. زبان دوّم هم تا جایی به درد می خورد که روش اثبات قضایای متداول علم حساب ـ مانند قضیّهٔ اقلیدس در نفی وجود بزرگترین عدد اوّل، یا حتّیٰ اصل وجود تالی هر عدد ـ را به میان نکشیم. در زبان آرمانی سوّم که از همه دقیقتر، مفصّلتر و مشهورتر هم هست باز ریاضیّات قابل تقریر نیست. عجیبتر آنکه اصلاً هیچ خاصیّت اندازه‌پذیری را نمی توان در این زبان بیان نمود. به همین دلائل و قرائن بسیار دیگر، بضاعت سه زبان آرمانی معروف آنقدر نیست تا بکار علم بیاید. بضاعت این زبانها حتّی از بدوی‌ترین زبانهای عادی هم کمتر است.

اگر مبدعین زبانهای آرمانی، محدودیّتهای مزبور را رعایت نمی کردند، اصلاً کوششهایشان مشکلی را حلّ نمی کرد. اثبات این امر

آسان است و خود مبدعین بخشی از آن را اثبات نموده‌اند. معهذا همه گویا دعوی دو چیز دارند: (الف) یکی اینکه روشهایشان به کار علم می‌خورد، و لابدّ از عهدهٔ حلّ مسائل شناخت معرفت علمی بر می‌آید. (حال آنکه اگر ذرّه‌ای جانب دقّت را نگه داریم، این روشها در سطح ابتدائی ترین نوع گفتار متوقّف می‌ماند.) (ب) دیگر آنکه مدّعی ظرافت یا دقّت روشهایشان هستند. معلوم است که این دو مدّعا مانعة‌الجمعند.

از اینروست که روش ساخت زبانهای آرمانی ساختگی به سر منزل حلّ مسائل مربوط به رشد معرفت نمی‌رسد. توفیق این روش حتّی از شیوهٔ کاوش در زبانهای عادی هم کمتر است، زیرا زبانهای آرمانی ضعیفتر از زبانهای عادی‌اند.

اینك به دستهٔ آخر معرفت شناسان می‌رسم. اینان بر سر هیچ روش فلسفی پیشاپیش همقسم نشده‌اند و در معرفت شناسی، به تحلیل مسائل علمی، تئوریها، شیوه‌ها، و از همه مهمتر تفحصّات علمی متوسّل می‌شوند. اصحاب این حلقه، سلسلهٔ نسب به بیشتر فیلسوفان بزرگ مغرب زمین می‌رسانند. (حتّی بارکلی که به معنایی عمیق با تصوّر معرفت علمی تعقّلی عناد می‌ورزید و از پیشرفت آن اکراه داشت، در این سلسلهٔ نسب بشمار است.) نمایندگان برجستهٔ این گروه در دو قرن اخیر، کانت، هیوول، پیرس، دوئم، پوانکاره، مایرسون، و راسل بوده‌اند ـ و دست‌کم در پاره‌ای از مراحل فکری، وایتهد نیز در این شمار بوده است. اکثر اصحاب این حلقه موافقند که معرفت علمی محصول رشد معتقدات عامّه است، ولی همه دریافته‌اند که بررسی معرفت علمی آسانتر از مطالعه در معتقدات عامّه است. گویی معرفت علمی، همان درشت نبشتهٔ معتقدات عامّ است. مسائلی هم که در بررسی معرفت علمی مطرح است همان مسائل مربوط به معتقدات عامّه است که گسترش و فربهی یافته است. مثلاً در بررسی معرفت علمی، مطالعه در باب دلایل ردّ و قبول تئوریهای علمی، جایگزین مسأله‌ای شده است که هیوم تحت عنوان «مسألهٔ ظنّ

معقول» مطرح ساخت. از آنجا که شواهد زیادی ناظر به قبول یا ردّ تئوریهایی از قبیل تئوریهای نیوتون و مکسول و اینشتین در اختیار داریم، چنان است که گویی پاره‌ای از مهمترین مسائل «ظنّ معقول» را به زیر ذرّه‌بین به دقّت و بالمعاینه بررسی می کنیم.

این مشرب نیز مانند دو مشرب دیگری که یاد کردیم، از روش شبه روانشاسانه و «ذهنی» تحقیق تازه در معانی که کانت نیز از آن بهره می جست ـ مبرّاست. این مشرب ما را به کاوش در مباحث علمی و بررسی مبادی و لوازم و لواحق و حدود مسأله‌های علمیِ مطرح می کشاند، و از این طریق در فهم تاریخ تفکّر علمی، به ما کمك می کند.

قصدم این بود که نشان دهم اصیلترین مسائل رایج در معرفت شناسی ـ مسائل مربوط به رشد معرفت ـ از حدّ حریم دو روش پر رونق زبان کاوانه فراتر می رود و تحلیل معرفت علمی را ایجاب می کند. کلام آخرم تبلیغ حکمی دیگر است. همین تحلیل علم ـ «فلسفهٔ علم» ـ هم بیم آن می رود که آیین و اطوار و تخصّص بشود. ولی فیلسوفان نباید متخصّص باشند. دلیل توجّه خود من به علم و فلسفه فقط همین است که مشتاقم دربارهٔ راز سر بمهر عالمی که در آن زندگی می کنیم، چیزی بیاموزم و از چیستان رمزآمیز شناخت انسان از این جهان چیزی بدانم. من معتقدم که احیای توجّه به این رموز، یگانه راه نجات علم و فلسفه از غرق شدن در تخصصّ موی شکافانه است و آن دو را از تسلیم متحجرّانه به خبرت متخصصّان و سواد شخصی و حجیّت اقوال آنان می رهاند. زمانهٔ ما که دورهٔ عقل و نقد را پشت سر گذاشته، لباس این تسلیم را پوشیده و با تبختر تامّ کمر به هدم حکمت تعقلّی و نفس تعقلّ بسته است.

پن، باکینگهام شیر، بهار ۱۹۵۸

در عرض تشکّر، ۱۹۶۰ و ۱۹۶۸

مایلم از آقای دیوید نیکولز تشکّر کنم که قطعهٔ تحسین انگیزی را که اینك در صفحهٔ ۲۳ چاپ شده است در اختیار من نهادند. ایشان این قطعه را در میان مکتوبات اکتن در کتابخانهٔ دانشگاه کمبریج یافته‌اند (به نشانی MSS 5011:266). تجدید چاپ کتاب فرصت مغتنمی برای نقل آن به دست می دهد.

تابستان ۱۹۵۹

در دوّمین چاپ انگلیسی، چهار تکملهٔ کوتاه به پیوستها افزوده‌ام. اشتباهات کوچك کتاب را تصحیح کرده‌ام و جای جای عبارات را اصلاح کرده‌ام. اغلاط چاپی ای را که ایمره لاکاتوش، دیوید میلر و الن موشگریو تذکار دادند درست کرده‌ام.

این افراد گنجاندن عناوینی تازه را نیز در فهرست موضوعی پیشنهاد کردند. از اینان ممنونم.

دِین اصلی را وامدار پاول بارنیز هستم که اندکی پس از عرضهٔ چاپ انگلیسی کتاب، درستی اصول موضوعه‌ای را که من برای حساب احتمالات ارائه کرده بودم، خصوصاً مطالب پیوست جدید۷* را تحقیق نمود. ارزش کار او در نزد من ورای آن است که بتوانم در قالب الفاظ ادا نمایم. لیکن کار او بی شك بار مسئولیّت هیچ خطایی را که من مرتکب شده باشم، از دوشم برنخواهد گرفت.

کارل، رایموند، پوپر

نوامبر ۱۹۶۷

قسمت I

مقدّمه بر منطق معرفت علمی

فصل I

بررسی چند مسألهٔ اساسی

دانشمند چه اهل نظر باشد چه اهل تجربه، گزاره‌ها و مجموعه‌هایی منتظم از گزاره‌ها را پیش می کشد و گام به گام امتحانشان می کند. به خصوص در حیطهٔ علوم تجربی، فرضیّه‌ها و دستگاههای تئوریکی را می سازد و آنها را با محك تجربه و مشاهده می سنجد.

نظر من این است که مطالعه در روش علوم تجربی و تجزیه و تحلیل منطقی مراحل آن را باید برعهدهٔ منطق اکتشاف علمی یا منطق معرفت نهاد. ولی اوّل باید دید که «روشهای علوم تجربی» کدام است و منظور از «علم تجربی» چیست.

۱. مسألهٔ استقراء

بسیاری کسان برآنند که اتخّاذ «روشهای استقرائی» صفت بارز علوم تجربی است و منطق اکتشاف علمی همانا تحلیل منطقی روشهای استقرائی است. امّا در این کتاب برخلاف این پندار سخن رفته است.

عادةً سیر از گزاره‌های شخصی (که گاه آنها را گزاره‌های جزئی هم می نامند) به گزاره‌های کلّی را «استقراء» می خوانند؛ مانند آنکه از نتایج مشاهدات یا آزمایشها به تئوری یا فرضیّه‌ای رهنمون گردند.

امّا هرچه هم شمار گزاره‌های شخصی فراوان باشد، استنباط گزاره‌ای کلّی از آنها، منطقاً بدیهی نیست و اینگونه نتیجه‌گیری همواره ممکن است غلط از کار درآید. همچنانکه دیدن شماری کثیر از قوهای سپید، دلیل سپیدی همهٔ قوها نیست.

مسألهٔ استقراء عبارت است از بررسی حجیّت و شرایط صدق استنباطات استقرائی. صورت دیگر این مسأله عبارت است از تعیین اعتبار منطقی گزاره‌های کلّی مبتنی بر تجربه، همچون فرضیّه‌ها و دستگاههای تئوریك علوم تجربی. اغلب می انگارند که راستی اینگونه گزاره‌ها را «تجربه معلوم کرده است». امّا روشن است که تشریح هر تجربه ـ چه بیان خودِ مشاهده، چه بیان نتایج برآمده از آزمایش ـ از حدّ گزاره‌ای شخصی فراتر نمی رود و هرگز گزاره‌ای کلّی نیست. پس منظور کسانی که می گویند راستی فلان گزارهٔ کلّی را تجربه معلوم کرده است، لابد این است که راستی آن گزارهٔ کلّی، از جهتی منوط و مبتنی بر صدق گزاره‌هایی شخصی است که راستی آنها را تجربه معلوم کرده است. بدینسان گزارهٔ کلّی بر استباط استقرائی مبتنی می گردد. پس این پرسش که آیا قوانین طبیعت صادق‌اند یا نه، به ظاهر صورت دیگری از این سؤال می شود که آیا استنباطات استقرائی موجّه و معتبرند یا نه.

تأسیس اصل مجوّز استقراء نخستین شرط تصویب استنباطات استقرائی است. مراد از اصل مجوّز استقراء گزاره‌ای است که به کمکش بتوان به استنباطات استقرائی صورت منطقی بخشید به چشم هواداران منطق استقرائی، اصل مجوّز استقراء در روش علمی بیشترین اهمیّت را دارد، و به قول رایشنباخ: «. . . . این اصل داور ارزش تئوریها در علوم است و حذف آن از علم به مثابهٔ خلع علوم از مسند قضاوت دربارهٔ صدق و کذب تئوریهای علمی است. بدون این اصل، علم به کدام حجّت میان تئوریهای علمی و گزافه‌سراییهای موهوم مخیّلهٔ شاعران فرق خواهد نهاد؟»[1]

---

۱. هانس رایشنباخ، مجلّد ۱ نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحهٔ ۱۸۶ (همچنین ← صفحهٔ ۶۴ به ←

آشکار است که اصل مجوّز استقراء صدق منطقی ندارد و از نوع همانگوییها یا گزاره‌های تحلیلی نیست. اگر بود اصلاً مسألهٔ استقراء در میان نمی بود و همهٔ استنباطات استقرائی می بایست به استناد اصل مجوّز استقراء، همچون استنتاجات قیاسی، خالصاً منطقی و همانگویانه باشد. پس اصل مجوّز استقراء گزاره‌ای تألیفی است؛ یعنی نقیض آن تناقض آمیز نیست، بلکه منطقاً ممکن است. پس چه الزامی به قبول این اصل داریم و کدام دلیل عقلانی قبولش آن را ایجاب می کند؟

آنان که به منطق استقرائی اعتقاد می ورزند، به جهد تمام جانب رایشنباخ را نگه می دارند و همزبان با وی می گویند که «قبول اصل مجوّز استقراء از مسلّمات همهٔ علوم است و کیست که بتواند حتیّ در امور روزمرّه در آن تشکیك ورزد؟»[۲]. حال اگر به جهت مماشات این ادعّا را بپذیریم، باز احتجاج خواهم کرد که اصل مجوّز استقراء منشأ معضلات منطقی است و بی فایده است. آری، حتّی در «همهٔ علوم» هم خطا ممکن است.

آراء هیوم[۱]* به روشنی نشان می دهد که اصل مجوّز استقراء چه آسان به تناقضاتی منطقی منجر می شود که پرهیز از آنها اگر محال نباشد بسیار دشوار است. مگر نه اینکه اصل مجوّز استقراء خود گزاره‌ای کلّی است؟ پس اگر بگوییم که صدقش از تجربه معلوم شده است باز بر سر نقطهٔ آغازیم و همان معضلات در پیش روست زیرا برای تصویب اصل مجوّز استقراء باید به استنباطات استقرائی دیگری متوسّل شویم که خود باید متکّی به اصل استقراء قویتری باشند، نقل کلام می کنیم به این اصل قویتر؛ و به همین ترتیب. بنابراین هرچه کنیم اصل مجوّز استقراء بر تجربه استوار نخواهد شد و ناگزیر به تسلسل بی فرجام خواهد کشید.

→ بعد). ← بند ماقبل آخر فصل xii کتاب *History of Western Philosophy* نوشتهٔ راسل، سال ۱۹۴۶، صفحهٔ ۶۹۹. {ترجمهٔ فارسی تاریخ فلسفهٔ غرب، نجف دریابندری، جلد دوّم، صفحهٔ ۹۲۲، نشر پرواز، سال ۱۳۶۵}.

۲. رایشنباخ همان، صفحهٔ ۶۷.

۱*. آراء قاطع هیوم، در پیوست vii*، در قسمتی از متن که حواشی ۴، ۵، و ۶ در ذیلش آمده نقل شده است. ذیلاً حاشیهٔ ۲ بخش ۸۱ را نیز ببینید.

کانت، اصل مجوّز استقراء را (که در قالب «اصل علیّت عامّ» تقریر نموده است) در شمار فطریّات و اولیّات می آورد تا از اینهمه دشواری خلاص یابد. امّا من جهد عالمانهٔ وی را در احتجاج بر اوّلی و فطری نمایاندن گزاره‌های تألیفی موفّق نیافته‌ام.

نظر من این است که از مشکلات گوناگون منطق استقرائی که اشاره‌ای گذرا به آنها کردیم، نمی توان گذشت. مکتبی هم که در زمانهٔ ما بسیار قرین اقبال افتاده است و اعلام می دارد که استنباطات استقرائی هرچند «صدق قطعی» ندارد درجاتی از «اعتماد» و «احتمال» را بر می انگیزد، گرفتار همین مشکلات هست. در این مکتب می آموزند که استنباط استقرائی یعنی «استنباط محتمل»[۳]. رایشنباخ در این باب می گوید: «گفتیم که اصل مجوّز استقراء، معیار تعیین صدق در علوم است، ولی دقیقتر این است که اصل مجوّز استقراء معیار سنجش احتمالات خوانده شود. موهبت نیل به صدق یا کذب مطلق، نصیب علوم نیست. . . بلکه گزاره‌های علمی در مدارج بی شمار صدق محتمل قرار می گیرند؛ نه به حدّ اسفل کذب مطلق سقوط می کنند، نه تا حدّ اعلای صدق تامّ بالا می روند.»[۴]

در اینجا بدین نکته نمی پردازم که تصوّر استقراء گرایان از احتمالات ـ به رغم این تبلیغات ـ چندان بهره‌ای عایدشان نمی کند (شرح این مطلب را در بخش ۸۰ ببینید). فعلاً نیازی بدینکار نیست، زیرا تشبّث به احتمالات به هیچ وجه مشکلات یاد شده را چاره نمی کند. علّت این است که انتساب درجه‌ای از احتمال به گزاره‌های استقرائی همچنان باید به حکم اصل مجوّز استقراء باشد، منتهیٰ شکل نوین و پیراسته‌ای از این اصل. و این اصل را نیز باز باید بربنیانی استوار داشت؛ و به

---

۳. ← جان مینارد کینز، در *A Treatise on Probability* {رساله‌ای در باب احتمال}، سال ۱۹۲۱؛ اوزوالد کولپه، در *Vorlesungen über Logic* {دروس منطق} (ویراستهٔ زلتس Selz، سال ۱۹۲۳)، رایشنباخ (که اصطلاح «استلزامات احتمالی» را به کار می برد)، در Axiomatic der Wahrcheinlichkeitsrechnung {تئوری اصل موضوعی احتمالات} مجلّد ۳۴ *Mathematische Zeitschrift* {نشریّهٔ ریاضی}، سال ۱۹۳۲، و جاهای دیگر.

۴. رایشنباخ، در مجلّد ۱ نشریّهٔ *Erkenntnis* سال ۱۹۳۰، صفحهٔ ۱۸۶.

همین ترتیب. چارهٔ مشکل در اعلام «احتمال صدق» اصل مجوّز استقراء هم نیست. خلاصه اینکه شیوهٔ استنباط محتمل، یا «منطق احتمالات»، همانند سایر انواع منطق استقرائی، یا به تسلسل بی‌فرجام می‌کشد یا به پناه فطری انگاری[۲*] می‌گریزد.

در صفحات آینده نظرّیه‌ای آورده‌ام که در همهٔ شگردهای منطق استقرائی به دیدهٔ انکار می‌نگرد. صفت بارز این نظرّیه امتحان قیاسی است. و اساس آن، امتحان کردن تجربی فرضیّه‌ها، پس از طرح آنهاست.

این نظرّیه، مخالف «استقراءگرایی» یا مسلك استقرائی است و شایسته است که «مسلك قیاسی» نامیده شود.[۵]

پیش از تشریح مطلب، لازم است فرق میان روان شناسی معرفت و منطق معرفت را بیان کنم. در روان شناسی معرفت، توجّه به امور تجربی معطوف است، حال اینکه منطق معرفت، منحصر است به بررسی نسبتهای منطقی. گرایش به منطق استقرائی بیشتر ناشی از برهم آمیختن مسائل روان شناسانه با مسائل معرفت شناسانه است. این پیوند نابجا هم مزاحم منطق معرفت بوده است، هم مزاحم روان شناسی آن.

۲*. ذیلاً فصل x، به ویژه حاشیهٔ ۲ بخش ۸۱، و فصل ii* از ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز برای تفصیل این انتقاد ببینید.

۵. احتمالاً لی بیگ (در *Induction und Deduktion* {استقراء و قیاس} سال ۱۸۶۵) نخستین کسی بود که به ردّ روش استقرائی در علوم طبیعی برخاست؛ حملهٔ او متوجّه بیکن است. دوئم (در *La théorie physique son object et sa Structure* {موضوع و ساختار نگرهٔ فیزیکی}، سال ۱۹۰۶، ترجمهٔ انگلیسی *The Aim and Structure of Physical Theory*، ترجمهٔ وینر، ناشر Princeton، سال ۱۹۵۴) بسیار ملتزم به مسلك قیاسی است. (* لیکن در کتاب دوئم، آراء استقراءگرایانه نیز یافت می‌شود. مثلاً در قسمت یکم فصل سوّم می‌خوانیم که قانون شکست دکارت، محصول تجربه، استقراء و تعمیم حکم است؛ ← صفحهٔ ۳۴ ترجمهٔ انگلیسی). همچنین است ویکتور کرافت، در *Die Grundformen der Wissenschaftlichen Methoden* {دو صورت بنیادین روشهای علمی}، سال ۱۹۲۵، و نیز نوشتهٔ کارناپ در مجلّد ۲ نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۴۴۰.

۲. کنار گذاشتن روانشناسیگری

پیشتر گفتم که اشتغال مهم دانشمندان پیش کشیدن و امتحان کردن تئوریهاست. گام نخست این کار، یعنی کشف و ابداع تئوریها، به نظر من نه تحلیل منطقی بر می دارد، نه دربند احکام منطق می افتد. در روان شناسی تجربی، شاید مطالعه در خاستگاه اندیشه‌های افراد را ارج نهند و بخواهند بدانند فلان قطعه موسیقی، یا طرح فلان کشمکش در فلان نمایشنامه، یا فلان تئوری علمی، از کجا و چگونه به ذهن کسی راه یافته است، ولی در تحلیل معرفت علمی اعتنایی به این سؤال نمی کنند. در اینجا فقط از دلیل درستی یا چرایی (چرای صوری کانت) می پرسند نه از چیستی (چرای مادّی کانت). پرسشها چنین است: آیا فلان گزاره تصویب‌پذیر است؟ چگونه؟ آیا تجربه‌پذیر است؟ آیا منطقاً به فلان دسته از گزاره‌ها وابسته است، یا آنکه با آنها در تناقض است؟ شرط اینکه مطلبی را بتوان بدین نحو مورد سنجش منطقی قرار داد این است که کسی آن را به صورت گزاره‌ای بیان کند و گزارهٔ تقریر شده را بر محك منطق عرضه دارد.

من میان شیوهٔ ابداع اندیشه‌های نو و روشهای سنجش و نتایج منطقی آن اندیشه‌ها مؤکّداً تمایز قائل می شوم. بنای من بر این فرض است که منطق معرفت ـ به خلافت روان شناسی معرفت ـ صرفاً عبارت از بررسی روشهای انجام اصناف آزمونهایی است که هر اندیشهٔ نو باید از سر بگذراند تا به جدّ گرفته شود.

ممکن است کسانی اعتراض کنند و بگویند بهتر آن است که اشتغال عمدهٔ معرفت شناسی را «بازسازی عقلانی» مراحلی بدانیم که دانشمند را به اکتشاف، و یافتن حقایق نو، رهنمون شده‌اند. مسأله همین جاست که بدانیم دقیقاً چه چیز را می خواهیم بازسازی کنیم. اگر بگویند مقصد و مقتضای منطق معرفت، بازسازی مراحل انگیزش و ظهور ابتکارات است، من به هیچ وجه نخواهم پذیرفت: این، شأن روان شناسی تجربی است نه منطق. باری، این امر دیگری است که به بازسازی عقلانی امتحانهایی دست زنیم که پس از تکوین هر اندیشهٔ نو باید انجام شود تا معلوم کند که آیا آن اندیشه جزو معلومات ما بوده است، یا آنکه بر ما مکشوف سازد که واقعاً به کشفی دست یافته‌ایم. مادام که دانشمندی یافته‌هایش را مورد نقد و

جرح و ردّ قرار می‌دهد، می‌توان او را مشغول نوعی «بازسازی عقلانی» تفکّرش دانست. لیکن در این بازسازی، فکر در همان مسیری که در آغاز رفته است حرکت نمی‌کند، بلکه فقط چارچوب منطقی شیوهٔ امتحان مشخّص می‌گردد. بعید هم نیست که مراد از «بازسازی عقلانی» شیوه‌های معرفت یابی، در نزد طرفداران آن همین باشد.

از قضا مباحثی که من در این کتاب آورده‌ام، بدین مسأله وابسته نیست. با این حال، لبّ نظرم در این باره این است که برای رسیدن به اندیشه‌های نو، هیچ دستور منطقی نمی‌توان تجویز کرد. و مسیر این کار را نیز با مصالح منطق بازسازی نمی‌توان نمود. شاید نظرم را این طور بتوانم بیان کنم که هر کشفی به «عنصری غیرتعقّلی» یا به قول برگسون به «شهودی خلاق» نیاز دارد. اینشتین نیز از این رو سخن از «جستجوی قوانینی بسیار کلّی . . .» می‌گفت که «به مدد قیاس محض می‌توان تصویری از جهان را به کمکشان ترسیم کرد». وی بر آن بود که: «هیچ راهی از منطق به این . . . قوانین نمی‌انجامد، بلکه وصال آنها به مدد شهودی حاصل از محرمیّت با راز طبیعت دست می‌دهد.»[1]

۳. آزمودن تئوریها به نحو قیاسی

مطابق نظری که شرح آن را خواهم آورد، تئوریها همواره بدین نحو مورد امتحان و نقد قرار می‌گیرند و برحسب نتایج آزمون انتخاب می‌شوند. در ابتدا از نظری که به اقتراح پیش نهاده شده و هنوز به هیچ وجه به تصویب نرسیده است، به

---

۱. سخنرانی در شصتمین زادروز ماکس پلانك (۱۹۱۸). قطعهٔ نقل شده با این کلمات آغاز می‌شود: «شریفترین رسالت فیزیکدانها جستجوی قوانینی بسیار کلّی است. . .» (به نقل از صفحهٔ ۱۶۸ کتاب *Mein Weltbild*، {جهان در چشم من} سال ۱۹۳۴، به قلم آلبرت اینشتین، ترجمهٔ انگلیسی هریس (A. Harris)، *The World as I See It*، سال ۱۹۳۵، صفحهٔ ۱۲۵). آراء مشابهی در آثار پیشینیان نیز یافت می‌شود، مثلاً اثر پیشین لی بیگ؛ همچنین ← *Pricipien der Wärmlehre* {اصول گرماشناسی} از ماخ، سال ۱۸۹۶، صفحات ۴۳۳ به بعد. * ترجمهٔ لغت Einfühlung آلمانی {به انگلیسی} دشوار است. هریس sympathetic understanding of experience ترجمه کرده است.

وسیلهٔ قیاس منطقی، نتایجی اخذ می شود: این نظر از هر نوع باشد مهم نیست ـ خواه نوعی گمانه باشد، خواه فرضیّه یا دستگاهی تئوریك. آنگاه این نتایج، هم با یکدیگر، هم با سایر گزاره‌های ذی‌ربط مقایسه می شود، تا نسبتهای منطقی میانشان (نسبتهایی از قبیل هم‌ارزی، استنتاج‌پذیری، منافات، یا عدم منافات)، معلوم گردد.

آزمودن هر تئوری، از نظر ما چهار مرحله دارد. نخست باید ببینیم که آیا دستگاه در دست آزمون، عاری از تناقض هست یا نه. برای این کار، باید پیامدهای تئوری را منطقاً با یکدیگر مقایسه کنیم. دوّم، باید در صورت منطقی تئوری دقّت ورزیم تا دریابیم که خصلت علمی یا تجربی دارد، یا آنکه مثلاً همانگویانه است. در مرحلهٔ سوّم، باید تئوری را به مصافّ مقایسه با تئوریهای دیگر بفرستیم تا معلوم شود که به فرض قبولی در امتحانهای گوناگون، آیا اصولاً پذیرش تئوری، کمکی به پیشبرد دانش ما خواهد کرد یا نه. آخرالامر، نوبت به آزمودن تئوری با استفاده از کاربرد تجربی نتایج آن می رسد.

منظور از آزمون آخر، دریافت آن است که دستاوردهای تئوری (یعنی نکته‌های تازه‌ای که در تئوری آمده است)، تا چه حدّ توقّعات تجربه را برآورده می سازد؛ خواه این توقّعات از جانب علم تجربی باشد، خواه از ناحیهٔ صنعت و فنّ. شیوهٔ این امتحان نیز قیاسی است. به کمك گزاره‌هایی که سابقاً پذیرفته‌ایم، گزاره‌های شخصی دیگری از تئوری نتیجه می گیریم که آنها را «پیش بینی»های تئوری می نامیم. به خصوص گزاره‌هایی استنتاج می کنیم که به خوبی آزمون‌پذیر و به آسانی در عمل امتحان کردنی باشد. از آن میان، گزاره‌هایی را انتخاب می کنیم که از تئوری رقیب بر نمی آید، یا آنکه اصلاً تئوری رقیب، حکم به نفیشان می کند. سپس این گزاره‌ها (و گزاره‌های نتیجه شدهٔ دیگر) را با نتایج کاربردهای تجربی و آزمایشها مقایسه می کنیم و دربارهٔ قبول یا ردّ آنها داوری می کنیم. اگر نتیجه موافق تئوری باشد، و پیش‌بینیهای خاصّ ما پذیرفتنی یا اثبات شده از کار درآید، نتیجه می گیریم که تئوری موقّتاً امتحانش را از سر گذرانده است و هنوز دلیلی برای کنار گذاشتنش نیافته‌ایم. امّا اگر نتیجه به خلاف باشد، یعنی اگر پیش‌بینیهای ما باطل

شود، آن تئوری هم که منطقاً زایندهٔ آن پیش‌بینیها بوده است، باطل می‌گردد.

باید تذکار داد که حکم تبرئهٔ هر تئوری، همیشه موقّت است و به محض یافتن مورد نقض آتی لغو می‌گردد. تا آنجا که تئوری آزمونهای سخت را تاب آورد و در طریق ترقّی دانش جایش را به تئوری برتری واگذار نکند، می‌گوییم «ابراز لیاقت کرده»[1]* و تجربهٔ گذشته آن را تقویت نموده است.

ملاحظه می‌شود که در مباحث بالا، منطق استقرائی را به هیچ وجه در میان نیاورده‌ایم. ما هرگز ادّعا نکرده‌ایم که گزاره‌های شخصی، تئوریها را تصویب می‌کنند، و نگفته‌ایم که به ضرب نتایج «اثبات شده» می‌توان تئوریها را بر مسند «صدق» یا حتّی «احتمال» نشاند.

در این کتاب خواهم کوشید تا شرح دقیقتری از روش امتحان قیاسی به دست دهم. نشان خواهم داد که همهٔ مسائلی را که «معرفت شناسانه» به شمار می‌روند به همین شیوه می‌توان تبیین کرد. به خصوص می‌توان جمیع مشکلات ناشی از منطق استقرائی را، بدون نشاندن مشکلاتی جدید به جای آنها، از میان برداشت.

۴. مسألهٔ تمییز

از میان همهٔ ایراداتی که احیاناً به نظرات یاد شده خواهند گرفت، این ایراد از بقیّه جدّی‌تر است که بگویند طرد و انکار روش استقرائی به منزلهٔ سلب مهمترینِ ویژگیهای علم تجربی است، و باعث فرو شکستن دیوارهٔ فاصل میان علم و نظرپردازیهای متافیزیکی می‌گردد. از قضا دلیل اصلی من در انکار و طرد منطق استقرائی همین است که استقراء از نمایاندن چهرهٔ تجربی و غیر متافیزیکی دستگاههای تئوریك عاجز است. منطق استقرائی «ملاك تمییز» مناسبی به دست نمی‌دهد.

منظور من از مسألهٔ تمییز[1]، یافتن معیار یا ضابطه‌ای است که علوم تجربی را در

۱* . توضیح این اصطلاح را در حاشیهٔ پیش از بخش ۷۹، و نیز بخش ۲۹ * از ذیلی بر منطق اکتشاف علمی ببینید.

۱ . این مطلب (و نیز مندرجات بخشهای ۱ تا ۶ و ۱۳ تا ۲۴) را با نوشتهٔ من در مجلّد ۳ نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۳، صفحهٔ ۴۲۶ مقایسه کنید. * ترجمه آن نوشته اینك در پیوست i* آمده است.

یك طرف بنشاند، و ریاضیّات و منطق را در کنار نظامهای «متافیزیکی» در طرف دیگر.

هیوم با این مسأله آشنا بود و در حلّ آن کوشید.[۲] در فلسفهٔ کانت، این مسأله در کانون نظرّیهٔ شناخت جا گرفت. چنانچه به پیروی از کانت، مسالهٔ استقراء را «مسألهٔ هیوم» بخوانیم، شایسته است که مسألهٔ تمییز را «مسالهٔ کانت» نام دهیم.

در نظر من، از این دو مسأله ـ که زایندهٔ اکثر مسائل نظرّیهٔ شناخت بوده‌اند ـ مسألهٔ تمییز اصلی تر است. در حقیقت، سبب اصلی گرایش تعصّب‌آمیز معرفت شناسان تجربی مشرب به «روش استقراء»، این است که انگاشته‌اند معیار تمییز مناسب را فقط باید در آن روش جست. تجربیِ مشربان هواخواه نحلهٔ «پوزیتیویسم»، مصداق خاصّ این سخنند.

پوزیتیویستهای متقدّم، فقط آن تصوّرات (یا مفاهیم یا معانی) را علمی یا مجاز می شمردند که به قول خودشان «متّخذ از تجربه» باشد. برحسب نظر آنان، این گونه تصوّرات، منطقاً به اجزاء سازندهٔ دریافتهای حسّی، از قبیل محسوسات بالذّات (یا داده‌های حسّی)، انطباعات، مدرکات، و خاطرات سمعی و بصری تحلویلپذیرند. امّا پوزیتیویستهای متأخّر، لاجرم دریافتند که علم مجموعهٔ منتظمی از گزاره‌هاست، نه مجموعه‌ای منتظم از تصوّرات[۱*]. لذا می گویند گزاره‌های علمی منحصرند به گزاره‌هایی که بتوان آنها را به گزاره‌های تجربی عنصری (یا «بسیط») ـ یا «تصدیقات حسّی»، یا «قضایای بسیط»، یا «جمله‌های تسجیلی»، یا

---

۲. ← جملهٔ آخر کتاب *Enquiry Concerning Human Understanding* {پژوهش دربارهٔ فاهمهٔ انسان} وی. * بند بعد را (و اشاره‌ای را که در آن به معرفت‌شناسان رفته است)، مقایسه کنید با آنچه در قسمتی از بخش ۱ که حاشیهٔ ۱ در ذیلش آمده است، از رایشنباخ نقل کردیم.

۱*. اکنون می بینیم که «پوزیتیویستهای نوین» را جدّیتر از آنچه بودند پنداشته بودم. می بایست به یاد می آوردم که رسالهٔ ویتگنشتاین نیز از این جهت، در آغاز که می گوید «جهان کلّ واقعیّتهاست نه کلّ اشیاء»، آدمی را امیدوار می سازد، ولی در پایان که می گوید هرکس «در قضایای خویش، علائمی را بی معنا نهاده باشد» محکوم است، این امید زائل می شود. همچنین بخش ii از فصل II جامعهٔ باز و دشمنان آن، و فصل i*، به خصوص بخشهای ii* (حاشیهٔ ۵)، ۲۴* (پنج بند آخر)، و ۲۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

مشتی اصطلاحات دیگر[۲]* ـ تحویل نمود. آشکار است که قبول چنین ملاك تمییزی، تمسّك به منطق استقرائی را هم ایجاب می کند.

از آنجا که من منکر منطق استقرائیم، لاجرم اینگونه کوششها را نیز برای حلّ مسألهٔ تمییز مردود می دانم. ناگزیر باید در مسألهٔ تمییز، جدّاً به چشم اهمیّت بنگرم. برای هر نظام معرفت شناختی که حکم به انکار و طرد روش استقراء بدهد، یافتن ملاك تمییز مناسب، امری است خطیر و سرنوشت ساز.

پوزیتیویستها، مسألهٔ استقراء را عادةً طبیعت گرایانه تلّقی کرده و آن را مسأله‌ای از علوم طبیعی انگاشته‌اند. به عوض آنکه بیایند و قرارداد مناسبی پیشنهاد کنند، معتقدند که میان علوم تجربی از یك سو، و متافیزیك از سوی دیگر، اختلافی بالطّبع هست که باید کشفش کرد. از این رو مدام در تلاشند تا ثابت کنند که متافیزیك ذاتاً مهملات بی معنی است و بس، و به قول هیوم: «مشاغبات و وهمیّاتی است درخور آتش»[۳]*.

اگر الفاظ «مهمل» و «بی معنی» را مطابق تعریف، مرادف «غیرتجربی» بدانیم، دیگر مهمل و بی معنی خواندن متافیزیك، سخنی است فارغ از مضمون و عاری از لطف، زیرا غیر تجربی بودن خود در تعریف مأخوذ است. امّا پوزیتیویستها، به صِرف غیر تجربی خواندن پاره‌ای از گزاره‌های متافیزیك دست از سر آن بر نمی دارند. بلکه از الفاظ «مهمل» و «بی معنی» معنایی تحقیرآمیز اراده می کنند. تردیدی در این نیست که پوزیتیویستها بیش از آنکه جویای وجه فارق میان علم تجربی و متافیزیك باشند، خواستار براندازی[۳] و نابود کردن متافیزیك بوده‌اند.

۲* . البتّه در اسمگذاری مناقشه نیست. هنگامی که اسم تازهٔ «گزارهٔ پایه» (یا «قضیهٔ پایه»، ذیلاً بخشهای ۷ و ۲۸ را ببینید) را وضع کردم، قصدم فقط آوردن لغتی بود که معنای «گزارهٔ ادراکی» را تداعی نکند. مایهٔ تأسّف است که دیگران به سرعت آن را برگرفتند و دقیقاً برای القای همان معنایی به کار بردند که من از آن پرهیز داشتم. همچنین ← بخش ۲۹ * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.

۳* . بدین نحو، هیوم، مانند سکستوس، پژ وهش خویش را در صفحهٔ آخرش تخطئه نمود، همچنانکه ویتگنشتاین نیز بعدها رسالهٔ خویش را در صفحهٔ آخرش تخطئه کرد. (حاشیهٔ ۲ بخش ۱۰ را نیز ببینید.)

۳. کارناپ، در مجلّد ۲، نشریّهٔ *Erkenntnis* سال ۱۹۳۲، صفحات ۲۱۹ به بعد. میل نیز لفظ «بی معنا» را بدین نحو به کار برده است. * بی شك این از نفوذ کنت بوده است. ← *Early Essays on Social* ←

باری، ما دیده‌ایم که هرگاه پوزیتیویستها در صدد بیان مرادشان از «بامعنی» برآمده‌اند، به یك نتیجه رسیده‌اند و «جملهٔ بامعنی» را (همیشه در مقابل «شبه جملهٔ بی‌معنی») تعریف کرده‌اند. ولی این فقط تکرار مکرّر معیار تمییزی است که از منطق استقرائی آنان بر می‌آید.

این معنا در مورد ویتگنشتاین «خودبه‌خود پیداست». وی همهٔ گزاره‌های بامعنی را منطقاً به گزاره‌های عنصری (یا بسیط) تحویل‌پذیر می‌داند[۴]، و بر آن است که اینها توصیف واقعیّت می‌کنند و «تصاویر واقعیّاتند[۵]» (به زعم وی هر گزارهٔ بامعنی، چنین است). ملاحظه می‌کنیم که معیار معنی‌داری ویتگنشتاین، همان معیار تمییز استقراگرایان است؛ کافی است الفاظ «علمی» و «مجاز» آنان را با لفظ «بامعنی» جاگزین سازیم. لیکن مصیبت استقراء، دامن این نظریّه راجع به مسألهٔ تمییز را نیز می‌گیرد. پوزیتیویستها در گیرودار نابودسازی متافیزیك، علوم تجربی را هم به ورطهٔ نابودی انداختند. قبول معیار معنی داری ویتگنشتاین ایجاب می‌کند که آن قوانین طبیعی را هم که اینشتین جستجویشان را «شریفترین رسالت فیزیکدان»[۶] می‌دانست، بی‌معنی اعلام کنیم. چرا که این قوانین طبیعی را نیز نمی‌توان گزاره‌هایی اصیل یا حقیقی دانست. ویتگنشتاین کوشید تا ثابت کند مسألهٔ استقراء شبه مسأله‌ای فاقد معناست. شلیك نظر وی را چنین آورده است[۴*]: «مسألهٔ

→

Philosophy {نخستین مقالات دربارهٔ فلسفهٔ اجتماعی}، ویراستهٔ هاتن (H. D. Hutton)، سال ۱۹۱۱، صفحهٔ ۲۲۳. همچنین حاشیهٔ ۵۱ فصل ۱۱ جامعهٔ باز و دشمنان آن را ببینید.

۴. ویتگنشتاین، در رسالهٔ فلسفی ـ منطقی (۱۹۱۸ و ۱۹۲۲)، قضیّهٔ ۵. * از آنجا که این مطلب در ۱۹۳۴ نگاشته شده، فقط مندرجات رساله در نظرم بوده است.

۵. ویتگنشتاین پیشین، قضایای ۴/۰۱، ۴/۰۳، ۲/۲۲۱.

۶. ← حاشیهٔ ۱ بخش ۲.

۴*. اندیشهٔ شبه قضیّه شمردن قانونهای علمی، و حلّ مسألهٔ استقراء از این طریق را شلیك از ویتگنشتاین دانسته است. لیکن سابقهٔ این اندیشه در واقع بسیار بیش از این است. این اندیشه جزئی از مشرب ابزارانگاری علوم است که سابقه‌اش تا بارکلی و پیش از او می‌رسد. (برای نمونه مقالهٔ مرا با عنوان *Three Views Concerning Human Knowledge* {سه نگرش در خصوص شناخت انسان} در *Contemporary British Philosophy* {فلسفهٔ معاصر در بریتانیا}، سال ۱۹۵۶، ببینید، و نیز مقالهٔ ←

استقراء عبارت است از تصویب منطقی گزاره‌های کلّی راجع به جهان واقع. . . ما با هیوم همداستانیم که این کار محال است. زیرا اینگونه گزاره‌ها، گزاره‌هایی اصیل نیستند.»[۷]

ملاحظه می‌شود که معیار تمییز مسلك استقرائی، از عهدهٔ تفکیك علم از متافیزیك بر نمی‌آید، و ناچار هر دو را در یك مرتبه می‌نشاند. حکم نهایی مستند به ضابطهٔ بی‌دلیل پوزیتیویستها دربارهٔ معنی داری، هم علم و هم متافیزیك را مجموعه‌ای از شبه جمله‌های بی‌معنی اعلام می‌کند، چنین است که پوزیتیویسم به عوض پاکسازی حوزهٔ علم از متافیزیك، راه هجوم متافیزیك را به قلمرو علم گشوده و هموار ساخته است[۸].

به رغم این ترفندهای ضدّ متافیزیکی ـ که فقط به انگیزهٔ خصومت با متافیزیك

→ *A Note on Berkeley as a Precursor of Mach and Einstein* {یادداشتی دربارهٔ بارکلی به عنوان مبشّر ماخ و اینشتین} را در مجلّد ۴، نشریهٔ *The British Journal for the Philosophy of Science* {نشریهٔ فلسفهٔ علم بریتانیا}، سال ۱۹۵۳، صفحات ۲۷ به بعد، که اینك در حدسها و ابطالها، چاپ ۱۹۵۹ آمده است. مراجع بیشتر را در حاشیهٔ ۱ * پیش از بخش ۱۲ (صفحهٔ ۷۷) بیابید. دربخشهای ۱۱* تا ۱۴ * و ۱۹ * تا ۲۶ * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی نیز بدین مسأله پرداخته‌ام.

۷. شلیك، در مجلّد ۱۹، نشریهٔ *Naturwissenschaften* {علوم طبیعی}، سال ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۶؛ (حروف خوابیده را من به کار برده‌ام) در بارهٔ قوانین طبیعی می‌نویسد (صفحهٔ ۱۵۱): «بسیار گفته‌اند که هرگز نمی‌توان از اثبات مطلق یك قانون، به تمام معنی این کلمه سخن گفت، زیرا ما همواره این فرض را نگفته پذیرفته‌ایم که قانون ممکن است در پرتو تجارب بعدی تغییر یابد.» شلیك در ادامه می‌گوید: «بد نیست این جملهٔ معترضه را بیفزایم که معنای این سخن از نظر منطقی آن است که قانونهای طبیعی، علی‌الاصول از جنس گزاره‌ها نیستند، بلکه دستورهایی برای ساختن گزاره‌ها هستند.» (* شك نیست که مقصود از «ساختن»، تغییر شکل یا استناج را نیز شامل می‌شود.) شلیك گفته است که ویتگنشتاین شخصاً این اندیشه را با وی در میان نهاده است. بخش ۱۲ * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

۸. ← بخش ۷۸ (مثلاً حاشیهٔ ۱). حواشی ۴۶، ۵۱، ۵۲ فصل ۱۱ جامعهٔ باز را نیز ببینید، و مقالهٔ اینجانب را با عنوان *The Demarcation between Science and Metaphysics* {تحدید حدود میان علم و مابعدالطبیعه} که در مجلّدی از مجموعهٔ *Library of Living Philosophers* {کتابخانهٔ فیلسوفان زنده}، ویراستهٔ شیلپ (P. A. Schilpp)، که به کارناپ اختصاص دارد، آمده و اینك در حدسها و ابطالها، چاپهای ۱۹۶۳ و ۱۹۶۵، مندرج است.

به کار می رود ـ من برای خود رسالت برانداختن متافیزیك قائل نیستم. بلکه برآنم تا علم تجربی را چنانکه شایسته است بشناسانم، و مفاهیم «علم تجربی» و «متافیزیك» را به نحوی تعریف کنم که بتوان دانست بررسی دقیقتر کدام مجموعه از گزاره‌ها به علم تجربی مربوط می شود.

از این رو ضابطه‌ای را که من برای تمییز علم از متافیزیك آورده‌ام، باید پیشنهادی برای مصالحه یا یك مواضعه دانست. چه بسا دربارهٔ شایستگی چنین مواضعه‌ای عقیده‌ها مختلف باشد. بحث و گفتگوی معقول بر سر چنین مسائلی فقط در میان کسانی باید برود که اهدافی مشترك داشته باشند. انتخاب آن اهداف در تحلیل آخر، منوط به تصمیم و توافق است و به صرف اجتحاج عقلانی حاصل نمی شود[۵*]. کسی که غایت علم را نیل به دستگاهی از گزاره‌های مسلّم بدیهی الصّدق می انگارد[۹]، مسلّماً پیشنهاد مرا نمی پذیرد. کسانی هم که «گوهر علم» را در «مناعت» آن می جویند و این را هم در «جامعیّت» و «اصابت واقع، و ضروریّت»[۱۰] علم نهفته می پندارند، سخن من را منکرند. اینان حتّی فیزیك نظری نوین را مستحقّ وصف مناعت نمی شناسند، حال اینکه من و دیگران این علم را کاملترین مصادیق «علم تجربی» تا به امروز می یابیم.

اهدافی که من در ذهن خود برای علم قائلم، غیر از اینهاست. اما به هر حال نمی کوشم که برای توجیهشان، آنها را اهداف حقیقی و ذاتی علم قلمداد کنم. این کار یعنی طرح نادرست مطالب و افتادن در دام تعصّب پوزیتیویستی. من فقط یك شیوهٔ عقلانی برای حمایت از پیشنهادهائی که گفتم می شناسم. و آن، عبارت است از تحلیل پیامدهای منطقی آنها؛ یعنی نشان دادن کارآیی آن پیامدها و توانشان در روشنتر ساختن مسائل نظریهٔ شناخت.

پس بی پرده می گویم که در تنظیم پیشنهادهای یاد شده، در کُنه ضمیر خویش

۵*. اکنون معتقدم که گروههای دوستدار حقیقت اگر آماده شنیدن سخنان یکدیگر باشند، می توانند در مباحثهٔ عقلانی مشارکت جویند.

۹. این نظر دینگلر است. ← حاشیه ۱ بخش ۱۹.

۱۰. این نظر اوتماراسپان (O. Spann) است. (در *Kategorienlehre* {مقوله‌شناسی}، سال ۱۹۲۴).

از بعضی داوریهای ارزشی، متأثر بوده‌ام و جانب برخی مرجحّات را نگه داشته‌ام. با این حال، امید می برم که سخنم را کسانی نیز بپذیرند که گذشته از اتقان منطقی، بر تفکّر فارغ از جزم ارج می نهند، کسانی که طالب کاربرد عملی، و بیش از آن شیفتهٔ جسارت و جستجوگری علمند، و مجذوب کشفیاتی هستند که همواره ما را با مسائل تازه و غیر منتظره مواجه می کند، و بر آن می دارد تا پاسخهایی نوین و نوظهور برای آن مسائل بجوئیم.

ولی تأثیرپذیری سخنان من از داوریهای ارزشی، به آن معنا نیست که خود، مرتکب همان خطایی شده‌ام که پوزیتیویستها را بدان متهّم کردم؛ یعنی من در صدد خفه‌کردن متافیزیك از راه توهین و تحقیر آن برنیامده‌ام. من حتّی تا آنجا پیش نمی روم که مدعی شوم متافیزیك به هیچ وجه فایده‌ای برای علم تجربی ندارد. زیرا در کنار آن اندیشه‌های متافیزیکی که سدّ راه پیشرفت علم بوده است، پاره‌ای از نظرّیات متافیزیکی ـ مانند اتمیسم نظرپردازانه ـ به این پیشرفت کمك کرده است. من معتقدم که به لحاظ روانی، اکتشاف علمی بدون ایمان به اندیشه‌هایی که نظرپردازی محض اند، و گاه کاملاً موهومند، محال است. از نظر علمی، چنین ایمانی کاملاً بی تضمین است و از این جهت می گوییم «متافیزیکی» است[۱۱].

باوجود اینهمه هشدار، باز خاطرنشان می کنم که نخستین وظیفهٔ منطق معرفت، ارائه تصویر روشنی از مفهوم علم تجربی است، تا معنایی را که در زبان از این مفهوم اراده می شود، حتّی المقدور معیّن سازد، و نیز مرز مشخصّی میان علم و اندیشه‌های متافیزیکی رسم نماید، با قطع نظر از اینکه نظریّهٔ مورد داوری، در گذشته سهمی در پیشبرد علم داشته است یا نه.

---

۱۱. همچنین ← پلانك، *Positivismus und reale Aussenwelt* {پوزیتیویسم و جهان خارج}، (سال ۱۹۳۱)، و اینشتین، *Die Religiostät der Forschung* در کتاب *Mein Weltbild*، سال ۱۹۳۴، صفحهٔ ۴۳، ترجمهٔ انگلیسی هریس *The World as I See It*، سال ۱۹۳۵، صفحات ۲۳ و بعد.

* بخش ۸۵ ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

۵. تجربه در مقام روش

ارائهٔ تصویری روشن از معنای «علم تجربی» آسان نیست. پاره‌ای از دشواریهای این کار ناشی از آن است که در هر زمان، ناگزیر چندین دستگاه تئوریك از حیث ساختمان منطقی، به دستگاهی که دستگاه علوم تجربی روز شمرده می‌شود، بسیار شبیه‌اند. معنی اینکه می‌گویند شمار کثیری (یا بی‌شمار) «جهان منطقاً ممکن» وجود دارد، همین است. حال، نکته این است که ما فقط دستگاهی را دستگاه «علم تجربی» می‌خوانیم که درست از یك جهان، یعنی «جهان واقع» یا «جهان تجربهٔ ما»، خبر دهد.[۱*]

در توضیح همین معنا، می‌گوییم که دستگاه تئوریك تجربی مطلوب، باید به سه شرط وفا کند. اوّلاً باید تألیفی باشد، تا از جهانی عاری از تناقض، یعنی از جهانی ممکن خبر دهد. ثانیاً باید از ضابطهٔ تمییز ما (← بخشهای ۶ و ۲۱) تبعیّت کند، تا متافیزیکی نباشد، و بر جهان تجربی ممکنی دلالت ورزد. سوّم اینکه دستگاه مطلوب ما باید نشانه‌ای داشته باشد تا بتوانیم آن را در میان سایر دستگاهها، نمایندهٔ جهان تجربهٔ خودمان بشناسیم.

این نشانه چیست؟ همین که باید دستگاهی بجوییم که آزمونهای سخت را از سر گذرانیده و تاب آورده باشد. برای تشخیص اینکه کدام دستگاه تئوریك، جهان تجربهٔ ما را توصیف می‌کند، به شیوه‌ای قیاسی متمسّك می‌شویم که قصد من تشریح و تحلیل آن است.

بدین ترتیب، «تجربه»، روشی است که دستگاه مطلوب ما را از سایر دستگاهها متمایز می‌سازد. پس علم تجربی، هم ساختمان منطقی خاصّی دارد، هم روشی مخصوص (البتّه نظر استقراءگرایان نیز همین است، ولی در نزد آنان روش مخصوص علم استقراء است).

بنابراین می‌توانیم نظریّهٔ شناخت را که متکفّل شناخت روش یا شیوهٔ مخصوص علم است، نظریّه‌ای دربارهٔ روش تجربی، یا تئوری تجربه بدانیم.

۱*. ← پیوست x*

۶. ابطال پذیری، معیار تمییز علم از غیر علم

حکم معنی داری پوزیتیویستی، که مبتنی بر هیچ دلیلی هم نیست، معیاری است که منطق استقرائی برای تمییز علم از غیر علم، لاجرم به آن متشبّث می شود. این معیار تمییز، معادل آن است که داوری دربارهٔ صدق و کذب همهٔ گزاره‌های علوم تجربی (یا همهٔ گزاره‌های «بامعنی») را لازم بدانیم، یا به اصطلاح ما همهٔ گزاره‌های علمی را «به تمام معنی داوری پذیر» بشماریم. یعنی بپذیریم که صورت این گزاره‌ها چنان است که هم اثبات و هم ابطال آنها منطقاً میسّر است. شلیك از این رو می گوید: «. . . هر گزارهٔ اصیل باید به تمام معنی اثبات‌پذیر باشد.»[1]. وایسمان از این هم روشنتر می گوید: «گزاره‌ای که هیچ راهی برای تعیین صدقش یافت نشود، هیچ معنایی ندارد. زیرا معنی هر گزاره همانا روش اثبات آن گزاره است.»[2]

من منکر منطق استقرائیم[1]*، و استنتاج تئوریها را از گزاره‌هایی شخصی که «به اثبات تجربی رسیده‌اند» (معنی این عبارت هر چه باشد)، منطقاً محال می دانم. از این رو، در نظر من تئوریها هیچگاه قابل اثبات تجربی نیستند. پس اگر نمی‌خواهیم که همچون پوزیتیویستها، دستگاههای تئوریك را با معیار تمییزمان سهواً از علوم طبیعی بیرون کنیم[2]*، ناگزیر باید معیاری برگزینیم که گزاره‌های

---

۱. شلیك، در مجلّد ۱۹، نشریّهٔ *Naturwissenschaften*، سال ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۰.

۲. وایسمان، در مجلّد ۱، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحهٔ ۲۲۹.

۱*. البتّه آنچه «استقراء ریاضی» خوانده می شود منظورم نیست. بلکه من منکر وجود استقراء در علومی هستم که به «علوم استقرائی» موسوم‌اند، و می گویم «شیوهٔ استقراء» یا «استنباط استقرائی» وجود ندارد.

۲*. در کتاب *Logical Syntax* (سال ۱۹۳۷، صفحات ۳۲۱ به بعد)، کارناپ (با اشاره به انتقاد من) این ایراد را پذیرفت، و در مقالهٔ Testability and Meaning {«آزمون پذیری و معناداری»} (مجلّد ۴، نشریّهٔ *Philosophy of Science* {فلسفهٔ علم}، سال ۱۹۳۷، صفحهٔ ۲۷) با دریافت این معنا که قانونهای کلّی در علوم، نه فقط «مفید» بلکه «ضروری»اند، موافقتش را بیشتر ابراز داشت. لیکن در کتاب *Logical Foudations of Probability* {مبانی منطقی احتمالات} (سال ۱۹۵۰)، دوباره نظری می آورد شبیه به آنچه در اینجا نقد کردم؛ وی دریافته که احتمال قانونهای کلّی صفر است (صفحهٔ ۵۱۱)، و لاجرم گفته است (صفحهٔ ۵۷۵) که هرچند بیرون ریختن این قانونها از علوم ضرورت ندارد، علم نیازمند به آنها هم نیست.

اثبات ناپذیر را هم به درون قلمرو علم تجربی راه دهد.

مسلّم است که ملاك من در تجربی یا علمی شمردن دستگاهی از گزاره‌ها، تن دادن آن دستگاه به آزمون تجربی است. بدین ترتیب، این معنا به ذهن می آید که به عوض اثبات پذیری، ابطال پذیری دستگاهها را معیار تمییز بگیریم[۳*]. یعنی در نظر من، علمی بودن هر دستگاه، در گرو اثبات پذیریِ به تمام معنایِ آن نیست، بلکه منوط به این است که ساختمان منطقیش چنان باشد که ردّ آن به مدد آزمونهای تجربی میسّر باشد. هر دستگاه علمی تجربی، باید در تجربه قابل ابطال باشد[۳]. (لذا، گزارهٔ «فردا در اینجا یا باران خواهد بارید، یا نخواهد بارید» را تجربی نمی شماریم، زیرا ابطال بردار نیست، حال اینکه گزارهٔ «فردا در اینجا باران خواهد بارید» را تجربی می شماریم.)

بر این معیار تمییز، ایرادات بسیار خواهند گرفت. اوّلاً شاید این شبهه برانگیخته شود که چون انتظار ما از علم، تحصیل اطلاّعات است، خطاست که خود علم را مصداق شرطی سلبی چون ابطال پذیری بیانگاریم. من در بخشهای ۳۱ تا ۴۶، سستی این شبهه را نشان خواهم داد، زیرا هر چه گزاره‌ای علمی به لحاظ صورت منطقیش با گزاره‌های شخصیِ ممکن، بیشتر مخالفت ورزد، اطلاّعات

۳*. توجّه کنید که من ابطال‌پذیری را ضابطهٔ تمییز می دانم، نه معناداری. علاوه براین، توجّه کنید که من خود (در بخش ۴) از به کار بردن نظریهٔ معناداری جهت تمایز نهادن {میان علم و غیر علم} به شدّت انتقاد کردم، و در بخش ۹ باز حملهٔ شدیدتری به این نظریّه بی دلیل خواهم کرد. پس اینکه گفته‌اند من ابطال پذیری را ضابطهٔ معناداری دانسته‌ام، افسانهٔ محض است (ولی افسانه‌ای که بسیاری ازمنکران، نظریّهٔ مرا براساس آن باطل دانسته‌اند). ابطال‌پذیری، دو دسته از گزاره‌های کاملاً با معنی را از هم جدا می کند: گزاره‌های ابطال پذیر و ابطال ناپذیر. ضابطهٔ ابطال پذیری، خطّی در درون بیانات بامعنا می کشد نه به دور آنها. همچنین پیوست i*، و فصل i* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به خصوص بخشهای ۱۷ * و ۱۹*، و کتاب حدسها و ابطالها، فصول I و II را ببینید.

۳. آرائی مشابه، مثلاً در آثار فرانك، در *Die Kausalität und ihre Grenzen* {علّیّت و حدود آن}، سال ۱۹۳۱، فصل ۱، ۱۰؛ و (صفحات ۱۵ و بعد)، و دوبیسلاف (Dubislav) در *Die Definition* {تعریف} (چاپ سوّم ۱۹۳۱)، صفحات ۱۰۰ و بعد، یافت می شود. (← پیش از این حاشیهٔ ۱ بخش ۴).

بیشتری راجع به جهان از آن تحصیل می‌گردد. (بی سبب نیست که قوانین طبیعت را «قانون» می‌خوانیم: منع بیشتر، یعنی دلالت افزونتر.)

شاید هم بکوشند تا ایراداتی را که من به معیار تمییز منطق استقرائی گرفتم، متوجّه پیشنهاد خودم سازند و همان اشکالاتی را که علیه اثبات‌پذیری اقامه کردم، علیه ابطال‌پذیری به کار گیرند.

ولی اینگونه ایرادات، باری بر خاطر من نخواهد افزود زیرا من سخنم را با ملاحظهٔ عدم تقارن موجود میان اثبات‌پذیری و ابطال‌پذیری بیان داشته‌ام: عدم تقارنی ناشی از صورت منطقی گزاره‌های کلّی[۴*]. گزاره‌های کلّی را هرگز نمی‌توان از گزاره‌های شخصی نتیجه گرفت، ولی می‌توان با گزاره‌های شخصی، گزاره‌های کلّی را نقض کرد. لذا صرفاً به مدد استنتاجات قیاسی (به کمك قیاس استثنایی با رفع تالیِ منطق قدیم) می‌توان صدق گزاره‌های شخصی را دلیل کذب گزاره‌های کلّی گرفت. این شیوهٔ احتجاج بر بطلان گزاره‌های کلّی، تنها قیاسی است که از گزاره‌های شخصی به سوی گزاره‌های کلّی سیر می‌کند و به اصطلاح «سوق استقرائی» دارد.

به نظر می‌رسد که ایراد سوّم جدّی‌تر باشد. شاید بگویند که حتّی اگر عدم تقارن مزبور را پذیرا گردیم، دلایل بسیار دیگری هست که همواره مانع ابطال به تمام معنای دستگاههای تئوریك می‌گردد. مثلاً با تمسّك به فرضیّه‌ای تبصره‌ای، یا با تصرّف تبصره‌ای در فلان تعریف، همیشه می‌توان خطر ابطال را باطل کرد. حتّی اگر کسی سرسختانه از پذیرفتن درستی همه‌گونه آزمایشِ مبطل، سرباز زند، لزوماً گرفتار تناقضات منطقی نخواهد شد. اگرچه می‌دانیم که شیوهٔ مرسوم عالمان این نیست، ولی همین که منطقاً چنین امری ممکن است، در نظر حریف، دست کم به اعتبار منطقی معیار تمییز من لطمه می‌زند.[۴]

۴*. اینك در بخش ۲۲ * کتاب ذیلی بر منطق اکتشاف علمی به تفصیل بیشتر در باب این عدم تقارن سخن گفته‌ام.

۴. در این باره، نوشته‌ای را که در حاشیهٔ ۱ بخش ۴ بدان اشاره کردم نیز ببینید. * آن مقاله اینك در پیوست i* این کتاب آمده است، همچنین ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به خصوص بخش ۲ * را ببینید.

می‌پذیرم که این اشکال حقّ است. ولی قبول این حقّ وادارم نمی‌کند که ادّعایم را دایر بر اینکه ابطال‌پذیری معیار تمییز است، پس بگیرم. زیرا همچنانکه خواهم گفت (در بخشهای ۲۰ به بعد)، روش تجربی را باید روش باطل شمردن همین ترفندهای نفی ابطال دانست؛ هرچند سخن حریف راست است که تمسّك به این ترفندها منطقاً ممکن است. من می‌گویم امتیاز روش تجربی، در شیوه‌ای است که دستگاههای در دست امتحان را از هر سو به ورطهٔ ابطال می‌کشاند. در اینجا ابقای دستگاههای ضعیف هدف نیست، بلکه به عکس، در این روش، دستگاهها را به شدّت تمام به عرصهٔ رقابت می‌افکنند تا آن که نسبت به رقیبان دیگر اصلح است برگزیده شود.

معیار تمییز یاد شده، به حلّ مسالهٔ استقراء هیوم یعنی مسألهٔ تعیین اعتبار قوانین طبیعی ـ نیز رهنمون می‌شود. ریشهٔ این مسأله در آن است که ظاهراً «اصل اساسی تجربه‌گرایی» (یعنی قبول اینکه تجربه یگانه قاضی صدق و کذب گزاره‌های علمی است)، و عقیم بودن استنباطات استقرائی (که هیوم دریافت) متناقض‌اند. ولی این تناقض، فقط زاییدهٔ فرض داوری‌پذیری به تمام معنی گزاره‌های علمی. (یعنی قبول اثبات‌پذیری و ابطال‌پذیری منطقی گزاره‌های علمی) است. حال اگر چنین فرض نکنیم و گزاره‌هایی را که «از یك طرف داوری‌پذیر»ند، یعنی فقط راجع به صدق، یا فقط راجع به کذب آنها می‌توان داوری کرد ـ به خصوص گزاره‌هایی را که فقط ابطال‌پذیرند ـ نیز تجربی بشماریم، تناقض در میان نخواهد ماند. شیوهٔ ابطال دستگاههای تئوریك، به هیچ وجه بر استنباط استقرائی متّکی نیست، بلکه بر ضروبِ منتجِ قیاسی مبتنی است که محلّ شبهه نیستند.

۷. مسألهٔ تعیین «مبنای تجربه»

ابطال‌پذیری را فقط هنگامی می‌توانیم معیار تمییز بدانیم که بتوانیم ابطال را به گزاره‌هایی شخصی مستند سازیم.

گویی این معیار تمییز، فقط موضوع مسألهٔ ما را عوض کرده است و ایجاب می‌کند که به جای تشخیص اینکه کدام تئوری تجربی است، تشخیص دهیم که

گزاره‌های تجربی کدامند.

حتّی اگر چنین باشد، ازاین رهگذر نصیبی برده‌ایم. زیرا در پژوهش علمی، گاه لازم می افتد که تئوریهای علمی را فوراً از تئوریهای غیرعلمی متمایز سازیم، حال آنکه بسیار نامحتمل است که در تجربی شمردن گزاره‌ای شخصی تشکیك ورزیم. البتّه در مشاهدات خطا واقع می شود و این خطا به اعلام گزاره‌های شخصی کاذب می انجامد. امّا اینکه دانشمندی گزاره‌ای شخصی را غیرتجربی یا متافیزیکی محسوب کند، بسیار بعید است.

مسائل تعیین مبنای تجربه ـ یعنی مسائل مربوط به خصلت تجربی گزاره‌های شخصی، و بررسی نحوهٔ امتحان کردن این گزاره‌ها ـ در منطقِ معرفت علمی نقشی دارند که با نقش سایر مسائل در آن متفاوت است. چه، اغلب مسائلی که مطرح خواهیم ساخت، از جهات عملی به علم مرتبطند، حال آنکه مسألهٔ مبنای تجربه، مسأله‌ای است که به تمام معنی متعلّق به نظریّهٔ شناخت است. لکن از آنجا که ابهامات بسیار از این مسأله ناشی شده است ـ به خصوص در مورد تعیین ارتباط دریافتهای حسّی و گزاره‌های پایه ـ ناگزیرم به آن بپردازم. (منظورم از «گزارهٔ پایه» یا «قضیهٔ پایه»، گزاره‌ای است که ابطال تجربی به آن مستند می گردد. در یك کلام؛ گزاره پایه، خبری است راجع به امری واحد.)

اغلب، دریافتهای حسّی را به نوعی دلیل صدق گزاره‌های پایه انگاشته‌اند و گفته‌اند که اینگونه گزاره‌ها «مبتنی اند» بر آنگونه تجربه‌ها، و صدق آنها را «به تأمّل می توان دریافت» و تجربه «بر آنها دلالت دارد». اصرار بر پیوند تنگاتنگ گزاره‌های پایه با دریافتهای حسّی، در عبارات یاد شده آشکارست. ولی از طرفی این نکته هم هست که دلیل صدق هر گزاره، خود باید گزاره باشد. پس معلوم نشد که حسیّات کجا به گزاره‌ها پیوند می خورد. این نقطهٔ مبهم را یا دیده‌اند و چشم پوشیده‌اند، یا در عباراتی مبهم آنها را در قالب استعارات پیچانده‌اند.

به نظر من، اگر جنبهٔ روانشناسانهٔ این مسأله را نیز به دقّت از جنبهٔ منطقی و روش شناسانه‌اش جدا کنیم، راه‌حلّی برای آن خواهیم یافت. بدین نحو که در یك طرف باید تجارب ذهنی یا احساس یقین خود را بنشانیم (که به هیچ وجه نمی توان

گزاره‌ای را به آنها مستند ساخت، لیکن می‌توان از دیدگاه روان شناسانه در آنها مطالعه کرد)، و در طرف دیگر، نسبتهای منطقیِ عینیِ میان مجموعه‌های گزاره‌های علمی و اعضای هر یك از آن مجموعه‌ها را.

دربارهٔ مسائل مربوط به مبنای تجربه، در بخشهای ۲۵ تا ۳۰ مشروحاً سخن خواهد رفت. لیکن اینك بهتر است به مسألهٔ عینیّت علمی بپردازم، چه، لازم است که مرادم را از الفاظ «عینی» و «ذهنی» که به کار برده‌ام معلوم کنم.

۸. عینیّتِ علمی، و یقینِ ذهنی

دو اصطلاح فلسفی «عینی» و «ذهنی»، از میراث استعمالات متضادّ و مجادلات بی‌سرانجام و بیهوده گرانبار است.

مراد من از الفاظ «عینی» و «ذهنی»، بی‌شباهت به مقصود کانت از آنها نیست. وی وصف «عینیّت» را به معرفت علمی اطلاق می‌کند تا تصویب‌پذیر بودن آن را مستقلّ از وهم و پندار این و آن نشان دهد. در نزد وی دلیل «عینی» آن است که علی الاصول همه کس بتواند آن را بفهمد و امتحان کند. کانت می‌نویسد: «امری که همهٔ عاقلان تصدیقش کنند برمبانی عینی و کافی استوار است.»[1]

لیکن من معتقدم که تئوریهای علمی را به هیچ وجه نمی‌توان به تمام معنی تصویب یا اثبات کرد، امّا آنها را تجربه‌پذیر می‌دانم. از این رو، به نظر من عینیّت گزاره‌های علمی در این است که آزمودنشان برای همگان میسّر است.[1*]

---

۱. Methodenlehre, *Kritik der reinen Vernunft*، فصل ۲، بخش ۳. (چاپ دوّم، صفحهٔ ۸۴۸، ترجمهٔ انگلیسی نورمن کمپ اسمیث، ۱۹۳۳: The Transcendental Doctrine of Method, *Critique of Pure Reason*، فصل ii، بخش ۳، صفحهٔ ۶۴۵. {ترجمهٔ فارسی میرشمس الدّین ادیب سلطانی سنجش خرد ناب، سال ۱۳۶۲، انتشارات امیرکبیر، II روش شناسی ترا فرازنده، بهرهٔ سوّم صفحهٔ ۸۵۵}).

۱*. این مطلب را اکنون تعمیم داده‌ام، زیرا امتحان همگانی، صرفاً جنبهٔ بسیار مهمّی است از معنای کلّیتر انتقاد همگانی، یا مراقبت عقلانی متقابل از راه مباحثهٔ آمیخته به نقد. این معنای کلّیتر، قدری به تفصیل در کتابهای جامعهٔ باز و دشمنان آن، بخشهای ۲۳ و ۲۴، و فقر تاریخیگیری، بخش ۳۲، آمده است، و در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی نیز، به ویژه در فصلهای i*، ii*، و vi* بدانْ پرداخته‌ام.

لفظ «ذهنی» را کانت به احساس یقینی که در نزد ماست (و امری است ذو مراتب) اطلاق نموده است[۲]. وی مطالعه در چگونگی پیدایش و بروز احساس یقین را بر ذمّهٔ روانشناسی نهاده و گفته است که «گاه تداعی معانی موجب یقین می‌گردد.»[۳] ادلّهٔ عینی هم ممکن است «اسباب ذهنیِ تصدیق»[۴] را فراهم سازد، چه، تأمل در باب این ادلّه، گاه باور ما را در قبول وثاقتشان راسختر می‌سازد.

شاید کانت نخستین کسی بود که پیوند تنگاتنگ عینیّتِ گزاره‌های علمی را با بنای تئوریها و بهره‌جستن از فرضیّه‌ها و گزاره‌های کلّی، دریافت. لازمهٔ آنکه همه کس ـ علی الاصول ـ بتواند مشاهدات ما را امتحان کند، این است که رویدادهای مورد مشاهده، همانند آزمایشهای تکرارپذیر، برطبق نظم و قاعده‌ای تکرار گردند. مادامیکه ما مشاهدات خودمان را نیز تکرار و امتحان نکرده باشیم، آنها را چندان بجدّ نمی‌گیریم و مشاهدهٔ علمی قلمداد نمی‌کنیم.

این تکرار منظّم است که به ما تلقین می‌کند با «اقترانات اتّفاقی» بی ارتباط مواجه نیستیم. بلکه به استناد نظم و تکرارپذیری، آزمودن رویدادها را علی الاصول برای همگان میسّر می‌شماریم[۵].

۲. پیشین

۳. ← *Kritik der reinen Vernunft*، Transcendentale Elementlehre 19 (چاپ دوّم، صفحهٔ ۱۴۲، ترجمهٔ انگلیسی نورمن کمپ اسمیث، سال ۱۹۳۳، Transcendentlal, *Critique of Pure Reason*، *Doctrine of Elements*، 19 ، صفحهٔ ۱۵۹. {ترجمه فارسی میرشمس الدّین ادیب سلطانی، سنجش خردناب، سال ۱۳۶۲، انتشارات امیرکبیر، ۱۹ ، بن پارشناسی ترافرازنده، صفحهٔ ۲۱۶}).

۴. ← *Kritik der reinen vernunft*، Methodenlehre، فصل ۲، بخش ۳. (چاپ دوّم، صفحهٔ ۸۴۹، ترجمهٔ انگلیسی، فصل ii، بخش ۳، صفحهٔ ۶۴۶. {ترجمهٔ فارسی، II، بهرهٔ سوّم صفحهٔ ۸۵۶}).

۵. کانت دریافت که عینیّتِ گزاره‌های علمی ایجاب می‌کند که آن گزاره‌ها همیشه برای همگان امتحان کردنی باشند، و لذا صورت گزاره‌های کلّی یا تئوریها را داشته باشند. وی این کشف را غامضاً در ضمن «اصل توالی زمانی برطبق قانون علیّت» خویش آورد (اصلی که به زعم خود با استفاده از استدلالی که در اینجا آمده، سابق بر تجربه بودنش را ثابت کرده است). من به هیچ وجه چنین اصلی را مفروض نمی‌گیریم (← بخش ۱۲)، لیکن موافقم که گزاره‌های علمی به دلیل امتحان کردنی بودنشان برای همگان باید از جنس فرضیه‌های کلّی باشند. حاشیهٔ ۱● بخش ۲۲ را نیز ببینید.

فیزیکدانهای اهل تجربه، «پدیده‌های» عجیب و غریبی را می شناسند که گاه جلوه می نمایند (و بعضاً برای چند بار هم در آزمایشگاه تکرار می شوند) و دست آخر بدون برجا گذاشتن نشان و تأثیری ناپدید می گردند. هیچ فیزیکدانی در این موارد نمی گوید که به کشفی علمی نایل آمده است (اگرچه گاه می کوشد تا آزمایش را چنان ترتیب دهد که شاید آن پدیده تکرارپذیر گردد). پدیدهٔ فیزیکی مهّم همان است که همه کس بتواند با پیروی از روش مدوّن و با انجام آزمایش مناسب، منظّماً تکرارش کند. هیچ فیزیکدان راستینی چنین پدیده‌ای را که خودش هم راه تکرارش را نمی داند (و به نظر من خوب است اینگونه پدیده‌ها را «پدیده‌های سحرآمیز» بنامیم)، کشفی علمی اعلام نخواهد کرد.[۶] اینگونه «کشفیّات» را زود باشد که از مقولهٔ شیّادی بشمارند و به کنار افکنند، زیرا هرچه در آزمودن آنها بکوشند ناکام خواهند ماند. (لذا علم پاسخی به این سؤال ندارد که آیا رویدادهایی که عقلاً یکتا و تکرارناپذیرند، به واقع وجود دارند یا نه. مناقشه در این باب مناقشه‌ای متافیزیکی است).

حال برگردیم به آنچه در بخش گذشته گفتم که تجربه‌های درونی یا احساس یقین، هرگز نمی تواند هیچ گزارهٔ علمی را تصویب کند، و در علم منزلتی ندارد جز آنکه موضوع پژوهش تجربی (روان شناختی) قرار گیرد. احساس یقین هر اندازه هم شدید باشد، هیچگاه نمی تواند هیچ گزاره‌ای را تصویب کند. شاید من به راستی گزاره‌ای ایمان راسخ یافته باشم و چندان به شهادت ادراکات خویش اطمینان، و به قوّت تجربه‌ام قطع داشته باشم، که هرگونه شکّ و شبهه‌ای برایم لغو و بی مورد جلوه کند. ولی آیا اینها همه، سر سوزنی دلیل برای علم فراهم می آورد تا

---

۶. در منابع و مآخذ مربوط به علم فیزیك می توان نمونه‌هایی یافت که پژوهشگران جدّی، از وقوع پدیده‌های تکرار ناشدنی، یعنی پدیده‌هایی که آزمونهای بعدی برای تکرارشان، نتایج منفی به بار آورده‌اند، خبر داده باشند. مثال مشهور عصر اخیر، نتیجهٔ مثبت تبیین ناشدهٔ آزمایش مایکلسن است که میلر (در سالهای ۱۹۲۱ تا ۱۹۲۶)، پس از آنکه خود (مانند مورلی) نتیجهٔ منفی مایکلسن را پیشتر تکرار کرده بود، در کوه ویلسون (Mount Wilson) مشاهده کرد. امّا چون آزمونهای بعدی، باز به نتایج منفی مایکلسن منجر گردید، امروزه مرسوم است که حکم این آزمونها را جاری بدانند و نتیجهٔ نامعهود میلر را به «سرچشمه‌های ناشناختهٔ خطا» نسبت دهند. * بخش ۲۲، به ویژه پانوشت ۱ * را نیز ببینید.

سخن مرا بپذیرد؟ آیا اطمینان بی شائبهٔ کارل رایموند پوپر به راستی فلان گزاره، می تواند آن گزاره را تصویب کند؟ جواب این است که «نه»: و هر جواب دیگر با التزام به عینیّتِ علمی منافات دارد. اگرچه حضور یقین در نزد من برای خودم مسلّم باشد، این امر در میان عینیّات، جز به صورت فرضیّه‌ای روانشناسانه حقّ عرض اندام ندارد، و در این صورت هم باید آزمودنش برای همگان میسّر باشد: بدین ترتیب که روانشناس ابتدا گمان می برد که من به فلان امر یقین دارم، سپس به تئوریهایی روان شناسانه و غیر آن متوسّل می شود تا رفتار بعدی مرا پیش بینی کند؛ و این پیش بینیها، در حین آزمون تجربی، یا تأیید می گردد یا ابطال. لیکن از دیدگاه معرفت شناسی، به شدّت یا ضعف یقین من هیچ اعتنا نمی شود؛ خواه یقینی متکّی به احرازِ قطعیِ معانی باشد (یا «بداهت آشکار» داشته باشد)، خواه برخاسته از ظنّی ضعیف. اینها هیچ ربطی به مسألهٔ تصویب گزاره‌های علمی ندارد.

البتّه با آنچه گفتیم مسألهٔ مبنای تجربه محلّ نشد، امّا دست کم مهمترین دشواری آن را نشان دادیم. نکته این است: اگر خواهان عینیّت گزاره‌های پایه هستیم باید از یافتن شیوه‌ای منطقی برای تحویل صدق و کذب گزاره‌های علمی به مجرّبات قطع امید کنیم. و نیز نباید گزاره‌هایی راجع به مجرّبات را که مثلاً از حسیّات ما خبر می دهند (گزاره‌هایی را که گاه «جمله‌های تسجیلی» خوانده شده‌اند)، واجد منزلتی خاصّ بیانگاریم. این گونه گزاره‌ها فقط به عنوان گزاره‌هایی روانشناسانه حقّ ورود به علوم را دارند و (لااقل وضعیّت کنونی روانشناسی چنان است که) آزمودن آنها به آسانی برای همگان میسّر نیست.

مبنای تجربه عاقبت هرچه تعیین شود، ما از اینك این را می دانیم که وفاداری به رعایت عینیّت گزاره‌های علمی، ایجاب می کند که گزاره‌هایی که تجربه بر آنها بنا می شود نیز عینی باشند و همگان بتوانند امتحانشان کنند. امّا شرط اینکه آزمودن گزاره‌هایی برای همگان میسّر باشد این است که از آنها بتوان گزاره‌های آزمون‌پذیر دیگری نتیجه گرفت. بنابراین آزمون‌پذیری گزاره‌های پایه، مستلزم این است که در علم هیچ گزارهٔ فرجامینی یافت نمی شود. یعنی در علم، همهٔ گزاره‌ها امتحان کردنی اند؛ لذا هر گزارهٔ علمی را علی الاصول باید بتوان از طریق ابطال بعضی از

پیامدهایش باطل کرد.

خلاصه می کنیم: برای آزمودن هر تئوری، گزاره‌هایی از آن استنتاج می کنیم که اخصّ از آن اند: سپس این گزاره‌ها را که آزمودنشان برای همگان میسّر است، باید به همین نحو آزمود؛ و هکذا الی غیرالنهّایه.

ممکن است بگویند که این سخن به تسلسلی بی فرجام می کشد و لذا سخنی سست است. در بخش ۱، در انتقاد از استقراء، یك ایرادم این بود که استقراء به تسلسل بی فرجام می انجامد. حال شاید خواننده تصوّر کند که همان ایراد به شیوهٔ آزمون قیاسی تئوریها نیز وارد است. ولی آن ایراد به سخن ما وارد نیست. با شیوهٔ آزمون قیاسی، نه می توان گزاره‌ای را تصویب کرد، نه ما از آغاز چنین قصدی داشتیم. پس خطر گرفتار آمدن در تسلسلی بی فرجام را نباید جدّی گرفت. امّا می پذیرم که امتحان کردنی دانستن همهٔ گزاره‌ها، و هیچ گزاره‌ای را فرجامین و مستغنی از امتحان ندانستن، مشکلی پیش می آورد. زیرا معلوم است که امتحان را نمی توان تا ابد ادامه داد و دیر یازود باید دست ازاین کار کشید. بی آنکه در اینجا بحث دقیقی در این باره بکنم، اشاره می کنم که لزوم دست کشیدن از امتحان، با امتحان کردنی بودن همهٔ گزاره‌های علمی منافات ندارد. من نمی گویم که هر گزاره را پیش از پذیرفتن باید امتحان کرد، بلکه می گویم همهٔ گزاره‌های علمی باید قابل امتحان کردن باشند. به عبارت دیگر من مخالف آنم که می گویند در علم گزاره‌هایی هست که به دلایل منطقی محض، امتحان نانشدنی اند و ناچار باید آنها را بدون امتحان پذیرفت.

فصل II

دربارهٔ نظریّهٔ روش علمی

بنابر پیشنهادی که پیشتر آوردم، معرفت شناسی یا منطق اکتشاف علمی، همان روش شناسی علمی است. موضوع روش شناسی، گذشته از تحلیل دقیق و منطقی نسبتهای میان گزاره‌های علمی، عبارت از انتخاب روشهایی است برای سامان بخشیدن به گزاره‌های علمی و استفاده از آنها. بی شکّ هرکس روشهایی را اختیار خواهد کرد که با مقصودی که برگزیده است سازگار افتند. قواعدی که من برای «روش تجربی» مناسب می دانم، سخت به ضابطهٔ تمییزی که اختیار کرده‌ام وابسته‌اند. در نظر من باید به قواعدی متمسّک شد که ضامن تجربه‌پذیری، یا به عبارت دیگر ابطال‌پذیری گزاره‌های علمی باشند.

۹. لزوم انتخاب شیوهٔ روش شناسی

قواعد روش علمی کدام است و فایدهٔ آنها چیست؟ آیا می توان نظریّه‌ای مدوّن دربارهٔ روش شناسی ایجاد کرد و این قواعد را در آن جا داد؟

هر کس به این سؤالات به نحوی جواب می دهد که با طرز تلقّیش از علم سازگار افتد. کسی که همچون پوزیتیویستها تصوّر می کند علم تجربی دستگاهی از گزاره‌هاست که باید به معیارهایی منطقی، از قبیل معنی داری یا اثبات پذیری، وفا

کند، جوابی دارد بسیار متفاوت با جواب کسانی (همچون من) که وجه امتیاز گزاره‌های تجربی را در تن دادنشان به تجدیدنظر، و نقدپذیری و جایگزینی آنها با گزاره‌های برتر می بینند. هرکس اهل این گروهِ دیگر است خود را موظّف می داند که طرز رشد علوم را بررسی کند و در نحوهٔ انتخاب یکی از تئوریهای رقیب در مواقع خطیر، سرنوشت ساز تأمّل ورزد.

من البتّه فایدهٔ تحلیل کاملاً منطقی تئوریها، با قطع نظر از چگونگیِ تغییر و تحوّل آنها را، انکار نمی کنم. لیکن در نظرم، از رهگذر اینگونه تحلیلها، در شناختِ بهترِ جوانبی بسیار ارجمند از علم تجربی، طرفی نمی توان بست. مثلاً مکانیك کلاسیك را می توان نظامی بسیار «علمی» دانست. ولی هر کس سخت به این نظام دل بندد (و خود را مکلّف بیانگارد تا مادامیکه این نظام موفّق، به تمام معنی باطل نگشته است، در مقابل انتقاد از آن صیانت کند)، یکسره از التزام مشی آمیخته به نقدی که من مخصوص دانشمندان می شناسم روی برتافته است. نکته همینجاست که هیچ تئوری را هیچگاه نمی توان به تمام معنی باطل کرد. زیرا همواره می توان نتایج آزمایشها را مشکوك قلمداد نمود، یا ادّعا کرد که اختلاف میان نتایج آزمایشها با تئوری ما، فقط ظاهری است و در پی ارتقاء فهم ما مرتفع خواهد گشت. (در حمایت از مکانیك نیوتونی، علیه اینشتین از هر دو حربهٔ یاد شده استفاده می کردند؛ و صحنهٔ علوم اجتماعی آکنده؛ و ازاین گونه احتجاجات است.) اصرار بر اثبات به تمام معنی (یا ابطال به تمام معنی[1]*) در علوم تجربی، باعث می شود که از منافع تجربه محروم بمانید و هرگز خطای خود را در نیابید.

چنانچه علم تجربی را صرفاً از حیث ساختمان صوری یا منطقی گزاره‌هایش بشناسیم، لاجرم نخواهیم توانست مانع ارتقاء تئوریهای علمی منسوخ تا به مسند

---

۱ *. کلمات «یا ابطال به تمام معنی» را اینك به دو دلیل در متن افزوده‌ام؛ اوّلاً این معنا به روشنی از عبارت «هیچ تئوری را هیچگاه نمی توان به تمام معنا باطل کرد» که درست پیش از این کلمات آمده است، برمی آید. ثانیاً همواره چنین بوده است که مقصود مرا در نیافته‌اند و پنداشته‌اند که من مدّعی ضابطه‌ای مبتنی بر ابطال‌پذیری کامل یا ابطال‌پذیری «به تمام معنی» هستم (آن هم ضابطه‌ای برای معنادار، نه برای تمییز).

صدق مناقشه‌ناپذیر (که نمونهٔ بارز پیروی مشی متافیزیك است) گردیم.

از این رو است که من وجه امتیاز علم تجربی را در روش آن می‌دانم. یعنی همان روش کار با دستگاههای علمی و مطالعه در سرگذشت و سرنوشت آنها. من برآنم تا قواعد یا ضوابطی به دست دهم که در طریق پژوهش یا اکتشاف علمی (به معنایی که در اینجا مورد نظر است)، راهنمای دانشمندان باشد.

۱۰. روش شناسی از دیدگاه طبیعت گرایانه

در بخش پیشین شمّه‌ای از اختلاف عمیق میان آراء خود و آراء پوزیتیویستها را باز گفتم، که اینك شرح مفصلّتر آن را خواهم آورد.

جناب پوزیتیویست از تصوّر این معنا اکراه دارد که شاید در بیرونِ از حوزهٔ علوم تجربی «تحصّلی» نیز مسائل با معنی وجود داشته باشد، و مسائلی یافت شود که حلّشان فقط با استعانت از یك تئوری اصیل فلسفی میسّر افتد. وی از قبول وجود نظریّهٔ شناخت اصیل یا معرفت شناسی یا روش شناسی ابا دارد[1]*. جناب پوزیتیویست خوش می‌دارد که مسائل فلسفی را نه مسأله، بلکه «شبه مسأله» یا «معمّا» بینگارد. و اصرار می ورزد تا این سلیقه‌اش را عین واقعیّت قلمداد کند[2]*. می دانیم که ارضاء این سلیقه، هیچ مشکل نیست؛ آسانتر از زدن مهر «بی معنی» و «پوچ» بر سر مسأله‌ها کاری نیست. همین بس است که بر سر معنایی محدود برای «معنی» توافق کنیم و از آن پس هر سؤال ناموافق را فاقد معنا بیابیم. ولی اگر

۱*. در خلال دو سال پیش از چاپ اوّل این کتاب، اشکال عمده‌ای که اصحاب حلقهٔ وین بر آراء من داشتند این بود که محال است نظریه‌ای دربارهٔ روش تحقّق یابد که نه علم تجربی باشد نه منطق محض: هرچه بیرون از این دو عرصه باشد مهمل محض است. (ویتگنشتاین در ۱۹۴۸ هنوز چنین نظری داشت؛ ← مقاله‌ام با نام The Nature of Philosophical Problems {«سرشت مسائل فلسفی»}، در مجلّد ۳، نشریّه *The British Journal for the Philosophy of Science*، حاشیهٔ صفحهٔ ۱۲۸، سال ۱۹۵۲.) بعدها در اشکال به من، براین افسانه پای فشردند که قصد من نشاندن ضابطهٔ ابطال‌پذیری برای معناداری، به جای ضابطهٔ اثبات‌پذیری بوده است. ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به خصوص بخشهای ۱۹* تا ۲۲* را ببینید.

۲*. بعضی از پوزیتیویستها اینك از این نظر برگشته‌اند: ذیلاً حاشیهٔ ۶ را ببینید.

معناداری را ملك طِلق مسائل علوم طبیعی شناختیم[۱]، دیگر هر سخنی دربارهٔ مفهوم «معنا»، خود بی معنی خواهد بود[۲]. صنم معنا همینکه بر اریکه بنشیند، دامن از گرد نزاع خواهد افشاند و جاودانه بر آنچنان مسند بلندی جای خواهد گرفت که هیچکس نتواند بر آن خدشه‌ای وارد کند، و (بقول خود ویتگنشتاین) «خدشه‌ناپذیر و محصَّل»[۳] خواهد گشت.

این سؤال که آیا فلسفه وجود، یا اصلاً حقّی وجود دارد یا نه، تقریباً به قدمت خود فلسفه است و همواره مورد اختلاف بوده است. هراز چندگاهی، موج یك حرکت جدید فلسفی بر می خیزد تا افشا کند که مسائل کهن فلسفه همه شبه مسأله بوده است، و علمِ تجربی نغز پرمعنای محصَّل را به رخ فلسفهٔ آکنده از ترّهات و لاطائلات بکشاند. مدافعان خوار و مطعون «فلسفهٔ کهنه» در آن میان تقلاّ می کنند تا رهبران یورشِ پوزیتیویستی اخیر را قانع نمایند که مسألهٔ اصلی فلسفه، تحقیق نقّادانه در حجیّت «تجربه»[۴] است؛ همین تجربه‌ای که هر کاشف نورسیدهٔ تحصُّل {(پوزیتیویسم)}، قدرناشناسانهٔ آن را پشتوانهٔ مکتبش می گیرد؛ اینان در جواب فیلسوفان، شانه‌ها را بی اعتنا بالا می اندازند که این حرفها متعلّق به علم تجربی نیست تا با معنی باشد. در نزد اینان «تجربه» راهی است برای رفتن نه رازی برای گشودن (مگر آنکه موضوع مطالعهٔ روانشناسی تجربی قرار گیرد).

تصوّر نمی کنم پوزیتیویستها به تلاش من نیز در بررسی «تجربه» و نشاندن آن در مقام روش علوم تجربی، اعتنایی بکنند. زیرا در نزد آنان گزاره‌ها از دو قسم

---

۱. ویتگنشتاین، رساله فلسفی - منطقی، قضیّهٔ ۶/۵۳.

۲. ویتگنشتاین در پایان رساله (که در آن به تبیین مفهوم معنا پرداخته است) می نویسد: «روشنگری قضایای من چنان است که هرکس مراد مرا دریابد، به یاوگی آنها پی می برد...» مقایسه کنید با Adv.log نوشتهٔ سکستوس، ii، ۴۸۱ چاپ لوئب (Loeb) ii، ۴۸۸.

۳. ویتگنشتاین، پیشین، در پایان پیشگفتارش.

۴. هاینریش گومپرتس (در *Weltanschauungslehre* {شناخت جهان بینی ها} جلد I، سال ۱۹۰۵، صفحهٔ ۳۵) می نویسد: «... اگر توجّه کنیم که مفهوم تجربه چقدر بحث انگیز است... ناگزیر اعتقاد خواهیم یافت که... گردن نهادن به آن بسیار از صواب دورتر است... تا انتقاد موشکافانه و محتاطانه از آن...»

بیرون نیستند: گزاره‌های همانگویانه، و گزاره‌های تجربی. به زعم آنان اگر روش شناسی جزو منطق نیست، لاجرم باید از شعبه‌های علمی تجربی ـ مثلاً علم به رفتار و کردار دانشمندان ـ باشد.

بر این نظریّه که روش شناسی را هم از علوم تجربی می شمارد و آن را مطالعه در رفتار دانشمندان، یا بررسی شیوهٔ واقعی «علم» قلمداد می کند، می توان نام طبیعت گرا داد. بی شکّ روش شناسی طبیعت گرایانه (که گاه آن را «تلقّی استقرائی از علوم»[۵] می خوانند)، بجای خود ارزشمند است، و پویندهٔ راه منطق معرفت علمی از توجّه به آن چیزها تواند آموخت. لیکن «روش شناسی» از دیدگاه من اصولاً از جنس علوم تجربی نیست. من گمان نمی کنم با استفاده از روش علمی از علوم تجربی، بتوان به چنین پرسشهای بحث انگیزی پاسخ داد که آیا علوم از اصل مجوّز استقراء بهره می جویند یا نه. و هنگامی که به یاد می آورم تعیین آنکه علم چیست و عالم کیست، همیشه وابسته به مواضعه و گزینش ماست، این ظنّ من تقویت می شود.

به نظر من بررسی اینگونه پرسشها راه دیگری دارد. بدین ترتیب که مثلاً دو دسته از قواعد روش شناسانه را با هم مقایسه می کنیم که در یکی اصل مجوّز استقراء داریم و در دیگری نداریم: بررسی می کنیم تا دریابیم آیا آوردن این اصل و بکاربردن آن، تناقضی پیش نمی آورد، کمکی به ما می رساند، و بودن آن لازم هست یا نه. من از رهگذر اینگونه تأمّلات است که دست از اصل مجوّز استقراء فرو شسته‌ام. نه به آن دلیل که چنین اصلی هرگز در علم بکار نرفته است، بلکه از آن رو که بودن آن لازم نیست، کمکی به ما نمی رساند، بلکه به تناقض هم منجرّ می گردد.

بنابراین نظریّهٔ طبیعت‌گرا در نظر من مردود است، زیرا که به نقد آمیخته نیست. هواداران این نظریّه از عهدهٔ تشخیص این امر بر نمی آیند که هرگاه به پندار

---

۵. دینگلر، *Physik und Hypothesis, Versuch einer induktiven Wissen schaftslehre* {فیزیك و فرضیّه، مقاله‌ای در باب شناخت علوم استقرائی}، ۱۹۲۱، همچنین ویکتور کرافت، *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden* ۱۹۲۵.

خویش به کشفی نایل می آیند، در حقیقت قراردادی را به پیش می کشند[۶]، آن قرارداد هم ممکن است مبدّل به امری جزمی گردد. این ایراد نه فقط به ملاك معنی داری نظریّهٔ طبیعت گرا، بلکه به تصویری هم که این نظریّه از علم و از روش تجربی به دست می دهد، وارد است.

۱۱. قراردادی شمردن قواعد روش شناسی

ما قواعد روش شناسی را از جنس مواضعات می دانیم و آنها را قواعد بازی علم تجربی می شماریم. این قواعد، با قواعد ویژهٔ منطق متفاوت است، همانگونه که قواعد شطرنج با قواعد ویژهٔ منطق تفاوت دارد، و کمتر کسی آن دو را همجنس می انگارد. بیان لفظی قواعد شطرنج، از قواعد ویژهٔ منطق تبعیّت می کند، لذا این نکته به ذهن می آید که قواعد شطرنج را خوب است «منطق شطرنج» بخوانیم ـ امّا نه «منطق» عاری از هر وصف دیگر. (بر همین قیاس، پژوهش در قواعد بازی علم، یعنی اکتشاف علمی را، خوب است «منطق اکتشاف علمی» بنامیم.)

ذکر دو نمونهٔ ساده از قواعد روش شناسی کافی است تا نشان دهد که تحقیق در روش شناسی را نمی توان همردیف تحقیق در قواعد ویژهٔ منطق دانست.

(۱) بازیِ علم، اساساً بی پایان است. هر کس، هر وقت گزاره‌های علمی را بی نیاز از امتحان بیشتر بپندارد و چنان بیانگارد که آخرالامر می توان مُهر اثبات را بر روی این گزاره‌ها زد، از بازی بیرون می رود. (۲) فرضیّه‌ای را که عرضه گشته و

---

۶. (در ۱۹۳۴ هنگامی که نمونه‌های چاپی کتاب آماده بود افزوده شد.) نظری که در اینجا فقط به اختصار آمده است، و مطابق آن نهادن نام «گزارهٔ اصیل» و «شبه گزارهٔ بی معنا» بر عبارات گوناگون تابع قرارداد شمرده شده، نظری است که سالها داشته‌ام (همچنین به نظر من طرد متافیزیك نیز تابع قرارداد است.) لیکن انتقادی که از پوزیتیویسم (و نظریّهٔ طبیعت‌گرا) آوردم، تا جایی که می‌دانم دیگر به کتاب *Logische Syntax der Sprache*، سال ۱۹۳۴، کارناپ وارد نیست. کارناپ در این کتاب این دیدگاه را اختیار کرده است که جمیع این قبیل پرسشها تابع قراردادند («اصل تسامح»). در پیشگفتار کتاب کارناپ آمده است که ویتگنشتاین نیز از سالها پیش در آثار منتشر نشده‌اش نظریّات مشابهی ابراز کرده است. (* لیکن حاشیهٔ ۱ * پیشین را ببینید.) کتاب *Logische Syntax* کارناپ هنگامی انتشار یافت که نمونه‌های چاپی این کتاب آماده بود. متأسّفم از اینکه نتوانستم در متن به آن بپردازم.

امتحان شده و ابراز لیاقت نموده است[1*]، نمی‌توان بدون «دلیل موجّه» کنار گذاشت. «دلیل موجّه» عبارت است از نشاندن فرضیّه‌ای آزمون‌پذیرتر به جای فرضیّهٔ فعلی (توضیح معنای «آزمون‌پذیرتر» را بعداً به تفصیل خواهم آورد.)، یا ابطال یکی از پیامدهای فرضیّهٔ فعلی، یا چیزی از این قبیل.

این دو نمونه نشان می‌دهد که تفاوت آشکاری میان قواعد روش شناسی و قواعد «منطقی» هست. بلی، منطق ضوابط تشخیص گزاره‌های تجربه‌پذیر را به دست می‌دهد، امّا دیگر توجهّی بدین امر ندارد که آیا هیچکس زحمت تجربه کردن را هم به خود هموار خواهد ساخت یا نه.

در بخشِ ۶ کوشیدم تا علم تجربی را به کمك معیار ابطال‌پذیری تعریف کنم. ولی با قبول درستی پاره‌ای از ایرادات، در آنجا وعده کردم تا از لحاظ روش شناسی تکمله‌ای بر نظریّهٔ خویش بیفزایم. همانطور که شطرنج را با قواعد مختصّ آن تعریف می‌کنند، ما علم تجربی را با قواعد روش شناختیش تعریف می‌کنیم. و در این کار خود را ملتزم به رعایت مراتب می‌نماییم. بدین ترتیب که ابتدا قاعده‌ای برین وضع می‌کنیم تا ضابطه‌ای باشد برای سنجیدن سایر قواعد. رتبهٔ این قاعده بالاتر از قاعده‌های دیگرست. همین قاعده حکم می‌کند که سایر قواعد باید چنان وضع گردد که مانع ابطال هیچ گزاره‌ای در علم نباشد.

بدین نحو، رشتهٔ پیوند محکمی، قواعد روش شناسی را از یك سو به یکدیگر می‌بندد و از سوی دیگر به معیار ابطال‌پذیری. امّا این پیوند به معنای دقیق، قیاسی و منطقی نیست[1]، بلکه ناشی از آن است که ما در وضع قواعد روش شناسی، چشمی هم به آن غایت داشته‌ایم که استفاده از معیار ابطال پذیری تضمین گردد. به همین دلیل است که ما در وضع سایر قواعد، رعایت قاعده‌ای برین را واجب می‌شماریم. قاعدهٔ اوّل که ذکر کردیم، نمونهٔ اینگونه قواعد برین است، و بیان می‌کند که هرگاه بر آن شویم تا یك تئوری را دیگر دستخوش امتحان نکنیم، آن تئوری ابطال‌ناپذیر

۱*. جهت توضیح ترجمهٔ *sich bewähren* به to prove one's mettle، پانوشت اوّل فصل x (تقویت تئوریها) را ببینید.

۱ ← کارل منگر در *Moral, Wille und Weltgestaltung* صفحات ۵۸ و بعد، سال ۱۹۳۴.

خواهد گشت. ملاحظهٔ همین ارتباط منظوم میان قاعده‌هاست که ما را بر آن می دارد تا از «نظریهٔ روش» یا روش شناسی سخن بگوییم. درست است که دو نونهٔ یاد شده نشان می دهد که بخش اعظمِ روش شناسی متشکّل از مواضعاتی عادی است، نه حقایقی عالی[۲*]، لکن از همینها می توان برای فهم بهتر جوانب منطقی مسائل بهره جست و گره ناگشودهٔ بعضی معضلات را نیز به مدد آنها گشود. حکم به قبول یا ردّ گزاره‌های احتمالی، از جملهٔ این مسأله‌هاست (← بخش ۶۸).

اغلب در این امر تردید کرده‌اند که بر مسائل نظریّهٔ شناخت نظمی حاکم است و به نحوی منتظم می توان به بررسی این مسائل پرداخت. امید می برم که در این کتاب بتوانم نشان دهم که این تردیدها بیجاست. این نکته بی اهمیّت نیست. تنها دلیل من در آوردن ضابطه‌ای که برای تمییز ذکر کردم، سودمندی آن است، و اینکه به کمك آن نکات بسیاری را می توان تبیین و تفسیر نمود. مِنگِر می گوید[۲]: «تعریفات همه جزمی اند؛ تنها فایدهٔ آنها در نتایجی است که از آنها می توان گرفت». این سخن، بی شكّ در مورد تعریف «علم» راست است. دانشمندان فقط هنگامی در می یابند که تعریف من از علم تجربی با تصوّری که خود آنان از آرمان مساعی خویش دارند سازگار است، که در پیامدهای آن تعریف و قواعد روش شناختی مترتّب بر آن غور کنند[۳*].

جناب فیلسوف نیز فقط به شرطی تعریف مرا خواهد پذیرفت که به قبول پیامدهای آن راضی باشد. برعهده ماست تا او را خاطر جمع سازیم که این پیامدها، تناقضات و نارساییهای مخفی در نحله‌های معرفت شناسی قدیم را بر ما آشکار خواهد ساخت و ما خواهیم توانست مبادی و مصادراتِ زایندهٔ آن تناقضات و

۲*. من هنوز به چنین نظری پابندم، هرچند که شاید قضایایی چون «احتمال درجهٔ تقویت»، یا «قضیّهٔ مضمون صدق» که در *Feigl Festschrift: Mind, Matter, and Method* {یادنامه فایگل: ذهن، مادّه و روش}، ویراستهٔ پاول فایرابند و گرگور مکسول، صفحات ۳۵۳-۳۴۳، سال ۱۹۶۶ آورده‌ام، نامترقّب و قدری دیریاب باشد.

۲. کارل منگر، *Dimensiontheorie* {تئوری ابعاد}، سال ۱۹۲۸، صفحهٔ ۷۶.

۳*. بخش ۱۵ *، ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، با عنوان The Aim of Science را نیز ببینید.

نارساییها را برملا سازیم. این روش کشف و رفع تناقضات را در خودِ علم هم به کار می برند، ولی اهمیّت عمدهٔ آن در نظریّهٔ شناخت است. اگر روشی برای به کرسی نشاندنِ مواضعه‌های روش شناسانه و کشف فایدهٔ آنها باشد، همین غور در پیامدهای آنهاست[۳].

شاید فیلسوفان اینگونه تأمّلات دربارهٔ روش شناسی را اصلاً از مقولهٔ فلسفه نشمارند، ولی مهم نیست. همین قدر می گویم که نظریّه‌های متافیزیکی ـ و لذا فلسفی ـ کم نیستند که از جنس فرضیّه پردازیهای روش شناختی باشند. در بخش بعد، راجع به نمونه‌ای از این قبیل نظریّه‌ها، که به «اصل علیّت» موسوم است، بحث خواهم کرد. و مسألهٔ عینیّت مثالی دیگر است که قبلاً دیدیم. زیرا وجوب التزام به عینیّت را می توان قاعده‌ای روش شناختی دانست که می گوید فقط گزاره‌هایی را باید در علم پذیرفت که امتحان کردنشان برای همگان میسّر باشد (بخشهای ۸، ۲۰، ۲۷ و بخشهایی دیگر را ببینید). براستی می توان گفت که اغلب مسائل فلسفهٔ نظری، وبَل جالبترین آنها، از جهتی مسائل روش شناختی هستند.

---

۳. در کتاب حاضر، روش انتقادی ـ یا اگر بهتر می پسندید روش «جدلی» {یا «دیالکتیکی»} رفع ـ تناقضات را در مرتبهٔ دوّم نشانده‌ام، زیرا بیشتر درصدد توسعهٔ جنبه‌های روش شناختی آرائم در عمل بوده‌ام. در نوشتهٔ دیگری که هنوز به چاپ نرسیده است، شیوهٔ انتقادی را پیش گرفته و کوشیده‌ام تانشان دهم که ریشهٔ مسائل نظریّهٔ شناخت، چه در قدیم، چه جدیداً (از هیوم گرفته تا کانت و از او تا راسل و وایتهد) را می توان به مسألهٔ تمییز، یعنی مسألهٔ یافتن معیاری برای تشخیص خصلت تجربی علوم، رساند.

قسمت II

پاره‌ای از مقوّمات تجربه‌شناسی نظری

فصل III

تئوریها

علوم تجربی مجموعه‌های منتظمی از تئوریها هستند، از این رو می توان گفت که منطق اکتشاف علمی، خود یك تئوری دربارهٔ تئوریهاست.

تئوریهای علمی گزاره‌هایی کلّی اند، و همچون دیگر عبارات زبانی متشکّل از علائم و نمادها هستند. لذا برخلاف آنان که می پندارند تفاوت تئوریهای کلّی با گزاره‌های شخصی در آن است که گزاره‌های شخصی، دلالت حقیقی و بی واسطه به عالم خارج دارند، در حالیکه تئوریها فقط طرحها و قوالبی نمادین هستند {و دلالت آنها مجازی و بواسطه است}، من این سخن را چاره‌ساز نمی یابم و حتّی «حقیقی ترین و بی واسطه‌ترین گزاره‌ها» را نیز نمادین می دانم[1*].

۱*. این تعریض به بینشی است که بعدها از آن با نام «ابزارانگاری علوم» یاد کردم، و نمایندگانش دروین ماخ، ویتگنشتاین، و شلیك بودند (← حواشی ۴* و ۷ بخش ۴، و حاشیهٔ ۵ بخش ۲۷). این نظریّه برآن است که هر تئوری فقط ابزار یا وسیله‌ای برای پیش بینی است؛ همین و بس. این نظریّه را در مقالات A Note on Berkeley as a Precursor of Mach در صفحات ۲۶ به بعد مجلّد ۶، نشریهٔ *Brit. Journ. Philos.*، سال ۱۹۵۳؛ Three Views Concerning Human Knowledge در مجلّد iii از *Contemporary British Philosophy*، سال ۱۹۵۶، ویراستهٔ لویس (H. D. Lewis)، صفحات ۳۵۵ به بعد؛ و به تفصیل بیشتر در بخشهای ۱۱* تا ۱۵* و ۱۹* تا ۲۶* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، نقد و ←

تئوریها تورهایی اند که ما برای صید «جهان» می افکنیم؛ یعنی برای ساختن تصویری عقل پسند از جهان و تبیین آن و تصرّفِ عالمانه در آن. و مدام می کوشیم تا گرههای این تورها را هرچه ریزتر ببافیم.

۱۲. علیّت، تبیین رویدادها، و استنتاج پیش بینی ها

مراد از تبیین علّی {یا تعلیل} هر رویداد، رسیدن به گزاره‌ای است که از وقوع آن رویداد خبر دهد. بدین منظور، قیاسی تشکیل می دهیم که مقدّماتش را قوانینی کلّ و گزاره‌هایی شخصی ـ موسوم به شرایط اوّلیه ـ تشکیل می دهد. مثلاً اگر بگوییم به ریسمانی که قوت کشش آن ۱ نیوتون است، وزنه‌ای ۲ نیوتونی آویختیم و پاره شد، رویدادِ پاره شدن ریسمان را به نوعی تعلیل کرده‌ایم. این تعلیل دارای اجزائی است: یکی این فرضیّه که «هرگاه به ریسمانی وزنه‌ای سنگین‌تر از قوّت کشش آن بیاویزیم، پاره می شود.» این فرضیّه دارای خصلت قوانین کلّی طبیعت است. دیگر اینکه گزاره‌هایی شخصی داریم که مختصّ رویداد مورد تبیین اند، و در این مثال عبارتند از «قوّت کشش این ریسمان ۱ نیوتون است» و «وزنه‌ای که به ریسمان آویخته‌ایم، ۲ نیوتون است.»[۱*]

→

بررسی کرده‌ام. نظر من به اختصار این است که زبان عرفی ما آکنده از تئوریهاست، و مشاهده، همیشه در پرتو تئوریها انجام می شود، و آنچه اشخاصی را به این خیال افکنده است که می توان زبانی پدیداری یافت که برخلاف «زبان تئوریك»، پیراسته ازتئوریها باشد، همانا پیشداوری استقراء گرایانهٔ آنهاست؛ و آخر اینکه تئوری سازان به نفس تبیین، یعنی به تئوریهای تبیین‌گر آموزن‌پذیر، اهمیّت می دهند: کاربردها و پیش بینیها فقط اهمیّت تئوریك دارند، و اهمیّتشان در آن است می توان از آنها برای امتحان کردن تئوریها بهره جست. پیوست جدید x* را نیز ببینید.

۱*. این مثال را می توان به صورت روشنتری بیان نمود تا هم دو قانون در آن مشخصّ باشد، هم دو شرط اوّلیّه. بدین نحو: «برای هر ریسمان دارای ساختمان S (که بسته به جنس و ضخامت آن است)، وزن ویژهٔ n یافت می شود به قسمی که اگر وزنه‌ای سنگینتر از n به آن آویخته شود، آن ریسمان پاره می شود.». «وزن ویژهٔ هر ریسمان دارای ساختمان S_i، ۱ نیوتن است» و «وزنه‌ای که به این ریسمان آویخته می شود برابر ۲ نیوتن است.»

بنابراین دو نوع گزاره داریم که هر دو اجزاء لاینفکّ تبیین علّی اند: نوع اوّل گزاره‌های کلّی‌اند که‌فرضیّه‌هایی ازجنس قوانین طبیعت هستند؛ ونوع دوّم مشتمل بر گزاره‌هایی شخصی است که مختصّ رویداد مورد تبیین‌اند، و من آنها را «شرایط اوّلیّه» می خوانم. ما از ترکیب عطفی گزاره‌های کلّی و «شرایط اوّلیّه»، گزاره‌هایی شخصی مانند «این ریسمان پاره می شود» را نتیجه می گیریم، و این قبیل گزاره‌ها را «پیش بینی»[۲]* خاصّ می نامیم.

شرایط اوّلیّه هر رویداد از اوضاعی حکایت می کند که در عرف «علّت» آن رویداد خوانده می شود. مثلاً می گویند آویختن وزنهٔ ۲ نیوتونی، «علّت» پاره شدن ریسمان بوده که قوت کشش آن ۱ نیوتون است. و هر پیش بینی خبر از امری می دهد که در عرف آن را معلول می خوانند. من از استعمال این دو لفظ پرهیز خواهم کرد. در فیزیك مرسوم است که اصطلاح «تبیین علّی» را فقط در موردی خاصّ به کار می برند؛ یعنی در بحث از قوانینی کلّی که به صورت قوانین کنش از راه تماس (تأثیر مستقیم)، یا به عبارت دقیقتر قوانین کنش در فاصلهٔ صفر شونده، هستند و در قالب معادلات دیفرانسیل بیان می شوند. این طرز استعمال خاصّ هم در اینجا منظور نیست. دیگر اینکه چون مدّعی نیستم همه‌جا می توان از این روش قیاسی تبیین تئوریك استفاده کرد، «صدق اصل علیّت» (یا «اصل علیّت عامّ») را هم ادّعا نمی کنم.

مفاد «اصل علیّت» این است که برای هر رویدادی می توان تبیین علّی به دست داد و آن را از قیاسی نتیجه گرفت. برحسب آنکه لفظ «می توان» را به چه معنا بگیریم، اصل علیّت یا گزاره‌ای همانگویانه (تحلیلی) خواهد بود، یا گزاره‌ای راجع به جهان واقع (تألیفی). اگر معنی «می توان» این باشد که بر ساختن تبیین علّی همواره منطقاً ممکن است، اصل علیّت همانگویانه است. زیرا برای هر پیش بینی خاصّ همواره می توان گزاره‌های کلّی و شرایط اوّلیّه‌ای یافت که آن پیش‌بینی،

۲*. مقصود ما از «پیش‌بینی» در اینجا، گزاره‌های حاکی از گذشته («پس‌نگریها»)، و حتّی گزاره‌های «معلومی» را که قصد تبیینشان را داریم («تفسیر شوندگان» را) نیز در بر می گیرد؛ ← فقر تاریخیگری، چاپ ۱۹۴۵، صفحه ۱۳۳ از چاپ ۱۹۵۷، و بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.

نتیجهٔ منطقی آنها باشد (اینکه آن گزاره‌های کلّی را در سایر موارد امتحان و تقویت کرده باشیم یا نه، امر دیگری است). امّا اگر مقصود از «می‌توان» این باشد که قوانینی حقیقی بر جهان حاکم‌اند، و جهان چنان سامان یافته است که یکایك رویدادها در آن مصداقی از قانون و نظمی کلّی‌اند، دیگر اصل علّیت بی‌شك گزاره‌ای تألیفی خواهد بود. مع‌هذا در بخش ۷۸ خواهیم دید که این اصل بدین تقریر دیگر ابطال‌پذیر نخواهد بود. بنابراین من «اصل علّیت» را نه می‌پذیرم نه منکر می‌شوم، بلکه به بیرون کردن این اصل «متافیزیکی» از قلمرو علم خرسندم.

لیکن قاعده‌ای روش‌شناسانه پیش می‌نهم که چندان نزدیك به «اصل علّیت» است که می‌توان این اصل را همتای متافیزیکی آن قاعده دانست. قاعده این است که هیچگاه نباید جستجوی گزاره‌های کلّی را فروگذاشت و از طرح دستگاههای تئوریك منسجم دست کشید، و هرگز نباید از تعلیل رویدادهای توصیف بردار گوناگون باز ایستاد[1]. این قاعده راهنمای دانش پژوهان است. این گفته که

---

۱. این رأی که اصل علّیت، قاعده یا حکمی اختیاری را بیان می‌کند، از هاینریش گومپرتس است، در *Das Problem der Willensfreiheit* {مسألهٔ آزادی اراده}، سال ۱۹۰۷ ← شلیك، در *Die Kausalität in der gegenwartigen Physik* {علّیت در فیزیك معاصر}، مجلّد ۱۹، نشریهٔ *Naturwissenschaften*، صفحهٔ ۱۵۴، سال ۱۹۳۱. * گمان می‌کنم صریحتر از این باید بگویم که جستجوی تبیینهای علّی، عزمی است که هدف دانشمند تئوری پرداز، یا هدف دانش تئوریك را رقم می‌زند. هدف، یافتن تئوریهای تبیین گر (و در صورت امکان تئوریهای تبیین‌گر صادق) است؛ یعنی تئوریهایی که برخی ویژگیهای ساختاری جهان را وصف کنند و ما بتوانیم به کمك شرایط اوّلیّه، پدیده‌هایی را که می‌خواهیم تبیین کنیم از آنها نتیجه بگیریم. مقصود از آوردن این فصل، تبیین هرچند مختصر معنایی است که برای تبیین علّی قائل هستم. در پیوست x* و بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، شرح مفصلّتری از این معنا می‌توان یافت. پاره‌ای از پوزیتیویستها و «ابزارانگاران علوم» معنایی را که برای تبیین بیان کردم پذیرفته‌اند، زیرا پنداشته‌اند که من چیزی از تبیین باقی نگذاشته و گفته‌ام تئوریهای تبیین‌گر، فقط مقدّمهٔ استنتاج پیش بینیها هستند و بس. پس مقصود خویش را روشن کنم که به نظر من اهمیّت تبیین ـ یعنی کشف تئوریهای تبیین گر ـ در نزد تئوری پردازان وقف بر اهمیّت عملی و تکنولوژیك استنتاج پیش‌بینیها نیست. لیکن اهمیّت پیش‌بینی در نزد تئوری پردازان را با توجّه به اهمیّتی که آنان به صدق و کذب تئوریهایشان می‌دهند، یا به عبارت دیگر با توجّه به اهمیّتی که به امتحان کردن تئوریهایشان می‌دهند، و می‌کوشند تا کاذب نبودن آنها را معلوم سازند، می‌توان تفسیر کرد. پیوست x*، حاشیهٔ ۴ و قسمتی از متن را که این حاشیه در ذیلش آمده است نیز ببینید.

پیشرفتهای اخیر علم فیزیك، این قاعده را منسوخ ساخته و ثابت کرده است که دست کم در یك زمینه جستجوی از قوانین عبث است، مورد قبول ما نیست[۲]. این نکته را در بخش ۷۸ تشریح خواهم کرد[۳]*.

۱۳. کلّیهای حقیقی و کلّی نماها {(کلّ ها)}

گزاره‌های تألیفی کلّی را به دو دسته «گزاره‌های کلّی حقیقی» و «گزاره‌های کلّی نما» تقسیم می کنیم. تا اینجا هرگاه سخنی دربارهٔ گزاره‌های کلّی (تئوریها یا قوانین طبیعی) گفته‌ام، منظورم گزاره‌های کلّی حقیقی بوده است. سایر گزاره‌های کلّی، که آنها را گزاره‌های کلّی نما می خوانیم، هر یك در واقع معادل گزاره‌ای شخصی، یا ترکیب عطفی چندین گزارهٔ شخصی اند، و از این رو آنها را گزاره‌هایی شخصی می شماریم.

برای نمونه این دو گزاره را مقایسه کنید: (الف) هیچ نوسانگر هماهنگی نیست که انرژی آن از مقدار معیّن $\frac{1}{2}h\nu$ تنزّل کند؛ و (ب) هیچ انسانی به روی زمین نیست که قدّش از مقداری معیّن (مثلاً دو متر و نیم) بلندتر باشد. در منطق صوری (که اعمّ از منطق نمادین است) فقط نحوهٔ استنتاج مورد عنایت است، و هر دو گزاره بطور یکسان گزارهٔ کلّی (استلزام صوری» یا استلزام «به معنی عام») شمرده می شوند[۱]. امّا نظر من این است که تفاوت آنها را باید مؤکّداً مورد توجّه قرار داد.

---

۲. نظری را که در اینجا با آن مخالفت شده است، برای نمونه شلیك در صفحهٔ ۱۵۵ مرجع پیشین چنین می نویسد: «محال بودن این امر» (اشاره او به محال بودن پیش‌بینیهای دقیقی است که هایزنبرگ گفته است) «بدینمعنی است که جستجوی رابطه بی ثمر است». (← حاشیهٔ ۱ بخش ۷۸ را نیز ببینید.)

۳*. اینك فصلهای iv* تا vi* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

۱. در منطق قدیم (و نیز در منطق نمادین یا «لوژیستیك») گزاره‌ها به سه دستهٔ کلّی، جزئی، و شخصی تقسیم می شود. گزارهٔ کلّی آن است که به جمیع اعضای مجموعه‌ای راجع شود؛ گزارهٔ جزئی آن است که به برخی از اعضای مجموعه راجع شود؛ گزارهٔ شخصی آن است که به یك عضو معلوم مجموعه، یعنی به یك فرد، راجع شود. این دسته‌بندی مبتنی بر ملاحظات مربوط به منطق معرفت نبوده است بلکه در تدوین آن، شیوهٔ استنباط در نظر بوده است. از این رو «گزارهٔ کلّی» در اصطلاح ما، نه با گزارهٔ کلّی منطق قدیم یکی است، نه با استلزام «صوری» یا استلزام «به معنی عام» لوژیستیك (← حاشیهٔ ۶ بخش ۱۴). * پیوست x*، و ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به ویژه بخش ۱۵* را ببینید.

گزارهٔ (الف) از همه جا و همه وقت حکایت می کند، حال آنکه گزارهٔ (ب) فقط راجع به مجموعه‌ای متناهی از اشخاصی است که در منطقه‌ای متناهی و مشخّص هستند. نوع اخیر گزاره‌ها را منطقاً می توان با ترکیب عطفی چندین گزارهٔ شخصی جاگزین ساخت. زیرا اگر مهلت کافی داشته باشیم، می توانیم همهٔ اعضای مجموعهٔ (متناهی) را بشماریم. از همین روست که در این موارد، سخن از «کلّی نمایی» می گوییم. ولیکن گزارهٔ (الف) را که دربارهٔ نوسانگرهاست، نمی توانیم با ترکیب عطفی شماری متناهی از گزاره‌های شخصی راجع به منطقه‌ای خاصّ، جاگزین سازیم. چنین کاری مشروط به آن است که فرض کنیم زمان جهان لایتناهی نیست و شمار نوسانگرهای موجود در عالم متناهی است. ولی ما به ویژه در تعریف مفاهیم فیزیکی، هرگز چنین فرضهایی را در میان نمی آوریم، بلکه گزاره‌هایی از نوع گزارهٔ (الف) را گزاره‌هایی همه‌گیر می شناسیم و می گوییم این گزاره‌ها کلّی اند و بر شماری نامحدود از افراد قابل حمل هستند. روشن است که در این معنا، گزاره‌های کلّی را دیگر نمی توان با ترکیب عطفی شماری متناهی از گزاره‌های شخصی جایگزین نمود.

سخن من در باب گزاره‌های کلّی حقیقی (یا «گزاره‌های همه‌گیر»)، کاملاً مخالف سخن کسانی است که می گویند هر گزارهٔ کلّی باید منطقاً به ترکیب عطفی چندین گزارهٔ شخصی، قابل تبدیل باشد. طرفداران این نظریّه[۲]، می گویند که گزاره‌هایی که من آنها را «کلّی حقیقی» می شناسم، به هیچ وجه اثبات پذیر نیستند. لذا به استناد معیار معنادار یشان (همان معیاری که اثبات پذیری را ایجاب می کند، و اشکالات دیگری از این قبیل) این دسته از گزاره‌ها را کنار می گذارند.

روشن است که این طرز تلقّی از قوانین طبیعی که مرز میان گزاره‌های شخصی و گزاره‌های کلّی را از میان بر می دارد، این پندار را بر می انگیزد که مسألهٔ استقراء هم حلّ شده است. زیرا سیر از گزاره‌های شخصی به گزاره‌های کلّی نما البتّه مجاز

---

۲. برای نمونه ← کافمان، مقالهٔ *Bemerkungen zum Grundlagenstreit in Logik und Mathematik* {مناقشه در مبانی منطق در ریاضیات}، مجلّد ۲، نشریهٔ *Erkenntnis* صفحهٔ ۲۷۴، سال ۱۹۳۱.

هست. ولی به همان روشنی پیداست که این راه‌حلّ، معضل روش شناسانه‌ای را که استقراء برانگیخته است، چاره نمی کند: چه، اثبات هر قانون طبیعی در گرو آن است که یکایك رویدادهای مشمول آن را در تجربه بسنجیم و در جمیع موارد هم صدق قانون محقّق از کار درآید. آشکار است که این نشدنی است.

در هر حال، با بحث و استدلال نمی توان یکسره معلوم کرد که قوانین علمی، کلّی حقیقی اند یا کلّی نما. این مسأله نیز نمونه‌ای از آن مسأله‌هاست که تنها چاره‌شان توافق بر سر قبول یك قرارداد است. من باتوجّه به جنبهٔ روش شناختی مسألهٔ استقراء، پیشنهاد می کنم قوانین طبیعی را گزاره‌های کلّی حقیقی (گزاره‌های همه‌گیر) محسوب کنیم؛ و گمانم این است که این طرز تلقّی هم عاجلاً مفید است، هم آجلاً ثمربخش. بنابراین قوانین طبیعی را گزاره‌هایی اثبات‌ناپذیر محسوب می کنیم که بدین صورت بیان می شوند: «در همهٔ نقاط زمان و مکان (یا در همهٔ مناطق زمانی و مکانی) چنان است که . . ». در مقابل این قبیل گزاره‌ها، گزاره‌هایی را که فقط به مناطق زمانی و مکانی محدود راجع می گردند، گزاره‌های «خاصّ» یا گزاره‌های «شخصی» می خوانم.

ما فقط از تفاوت میان گزاره‌های کلّی حقیقی و کلّی نمای (یعنی در واقع نوعی از گزاره‌های شخصی) تألیفی سخن گفتیم، ولی گفتنی است که این تمایز را به گزاره‌های تحلیلی (همچون پاره‌ای از گزاره‌های ریاضیّات) نیز می توان تسرّی داد[۳].

۱۴. مفاهیم کلّی و مفاهیم جزئی

ارتباط تنگاتنگی است میان تفاوت گزاره‌های کلّی و شخصی، و تفاوت مفاهیم یا اسمهای کلّی و جزئی.

معمول است که این تفاوت را به کمك مثالهایی توضیح می دهند. مثلاً «حاکم خودکامه» و «سیّاره» و «H_2O» را به عنوان مفاهیم یا اسمهای کلّی می آورند، و در

۳. مثالها: (الف) هر عدد طبیعی تالی دارد. (ب) به استثنای اعداد ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۹، همهٔ اعداد بین ۱۰ و ۲۰ بخش‌پذیرند.

سوی دیگر از «ناپلئون» و «کرهٔ زمین» و «اقیانوس اطلس»، به عنوان شواهد مفاهیم یا اسمهای شخصی یا جزئی یاد می کنند. از این مثالها بر می آید که مفاهیم یا اسمهای جزئی، یا خود اسم خاصّ اند یا باید به کمك اسمهای خاصّ تعریف شوند، حال آنکه آوردن اسمهای خاصّ در تعریف مفاهیم یا اسمهای کلّی ضروری نیست.

به نظر من، تفاوت مفاهیم یا اسمهای کلّی و جزئی، تفاوتی بسیار اساسی است. زیرا هرگونه بهره‌برداری از علوم مبتنی بر استنباط امور خاصّ از فرضیّه‌های علمی کلّی، یعنی مبتنی به استنتاج پیش بینیهای خاصّ است. لیکن، در هر گزارهٔ شخصی، لاجرم مفاهیم جزئی یا اسمهای خاصّ می آید.

اسمهای خاصّ در گزاره‌های شخصی علمی، غالباً مختصّات جای ـ گاهی را مشخّص می کند: به خصوص می بینیم که مبدأ مختصّات در هر دستگاه مختصّات جای ـ گاهی، نسبت به نقطه‌ای خاصّ اختیار می شود. برای تعیین مبدأ همیشه ناگزیریم از اسمهای خاصّ (یا چیزی معادل آنها) استفاده کنیم. رواج اسمهایی مانند «گرینیچ» و «سال میلاد مسیح» مقصود مرا بیان می کند و نشان می دهد که چطور شمار کثیری از اسمهای جزئی، به عدّهٔ کمی تقلیل می یابد[1].

عباراتی مبهم، ولی با مدلولات بسیار، مانند «اینکه اینجاست» و «آنکه آنجاست»، گاه همچون اسمهای خاصّ به کار می روند، و احیاناً همراه با ادای آنها به چیزهایی هم اشاره می شود. یعنی گاه برخی نشانه‌ها که خود اسم خاصّ نیستند، کمابیش به جای اسمهای خاصّ، یا مختصّات معیّن استعمال می شوند.

ما به تصورّات کلّی نیز، ولو مبهماً از راه اشاره به مصادیق پی می بریم. بدین ترتیب که اشیاء یا رویدادهایی مفرد را نشان می دهیم و با گفتن عباراتی چون «و سایر موارد مشابه» یا «و غیره» این معنا را خاطرنشان می سازیم که آن نمونه‌ها از مجموعه‌ای اند که باید اسمی کلّی بر آن نهاد. تردیدی نیست که ما استعمال الفاظ کلّی، یعنی اطلاق آنها بر مصادیق خاصّ را از طرقی چون اشاره به مصادیق فرا

---

۱. البتّه یکاهای اندازه‌گیری دستگاه مختصّات را که در آغاز مستند به اسمهای خاصّ (مانند چرخش زمین، و متر نمونهٔ واقع در پاریس) بودند، علی الاصول می توان با اسمهای کلّی، مثلاً بر حسب طول موج یا فرکانس نور تکفام منتشر شده از اتم در فلان وضع خاصّ تعریف نمود.

می گیریم. اساس منطقی این شیوه آن است که تصورّات جزئی نه فقط بر اعضای مجموعه‌ها دلالت می کنند، بلکه گاه، خود مجموعه‌هایی را مشخّص می نمایند. نسبت تصورّات جزئی به تصورّات کلّی، منحصراً از جنس نسبت تعلّق اعضا به مجموعه‌ها نیست، بلکه گاه مانندِ نسبت زیر مجموعه به مجموعهٔ اصلی است. مثلاً، سگ من (لوکس) نه فقط عضو مجموعهٔ سگهای وینی (که تصورّی است جزئی) می باشد، بلکه به مجموعهٔ (کلّی) پستانداران هم تعلّق دارد (که تصورّی کلّی است). مجموعهٔ سگهای وینی هم علاوه برآنکه جزء مجموعهٔ (خارجی) سگهای اتریشی است، جزء مجموعهٔ (کلّی) پستانداران نیز هست.

آوردن لفظ «پستانداران» به عنوان نمونهٔ اسمهای کلّی، ممکن است موجب اشتباه گردد. زیرا دلالت الفاظی مانند «سگ» و «پستاندار» در تداول عامه عاری از ابهام نیست. مراد ما از این قبیل الفاظ است که تعیین می کند آنها اسمهای مجموعه‌هایی خارجی اند یا مجموعه‌هایی کلّی. این امر تابع نظر ماست؛ آیا نژادی از جانوران را که به روی این سیّاره می زیند در نظر داریم (این تصورّی جزئی است)، یا آنکه منظورمان نوعی از اجسام مادّی است که اوصافشان در قالب تصورّاتی کلّی بیان می شود. در نحوهٔ دلالت مفاهیمی چون «پاستوریزه»، «دستگاه طبقه‌بندی لینه‌ای» و «لاتینی گرایی» نیز چنین ابهامی نهفته است. زیرا از جهتی می توان اسمهای خاصّ مندرج در این تصورّات را حذف کرد، و از جهتی هم می توان این اسمها را اساس تعریف این تصورّات دانست.[۱*] توضیحات ومثالهای یاد شده لابّد مراد مرا از «تصورّات کلّی» و «تصورّات جزئی» روشن نموده است. ولی اگر تعریف این نوع تصورّات را هم از من بخواهند، باز خواهم گفت: «تصوّر جزئی آن است که در تعریفش ناگزیر باشیم اسمهای خاصّی را بیاوریم (یا علائمی معادل اسمهای خاصّ را). و اگر بتوان هرگونه اشاره به اسمهای خاصّ را

۱*. «پاستوریزه» را به دو نحو می توان تعریف کرد: یکی اینکه «پاستوریزه» آن است که مطابق دستور جناب لویی پاستور با آن رفتار شده باشد، دیگر اینکه «پاستوریزه آن است که تا ۸۰ درجهٔ سانتیگرادگرما ببینید و ده دقیقه در این دما بماند.» برطبق تعریف اوّل، «پاستوریزه» مفهومی جزئی است، و برحسب دوّمی مفهومی کلّی. با حاشیهٔ ۴ که ذیلاً می آید نیز مقایسه کنید.

بکلّی از تعریف تصوری حذف نمود، آن تصورّ کلّی است.» لیکن فایدهٔ چندانی بر این تعریف مترتّب نیست، و تنها نتیجهٔ آن احالهٔ تصورّات جزئی یا اسمهای افراد به اسمهای خاصّ (یعنی به اسمهای اشیاء مادّی خارجی) است.

گمان نمی‌کنم مراد من از اصطلاحات «جزئی» و «کلّی»، دور از معانی متداول آنها باشد. لکن اگر هم در این گمان به خطا رفته باشم، قطع دارم که فهم درست فرقِ گزاره‌های کلّی و گزاره‌های شخصی، در گرو توجّه به تمایزی است که بین تصورّات کلّی و جزئی ذکر کردم. (شباهت بسیاری است میان مسألهٔ کلّیات و مسألهٔ استقراء.) هر کس بخواهد شیئی خارجی را صرفاً با آوردن خصایص و نسبتهایی کلّی تعریف کند که مختصّ آن شیء‌اند، نصیبی جز ناکامی نخواهد داشت. بدین شیوه، مجموعه‌ای کلّی تعریف می‌شود که جمیع اشیاءِ واجدِ آن خصایص و نسبتها را در بر می‌گیرد، ولی راهی برای دسترسی به هیچیك از اعضای آن مجموعه به تنهایی نخواهیم داشت. در میان آوردن هیچ دستگاه مختصّات جای ـ گاهی نیز کارساز نیست[۲]، زیرا هرگز نمی‌توان دانست که آیا کلّی مذکور افرادی هم دارد یا نه، و اگر دارد تعداد آنها چیست.

به همین ترتیب، هر کس بخواهد اسمهای کلّی را به کمك اسمهای خاصّ تعریف کند، شکستش حتمی است. بسا هست که از این نکته غفلت می‌کنند و می‌پندارند که از طریق «انتزاع» یا «تجرید» ممکن است از تصورّات جزئی به تصورّات کلّی راه برد. این طرز تفکّر قرابت بسیار دارد با منطق استقرائی که عبور از گزاره‌های {یا تصدیقات} شخصی به گزاره‌های {یا تصدیقات} کلّی را مجاز می‌شمارد. منطقاً، این هر دو شیوه به یك اندازه عقیم‌اند[۳]. در این شیوه البتّه مجموعه‌هایی از افراد را می‌توان تشکیل داد، ولی چنین مجموعه‌هایی همیشه

---

۲. «زمان و مکان» در معنای عامّ، «اصل تجرید» نیست، بلکه مقادیر معیّن خارجی (زمانی، مکانی و غیر آن) مبتنی بر اسمهای خاصّ «اصول تجریدی»اند.

۳. «روش تجرید» که در منطق نمادین به کار می‌رود نیز برای سیر از اسمهای خاصّ به اسمهای کلّی چاره‌ساز نیست؛ مجموعه‌ای که از راه تجرید، با اشاره به مصادیقش، و به کمك اسمهای خاصّ تعریف شده باشد، خود مفهومی جزئی خواهد بود.

مفهوماً جزئی اند و بکمك اسمهای خاصّ تعریف می گردند. («سرداران ناپلئون» و «ساکنان پاریس» مثالهایی اند از اینگونه مفاهیمِ راجع به مجموعه‌های خارجی و خاصّ) پس ملاحظه می کنیم که تمایز مذکور میان اسمها یا تصورّات کلّی و اسمهای خاصّ و تصورّات جزئی، ربطی به تمایز میان مجموعه‌ها و اعضای آنها ندارد. هم اسمهای کلّی، هم اسمهای خاصّ را می توان هم به مجموعه‌ها نسبت داد، هم به اعضای مجموعه‌ها.

بنابراین محال است بتوان تمایز میان تصورّات جزئی و کلّی را با چنین استدلالی که از کارناپ نقل می کنیم، ملغی ساخت: «. . . این تمایز بی مورد است. . . زیرا هر کس از دیدگاه خود می تواند هر تصورّ را جزئی یا کلّی محسوب کند.» دلیل کارناپ در تأیید مدّعایش این است که «تقریباً همهٔ تصورّاتی که جزئی شمرده می شوند، همانند تصورّات کلّی، (اسم) مجموعه هستند.»[۴] من درستی این سخن را هم نشان دادم، ولی این امر هیچ تأثیری بر تمایز مورد بحث نمی گذارد.

بر سایر دست اندرکاران منطق نمادین (که روزگاری آن را لوژیستیك می خواندند) نیز تفاوت میان تصورّات کلّی و جزئی با تفاوت میان مجموعه‌ها و

---

۴. کارناپ، *Der logische Aufbau der Welt* {ساختمان منطقی جهان}، صفحهٔ ۲۱۳. (در ۱۹۳۴ هنگامی که نمونه‌های چاپی کتاب آماده بود افزوده شد.) در کتاب *Logical Syntax of Lanuage*، کارناپ (چاپ ۱۹۳۴)، چاپ انگلیسی ۱۹۳۷، ظاهراً به تفاوت اسمهای خاصّ و اسمهای کلّی توجّه نشده است، و ظاهراً این تفاوت، در «زبان مختصّاتی» ساختهٔ وی بیان ناشدنی است. شاید تصوّر شود که «مختصّات» که پایین ترین نوع علامات اند (← صفحات ۱۲ و بعد) اسمهای خاصّ اند (و کارناپ از دستگاه مختصّاتی استفاده می کند که به کمك مفاهیم خارجی تعریف شده است)، امّا این تصوّر چاره‌ساز نیست. زیرا به گفتهٔ کارناپ (صفحهٔ ۸۷، همچنین صفحهٔ ۱۲ چاپ انگلیسی، و صفحهٔ ۹۷ بند ۴ را ببنید) در زبانی که وی به کار می برد «. . . همهٔ عبارات نوع پایین، عباراتی عددی‌اند»، بدینمعنا که مدلولات آنها در ذیل علامت تعریف نشدهٔ بنیادین «عدد» در اصطلاح پئانو قرار می گیرد (← صفحات ۳۱ و ۳۳). از اینجا معلوم می شود که اعداد نشان دهندهٔ مختصّات را، نباید اسم خاصّ یا مختصّات خارجی پنداشت، بلکه باید آنها را کلّی دانست. (این علائم فقط در صورتی «خارجی»اند که «خارجی» را به معنای بسیار بعید این لفظ بگیریم (← حاشیهٔ ۳ (ب) بخش ۱۳.)

اعضای آنها مشتبه گشته است[۵]. ما البتّه مجازیم «اسم کلّی» را مرادف «اسم مجموعه» تلقّی کنیم و اسم خاصّ» را به معنی «اسم عضو مجموعه» بگیریم، ولی آنگاه دیگر سخنی هم برای گفتن در این باب نخواهد ماند. این راه‌حلّ کردنِ مسأله‌ها نیست، ولی البتّه راه خوبی برای سرپوش نهادن بر آنهاست. مسألهٔ ما در اینجا بسیار شبیه است به تمایزی که قبلاً میان گزاره‌های کلّی و شخصی ابراز داشتیم. ابزار منطق نمادین در اینجا همانقدر ضعیف است که در حلّ مسألهٔ کلّیات و مسألهٔ استقراء[۶].

۱۵. گزاره‌های کلّی و وجودی حقیقی

در تعریف گزاره‌های کلّی، همین قدر کافی نیست که بگوییم گزاره‌هایی اند

---

۵. فرقی که راسل و وایتهد میان امور خارجی (یا جزئی) و امور کلّی نهاده‌اند نیز، به هیچ وجه ربطی به تمایزی که در اینجا میان اسمهای خاصّ و اسمهای کلّی نهادیم ندارد. در اصطلاح راسل، «ناپلئون» در جملهٔ «ناپلئون سرداری فرانسوی است» همانطور که من می‌گویم، خارجی است، ولی «سردار فرانسوی» کلّی است؛ از سوی دیگر، «غیر فلز» در جملهٔ «نیتروژن غیر فلزّ است»، همانطور که من می‌گویم کلّی است، ولی «نیتروژن» خارجی است. علاوه بر این، «عبارات وصفی» در اصطلاح او، نظیر «اسم خاصّ» در اصطلاح من نیست. زیرا مثلاً «مجموعهٔ نقاط هندسی واقع در جسم من»، به رغم آنکه با «عبارتی وصفی» تعریف نمی‌شود، به نظر من تصوّری جزئی است. ← *Principia Mathematica* وایتهد و راسل (چاپ دوّم، سال ۱۹۲۵، جلد *I*)، مقدّمهٔ چاپ دوّم، I, II صفحات xix ببعد.

۶. تفاوت گزاره‌های کلّی و شخصی نیز در دستگاه وایتهد و راسل بیان شدنی نیست. گفتن اینکه هرچه به اصطلاح استلزام «صوری» یا استلزام «به معنی عام» باشد، لاجرم گزاره‌ای کلّی است درست نیست. زیرا هر گزارهٔ شخصی را نیز می‌توان به صورت استلزام «به معنی عام» بیان نمود. مثلاً گزارهٔ «ناپلئون در کُرس زاده شد» را می‌توان به این صورت بیان کرد، $(x)\ (x = N \rightarrow \emptyset x)$، و گفت: چنین است که x هرچه باشد، اگر x همان ناپلئون باشد، x در کُرس زاده شده است.

هر استلزام به معنی عام چنین نوشته می‌شود، «$(x)\ (\emptyset x \rightarrow fx)$» و «سور کلّی» «$(x)$» که در آن آمده است خوانده می‌شود: «چنین است که x هرچه باشد»؛ «$\emptyset x$» و «fx» قضیّه نما هستند: (مثلاً x در کُرس زاده شد» بدون ذکر اینکه x که بوده است»؛ قضیّه نماها نه راست‌اند نه دروغ). نشانهٔ «←» به معنی «اگر چنین باشد که . . . آنگاه چنین است که . . .» است. قضیّه نمای $\emptyset x$ که پیش از «←» می‌آید مقدّم یا شرط قضیّه‌نما، و fx قضیّه‌نمای تالی یا پیش‌بینی خوانده می‌شود، و استلزام به معنی عام $(x)\ (\emptyset x \rightarrow fx)$ می‌گوید x هرچه باشد که در $\emptyset$ صدق کند، در f نیز صدق می‌کند.

که هیچ اسم خاصّی در آنها نیامده است. اگر مرادمان از لفظ «زاغ» اسمی کلّی باشد، روشن است که گزارهٔ «همهٔ زاغان سیاهند» گزاره‌ای کلّی است. امّا گزاره‌هایی چون «بسیاری از زاغان سیاهند» یا «بعضی از زاغان سیاهند» یا «زاغان سیاه وجود دارند» را، به رغم آنکه در آنها فقط اسمهایی کلّی آورده‌ایم، گزاره‌هایی کلّی نمی شماریم.

گزاره‌ای را که در آن فقط اسمهای کلّی آمده باشد، و هیچ اسم خاصّی در آن نباشد، گزاره‌ای «حقیقی» یا «محض» می خوانیم. مهمترین نوع این گونه گزاره‌ها، گزاره‌های کلّی حقیقی اند که شرحشان را آوردم. علاوه بر نوع یاد شده، گزاره‌هایی به صورت «زاغان سیاه وجود دارند» را من بسی قابل تأمّل یافته‌ام. گزارهٔ مزبور را به این معنی می گیریم که «دست کم یك زاغ سیاه وجود دارد». این گونه گزاره‌ها را، گزاره‌های وجودی محض یا حقیقی (یا گزاره‌های حاکی از وجود) می خوانیم.

نقیض هر گزارهٔ کلّی حقیقی معادل یك گزارهٔ وجودی حقیقی است و بالعکس. مثلاً «چنین نیست که همهٔ زاغان سیاهند» معادل آن است که «زاغی هست که سیاه نیست»، یا «زاغ غیرِ سیاه وجود دارد».

تئوریهای علوم طبیعی، خصوصاً آنها که ما قوانین طبیعی می نامیم، منطقاً به صورت گزاره‌های کلّی حقیقی اند. لذا می توان آنها را به صورت نقیض گزاره‌های وجودی حقیقی، یا به اصطلاح به صورت گزاره‌های عدمی (یا گزاره‌های حاکی از نبود)، بیان کرد. مثلاً قانون بقای انرژی را به این صورت تقریر می کنیم که «هیچ دستگاه دائم الحرکه‌ای وجود ندارد.» و فرضیّهٔ بار الکتریکی بنیادین را بدین صورت که «هیچ بار الکتریکی وجود ندارد که مضرب بار الکتریکی بنیادین نباشد».

ملاحظه می کنیم که بدین تقریر قوانین طبیعی را می توان از جنس «منع» یا «تحریم» دانست. قوانین طبیعی از وجود یا وقوع امور خبر نمی دهند، بلکه اموری را انکار می کنند. قوانین طبیعی خبر از نبودن بعضی اشیاء و امور می دهند و گویی وجود یا وقوع آن امور و اشیاء را ممنوع و محال می شمارند.

درست از همین روست که قوانین طبیعی ابطال‌پذیرند. ما حتّی اگر یك گزارهٔ شخصی را بپذیریم که به اصطلاح حریم را می شکند و از وجود شیئی (یا وقوع

رویدادی) خبر می دهد که قانون ما آن را ممنوع می شمارد، قانونمان باطل می شود. (مثلاً پذیرفتن اینکه «در فلان جا دستگاهی دائم الحرکة وجود دارد» قانون بقاء انرژی را باطل می کند.)

در مقابل، هیچ گزارهٔ وجودی حقیقی قابل ابطال نیست. گزارهٔ وجودی «زاغ سیاه وجود دارد» با هیچ گزارهٔ شخصی (یعنی با هیچ گزارهٔ پایه، یا گزاره‌ای که خبر از وقوع رویدادی مشاهده‌پذیر دهد) نقض شدنی نیست. فقط گزاره‌ای کلّی از عهدهٔ نقض آن بر می آید. لاجرم گزاره‌های وجودی حقیقی را بنابر ضابطهٔ تمییزی که اختیار کردم، باید غیر تجربی یا «متافیزیکی» محسوب کنم. این امر شاید در ابتدا غریب بنماید و با مشی علوم تجربی ناموافق جلوه کند. ممکن است اعتراض کنند که برخی از تئوریهای علمی، حتّی در فیزیك به صورت گزاره‌های وجودی حقیقی اند (و این گفته درست است). مثلاً وجود عناصری با اعداد اتمی مشخّص را می توان از دستگاه تناوبی عناصر شیمیایی نتیجه گرفت. ولیکن برای نتیجه گرفتن اینکه عنصری با عدد اتمی مشخّصی وجود دارد، و بیان این امر به صورت فرضیّه‌ای تجربه‌پذیر، دیگر گزاره‌های وجودی محض، کافی نخواهد بود. برای مثال، عنصری که عدد اتمی آن ۷۲ است (هافنیوم)، صرفاً به استناد یك گزارهٔ وجودی کشف نشد. بلکه همهٔ تلاشهایی که برای یافتنش می کردند عبث بود، تا آنکه بوهر بسیاری از خواصّ این عنصر را از تئوری خود نتیجه گرفت. ولی تئوری بوهر و بخشی از آن که به کشف این عنصر انجامید کجا و گزاره‌های وجودی محض منفرد[1]* (خاصّ) کجا: اینها گزاره‌هایی کلّی اند. هنگامی که به بحث گزاره‌های احتمالی و شیوهٔ امتحان کردن تجربی آنها برسیم (← بخشهای ۶۶ تا ۶۸)، دلیل غیرتجربی شمردن گزاره‌های وجودی حقیقی ـ در اثر ابطال‌ناپذیر بودن آنها ـ و نیز

---

۱ *. لفظ «منفرد» را آورده‌ام تا مانع بروز اشتباه شوم. هرچند گمان می کنم که سیاق عبارات خود روشن است؛ یك گزارهٔ وجودی منفرد هرگز ابطال‌پذیر نیست، ولی در تألیف با سایر گزاره‌ها، گاه بر مضمون تجربی مجموع می افزاید، و تئوری ای را که بدان تعلّق دارد پر مایه‌تر می سازد و بر درجهٔ ابطال‌پذیری یا آزمون‌پذیری آن می افزاید. در این حالت، دستگاه تئوریك مشتمل بر گزارهٔ وجودی یاد شده علمی است نه متافیزیکی.

سازگاری این امر با استعمال عرفی {اصطلاح غیرتجربی} را بهتر خواهیم فهمید.

گزاره‌های حقیقی یا محض، چه کلّی باشند، چه وجودی، محدود به حدّی از زمان و مکان نیستند و موضوعشان منطقه‌ای محدود در زمان و مکان نیست. از این رو گزاره‌های وجودی حقیقی ابطال‌ناپذیرند. همهٔ جهان را نمی توان جست تا محقّق ساخت که فلان چیز نه وجود داشته است، نه وجود دارد، و نه هرگز وجود خواهد داشت. و درست به همین دلیل، گزاره‌های کلّی حقیقی، اثبات ناپذیرند: زیرا نمی توان همهٔ جهان را جست تا اطمینان یافت که هیچ موردی خلاف قانون وجود ندارد. امّا علی الاصول، دربارهٔ هر دو نوع گزاره‌های حقیقی ـ هم گزاره‌های وجودی حقیقی، هم گزاره‌های کلّی حقیقی ـ می توان از یك جنبه داوری تجربی کرد. به عبارت دیگر این گزاره‌ها داوری یکسویه بر می دارند. هرگاه وجود شیئی در جائی معلوم گردد، به استناد آن، یك گزارهٔ وجودی حقیقی اثبات، یا یك گزارهٔ کلّی حقیقی ابطال می گردد.

شاید اینك دیگر به خلاف گذشته (بخش ۶)، عدم تقارنی که گفتیم، و ابطال‌پذیری یکسویهٔ گزاره‌های کلّی علوم تجربی، که لازمهٔ آن است، کمترغریب بنماید. اینك ملاحظه می شود که میان نسبتهای منطقی هیچ عدم تقارنی موجود نیست. بلکه میان آنها تقارنِ کامل برقرار است و هر گزارهٔ کلّی، قرینه‌ای وجودی دارد، و بالعکس. عدم تقارن یاد شده، فقط[۲*] از نحوهٔ ترسیم مرز تمییز ناشی گشته است.

۱۶. دستگاههای تئوریك

تئوریهای علمی مستمرّاً دستخوش تغییرند. برحسب تصویری که ما از علوم تجربی ترسیم کردیم، این امر نامترقّب نیست، بلکه مطابق انتظار است.

---

۲ *. لفظ «فقط» را در اینجا نباید زیاد جدّی گرفت. مطلب ساده است. در علم تجربی گزاره‌های شخصی گزاره‌های آزمونی اند، و لذا عدم تقارن از آنجا ناشی می گردد که گزاره‌های شخصی، گزاره‌های کلّی را فقط ابطال توانند کرد و گزاره‌های وجودی را اثبات. بخش ۲۲ * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

دلیل آنکه فقط شعبه‌هایی از علم را، آن هم موقّتاً، ممکن است بتوان به صورت دستگاههایی دقیق و مضبوط از تئوریها درآورد که سامان منطقی بر آنها حکمفرما باشد، همین تغییر مستمرّ تئوریهاست. با این حال، معمولاً می توان هر دستگاه مفروض را من‌حیث‌المجموع، به همراه همهٔ پیامدهای عمده‌اش بررسی کرد. این بررسی بسیار ضرورت دارد، زیرا امتحانِ سختِ هر دستگاه تئوریك همواره مسبوق بدین فرض است که آن دستگاه به درجه‌ای از رشد و کمال {صوری} رسیده است که مبادی و مفروضات جدید را به خود راه نمی دهد. پس دستگاه در دست امتحان باید چنان روشن و صریح تقریر شود که آشکار ساختن هویّت حقیقی فرضهای جدید ـ که در واقع اصلاح و تجدیدنظر در دستگاه هستند ـ میسّر باشد.

(به گمان من، دلیل اینکه رسیدن به دستگاههای {صوری} متقن، چنین مطلوب افتاده، همین است.) مراد از دستگاه {صوری} متقن، دستگاهی است که به اصطلاح به صورت «دستگاهی اصل موضوعی» بنا شده باشد؛ همچون دستگاهی که هیلبرت توانست در پاره‌ای از شعبه‌های فیزیك نظری تأسیس کند. در این کار، می کوشند تا فقط همان فرضهایی را فراهم آورند که برای تأسیس دستگاه ضروری است، و قلّهٔ دستگاه را با همین فرضها تشکیل می دهند. این فرضها را عادةً «اصول موضوعه» می نامند (اینها را «مصادرات» یا «مبادی تصدیقیّه» نیز می نامند. «اصل موضوع» شمردن هیچ فرضی، البتّه به معنی قبول صدق آن نیست.)

اصول موضوعهٔ هر دستگاه را چنان بر می گزینند که باقی گزاره‌های آن دستگاه را، به شیوه‌ای منطقی یا ریاضی بتوان از آنها نتیجه گرفت.

شرط آنکه دستگاهی تئوریك، اصل موضوعی به شمار رود آن است که گزاره‌هایی که اصول موضوعهٔ آن محسوب می شوند، با رعایت چهار شرط زیر وضع شوند. (الف) اوّلاً مجموعهٔ اصول موضوعه باید عاری از تناقض باشد (نه تك تك اصول موضوعه تناقض آمیز باشد، نه بعض آنها بعض دیگر را نقض کند.) این شرط معادل آن است که هر گزارهٔ دلخواهی را نباید بتوان از اصول موضوعه نتیجه

گرفت[1]. (ب) ثانیاً دستگاه باید مستقلّ باشد. یعنی هیچ اصل موضوعی نباید از سایر اصول موضوعه نتیجه شود. (به عبارت دیگر شرط آنکه گزاره‌ای از اصول موضوعهٔ دستگاه به شمار رود، همین است که نتیجهٔ سایر اجزاء آن دستگاه نباشد.) این دو شرط به خودِ مجموعهٔ اصول موضوعه، از آن جهت که دستگاهی تشکیل می‌دهند راجع می‌شود. امّا از حیث ارتباط دستگاه با مضمون تئوری، گزاره‌هایی که اصل موضوع شمرده می‌شوند، باید برای استنتاج همهٔ گزاره‌های متعلّق به تئوری، (پ) کافی و (ت) لازم باشند، و هیچ فرض زائدی در میان آنها نباشد[2].

هرگاه توانستیم تئوری را بدین نحو صورت اصل موضوعی بخشیم، خواهیم توانست در وابستگی بخشهای مختلف آن به یکدیگر تحقیق کنیم. مثلاً تحقیق می‌کنیم که آیا فلان بخش تئوری، از فلان قسمت اصول موضوعه مشتقّ گشته است یا نه. این گونه بررسیها (که در بخشهای ۶۳ و ۶۴ و ۷۵ تا ۷۷، دربارهٔ آنها بیشتر سخن خواهم گفت)، با مسألهٔ ابطال‌پذیری پیوند تنگاتنگ دارد. مثلاً از این راه می‌توان دریافت که چرا بعضاً، ابطال گزاره‌ای که نتیجهٔ منطقی دستگاه باشد، کلّ دستگاه را باطل نمی‌کند، بلکه صرفاً بخشی از آن را باطل می‌نماید. هرچند که بیشتر تئوریهای علم فیزیك، کاملاً اصل موضوعی نشده‌اند، انجام چنین بررسیهایی میسّر هست. زیرا ارتباط میان بخشهای گوناگون این علم، آن قدر روشن هست که بتوان معلوم کرد فلان مشاهدهٔ مبطل ناظر به کدام جزء از کلّ دستگاه علم فیزیك است[1*].

۱۷. چند تصویر ممکن از دستگاههای اصل موضوعی

خردگرایان قدیم، «اصول موضوعهٔ» دستگاههایی از قبیل هندسهٔ اقلیدسی را

---

۱. ← بخش ۲۴

۲. در باب این چهار شرط، و نیز مطالب بخش بعد، مثلاً به صورت متفاوتی که در کتاب *Abriss der Logistic* {در آمدی بر منطق جدید} از کارناپ، صفحات ۷۰ به بعد، چاپ سال ۱۹۲۹ آمده است، مراجعه کنید.

۱*. این معنا در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به خصوص بخش ۲۲*، مشروحتر آمده است.

وجدانی، یا محرز، یا بدیهی الصّدق می دانستند. من در این باره بحثی نخواهم کرد، ولی همین قدر می گویم که با این نظر موافق نیستم. به نظر من، ما مجازیم دستگاههای اصل موضوعی را به دو نحو مختلف تصویر کنیم و اصول موضوعه را یا مواضعه بدانیم، یا فرضیّه‌هایی تجربی و علمی.

اگر اصول موضوعه را مواضعه بشماریم، معانی یا موارد استعمال مفاهیم اساسی (یا حدود اوّلیهٔ یا مبادی تصوریّه) مندرج در اصول موضوعه، همان است که در اصول موضوعه معیّن گشته است و بس؛ و این مفاهیم هرچه دارند از اصول موضوعه گرفته‌اند. لذا اصول موضوعه را گاه «تعاریف خفی» تصوّراتی که در ضمنشان آمده است، می خوانند. این تصویر از اصول موضوعه را، به کمك تشبیه دستگاه اصل موضوعی به دستگاهی از معادلات (سازگار و حلپذیر)، بهتر می توان فهمید.

هر دستگاه، خود معیّن می کند که چه مقادیری را مجازیم به جای «مجهولات» (یا متغیّرهای) آن بگذاریم. حتّی اگر دستگاهی از معادلات، برای به دست آوردن جوابی یکتا کفایت نکند، باز نمی توان به جای «مجهولات» (متغیّرهای) آن، هر مقدار دلخواهی نهاد. بلکه در این حال نیز فقط بعضی مقادیر یا بعضی مجموعه‌های مقادیر، نسبت تساوی را تأمین خواهد کرد، و سایر مقادیر از تأمین تساوی ناتوان خواهد بود. هر دستگاه از معادلات، مجموعهٔ مقادیر مجاز را از مجموعهٔ مقادیر نامجاز جدا می کند. در مشابهت با این وضع، مفاهیم را نیز می توان با استفاده از «معادلات گزاره‌ای» به دو دستهٔ مجاز و نامجاز تقسیم کرد. معادلات گزاره‌ای را از قضیّه‌نماها یا گزاره‌نماها به دست می آوریم (← حاشیهٔ ۶ بخش ۱۴). مراد از قضیّه‌نما یا گزاره‌نما، گزاره‌ای است ناقص مشتمل بر یك یا چند جای خالی. برای نمونه، دو قضیّه‌نما یا گزاره‌نما می آوریم: «عنصر x، ایزوتوپی با عدد اتمی ۶۵ دارد.» و «$x + y = ۱۲$». با نهادن مقادیر یا اسمهایی مشخصّ به جای x و y، این گزاره‌نماها به گزاره‌های راستین مبدّل می گردند. برحسب اینکه کدام مقادیر یا اسمها را در جاهای خالی بگذاریم، گزارهٔ حاصل صادق یا کاذب خواهد شد. اگر در نمونهٔ اوّل، به جای «x»، لفظ «مس» یا «روی» را بگذاریم، گزاره‌ای صادق

حاصل می شود، و سایر اسمها گزاره‌های کاذب به دست می دهند. چنانچه فقط مقادیر یا اسمهایی را در گزاره‌نما راه دهیم که از آنها گزاره‌هایی صادق حاصل شود، گزاره‌نما، یك «معادلهٔ گزاره‌ای» خواهد شد. هر معادلهٔ گزاره‌ای، مجموعه‌ای مشخّص از مقادیر و اسمها را معیّن می سازد که مجموعهٔ مصادیق آن‌اند. می بینیم که میان معادلات گزاره‌ای و معادلات ریاضی چقدر شباهت وجود دارد. اگر نمونهٔ دوّم را به جای گزاره‌نما، معادله‌ای گزاره‌ای بشماریم، معادله‌ای در معنای متعارف (ریاضی) خواهیم داشت.

از آنجا که مفاهیم اساسی تعریف نشده، یا مبادی تصوریّهٔ هر دستگاه اصل موضوعی را می توان x جاهای خالی دانست، در وهلهٔ نخست می توان گفت که هر دستگاه اصل موضوعی، دستگاهی از گزاره‌نماهاست. امّا اگر فقط مجموعه‌هایی از مقادیر و اسمها را برای جایگزینی جاهای خالی بپذیریم که گزاره‌نماها را به گزاره‌هایی صادق بدل می کنند، دستگاه اصل موضوعی، دستگاهی از معادلات گزاره‌یی خواهد بود. در این حال، دستگاه اصل موضوعی، به طور خفّی مجموعه‌ای را تعریف می کند که همهٔ مجموعه‌های مفاهیم (مجاز) را در برمی گیرد. دستگاهی از مفاهیم که در دستگاهی اصل موضوعی صدق کند، مدل آن دستگاه اصل موضوعی خوانده می شود[۱*].

اگر دستگاه اصل موضوعی را دستگاهی از مواضعات یا تعاریف خفیّ بشماریم، پذیرفته‌ایم که فقط مدلهای آن دستگاه را برای جایگزینی جاهای خالی قبول کنیم[۲*]. و جایگذاری هر مدل همان و رسیدن به دستگاهی از گزاره‌های تحلیلی (که بنابر مواضعه صادق‌اند). همان از این دیدگاه دیگر دستگاه اصل موضوعی، مجموعه‌ای از فرضیّه‌های علمی یا تجربی (به آن معنی که ما گفتیم)

۱*. حاشیهٔ ۲* را ببینید.

۲*. اکنون دیگر میان دستگاههایی از اشیاء که در یك دستگاه اصل موضوعی صدق می کند، و دستگاههایی از اسمهای این اشیاء که در اصول موضوعه می آیند (و در آنها صدق می کنند)، به روشنی فرق می گذارم، و فقط نوع اوّل دستگاهها را «مدل» می خوانم. لذا مطلب را اکنون چنین می آورم: «فقط اسمهای اشیائی را که تشکیل یك مدل بدهند برای جایگزینی جاهای خالی می پذیریم.»

نیست. زیرا در این حال پیامدهای دستگاه اصل موضوعی نیز تحلیلی و ابطال‌پذیر خواهد بود و از طریق ابطال آنها نمی‌توان دستگاه را باطل کرد.

حال این پرسش به ذهن می‌آید که چگونه می‌توان دستگاه اصل موضوعی را دستگاهی از فرضیّه‌های علمی یا تجربی دانست؟ در جواب این پرسش عادتاً می‌گویند که نباید پنداشت مبادی تصوریّهٔ دستگاههای اصل موضوعی به طور خفی تعریف شده‌اند، بلکه باید آنها را «ثابتهایی فرامنطقی» شمرد. مثلاً می‌گویند تصورّاتی چون «خطّ راست» و «نقطه» را که در همهٔ دستگاههای اصل موضوعی هندسه یافت می‌شود، با «پرتوی از نور» و «فصل مشترك پرتوهای نور» متناظر می‌گیریم؛ و می‌پندارند که بدین شیوه، گزاره‌های دستگاه اصل موضوعی، به اعیان تجربی راجع می‌گردند، و به گزاره‌هایی تألیفی مبدّل می‌شوند.

شاید ابتدا تصوّر برود که این جوابی نیکوست. لیکن باید گفت که قبول آن ما را در تعیین مبنای تجربه به معضلاتی دچار خواهد ساخت. زیرا معلوم نمی‌کند که روش تجربی تعریف مفاهیم چیست. «تعریف با اشاره به مصادیق» بسیار رواج یافته است. بدین معنا که هر مفهوم را نظیر اشیائی در جهان واقع می‌گیرند و از این راه به آن معنای تجربی مشخصّی می‌دهند، و آن مفهوم را نماد آن اشیاء می‌شمارند. روشن است که تعریف با اشاره به مصادیق، جز در مورد اسمهای خاصّ یا مفاهیم جزئی میسّر نیست. زیرا در این شیوهٔ تعریف، ما به شیئی اشاره می‌کنیم و اسمی بر زبان می‌رانیم، یا نشانی بر شیئی می‌زنیم که اسمی بر آن نوشته است. حال آنکه مفاهیم در دستگاههای اصل موضوعی باید کلّی باشند، و مفاهیم کلّی را نمی‌توان با اشاره و استقرا تعریف کرد. بلکه اگر کاری بتوان کرد همین است که آنها را به تصریح، با استفاده از مفاهیم کلّی دیگر تعریف کنیم، وگرنه ناچاریم آنها را بدون تعریف بگذاریم. پس ناگزیریم که بعضی اسمها را تعریف نشده رها کنیم. و مشکل هم در اینجاست. زیرا همیشه می‌توان این مفاهیم تعریف نشده را دارای تعاریف خفیّ دانست، و این هم صفت تجربی بودن را از دستگاه اصل موضوعی مورد نظر سلب می‌کند. به نظر من تنها راه‌حلّ این معضل، قبول یك اصل روش شناختی است. به همین سبب، خود را به این قاعده ملتزم خواهد ساخت که مفاهیم

تعریف نشده را دارای تعاریف خفی نشمارم. (در بخش ۲۰ به این نکته خواهم پرداخت.)

این را هم بیفزایم که گاه می توانیم مبادی تصوریهٔ دستگاهی اصل موضوعی چون هندسه را، نظیر مفاهیم دستگاهی دیگر ـ مثلاً فیزیك ـ بگیریم. اهمیّت این امر به ویژه در این است که گاه در جریان تطوّر علمی از علوم، دستگاه جدید ـ و کلّیتری ـ از فرضیّه‌ها به میان می آید که دستگاه پیش از خود را هم تبیین می کند. یعنی هم گزاره‌های دستگاه پیش از خود را نتیجه می دهد، هم گزاره‌هایی از دستگاههای دیگر را. در چنین وضعی می توانیم مفاهیم اساسی دستگاه جدید را به کمك مفاهیمی تعریف کنیم که سابقاً در دستگاههای قدیمتر به کار رفته بودند.

۱۸. مراتب کلیّت. قیاس استثنایی با رفع تالی

در هر دستگاه تئوریك، گزاره‌ها را می توان در مراتب مختلف کلیّت رده‌بندی کرد. اصول موضوعه در بالاترین مرتبهٔ کلیّت قرار می گیرند، و گزاره‌های مراتب زیرین را از آنها نتیجه می گیریم. گزاره‌های تجربی زبرین، نسبت به گزاره‌های زیرین مشتقّ از خودشان، همواره خصلت فرضیّه‌ها را دارند، و ابطال گزاره‌های زیرین، مستلزم ابطال آنهاست. معهذا در هر دستگاه فرضی ـ استنتاجی، این گزاره‌های زیرین نیز مطابق نظر ما گزاره‌های کلّی حقیقی اند، و خود از جنس فرضیّه‌ها هستند. کسانی از این نکته، اغلب در مورد گزاره‌هایی که در مراتب پایین کلّیت هستند غفلت کرده‌اند. مثلاً ماخ تئوری هدایت گرمای فوریه را «اسوهٔ تئوریهای علم فیزیك» می خواند[1]، ولی دلیلی که می آورد این است که «این تئوری بر واقعیّت قابل مشاهده مبتنی است، نه بر فرضیّه». خود ماخ این «واقعیّت قابل مشاهده» را چنین توصیف می کند: «... سرعت رفع اختلاف دما متناسب با اندازهٔ آن اختلاف است، مشروط بر آنکه این اندازه کوچك باشد.» پیداست که عبارت مزبور، گزاره‌ای است همه‌گیر که فرضیّه مانندیش هویداست.

---

۱. ماخ، *Prinicipien der Wärmlehre*، سال ۱۸۹۶، صفحهٔ ۱۱۵.

من حتّی بعضی گزاره‌های شخصی را نیز فرضیّه می شمارم، چه، (به کمك دستگاهی تئوریك) می توان گزاره‌های دیگری از آنها نتیجه گرفت که ابطالشان به ابطال آن گزاره‌های شخصی منجرّ می گردد.

این شیوهٔ استنباط ابطالی که از طریق ابطال نتیجه‌ای از نتایج دستگاهی تئوریك، ابطال آن دستگاه را لازم می آورد. همان قیاس استثنایی با رفع تالی در منطق قدیم است. نحوهٔ قیاس این است:[۱*]

فرض کنیم p نتیجه‌ای باشد از دستگاه t که دستگاهی از گزاره‌هاست مشتمل بر تئوریها و شرایط اوّلیّه (برای رعایت سادگی میان تئوریها و شرایط اوّلیّه فرقی نمی گذارم). نسبت استنتاج‌پذیری (استلزام تحلیلی) p از t را چنین نمایش می دهیم؛ «$t \rightarrow p$» و می خوانیم «p از t نتیجه می شود». حال اگر p، کاذب باشد، می نویسیم $\bar{p}$ و می خوانیم «نا p». برقراری نسبت $t \rightarrow p$، به انضمام فرض $\bar{p}$، نتیجه می دهد $\bar{t}$ («نا t»). و این به معنی باطل شمردن t است. چنانچه ترکیب عطفی (تصدیق همزمان) دو گزاره را با گذاردن نقطه‌ای بین نمادهای آن دو نشان دهیم، قیاس مبطل را چنین می نویسیم: $((t \rightarrow p).\bar{p} \rightarrow \bar{t})$، و می خوانیم: «اگر p نتیجهٔ t باشد و p کاذب باشد، t هم کاذب است.»

با تمسّك به این قیاس، ما کلّ دستگاهی را که برای استنتاج گزارهٔ p ـ گزارهٔ باطل ـ لازم است، باطل می کنیم (هم تئوری و هم شرایط اوّلیّه را). لذا نمی توان تعیین کرد که کدام گزاره‌ها از ابطال کلّ تئوری خدشه‌دار گشته‌اند. فقط جزئی را

۱*. در بخش حاضر و در دو بخشی که جلوتر خواهد آمد (← حواشی ۱* بخش ۳۵ و ۱* بخش ۳۶)، نماد «$\rightarrow$» را به کار برده‌ام. در این باره مطلبی را گفتنی می‌دانم. هنگام نوشتن کتاب، تفاوت گزاره‌های شرطی (گزاره‌های اگر ـ آنگاهی، که گاه اصطلاح «استلزام مادّی» را که قدری گمراه کننده است بر آنها اطلاق می کنند) و گزاره‌های حاکی از استنتاج پذیری (گزاره‌های حاکی از صدق منطقی یا تحلیلی بودن گزاره‌های شرطی، یا گزاره‌هایی که مقدّمشان منطقاً متضمّن تالیشان است) را درست نمی دانستم. این تفاوت را چند ماه پس از انتشار کتاب، آلفرد تارسکی به من آموخت. این نکته ربط چندانی به مطالب کتاب ندارد، امّا با این حال شایان ذکر است. (تفصیل بیشتر این مطلب، برای نمونه در مقالهٔ من در مجلّد ۵۶، نشریهٔ *Mind*، سال ۱۹۴۷، صفحات ۱۹۳ به بعد آمده است.)

می توان مبرّا از ابطال دانست که p از آن مستقلّ باشد[۲]. توجّه به مراتب کلّیّت، گاه ما را بر آن می دارد که ابطال را به فرضیّه‌ای مشخّص ـ مثلاً به فرضیّه‌ای تازه وارد ـ منسوب داریم. مثلاً اگر یك تئوری را که قبلاً خوب تقویت شده است و آزمونها همچنان تقویتش می کنند، با فرضیّهٔ جدید کلّیتری تبیین کنیم، باید خود آن فرضیّهٔ جدید را با آزمودن نتایج امتحان نشده‌اش امتحان کنیم. حتیّ اگر یکی از این نتایج هم باطل از کار درآید، مجازیم که فقط فرضیّهٔ جدید را باطل بدانیم، نه تئوری تقویت شدهٔ پیشین را. البتّه همچنان باید فرضیّه‌های کلّیتر دیگری برای تبیین آن تئوری بجوییم، ولی از ابطال دستگاه گذشته‌مان که در مرتبهٔ کلّیّت نازلتری است دغدغه‌ای نخواهیم داشت. (همچنین ← نکاتی که در بخش ۸۵ راجع به «شبه استقراء» آمده است.)

---

۲. لذا از آغاز نمی توان دانست که ابطال p، به عهدهٔ کدامیك از گزاره‌های گوناگون دستگاه کوچکتر (که p از آن مستقلّ نیست) است، و کدام را باید عوض کرد و کدام را حفظ نمود. (با گزاره‌های تعویض پذیر کاری ندارم.) غالباً فقط غریزهٔ علمی پژوهشگر است که او را به حدس زدن دربارهٔ اینکه کدام گزارهٔ (ی) تقصیر است و کدام باید اصلاح شود راهنمون می شود (این غریزه البتّه از نتایج آزمونهای مکرّر تأثّر می پذیرد). امّا خوب است در یاد داشته باشیم که آنچه ممکن است پیشرفتی خطیر به بار آورد، اصلاح همان گزاره‌هایی است که (به واسطهٔ همخوانی تامّشان با اندیشه‌های متداول) بی‌تقصیر می‌دانیمشان. اصلاحی که اینشتین در مفهوم همزمانی کرد، مثال برجسته‌ای از این دست است.

فصل IV

ابطال‌پذیری

آیا اصولاً گزارهٔ شخصی ابطال‌پذیر، (یعنی گزارهٔ پایه) وجود دارد؟ پاسخ این سؤال را فعلاً مثبت فرض می کنم و بحث در این باره را موکول به بعد می نمایم. در اینجا می خواهیم ببینیم که آیا ضابطه‌ای که من برای تمییز دستگاههای تئوریك تجربی از دستگاههای غیرتجربی ابداع کرده‌ام، اصولاً از عهدهٔ این کار بر می آید یا نه؛ و اگر بر می آید تا چه حدّ ما را در این تمییز مدد می رساند. بحث را از نقد آراء اهل مواضعه آغاز می کنیم؛ زیرا آراء آنان مسائلی را دربارهٔ روش تلقّی دستگاههای تئوریك به میان می آورد که با اختیار نوعی روش شناسی حلّشان می کنیم. سپس به تشریح اوصاف منطقی دستگاههایی خواهیم پرداخت که (به شرط مراعات قواعد روش شناسانهٔ مذکور) ابطال پذیرند.

۱۹. چند ایراد از اهل مواضعه

بی شكّ، برمن خرده خواهند گرفت که چرا ضابطهٔ ابطال‌پذیر ی را داورِ تشخیص دستگاههای تئوریك تجربی دانسته‌ام. مثلاً هم مشربان «اهل مواضعه»[1]

---

۱. نمایندگان برجستهٔ این نحله پوانکاره و دوئم هستند (← *La Theorie Physique, son objet et sa* ←)

خرده‌هایی خواهند گرفت که به پاره‌ای از آنها در بخشهای ۶، ۱۱، ۱۷ اشاره رفت و اینك با تفصیل بیشتر از آنها یاد می کنیم.

فلسفهٔ اهل مواضعه، ظاهراً زاییدهٔ حیرت از سادگی زیبا و نابی است که در حکایت قوانین فیزیك از جهان متجلّی است. گویا برای اهل مواضعه کثرت و تنوّع حقایق جهان چندان حیرت‌آور است که وجود سادگی نهانی را در زیر این تنوّعها، فوق تصوّر و بل اعجازآمیز می شمارند و نمی توانند با رئالیستها همداستان شوند و بگویند که قوانین طبیعت از این سادگی درونی و ساختاری پرده بر می گیرند. ایده‌آلیسم کانتی برای تفسیر این سادگی می گفت این فاهمهٔ خود ماست که قوانینش را بر طبیعت فرا می افکند. اهل مواضعه از این هم تندروترند و این سادگی را ساخته و پرداختهٔ خود ما می دانند. لیکن در نزد اینان دیگر این فاهمهٔ ما نیست که قوانینش را بر طبیعت فرا افکنده و آن را ساده ساخته است؛ بلکه اهل مواضعه اصلاً به سادگی طبیعت معتقد نیستند. در نزد آنان فقط «قوانین طبیعت» ساده‌اند و این قوانین هم آفریده‌های دلخواه ما هستند. این قوانین را ما خود اختراع می کنیم و به دلخواه بر می گزینیم و بر سر قبول آنها با هم توافق می کنیم. برای اهل مواضعه، علم تجربی تئوریك، تصویر طبیعت نیست، بلکه صرفاً بنایی منطقی است. این بنا هم با رعایت خواصّ جهان ساخته نشده است، بلکه خود، خواصّ جهانی ساختگی را رقم می زند: جهانی بر ساخته از مفاهیمی که در قوانین طبیعی برگزیدهٔ

→ *Structure*، سال ۱۹۰۶، ترجمهٔ انگلیسی وینر، *The Aim and Structure of Physical Theory*، سال ۱۹۵۴، چاپ Princeton). در میان متأخّرین هوگو دینگلر از طرفداران این نحله است (از آثار پرشمار او، *Das Experiment* {تجربه}، و *Das Zusammenbruch der Wissenschaft und das Primat der Philosophie* {انهدام علم و اهمیّت فلسفه}، سال ۱۹۲۶ را ذکر می کنیم). * هوگو دینگلر آلمانی را نباید با هربرت دینگل انگلیسی اشتباه گرفت. نمایندهٔ برجستهٔ مشرب اهل مواضعه در عالم انگلیسی زبان، ادینگتون است. این را هم بگوییم که دوئم انجام آزمایشهای فیصله‌بخش را ناممکن می داند (صفحهٔ ۱۱۸ ترجمهٔ انگلیسی) زیرا آنها را آزمایشهای اثباتگر می انگارد. حال آنکه من انجام آزمایشهای فیصله‌بخش ابطالگر را ممکن می‌دانم ← Three Views Concerning Human Knowledge که در مجلّد iii *Contemporary British Philosophy*، سال ۱۹۵۶، و نیز در حدسها و ابطالها، سال ۱۹۵۹ آمده است.

ما خفیّاً تعریف گشته‌اند. در علم فقط از همین جهان سخن می رود و بس.

بدین لحاظ، قوانین طبیعت از نظر اهل مواضعه به مدد مشاهده ابطال‌پذیر نیستند، چه، اصولاً به کمك همین قوانین باید دید خودِ مشاهده و خصوصاً اندازه‌گیری علمی چیست. ما برای تنظیم زمان سنجها و تصحیح مقیاسات (به اصطلاح صلب) اندازه‌گیریمان، ناگزیر قوانینی را که خود وضع کرده‌ایم مبنا قرار می دهیم. زمان سنج «دقیق» و مقیاس اندازه‌گیری «صُلب» آن است که در اندازه‌گیری حرکت، همخوان با اصولی باشد که ما برای مکانیك وضع کرده‌ایم[۲].

مشرب فلسفی اهل مواضعه، از آن رو که نسبت میان تجربه‌ها و تئوریها را روشنتر ساخته، شایستهٔ قدردانی است. در این مشرب، نکته‌ای ارجمند را دریافته‌اند که در مسلك استقرائی سخت مغفول بوده است: این نکته عبارت است از این که افعال و اعمال آگاهانهٔ ما، که خود از مواضعات و قیاسات ما اثر می پذیرند، در اجراء و تفسیر تجربه‌های علمی، سهمی مهمّ دارند. به نظر من، نظام فکری اهل مواضعه نظامی است جامع و استوار، و بعید است کسی در کشف خلل منطقی در آن توفیق یابد. با این همه، من آن را کاملاً ناپذیرفتنی می یابم. این نظام بر تصورّی از علم و اهداف و غایات آن مبتنی است که یکسره با تصوّر من از این

---

۲. این نظر را نیز می توان کوششی برای حلّ مسألهٔ استقراء دانست؛ زیرا اگر قوانین طبیعی، از جنس تعریف و لذا همانگویی باشند، این مسأله دیگر در میان نخواهد ماند. به زعم کورنلیوس (← *Zur Kritik der wissenschaftlichen Grundbegriffe* {در نقد مفاهیم بنیادین علم}، در مجلّد ۲، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۱، شمارهٔ ۴)، گزارهٔ «نقطهٔ ذوب سرب نزدیك ۳۳۵°C است» جزئی از تعریف مفهوم «سرب» است (که به استقراء یافته شده است) و لذا ابطال‌بردار نیست. مادّه‌ای که از هر جهت شبیه سرب باشد ولی نقطهٔ ذوبش متفاوت باشد، اصلاً سرب نیست. امّا به نظر من گزاره‌ای که از نقطهٔ ذوب سرب خبر می دهد، از آن حیث که گزاره‌ای علمی است، تألیفی است. مفاد این گزاره، از جمله این است که عنصری با ساختمان اتمی مشخصّ (عدد اتمی ۸۲)، همواره، هر اسمی بر آن بگذاریم، در این دما ذوب می شود.

(هنگامی که نمونه‌های چاپی کتاب آماده بود افزوده شد.) ظاهراً آیدوکیویچ با کورنلیوس همرأی است (← مجلد ۴ نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۴، صفحات ۱۰۵ و بعد، و نیز در کتابی که در آنجا نامش را برده است، *Das Weltbild und die Begriffsaparatur* {جهان بینی و دستگاه مفاهیم})؛ وی این دیدگاه را «مواضعه‌گرایی افراطی» می نامد.

معانی مباین است. من در علم قطعیّت غایی نمی‌جویم (و لذا آن را در علم نمی‌یابم)، حال آنکه اهل مواضعه، همچنانکه دینگلر آورده است، از علم «نظامی معرفتی مبتنی بر ارکان استوار» چشم می‌دارند. این توقّع البتّه برآمدنی هم هست، چه هر دستگاه علمی را همواره می‌توان دستگاهی از تعاریف خفیّ قلمداد کرد. در ادواری که آهنگ گسترش علم بطیء است کمتر اختلاف نظری میان دانشمندان متمایل به مشرب اهل مواضعه، و آنان که نظری شبیه به نظر من را می‌پسندند، بروز می‌کند ـ یا دست کم اگر هم بروز کند به حوزهٔ بحثهای اهل نظر محدود می‌ماند. لیکن هنگامی که در علم بحران واقع می‌شود، وضع یکسره دگرگون می‌گردد. هرگاه آزمایشهای جدید نتایجی به بار آورد که برحسب نظر من، مبطل دستگاه «غالبِ» روز به شمار می‌رود و آن را تهدید به ابطال می‌کند، از نظر اهل مواضعه، آن دستگاه هیچ متزلزل نمی‌گردد. بلکه اینان در مقام توجیه بر می‌آیند و هر نتیجهٔ خلاف انتظار را لاجرم به ناآشنایی ما با کلّ دستگاه نسبت می‌دهند. گاه نیز نتایج نامعهود را با پیش کشیدن چند فرضیّهٔ کمکی تبصره‌ای، یا مثلاً با پیش نهاد تصحیح ابزارهای اندازه‌گیری، کنار می‌گذارند.

در این مواقع بحرانی است که اختلاف نظر بر سر اهداف علم، حدّت می‌یابد. آنان که هم مشرب ما باشند، نیل به اکتشافات تازه را چشم می‌دارند، و امید می‌برند تا در این راه از دستگاه علمی نوساخته‌ای مدد جویند. از این روست که ما بر آزمایشهای مبطل ارج بسیار می‌نهیم. ما اینگونه آزمایشها را از آن رو سخت عزیز می‌داریم و مایهٔ پیروزی خود می‌شماریم که چشم اندازهای نوی به جهانهایی از تجربه‌های تازه برویمان می‌گشایند. آزمایشهای مبطل، حتّی اگر جدیدترین تئوریهای ما را در بوتهٔ تردید افکنند، باز آنها را عزیز می‌داریم و مایهٔ پیروزی خود می‌شماریم. لکین همین ساختار بالنده، که سخت رویش ستایش ما را بر می‌انگیزد، بچشمِ اهل مواضعه، (به گفتهٔ دینگلر) نشانهٔ «انهدام علم» است. به زعم اینان، تنها یك اصل وجود دارد که به استنادش می‌توان دستگاهی را از میان سایر دستگاههای ممکن، برکشید و ممتاز ساخت؛ و این اصل همانا اصل برگزیدن ساده‌ترینِ دستگاههاست. یعنی برگزیدن ساده‌ترین دستگاه تعاریف خفیّ، که

عملاً جز دستگاه «غالب» زمانه نیست. (دربارهٔ مسألهٔ سادگی بخشهای ۴۱ تا ۴۵، به ویژه بخش ۴۶ را ببینند.)

بنابراین اختلاف نظر من با اهل مواضعه، به صرف گفتگوی نظری جدا از عمل فیصله نخواهد یافت. ولی گمان می کنم که با استنباط از بینش اهل مواضعه می توان اشکالات مهمّی را بر ضابطهٔ تمییز من وارد کرد. از این قبیل که اهل مواضعه می گویند اثبات ناپذیری دستگاههای تئوریك علوم طبیعی را می پذیریم؛ ولی در عین حال قبول داریم که ابطال‌پذیر هم نیستند. چه همواره می توان کاری کرد که هر دستگاه اصل موضوعی دلخواه، «مطابق واقع»[۳] بماند. این کار چند راه دارد (که برخی را پیشتر آوردیم): یکی آوردن فرضیّه‌های تبصره‌ای است؛ دیگری دست بردن در «تعاریف انجام شده با اشاره به مصادیق» (یا «تعاریف مصرّح» نظیر آنها: ← بخش ۱۷) است؛ راه دیگر آن است که شیوه‌ای شکّاکانه در پیش گیریم و به گفته‌های آزمایشگری که مشاهداتش دستگاه اصل موضوعی برگزیدهٔ ما را تهدید می کند، اعتماد نکنیم و مشاهدات او را بدون پشتوانهٔ کافی، غیرعلمی، یا مغرضانه بخوانیم و یا اصلاً بگوییم که او دروغزن است، و مشاهداتش را از دایرهٔ مشاهدات علمی بیرون بگذاریم. (فیزیکدانها در برابر مدّعیان پدیده‌های سحرآمیز، گاه به حقّ چنین می کنند.) آخرین تیر ترکشمان هم آن خواهد بود که حریف تئوری پرداز را به کودنی متصّف سازیم (مثلاً اگر کسی با دینگلر مخالف باشد و معتقد نباشد که تئوری الکتریسته را روزگاری از تئوری گرانش نیوتون نتیجه خواهند گرفت، همین بر سرش خواهد آمد.)

لذا، اهل مواضعه برآنند که نمی توان تئوریها را به دو دستهٔ ابطال‌ناپذیر تقسیم کرد؛ یا اینکه چنین تقسیمی خالی از ابهام نیست. از این رو، بر ضابطهٔ ابطال پذیری ما، هیچ فایده‌ای برای تمییز تئوریهای تجربی از تئوریهای غیرتجربی، مترتّب نمی دانند.

---

۳. کارناپ، *Uber die Aufgabe der Physik* {دربارهٔ نقش فیزیك}، مجلّد ۲۸، نشریهٔ *Kantstudien*، سال ۱۹۲۳، صفحهٔ ۱۰۳.

۲۰. قواعد روش شناسی

ایراداتی که از قولِ اهل مواضعه آوردم، در نظرم همچون خودِ نظام فلسفی اهل مواضعه، سخت مستحکم است. می‌پذیرم که با توسّل به ضابطهٔ ابطال‌پذیری، نمی‌توان دستگاهها را به روشنی تامّ دسته‌بندی کرد: و از تحلیل صورت منطقی گزاره‌های دستگاهها، نمی‌توان حکم کرد که کدام دستگاه، مجموعه‌ای است از تعاریف خفّی ابطال‌ناپذیر قراردادی، و کدام دستگاه، تجربی یا به تعبیر ما ابطال‌پذیر است. امّا این فقط نشان می‌دهد که ضابطهٔ تمییز مرا بدون مدد جستن از قواعدی دیگر، نمی‌توان بر دستگاههای گزاره‌ای اعمال کرد: و من خود در بخشهای ۹ و ۱۱ به این نکته اشاره کردم. اساساً این پرسش که فلان دستگاه، فی حدّ ذاته، قراردادی است یا تجربی، بد مطرح شده است. فقط هنگامی می‌توان دانست که فلان دستگاهِ تئوریك، تجربی است یا قراردادی، که به روشهای بررسی آن دستگاه توجّه کنیم. تنها راه پرهیز از مشرب اهل مواضعه، عزم بر احتراز از استخدام روشهای مواضعه‌گرایانه است: یعنی هرگاه دستگاهی در خطر سقوط قرار گیرد، ما باید از ابقاء آن با تمسّك به ترفندهای مواضعه‌گرایانه بپرهیزیم، و از رفتن به راه همیشه آمادهٔ «حفظ مطابقت با واقع» دستگاهها خودداری کنیم.

سود (و زیان) بهره‌جستن از روشهای مواضعه‌گرایانه را صدسال پیش از پوانکاره، بلك چنین آورده است: «با تصرّفی مناسب در احوال هر فرضیّهٔ دلخواه، می‌توان آن را با هر پدیداری مطابقت بخشید؛ این معنا البتّه قوّهٔ خیال را خشنود می‌سازد، ولی بر دانش ما چیزی نمی‌افزاید.»[۱]

برای تدوین قواعد روش شناسانه‌ای که ما را از تمسّك به ترفندهای اهل مواضعه باز دارد، باید با صور گونه‌گون این ترفندها آشنا شویم، تا به هنگام اقتضا، شیوهٔ مناسب را در مقابل هر یك به کار زنیم. همچنین باید بپذیریم که اگر دریافتیم دستگاهی را با ترفندهای مواضعه‌گرایانه از مهلکه به در برده‌اند، آن را از نو بیازماییم

---

۱. جمیز بلك، *Lectures on the Elements of Chemistry* {دروس مبادی شیمی}، جلد I، ادینبورگ، سال ۱۸۰۳، صفحهٔ ۱۹۳.

و در صورت اقتضاء طردش کنیم.

چهار ترفند اصلی اهل مواضعه را در انتهای بخش گذشته آوردم؛ امّا ترفندهای اینان منحصر به آن چهار نیست برعهدهٔ خود پژوهشگران است، که به ویژه در عرصهٔ جامعه‌شناسی و روان شناسی، برحذر باشند تا فریب وسوسهٔ تمسّك به ترفندهای مواضعه‌گرایانه را نخورند (فیزیکدانها به ظاهر مستغنی از این هشدارند، ولی بیشتر روانکاوان در این دام فرو افتاده‌اند).

و امّا در مورد فرضیّه‌های کمکی این قاعده را وضع می کنیم که فقط آن دسته از فرضیّه‌های کمکی را می توان پذیرفت که از درجهٔ ابطال‌پذیری یا آزمون‌پذیری دستگاه در دست بررسی نکاهد، بلکه بر آن بیفزاید. (شیوهٔ برآورد درجات ابطال‌پذیری در بخشهای ۳۱ تا ۴۰ خواهد آمد). هرگاه پذیرفتن فرضیّه‌ای بر درجهٔ ابطال‌پذیری دستگاهی تئوریك بیفزاید، در واقع به آن تئوری قوّت بیشتری بخشیده است و موجب شده که آن دستگاه گزاره‌های بیشتری را ممنوع، و وقوع پیشامدهای بیشتری را ناممکن بشمارد. به عبارت دیگر، افزودن هر فرضیّهٔ کمکی به دستگاه را باید کوششی در تجدیدبنای دستگاه دانست: و شرط پذیرفتن دستگاه جدید آن است که آن دستگاه حقیقتاً به پیشبرد شناخت ما از جهان کمك کند. اصل طرد پاولی نمونه‌ای از فرضیّه‌های کمکی است که از این لحاظ کاملاً پذیرفتنی اند (← بخش ۳۸) و فرضیّهٔ انقباض فیتز جرالدو لورنتس مثالی است از فرضیّه‌های کمکی نابجا: این فرضیّه هیچ پیامد ابطال‌پذیری نداشت و صرفاً[۱]* به منظور حفظ توافق تئوریها با آزمایشها ـ به ویژه با یافته‌های مایکلسن و مورلی ـ عرضه شده بود. تئوری نسبیّت بود که پیشرفت راستین را با خود آورد، و پیامدها و پدیده‌های فیزیکی جدید را پیش بینی کرد، و لذا راههایی نو در امتحان و ابطال آن تئوری گشود. این قید را هم بر قاعدهٔ روشن شناختیمان بیفزاییم که نه هر فرضیّه‌ای که به شروط یاد شده وفا نکند، مواضعه‌گرایانه است: به خصوص آن گزاره‌های شخصی که به دستگاه تئوریك

۱*. این غلط است، همچنانکه آدلف گرونبام در مجلّد ۱۰، نشریهٔ *B.J.P.S*، سال ۱۹۵۹، صفحات ۴۸ به‌بعد، گفته است. لیکن این فرضیّه که آزمون پذیریش کمتر از نسبیّت خاصّ است، درجات تبصره‌ای بودن را نشان می دهد.

مورد نظر ما متعلّق نیستند (و گاه گزاره‌های کمکی نامیده می‌شوند)، ولی در عین کمك رساندن به آن، لطمه‌ای به آزمون‌پذیریش نمی‌زنند چنین‌اند. (مانند این گزاره که «فلان اندازه‌گیری یا مشاهده که دیگر قابل تکرار نیست، لابد ناشی از خطا بوده است.» ← حاشیهٔ ۶ بخش ۸، و بخشهای ۲۷ و ۶۸).

در بخش ۱۷ از تعاریف مصرّح سخن گفتم و بیان کردم که تصورّات دستگاههای اصل موضوعی را چگونه برحسب تصورّاتی که اخصّ از آنها هستند، معنا می‌کنند. اینگونه تعاریف را اگر لازم باشد می‌توانیم تغییر دهیم. ولی تغییر آنها را باید تغییر کلّ دستگاه بدانیم، و دستگاه جدید را از نو امتحان کنیم. باید بدانیم که اسمهای کلّی تعریف نشدهٔ هر دستگاه بر دو دسته‌اند: (۱) برخی مفاهیم تعریف نشده فقط در کلّیترین گزاره‌های دستگاه جا دارند و علم ما به نسبت منطقی مفاهیم دیگر با آنهاست که موارد استعمالشان را معیّن می‌سازد. اینها را می‌توان در جریان قیاسات حذف نمود («انرژی» نمونه‌ای است از این قبیل مفاهیم[۲]). (۲) برخی دیگر از مفاهیم تعریف نشده هستند که در گزاره‌هایی با مراتب کلیّت کمتر نیز می‌آیند و معنایشان را موارد استعمالشان معیّن می‌سازد. (مفاهیم «حرکت»، «جرم نقطه‌ای» و «وضعیّت» از این دسته‌اند.) در مورد این قبیل مفاهیم تعریف نشده نیز، همچون گذشته تابع قواعد روش شناسانه‌مان خواهیم بود، ولی تغییر ناگفتهٔ موارد استعمال آنها را جائز نمی‌دانیم.

در قبال دو ترفند باقیمانده (که ناظر به کاردانی آزمایشگر یا تئوری پرداز است)، قواعدی مشابه اختیار خواهیم کرد. قبول یا ردّ نتایج برآمده از آزمایشهایی که برای همگان امتحان کردنی‌اند، وابسته به قبول یا ردّ نتایج برآمده از آزمایشهای خلاف آنهاست. و از نتایج منطقی که احیاناً بعدها کشف خواهد شد می‌توان چشم‌پوشید.

---

۲. برای نمونه مقایسه کنید با مقالهٔ هان، *Logik, Mathematik, und Naturenkennen* {منطق، ریاضیات و شناخت طبیعت}، در مجلّد ۲، نشریهٔ *Einheitswissenschaft*، سال ۱۹۳۳، صفحات ۲۲ به بعد. در این باب همین قدر می‌گویم که به نظر من تصوّرات «قابل تحصیل» (یعنی قابل تعریف تجربی) به هیچ وجه وجود ندارد. به جای آنها من اسمهای کلّی تعریف نشدنی را به کار می‌برم که استعمال آنها در زبان تثبیتشان می‌کند. پایان بخش ۲۵ را نیز ببینید.

۲۱. تحقیق منطقی در ابطال‌پذیری

فقط دستگاههایی را که برحسب قواعد روش تجربی ما صفت ابطال‌پذیر می یابند باید از ترفندهای اهل مواضعه در امان نگاه داشت. در اینجا فرض می کنیم که راه را بر اینگونه ترفندها بسته‌ایم و به تحقیق در خواصّ منطقی این قبیل دستگاههای ابطال‌پذیر می پردازیم. خواهیم کوشید تا ابطال‌پذیری تئوریها را برحسب نسبتهای منطقی میان تئوریها و مجموعهٔ گزاره‌های پایه تعریف نماییم.

در فصل بعد ویژگیهای آن دسته از گزاره‌های شخصی را که بر آنها نام «گزاره‌های پایه» نهاده‌ام، به تفصیل خواهم آورد، و در این معنا که آیا خود آن گزاره‌ها ابطال‌پذیر هستند یا نه، بحث خواهم کرد. فعلاً فرض می کنیم که گزاره‌های پایهٔ ابطال‌پذیر وجود دارد. همینجا می گویم که مراد من از «گزاره‌های پایه» گزاره‌های پذیرفته شده نیست. بلکه مجموعهٔ گزاره‌های پایه، در نزد من، همهٔ گزاره‌های شخصی عاری از تناقضی را که صورت منطقی خاصّی دارند، یعنی جمیع گزاره‌های شخصی خبری متصوّر را، در بر می گیرد. از این رو در مجموعهٔ گزاره‌های پایه، گزاره‌های بسیاری می توان یافت که نقیض یکدیگرند.

اوّلین قول در تعریف تئوریهای «تجربی» این است: تئوری تجربی آن است که بتوان گزاره‌هایی شخصی را از آن نتیجه گرفت. لیکن این تعریف کارساز نیست. زیرا برای استنتاج گزاره‌های شخصی از هر تئوری، باید گزاره‌های شخصی دیگری را در کار آورد تا شرایط اوّلیّه را مشخّص کنند و معلوم سازند که به جای متغیرّهای تئوری چه باید گذاشت. قول دوّم این است: تئوری تجربی آن است که بتوان با بهره‌جستن از گزاره‌های شخصی حاکی از شرایط اوّلیّه، گزاره‌های شخصی دیگری را از آن نتیجه گرفت. لیکن این نیز چاره‌ساز نیست؛ چه، از تئوریهای غیرتجربی (مثلاً تئوریهای همانگویانه) نیز می توان گزاره‌هایی شخصی را به مدد گزاره‌های شخصی دیگر نتیجه گرفت. (بنابر قواعد منطق، از ترکیب عطفی «دو دو تا چهارتاست» و «در این محل کلاغی سیاه وجود دارد» می توان نتیجه گرفت که «در این محل کلاغی وجود دارد».) حال، حتّی اگر بگویند تجربی بودن تئوری در گرو آن است که از ترکیب عطفی آن با شرایط اوّلیّه بتوان نتایجی گرفت که از تئوری به

تنهایی برنیاید، باز هم حقّ مطلب ادا نمی شود. این شرط، تئوریهای همانگویانه را از دایرهٔ تئوریهای تجربی خارج می سازد، ولی تئوریهای متافیزیکی تألیفی را کنار نمی گذارد. (مثلاً از اینکه «هر پیشامد علّتی دارد» و «در این محلّ حادثه‌ای ناگوار در حال وقوع است»، می توان نتیجه گرفت که «این حادثه ناگوار، علّتی دارد.»)

بدین ترتیب، به این تعریف رهنمون می شویم که تئوری تجربی آن است که شمار گزاره‌های شخصی تجربی ای که می توان از آن نتیجه گرفت، بیش از گزاره‌هایی باشد که از خود شرایط اوّلیّه به تنهایی نتیجه می شود[1]*. لذا تعریف خود را باید بر نوع خاصّی از گزاره‌های شخصی مبتنی سازیم. گزاره‌های پایه همین نوع خاصّ را تشکیل می دهند. من می دانم که مشخّص نمودن نحوهٔ بهره‌جستن از

۱*. پس از انتشار کتاب من، حتّی ناقدانی که ضابطهٔ ابطال‌پذیری مرا مسخره می کردند، بارها مبانی ای معادل آنچه در اینجا آمده است پیش کشیدند تا ضابطه‌ای برای معناداری جمله‌ها (و نه ضابطه‌ای برای تمییز دستگاههای تئوریك علمی) به دست دهند. لیکن به آسانی می بینیم که آنچه گفتیم، اگر ضابطه‌ای برای تمییز شمرده شود، معادل ابطال‌پذیری است. زیرا اگر گزارهٔ پایهٔ b_2 از b_1 نتیجه نشود، ولی از ترکیب عطفی b_1 با تئوری t نتیجه شود (آنچه گفتیم همین است)، ترکیب عطفی b_1 با نقیض b_2 تئوری t را نقض خواهد کرد. ولی ترکیب عطفی b_1 با نقیض b_2، یك گزارهٔ پایه است (← بخش ۲۸). بنابراین ضابطهٔ ما وجود گزارهٔ پایهٔ مبطل، یعنی ابطال‌پذیری را دقیقاً به معنایی که موردنظر من است، لازم می آورد. (حاشیهٔ ۱* بخش ۸۲ را نیز ببینید).

امّا چنانچه آن را ضابطهٔ معناداری (یا «اثبات پذیری ضعیف») بینگاریم، به دلایل گوناگون دیگر کارساز نخواهد افتاد. اوّلاً بنابراین ضابطه، نقیض برخی گزاره‌های با معنی، فاقد معنا خواهد بود. ثانیاً ترکیب عطفی یك گزارهٔ بامعنا با یك «شبه جملهٔ بی معنی» با معنا خواهد بود. و اینها هردو به یك اندازه نامعقول‌اند.

حال اگر بخواهیم این دو انتقاد را در مورد ضابطهٔ تمییز من به کار گیریم، می بینیم که هردو بی اثرند. در مورد اوّلی بخش ۱۵، به ویژه حاشیهٔ ۲* را که پیشتر آمد (و بخش ۲۲* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را) ببینید. در مورد دوّمی می گوییم تئوریهای تجربی (مانند تئوری نیوتن) ممکن است عناصر «متافیزیکی» داشته باشند. ولی هیچ قاعدهٔ روش شناختی تخلّف ناپذیری نمی توان برای زدودن آن عناصر آورد. ولی اگر موفّق شویم تئوری را به صورتی عرضه کنیم که از ترکیب دو قسمت آزمون‌پذیر و آزمون‌ناپذیر تشکیل شده باشد، بی شكّ خواهیم توانست یکی از عناصر متافیزیکیش را حذف کنیم.

بند پیشین این حاشیه را می توان متضمّن یك قاعدهٔ روش شناسانهٔ دیگر دانست (← انتهای حاشیهٔ ۵* بخش ۸۰): هرگاه از تئوری رقیب انتقادی کردیم، همواره باید به جدّ بکوشیم تا همان انتقاد یا انتقادی مشابه را متوجّه تئوری خود سازیم.

دستگاههای تئوریك پیچیده در استنتاج گزاره‌های شخصی یا گزاره‌های پایه، سخت دشوار است. لذا تعریف خود را اینطور بیان می‌کنم. تئوری «تجربی» یا «ابطال‌پذیر» آن است که مجموعهٔ جمیع گزاره‌های پایهٔ ممکن را به روشنی تمام به دو زیر مجموعهٔ غیرخالی تقسیم کند: یکی مجموعهٔ گزاره‌هایی که تئوری آنها را نفی می‌کند (یا آنها را ممنوع می‌شمارد و کنار می‌گذارد)، و دیگر مجموعهٔ گزاره‌هایی که آنها را نفی نمی‌کند (یا مجاز می‌شمارد). مجموعهٔ اوّل را مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ تئوری مورد بحث خواهیم خواند. در یك کلام، تئوری ابطال‌پذیر آن است که مجموعهٔ مبطلات بالقوّه‌اش خالی نباشد.

این را هم اضافه کنیم که هر تئوری فقط درباره مبطلات بالقوّه‌اش حکم می‌کند (و حکم به بطلان آنها می‌دهد). تئوریها درباره گزاره‌های پایهٔ «مجاز» هیچ نمی‌گویند: خصوصاً حکم به راستی آنها نمی‌دهند[۲*].

۲۲. ابطال‌پذیری و ابطال {بالفعل}

لازم است بر تفاوت میان ابطال‌پذیری و ابطالِ {بالفعل} تأکید کنیم. ابطال‌پذیری محکّی است که ما برای سنجش تجربی بودنِ گزاره‌ها بکار می‌زنیم؛ همین و بس. حال آنکه برای باطل شمردن دستگاهها ناچاریم قواعد ویژهٔ دیگری در کار آوریم که تعیین کنند دستگاههای باطل کدام‌اند.

لازمهٔ باطل شمردنِ هر دستگاه، پذیرفتنِ گزاره‌های پایه‌ای نقیض آن دستگاه است (← بخش ۱۱، قاعدهٔ ۲). این شرط البتّه لازم است نه کافی، چه، می‌دانیم که پیشامدهای تك افتادهٔ تکرارناپذیر در علم اهمیّت ندارد. از این روست که چند گزارهٔ پایه جسته و گریخته در نقض تئوری ما را بر آن نمی‌دارد تا آن را باطل بشماریم و کنار بگذاریم. بلکه ما فقط هنگامی به بطلان تئوریها فتوا می‌دهیم که پدیده‌ای

۲*. در واقع بسیاری از گزاره‌های پایهٔ «مجاز»، در حضور تئوری متناقض خواهند بود. (← بخش ۳۸.) مثلاً هر مجموعه از نقاط که بیش از سه عضو نداشته باشد، در قانون کلّی «همهٔ سیّارات در مسیر مستدیر می‌گردند» (یعنی «همهٔ مواضعی که یك سیّاره اختیار می‌کند بر یك دایره واقع‌اند») صدق می‌کند؛ ولی هردو مجموعه از اینگونه «مصادیق» غالباً ناسازگارند.

تکرارپذیر دالّ بر بطلان آنها یافته باشیم. به عبارت دیگر ما فقط هنگامی ابطال تئوری را می‌پذیریم که فرضیهٔ تجربی تقویت شده‌ای اخصّ از تئوری بیابیم که بر پدیدهٔ تکرارپذیر مبطل تئوری دلالت کند. ما این فرضیه را فرضیهٔ مبطل[1] خواهیم خواند. معنی اینکه می‌گوییم فرضیه‌های مبطل باید تجربی ـ و لذا ابطال‌پذیر باشند، همین است که باید میان اینگونه فرضیه‌ها و سایر گزاره‌های پایه، نسبت منطقی خاصّی برقرار باشد: لذا این شرط فقط به صورت منطقی فرضیه‌ها راجع می‌شود. و مقصودمان از اینکه می‌گوییم اینگونه فرضیّه‌ها باید فرضیه‌هایی تقویت شده باشند، تأکید بر این است که فرضیّه‌ها را باید در مصافّ با گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده امتحان کرد و دریافت که کدام فرضیّه‌ها از امتحان سرافراز بر می‌آیند[1*].

---

۱. فرضیّهٔ مبطل ممکن است در مرتبهٔ بسیار پایینی از کلّیّت باشد (چنانکه گویی حاصل تعمیم مختصات خارجی برآمده از مشاهده است؛ برای نمونه، از آنچه ماخ «واقعیّت» خوانده است، و در بخش پیش آوردیم، یاد می‌کنم). هرچند فرضیّهٔ مبطل باید برای همگان امتحان کردنی باشد، لازم نیست یك گزارهٔ کلّی حقیقی باشد. برای ابطال گزارهٔ «همهٔ زاغان سیاه‌اند»، این گزاره که در باغ وحش نیویورك یك دسته زاغ سفید وجود دارد، که امتحان کردنش برای همگان میسّر است، کفایت می‌کند. * همهٔ اینها نشان می‌دهد که تعویض فرضیّهٔ باطل با فرضیّه‌ای بهتر چقدر فوریّت دارد. بیشتر اوقات، پیش از ابطال یك فرضیّه، فرضیّهٔ دیگری را در آستین داریم، و آزمایش مبطل، معمولاً آزمایشی فیصله‌بخش است برای انتخاب یکی از دو فرضیّه. یعنی آزمایش مبطل از آنجا پیش می‌آید که دو فرضیّه از جهاتی متفاوتند و در اثر این تفاوت، (دست کم) یکی از آن دو باطل می‌شود.

۱*. شاید چنین تصوّر شود که در احالهٔ موضوع به گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده، رگه‌هایی از تسلسل بی‌فرجام وجود دارد. مسألهٔ از این قرار است؛ از آنجا که هر فرضیّه با پذیرفتن یك گزارهٔ پایه باطل می‌شود، نیاز به قواعد روش شناسانه برای پذیرفتن گزاره‌های پایه داریم. حال گویی اگر این قواعد روش شناسانه، خود به گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده احاله یابند، به دام تسلسلی بی‌فرجام خواهیم افتاد. جواب من این است که ما قواعدی می‌خواهیم که صرفاً ناظر به پذیرفتن گزاره‌هایی پایه برای ابطال فرضیّه‌های امتحان شده و سرافراز باشند؛ و گزاره‌های پایه‌ای که قاعدهٔ یاد شده ناظر به آنهاست لزوماً چنین نیستند. علاوه بر این، قاعده‌ای که در متن بیان شده بسیار جامعتر است، و فقط جنبهٔ مهمّی از پذیرش گزاره‌های پایه‌ای در آن آمده است که برای ابطال فرضیّه‌هایی که از سایر جهات موفق‌اند در کار می‌آیند. در فصل ۷ (به خصوص در بخش ۲۹) این قاعده بسط بیشتر خواهد یافت.

پرفسور جوزف هِنری ووجر، از من پرسید: برای آنکه پدیده‌ای را «پدیده‌ای تکرارپذیر» (یا «اکتشاف») بدانیم، چند بار باید واقعاً تکرار شود؟ پاسخ این است که گاه حتّی یکبار هم لازم نیست. ←

پس ما از دو جهت از گزاره‌های پایه بهره می جوییم. از یك سو با استفاده از مجموعهٔ جمیع گزاره‌های پایهٔ منطقاً ممکن، صورت منطقی گزاره‌های تجربی را تعریف می کنیم. از سوی دیگر، از گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده برای تقویت فرضیّه‌هایمان بهره می جوییم. هرگاه گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده‌ای، یك تئوری را نقض کنند، فقط به شرطی آنها را برای ابطال تئوری کافی خواهیم شمرد که در عین حال فرضیّهٔ مبطل آن تئوری را تقویت کنند.

۲۳. پیشامدها و رویدادها

شرط ابطال‌پذیری که در آغاز اندکی مبهم می نمود، اینك دو جزء یافته است. جزء اوّلش که عبارت است از مواضعهٔ روش شناسانهٔ مذکور در بخش ۲۰، بادقّت تمام قابل مرزبندی نیست. امّا جزء دوّم شرط ابطال‌پذیری که جنبهٔ منطقی آن است، به محض تعیین اینکه گزاره‌های «پایه» کدام اند (← بخش ۲۸)، به روشنی معلوم می گردد. تا اینجا جنبهٔ منطقی شرط ابطال‌پذیری را به نحو صوری همچون نسبتی میان گزاره‌ها ـ میان گزاره‌های سازندهٔ تئوری و گزاره‌های پایه ـ دانستیم. شاید اگر این شرط منطقی را به زبانی «واقعگرا»تر بیان کنم، مطلب روشنتر و به فهم نزدیکتر گردد. این نحو بیان، همچنان معادل نحوهٔ صوری آن است، لکن این حسن را دارد که قدری به کاربرد عرفی نزدیکتر است.

در نحوهٔ «واقعگرایانهٔ» بیان، می گوییم هر گزارهٔ شخصی (هر گزارهٔ پایه) خبر از پیشامدی می دهد. لذا به جای آنکه بگوییم هر تئوری پاره‌ای از گزاره‌های پایه را ممنوع می شمارد و کنار می گذارد، خواهیم گفت که هر تئوری برخی پیشامدهای

→ اگر من بگویم در باغ وحش نیویورك یك دسته زاغ سفید وجود دارد، سخنی گفته‌ام که آزمودنش علی الاصول برای همگان میسّر است. حال اگر کسی درصدد امتحان این گزاره برآید و هنگامی که به محل می رسد به او بگویند که همهٔ آن پرندگان مرده‌اند، یا آنکه کسی در آن باره خبری ندارد، دیگر بر عهدهٔ خود اوست که گزارهٔ پایهٔ مبطل مرا بپذیرد یا نه. معمولاً راههایی برای اتخاذ رأی در این باره وجود دارد و او می تواند به بررسی قرائن و اسناد و غیره بپردازد، یعنی می تواند به سایر اموری متوسّل شود که برای همگان امتحان کردنی و تکرار پذیرند (← بخشهای ۲۷ تا ۳۰).

ممکن را ممنوع می شمارد، و اگر این قبیل پیشامدها به واقع رخ دهد، تئوری باطل خواهد گردید.

شاید اعتراض کنند که چرا من لفظ مبهم «پیشامد» را به کار برده‌ام. کسانی[1] گفته‌اند که الفاظی چون «رویداد» و «پیشامد» را اصولاً باید از مباحث معرفت‌شناسی بیرون ریخت، و به جای سخن گفتن از «وقوع پیشامدها» یا «بروز رویدادها»، باید دربارهٔ صدق و کذب گزاره‌ها بحث کرد. ولی من مایلم لفظ «پیشامد» را نگه دارم، و معتقدم که به آسانی می توان چنان تعریفش کرد که دیگر جای اعتراض نباشد؛ آنگاه خواهیم توانست به جای سخن گفتن از گزاره‌های شخصی، از پیشامدهای نظیرشان سخن بگوییم.

پیش از آوردن تعریف «پیشامد»، این را بگویم که ما همواره دو گزارهٔ منطقاً معادل را (یعنی دو گزاره را که هر یك از دیگری قابل استنتاج است) مخبر از پیشامدی واحد می شماریم. بنابراین «پیشامد» را اینطور تعریف می کنیم: گیریم p_k گزاره‌ای شخصی باشد، (زیرنویس k نشاندهندهٔ اسمهای خاصّ یا مختصّاتی است که در p_k آمده است) مجموعهٔ همهٔ گزاره‌های معادل p_k، پیشامد p_k را تشکیل می دهد. بنابراین، می گوییم اینکه اینك در این محل صدای رعد می آید، یك پیشامد است. این پیشامد عبارت است از مجموعهٔ گزاره‌های «اینك در این محل صدای رعد می آید»؛ «در ساعت پنج و ربع بعدازظهرِ دهم ژوئن ۱۹۳۳ در محلّهٔ سیزده وین صدای رعد می آید»، و سایر گزاره‌های معادل اینها. این بیان واقعگرایانه که «گزارهٔ p_k نمایندهٔ پیشامد p_k است» چنین معنی می دهد که «گزارهٔ p_k عضوی است از مجموعهٔ p_k که مشتمل است بر همهٔ گزاره‌های معادل p_k» گزارهٔ «پیشامد p_k

---

۱. به خصوص بعضی که در باب احتمالات نوشته‌اند؛ ← کینز *A Treatise on Probability*، سال ۱۹۲۱، صفحهٔ ۵. کینز اشاره می کند که انسیّون نخستین کسی بود که کاربرد «نحو صوری بیان» را پیش‌نهاد؛ همچنین به بول، چوبر، واستامپف ارجاع می‌دهد. * هرچند هنوز تعاریف («نحوی») خود از «پیشامد» و «رویداد» را وافی به مقاصد خویش می‌دانم، دیگر اعتقاد ندارم که این تعاریف از نظر عرفی نیز رسا باشند؛ یعنی گمان نمی کنم که این تعاریف به خوبی نمایانگر استعمال و اطلاق این معانی در نزد ما باشند. این مطلب را آلفرد تارسکی (در ۱۹۳۵، در پاریس) به من تذکار داد و گفت باید برای آنها تعریف «معنایی» آورد نه «نحوی».

واقع شده است» (یا «در حال وقوع است») نیز بدان معناست که «p_k» و جمیع گزاره‌های معادلش صادقند».

منظورم از آوردن این قواعد تبدیل این نیست که هر کس لفظ «پیشامد» را در نحوهٔ واقعگرایانهٔ بیان بکار می برد، به مجموعه‌ای از گزاره‌ها می اندیشد. بلکه فقط می خواهم نحوهٔ واقعگرایانهٔ بیان را چنان معنی کنم که عبارت پیشامد p_k، تئوری t را نقض می کند، در آن قابل فهم باشد، و چنین معنی دهد که هر گزارهٔ معادل p_k تئوری t را نقض می کند، و لذا مبطل بالقوّهٔ آن است.

حال، لفظِ «رویداد» را در میان می آوریم تا شئون کلّی یا نوعی پیشامدها را در برگیرد و بر آنچه در هر پیشامد اسمی کلّی بر می دارد، دلالت کند. (بنابراین در نزد ما، رویداد به معنی پیشامدی مهمّ و مؤثّر نیست، خواه معنای عرفی آن این باشد، خواه نه.) تعریف ما این است: گیریم .... p_k , p_l , اعضای مجموعه‌ای از پیشامدها باشند که تنها تفاوتشان در شئون خاصّ و جزئی (نقاط یا مناطق جای ـ گاهی) است؛ ما این مجموعه را «رویدادِ (P)» خواهیم نامید. برحسب این تعریف مثلاً می گوییم مجموعهٔ گزاره‌های هم ارز با «لیوان آبی اکنون در این محلّ برگردانده شده است»، عضوی است از رویداد «برگرداندن لیوانی از آب».

به بیان واقعگرایانه، می گوییم گزارهٔ شخصی P_k که نمایندهٔ پیشامد p_k است، خبر از وقوع رویداد (P) درجای ـ گاه k می دهد. معنای این سخن آن است که «مجموعهٔ P_k» که عبارت است از مجموعهٔ گزارهای هم ارز با p_k، عضوی است از رویداد (P).

اینک مسألهٔ خود را با استفاده از این اصطلاحات[۲] بیان می کنیم. می گوییم هر

---

۲. توجّه کنید که گزاره‌های شخصی حاکی از پیشامدها هستند، ولی گزاره‌های کلّی حاکی از رویدادها نیستند؛ بلکه حاکی از ممنوعیّت آنها هستند. همچنین در مورد مفهوم «پیشامد» نیز با گفتن اینکه گزاره‌های کلّی از یکنواختی حکایت می کنند می توان، یکنواختی یا «نظم» را تعریف کرد. لیکن با توجّه به اینکه آنچه برای ما مهم است فقط چیزی است که گزاره‌های کلّی کنار می گذارند، نیازی به این گونه مفاهیم نداریم. به این دلیل ما توجهّی به این سؤال نداریم که آیا یکنواختی (یا «امور» کلّی و غیر ذلك) وجود دارد یا نه. * به این قبیل سؤالات در بخش ۷۹، و نیز در پیوست x*، و بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی پرداخته‌ام.

تئوری ابطال‌پذیر باید نه فقط یك پیشامد، بلکه دست کم یك رویداد را ممنوع شمارد و کنار زند. لذا شمار گزاره‌های پایهٔ ممنوع در هر تئوری ـ یعنی عدّهٔ اعضای مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ آن ـ اگر صفر نباشد، نامتناهی است؛ اصولاً تئوریها به امور خاصّ نظر ندارند. ما گزاره‌های شخصی پایه‌ای را که همه عضو یك رویداد باشند، گزاره‌های «ممنوع» خواهیم خواند؛ همانگونه که گزاره‌های هم‌ارز همه حاکی از یك پیشامدند، گزاره‌های ممنوع همه در وصف یك نوع رویدادند.

بنابراین، هر مجموعهٔ غیرخالی از مبطلات بالقوّهٔ یك تئوری، دست کم یك مجموعهٔ غیرخالی از گزاره‌های پایهٔ ممنوع را در بردارد.

حال مجموعهٔ جمیع گزاره‌های پایهٔ ممکن را به شکل سطحی مستدیر تصویر می‌نمائیم و فرض می‌کنیم این سطح نشان دهندهٔ همهٔ جهانهایی که تجربه در آنها میسّر است، یا جمیع جهانهای تجربه‌پذیر ممکن باشد. حال فرض می‌کنیم که هر رویداد را یکی از شعاعهای این سطح نشان می‌دهد (دقیقتر این است که فرض کنیم هر رویداد را سطحی بسیار باریك ـ یا قطاعی بسیار باریك ـ بر راستای یکی از شعاعها نشان می‌دهد.) و فرض می‌کنیم که فاصلهٔ هر دو پیشامدی که بر مختصّات (افراد) واحد دلالت کنند تا مرکز دایره برابر است، و آن دو پیشامد بر یك دایره واقع‌اند. حال اصل ابطال‌پذیری را بدین نحو بیان می‌کنیم: شرط تجربی بودن هر تئوری آن است که دست کم وجود یك شعاع (یا یك قطاع بسیار باریك) را به روی سطح مذکور ممنوع اعلام کند.

این تصویر در توضیح بسیاری از مسائل ما مفید خواهد افتاد[1]*.

متافیزیکی شمردن گزاره‌های وجودی محض (که در بخش ۱۵ اشارهٔ موجزی بدان رفت)، یکی از این مسأله‌هاست. روشن است که هر گزارهٔ وجودی محض، خبر از وقوع یك رویداد (یا وجود یك شعاع) می‌دهد و هر یك از گزاره‌های پایهٔ متعلّق به آن رویداد، آن گزاره را ثابت می‌کند. امّا مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ چنین گزاره‌ای خالی است و لذا از گزاره‌های وجودی هیچ نتیجه‌ای راجع به جهانهای تجربه‌پذیر

۱*. از این تصویر، ذیلاً به ویژه در بخشهای ۳۱ به بعد استفاده خواهیم کرد.

ممکن نمی‌توان گرفت (چه این گزاره‌ها هیچ شعاعی را ممنوع و مُحال نمی شمارند.) عکس این قضیه درست است و استنتاج گزاره‌های وجودی محض از گزاره‌های پایه میسّر است؛ ولی این دلیل تجربی بودن گزاره‌های وجودی محض نیست، چه گزاره‌های همانگویانه نیز از گزاره‌های پایه قابل استنتاج‌اند (اصولاً گزاره‌های همانگویانه را از هر گزاره‌ای می‌توان نتیجه گرفت).

در اینجا خوب است سخنی هم از گزاره‌های تناقض‌آمیز در میان آوریم.

برخلاف گزاره‌های همانگویانه و گزاره‌های وجودی محض و سایر انواع گزاره‌های ابطال‌ناپذیر که دربارهٔ مجموعهٔ گزاره‌های پایهٔ ممکن خاموشند، گزاره‌های تناقض‌آمیز سخت پرمدّعا هستند. هر گزارهٔ دلخواهی از گزاره‌های تناقض‌آمیز قابل استنتاج است[۲*]. از این رو مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ هر گزارهٔ

---

۲ *. این نکته را حتّی ده سال پس از انتشار این کتاب، عموماً نفهمیده بودند. لبّ مطلب از این قرار است: هر گزاره‌ای که در عالم واقع کاذب باشد، «بالمادّه مستلزم» هر گزارهٔ دیگر است (امّا منطقاً متضمّن هر گزاره‌ای نیست). گزاره‌ای که منطقاً کاذب باشد منطقاً مستلزم ـ متضمّن ـ هر گزارهٔ دیگر است. بنابراین بسیار ضرورت دارد که میان گزاره‌ای که صرفاً در عالم واقع کاذب است (گزاره‌ای تألیفی) و گزاره‌ای که منطقاً کاذب یا ناسازگار یا تناقض آمیز باشد، یعنی گزاره‌ای که گزاره‌ای به صورت $p.\bar{p}$ را نتیجه بدهد، به روشنی فرق بگذاریم.

این را که گزارهٔ تناقض آمیز هر گزاره‌ای را نتیجه می‌دهد، به این نحو نشان می‌دهیم:

از «قضایای بنیادین راسل مستقیماً نتیجه می‌شود

$$p \rightarrow (p \vee q) \qquad (۱)$$

و نیز با گذاردن «$\bar{p}$» به جای «p» و سپس «q» به جای «$\bar{p} \vee q$» نتیجه می‌شود

$$\bar{p} \rightarrow (p \rightarrow q). \qquad (۲)$$

و قاعدهٔ عطف مقدّمتین نتیجه می‌دهد

$$p.\ \bar{p} \rightarrow q \qquad (۳)$$

رابطهٔ (۳) امکان می‌دهد که با استفاده از قیاس استثنائی با وضع مقدّم، هر هر گزارهٔ q را از هر گزاره به صورت «$\bar{p}.p$» یا «$p.\bar{p}$» نتیجه بگیریم. (نوشتهٔ من در مجلّد ۵۲ نشریهٔ *Mind*، سال ۱۹۴۳، صفحات ۴۷ به بعد را نیز ببینید.) این معنا را که از مقدّمات تناقض آمیز، هر نتیجه‌ای می‌توان گرفت، وینر جزو مشهورات آورده است، (*The Philosophy of Bertrand Russell*) {فلسفهٔ برتراند راسل}، ویراسته پل آرتور شیلپ، سال ۱۹۴۴، صفحهٔ ۲۶۴)؛ شگفت اینکه راسل خود در پاسخ به وینر با این معنا مخالفت کرده است (پیشین، صفحات ۹۶۵ و بعد)، ولی سخن وی راجع به قضایای «کاذب» است، ←

تناقض آمیز، همان مجموعهٔ همهٔ گزاره‌های پایهٔ ممکن است، و جمیع گزاره‌ها آن را نفی می‌کنند. (شاید این نیز مزیّت دیگری باشد برای روش ما که به جای موارد اثبات، موارد ابطال هر گزاره را بررسی می‌کنیم: چه، اگر می‌شد گزاره‌ای را از راه اثبات پیامدهای منطقیش ثابت کرد یا حتّی محتمل دانست، ناگزیر پذیرفتن صدق هر گزارهٔ دلخواه، مؤیّد صدق، یا دلیل اثبات، یا دست کم نشانهٔ محتمل بودنِ همهٔ گزاره‌های تناقض آمیز می‌گردید.)

۲۴. ابطال‌پذیری و عاری بودن از تناقض

اینکه می‌گویند هر دستگاه تئوریك یا دستگاه اصل موضوعی، باید عاری از تناقض باشد، در میان سایر احکام راجع به دستگاههای تئوریك، منزلت ویژه‌ای دارد. نخستین شرطی که هر دستگاه تئوریك باید بدان وفا کند همین است که عاری از تناقض باشد: خواه آن دستگاه تجربی باشد، خواه غیرتجربی.

صرفاً با ذکر این نکتهٔ بدیهی که دستگاههای تناقض آمیز را بدلیل «کذبشان» باید کنار گذاشت، نمی‌توان حقّ مطلب را ادا کرد و اهمیّت این شرط را معلوم ساخت. زیرا ما بسیاری از اوقات گزاره‌هایی را بکار می‌بریم که در واقع کاذبند، ولی خواستهٔ ما را در بعض موارد برآورده می‌سازند[۱*]. (مانند تقریب نرنست از معادلهٔ تعادل گازها.) اهمیّت این شرط را هنگامی در می‌یابیم که بدانیم دستگاههای تناقض آمیز بر دانش ما هیچ نمی‌افزایند؛ چه، هر گزارهٔ دلخواه را از این قبیل دستگاهها می‌توانیم نتیجه بگیریم. هیچ دستگاه تناقض آمیزی مجموعهٔ گزاره‌های ممکن را به دو دستهٔ گزاره‌های استنتاج‌پذیر از خود و گزاره‌های نقیض خود تقسیم نمی‌کند؛ بلکه همهٔ گزاره‌ها از هر دستگاه تناقض آمیز قابل استنتاج‌اند. ولی

→ در حالیکه وینر از مقدّمات «تناقض آمیز» سخن می‌گوید. ← حدسها و ابطالها، سالهای ۱۹۶۳، ۱۹۶۵، صفحات ۳۱۷ به بعد.

۱* ← ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، بخش ۳*، (پاسخ من به «پیشنهاد دوّم»)، و بخش ۱۲*، نکتهٔ (۲).

هر دستگاه عاری از تناقض، مجموعهٔ جمیع گزاره‌های ممکن را به دو دسته تقسیم می‌کند: گزاره‌هایی که آن را نفی می‌کنند، و گزاره‌هایی که نفی اش نمی‌کنند. (گزاره‌های استنتاج‌پذیر در دستهٔ دوّم جا می‌گیرند.) از همین جهت است که عاری بودن از تناقض اعمّ از همهٔ شروطی است که هر دستگاه تئوریك ـ خواه تجربی، خواه غیرتجربی ـ باید بدانها وفا کند.

دستگاههای تئوریك تجربی، علاوه بر عاری بودن از تناقض، باید به شرط دیگری نیز وفا کنند که همان ضابطهٔ ابطال‌پذیری است. این دو شرط بسیار به هم شبیه‌اند[1]. گزارهٔ تناقض آمیز، از عهدهٔ تمییز میان هیچ دو گزاره از گزاره‌های ممکن بر نمی آید. گزارهٔ ابطال‌ناپذیر نیز از عهدهٔ تمییز میان هیچ دو گزاره از گزاره‌های پایهٔ تجربی ممکن بر نمی آید.

---

۱. ← نوشتهٔ من در مجلّد ۳، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۳، صفحهٔ ۴۲۶. * این نوشته اینك در پیوست i* همین کتاب آمده است.

فصل V

مسألهٔ تعیین مبنای تجربه

مسألهٔ ما اینك از بررسی ابطال‌پذیری تئوریها، تحویل شده است به مطالعه در ابطال‌پذیری گزاره‌هایی که گزاره‌های پایه نامیدیم. اکنون می‌خواهیم بدانیم این گزاره‌های پایه، چه نوع گزاره‌هایی اند و راه ابطالشان چیست. پژوهشگران در علوم، دغدغهٔ این گونه مسائل را ندارند، ولی از آنجا که این مسأله را غبار ابهام و کجفهمی فرو پوشانده است، بجاست که ما درباره‌اش قدری به تفصیل سخن بگوییم.

۲۵. آیا محسوسات بالذّات مبنای تجربه‌اند؟ روانشناسیگری

نظریّه‌ای که می‌گوید علوم تجربی به محسوسات بالذّات و لذا به مجرّبات، تحویل پذیرند، در نزد بسیاری کسان از مسلّمات بی‌چون و چراست. لیکن سرنوشت این نظرّیه، به سرنوشتِ منطقِ استقرائی گره خورده است و ما در اینجا این نظریّه را همراه با منطق استقرائی مردود می‌شناسیم. من نمی‌گویم اینکه گفته‌اند پایهٔ ریاضیات و منطق بر عقل است و پایهٔ علوم حقیقی {(غیر صوری)} بر محسوسات بالذّات، یکسره از حقیقت بی بهره است. ولیکن بهرای از حقیقت که در آن است، فایدهٔ چندانی به حل مسألهٔ معرفت شناختی ما نمی‌رساند. براستی

شاید در هیچ مسألهٔ معرفت شناختی دیگر، روان‌شناسی را با منطق این قدر نیامیخته باشند.

تعیین مبنای تجربه کمتر متفکّری را به اندازهٔ فریز به زحمت افکنده است[۱]. وی بر آن بود که تنها چارهٔ تسلیم نشدن بی دلیل در مقابل گزاره‌های علمی، اقامهٔ دلیل بر صدق آنهاست. لیکن اگر به استدلال عقلی و منطقی مقیّد باشیم. ناچاریم بپذیریم که تنها راه تصویب گزاره‌ها، استفاده از گزاره‌هایی دیگر است. لاجرم اگر بخواهیم جمیع گزاره‌ها را منطقاً تصویب کنیم (فریز این را «برهان پسندی» می نامید)، به دام تسلسل بی فرجام خواهیم افتاد. پس برای احتراز از خطر پذیرش بی دلیل گزاره‌های علمی و نیز پرهیز از خطر افتادن به دام تسلسل بی فرجام، لابد می باید به روانشناسیگری روی آوریم و بپذیریم که گزاره‌ها را به غیر از گزاره‌ها، بر محسوسات بالذّات نیز می توان متّکی ساخت. فریز و نیز اکثریّت قریب به اتّفاق معرفت‌شناسانی که خواسته‌اند توجیهی از معرفت تجربی به دست دهند، بر سر سه‌راهی پذیرش جزمی گزاره‌ها و تسلسل بی فرجام، و قبول روانشناسیگری، به راه سوّم رفته‌اند. به زعم فریز ما به دریافتهای حسّی «معرفت بی‌واسطه» داریم[۲] و مجازیم که این معرفت بی‌واسطه را دلیل و پشتوانهٔ «معرفت باواسطهٔ» خود قرار دهیم. معرفت باواسطه در قالب نمادهای زبان عرضه می شود و گزاره‌های علمی را نیز در برمی گیرد.

در نحله‌های معرفت‌شناسی حسّگرایی و پوزیتیویسم، معمول نیست که این قدر در این معنا غور کنند؛ بلکه از آغاز این را مفروض می گیرند که گزاره‌های تجربی علمی، «حاکی از مجرّبات ما هستند».[۳] مگر جز از طریق ادراك حسّی

---

۱. یاکوب فریدریش فریز، *Neue oder anthropologische Kritik der Vernunft* (سالهای ۱۸۲۸ تا ۱۸۳۱).

۲. برای مثال ← کتاب جولیوس کرافت، *Von Husserl Zu Heidegger* {از هوسرل تا هایدگر}، سال ۱۹۳۲، صفحات ۱۰۹ و بعد. (* چاپ دوّم، سال ۱۹۵۷، صفحات ۱۰۸ و بعد).

۳. تقریباً کلمه به کلمهٔ عبارات فیلیپ فرانك (← بخش ۲۷، حاشیهٔ ۴) و هانس هان (← بخش ۲۷، حاشیهٔ ۱) را آورده‌ام.

کسی می‌تواند بر امور واقع معرفت یابد؟ محال است با نشستن و فکر بر فکر افزودن، سرسوزنی بر معرفت آدمی از جهان واقع افزوده گردد. پس لاجرم ادراك حسّی در همهٔ علوم تجربی یگانه «سرچشمهٔ معرفت» است. پس آنچه دربارهٔ جهان واقع می‌دانیم، باید به صورت گزاره‌هایی دربارهٔ دریافتهای ما بیان شدنی باشد. تنها با رجوع به دریافتهای حسّی است که می‌توان دانست فلان میز سرخ است یا آبی. گزارهٔ راست آن است که تصورّات مندرج در آن بر تجربه منطبق باشد و بدون واسطه یقین آورد، ولی تصورّات مندرج در گزاره‌های کاذب چنین نیستند. علم، صرفاً کوششی است برای دسته‌بندی دریافتهای بی واسطهٔ تردیدناپذیر؛ علم عبارت است از تدوین و سامان دهی به اصناف یقینیّات بی واسطه. به نظر من، مشکل استقراء و مسألهٔ کلیات، این نظریّه را هم به زمین می‌زند و از کار می‌اندزد. زیرا هیچ گزارهٔ علمی را نمی‌توان بر زبان آورد که از حدّ یقینیّات «مبتنی بر مجرّبات بی‌واسطه»، فراتر نرود. (به عبارت دیگر می‌گوییم «هیچ توصیفی نمی‌تواند {از مرزهای محسوسات} فراتر نرود»). در توصیف هر امر واقع، اسمهای کلّی (یا نمادها و تصورّات کلّی) می‌آید، و همهٔ گزاره‌ها از جنس تئوریها و فرضیّه‌ها هستند. گزارهٔ «در این محلّ لیوانی آب هست» را هیچ مشاهده‌ای ثابت نمی‌کند، زیرا کلیّهایی که در آن آمده است به هیچ مشاهدهٔ خاصّی مستند نمی‌شود. (هر دریافت بی‌واسطه، فقط یکبار «بدون واسطه دریافت» می‌گردد و یکتاست.) در مثال یاد شده الفاظ «لیوان» و «آب»، هر یك بر دسته‌ای از اشیاء واقعی دلالت می‌کند که رفتارشان قانونمند است: هیچ کلّی ای را نمی‌توان به دسته‌ای از دریافتها تحویل کرد؛ کلّیها را نمی‌توان «تحصیل[۴]» کرد.

۲۶. دربارهٔ آنچه جمله‌های تسجیلی می‌خوانند

نظرّیهٔ موسوم به «روانشناسیگری» که در بخش پیش تشریح گردید، به نظر من هنوز هم از مبادی نظریّهٔ جدیدی است که دربارهٔ مبنای تجربه سخن می‌گوید:

---

۴. ← حاشیهٔ ۲ بخش ۲۰، و بخشی از متن که آن حاشیه در ذیلش آمده است. * اصطلاح «تحصیل» از کارناپ است.

هرچند که حامیان این نظریّه، به جای بحث از مجرّبات و ادراکات، دربارهٔ «جمله‌هایی» بحث می کنند که حاکی از مجرّباتند. نویرات[۱] و کارناپ[۲] این قبیل جمله‌ها را جمله‌های تسجیلی نامیده‌اند.

پیش از اینها نیز راینینگر از نظریّه‌ای مشابه جانبداری کرده بود. وی ابتدا می خواست بداند که نحوهٔ تطابق یا توافق گزاره‌ها با احکام و اموری که خبر از آنها می دهند، چیست. وی به این نتیجه رسید که اگر نسبتی متصوَّر باشد، فقط میان گزاره‌هاست {نه میان گزاره‌ها و امور واقع}. لذا به زعم وی، مطابقت گزاره‌ها با امور واقع، معنایی ندارد، جز مطابقت منطقی گزاره‌هایی که نسبت به هم اعمّ و اخصّ اند: و این مطابقت عبارت است از[۳]: «. . . . مطابقت گزاره‌های کلّی تر با گزاره‌هایی هم مضمون با خودشان، و نهایةً با گزاره‌هایی اخصّ که دریافتها را ثبت می کنند.» (این قبیل گزاره‌ها را راینینگر، گاه «گزاره‌های عنصری» نامیده است.[۴])

کارناپ از نقطه‌ای دیگر وارد بحث می شود. وی بر آن است که در جمیع پژوهشهای فلسفی دربارهٔ «صور بیان» سخن می رود[۵]، منطق معرفت علمی باید به پژوهیدن «صور زبان علمی»[۶] بپردازد. از این رو، در منطق علم، نه دربارهٔ اشیاء (فیزیکی)، بلکه دربارهٔ الفاظ بحث می کنند؛ و به جای امور واقع، از گزاره‌ها سخن می گویند. کارناپ، نحوهٔ بیان عرفی، یا به قول خودش «وجه مادّی بیان»، را در مقابل این «وجه صوری بیان»، که وجه صحیح آن است، قرار می دهد. می گوید فقط هنگامی استفاده از وجه مادّی بیان رواست که بتوان مطلب را به وجه صوری بیان ـ که وجه صحیح است ـ تبدیل کرد. تا از بروز اشتباه جلوگیری شود.

---

۱. اصطلاح از نویراث است؛ مثلاً ← مقالهٔ *Soziologie* {جامعه شناسی}، در مجلّد ۲، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۳۹۳.

۲. کارناپ، مجلّد ۲، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحات ۴۳۲ به بعد، مجلّد ۳، سال ۱۹۳۲، صفحات ۱۰۷ به بعد.

۳. رابرت راینینگر، *Metaphysik der Wirklichkeit*، سال ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۳۴.

۴. راینینگر، همان، صفحهٔ ۱۳۱.

۵. کارناپ، مجلّد ۲، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۴۳۵، «*These der Metalogik*»

۶. کارناپ، مجلّد ۳، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۳، صفحهٔ ۲۲۸.

امّا این نظر ـ که از جهتی برای من هم پذیرفتنی است ـ کارناپ را (همچون راینینگر) بر آن داشته است تا بگوید که در منطق معرفت علمی، جمله‌ها را نمی توان از طریق تطبیق آنها با امور واقع یا مجرّبات امتحان کرد: تنها راه امتحان جمله‌ها، تطبیق آنها با جمله‌هایی دیگر است. لیکن کارناپ همچنان به اصول نظریّهٔ روانشناسیگرانه پایبند مانده و همهٔ سعی خود را به کار ترجمهٔ بیان مادّی به «بیان صوری» گمارده است. می گوید جمله‌های علوم، «به کمك جمله‌های تسجیلی» امتحان می شوند[۷]. و چون در توصیف این گزاره‌ها یا جمله‌ها می گویند که آنها «بی نیاز از تأییدند، و خود شالودهٔ همهٔ گزاره‌های علمی دیگرند»، نتیجه می شود که جمله‌های تسجیلی ـ به بیان «مادّی» ـ به «داده‌ها»، یعنی به «داده‌های حسّی» راجع می گردند. این جمله‌ها (به گفتهٔ خود کارناپ) «مضامین تجربه‌های بی واسطه، یا «پدیدارها»، یعنی ساده‌ترین شناختنیها را توصیف می کنند.»[۸] این گفته به روشنی نشان می‌دهد که آنچه دربارهٔ جمله‌های تسجیلی گفته‌اند، همان نظریّهٔ روانشناسیگرانه است که در وجه صوری بیان گشته است؛ دربارهٔ آراء نویراث[۹] نیز همینها را می توان گفت: وی بر آن است که در هر جملهٔ تسجیلی، نام و نشان گوینده نیز باید در کنار عباراتی چون «فهمیده می شود»، «دیده می شود» و غیره، بیاید. جمله‌های تسجیلی، همچنان که از اسمشان بر می آید، سند یا سجّل مشاهدات یا ادراکات بی واسطه‌اند.

نویراث نیز مانند راینینگر[۱۰]، گزاره‌های حاکی از ادراکات را که تصویر مجرّباتند ـ یعنی جمله‌های تسجیلی را ـ مناقشه‌پذیر می شناسد، و می گوید که گاه

---

۷. کارناپ، مجلّد ۲، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۴۳۷.

۸. کارناپ، نشریّهٔ *Erkenntnis*، صفحهٔ ۴۳۸.

۹. اتو نویراث، مجلّد ۳، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۳، صفحات ۲۰۵ به بعد. نویراث این مثال را می آورد. «گزارهٔ تسجیلی کامل چنین چیزی است: {تسجیل اتو در ساعت ۳و۱۷ دقیقه. [اندیشهٔ گفتاری اتو در ساعت ۳و۱۶ دقیقه دست داد: (در ساعت ۳و۱۵ دقیقه، اُتو میزی را در اتاق مشاهده کرد)]}».

۱۰. راینینگر، همان، صفحهٔ ۱۳۳.

می‌توان آنها را کنار گذاشت. وی مخالف[۱۱] نظر کارناپ است که گزاره‌های تسجیلی را بدیهی و بی‌نیاز از تأیید می‌شمارد (کارناپ اینک نظرش را در این باره تعدیل کرده است[۱۲]). ولی برخلاف راینینگر که روشی برای امتحان کردن گزاره‌های «عنصری» به هنگام تردید به دست می‌داد، (این روش عبارت است از استنتاج نتایجی از این گزاره‌ها و امتحان کردن این نتایج)، نویراث هیچ روشی برای این کار نیاورده است. بلکه همین قدر گفته است که اگر جمله‌ای تسجیلی با دستگاهی ناسازگار باشد، یا آن جمله را «از قلم می‌اندازیم»، یا دستگاه را چنان تغییر می‌دهیم که آن جمله را بپذیرد و همچنان عاری از تناقض بماند.

به نظر من، نظر نویراث در مناقشه‌پذیر شمردن جمله‌های تسجیلی، نشانهٔ پیشرفتی جدّی است. با این حال، علاوه بر این که نویراث به جای سخن گفتن از خود ادراکات، از گزاره‌های حاکی از ادراکات سخن می‌گوید ـ و این هم صرفاً استفاده از وجه صوری بیان است ـ تنها پیشرفت دیگر او نسبت به فریز که معرفت حسّی را معرفتی بی‌واسطه می‌شناسد، همین مناقشه‌پذیر دانستن جمله‌های تسجیلی است. این البتّه گامی است به سمت صواب، ولی چون گامی دیگر به دنبالش نیاید راه به مقصدی نخواهد برد. از این رو، لازم است قواعدی تدوین کنیم تا «از قلم انداختن» (یا «قبول») جمله‌های تسجیلی گوناگون، یکسره به گزاف نباشد. نویراث از آوردن چنین قواعدی سر می‌ماند و ناخواسته مشرب تجربه‌گرایی را به اضمحلال می‌کشاند. بدون چنین قواعدی، دیگر فرقی میان گزاره‌های تجربی و غیرتجربی نخواهد ماند. واگر همه کس مجاز باشد (که به زعم نویراث چنین است) تا هر جملهٔ تسجیلی ناموافق را «از قلم بیندازد»، دیگر همهٔ دستگاهها قابل دفاع خواهند بود. پس نه فقط می‌توان مانند اهل مواضعه، همهٔ دستگاهها را از خطر رهانید، بلکه با داشتن انبانی پر از جمله‌های تسجیلی، وبه استناد شهادت کسانی که دیده‌ها و شنیده‌های خود را امتحان و تسجیل کرده‌اند، هر دستگاه دلخواهی را

---

۱۱. نویراث، همان، صفحات ۲۰۹ و بعد.

۱۲. کارناپ، مجلّد ۳، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۳، صفحات ۲۱۵ به بعد، ← حاشیهٔ ۱ بخش ۲۹.

تأیید هم می توان کرد. نویراث از تسلیم بی دلیل به گزاره‌ها گریزان بود، ولی خود باب ادّعا را برای هر دستگاه دلخواه گشوده است تا آن دستگاه خود را جزوی از «علم تجربی» بنمایاند.

از این رو، درست روشن نیست که این جمله‌های تسجیلی در طرح نویراث، چه کاره‌اند. رأی پیشین کارناپ این بود که جمله‌های تسجیلی، محکّ سنجش جمیع مدّعیات علم تجربی اند، و ناچار باید «ابطال‌ناپذیر» باشند؛ زیرا فقط این جمله‌ها قادرند باقی جمله‌ها ـ یعنی جمله‌های غیر تسجیلی ـ را براندازند. امّا اگر این مصونیّت را هم از این جمله‌ها سلب کنیم و بپذیریم که تئوریها قادر به براندازی آنها هستند، دیگر این جمله‌ها چه کاره خواهند بود؟ نویراث بر آن نبود تا مسألهٔ تمییز را حلّ کند، پس گویی این همه گفتگو بر سر جمله‌های تسجیلی جز یادگاری از آن نظریّهٔ قدیمی نیست که علم تجربی را مبتنی بر محسوسات بالذّات می شمرد.

۲۷. عینیّت مبنای تجربه

به نظر من، علم را باید از زاویهٔ دیگری نگریست که چندان مطابق دیدگاه نحله‌های گونه‌گون روانشناسیگرانه نیست من برآنم تا علم عینی را {ـ یعنی معرفتی را که مستقلّ از وجود ماست ـ}، یکسره از «معرفتی که در نزد ماست» {یعنی وابسته به وجود ماست}، جدا سازم و هر یك را در مقام مناسب خود بنشانم.

در همین آغاز اذعان می کنم که کسب «معرفت راجع به امور واقع»، فقط از راه مشاهده میسّر است، و (به قول هان) ما «امور واقع را فقط از طریق مشاهده» در می یابیم[1]. لیکن این دریافت ما، و معرفتی که کسب کرده‌ایم، مجوِّز تصویب یا تثبیت هیچ گزاره‌ای نیست. لذا به نظر من، مسألهٔ معرفت شناسی این نیست که «... پشتوانهٔ معرفت ما چیست؟ ... یا به عبارت دقیقتر اگر دریافت‌ها بر من دست داد، چه طور خواهم توانست دلیلی بر صدق آن اقامه کنم و راه تردید دربارهٔ آن را

---

۱. هانس هان، *Logik, Mathematik und Naturenkennen* {منطق، ریاضیات، و شناخت طبیعت}، در مجلّد ۲، نشریّهٔ *Einheitswissenschaft*، سال ۱۹۳۳، صفحات ۱۹ و ۲۴.

ببندم؟»[۲] حتّی اگر به جای «دریافت»، «جملهٔ تسجیلی» را موضوع قرار دهیم فایده‌ای ندارد. بلکه به نظر من پرسش معرفت‌شناسی این است که چگونه می توان گزاره‌های علمی را با پیامدهای قیاسیشان امتحان کرد؟[۱*] و اگر بخواهیم خود این پیامدها برای همگان امتحان کردنی باشند، چه نوع پیامدهایی را باید برگزینیم؟

امروزه این شیوهٔ عینی و غیر روانشناسیگرانه در مورد گزاره‌های منطقی یا همانگویانه قبول عامّ یافته است. ولی از آن زمان که می پنداشتند منطق علمی است که به حرکتهای ذهن و قوانین حرکت آن، یعنی به قوانین تفکّر، می پردازد، زیاد نمی گذرد. بنابراین نظر، تنها دلیلی که برای درستی منطق یافت می شود، همین مدّعاست که جز راهی که در منطق آمده است، راهی برای تفکّر نیست. و درستی استنباطات منطقی از آن روست که ضروری تفکّرند، وگویی آدمی احساس می کند که فکرش ناگزیر است از همان راه برود. این نوع روانشناسیگری، دیگر در حوزهٔ منطق، منسوخ گشته است، و هیچکس این خیال را هم به خود راه نمی دهد که برای استدلال بر صدق حجّتی منطقی، یا به منظور رفع شبهه از آن، در حاشیهٔ متن، چنین جملهٔ تسجیلی ای بیاورد: «تسجیل: امروز که این سلسله استنتاجها را وارسی می کردم، احساس یقین جازمی به من دست داد.»

امّا نوبت که به گزاره‌های تجربی علوم می رسد، اوضاع دگرگون می شود. در اینجا همه می پندارند که گزاره‌های مورد بحث، مبتنی اند بر دریافتهایی از قبیل محسوسات بالذّات؛ یا جمله‌های تسجیلی در وجه صوری بیان. بیشترشان هم می فهمند که مبتنی انگاشتن گزاره‌های منطقی بر جمله‌های تسجیلی، خود نوعی روانشناسیگری است. ولی عجیب است که چون نوبت به گزاره‌های تجربی

---

۲. برای نمونه، ← کارناپ، *Scheinprololeme in der Philosophie* {شبه مسأله‌ها در فلسفه}، سال ۱۹۲۸، صفحهٔ ۱۵ (در متن اصلی چیزی با حروف خوابیده نیامده است.)

۱*. اکنون پرسش را بدین نحو مطرح می کنم: بهترین راه نقد تئوریها (فرضیّه‌ها، یا حدسها)، کدام است؟ نه اینکه چطور می توان راه تردید در آنها را بست. البتّه در نزد من امتحان همواره بخشی از انتقاد بوده است. (← ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، بخش ۷ *، قطعه‌ای از متن که در میان قسمتی قرار دارد که حواشی ۵ و ۶ در ذیلش آمده است، و آخر بخش ۵۲*.)

می رسد، تن بدین امر می دهند و بر آن نام فیزیکالیسم می نهند. ولی به نظر من، خواه گزاره‌های مورد بحث منطقی باشد، خواه تجربی، مطلب یکی است: معرفتی که در نزد ماست، و درخور بررسیهای روان شناسانه است، و مبهماً می توان آن را از جنس کیفیّات نفسانی دانست، در هر دو مورد، با احساس ظنّ و یقین نسبتی دارد: در یك مورد، فکر را از حرکت در مسیری خاصّ ناگزیر می یابیم، و در مورد دیگر به ادراك خود، «قطع» پیدا می کنیم. لیکن اینها فقط در نزد روان شناسان، ارج می یابد، و به مسائلی از قبیل بررسی پیوندهای منطقی گزاره‌های علمی با یکدیگر، که مخصوص معرفت شناسان است، هیچ ربطی ندارد.

(بنابر پندار رایج، گزارهٔ «من می بینم که این میز که اینجاست سفید است»، از دیدگاه معرفت شناسی، مزیّت بسیار دارد بر گزارهٔ «این میز که این جاست سفید است». لکن گزارهٔ اوّل، به رغم آن که خبر از «من» می دهد، در امتحان عینی، استوارتر از گزارهٔ دوّم به نظر نمی رسد، که خبر از میزی که در این جاست می دهد.)

احراز اطمینان از اعتبار حجّتهای منطقی، یك راه بیشتر ندارد، و آن بیان استدلال به صورتی است که آزمودنش به آسانترین وجه میسّر باشد. بدین منظور، کلّ استدلال را به بخشهایی کوچك تقسیم می کنیم که آزمودنشان برای هر کسی که شیوهٔ ریاضی یا منطقی تبدیل جمله‌ها را بداند، آسان باشد. اگر کسی باز در استدلال ما شبهه نماید، از وی خواهیم خواست تا اگر خطایی در سوق برهان رخ داده است، آن را به ما بنمایاند، و یا در استدلال ما تأمّل مجدّد ورزد. در علوم تجربی هم وضع چنین است. گزاره‌های علمی را می توان (با توصیف شیوهٔ انجام آزمایش و غیره) به نحوی بیان کرد که هر کس روش تحقیق مناسب را آموخته باشد، بتواند امتحانشان کند. حال اگر پس از بیان گزاره‌ای علمی به این نحو، منکری از در انکار درآید، و در مقام انکار از شكّ شدید خود نسبت به آن گزاره یا از یقین جازمش نسبت به مدرکات خویش، برایمان بگوید، اظهارات وی مطلقاً قانعمان نخواهد ساخت. بلکه وی، هم باید تصریح به گزاره‌ای کند که نقیض مدّعای ما باشد، هم باید دستورالعمل امتحان کردن آن گزاره را به دست دهد. اگر از این کار درماند از او خواهیم خواست تا دوباره، و این بار از سر تأمّل و دقّت بیشتر در آزمایش ما بازنگرد.

مدّعایی که به لحاظ صورت منطقیش آزمون‌پذیر نباشد، در علوم انگیزاننده‌ای بیش نیست؛ یعنی فقط می تواند توجّه ذهن را به مسأله‌ای جلب کند. مسألهٔ فرما، در ریاضیّات و منطق چنین انگیزاننده‌ای {منبِّهی} است، و اخبار رسیده دربارهٔ اژدهاهای دریایی، در حوزهٔ تاریخ طبیعی. حکم علوم در این موارد، بی پایه شمردن اخبار رسیده نیست. در علم نمی گویند فرما خطا گفته است، یا هر چه دربارهٔ مشاهدهٔ اژدهاهای دریایی رسیده دروغ است؛ بلکه کار علم در این موارد تعلیق حکم است[۳].

در نگریستن بر علوم، منظر ما وقف بر دیدگاه معرفت‌شناسی نیست، بلکه از منظرهای گوناگون می توان در علم نظر کرد؛ مثلاً علم را می توان پدیداری زیستی یا اجتماعی دانست، و از این حیث آن را ابزار یا وسیله‌ای شمرد مانند دیگر اسباب و آلات صنعتی. علم را می توان یکی از نهادهای تولیدی دانست و سر حلقهٔ «چرخهٔ تولید»[۴] حسابش کرد. پیوند علم با «مجرّبات» ما، حتّی از این دیدگاه، نزدیکتر از پیوند سایر ابزارها یا نهادهای تولیدی با مجرّبات نیست. حتّی اگر علم را اقناع کنندهٔ عقل خود بشماریم، پیوند علم با مجرّبات، اصولاً هیچ فرقی با پیوند سایر نهادهای عینی با مجرّبات نخواهد داشت. درست است که اگر بگوییم علم «ابزاری است» که غایتش «پیش بینی تجارب آینده از دریافتهای بی واسطهٔ فعلی، و اعمال ضبط تصرّف در آنهاست»[۵]، خطا نگفته‌ایم، امّا در عین حال نکته‌ای را هم دربارهٔ تجربه روشن نکرده‌ایم. این به آن می ماند که بگوییم فلان برجی که بر سر چاه نفتی افراشته است، غایتش این است که چیزها به ما بدهد؛ ولی نه خود نفت را، بلکه رنگ و بوی نفت را؛ نه خود پول را بلکه احساس پولداری را. این حرفها در شناخت برج نفت همان قدر مفید است که سخنان یاد شده در شناخت تجربه.

---

۳. ← نکته‌ای که در بخش ۸ راجع به «پدیده‌های سحرآمیز» آمد.

۴. این تعبیر از بووم ـ باورك است («*Productionsumweg*»).

۵. فرانك، *Das Kausalgesetz und Seine Grenzen*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۱. * دربارهٔ ابزارانگاری علوم، حاشیهٔ ۱ * پیش از بخش ۱۲، و ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به خصوص بخشهای ۱۲* تا ۱۵* را ببینید.

۲۸. گزاره‌های پایه

تا اینجا به اختصار گفتم که گزاره‌های پایه در نظریهٔ معرفت شناسانه‌ای که مدافع آنم چه کاره‌اند. گفتم که هنگام داوری بر سر اینکه تئوری ابطال‌پذیر ـ یعنی تجربی ـ هست یا نه، به این گزاره‌ها نیاز داریم (← بخش ۲۱). همچنین برای تقویت کردن فرضیّه‌های مبطل تئوریها، و لذا برای باطل کردن خود تئوریها لازم اند (← بخش ۲۲).

از این رو، گزاره‌های پایه باید واجد دو ویژگی باشند. (الف) اوّل اینکه از هیچ گزارهٔ کلّی بدون شرایط اوّلیّه، نباید گزارهٔ پایه‌ای نتیجه شود[1]*. (ب) و دیگر

۱*. هنگامی که این را می نوشتم، گمان می کردم این امر آشکار است که از تئوری نیوتن، به خودی‌خود، بدون شرایط اوّلیّه، هیچ چیز از جنس گزاره‌های مشاهدتی (ولذا گزاره‌های پایه) نتیجه نمی شود. افسوس که بعضی ناقدان کتاب من این نکته و پیامدهای آن را در مسألهٔ گزاره‌های مشاهدتی در نیافتند. لذا نکاتی چند بدان می افزایم. اوّلاً از هیچ گزارهٔ همه‌گیر محض ـ مثلاً از «همهٔ قوها سپیدند» ـ هیچ امر مشاهده‌پذیری نتیجه نمی شود. دو گزارهٔ کلّی «همهٔ قوها سپیدند» و «همهٔ قوها سیاهند» متناقض نیستند، بلکه صرفاً روی هم مستلزم آنند که قویی وجود ندارد. و روشن است که این نه گزاره‌ای مشاهدتی است، نه حتّی گزاره‌ای که بتوان آن را «اثبات» کرد. از قضا گزاره‌هایی که به طور یکسویه ابطال پذیر باشند، مانند «همهٔ قوها سپیدند» نیز همان صورت منطقی «هیچ قویی وجود ندارد» را دارند که معادل «هیچ قوی غیر سپیدی وجود ندارد» است.

حال اگر این را پذیرفتیم، بی درنگ در می یابیم که گزاره‌های نتیجه شده از گزاره‌های کلّی محض، گزاره‌های پایه نیستند. مقصودم گزاره‌هایی به این صورت است: «اگر در محلّ k قویی باشد، در محلّ k قویی سپید هست». (یا اینکه «در k، یا قویی نیست، یا اگر هست سپید است.») بی درنگ می بینیم که این «گزاره‌های نمونه‌وار» (نامی که ما بر آنها می نهیم) گزاره‌های پایه نیستند. زیرا این گزاره‌ها نمی توانند مانند گزاره‌های آزمونی (یا مبطلات بالقوه) عمل کنند، حال آنکه گزاره‌های پایه باید چنین باشند. اگر گزاره‌های نمونه‌وار را گزاره‌های آزمونی بدانیم، لاجرم هر تئوری (از جمله هم «همهٔ قوها سپیدند» و هم «همه قوها سیاهند») شمار بسیاری ـ و بلکه بی شمار ـ مورد اثبات خواهد یافت، چه، بخش اعظم جهان خالی از قو است.

چون «گزاره‌های نمونه‌وار» از گزاره‌های کلّی استنتاج پذیرند، نقیضشان لاجرم مبطلات بالقوه‌اند، و لذا می توانند گزارهٔ پایه باشند (مشروط به آنکه شروط یاد شده در ادامهٔ متن اصلی برآورده شود). بالعکس گزاره‌های مصداقی به صورت نقیض گزاره‌های پایه هستند (حاشیهٔ ۴* بخش ۸۰ را ببینید). توجّه به این نکته شایسته است که مضمون اخباری گزاره‌های پایه (که قویتر از آنند تا از قوانین کلّی به خودی خود استنتاج پذیر باشند) بیش از گزاره‌های نمونه‌واری است که نقیض آنهایند، یعنی مضمون ←

اینکه گزاره‌های پایه و گزاره‌های کلّی باید بتوانند نقیضِ هم باشند: این وضع فقط در صورتی پیش می آید که بتوان نقیض یك گزارهٔ پایه را، از آن تئوری که گزارهٔ پایه نقضش می کند نتیجه گرفت. این ویژگی و ویژگی (الف) روی هم نتیجه می دهد که صورت منطقی گزاره‌های پایه چنان است که نقیض آنها گزارهٔ پایه نیست.

پیشتر نیز گزاره‌هایی را دیدیم که صورت منطقیشان غیر از صورت منطقی نقیضشان بود. منظور، گزاره‌های کلّی و گزاره‌های وجودی است که نقیض یکدیگرند و صورتهای منطقی متفاوت دارند. به طریق مشابه می توان گزاره‌هایی شخصی ساخت. می گوییم دو گزارهٔ «در جای ـ گاه k، زاغی وجود دارد» و «در جای ـ گاه k، زاغی وجود ندارد»، نه تنها صورتهای زبانی متفاوت دارند، بلکه صورتهای منطقیشان نیز مختلف است. گزاره‌هایی را که چنین صورتی دارند، «در منطقهٔ k فلان چیز وجود دارد» یا «در منطقهٔ k فلان رویداد در حال وقوع است» (← بخش ۲۳)، «گزاره‌های وجودی شخصی» یا «گزاره‌های حاکی از وجود شخصی» خواهیم خواند. گزاره‌هایی به صورت «در منطقهٔ k فلان چیز وجود ندارد» یا «در منطهٔ k فلان رویداد در حال وقوع نیست»، را که از نفی اینگونه گزاره‌ها حاصل می گردد، «گزاره‌های عدمی شخصی» یا «گزاره‌های حاکی از نبود شخصی» می خوانیم.

اینك این قاعده را دربارهٔ گزاره‌های پایه وضع می کنیم: گزاره‌های پایه، به صورت گزاره‌های وجودی شخصی اند. بنابراین قاعده، گزاره‌های پایه ویژگی (الف) را دارند؛ زیرا از هیچ گزارهٔ کلّی ـ یعنی از هیچ گزارهٔ عدمی حقیقی ـ هیچ گزارهٔ شخصی را نمی توان نتیجه گرفت: ویژگی (ب) را نیز دارند، چه، می دانیم که اگر هرگونه ارجاعی را که در گزاره‌ای شخصی، به جای ـ گاهی خاصّ رفته است، حذف کنیم، یك گزارهٔ وجودی حقیقی به دست می آید و می دانیم که گزاره‌های وجودی حقیقی می توانند تئوریها را نقض کنند.

→ گزاره‌های پایه از احتمال منطقیشان (یعنی از $\frac{1}{2}$) بیشتر است.

این بود پاره‌ای از مبانی نظریّهٔ من دربارهٔ صورت منطقی گزاره‌های پایه (← حدسها و ابطالها، ۱۹۶۳).

باید توجّه کرد که ترکیب عطفی هر دو گزارهٔ پایهٔ نامتناقض r و p، خود یك گزارهٔ پایه است. و گاه یك گزارهٔ پایه را، از ترکیب عطفی گزاره‌ای پایه، و یك گزارهٔ دیگر که پایه نیست، به دست می آوریم. مثلاً گزارهٔ پایهٔ r: «عقربه‌ای در محلّ k وجود دارد» را هنگامی که عطف می کنیم به گزارهٔ عدمی شخصی $\bar{p}$: «در محلّ k، هیچ عقربهٔ متحرّکی وجود ندارد»، ترکیب عطفی $r.\bar{p}$ (r و ناp) را به دست می آوریم که به روشنی معادل این گزارهٔ وجودی شخصی است، «در محلّ k عقربه‌ای ساکن وجود دارد». بنابراین، اگر تئوری t و شرایط اوّلیّهٔ r را بدهند، و ما از این مجموعه پیش بینیهای p را نتیجه بگیریم، گزارهٔ $r.\bar{p}$ یك گزارهٔ پایه خواهد بود و مبطل تئوری به شمار خواهد رفت. (امّا باید گفت همچنانکه خود $\bar{p}$ گزارهٔ پایه محسوب نمی گردد، گزارهٔ شرطی اگر r آنگاه p ـ یا $p \longrightarrow r$ ـ نیز گزارهٔ پایه نیست، بلکه این گزاره، معادل است با نقیض گزارهٔ پایهٔ $r.\bar{p}$.)

ویژگیهای صوری گزاره‌های پایه، از این قرار بود که گفتیم، و همهٔ گزاره‌های وجودی شخصی این ویژگیها را دارند. گذشته از صورت، مادّهٔ گزاره‌های پایه نیز باید یك ویژگی داشته باشد، و آن هم ناظر به نوع رویدادهایی است که گزاره‌های پایه، خبر از وقوعشان در محلّ k می دهند. این رویدادها باید مشاهده‌پذیر باشند، یعنی همه باید بتوانند از راه «مشاهده»، گزاره‌های پایه را امتحان کنند. البتّه از آنجا که گزاره‌های پایه، گزاره‌هایی شخصی اند، منظور از همه، ناظرانی است که از منظری خاصّ به مشاهده می پردازند (در باب این نکته بیش از این بسطی نخواهم داد).

می دانم که اینك گمان خواهند برد که با در میان آوردن شرط مشاهده‌پذیری، عاقبت روانشناسیگری بدون سروصدا به درون نظریّهٔ من خزیده است. امّا چنین نیست. این درست است که از رویداد مشاهده‌پذیر می توان معنایی روانشناسیگرانه فهم کرد. امّا من از این اصطلاح چنان معنایی در نظر ندارم؛ به جای این اصطلاح می توان گفت «رویدادی متضمّن وضع و حرکت اجسام فیزیکی کلان». دقیقتر آن است که بگوییم هر گزارهٔ پایه، یا خود از وضع اجسام فیزیکی نسبت به هم خبر می دهد، یا با چنین گزاره‌های پایهٔ «مکانیستی» یا «ماتریالیستی» معادل است.

(دلیل معقول بودن این امر آن است که هرگاه یك تئوری برای همگان امتحان کردنی باشد، آزمودنش با همهٔ حواسّ[1] نیز میسّر خواهد بود. یعنی هر تجربه‌ای که به واسطهٔ یکی از حواسّ ادراك گردد، منطقاً می تواند با دریافتهای حواسّ دیگر، جاگزین شود. لذا اسناد تسلیم مخفیانه به روانشاسیگری به من، همانقدر بی پایه است که اسناد عقیده به مکانیسم یا ماتریالیسم. بنابراین، نظریّهٔ من از هر تعلّقی آزاد است و نباید اینگونه انگها را بر آن زد. منظورم از آوردن این نکات آن است که اصطلاح مشاهده‌پذیر را از آفت روانشناسیگری در امان نگه دارم. (اگر هم مدرکات و مشاهدات روانشناسیگرانه باشد، مشاهده‌پذیری چنین نیست.). من هیچ قصد ندارم که تعریفی برای اصطلاح «مشاهده‌پذیر» یا «رویداد مشاهده‌پذیر» به دست دهم؛ امّا آماده‌ام تا با آوردن مثالهای روانشناسیگرانه یا مکانیستی بر وضوح معنای آن بیفزایم. به نظر من این اصطلاح را باید مفهومی تعریف نشده دانست که به مرور زمان در عمل معنایی دقیق می یابد. کاربرد این مفهوم تعریف نشده را معرفت‌شناسان باید در عمل بیاموزند، همانطور که کاربرد مفهوم «نماد» را می آموزند، یا همانگونه که فیزیکدانها کاربرد مفهوم «جرم نقطه‌ای» را فرا می گیرند.

بنابراین گزاره‌های پایه در وجه مادّی بیان گزاره‌هایی اند که خبر از وقوع رویدادهای مشاهده‌پذیر در منطقه‌های جای ـ گاهی مشخّص می دهند. به جز مفهوم بنیادین «مشاهده‌پذیر»، انواع مفاهیم مندرج در این تعریف را در بخش ۲۳ به دقّت بیشتر تبیین نمودیم، و دیدیم که به رغم نیاوردن تعریفی از «مشاهده‌پذیر»، توضیحی که دربارهٔ این اصطلاح دادیم، خالی از دقّت نیست.

۲۹. نسبی دانستن گزاره‌های پایه. از میان برداشتن سه‌راهی فریز

در آزمودن تئوریها، چه تئوریها تقویت گردند، چه ابطال، عاقبت همیشه ناگزیریم گزاره‌ای پایه را امتحان نکرده برگیریم، و بپذیریم که دیگر آزمون را ادامه

---

۱. کارناپ، مجلّد ۲، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۴۴۵.

ندهیم. والّا اگر نه حکمی صادر کنیم نه گزاره‌ای پایه را بپذیریم، تجربه کردن ما بیهوده خواهد بود. لیکن جبری منطقی در میان نیست تا برای ما تعیین کند که آزمون را تا کدام گزارهٔ پایه پیش بریم، یا ناچارمان سازد که آزمودن را از اصل رها کنیم. زیرا گزاره‌های پایه را به استناد گزاره‌های پایهٔ دیگری امتحان می گردند که به کمك تئوریها (خواه همان تئوریهای در دست امتحان، خواه تئوریهایی دیگر) از آنها نتیجه می گیریم. این ماجرا خودبه‌خود هیچگاه پایان نخواهد یافت[1]. لذا فایده بردن از امتحانها یکسره در گرو آن است که ما خودمان در جایی از امتحان کردن باز ایستیم، و بگوییم که فعلاً به همین حدّ خرسندیم.

دریافتن این معنا مشکل نیست که شیوهٔ ما در انجام این کار، این است که هنگامی دست از امتحان بکشیم که به نوعی از گزاره‌ها رسیده باشیم که امتحان کردنشان بسیار آسان است. در این شیوه آن هنگام دست کشیدن از آزمون روا شمرده می شود که گزاره‌هایی یافته باشیم که اجماع پژوهشگران بر سر ردّ یا قبول آنها بسیار محتمل باشد. اگر اتفّاق نظری در این باره حاصل نگردد، لاجرم یا امتحان گزاره‌ها را باید ادامه داد، یا باید از نو امتحان تئوری را آغاز کرد. چنانچه باز نتیجه‌ای عاید نگردد، لاجرم می گوییم که آن گزاره‌ها برای همگان امتحان کردنی نیستند؛ یا آنکه می گوییم اصولاً رویداد مورد بررسی مشاهده‌پذیر نیست. اگر روزگاری بیاید که دیگر توافق بر سر قبول یا ردّ گزاره‌های پایه برای اهل مشاهدهٔ علمی میسّر نباشد، آن وقت دیگر زبان وسیلهٔ ارتباط جمعی نمی تواند بود. آن روز هم چون روزگار بابلیان، مردمان زبان هم را فهم نتوانند کرد و اکتشاف علمی به

---

۱. ← کارناپ، مجلّد ۳، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۲۲۴. من این روایت کارناپ از نظریّهٔ خود را به استثنای برخی جزئیّات نه چندان مهمّ می پذیرم. استثناها عبارتنداز اینکه اوّلاً وی می گوید گزاره‌های پایه («گزاره‌های تسجیلی» در اصطلاح کارناپ) شالودهٔ علم اند؛ ثانیاً وی می گوید (صفحهٔ ۲۲۵) که گزارهٔ تسجیلی را می توان «به فلان درجهٔ قطعیّت» تأیید کرد؛ ثالثاً برآن است که اهمیّت «گزاره‌های ادراکی» در زنجیرهٔ گزاره‌ها کمتر از اهمیّت سایر حلقه‌ها نیست؛ و ما در «موارد بحرانی» به این گزاره‌های ادراکی متوسّل می شویم. ← نقل قولی که در متن آمده و حاشیهٔ بعد در ذیلش آمده است. فرصت را مغتنم می شمارم و از پروفسور کارناپ تشکّر می کنم که در محلّ مذکوراز اثر چاپ نشدهٔ من با عبارات مهرآمیزی یاد کرده‌اند.

محاق امتناع درخواهد غلتید، و دیری نخواهد گذشت تا برج نیم افراشتهٔ علم ویران گردد.

برهانهای منطقی فقط هنگامی به خوبی قابل عرضه و بررسی می گردند که مراحل دشوار پشت سر نهاده شده باشد. همچنین در علم، پس از پشت سر نهادن مراحل قیاس و تبیین است که ما در وادی گزاره‌های پایهٔ بسیار آزمون‌پذیر می ایستیم. پیداست که گزاره‌های حاکی از دریافتهای شخصی ـ یعنی جمله‌های تسجیلی ـ از نوع گزاره‌های بسیار آزمون‌پذیر نیستند، و لذا دست کشیدن از آزمون با رسیدن به این قبیل گزاره‌ها روا نیست. البتّه ما از اسناد یا سجلّهایی چون گواهیهای امتحانهای ارباب پژوهش علمی و صنعتی بهره می جوییم. ولی خود این گواهیها را اگر لازم افتد می‌توانیم امتحان کنیم. مثلاً گاه لازم می‌شود سرعت عکس‌العمل آزمایشگران (یعنی معادلات حاکی از رفتار آنان) را بیازماییم. لیکن عموماً و «به ویژه در موارد بحرانی»، امتحان را فقط تا گزاره‌های بسیار آزمون‌پذیر ادامه می دهیم، نه آنچنان که کارناپ میطلبد تا جمله‌های ادراکی یا تسجیلی؛ و دلیلش هم این نیست که آزمون همگانی گزاره‌های ادراکی دشوار و غامض است[۲].

اینك ببینیم تکلیف سه راهی فریز چه می شود، و از میان جزمیّت و تسلسل بی فرجام و روانشناسیگری آخر کدام را باید برگزید؟ (← بخش ۲۵.) این درست است که گزاره‌های پایه از جنس جزمیّاتند و ما پذیرفته‌ایم که با رسیدن به آنها، دست از امتحان بکشیم و به همانها بسنده کنیم. بدین معنا که اقامهٔ دلیل عقلی (یا تجربی) بر درستی آنها را موقّتاً معوّق می گذاریم. از قضا، این نوع جزمیّت بی خطرست، چه هرگاه لازم افتد به آسانی می توان گزاره‌های مذکور را امتحان کرد. می پذیرم که سلسلهٔ قیاسات ما منطقاً پایانی ندارد. ولی این نوع «تسلسل بی فرجام» نیز بی خطرست، چه، ما به هیچ وجه قصد نداریم گزاره‌ای را با این سلسلهٔ بی فرجام ثابت کنیم. و امّا روانشناسیگری: باز می گویم که پذیرفتن و کافی شمردن و خرسند

---

۲. ← حاشیهٔ پیشین. * این مقالهٔ کارناپ نخستین روایت چاپ شدهٔ نظریّهٔ من دربارهٔ آزمودن فرضیّه‌هاست، نظری که در اینجا نقد شده در آن مقاله به اشتباه به من منسوب شده است.

بودن به گزاره‌های پایه معلول دریافتهای ما ـ به ویژه دریافتهای درونی ما ـ است. ولی ما این دریافتها را دلیل صدق گزاره‌های پایه نخواهیم گرفت. دریافتها انگیزهٔ ردّ و قبول گزاره‌ها هستند؛ ولی همچنانکه با کوبیدن به روی میز هیچ گزاره‌ای را نمی‌توان توجیه {عقلی} کرد، خود دریافتها را نیز نمی‌توان پشتوانهٔ صدق گزاره‌های پایه دانست[۳].

۳۰. تئوری و تجربه

پذیرش گزاره‌های پایه، منوط به توافق یا عزم عالمان به قبول آنهاست: از این جهت، گزاره‌های پایه از جنس مواضعات به حساب می‌آیند. چنان عزمی از شیوه‌ای قاعده‌مند پیروی می‌کند. یکی از آن قواعد مهمّ این است که گزاره‌های پایهٔ جسته و گریخته را ـ یعنی گزاره‌هایی را که ربط منطقی با تئوری مورد نظر ندارند ـ نباید پذیرفت، بلکه هنگام امتحان کردن تئوریهاست که از گزاره‌های پایه سراغ می‌گیریم؛ یعنی دربارهٔ تئوریها پرسشهایی کاوشگرانه مطرح می‌کنیم و پاسخ را در میان گزاره‌های پایه می‌جوییم.

می‌بینیم که اوضاع با آنچه ساده‌اندیشانی از تجربی مشربان یا معتقدان به منطق استقرائی پنداشته‌اند، به کلّی تفاوت دارد. به زعم اینان، برای صعود بر نردبان علم، نخست باید مجرّبات خود را گرد آوریم و دسته‌بندی کنیم. یا به عبارتی که به نحوهٔ صوری بیان نزدیکتر است، وقتی می‌خواهیم علمی تأسیس کنیم، نخست باید جمله‌های تسجیلی را فراهم آوریم. امّا اگر به من بگویند: «آنچه را اینك تجربه می‌کنی ثبت کن»، درست نمی‌دانم چطور باید از این فرمان مبهم اطاعت کنم. بگویم مشغول نوشتنم؟ یا اینکه صدای زنگی به گوشم می‌رسد؟ یا

---

۳. به‌نظر من چنین می‌نماید که رأیی که در اینجا ابراز شده است به فلسفهٔ «نقّادی» (کانتی) نزدیکتر است (البتّه به‌گونه‌ای که در آثار فریز آمده است) تا به پوزیتویسم. فریز در نظریّهٔ «برهان‌پسندی» خویش تأکید می‌کند که نسبتهای (منطقی) میان گزاره‌ها، کاملاً با نسبت میان گزاره‌ها و محسوسات تفاوت دارد، حال آنکه مشرب پوزیتویسم همیشه در صدد الغای این تمایز است: یا همهٔ علم را جزو معرفت شخصی من، و محسوسات «من» قلمداد می‌کنند (تك بنی محسوسات با لذّات)، یا محسوسات را به‌صورت گزاره‌های تعجیلی در زمرهٔ شبکهٔ اوّلهٔ عینی علمی داخل می‌کنند (تك‌بنی گزاره‌ها).

بانگ پسرکی رونامه‌فروش را می شنوم، یا آهنگ بم بلندگویی را؟ یا آنکه اصلاً بگویم من از این صداها آزرده می شوم؟ حتّی اگر بتوان این فرمان را اطاعت کرد و توده‌ای عظیم از گزاره‌ها را بدین نحو فراهم آورد، از این رهگذر هرگز علمی بنا نخواهد گشت. در هر علم، باید نظرگاه داشت و مسائل نظری.

اصولاً توافق بر سر ردّ یا قبول گزاره‌های پایه، در اثناء کاربرد تئوریها حاصل می شود: بلکه نیل به توافق، خود بخشی از کاربرد و امتحان هر تئوری است. توافق بر سر گزاره‌های پایه، مانند دیگر افعال ارادی، فعلی است غایتدار که ملاحظات نظری بسیار مسیرش را رقم می زند.

گمان می کنم اینك از عهدهٔ حلّ مسائلی چون مسأله وایتهد برآییم که می پرسد از چه رو صبحانهٔ ملموس و صبحانهٔ دیدنی را همیشه با هم می آورند، و چرا رونامهٔ تایمزی که به چشم می آید، و روزنامهٔ تایمزی که صدای خش خشش به گوش می رسد، با هم دریافت می شوند؟[۱]* کسی که معتقد به منطق استقرائی باشد و ادراکات خام جسته و گریخته را مبنای علم بپندارد، ناگزیر از این اقترافات منظّم حیرتزده می ماند و ناچار همه را «اتّفاقی» می شمارد. وی از تبیین نظم به مدد تئوریها عاجز است، زیرا به زعم او، تئوریها فقط بیان اقترانات منظّم می‌کنند؛ همین و بس.

لیکن بنابر آنچه ما گفتیم، ارتباط میان مجرّبات گونه‌گون، فقط به مدد تئوریهای دردست امتحان تبیین می پذیرد و نتیجه می شود (تئوریهای ما این توقّع را در ما بر نمی انگیزد که در کنار ماه دیدنی، ماه بسودنی را نیز تجربه کنیم؛ وخوفی هم از کابوسهای شنیدنی نداریم.) البتّه یك پرسش بی جواب خواهد ماند؛ آن هم پرسشی که پیداست پاسخش از هیچ تئوری ابطال‌پذیر به دست نمی آید، و لذا پرسشی است «متافیزیکی». پرسش این است که چرا بیشتر اوقات در ساختن تئوریها بخت یار ماست، و ما از چه رو به «قوانین طبیعی» راه می بریم؟[۲]*

۱*. آلفرد نورث وایتهد، *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*، {پژوهشی درباب مبادی معرفت طبیعی}، (سال۱۹۱۹)، سال ۱۹۲۵، صفحهٔ ۱۹۴.

۲*. به این پرسش در بخش ۷۹ و در پیوست x* خواهم پرداخت؛ ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، به خصوص بخشهای ۱۵* و ۱۶* را نیز ببینید.

این گونه ملاحظات برای داشتن یك تئوری معرفت شناسانه دربارهٔ تجربه اهمیّت دارد. تئوری سازان پرسشهایی خاصّ و معیّن را برای آزمایشگران مطرح می‌کنند، و اینان می‌کوشند تا برای آن پرسشها و فقط همانها، پاسخهایی قاطع فراهم آورند. آزمایشگران سخت می‌کوشند تا پرسشهای دیگر را کنار بگذارند. (استقلال بخشهای مختلف هر تئوری نسبت بدهم، در اینجا اهمیّت می‌یابد.) لذا آزمایشگر آزمایش خویش را چنان طرح می‌کند که پرسش مورد نظر «هرچه دقیقتر در آن آمده باشد، و حتّی المقدور هیچ پرسش دیگری در آن نیاید... بخشی از کار همین پوشاندن همهٔ سرچشمه‌های خطاست[1]». امّا نباید پنداشت که آزمایشگران چنین می‌کنند «تا وظیفهٔ تئوری سازان را روشن نمایند»[2] یا مبنایی برای تعمیم استقرائی به دست آنان دهند. بلکه به عکس تئوری سازان همهٔ کار خود، یا دست کم بیشتر آن را، پیش از آغاز کار آزمایشگران کرده‌اند و پرسشهایشان را در کمال دقّت مطرح ساخته‌اند. بنابراین تئوری سازان‌اند که راه تجربه را به اهلش نشان می‌دهند. حتّی کار عمدهٔ خود آزمایشگران نیز انجام مشاهدات دقیق نیست، بلکه کارشان عمدةً کاری است تئوریك. سرتاسر قلمرو تجربه تحت سیطرهٔ تئوریهاست، از طرح اوّلیّهٔ هر آزمایش گرفته تا آخرین ظرایف کار آزمایشگاهی[3*].

این نکته هنگامی بهتر به چشم می‌آید که دانشمندی تئوری‌ساز، به پیش بینی پدیده‌ای مشاهده‌پذیر توفیق یافته باشد، و بعدها آن را به تجربه بیابند. شاید

---

۱. هرمان وایل، *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft* {فلسفهٔ ریاضیات و علوم طبیعی}، سال ۱۹۲۷، صفحهٔ ۱۱۳، چاپ انگلیسی *Philosophy of Mathematics and Natural Science*، چاپ پرینستون، سال ۱۹۴۹، صفحهٔ ۱۱۶.

۲. وایل، همان.

۳* . اینك در می‌یابم که می‌بایست بر نظری که در جای دیگر (مثلاً در بندهای چهارم و آخر بخش ۱۹) کتاب آمده است، در اینجا تأکید می‌کردم. مقصودم این نظر است که مشاهده، و به خصوص گزاره‌های مشاهدتی و گزارش نتایج آزمایشی، همیشه با تفسیر امور مشاهده شده همراه است، و همواره تفسیر در پرتو تئوریهاست. این یکی از دلایل عمده‌ای است که همواره می‌توان با یافتن موارد اثبات تئوری خود را فریفت، و لذا نشان می‌دهد که از چه رو باید در قبال تئوریها شیوه‌ای نقّادانه درپیش بگیریم تا بیهوده دور نزنیم؛ یعنی چنان شیوه‌ای در پیش بگیریم که برای ابطال تئوریها کوشش کنیم

زیباترین نمونه این باشد که دوبروی پیش از آنکه دیویسن و گِرمِر بتوانند خصلت موجی مادّه را برای نخستین بار تأیید کنند، آن را پیش بینی کرده بود[۴]*. همچنین اگر به مواردی توجّه کنیم که آزمایشها تأثیری آشکار بر پیشرفت تئوریها نهاده‌اند، مطلب را بهتر در می یابیم. آنچه در این موارد تئوری سازان را به جست و جوی تئوریهای بهتر سوق می دهد، غالباً ابطال تجربی تئوری‌ای است که پیشتر تقویت شده و مقبول بوده است. و این تعویض تئوریها، خود محصول امتحانهایی است که به هدایت تئوریها انجام می شوند. نمونه‌های مشهور عبارت اند از آزمایش مایکلسن ـ مورلی که به تئوری نسبیّت انجامید، و ابطال روابطی که رِیلی وجینز و نیز وین برای تشعشع آورده بودند به دست لومر و پرینگشتایم، که به تئوری کوانتوم انجامید. گاه نیز ـ نسبتاً به ندرت ـ اکتشافات اتفّاقی پیش می آید. در این گونه موارد است که ماخ[۳] از «تصحیح اتّفاقی آراء علمی» سخن می گوید، و در اینجا حقّ با اوست (هرچند به رغم نظر خود بر اهمیّت تئوریها صحّه نهاده است.)

حال شاید بتوانیم به این پرسش پاسخ دهیم که گزینش و قبول تئوریها منوط به چه دلیل و پیرو کدام شیوه‌ای است.

مسلّماً ترجیح یك تئوری بر تئوریهای دیگر، هیچ ربطی به تصویب تجربی گزاره‌های سازندهٔ آن تئوری ندارد و موکول به تحویل منطقی آن به مجرّبات نیست. بلکه ما آن تئوری را بر می کشیم که در عرصهٔ رقابت با تئوریهای دیگر پایدارتر بماند و اصلح بودنش را برای بقاء در جریان انتخاب طبیعی بر مسند ثبوت بنشاند. این تئوری نه فقط سختترین آزمونها را باید تاب آورده باشد، بلکه باید به مضبوطترین نحو تن به آزمون دهد. تئوریها ابزارهایی اند که در عمل امتحانشان می کنند و کاراییشان را برحسب نتایج امتحانها می سنجند[۵]*.

۴* ماجرا را مکس بورن در *Albert Einstein Philosopher-Scientist* {آلبرت اینشتین، فیلسوف و دانشمند}، ویراستهٔ شیلپ (P.A. Schilpp)، سال ۱۹۴۹، صفحهٔ ۱۷۴، بسیار خوب باز گفته است. نمونه‌های بهتری نیز مانند کشف نپتون به دست ادمز و لووریه، یا کشف امواج هرتزی می توان یافت.

۳. ماخ، *Die Prinzipien der Warmlehre*، سال ۱۸۹۶، صفحهٔ ۴۳۸.

۵*: در انتقاد از نظریّهٔ «ابزارانگاری علوم» ← منابع یاد شده در حاشیهٔ ۱ * پیش از بخش ۱۲ (صفحهٔ ←

آزمودن تئوریها منطقاً متوّقف است بر قبول گزاره‌های پایه، و قبول یا ردّ این گزاره‌ها وابسته به توافق ماست. پس سرنوشت تئوریها به توافق ما بسته است. از این جهت پاسخ من به اینکه «گزینش تئوریها پیرو کدام شیوه است؟» شبیه به جوابی است که اهل مواضعه به این پرسش می دهند. من هم با آنان همداستانم که انتخاب ما را تاحدودی توجّه به سودمندی تئوریها تعیین می کند. با اینحال میان آراء من و اهل مواضعه شکافی است عظیم. به نظر من صفت بارز روش تجربی همین است که بنابر آن، مواضعات یا توافقها، مستقیماً ما را به قبول گزاره‌های کلّی وا نمی دارند، بلکه به عکس فقط در قبول یا ردّ گزاره‌های شخصی ـ یعنی گزاره‌های پایه ـ مؤثر می افتند.

اهل مواضعه در قبول گزاره‌های کلّی، مطیع حکم اصل سادگیشان هستند و دستگاهی را بر می گزینند که از همه ساده‌تر باشد. امّا من برخلاف آنان برآنم که پیش از هر چیز باید سختی امتحانها را ملاك قرار داد. (میان سختی امتحانها و «سادگی» در اصطلاح من پیوندی تنگاتنگ برقرار است؛ با این حال معنای سادگی در نزد من با معنای آن نزد اهل مواضعه تفاوت بسیار دارد: بخش ۴۶ را ببینید). نزد من سرنوشت هر تئوری را عاقبت نتیجهٔ آزمونها ـ یعنی توافق بر سر برخی گزاره‌های پایه ـ تعیین می کند. من نیز چون اهل مواضعه، برآنم که برکشیدن یك تئوری از میان تئوریهای دیگر، امری است عملی {نه تئوریك}. امّا به عقیدهٔ من، این گزینش از کاربرد تئوریها و قبول گزاره‌های پایهٔ مربوط به آن کاربرد تأثیر بسیار می پذیرد، حال آنکه اهل مواضعه انگیزه‌های ذوقی را مؤثّرتر می دانند.

بنابراین، اختلاف نظر من با اهل مواضعه در این است که من می گویم ما بر سر قبول گزاره‌های شخصی توافق می کنیم، نه گزاره‌های کلّی. و اختلاف نظرم با پوزیتیویستها در این است که من می گویم مجرّبات بی واسطه، دلیل صدق گزاره‌های پایه نمی شوند، بلکه این گزاره‌ها منطقاً آزادانه اختیار می شوند (از دیدگاه روان شناسانه می توان گفت اختیار کردن گزاره‌های پایه، واکنشی است هدفدار و

→

۷۷)، و افزوده ستاره‌دار به حاشیهٔ ۱، بخش ۱۲.

تطابق یافته).

این تمایز مهمّ میان تصویب منطقی و گزینش اختیاری گزاره‌های پایه ـ که به شیوه‌ای قاعده‌مند صورت می گیرد ـ شاید به کمك تمثیل شیوهٔ کهن محاکمهٔ قضایی با حضور هیئت منصفه واضحتر گردد.

در مقام قضاوت، رأی هیئت منصفهٔ دادگاه، همچون رأی دانشمند آزمایشگر، ناظر است به پرسشی دربارهٔ امور واقع (چرای مادّی) و این پرسش را هم باید به روشنترین و صریحترین وجوه، به هیئت منصفه عرضه کرده باشند. امّا شیوهٔ انتخاب و طرح مسأله، بستگی بسیار دارد به نظام قضایی، یعنی به مجموعه قوانین جزائی حاکم (که متناظر است با دستگاه تئوریهای پذیرفته شده). رأی هیئت منصفه، اختیار گزاره‌ای است که خبر از وقوع امری می دهد ـ و همچون گزاره‌ای پایه است. اهمیّت اختیار کردن چنین گزاره‌ای در این است که با آوردن گزاره‌های کلّی مجموعه قوانین جزائی در کنارش، پیامدهای خاصّی را نتیجه می دهد. به عبارت دیگر، رأی هیئت منصفه زمینهٔ اعمال مجموعه قوانین را فراهم می سازد و همچون یك گزارهٔ خبری صادق است. برای اتّخاذ رأی، باید از قواعدی پیروی کرد. این قواعد بر اصولی مبتنی اند که اگر نه به تمامی، بیشتر، برای دست یافتن به حقیقت تدوین شده‌اند. پرپیداست که صدور رأیی از جانب هیئت منصفه، دالّ بر صدق آن رأی نیست. پشتوانهٔ آن قاعده که می گوید رأی صادره را می توان لغو کرد یا مورد تجدیدنظر قرار داد، همین است. ولی این قاعده‌ها مجال را بر یقینهای غیر مبتنی بر واقعیّت، و حتّی بر دلبستگیهای یکجانبه تنگ نمی کنند. حتّی اگر از این خصوصیّات روش کهنه چشم بپوشم و روشی فرضی را در نظر آوریم که فقط به قصد کشف حقیقت پدید آمده باشد، باز هم رأی هیئت منصفه نه دلیل صدق مدّعای آنان است نه مؤیّد آن.

یقین یکایك اعضای هیئت منصفه را نیز نمی توان دلیل صدق رأیی که اختیار کرده‌اند دانست؛ به رغم آنکه میان این یقین و رأی اخذ شده، پیوند علّی تنگاتنگی برقرار است، و چه بسا این پیوند با قوانین روان شناسانه قابل بیان باشد. می توان گفت این یقینها «انگیزهٔ» رأی اخذ شده‌اند. این نکته که گفتیم یقین اعضای هیئت

منصفه، دلیل صدق رأی اخذ شده نیست، مربوط است به این امر که قواعد مختلفی بر اتّخاذ رأی از جانب هیئت منصفه، فرمان می راند (مانند اتّخاذ رأی با استناد به اکثریّت محض یا اکثریّت مشروط). این نشان می دهد که نسبت یقین هر یك از اعضای هیئت منصفه با رأی اخذ شده ممکن است با همین نسبت در نزد دیگران تفاوت بسیار داشته باشد.

حکم قاضی به خلاف رأی هیئت منصفه، «استدلالی» است؛ و در ضمن آن، اقامهٔ دلیل هم باید بشود، و می شود. جناب قاضی می کوشد تا بر روایی حکم خویش اقامهٔ دلیل کند و حکمش را منطقاً از عبارات دیگر نتیجه بگیرد: مقصود از عبارات دیگر، مجموعهٔ نظام قضایی و قانونی است، همراه با رأی هیئت منصفه که به جای شرایط اوّلیّه است. به همین دلیل است که در مقابل هر حکم قضایی می توان احتجاج منطقی کرد. ولی در مقابل رأیی که هیئت منصفه اخذ کرده است، فقط می توان پرسید که آیا با مراعات قاعده‌ها و شیوه‌های مقبول اخذ شده است یا نه؛ یعنی فقط از صورت می پرسیم نه از محتوی (این نکته درخور اهمیّت است که محتوای رأی هیئت منصفه را در «گزارش انگیزشی» می آورند و حکم قاضی را در «گزارش مصوّب»).

همانندی این شیوه با اختیار کردن گزاره‌های پایه آشکار است. از این رهگذر، از جمله نسبی بودن گزاره‌های پایه و نحوهٔ ابتناء آنها بر سئوالات برانگیخته از تئوری در دست امتحان روشنتر می گردد. در قضاوت با حضور هیئت منصفه پیداست که اگر اوّل رأیی اتّخاذ نشود جایی برای استفاده از تئوری نمی ماند. این رأی باید نشأت گرفته از شیوه‌ای باشد که با بخشی از مجموعهٔ قوانین حقوقی سازگار است و آن بخش را به کار می گیرد. در مورد گزاره‌های پایه نیز چنین است. پذیرفتن پاره‌ای از مصادیق دستگاه تئوریك، و فقط پذیرش همین مصادیق است که پذیرش مصادیق دیگر تئوری رامیسّر می سازد.

تجربه در علوم عینی بر هیچ ستون پولادینی تکیه نزده است[۴]. بلکه گویی کاخ

---

۴. وایل (در منبع پیشین، صفحهٔ ۸۳، چاپ انگلیسی صفحهٔ ۱۱۶) می نویسد: «. . . به نظر من، در این ←

تئوریهای علمی بر باتلاقی افراشته است، و عمارتی است نهاده بر تیرکهای فرورفته در باتلاق. بر هیچکس «معلوم» نیست که ته این باتلاق کجاست. اگر امروز تیرکها را بر زمینی پایینتر از اینکه هست نصب نمی کنیم، نه به دلیل آن است که به لایه‌ای محکم رسیده‌ایم؛ ما فقط هنگامی از فرورتر بردن تیرکها دست می کشیم که اطمینان یابیم لایهٔ زیرین آنقدر سخت هست که دست کم برای مدّتی از عهدهٔ تحملّ بنا بر می آمد.

تکمله، ۱۹۷۲

(۱) استعمال لفظ «مبنا» کنایت آمیز است: مبنا هیچگاه محکم نیست. نظرگاهی که اختیار کرده‌ام، واقعگرا و عینیّت گراست: کوشیده‌ام تا امتحان آمیخته به نقد را به جای ادراکات، مبنا قرار دهم. (۳) دریافتهای مشاهدتی ما هرگز ورای حدّ امتحان نیستند؛ و همیشه از تئوریها آبستن اند (۴) «گزاره‌های پایه» در نزد ما «گزاره‌های آزمونی» اند؛ و همچون تمامی زبان از تئوریها آبستن اند (حتّی زبانهای به اصطلاح «پدیداری» نیز که عباراتی از قبیل «اینك اینجا سرخ» را مجاز می شمارند، از تئوریهایی دربارهٔ زمان و فضا و رنگ آبستن اند.)

→ زوج متقابلین ذهنی ـ مطلق و عینی ـ نسبی، یکی از ژرفترین حقاق معرفت شناختی حاصل از مطالعهٔ طبیعت مندرج است. هرکه طالب امر مطلق است ناگزیر است به ذهنگرایی ـ خویشتن مداری ـ تن دهد، و هرکه را شوق نیل به عینیّت هست، از نسبی گرایی چاره نیست.» پیش از این آورده است «آنچه بی واسطه دریافت می شود، ذهنی و مطلق است. . . ؛ و از دیگرسو، جهان عینی که علم طبیعی درصدد تبلور بخشیدن بدان است. . . نسبی است». بورن نیز مقصودش را به طرزی مشابه بیان می کند (در مقدّمهٔ *Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physicalischen Grundlagen* {تئوری نسبیّت اینشتین و مبانی فیزیکی آن}، (چاپ سوّم، سال ۱۹۲۲). این نظریّه در اساس، نظریّهٔ کانت در باب عینیّت است که به طرز عاری از تناقضی بسط یافته است.

فصل VI

درجات آزمون‌پذیری

پاره‌ای از تئوریها بهتر به آزمونهای سخت تن می دهند؛ یعنی برخی تئوریها ابطال پذیرترند. درجهٔ آزمون‌پذیری تئوریها در گزینش آنها دخیل است.

در این فصل، از طریق مقایسهٔ مجموعه‌های مبطلات بالقوّهٔ تئوریهای گوناگون، درجهٔ ابطال پذیری آنها را مقایسه خواهیم کرد. تفکیک مطلق تئوریهای ابطال پذیر از تئوریهای ابطال ناپذیر، خواه ممکن باشد خواه نباشد، نتیجه در این بحث ما بی تأثیر است. اصولاً می توان گفت که ما در این فصل با نشان دادن اینکه ابطال پذیری امری است ذومراتب، شرط ابطال پذیری را «نسبی ساخته‌ایم».

۳۱. تقریر خطّ مشی و توضیح آن

همچنانکه در بخش ۲۳ دیدیم شرط ابطال پذیری هر تئوری آن است که دست کم یك مجموعهٔ ناتهی از گزاره‌های پایهٔ ممنوع یافت شود که تئوری آنها را ممنوع بشمارد؛ یعنی مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ تئوری نباید تهی باشد. چنانچه مانند بخش ۲۳، مجموعهٔ همهٔ گزاره‌های پایهٔ ممکن را به شکل سطحی مستدیر نمایش دهیم، و شعاعهای این دایره را نمایندهٔ رویدادهای ممکن بدانیم، می گوییم: دست کم یك شعاع ـ یا بهتر است بگوییم یك قطاع باریك که پهنایش نمایندهٔ رویدادی

«مشاهده‌پذیر» است ـ باید با تئوری ناسازگار باشد و تئوری آن را ممنوع بشمارد. بدین ترتیب مبطلات بالقوّهٔ تئوریهای گوناگون با قطاعهایی نمایش داده می شود که پهناهایشان متفاوت است. هرچه پهنای قطاعهای ممنوعِ یك تئوری بیشتر باشد، می گوییم تعداد مبطلات بالقوّهٔ آن تئوری بیشتر است. و هرچه پهنای قطاعها کمتر باشد، می گوییم تعداد مبطلات بالقوّه کمتر است. (فعلاً نمی پرسیم که تعرف دقیق «بیشتر» یا «کمتر» اصولاً میسّر هست یا نه.) حال می گوییم هرچه مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ یك تئوری «بزرگتر» از مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ تئوری دیگری باشد، مجال بیشتری برای ابطال تجربی آن خواهیم یافت. از این رو می گوییم تئوری اوّل، نسبت به دیگری «درجه ابطال پذیری بیشتری» دارد. معنای دیگر این سخن آن است که تئوری اوّل نسبت به دیگری خبر بیشتری دربارهٔ جهان می دهد، چون مجموعهٔ بزرگتری از گزاره‌های پایه را ممنوع می شمارد. هرچند مجموعهٔ گزاره‌های مجاز، بدین ترتیب کوچکتر می گردد، خدشه‌ای به استدلال ما وارد نمی شود. زیرا همچنان که دیدیم، تئوریها دربارهٔ مجموعهٔ گزاره‌هایی که مجاز می شمارند، حکمی نمی کنند. بنابراین می توانیم بگوییم که مقدار اطلاّعات تجربی مندرج در هر تئوری، یا مضمون تجربی هر تئوری، با افزایش درجهٔ ابطال پذیری آن، فزونی می یابد.

حال فرض کنیم که یك تئوری داریم و پهنای قطاع نمایندهٔ گزاره‌های پایهٔ ممنوع در آن رو به افزایش نهاده است، تا جایی که فقط قطاعی باریك باقی مانده است که نمایندهٔ گزاره‌های پایه کنار گذاشته نشده باشد. (لازمهٔ اینکه تئوری عاری از تناقض باشد، باقی ماندن چنین قطاعی است.) آشکار است که ابطال چنین تئوری‌ای که از هر سو قیدی بر آزادی جهان تجربه نهاده، بسیار آسان است. زیرا این تئوری نزدیك به تمام رویدادهای متصوّر ـ یعنی منطقاً ممکن ـ را عملاً ناممکن می شمارد. ادعای این تئوری چندان بزرگ، ومضمون تجربی آن چندان زیاد است که بعید می نماید از ابطال جان به در برد.

علم تجربی هم درست در پی دست یافتن به تئوریهایی است که ابطالشان بدین معنا آسان باشد. علم تجربی در پی آن است که در صورت امکان، حوزهٔ

رویدادهای مجاز را هرچه تنگتر کند، تا جایی که هرگونه تحدید بیش از آن واقعاً منجرّ به ابطال تجربی تئوری مورد بحث گردد. اگر توفیق نیل به چنین تئوری‌ای نصیب ما گردد، خواهیم توانست «جهان خاصّ خود» را درست تا سرحدّی که از عهدهٔ تئوریها برآمدنی است توصیف کنیم. زیرا آن تئوری، جهان «تجربهٔ ما» را در میان اعضای مجموعهٔ جمیع جهانهای منطقاً ممکن، ممتاز می‌سازد، آن هم با بیشترین دقّتی که برای علوم نظری مقدور است. در این علوم، همهٔ رویدادها و پیشامدهایی که در جهان مشاهده می‌کنیم و با آنها مصادف می‌شویم، و فقط همانها، مجاز محسوب خواهد شد[1*].

۳۲. مقایسهٔ مجموعه‌های مبطلات بالقوّه

مجموعه‌های مبطلات بالقوّه، مجموعه‌هایی نامتناهی‌اند، و معانی عرفی «بیشتر» و «کمتر» را که بی‌هیچ قیدی در بحث از مجموعه‌های متناهی به کار می‌بریم، در مورد مجموعه‌های نامتناهی، به آن آسانی نمی‌توان به کار برد.

چارهٔ این مشکل آسان نیست؛ حتّی اگر به جای خود گزاره‌های پایه یا پیشامدهای ممنوع، مجموعه‌های رویدادهای ممنوع را مقایسه کنیم تا دریابیم کدام مجموعه اعضای بیشتری دارد. زیرا تعداد رویدادهایی که هر تئوری تجربی ممنوع می‌شمارد نیز نامحدود است، چه، می‌دانیم که ترکیب عطفی هر رویداد ممنوع با رویدادی دیگر (خواه ممنوع باشد، خواه نه)، رویدادی است ممنوع.

من سه راه برای بخشیدن معنایی دقیق به مفاهیم عرفی «بیشتر» یا «کمتر» بیان

۱*. برای توضیح بیشتر دربارهٔ اهداف علم، ← پیوست x*، و بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، و مقاله‌ام با عنوان The Aim of Science، در مجلّد ۱، نشریّهٔ *Ratio*، سال ۱۹۵۷، صفحات ۲۴ تا ۳۵. ← بخش ۸ و حاشیهٔ ۵ آن بخش). راینینگر نیز بدین امر اشاره دارد. در *Das Psycho-Physiche Problem* {مسألهٔ تن و روان}، سال ۱۹۱۶، صفحهٔ ۲۹ می‌نویسد: «محال است متافیزیك به صورت علمی تحقّق یابد... زیرا امر مطلق به رغم آنکه واقعاً دریافت می‌گردد، ولذا بطور شهودی حسّ می‌شود، با الفاظ بیان شدنی نیست. چه اگر «روح سخن گفت، باری! روح نبوده است که سخن گفته است».

«*Spricht* die Seele, so spricht, ach! Schon die Seele nicht mahr».

می کنم، تا این مفاهیم در مورد مجموعه‌های نامتناهی نیز معنایی دقیق داشته باشند. تا ببینیم کدامیك از آنها برای مقایسهٔ مجموعه‌های رویدادهای ممنوع مفید تواند بود.

(۱) مفهوم عدد اصلی (یا قوّت) هر مجموعه. این مفهوم هیچ کمکی در حلّ مسألهٔ ما نمی کند، زیرا به آسانی می توان نشان داد که عدد اصلی مجموعه‌های مبطلات بالقوّهٔ همهٔ تئوریها یکی است[1].

(۲) مفهوم بعد. در عرف این تصوّر ناپخته وجود دارد که شمار نقطه‌های مکعب، بیش از شمار نقطه‌های خطّ است. این تصوّر ناپخته را به وسیلهٔ تعریف مفهوم بُعد که مستفاد از تئوری مجموعه‌هاست، به روشنی می توان بیان کرد، به نحوی که به اطلاق و کلیّت منطقیش خللی وارد نیاید. این مفهوم، دسته‌ها یا مجموعه‌های نقاط را برحسب وفور و عدم وفور «نسبتهای همسایگی» میان اعضای آنها، از هم جدا می کند. مفهوم بعد، مقایسهٔ مجموعه‌هایی را که ابعاد «کمتر» یا «بیشتر» دارند میسّر می سازد، و ما در حلّ مسألهٔ مقایسهٔ درجات آزمون‌پذیری، از این مفهوم بهره خواهیم جست. حاصل ترکیب عطفی گزاره‌های پایه با یکدیگر، گزاره‌های پایهٔ دیگری است که هر کدامشان از گزاره‌های پایهٔ سازندهٔ خود «مرکّبترند». درجهٔ ترکّب گزاره‌های پایه را می توان با مفهوم بعد مرتبط ساخت و بدین شیوه از این مفهوم در حلّ مسألهٔ مورد نظر استفاده کرد. امّا باید به ترکّب رویدادهای مجاز توجّه کرد، نه به ترکّب رویدادهای ممنوع. زیرا برای رویدادهای ممنوع تئوری، جمیع درجات ترکّب ممکن است، حال آنکه مجاز دانستن پاره‌ای از گزاره‌ها صرفاً معلول ملاحظهٔ صورت آنهاست؛ یعنی درجهٔ ترکّب آن گزاره‌ها به قدری کم است که نمی توانند منافی تئوری مورد نظر ما باشند. این است که می توان

---

۱. تارسکی ثابت کرده است که با فرض برخی مبادی، هر مجموعه از گزاره‌ها شما را خواهد بود (← مجلّد ۴۰ نشریّه *Monatshefte f. Mathem u. Physik* {ماهنامهٔ ریاضی و فیزیك}، سال ۱۹۳۳، صفحهٔ ۱۰۰، حاشیهٔ ۱۰). به دلایل مشابه، مفهوم اندازه را نیز نمی توان به کار برد (زیرا مجموعهٔ همهٔ گزاره‌های هر زبان نیز شماراست).

در مقایسهٔ ابعاد تئوریها به کارشان برد[۱*].

(۳) نسبت زیر مجموعگی. گیریم همهٔ اعضای مجموعهٔ α، عضو مجموعهٔ β هم باشند، و لذا α زیر مجموعهٔ β باشد (به‌طور نمادین می‌نویسیم $\alpha \subset \beta$). حال یا همهٔ اعضای نیز به نوبهٔ خود عضو هستند ـ که در این حالت می گوییم گسترش دو مجموع یکی است { یعنی دو مجموعه متحّدالمصداق‌اند}، یا دو مجموعه مساویند: یا آنکه β اعضائی دارد که عضو α نیستند. در حالت اخیر، اعضائی از β که به α متعلّق نیستند، «مجموعهٔ تفاضل»، یا متمّم α نسبت به β را می سازند، و زیرمجموعهٔ حقیقی α می باشد. نسبت زیرمجموعگی به خوبی با معانی عرفی «بیشتر» و «کمتر» تناظر می یابد، لیکن این ضعف را دارد که فقط اگر یکی از دو مجموعه شامل دیگری باشد، به کار می آید. لذا اگر مجموعه‌های مبطلات بالقوّهٔ دو تئوری، فصل مشترك داشته باشند، ولی یکی زیر مجموعهٔ دیگری نباشد، یا هیچ عضو مشترکی نداشته باشند، درجات ابطال پذیری آن دو تئوری را نمی توان به مدد نسبت زیر مجموعگی مقایسه کرد: و آن دو تئوری با این نسبت مقایسه‌پذیر نخواهند بود.

۳۳. مقایسهٔ درجات ابطال پذیری به کمك نسبت زیر مجموعگی

تعاریف زیر را عجالتاً به دست می دهیم تا بعداً در بحث از ابعاد تئوریها به تکمیل آنها بپردازیم[۱*].

(۱) گوییم گزارهٔ x «آزمون‌پذیرتر» از گزارهٔ y، و نسبت به آن دارای «درجهٔ

۱*. لفظ آلمانی «komplex» در اینجا و در سایر قسمتهای مانند آن به «composite» ترجمه شده است نه به «complex». دلیل این امر آن است که این لغت به خلاف لغت انگلیسی «complex»، مقابل «simple» نیست، بلکه مقابل «simple» («einfachn») در آلمانی «kompliziert» است. (← بند اوّل بخش ۴۱ که Kompliziert به «complex» ترجمه شده است.) از آنجاکه *degree of simplicity* از مباحث عمدهٔ این کتاب است، سخن گفتن از *degree of complexity* هم در اینجا و هم در بخش ۳۸ مایهٔ سردرگمی می شد لذا لفظ «*degree of Composition*» را برگرفتم که گمان می‌کنم مقصودم را به خوبی ادا می کند.

۱*. بخش ۳۸ و پیوستهای i، vii*، و viii* را ببینید.

ابطال پذیری بزرگتری» است، اگر و تنها اگر مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ y، زیرمجموعهٔ حقیقی مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ x باشد. در این حالت می نویسیم $Fsb(x)>Fsb(y)$.

(۲) در صورت تساوی مجموعه‌های مبطلات بالقوّهٔ دو گزارهٔ x و y، درجات ابطال پذیری آن دو برابر است؛ یعنی $Fsb(x)=Fsb(y)$.

(۳)چنانچه مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ هیچیك از دو گزاره زیرمجموعهٔ حقیقی دیگری نباشد، درجات ابطال پذیری آن دو مقایسه‌ناپذیر است. ($Fsb(x)\|Fsb(y)$)

هرگاه (۱) برقرار باشد، مجموعهٔ متممِ ناتهی وجود خواهد داشت. نسبت به گزاره‌های کلّی، مجموعهٔ متّمم لاجرم نامتناهی است. از این رو ممکن نیست اختلاف دو تئوری (کلّی حقیقی) طرفِ مقایسه در این باشد که شماری متناهی از پیشامدهای خاصّ را یکی مجاز بشمارد و دیگری ممنوع.

مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ همهٔ گزاره‌های همانگویانه و متافیزیکی، تهی است. لذا بنابر (۲) مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ همهٔ آنها یکی است. (زیرا مجموعه‌های تهی زیر مجموعهٔ همهٔ مجموعه‌ها، و از جمله زیر مجموعهٔ مجموعه‌های تهی هستند، و لذا همهٔ مجموعه‌های تهی برهم منطبق اند. به عبارت دیگر، یك مجموعهٔ تهی بیشتر وجود ندارد.) چنانچه «e» را نشانهٔ گزاره‌ای تجربی بگیریم و «t» و «m» را به ترتیب نشانهٔ گزاره‌هایی همانگویانه و متافیزیکی (همچون گزاره‌های وجودی محض)، و درجهٔ ابطال پذیری صفر را به این قبیل گزاره‌ها نسبت دهیم، می توان نوشت.

$$Fsb(t)=Fsb(m)\triangleq 0 \quad \text{و} \quad Fsb\,(e)>0$$

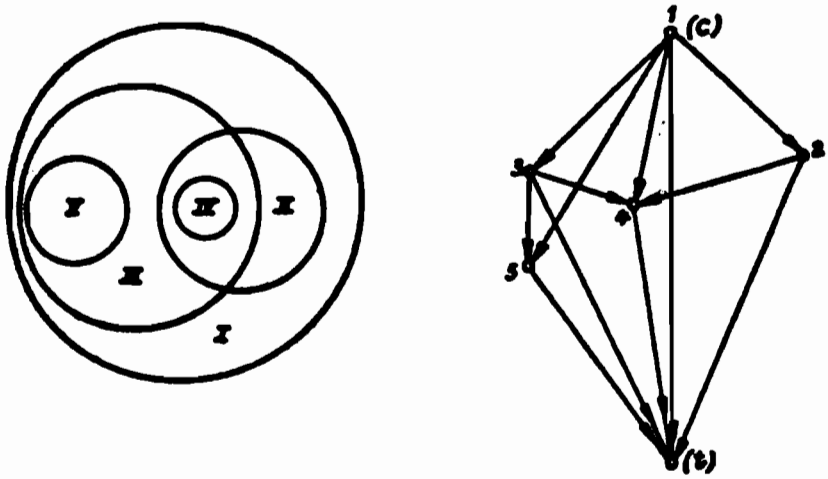
مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ هر گزارهٔ تناقض آمیز (که ما آن را با «c» نشان می دهیم)، همهٔ گزاره‌های پایهٔ منطقاً ممکن را در بر می گیرد. یعنی درجهٔ ابطال پذیری هر گزارهٔ دلخواه، با درجهٔ ابطال پذیری گزاره‌ای تناقض آمیز قابل مقایسه است؛ و $0<Fsb(e)<Fsb(c)$[۲]*. اگر عدد ۱ را درجهٔ ابطال پذیری گزاره‌های

۲*. اینك پیوست vii* را نیز ببینید.

تناقض آمیز اختیار کنیم، و بنویسیم $Fsb(c) = 1$، خواهیم توانست گزاره‌های تجربی (e) را چنین تعریف کنیم $0 < Fsb(e) < 1$. بنابراین رابطه، $Fsb(e)$ همواره در فاصلهٔ میان 0 و ۱ جا می‌گیرد، بی آنکه به این حدود برسد؛ یعنی در «فاصلهٔ باز» میان این دو عدد قرار می‌گیرد. بدین ترتیب رابطهٔ مزبور، با کنار گذاشتن گزاره‌های تناقض آمیز و همانگوییها (و نیز گزاره‌های متافیزیکی). توأماً هم شرط عاری از تناقض بودن گزاره‌های تجربی و هم شرط ابطال پذیری آنها را بیان می‌کند.

۴۴. ساختار نسبت زیرمجموعگی. احتمال منطقی

از آنجا که مقایسهٔ درجات ابطال‌پذیری را برمبنای نسبت زیرمجموعگی تعریف نموده‌ایم، تمام ویژگیهای اساسی این نسبت در مقایسهٔ درجات ابطال پذیری نیز جاری و صادق است. قابل مقایسه بودن درجات ابطال پذیری را به کمك رسم شکل بهتر می‌توان دید (شکل ۱). در طرف چپ شکل ۱ مجموعه‌هایی نمایش داده شده که بعضی زیرمجموعهٔ بعضی دیگرند، و در طرف راست، روابط



شکل ۱

تجربه‌پذیری نظیر این زیرمجموعه‌ها رسم شده است.

هر یك از ارقام رومی در تصویر سمت چپ نشان دهندهٔ مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ گزاره‌ای است که در تصویر سمت راست با رقم عربی معادل آن نشان داده شده است. در تصویری که درجات آزمون‌پذیری را نمایش می‌دهد، پیکانها از گزاره‌های آزمون‌پذیرتر یا ابطال پذیرتر به سوی گزاره‌هایی که سخت‌تر به تجربه تن می‌دهند، می‌رود. (بنابراین پیکانهای مزبور تاحدّی متناظر پیکانهای استنتاج پذیری است؛ بخش ۳۵ را ببینید.)

همچنانکه از شکل بر می‌آید، زنجیره‌هایی از نسبت زیرمجموعگی را می‌توان به دنبال هم آورد؛ همچون زنجیرهٔ *I-II-IV* یا *I-III-V*. همچنین با گنجاندن مجموعه‌های اضافی در لابلای این زنجیر می‌توان آن را «پُرتَر» ساخت. در این حالت خاصّ، همهٔ زنجیره‌ها از *I* شروع و به مجموعهٔ تهی ختم می‌شود، زیرا این مجموعه زیرمجموعهٔ هر مجموعه‌ای هست. (دلیل اینکه مجموعهٔ تهی در هر تصویر سمت چپ قابل نمایش نیست همین است که زیرمجموعهٔ همهٔ مجموعه‌هاست و بدین اعتبار می‌بایست همه‌جا ظاهر شود. چنانچه مجموعهٔ *I* را نمایندهٔ مجموعهٔ جمیع گزاره‌های پایهٔ ممکن بگیریم، ۱ نشان دهندهٔ گزاره‌ای تناقض آمیز (*c*) خواهد بود و *0* (که نظیر مجموعهٔ تهی است) نشان دهندهٔ گزاره‌ای همانگویانه *(t)*. از مجموعهٔ *I* تا مجموعهٔ تهی، یا از *(c)* به *(t)*، چند مسیر هست، و همچنانکه از ملاحظهٔ تصویر سمت راست بر می‌آید، ممکن است مسیرها یکدیگر را قطع هم بکنند. بنابراین می‌توان گفت که این نسبت، ساختمانی مشبّك دارد («مشبکّه‌ای از زنجیره‌ها» که با نسبت زیرمجموعگی یا با پیکانها مرتّب گشته است). برخی گرهها معبر همهٔ پیکانها نیستند (همچون گزاره‌های ۴ و ۵)، و فقط گرههای مربوط به مجموعهٔ عمومی و مجموعهٔ تهی که به ترتیب نظیر گزاره‌های تناقض‌آمیز *c* و گزاره‌های همانگویانه *t* هستند، چنین‌اند.

آیا ممکن است بتوان درجات ابطال پذیری گزاره‌های گوناگون را برحسب ترتیب واحدی مرتّب ساخت؟ یعنی آیا می‌توان به گزاره‌های مختلف، اعدادی نسبت داد که آنها را برحسب ابطال پذیریشان مرتّب کنند؟ پیداست که مرتّب ساختن

همهٔ گزاره‌ها از این راه محال است[۱]*؛ چه اگر این کار شدنی بود، می بایست مقایسه‌پذیری گزاره‌های مقایسه‌ناپذیر را نیز به گزاف پذیرا می شدیم. امّا هیچ منعی نیست تا ما یکی از زنجیره‌های مشبّکه را برگزینیم و ترتیب گزاره‌های واقع بر آن را با اعدادی مشخّص کنیم. در این کار باید ملتزم باشیم که اگر گزاره‌ای به گزارهٔ تناض آمیز c نزدیکتر است، عدد بزرگتری به آن نسبت دهیم تا به آنکه به همانگویی t نزدیکتر است. از آنجا که ما پیشتر اعداد ۰ و ۱ را به ترتیب به گزاره‌های تناقض آمیز و همانگویی نسبت دادیم، ناگزیر باید به گزاره‌های تجربی زنجیرهٔ برگزیده‌مان، کسرهایی حقیقی را نسبت دهیم.

من خود بر آن نیستم تا بر زنجیره‌ای خاصّ انگشت نهم؛ اسناد اعداد به گزاره‌های هر زنجیره کاملاً دلخواه است. ولیکن همینکه اصولاً انتساب چنین کسرهایی میسّر است، بسیار اهمیّت دارد، به ویژه از آن رو که این امر پیوند میان درجات ابطال پذیری و مفهوم احتمال را بر ما روشن می کند. هرگاه مقایسهٔ درجات ابطال‌پذیری دو گزاره میسّر باشد، می توان گفت آنکه کمتر ابطال پذیر است، از حیث صورت منطقی، محتمل‌تر هم هست. این نوع احتمال را من[۲]* «احتمال منطقی»[۱] می خوانم؛ و نباید آن را با احتمال عددی که در تئوری بخت آزمایی و در

۱*. من هنوز معتقدم که سعی بر مقایسه‌پذیر ساختن همهٔ گزاره‌ها به مدد یك سنجه، مستلزم داشتن رکنی دلخواه و فرا منطقی است. این نکته در مورد گزاره‌هایی چون «همهٔ مردان بزرگسال از نیم متر بلندترند» (یا «همهٔ مردان بزرگسال از سه متر کوتاهترند»)، یعنی گزاره‌هایی که در محمولات آنها ویژگی اندازه‌پذیری آمده باشد، آشکار است. زیرا می توان نشان داد که سنجهٔ مضمون یا ابطال‌پذیری هر گزاره، منطقاً خود وابسته به سنجهٔ محمول آن است، و سنجهٔ محمول لاجرم رکنی دلخواه، یا دست کم فرا منطقی دارد.

۲*. اینك (از ۱۹۳۸ به بعد، ← پیوست ii*) به جای «احتمال منطقی» اصطلاح «احتمال منطقی مطلق» را به کار می برم تا «احتمال منطقی نسبی» (یا «احتمال منطقی مشروط») را جدا کنم. پیوستهای iv* و vii* تا ix* را ببینید.

۱. این احتمال منطقی (معکوس آزمون پذیری) نظیر مفهوم اعتبار در نزد بولتسانو است؛ به ویژه چنانکه وی در مقایسهٔ گزاره‌ها به کارش می برد. برای مثال، وی در نسبت استنتاج پذیری، کبری را قضیّه‌ای می داند که اعتبار کمتر دارد، و اعتبار نتیجه‌ها را بیشتر می شمارد (*Wissenschaftlehre*، ۱۸۳۷، جلد II، ۱۵۷ ، شمارهٔ ۱). رابطهٔ این مفهوم اعتبار با مفهوم احتمال را بولتسانو در منبع پیشین، ←

آمار، به کار می رود، اشتباه گرفت. احتمال منطقی هر گزاره، متمم درجهٔ ابطال پذیری آن است: و با کاهش درجهٔ ابطال پذیری، افزایش می یابد. احتمال منطقی ۱ نظیر درجهٔ ابطال پذیری 0 است، و بالعکس. هرچه گزاره‌ای آزمون پذیرتر باشد، یعنی هرچه درجهٔ ابطال پذیریش بزرگتر باشد، منطقاً نامحتملتر است، و هرچه آزمودن گزاره‌ای دشوارتر باشد، احتمال منطقی آن گزاره بیشتر است.

همچنانکه در بخش ۷۲ نشان خواهم داد، احتمال عددی را می توان با احتمال منطقی، و لذا با درجهٔ ابطال پذیری مرتبط ساخت. از جهتی می توان گفت که احتمال عددی به زنجیره‌ای (از زنجیره‌های احتمال منطقی) راجع می شود که می توان برپایهٔ برآورد فراوانیها، برایش یك دستگاه اندازه‌گیری تعریف نمود.

نکات یاد شده دربارهٔ مقایسهٔ درجات ابطال پذیری، نه فقط در مورد گزاره‌های کلّی، و دستگاههای تئوریك صادق است، بلکه گزاره‌های شخصی را نیز می توان مشمول آنها ساخت. لذا نکات یاد شده، در مورد ترکیب عطفی تئوریها و شرایط اوّلیه نیز صادق است. در این حال دیگر هر مجموعه از مبطلات بالقوّه، مجموعه‌ای از پیشامدهاست و نباید آن را مجموعه‌ای از رویدادها ـ یا گزاره‌های پایهٔ ممنوع ـ پنداشت. (این نکته بر پیوند میان احتمال منطقی و احتمال عددی که در بخش ۷۲ مورد بررسی قرار خواهد گرفت، تأثیر دارد.)

۳۵. مضمون تجربی، تضمّن منطقی، و درجات ابطال پذیری

در بخش ۳۱ گفتم که از نظر من مضمون تجربی هر گزاره، دوشادوش درجهٔ ابطال پذیری آن افزایش می یابد: هرچه گزاره‌ای رویدادهای بیشتری را ممنوع بشمارد، خبر بیشتری دربارهٔ جهان تجربه‌ها به ما می دهد. (← بخش ۶.) مفهوم «مضمون تجربی» در نزد من، پیوند تنگاتنگی با مفهومی که مثلاً کارناپ از

→ صفحهٔ ۱۴۷ تبیین می کند. همچنین ← کینز، *A Treatise on Probability*، ۱۹۲۱، صفحهٔ ۲۲۴. مثالهایی که در آنجا آمده است نشان می دهد که مقایسهٔ احتمالات منطقی در نزد من، منطبق است با «مقایسهٔ احتمالی که به نحو سابق بر تجربه به هر حکم کلّی نسبت می دهیم». حاشیه‌های ۱ بخش ۳۶ و ۱ بخش ۸۳ را ببینید.

«مضمون» آورده است دارد[1]، ولی با آن کاملاً یکی نیست. من برای جدا ساختن این دو مفهوم از یکدیگر، یکی را مضمون تجربی می‌خوانم و اصطلاح «مضمون منطقی» را بر دیگری اطلاق می‌کنم.

در تعریف من، مجموعهٔ مبطلات بالقوّهٔ هر گزارهٔ p، همان مضمون تجربی آن است (← بخش ۳۱). مضمون منطقی به کمك مفهوم استنتاج‌پذیری تعریف می‌شود؛ مضمون منطقی هر گزاره عبارت است از مجموعهٔ همهٔ گزاره‌های ناهمانگویانه استنتاج‌پذیر از آن. (این مجموعه را «مجموعهٔ تالیها»ی گزاره می‌خوانیم.) لذا شرط آنکه مضمون منطقی گزارهٔ p، دست کم مساوی مضمون منطقی گزارهٔ q باشد (یعنی یا مساوی مضمون منطقی q، یا بیش از آن باشد)، آن است که q از p استنتاج‌پذیر باشد (به شکل نمادین «$p \rightarrow q$»)[1*]. اگر نسبت استنتاج‌پذیری دو طرفه باشد (به شکل نمادین «$p \longleftrightarrow q$»)[1*]، می گوییم مضمون p و q مساوی است.[2] چنانچه q از p استنتاج‌پذیر باشد امّا p از q نتیجه نشود، مجموعهٔ تالیهای q زیرمجموعهٔ حقیقی مجموعهٔ تالیهای p خواهد بود. پس از آن جا که مجموعهٔ تالیهای بزرگتر از آنِ p است، این گزاره مضمون منطقی (یا قوّت منطقی[2*]) بیشتری خواهد داشت.

از تعریفی که برای مضمون تجربی آوردم، چنین بر می آید که اگر دو گزارهٔ p و

---

۱. کارناپ، مجلّد ۲، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۱۵۸.

۱* «$q \rightarrow p$» بنابر این توضیح، یعنی گزارهٔ شرطی دارای مقدّم p و تالی q، گزاره‌ای همانگویانه، یا واجد صدق منطقی است. (هنگامی که این قسمت از کتاب را می نوشتم، این معنا برایم روشن نبود؛ اهمیّت این را نیز درست نمی فهمیدم که هر سخنی دربارهٔ استنتاج پذیری، متعلّق به زبان برین است. حاشیهٔ ۱* بخش ۱۸ را اینجا ببینید.) لذا «$p \rightarrow q$» را در اینجا باید «p متضمّن qاست» بخوانیم.

۲. کارناپ، در منبع پیشین، می گوید: «اصطلاح برین منطقی «هم مضمون» بنابه تعریف به معنی «استنتاج پذیر از یکدیگر» است». کتابهای *Logische Syntax der sprache*، چاپ ۱۹۳۴، و *Die Aufgabe der Wissenschafts logische* {ساختار منطق علم}، چاپ ۱۹۳۴، دیرتر از آن چاپ شد که بتوانم در اینجا به بحث دربارهٔ مفادشان بپردازم.

۲* . اگر مضمون منطقی p بیش از q باشد، می گوییم p منطقاً قویتر از q است، یا می گوییم قوّت منطقیش بیش از q است.

q فاقد اجزای متافیزیکی باشند، نتیجهٔ مقایسهٔ مضمون منطقی آن دو، با نتیجهٔ مقایسهٔ مضمون تجربیشان یکی است. بنابراین باید: (الف) اگر مضمون منطقی دو گزاره مساوی باشد، مضمون تجربی آنها هم مساوی باشد؛ (ب) اگر مضمون منطقی گزارهٔ p بیش از مضمون منطقی گزارهٔ q باشد، مضمون تجربی آن نیز بیشتر یا دست کم مساوی مضمون تجربی q باشد؛ و آخرالامر اینکه (پ) اگر مضمون تجربی گزارهٔ p بزرگتر از مضمون تجربی گزارهٔ q باشد، مضمون منطقی p هم بیشتر از مضمون منطقی q باشد، یا اصلاً با آن قابل مقایسه نباشد. دلیل آوردن قید اضافی «یا دست کم مساوی» در (ب) این است که گاه ممکن است (مثلاً هنگامی که p از ترکیب عطفی q با یك گزارهٔ وجودی محض، یا نوعی دیگر از گزاره‌های متافیزیکی، به دست آمده باشد) مضمون تجربی p از q بیشتر نباشد: زیرا برای گزارهٔ متافیزیکی ترکیب شده با q نیز باید مضمونی منطقی در نظر گرفت. به همین ترتیب ملاحظه می‌شود که آوردن قید اضافی «یا اصلاً با آن قابل مقایسه نباشد»، در (پ) لازم است*۳.

بنابراین، قاعدتاً باید نتیجهٔ مقایسهٔ درجات آزمون‌پذیری یا مضمونهای تجربی گزاره‌های تجربی محض، با نتیجهٔ مقایسهٔ مضمونهای منطقی یا نسبتهای استنتاج‌پذیری آنها یکی باشد. لذا می‌توان درجات ابطال‌پذیری گزاره‌ها را عمدتاً به کمك نسبت استنتاج‌پذیری مقایسه کرد. این دو نسبت، هر دو به صورت مشبکه‌هایی اند که در آنها گرههای نظیر گزارهٔ تناقض‌آمیز و همانگویی با همه گرههای دیگر مرتبط‌اند (← بخش ۳۴). به عبارت دیگر می‌گوییم گزارهٔ تناقض‌آمیز، منطقاً متضمّن جمیع گزاره‌های دیگر است و جمیع گزاره‌ها، منطقاً متضمّن همانگویی هستند. گفتیم که گزاره‌های تجربی آنهایند که درجهٔ ابطال‌پذیریشان در فاصلهٔ بازی قرار می‌گیرد که از یك طرف به درجهٔ ابطال‌پذیری گزارهٔ تناقض‌آمیز محدود است و از طرف دیگر به درجهٔ ابطال‌پذیری همانگویی. برحسب نسبت تضمّن منطقی، همهٔ گزاره‌های تألیفی (و از جمله گزاره‌های

---

۳. باز هم پیوست vii را ببینید.

غیرتجربی)، در فاصلهٔ باز میان گزاره‌های تناقض‌آمیز و همانگوییها واقع می‌شوند.

بنابرآن نظریّهٔ پوزیتیویستی که می‌گوید جمیع گزاره‌های غیرتجربی (متافیزیکی) «بی‌معنی» اند، تمایزی که من میان گزاره‌های تجربی و تألیفی یا میان مضمون تجربی و منطقی نهاده‌ام، بی‌وجه است. زیرا بنابرآن نظریّه گزاره‌های تألیفی ـ تازه اگر گزاره‌هایی اصیل باشند و صرفاً شبه‌گزاره نباشند ـ لاجرم همگی گزاره‌هایی تجربی اند. به نظر من، هرچند کلمات را اینطور می‌توان به کار برد، از این رهگذر تسهیلی در کار نمی‌گردد، بلکه بر دشواریها هم افزوده می‌شود. .

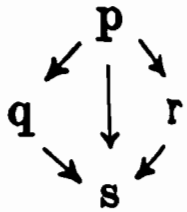
در نزد من، مقایسهٔ مضمون تجربی گزاره‌ها، معادل مقایسهٔ درجات ابطال پذیری آنهاست. بنابراین، قاعده‌ای که در روش‌شناسی آوردیم و گفتیم که باید تئوریهایی را برگزید که به سخت‌ترین امتحانها تن دهند (← قواعد ضدّ مواضعه‌گرایانهٔ بخش ۲۰)، معادل قاعده‌ای است که می‌گوید تئوریهایی برترند که مضمون تجربیشان بیشتر است.

۳۶. مراتب کلّیّت و درجات دقّت

از نظر روش‌شناسی چند امر مطلوب دیگر نیز هست که به مطلوبیّت بیشترین مضمون تجربی تحویل‌پذیر است. در آن میان دو نمونهٔ برجسته هست: یکی مطلوبیّت بالاترین مراتب (یا درجات) کلّیّت، و دیگری مطلوبیّت بزرگترین درجات دقّت.

با عنایت به این نکته، نمونه‌های زیر را بررسی می‌کنیم که از قانونهای طبیعی متصوّرند:

p: مسیر همهٔ اجرام آسمانی که در مداری بسته حرکت می‌کنند مستدیر است؛ یا به اختصار: مدار همهٔ اجرام آسمانی مستدیر است.



q: مدار همهٔ سیّاره‌ها مستدیر است.

r: مدار همهٔ اجرام آسمانی بیضوی است.

s: مدار همهٔ سیّاره‌ها بیضوی است.

پیکانهایی که در نمودار کشیده‌ایم، نسبتهای استنتاج‌پذیری میان گزاره‌ها را نشان می دهد. همهٔ گزاره‌ها از p استنتاج‌پذیرند؛ s، هم نتیجهٔ q است، هم نتیجهٔ r، پس s از همهٔ گزاره‌های دیگر استنتاج‌پذیر است.

از p به q، درجهٔ کلّیّت کم می شود. خبری که q می دهد، کمتر از خبری است که p می دهد. زیرا مدار سیّاره‌ها، زیرمجموعهٔ حقیقی مدار اجرام آسمانی است. پس ابطال p آسانتر از ابطال q است. اگر q ابطال شود، p هم باطل می شود، ولی نه بالعکس. در رفتن از p به r، درجهٔ دقّت (دقّت محمول) کم می شود. زیرا مجموعهٔ دایره‌ها زیرمجموعهٔ حقیقی مجموعهٔ بیضیهاست. و اگر r ابطال گردد، p هم باطل می شود، ولی نه بالعکس. به همین نحو می توان مسیرهای دیگر را نیز بررسی کرد: در رفتن از p به s، هم درجهٔ کلّیّت کم می شود، هم درجهٔ دقّت از q به s، دقّت کم می شود، و از r به s، کلّیّت. هرچه درجهٔ کلّیّت یا دقّت بیشتر باشد، مضمون تجربی (یا منطقی) هم بیشتر است و لذا درجهٔ آزمون‌پذیری بزرگتر است.

هم گزاره‌های کلّی و هم گزاره‌های شخصی را می توان به صورت «گزاره‌های شرطی کلّی» (یا استلزام به معنی عام) نوشت. شاید اگر چهار قانون یاد شده را به این صورت بنویسیم، مقایسهٔ درجات کلّیّت و دقّت گزاره‌ها، آسانتر و نیکوتر گردد.

گزاره‌های شرطی کلّی (← حاشیهٔ ۶ بخش ۱۴) را به این صورت می نویسیم: «$(\varphi x \rightarrow fx)$»، و می خوانیم: «جمیع مقادیر x که در گزاره نمای x صدق کنند، در گزاره‌نمای fx هم صدق می کنند.» گزارهٔ s که در نمودار آمده است، این‌نمونه‌را نشان می دهد: «$(x$ بیضی است ← مدار سیّاره‌ای است$)$ (x)» یعنی: «هر چه باشد x، اگر x مدار سیّاره باشد، آنگاه x بیضی است.» گیریم p و q دو گزاره باشند که بدین صورتِ «نرمال» {(به صورت شرطی کلّی یاد شده)} نوشته شده‌اند: در صورتی می‌گوییم، p اعمّ از q است که گزاره‌نمای مقدّم p (که با «$\varphi_p x$» نشانش می دهیم) نتیجهٔ ضروری (یا نتیجهٔ منطقی) گزاره‌نمای مقدّم q (که با «$\varphi_q x$» نشان داده می شود) باشد، ولی معادل آن نباشد؛ یعنی در صورتی که «$(\varphi_q x \rightarrow \varphi_p x)$ (x)» همانگویانه باشد (یعنی صدق منطقی داشته باشد). و هنگامی p را دقیقتر از q می شماریم که «$(f_q x \rightarrow f_p x)$ (x)» همانگویانه باشد؛ یعنی هنگامی که محمول (یا

گزاره‌نمای تالی) p اخصّ از محمول q باشد؛ یا به عبارت دیگر، محمول p، منطقاً متضمِّن محمول q باشد[۱]*.

این تعریف را می‌توان به گزاره‌نماهای با بیش از یك متغیّر نیز تعمیم داد. به کمك تبدیلات ابتدائی منطقی می‌توانیم نسبتهای استنتاج‌پذیری‌ای را که میان گزاره‌ها برقرار شمردیم، از این تعریف به دست آوریم. با این قاعده[۱]: گیریم درجات کلّیّت و دقّت دو گزاره از گزاره‌ها مقایسه‌پذیر باشد؛ گزاره‌ای که اخصّ از دیگری است یا دقّتش کمتر است، از آن یکی استنتاج‌پذیر خواهد بود، مگر آنکه این اعمّ از آن، و آن دقیقتر از این باشد (مانند q و r در نمودار)[۲].

اینك حکم روش‌شناسانهٔ خود را می‌آوریم که از دیدگاه متافیزیکی گاه آن را اصل علیّت می‌خوانند. حکم ما این است که هیچ پدیداری را نباید تبیین نشده رها کرد، بلکه همواره باید کوشید تا هر گزاره را از گزاره‌هایی کلّیتر از آن نتیجه گرفت. این حکم از مطلوبیّت بالاترین درجات کلّیّت و دقّت ناشی می‌شود، و به مطلوبیّت تئوریهایی که به سخت‌ترین امتحانها تن می‌دهند تحویلپذیرست[۲]*.

۱*. دیده می‌شود که در بخش حاضر (به خلاف بخشهای ۱۸ و ۳۵)، پیکان نشان دهندهٔ ترکیب شرطی است نه تضمّن منطقی؛ ← حاشیهٔ ۱* بخش ۱۸.

۱. می‌توان نوشت:

$[(\varnothing_q\ x \to \varnothing_p\ x).\ (f_p\ x \to f_q\ x)] \to [(\varnothing_p\ x \to f_p\ x) \to (\varnothing_q\ x \to f_q\ x)]$، یا به اختصار:

$[(a \to b).\ (c \to d)] \to [(b \to c) \to (a \to$ «d»$)]$، خصلت ابتدائی این فرمول را که در متن ذکر شده است به روشنی در می‌یابیم. سپس مطابق آنچه در متن آمده است، «p» را به جای «$b \to c$» می‌گذاریم، و «q» را به جای «$a \to b$» و هکذا.

۲. آنچه من کلّیّت بیشتر گزاره می‌خوانم، تا حدودی مطابق چیزی است که منطق قدیم وسعت «حیطهٔ مصادیق موضوع» می‌خواند؛ و آنچه دقّت بیشتر می‌خوانم، مطابق تنگی یا «محدودیّت محمول» است. قاعده‌ای را که اینجا دربارهٔ نسبت استنتاج پذیری آوردیم می‌توان روشنگر و جمع کنندهٔ «حکم همه یا هیچ» و اصل «جنس الاجناس» منطق قدیم دانست و آن را «اصل اساسی حمل مع الواسطه» نامید. ← بولتسانو، Wissenschaftslehre II، جلد ۱۸۶۷، سال ۲۶۳، شماره‌های ۱ و ۴؛ و کولپه، *Vorlesungen über Logik*، ۳۴، ۵، ۷.

۲*. بخش ۱۵* و فصل iv* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی؛ و به خصوص بخش ۷۶ قسمتی از متن که حاشیه ۵ در ذیلش آمده است.

۳۷. حوزه‌های منطقی. نکاتی دربارهٔ تئوری اندازه‌گیری

چنانچه گزارهٔ p را به دلیل آنکه کلّی تر یا دقیقتر از گزارهٔ q است، آسانتر از q بتوان باطل کرد، مجموعهٔ گزاره‌های پایه‌ای که p مجاز می شمارد، زیرمجموعهٔ حقیقی گزاره‌های پایه‌ای خواهد بود که q مجاز می شمارد. نسبت زیرمجموعگی در مورد مجموعه‌های گزاره‌های مجاز، عکس همان نسبت است در مورد مجموعه‌های گزاره‌های ممنوع (مبطلات بالقوّه): می توان گفت که این دو نسبت، معکوس (و بلکه متمِّم) یکدیگرند. هر گزاره، مجموعهٔ گزاره‌هایی را مجاز می شمارد که آن مجموعه را «حوزهٔ»[1] آن گزاره می خوانیم. حوزه‌ای که هر گزاره دراختیار جهان واقع می نهد، گویی نشان می دهد که «چقدر دست جهان واقع باز است» (یا اینکه جهان واقع چه درجه‌ای از آزادی دارد). مفهوم حوزه و مفهوم مضمون تجربی (← بخش ۳۵) وارون (یا متمم) یکدیگرند. لذا نسبت حوزه‌های هر دو گزاره همچون نسبت احتمالات منطقی آن دو به هم است (← بخشهای ۳۴ و ۷۲).

مفهوم حوزه را به میان آورده‌ام تا ما را در راهیافتن به پاسخ سئوالات مربوط به دقّت اندازه‌گیری مدد رساند. گیریم پیامدهای دو تئوری، در همهٔ زمینه‌های کاربردشان به قدری به هم نزدیك باشد که در اثر کاستیهای دقّت اندازه‌گیری نتوانیم تفاوت اندك رویدادهای مشاهده‌پذیر برآمده از آن دو را آشکار سازیم. در اینجا نمی توانیم یکی از دو تئوری را به استناد تجربه برگزینیم، مگر آنکه نخست شیوهٔ اندازه‌گیریمان را بهبود بخشیم.[1*] از این نکته چنین بر می آید که شیوهٔ اندازه‌گیری رایج و حاکم، حوزه و منطقهٔ اختلافات قابل قبول و مؤثّر در تئوری را خود مرزبندی و

---

۱. مفهوم حوزه (*Spielraum*) از فون کریز است (سال ۱۸۸۶)؛ آراء مشابهی در آثار بولتسانو نیز یافت می‌شود. وایسمان (مجلّد ۱ نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحات ۲۲۸ به بعد) می کوشد تا تئوری حوزه‌ها را با تئوری بسامدی ترکیب کند؛ ← بخش ۷۲. کینز (در *Treatise*، صفحهٔ ۸۸) «Spierlaum» را که در اینجا به «range» {در فارسی «حوزه»} ترجمه شده است، به «field» برگردانیده است، وی همچنین (در صفحهٔ ۲۲۴) «Scopen» را در معنایی به کار برده‌است که به نظر من با معنای یاد شده یکسان است.

۱*. این نکته را به نظر من دوئم نادرست تفسیر کرده است. کتاب موضوع و ساختار نگرهٔ فیزیکی وی، صفحات ۱۳۷ به بعد را ببینید.

مشخّص می کند.

بنابراین مطلوبیّت تئوریهایی که بیشترین درجهٔ تجربه‌پذیری را دارند، مطلوبیّت افزایش هرچه بیشتر درجهٔ دقّت اندازه‌گیری را لازم می آورد.

عادتاً می گویند که اندازه‌گیری همیشه عبارت از تعیین نقاط منطبق بر هم است. لیکن این کار فقط به تقریب شدنی است، وحقیقتاً نمی توان از انطباق نقاط سخن گفت.[۲*] هر دو «نقطهٔ» فیزیکی ـ مثلاً علامتی به روی مقیاس اندازه‌گیری و علامتی دیگر به روی جسم مورد اندازه‌گیری ـ را فقط می توانیم به هم نزدیك کنیم، ولی محال است آن دو برهم منطبق شوند و در یك نقطه ادغام گردند. این نکته هرچند اگر در جای دیگر گفته آید سخت عاری از لطف خواهد نمود، در اینجا که سخن از دقّت اندازه‌گیری می رود، نکتهٔ بسیار مهمّی است. زیرا به ما می آموزد تا در وصف اندازه‌گیری بگوییم که نقطه‌ای از جسم مورد اندازه‌گیری بین دو درجه یا دو نشانه از مقیاس اندازه‌گیری واقع می شود، یا مثلاً عقربهٔ دستگاه اندازه‌گیری میان دو درجه از صفحهٔ مدرّج قرار می گیرد. سپس یا خود دو درجه یا دو نشانه را بهترین حدّ خطا می شماریم، یا تخمین می زنیم که (مثلاً) عقربهٔ ما در چه فاصله‌ای از آن دو درجه قرار گرفته است، و از این راه نتیجهٔ درستتری به دست می آوریم. در این وضع، گویی ما محلّ عقربه را در میان دو درجهٔ فرضی گرفته‌ایم. لذا همواره محدوده یا حوزه‌ای باقی می ماند. برآورد این محدوده در اندازه‌گیریها، رسم همیشگی فیزیکدانهاست. (از این رو، مثلاً به پیروی میلیکان، بار بنیادین الکترون را $e = 4.774 \times 10^{-10}$ به دست می دهند و می افزایند که حوزهٔ خطا $\pm 0005 \times 10^{10}$ است.) امّا اینك این مسأله مطرح می شود که به جای یك نقطه، ـ یعنی دو کرانهٔ محدوده ـ را در میان آورده‌ایم؟ مگر برای هر یك از آن دو نقطه نیز همان مسألهٔ تعیین حدّ درستی کرانه‌های محدوده باقی نیست؟

روشن است که اگر نتوان کرانه‌های محدوده را بادقّتی بسیار بیشتر از دقّت

۲*. عنایت داشته باشید که در اینجا از اندازه‌گیری سخن می گویم نه از شمارش. (تفاوت میان این دو، پیوند نزدیکی با تفاوت میان اعداد حقیقی و اعداد گویا دارد.)

مطلوب اندازه‌گیری مشخّص کرد، آوردن این کرانه‌ها هیچ فایده نخواهد داشت. محدودهٔ خطای این کرانه‌ها باید چند ده‌بار از محدودهٔ خطای خود اندازه‌گیری کوچکتر باشد. به عبارت دیگر، کرانه‌های محدوده، کرانه‌هایی دقیق نیستند بلکه در واقع محدوده‌هایی کوچکترند؛ و به همین ترتیب. از اینجا مفهوم «کرانه‌های نادقیق» یا «کرانه‌های برهم افتاده» برای محدوده‌ها به ذهن می آید.

این سخنان بر تئوری ریاضی خطاها یا تئوری احتمالات مبتنی نیست. بلکه به عکس، اگر تصوّری از محدودهٔ اندازه‌گیری در نزد ما نباشد، تئوری آماری خطاها بنیانی نخواهد داشت. چنانچه کمیّتی را چندین بار اندازه بگیریم، مقادیری به دست خواهیم آورد که چگالی آنها در محدوده‌ای مشخّص ـ همان محدودهٔ اندازه‌گیری برحسب شیوهٔ اندازه‌گیری متبوع ـ توزیعهای متفاوت خواهد داشت.

ما فقط هنگامی خواهیم توانست تئوری خطاها را در مورد مقادیر به دست آمده به کار بندیم و کرانه‌های محدودهٔ اندازه‌گیری را تعیین کنیم که بدانیم به دنبال چه هستیم؛ یعنی کرانه‌های برهم افتادهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری باید برما معلوم باشد[۳*].

گمان می کنم از اینجا قدری معلوم شود که چرا روشهای شامل اندازه‌گیری، بهتر از روشهای کیفی محض هستند. درست است که حتّی در برآوردهای کیفی، مثلاً در برآورد طنین یك صوت موسیقی نیز گاه می توان محدوده‌ای برای درستی برآورد به دست داد. لیکن اگر هیچگونه اندازه‌گیری در میان نباشد، برآورد ما بسیار خام خواهد بود، چه، دیگر نخواهیم توانست از مفهوم کرانه‌های برهم افتاده بهره جوییم. این مفهوم را فقط هنگامی به کار می توان برد که یکی از طرفین مقایسه چند ده‌برابر دیگری باشد و لذا بتوان روشی برای اندازه‌گیری تعریف کرد. از مفهوم کرانه‌های برهم افتادهٔ محدودهٔ دقّت، در بخش ۶۸ که به تئوری احتمالات مربوط است بیشتر بهره خواهم جست.

۳*. این ملاحظات پیوند تنگاتنگی با نتایج مذکور در ذیل نکات ۸ به بعد «در مطلب سوّم» دارد که در پیوست ix* چاپ شده است، و آن نتایج این ملاحظات را تحکیم می کند. در بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی بحثی دربارهٔ اهمیّت اندازه‌گیری در «عمق» تئوریها آمده است.

۳۸. مقایسهٔ درجات آزمون‌پذیری بر حسب ابعاد

تا اینجا فقط از مقایسهٔ تئوریهایی سخن گفتیم که مقایسهٔ درجات آزمون‌پذیریشان به کمك نسبت زیرمجموعگی میسّر است. این روش در برخی بعضی ما را به خوبی در گزیدن تئوری برتر راهنمایی می کند. مثلاً می گوییم اصل طرد پاولی، که در بخش ۲۰ از برای نمونه ذکر شد، واقعاً یك فرضیّهٔ کمکی بسیار مناسب است؛ زیرا هم بر درجهٔ دقّت تئوری کوانتوم پیشین، هم بر درجهٔ آزمون‌پذیری آن، بسیار می افزاید (همچنین است گزارهٔ نظیر این فرضیّه در تئوری کوانتوم جدید که می گوید حالات پاد متقارن را الکترونها می گیرند و حالات متقارن را ذرّات بی بار و ذرّات چند باره).

لیکن نسبت زیرمجموعگی در بسیاری از موارد، از عهدهٔ مقایسه بر نمی آید. از این روست که مثلاً فرانك گفته است بسا گزاره‌های بسیار عامّ ـ مانند اصل بقاء انرژی در صورتبندی پلانك ـ که از مضمون تجربی تهی شوند و به همانگویانه گردند؛ مگر آنکه بتوان شرایط اوّلیّه را «با چند اندازه‌گیری، یعنی به کمك مقادیری معدود که حالت سیستم را نشان می دهند»[1] معیّن ساخت. شمار پارامترهایی که باید در نظر گرفت و در فرمولها آورد، مسأله‌ای است که به رغم پیوند تنگاتنگ و آشکاری که با آزمون‌پذیری و ابطال پذیری و تعیین درجات آنها دارد، با توسّل به نسبت زیرمجموعگی قابل توضیح نیست. هرچه مقادیر لازم برای تعیین شرایط اوّلیّهٔ تئوری کمتر باشد، گزاره‌های پایهٔ نامرکّبتری[1]* برای ابطال آن کفایت خواهد کرد؛ زیرا هر گزارهٔ پایهٔ مبطل، متشکّل است از ترکیب عطفی شرایط اوّلیّه با نقیض پیش بینی به دست آمده (← بخش ۲۸). لذا برآن می شویم تا درجات آزمون‌پذیری تئوریها را از راه تعیین کمترین درجهٔ ترکّب لازم برای گزاره‌های پایهٔ ناقض، مقایسه کنیم؛ البتّه این مشروط به آن است که همیشه راهی برای تعیین درجات ترکّب گزاره‌های پایهٔ گوناگون داشته باشیم؛ یعنی بتوانیم بدانیم کدام گزارهٔ پایهٔ ناقض از

---

۱. ← *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*، ۱۹۳۱، مثلاً صفحهٔ ۲۴.

۱*. در مورد اصطلاح «composite» {در فارسی «مرکّب»} حاشیهٔ ۱* بخش ۳۲ را ببینید.

ترکیب گزاره‌های پایهٔ سادهٔ بیشتری به دست آمده است. جمیع گزاره‌های پایه‌ای که درجهٔ ترکّبشان به حدّاقلّی نمی رسد، به سبب همین درجهٔ ترکّب اندك، مضمونشان هرچه باشد، در تئوری مجاز شمرده می شوند.

امّا در راه نیل به این مقصود، دشواریها در کمین است. تشخیص اینکه گزاره‌ای مرکّب (یعنی معادل ترکیب عطفی گزاره‌هایی ساده‌تر) هست یا نه، در اغلب موارد به صرف ورانداز کردن آن گزاره میسّر نیست. در همهٔ گزاره‌ها اسمهای کلّی می آید، و غالباً می توان با تحلیل این اسمها، هر گزاره را مبدّل به ترکیبی عطفی نمود. (مثلاً گزارهٔ «در محلّ k یك لیوان آب وجود دارد»، به این دو گزاره تحلیل می شود: «در محلّ k یك لیوان حاوی مایع وجود دارد» و «در محلّ k آب وجود دارد»). لیکن برای این روش تقسیم گزاره‌ها نمی توان پایانی طبیعی تصوّر نمود؛ خاصّه آنکه همواره می توان کلّیهایی تازه را به منظور فراهمسازی زمینهٔ تقسیم بعدی تعریف کرد.

شاید بگویند که اگر مجموعهٔ معیّنی از گزاره‌های پایه را عنصری یا بسیط بشماریم[۲] که باقی گزاره‌ها به کمك ترکیب عطفی و سایر اعمال منطقی از آنها به دست می آیند، به مقصود دست خواهیم یافت و درجات ترکّب همهٔ گزاره‌ها مقایسه‌پذیر خواهد شد. اگر این توفیق دست دهد، «صفرِ مطلق» ترکّبْ شناخته خواهد شد، و خواهیم توانست به اصطلاحْ درجهٔ ترکّب مطلق هر گزاره را معلوم سازیم[۲*]. ولی به دلیلی که پیشتر آوردیم، چنین اقدامی بسیار نابجا خواهد بود؛

---

۲. «قضایای عنصری» در رسالهٔ فلسفی ـ منطقی ویتگنشتاین، قضیّهٔ ۵: «قضایا توابع ارزشنمای قضایای عنصری‌اند». «قضایای بسیط» (در مقابل «قضایای ذواجزای» مرکّب) در صفحات xv و بعد مقدّمهٔ چاپ دوّم جلد I کتاب *Principia Mathematica* تألیف وایتهد و راسل سال ۱۹۲۵. اگدن اصطلاح «Elementare satz» ویتگنشتاین را به «elementary proposition» ترجمه کرده است (*Tractatus*، قضیّهٔ ۴/۲۱)؛ حال آنکه راسل در مقدّمه‌ای که بر *Tractatus* نوشته است، آن را به «atomic proposition» برگردانیده است. اصطلاح اخیر رواج بیشتری یافته است.

۲*. درجات مطلق ترکّب، {اگر یافت می شد} بی شك درجات مطلق مضموناری، ولذا درجات مطلق عدم احتمال را معیّن می ساخت. برنامه‌ای که در اینجا بدان اشاره شده است، یعنی در میان آوردن عدم احتمال، و به تبع آن احتمال، با انگشت نهادن بر مجموعهٔ مشخصّی از گزاره‌های مطلقاً بسیط (که ←

زیرا بر کاربرد آزادانهٔ زبان علمی[۳*] قیود سخت تحمیل می کند.

با این حال، مقایسهٔ درجات ترکّب گزاره‌های پایه، و لذا سایر گزاره‌ها، میسّر هست. برای این کار، مجموعه‌ای از گزاره‌های نسبتاً بسیط را به دلخواه بر می گزینیم و مبنای مقایسه قرار می دهیم. چنین مجموعه‌ای به کمك یك الگوی مولّد یا قالب تعریف می شود (مانند این: «در محلّ . . . دستگاهی برای اندازه‌گیری . . . هست که عقربه‌اش بین . . . و . . . ایستاده است»). بدین نحو، پس از تعیین قالب (یا گزاره‌نمای) مذکور، مجموعهٔ گزاره‌های حاصل از گذاردن مقادیر یا اسمهای خاصّ در قالب، گزاره‌هایی نسبتاً بسیط خواهند بود که دارای ترکّب یکسان‌اند. مجموعهٔ این گزاره‌ها و همهٔ گزاره‌های بدست آمده از ترکیبات عطفی آنها را «میدان» می نامیم. هر ترکیب عطفی n گزارهٔ نسبتاً بسیط مختلف را یك «n-تایی میدان» می خوانیم؛ و می گوییم درجهٔ ترکّب آن مساوی عدد n است.

چنانچه بازاء هر عدد d، میدانی از گزاره‌های شخصی (ولی نه لزوماً پایه) به قسمی موجود باشد که هیچ d-تایی آن مبطل تئوری t نباشد، ولی $(d+1)$-تاییهایی در آن یافت شود که t را باطل کند، می گوییم d عدد ویژهٔ تئوری t نسبت به آن میدان است. هر گزارهٔ این میدان که درجهٔ ترکّبش کمتر از d یا مساوی آن باشد، هر

→ پیشتر مثلاً در آثار ویتگنشتاین آمده بود)، اخیراً به دست کارناپ، در کتاب *Logical Foundations of Propability*، چاپ ۱۹۵۵، بسط بیشتری یافته است، تا پایهٔ تأسیس تئوری استقراء گردد. نکات ناظر به زبانهای آرمانی را که در پیشگفتار چاپ انگلیسی، ۱۹۵۸، در این کتاب آمده است، ببینید، من در آنجا به زبان آرمانی سوّم (دستگاه زبانی کارناپ) اشاره کردم و گفتم که این زبان ویژگیهای اندازه‌پذیر را در خود راه نمی دهد. (در این زبان به صورت فعلیش، تعریف ترتیب زمانی یا فضایی نیز میسّر نیست).

۳*. لغات «زبان علمی» در اینجا به معنای کاملاً غیر فنّی به کار رفته است، و نباید به معنی اصطلاحی آنچه امروزه «دستگاه زبانی» می خوانند انگاشته شود. بلکه لبّ نظر من همین است که دانشمندان نمی توانند از یك «دستگاه زبانی» استفاده کنند، زیرا همواره همراه هرگامی که برمی دارند ناگزیر به تغییر زبانشان هستند. معنای «مادّه» یا «اتم»، پس از رادر فور، و «مادّه» یا «انرژی»، پس از اینشتین با معنایشان پیش از آنان فرق دارد: معنای مفاهیم تابع تئوری است ـ که آن هم مستمّراً دستخوش تغییر است.

مضمونی داشته باشد، با تئوری سازگار و در آن مجاز است.

حال می توانیم درجات تجربه‌پذیری تئوریهای گوناگون را برحسب همین عدد ویژهٔ d با هم مقایسه کنیم. امّا به منظور پرهیز از تناقضاتی که ممکن است کاربرد میدانهای مختلف پیش آورد، لازم است از مفهوم میدان کاربرد که مقیّدتر از مفهوم میدان است بهره جوییم. اگر تئوری t را داشته باشیم، هنگامی یك میدان خاصّ را میدان کاربرد تئوری t می نامیم که عدد d چنان یافت شود که عدد ویژهٔ تئوری t نسبت به آن میدان مساوی d باشد، و علاوه بر آن ویژگیهای دیگری (که در پیوست ۱ تشریح گشته است) نیز داشته باشد.

عدد ویژهٔ d هر تئوری نسبت به یك میدان کاربرد را من بُعد آن تئوری نسبت به آن میدان کاربرد می خوانم. وجه استعمال اصطلاح «بعد» آن است که همهٔ n ـ تاییهای ممکن میدان را می توان نقاطی در فضا (نقاطی که در فضایی آرایشی با ابعاد نامتناهی مرتّب شده‌اند) تصوّر نمود. مثلاً اگر $d = ۳$، گزاره‌هایی که به سبب کمی ترکّبشان مجاز شمرده می شوند، در این فضا زیر فضایی سه‌بعدی تشکیل می دهند. گذار از $d = ۳$ به $d = ۲$، نظیر گذار از جسم است به سطح. هر چه بعد d کوچکتر باشد، دایرهٔ گزاره‌هایی که مستقلّ از مضمونشان صرفاً به سبب کمی درجهٔ ترکّب نمی توانند ناقض تئوری باشند و لذا مجاز شمرده می شوند، تنگتر می گردد، و لذا درجهٔ ابطال پذیری تئوری بزرگتر می شود.

مفهوم میدان کاربرد، محدود به گزاره‌های پایه نیست، بلکه همهٔ گزاره‌های شخصی نیز می توانند به میدانهای کاربرد تعلّق یابند. امّا به کمك میدان، فقط درجهٔ ترکّب گزاره‌های پایه را می توان برآورد نمود، و سایر گزاره‌ها را نمی توان. (وجود گزاره‌های پایهٔ بسیار مرکّبی نظیر گزاره‌های شخصی بسیار مرکّب را مفروض می گیریم.) بنابراین می توان پذیرفت که هرگاه بعد یك تئوری بیشتر باشد، مجموعه‌ای از گزاره‌های پایه نظیر آن یافت می شود که بعد بیشتر دارند و مضمونشان هر چه باشد، در تئوری مجاز شمرده می شوند.

ارتباط میان دو روشی که برای مقایسهٔ درجات آزمون‌پذیری گفتیم ـ یکی استفاده از ابعاد تئوریها، و دیگری بهره‌جستن از نسبت زیرمجموعگی ـ نیز از اینجا

معلوم می شود. در برخی موارد هیچیك از دو روش به کار نمی آید، و در بعضی دیگر فقط یکی از دو روش به کار می آید. پیداست که در چنین مواردی عرصه برای رقابت دو روش بسته است. امّا گاه می شود که هر دو روش را می توان به کار برد؛ و در عین اینکه بُعدِ تئوریهایِ طرف مقایسه یکی به دست می آید، می بینیم که درجات ابطال پذیری آنها برحسب نسبت زیرمجموعگی نابرابر است. در این گونه موارد باید حکم روش مبتنی بر نسبت زیرمجموعگی را پذیرفت، زیرا خواهیم دید که این روش دقیقتر است. در موارد دیگری که استفاده از هر دو روش میسّر باشد، هر دوی آنها باید نتایج یکسان به بار آورند. زیرا با یك قضّیهٔ ساده از تئوری ابعادِ می توان ثابت کرد که بعد هر مجموعه، از ابعاد هر زیر مجموعهٔ خود بزرگتر یا با آن نابرابر است.

۳۹. بعد یك دسته منحنی

گاه می توان آنچه را «میدان کاربرد» تئوری خواندم، با میدان تصویری تئوری، یعنی با سطحی از کاغذ شطرنجی که تئوری به کمك نمودارهایی بر آن تصویر می شود، یکی دانست: هر نقطهٔ این میدان تصویری را می توان نظیر یك گزارهٔ نسبتاً بسیط دانست. بعد تئوری نسبت به این میدان (که در پیوست ۱ تعریف می شود)، منطبق است بر بعد دسته منحنیهای نظیر تئوری. نسبتهای میان این دو را به کمك دو گزارهٔ q و s بخش ۳۶ تشریح می کنم. (مقایسهٔ ابعاد گزاره‌هایی شدنی است که محمولات مختلف داشته باشند). گزارهٔ q ـ که می گوید مدار همهٔ سیّاره‌ها دایره است ـ سه بعدی است: یعنی دست کم چهار گزارهٔ شخصیِ میدان برای ابطال آن لازم است که نظیر چهار نقطهٔ تصویر آن می شود. گزارهٔ s که می گوید مدار همهٔ سیّاره‌ها بیضی است، پنج بعدی است، چون برای ابطال آن دست کم شش گزارهٔ شخصی میدان، که نظیر شش نقطه از نمودار آن هستند، لازم است. در بخش ۳۶ دیدیم که q آسانتر از s به ابطال تن می دهد: از آنجا که همهٔ دایره‌ها بیضی اند، توانستیم مقایسه را براساس نسبت زیر مجموعگی انجام دهیم. لیکن با بهره‌جستن از ابعاد خواهیم توانست تئوریهایی را مقایسه کنیم که پیشتر نمی توانستیم. مثلاً اینك می توانیم فرض دایره را با فرض سهمی (که چهار بعدی

است) مقایسه کنیم. هر یك از الفاظ «دایره» و «بیضی» و «سهمی»، نمایندهٔ مجموعه یا دسته‌ای از منحنیهاست؛ چنانچه برای برکشیدن و مشخّص نمودن یك منحنیِ خاصّ دسته‌ای، d نقطه لازم و کافی باشد، بعد آن دسته d است. هنگامی که دستهٔ منحنیها به صورت جبری بیان شود، بعد آن بستگی به عدّهٔ پارامترهایی دارد که مقادیرشان را می توانیم آزادانه انتخاب کنیم. لذا می گوییم عدّهٔ پارامترهایی از دسته منحنیهای نمایندهٔ تئوری که در انتخاب کردنشان آزادیم، نشان‌دهندهٔ ابطال پذیری (یا آزمون‌پذیری) تئوری است.

مایلم در پیرامون گزاره‌های q و s که برای نمونه آوردم، نکات روش شناسانهٔ چندی را دربارهٔ کشف قوانین کپلر متذکّر شوم[1*].

من نمی‌گویم کمالجویی کپلر، یعنی اعتقاد به اصلی وجدانی که او را به کشف قوانین خویش رهنمون گردید، ناشی از تأمّلات آگاهانه یا ناآگاه روش شناسانه دربارهٔ درجات ابطال پذیری بود. لیکن معتقدم کپلر توفیق خویش را تا اندازه‌ای وامدار این واقعیّت بود که فرض دایره‌ای که وی تحقیقش را با آن آغاز کرد، نسبتاً آسان تن به ابطال می داد. اگر کپلر از فرضیّه‌ای آغاز می کرد که به لحاظ صورت منطقیش، چون فرض دایره چنین آسان تن به ابطال نمی داد، چه بسا در اثر دشواری محاسباتی ـ محاسبات اموری که در اساس «پا در هوا» و در آسمان سرگردان بود و حرکتی نامعلوم داشت ـ هیچ نتیجه‌ای نمی‌گرفت. نتیجهٔ منفی بی چون و چرایی که کپلر در اثر ابطال فرض دایرهٔ خویش گرفت، در واقع نخستین موفقیّت وی بود. روشی که در پیش گرفته بود، به خصوص از آنجا که تلاش اوّلش تقریباتی به دستش داده بود، آنقدر که لازم بود تحکیم یافته بود.

بی شكّ کشف قوانین کپلر از راهی دیگر نیز میسّر می بود. امّا به گمان من، اینکه همین راهِ خاصّ قرین توفیق افتاده است، محض اتفّاق نیست. این متناظر روش حذف است که فقط در صورتِ آسانیِ ابطال تئوری به کار می آید؛ یعنی فقط

۱*. آرائی را که در اینجا آمده است، ویلیام نیل، در کتاب *Probability and Induction*، سال ۱۹۴۹، صفحهٔ ۲۳۰، و جان کمنی، در مقالهٔ The Use of Simplicity in Induction، مجلّد ۵۷، نشریهٔ *Philos Review*، سال ۱۹۵۳، با ذکر مأخذ، پذیرفته‌اند، پانوشت صفحهٔ ۴۰۴ را ببینید.

در صورتی که تئوری آنقدر دقیق باشد که با تجربهٔ مشاهدتی درافتد.

۴۰ . دو راه برای کاهش ابعاد یك دسته منحنی

بسا دسته منحنیهای بسیار متفاوت که ابعادشان مساوی است. مثلاً مجموعهٔ همهٔ دایره‌ها، مجموعه‌ای سه بعدی است؛ حال آنکه مجموعهٔ دایره‌هایی که از یك نقطهٔ معیّن می گذرند (مانند مجموعهٔ خطوط مستقیم) مجموعه‌ای است دو بعدی. اگر شرط کنیم که دایره‌ها، همه از دو نقطهٔ معیّن بگذرند، مجموعه‌ای یك بعدی خواهیم داشت، و به همین ترتیب، هر شرط اضافی که لازم آورد همهٔ منحنیها از یك نقطهٔ معیّن دیگر {علاوه بر نقاط مشترك پیشین} بگذرند، یك واحد از ابعاد مجموعه می کاهد.

مجموعه‌های صفر بعدی[1]	مجموعه‌های یك بعدی	مجموعه‌های دو بعدی	مجموعه‌های سه بعدی	مجموعه‌های چهار بعدی
-	-	خطّ راست	دایره	سهمی
-	خطّ راست گذرنده یك نقطهٔ معیّن	دایرهٔ گذرنده بر یك نقطهٔ معیّن	سهمی گذرنده بر یك نقطهٔ معیّن	مخروط گذرنده بر یك نقطهٔ معیّن
خطّ راست گذرنده بر دو نقطهٔ معیّن	دایرهٔ گذرنده بر دو نقطهٔ معیّن	سهمی گذرنده بر دو نقطهٔ معین	مخروط گذرنده بر دوٓ نقطهٔ معیّن	-
دایرهٔ گذرنده بر سه نقطهٔ معیّن	سهمی گذرنده بر سه نقطهٔ معیّن	مخروط گذرنده بر یه نقطهٔ معیّن	-	-

۱ . البتّه می توانستیم از مجموعهٔ تهی (کاملاً معیّن) منهای یك بعدی آغاز کنیم.

به غیر از افزودن بر تعداد نقاط معیّن، روشهای دیگری نیز برای کاهش عدّهٔ ابعاد هست. مثلاً مجموعهٔ بیضیهایی که نسبت قطرهایشان مقداری معیّن باشد، مجموعه‌ای است که مانند مجموعهٔ سهمیها چهار بعد دارد؛ همچنین است مجموعهٔ بیضیهایی که مقدار عددی خروج از مرکزشان معلوم باشد. پیداست که گذار از بیضی به دایره، معادل آن است که برای خروج از مرکز مقداری خاصّ معیّن کنیم (آن را ۰ بگیریم)، یا آنکه نسبت قطرها را مقداری معیّن (یك) فرض کنیم.

مقصود ما، سنجیدن درجات ابطال پذیری تئوریهاست، لذا اینك در صدد برمی آییم تا ببینیم آیا روشهای متعددّی که برای کاهش عدّهٔ ابعاد یافت می شود، همه به یك اندازه مقصود ما را بر می آورد، یا آنکه لازم است مزایای نسبی هر یك را به دقّت بیشتر بررسی کنیم.

اظهار اینکه منحنی باید از یك نقطهٔ (یا منطقهٔ کوچك) مشخّص بگذرد، غالباً مستلزم پذیرفتن یك گزارهٔ شخصی ـ یعنی یك شرط اوّلیّه ـ یا عین آن است. حال آنکه اگر به جای فرض بیضی، فرض دایره را برگیریم، از بعد خود تئوری کاسته می شود. امّا آخر وجه تفکیك این دو روش کاهش ابعاد چیست؟ روشی را که با «صورت» یا «شکل» منحنی کار ندارد و از راه مشخّص نمودن چند نقطه یا شیوه‌ای معادل آن ابعاد را می کاهد، روش «کاهش مادّی» می نامیم؛ و روش دیگر را که صورت یا شکل منحنی را مقیدّتر می سازد، تا مثلاً از بیضی به دایره برسد یا از دایره به خطّ، روش «کاهش صوری» ابعاد می خوانیم.

لیکن آسان نمی توان میان این دو روش فرق نهاد. دلیلش این است: به بیان جبری {(= ریاضی)}، کاهش بُعد تئوری، یعنی نهادن مقداری ثابت به جای یك پارامتر. امّا هیچ روشن نیست که فرق روشهای گوناگون نهادن مقادیر ثابت به جای پارامترها، چیست. هنگامی که از معادلهٔ کلّی بیضی به معادلهٔ دایره می رسیم، کاهش صوری ابعاد را چنین توصیف می کنیم که یك پارامتر مساوی صفر شده است و پارامتری دیگر مساوی یك. امّا صفر شدن یکی دیگر از پارامترها (جملهٔ ثابت)، به معنی کاهش مادّی ابعاد از راه مشخصّ نمودن یکی از نقطه‌های بیضی خواهد بود. لیکن گمان می کنم اگر به پیوند میان فرق این دو روش و مسألهٔ اسمهای کلّی توجّه

کنیم، خواهیم توانست روش کاهش صوری و روش کاهش مادّی را به روشنی از هم جدا سازیم. می گوییم هر کاهش مادّی اسمی خاصّ وارد تعریف دسته منحنیهای مورد بحث می کند، و هر کاهش صوری، اسمی کلّی.

گیریم صفحهٔ خاصّی را مثلاً از راه «اشاره به مصادیق» برایمان تعریف کرده باشند. مجموعهٔ بیضیها در این صفحه، با معادلهٔ کلّی بیضی، و مجموعهٔ دایره‌ها با معادلهٔ دایره تعریف می شود. تعاریف ما مستقلّ از محلّ رسم محورهای مختصّات (دکارتی) در صفحه، و لذا مستقلّ از مبدأ و جهت محورهای مختصّات است. هر دستگاه مختصّات مشخّص، فقط به کمك اسمهایی خاصّ، مثلاً از راه تعریف مبدأ و جهات آن، با اشاره به مصادیق تعریف می شود. تعریف دستهٔ بیضیها (یا دایره‌ها) در جمیع دستگاههای مختصّات یکسان است، و لذا از اسمهای خاصّ استقلال دارد: به عبارت دیگر این دسته نسبت به تبدیلات مختصّاتی اقلیدسی (انتقال اشکال و تشابه آنها) پایاست.

امّا هنگامی که بخواهیم دسته‌ای از بیضیها (یا دایره‌ها) را تعریف کنیم که در نقاط خاصّی از صفحه مشترك باشند، ناگزیریم معادله‌ای را به کار بریم که نسبت به گروه تبدیلات اقلیدسی پایانیست، بلکه مقیّد به دستگاه مختصّات معیّنی است که به نحو خاصّ یا با اشاره به مصادیق تعریف گشته است. معادلهٔ دسته منحنیهای مورد نظر بدین نحو با اسمهای خاصّ ارتباط می یابد[۲].

برای تبدیلات می توان سلسله مراتبی در نظر گرفت. هرگاه تعریفی نسبت به گروهی از تبدیلات فراگیرتر پایا باشد، نسبت به تبدیلات مادون آن گروه نیز پایا خواهد بود. گیریم D_1 و D_2 تعاریف دسته‌هایی از منحنیها باشند. می گوییم تعریف D_1 با تعریف D_2 هم رتبه (یا نسبت به آن دارای رتبهٔ بالاتری) است، اگر نسبت به همان گروه تبدیلاتی که D_2 نسبت به آنها پایاست (یا نسبت به گروهی فراگیرتر) پایا باشد. هنگامی که ابعاد یك دسته منحنی کاهش می یابد، اگر رتبهٔ تعریف آن دسته

---

۲ . در باب رابطهٔ گروههای تبدیلات و «تخصیص به افراد» ← کتاب *Philosophie der Mathematik u. Naturwissenschafl*، تألیف وایل، سال ۱۹۲۷، صفحهٔ ۵۹، چاپ انگلیسی صفحات ۷۳ و بعد. در این کتاب به برنامهٔ ارلانگر کلاین اشاره شده است.

کاهش نیابد، کاهش صوری، و در غیر این صورت، کاهش مادّی است.

آشکار است که هنگام مقایسهٔ درجات ابطال پذیری هر دو تئوری برحسب ابعاد، در کنار ابعاد آن دو، باید فراگیریشان ـ یعنی پایاییشان نسبت به تبدیلات مختصّاتی ـ را نیز به حساب آوریم.

نحوهٔ انجام این کار البتّه بستگی به آن دارد که تئوری موردنظر، مانند تئوری کپلر، به واقع متضمّن احکامی هندسی دربارهٔ جهان باشد، یا آنکه «هندسی» بودنش فقط از آن حیث باشد که با نموداری نمایش داده می شود ـ مانند نموداری که تغییرات فشار را برحسب دما نمایش بدهد. در شّق دوّم، توقّع اینکه تعریف تئوری، یا منحنیهای نظیر آن، مثلاً نسبت به دوران دستگاه مختصّات پایا باشد، توقّع بی وجهی است؛ زیرا در اینگونه موارد مختصّات گوناگون نمایندهٔ مفاهیمی کاملاً متفاوت توانند بود (مثلاً یکی فشار را نشان می دهد و دیگری دما را).

شرح روشهای مقایسهٔ درجات ابطال پذیری را در اینجا به پایان می برم. گمان می کنم که روشهای یاد شده ما را در روشنتر ساختن برخی مسائل معرفت‌شناسی، مانند مسأله سادگی که مبحث بعدی ماست، مدد خواهد رساند. مسائل دیگری نیز هست که از رهگذر تحقیق در درجات ابطال پذیری وضوح بیشتری می یابد؛ از آن جمله است مسألهٔ موسوم به مسألهٔ «احتمال فرضیّه‌ها» یا «تقویت تئوریها».

تکمله، ۱۹۷۲

از آراء بسیار مهمّی که در این کتاب آمده است، آراء مربوط به مضمون (تجربی یا اِخباری) تئوریهاست. («بی سبب نیست که قانونهای طبیعت را «قانون» می نامیم: منع بیشتر یعنی دلالت افزونتر». ← پیش از این صفحهٔ ۶۴ و صفحات ۱۵۱ به بعد).

در فصل گذشته بر دو نکته اصرار ورزیدم: (۱) اوّلاً گفتم که مضمون یا تجربه‌پذیری (یا سادگی: فصل *VII* را ببینید) تئوریها، امری است ذودرجات؛ یعنی ابطال پذیری مفهومی است نسبی (که اساس منطقی آن همچنان قیاس

استثنایی با رفع تالی است). (۲) ثانیاً گفتم که هدف علم ـ یعنی رشد معرفت ـ را می‌توان با افزایش مضمون تئوریها یکی دانست. (مقالهٔ «*The Aim of Science*» مرا در مجلّد *I* نشریهٔ *Ratio*، سال ۱۹۵۷، صفحات ۲۴ تا ۳۵، و (تجدیدنظر شده‌اش را) در کتاب *Contemporary Philosophy*، ویراستهٔ کلیبانسکی (R. Klibansky)، چاپ ۱۹۶۹، صفحات ۱۲۹ تا ۱۴۲ ببینید؛ این مقاله اینك در فصل ۵ کتاب اینجانب *Objective Knowledge: An Evolutionary approach* که از جانب انتشارات Clarendon چاپ خواهد شد آمده است.

اخیراً آراء خویش را در این باره بسط بیشتری بخشیده‌ام؛ به ویژه فصل ۱۰ کتاب حدسها و ابطالها، چاپ ۱۹۶۳ و چاپهای بعدی (با تکمله‌های جدید) را ببینید. از جمله نکات جدید این است که (۳) مفهوم مضمون یا آزمون‌پذیری را باتوجّه به مسأله یا مجموعهٔ مسائل مورد بحث، نسبی‌تر ساخته‌ام. (در ۱۹۳۴ نیز این مفاهیم را باتوجّه به میدان کاربرد، نسبی ساخته بودم: پیوست *i* قدیم را ببینید)؛ (۴) مفهوم مضمون صدق تئوریها و تقریب یا نزدیکی آنها به حقیقت (مفهوم «حقیقت نمایی») را مطرح نموده‌ام.

فصل VII

سادگی

ظاهراً آنچه «مسألهٔ سادگی» خوانده می شود، در نزد همگان از اهمیّت یکسان برخوردار نیست. چندی پیش بود که وایل گفت «مسألهٔ سادگی از امّهات مسائل معرفت شناسی علوم تجربی است»[1]. ولی اخیراً گویا از جاذبهٔ این مسأله کاسته شده است؛ شاید دلیلش آن باشد که به ویژه پس از تحلیل موشکافانهٔ وایل دیگر امیدی به حلّ این مسأله نمی رود.

تا همین اواخر، مفهوم سادگی را بدون امعان نظر به کار می بردند، چنانکه گویی معنای سادگی کاملاً روشن است و اهمیّتش آشکار. کم نبودند فیلسوفان علمی که بدون ملاحظهٔ دشواریهای برخاسته از مفهوم سادگی، در نظرّیات خود، مقامی خطیر به این مفهوم بخشیدند. مثلاً پیروان ماخ، کیرشهف، و آوناریوس کوشیدند تا مفهوم «ساده‌ترین توصیف» هر پدیده را به جای تبیین علّی آن بنشانند. ولی اگر صفت «ساده‌ترین» یا لفظی مانند آن در این نظرّیه نباشد، مفید هیچ معنایی نخواهد بود. ما می خواستیم بدانیم که مزیّت توصیف جهان به مدد تئوریها، بر توصیف جهان به مدد گزاره‌های شخصی چیست، ولی این نظریّه به جای تبیین این

---

۱. ← وایل، پیشین، صفحات ۱۱۵ و بعد، چاپ انگلیسی صفحهٔ ۱۵۵. ذیلاً بخش ۴۲ را نیز ببینید.

معنا، ظاهراً پیشاپیش این فرض را پذیرفته است که تئوریها از گزاره‌های شخصی ساده‌ترند. ولی کمتر کسی درصدد توضیح سرّ این سادگی برآمده و گفته است که اصولاً معنای سادگی دقیقاً چیست.

چنانچه مراد از به کار بستن تئوریها را نیل به سادگی بدانیم، روشن است که باید از ساده‌ترین تئوریها بهره جوییم. پوانکاره که گزینش تئوریها را امری قراردادی می‌شمارد، با همین استدلال، اصل گزینش تئوریهای خود را تقریر می‌کند و ساده‌ترین مواضعات ممکن را اختیار می‌کند. امّا آخر این ساده‌ترین کدام است؟

۴۱. کنارگذاشتن معانی ذوقی و مصلحت جویانهٔ سادگی

لفظ «سادگی» چندین معنی دارد. مثلاً تئوری شرودینگر از نظر روش‌شناسی بسیار ساده است، ولی از جهات دیگر می‌توان به درستی گفت که «پیچیده» است. گاه می‌گوییم حلّ فلان مسأله ساده نیست بلکه مشکل است؛ یا می‌گوییم تعبیر یا تقریری ساده نیست بلکه غامض است.

من در همین آغاز کار، اطلاق لفظ «سادگی» را به آنچه از جنس تعبیرها و تقریرهاست از بحث بیرون می‌کنم. گاه می‌گویند از دو تقریر برای یك برهان ریاضی، یکی ساده‌تر یا زیباتر از دیگری است. این تمایزها در نظریّهٔ شناخت اهمیّت چندانی ندارد، زیرا به آستان منطق داخل نمی‌گردد و صرفاً مبتنی بر ترجیحی ذوقی یا مصلحت جویانه است. هنگامی که مردم می‌گویند «انجام فلان کار ساده‌تر» از کار دیگری است، مقصودشان همین است که انجام آن کار آسانتر است و تمرین و دانش کمتری می‌طلبد. در همهٔ این موارد، لفظ سادگی معنایی فرامنطقی دارد و آوردنش ضروری نیست.

۴۲. جنبهٔ روش‌شناختی مسألهٔ سادگی

آیا اگر معانی ذوقی و مصلحت جویانهٔ سادگی را کنار بگذاریم، چیزی باقی خواهد ماند؟ آیا سادگی معنایی دارد که اهل منطق بدان ارج نهند؟ آیا تئوریهایی را منطقاً متفاوت‌اند می‌توان برحسب درجات سادگیشان متمایز ساخت؟

ملاحظهٔ توفیق اندك بیشتر تلاشهایی که در تعریف این مفهوم شده است، ممکن است ما را در پاسخ به تردید افکند. مثلاً شلیك از جمله کسانی است که پاسخ منفی می دهند. می گوید: «سادگی مفهومی است که در آن ترجیحات ذوقی و مصلحت جویانه نهفته است.»[۱] جالب اینکه وی این پاسخ را در خلال مطالبی آورده است که دربارهٔ همین مفهوم مورد توجّه ما (که من آن را جنبهٔ روش شناختی مفهوم سادگی می خوانم) نوشته است. وی در ادامه می نویسد: «حتّی اگر نتوانیم معنای حقیقی «سادگی» را در اینجا تبیین کنیم، این را باید بیاموزیم که هرگاه دانشمندی موفّق گردد به وسیلهٔ فرمولی بسیار ساده (مثلاً به وسیلهٔ تابعی خطّی، یا مربّعی، یا نمایی) میان چندین مشاهده رابطه برقرار سازد، بی درنگ باور خواهد کرد که قانونی کشف کرده است.

شلیك در باب معنا کردن نظم قانونمند به کمك مفهوم سادگی، و به ویژه دربارهٔ تمایز نهادن میان «امر قانونمند» و «امر اتفّاقی» نیز بحثی دارد. وی عاقبت نتیجه می گیرد که این کار عبث است و می گوید: «پیداست که سادگی اصولاً مفهومی نسبی و ناپخته است که نه تعریف درستی از علّیّت به دست می دهد، نه در تمایز نهادن میان «امر قانونمند» و «امر اتفّاقی» سودمند می افتد.»[۲] آنچه از مفهوم سادگی انتظار می رود، به روشنی در عبارات مزبور آمده است: از این مفهوم انتظار می رود که مقیاسی برای سنجش درجهٔ قانونمندی یا انتظام رویدادها به دست دهد. فایگل نیز در آنجا که از «تعریف درجهٔ انتظام یا قانونمندی به کمك مفهوم سادگی» سخن می گوید[۳]، نظر مشابهی ابراز می کند.

جنبهٔ روش شناختی مفهوم سادگی، در نظریّه‌های منطق استقرائی، مثلاً نظریّه‌های مربوط به مسألهٔ «ساده‌ترین منحنی» سهم ویژه‌ای دارد. هواداران منطق

---

۱. شلیك، در مجلّد ۱۹ نشریّهٔ *Naturwissenschaften*، سال ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۴۸. • اصطلاح pragmatischer شلیك را آزادانه {به *Practical*} ترجمه کرده‌ام.

۲. شلیك، همانجا.

۳. فایگل، در *Theorie und Erfahrung in der Physik* {تئوری و تجربه در فیزیك}، سال ۱۹۳۱، صفحهٔ ۲۵.

استقرائی برآنند که ما از طریق تعمیم مشاهده‌های خاصّ به قانونهای طبیعی می‌رسیم. اگر نتایج گوناگون چندین مشاهده را نقاطی در نظر بگیریم که در یك دستگاه مختصّات رسم شده‌اند، تصویر قانونی که مورد نظر است منحنی ای خواهد بود که بر جمیع این نقاط می‌گذرد. لکن بر شماری متناهی از نقاط، منحنی گونه‌گون بی‌شمار می‌توان گذراند. لذا خود مشاهده‌ها به نحو صریح دلالت بر قانون واحد ندارند و منطق استقرائی خواه ناخواه با مشکل برگزیدن یك منحنی از میان این همه منحنی ممکن روبرو می‌گردد.

چارهٔ متداول، «گزینش ساده‌ترین منحنی» است. ویتگنشتاین می‌گوید: «استقراء عبارت از انتخاب ساده‌ترین قانونی است که با تجارب ما موافق می‌افتد.»[۴] هنگام انتخاب ساده‌ترین قانون، عادتاً نگفته فرض می‌کنند که مثلاً توابع خطّی ساده‌تر از توابع مربعی، ودایره‌ها ساده‌تر از بیضیها هستند ولی ـ به غیر از دلایل ذوقی یا مصلحت‌جویانه ـ دلیلی نمی‌آورند که چرا این سلسله مراتب خاصّ را بر بقیّه ترجیح می‌دهند، یا آنکه اصولاً چرا معتقدند که قانونهای «ساده» مقدّم بر قوانین پیچیده‌تر هستند.[۵] شلیك و فایگل به مقالهٔ چاپ نشده‌ای از ناتکین اشاره می‌کنند[۶]. بنا به گفتهٔ شلیك، ناتکین منحنیها را هرچه میانگین انحنائشان کمتر باشد ساده‌تر می‌شمارد؛ و بنابه روایت فایگل، منحنی ساده‌تر آن است که فاصله‌اش با یك خطّ راست کمتر از بقیّه باشد. (این دو معنا یکسان نیست). ظاهراً این تعریف به خوبی با فهم شهودی ما سازگار است. با این حال نکتهٔ اصلی در آن نیامده است؛ مثلاً برحسب آن، بخشهایی از هذلولی (شاخه‌های مجانبی آن) بسیار ساده‌تر از دایره شمرده می‌شود. راستش من گمان نمی‌کنم که بتوان مسأله را با این (به قول

---

۴. ویتگنشتاین، همانجا، قضیّهٔ ۶/۳۶۳.

۵. سخن ویتگنشتاین در باب سادگی منطق (همانجا، قضیّهٔ ۵/۴۵۴۱) که «میزان سادگی» را وضع می‌کند، سررشته‌ای به دست نمی‌دهد. «اصل انتخاب ساده‌ترین منحنی» رایشنباخ (در مجلّد ۳۴، نشریّهٔ *Matematische Zeitschrift*، سال ۱۹۳۲، صفحهٔ ۶۱۶) نیز متکّی بر اصل موضوع استقراء اوست (که به گمان من پذیرفتنی نیست) و کمکی نمی‌کند.

۶. در منابع یاد شده.

شلیك) «حقّه‌ها» فیصله بخشید. دیگر اینکه چنین تعریفی سرّ مطلوبیّت سادگی را هم معلوم نمی‌کند.

وایل بحثی بسیار جالب توجّه را برای تعریف سادگی برحسب احتمالات مطرح می‌سازد و به ردّ آن می‌پردازد: «مثلاً فرض کنید که بیست زوج مختصّات با مقادیر (x,y) از تابع y = f(x) (بادقّت مطلوب) به روی کاغذ شطرنجی بر یك خطّ راست واقع شوند. در این حال حدس خواهیم زد که با یکی از قوانین متفن طبیعی روبرو گشته‌ایم و y به طور خطّی به x وابسته است. حدس ما از آن روست که خطّ راست ساده است و اگر قانون موردنظر غیر از آن می‌بود، قرار گرفتن این بیست مشاهده که به دلخواه برگزیده شده‌اند، به روی خطّ راست بسیار بعید می‌بود. حال می‌توان با استفاده از این خطّ راست درونیابی و برونیابی کرد و به پیش بینیهایی دست یافت که خود مشاهده‌ها {مستقیماً} خبر از آنها نمی‌دهند. لیکن این استدلال مخدوش است، زیرا همواره می‌توان چندین نوع تابع ریاضی تعریف کرد که بیست مشاهدهٔ مذکور در آنها بگنجند و در عین حال برخی با خطّ راست تفاوت بسیار داشته باشند. در مورد هر کدام از این توابع نیز می‌توان مدّعی شد که اگر غیر از قانون واقعی می‌بود، واقع شدن همان بیست مشاهده بر آن بسیار بعید می‌بود. لاجرم لازم است که خود تابع یا مجموعهٔ توابع {دالّ بر قوانین} را، پیش از اقدام به تجربه، به مدد سادگی ریاضی آن از ریاضیّات اخذ کنیم. باید توجّه داشت تا مبادا شمار پارامترهایی که مجموعهٔ توابع مذکور به آنها وابسته است، به شمار مشاهده‌های مورد نظر برسد.»[۷] سخن وایل که می‌گوید «لازم است مجموعهٔ توابع {دالّ بر قوانین} ریاضی را، پیش از اقدام به تجربه، به مدد سادگی آن از ریاضیّات

---

۷. وایل، همانجا، صفحهٔ ۱۱۶، چاپ انگلیسی صفحهٔ ۱۵۶. * هنگامی که کتابم را می‌نوشتم، نمی‌دانستم (شکّ نیست که وایل نیز هنگامی که کتابش را می‌نوشته، نمی‌دانسته است) که هرولد جفریز و دوروتی رینچ، شش سال پیش از وایل گفته بودند که سادگی هر تابع را با اندکی پارامترهایی از آن تابع که آزادانه می‌توان تغییرشان داد، باید اندازه گرفت. (مقالهٔ مشترکشان را در مجلّد ۴۲، نشریهٔ *Phil. Mag*، سال ۱۹۲۱، صفحات ۳۶۹ و بعد ببینید. در اینجا فرصت را مغتنم می‌شمارم و فضل تقدّم را به تمامی از آن این صاحبنظران می‌دانم.

اخذ کنیم»، و اشارهٔ او به تعداد پارامترها با آراء من (که در بخش ۴۳ خواهد آمد) موافق است. لیکن وایل نگفته است که «سادگی ریاضی» چیست: و از همه مهمّتر اینکه نگفته است قوانین ساده، از نظر منطق یا معرفت‌شناسی چه مزایایی بر قوانین پیچیده‌تر از خود دارند[۸].

قطعاتی که تا اینجا نقل کردیم، به واسطهٔ تأثیری که بر مسألهٔ موردنظر ما ـ یعنی تحقیق در جنبهٔ معرفت‌شناختی مفهوم سادگی ـ دارند، بسیار مهمّ‌اند، زیرا سادگی را هنوز کسی به دقّت معنا نکرده است و لذا هر کسی می‌تواند تلاشهای دیگران (مثلاً من) را در بیان دقیقتر این مفهوم باطل بشمارد و بگوید مرادِ معرفت شناسان از سادگی، در واقع هیچ ربطی به آنچه گفته شده است ندارد. من در جواب این گونه اعتراضات می‌گویم که لفظ «سادگی» در نزد من هیچ اهمیّتی ندارد. این اصطلاح را نه من ابداع کرده‌ام، نه از نقایض آن بی‌خبرم. من همین قدر می‌گویم که معنایی که برای سادگی بیان خواهم کرد، به کار پاسخگویی به همان پرسشهایی میآید که به شهادت منقولات مزبور، فیلسوفان علم در ارتباط با «مسألهٔ سادگی» پیش کشیده‌اند.

۴۳. سادگی و درجهٔ ابطال پذیری

جمیع مسائل معرفت‌شناختی ناشی از مفهوم سادگی را با یکی دانستن معنای سادگی و درجهٔ ابطال پذیری، می‌توان حلّ کرد. شاید این مدّعا غریب بنماید[۱*]،

---

۸. سخنان دیگر وایل در باب ارتباط سادگی و تقویت نیز در اینجا مدخلیّت دارد، و عمدتاً با آراء خود من که در بخش ۸۲ بیان شده موافق است، هرچند که رهیافت من به مسأله و ادلّه‌ای که آورده‌ام، کاملاً متفاوت است؛ ← حاشیهٔ ۱ بخش ۸۲ * و حاشیهٔ جدیدی که ذیلاً می‌آید (حاشیهٔ ۱* بخش ۴۳).

۱*. دریافت اینکه این تئوری سادگی (و از جمله آراء مندرج در بخش ۴۰)، دست کم مقبول یکی از معرفت شناسان افتاده است، مایهٔ خوشوقتی است. مقصود ویلیام نیل است که در صفحات ۲۲۹ وبعد کتابش *Probability and Induction* {احتمالات و استقراء}، سال ۱۹۴۹، می‌نویسد: «... به آسانی در می‌یابیم که فرضیّه‌ای که بدین معنی از همه ساده‌تر باشد، همان است که اگر نادرست باشد حذفش آسانتر است... خلاصه اینکه التزام به اختیار کردن ساده‌ترین فرضیّهٔ همخوان با واقعیّات معلوم، رها شدن از فرضیّه‌های نادرست را برایمان بسیار آسان می‌کند.» نیل پانوشتی می افزاید و در ←

لذا نخست از جهت شهودی به توجیه آن می پردازم.

پیش از این نشان دادم که تئوریهای با ابعاد کمتر را آسانتر از تئوریهایی که ابعاد بیشتر دارند می توان ابطال کرد. برای نمونه، ابطال قانونی که به صورت تابعی درجه اوّل است، آسانتر از ابطال قانونی است که به وسیلهٔ تابعی درجه دوّم بیان می شود.

→

آن به صفحهٔ ۱۱۶ کتاب وایل و نیز به کتاب من ارجاع می دهد. لیکن بر من معلوم نیست که در کجای این صفحه ـ که قسمتهایی از آن را که به بحث مربوط است در متن نقل کردم ـ یا در کجای دیگر از کتاب ارجمند وایل (یا در کتابی دیگر)، از ارتباط سادگی تئوری و آسانی حذف آن، کمترین شمّه‌ای یافت می شود. اگر وایل (یا هرکس دیگری که می شناختم)، در بیان این تئوری بر من تقدّم داشت، (آنچه را در اواخر بخش گذشته نوشته‌ام) نمی نوشتم که «وایل نمی گوید قانون ساده‌تر از دیدگاه منطق و معرفت شناسی باید واجد کدام برتریها باشد»

واقعیّت این است که وایل در بحث عمیقی که در باب این مسأله می آورد (وما آن را در قسمتی ازمتن بخش ۴۲ که حاشیهٔ ۷ در ذیلش آمده است نقل کردیم)، نخست نظر شهودی را ذکر می کند که منحنی ساده ـ مثلاً خطّ راست ـ بر منحنیهای پیچیده‌تر مرجّح است زیرا بسیار بعید است که همهٔ مشاهدات بر چنان منحنی ساده‌ای واقع شوند. لیکن وایل به جای آنکه دنبال همین نظر شهودی را بگیرد (و به نظر من اگر می گرفت، در می یافت که تئوری ساده‌تر آزمون پذیرتر است)، می گوید این نظر انتقاد عقلانی را تاب نمی آورد و لذا انکارش می کند: وی اشاره می کند که منحنی هرچه باشد، هرقدر که پیچیده باشد، همین را می توان گفت. (این سخن درست است ولی اگر به جای مصادیق مثبت، به مبطلات بالقو ـ و درجات ترکّبشان ـ توجّه کنیم، دیگر این اشکال وارد نخواهد بود). وایل سپس، شرح می دهد که اندکی پارامترها، معیار سادگی است، ولی به هیچ نحو میان این معیار و آن نظر شهودی که منکر شده است، یا با چیزی از قبیل آزمون پذیری یا مضمون که ممکن است مزیّت معرفت شناختی تئوری ساده‌تر را بیان کند، پیوندی برقرار نمی سازد.

هرولد جفریز و دوروتی رینچ در سال ۱۹۲۱ (مجلّد ۴۲، نشریهٔ *Phil. Mag*)، در مشخّص ساختن سادگی منحنیها با اندکی پارامترهایشان، بر وایل تقدّم دارند. لیکن اگر وی آنچه را (به زعم نیل) «دریافتنش آسان است» در نیافته است، جفریز اصولاً درست خلاف این امر را دریافته است: وی به قانونی که ساده‌تر باشد، احتمال سابق به تجربهٔ بیشتر نسبت می دهد نه عدم احتمال سابق بر تجربهٔ بیشتر. (بدین نحو، اگر نظر جفریز و نظر نیل را کنار هم بگذاریم، سخن شوپنهاور به روشنی به ذهن می آید که حلّ مسأله در ابتدا امری تناقض آمیز جلوه می کند و بعدها حقیقتی بدیهی می نماید.) در اینجا اضافه کنم که نظراتم را در باب سادگی توسعه داده‌ام و در این کار سخت کوشیده‌ام تا از نیل نیز چیزی بیاموزم، و امید می برم که اندك توفیقی یافته باشم. ← پیوست x* و بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.

با این حال قانون دوّم نیز در میان قانونهایی که صورت توابع جبری را دارند، همچنان از ابطال پذیرترین قانونهاست. این با سخن شلیك دربارهٔ سادگی موافقت دارد که گفت: «بی تردید ما تابعی درجه اوّل را ساده‌تر از تابعی درجه دوّم تلقّی می کنیم، هرچند که این دوّمی نیز بی شكّ نمایندهٔ قانونی است که هیچ عیبی به آن وارد نیست...[۱]»

همچنانکه دیدیم، با زیاد شدن درجهٔ ابطال پذیری هر تئوری، درجات کلیّت و دقّت آن نیز افزایش می یابد. از این رو می توان درجهٔ ابطال پذیری هر تئوری را، نشان دهندهٔ درجهٔ مضبوط بودن آن ـ یعنی میزان لجامی که تئوری بر طبیعت می زند ـ دانست. این نشان می دهد که مفهوم درجات ابطال پذیری همان منظوری را بر می آورد که شلیك و فایگل از مفهوم سادگی چشم می داشتند. همچنین به کمك مفهوم درجات ابطال پذیری می توان تمایزی را که شلیك می خواست بین امور قانونمند و امور اتّفاقی تعیین کند، روشنتر ساخت: زیرا ابعادگزاره‌های احتمالی که از دنباله‌های دارای ویژگیهای اتّفاقی نما خبر می دهند، نامتناهی است (← بخش ۶۵)؛ و این گزاره‌ها ساده نیستند، بلکه پیچیده‌اند (← بخش ۵۸ و قسمت آخر بخش ۵۹)؛ و فقط به شرط رعایت ضوابطی خاصّ ابطال پذیرند (بخش ۶۸).

دربارهٔ مقایسهٔ درجات تجربه‌پذیری، به تفصیل در بخشهای ۳۱ تا ۴۰ بحث کردیم. پاره‌ای از مثالها و نکته‌های یاد شده در آن باره را به آسانی می توان به {دایرهٔ بحث دربارهٔ} مسألهٔ سادگی منتقل ساخت. این مطلب به ویژه در مورد درجات کلیّت تئوریها صادق است؛ هر گزارهٔ کلی جای چندین گزارهٔ اخصّ از خود را می گیرد، و از این رو «ساده‌تر» از آنها خوانده می شود. گفتنی است که مفهوم ابعاد تئوریها سخن وایل را معنایی دقیق می بخشد که می گفت در تعریف مفهوم سادگی باید به شمار پارامترها توجّه کرد[۲*]. همچنین با تمایزی که میان کاهش صوری و

---

۱. شلیك، در صفحهٔ ۱۴۸، مجلّد ۱۹، نشریهٔ *Naturwissenschaften*، سال ۱۹۳۱ (← حاشیهٔ ۱ بخش پیشین).

۲*. همچنانکه در حاشیه‌های ۷ بخش ۴۲ و ۱ * بخش حاضر ذکر شد، هرولد جفریز و دوروتی رینچ بودند که برای نخستین بار، گفتند سادگی هر تابع را با اندکی پارامترهایی از آن که آزادانه قابل ←

کاهش مادّی ابعاد تئوریها قائل شدیم (← بخش ۴۰)، خواهیم توانست بعضی اشکالات وارد بر نظریّهٔ وایل را جواب گوییم. یکی از اشکالات این است که مطابق آنچه وایل گفته است، شمار پارامترهای مجموعهٔ بیضیهایی که نسبت اقطار و نیز مقدار عددی خروج از مرکزشان معلوم باشد، درست برابر با شمار پارامترها در مجموعهٔ دایره‌هاست؛ در حالی که «ساده‌تر» بودن مجموعهٔ دایره‌ها مسلّم است.

از همه مهمتّر این که نظریّهٔ ما سرّ مطلوبیّت سادگی را نیز باز می نماید. و برای فهم این معنا، نیازی نیست که به چیزی از جنس «اصل اقتصاد در اندیشه» متوسّل گردیم. اگر هدف کسب معرفت است، به گزاره‌های ساده باید بیش از گزاره‌های پیچیده ارج نهاد، زیرا خبر بیشتری به ما می‌دهند، و مضمون تجربی بیشتری دارند، و تجربه‌پذیرتر هستند.

۴۴. شکل هندسی و صورت تابعی {ریاضی}

برحسب تصویری که از مفهوم سادگی به دست دادیم، می توانیم چند معضل منطقی را مرتفع سازیم که تاکنون سودمندی این مفهوم را در بوتهٔ تردید افکنده بوده‌اند.

کمتر کسی شکل هندسی منحنی لگاریتمی را ساده می انگارد؛ ولی اگر

→

تغییرباشند، می توان سنجید. ولی درعین حال گفتند فرضیّه‌ای که ساده‌تر باشد، احتمال سابق بر تجربهٔ بیشتر دارد. لذا آراء ایشان را در این قالب می توان آورد.

سادگی = اندکی پارامترها = احتمال سابق بر تجربهٔ زیاد

از قضا من از زاویهٔ کاملاً متفاوتی به قضیّه نزدیك شدم. قصد من، سنجیدن درجات آزمون پذیری بود، و نخست دریافتم که آزمون پذیری را می توان با عدم احتمال سابق بر تجربه «منطقی» اندازه گرفت (که درست منطبق است بر عدم احتمال «سابق بر تجربهٔ» جفریز). سپس دریافتم که آزمون پذیری ولذا عدم احتمال را می توان با اندکی پارامترها یکسان دانست، و در خاتمه بود که آزمون پذیری زیاد را با سادگی زیاد یکسان دانستم. بنابراین آراء مرا می توان در این قالب آورد:

آزمون پذیری = عدم احتمال سابق بر تجربهٔ زیاد = اندکی پارامترها = سادگی

می بینیم که این دو قالب از جهتی بر هم منطبق اند، لیکن بر سر نکته اساسی تقابل احتمال و عدم احتمال اختلاف دارند. پیوست viii* را نیز ببینید.

قانونی با تابع لگاریتمی نمایش داده شود، عادتاً آن را قانونی ساده می شمارند. همچنین مرسوم است که می گویند تابع سینوسی ساده است، هرچند که شکل منحنی سینوسی شکل چندان ساده‌ای نیست.

باتوجّه به‌ارتباط میان شمار پارامترها و درجهٔ ابطال‌پذیری، و با تمایز نهادن میان کاهش مادّی و کاهش صوری، این گونه دشواریها را مرتفع خواهیم ساخت. (سهم پایایی دستگاههای مختصّات نسبت به تبدیلات را نیز باید در نظر داشت.) در بحث از اشکال یا صورتهای هندسی، ما پایایی نسبت به جمیع اقسام انتقال، و گاه پایایی اشکال مشابه نسبت به یکدیگر، را لازم می شماریم. زیرا ما اشکال یا نمودارهای هندسی را در موضعی مشخّص و ثابت تصوّر نمی کنیم. بنابراین، هنگامی که شکل منحنی تك پارامتری ($y = \log_a x$) را در نظر می گیریم، که هرجای صفحه ممکن است قرار گیرد، این منحنی پنج پارامتر می یابد (با احتساب تشابه اشکال نسبت به یکدیگر). و از این رو، به هیچ وجه منحنی ساده‌ای نیست. حال آنکه اگر تئوری یا قانونی را با منحنی لگاریتمی نمایش دهند، تبدیلات مختصّاتی از اقسام یاد شده، محلّی از اعراب ندارد. در این قبیل موارد، نه دوران یا انتقال {محورهای مختصّات} وجهی دارد، نه {در نظر گرفتن} اشکال مشابه. زیرا {در این قبیل موارد} غالباً هر منحنی لگاریتمی، تصویر قانونی است که {محورهای} مختصّات آن را نمی توان جابه‌جا کرد. (مثلاً محور xها نمایندهٔ فشار جوّ است و محور yها ارتفاع از سطح دریا را نمایش می دهد.) اَشکالی نیز که با منحنی مورد نظر مشابه هستند، به همین دلیل، اهمیّت نمی یابند. دربارهٔ نوسانات سینوسی ای که در راستای محوری دلخواه، مثلاً محور زمان، انجام می شود، و نیز بسیاری موارد دیگر، همین امر برقرار است.

۴۵. سادگی هندسهٔ اقلیدسی

یکی از مباحثی که در بیشتر مناظرات راجع به تئوری نسبیّت، سهم عمده داشت، سادگی هندسهٔ اقلیدسی بود. هیچ کس در این که هندسه اقلیدسی به خودی خود از هر هندسهٔ نااقلیدسی با خمش ثابت، ساده‌تر است، هیچ گاه تردید

نکرده بود ـ تا چه رسد به هندسه‌های نااقلیدسی با خمشهای متغیّر از جایی به جای دیگر.

در وهلهٔ نخست، به نظر می آید که این نوع سادگی ربط چندانی به درجات ابطال پذیری ندارد. امّا اگر گزاره‌های مورد بحث را به صورت گزاره‌هایی تجربی مطرح سازیم، خواهیم دید که دو مفهوم سادگی و ابطال پذیری، در این مورد نیز برهم منطبق اند.

ببینیم چه آزمایشهایی ما را در امتحان کردن این فرضیّه مدد می رساند که «هندسهٔ جهان ما هندسه‌ای متریکی است با فلان شعاع خمش». آزمودن این فرضیّه منوط به این است که هر شیء هندسی را نظیر شیئی از اشیاء جهان فیزیکی بگیریم ـ مثلاً خطوط راست را نظیر پرتوهای نور و نقطه را نظیر مقطع رشته‌ها می گیریم. اگر این شیوهٔ ایجاد تناظر {میان این دو گونه اشیاء} را در پیش بگیریم (که نوعی تعریف تناظری، و بلکه تعریف با اشاره به مصادیق است. ← بخش ۱۷)، خواهیم دید که فرض درستی اقلیدسی بودن هندسهٔ پرتو نوری، ابطال پذیرتر از هر مدّعای رقیبی است که درستی هندسی نااقلیدسی را مفروض بگیرد. زیرا اگر مجموع زوایای یك مثلّث پرتو نوری را اندازه بگیریم، هر اختلاف قابل ملاحظه با ۱۸۰ درجه، فرض اقلیدسی بودنِ هندسه را باطل می کند. حال آنکه اگر مثلاً هندسهٔ بولیه ـ لوباچفسکی با خمشی معلوم را مفروض بگیریم، فرضمان با هر اندازه‌گیری خاصّی از زوایا که {نتیجه‌اش} بیش از ۱۸۰ درجه نباشد سازگار است. علاوه براین برای ابطال این فرض نه تنها مجموع زوایای مثلّث، بلکه اندازهٔ (مطلق) آن را نیز باید به دست آوریم؛ یعنی به جز واحد اندازه‌گیری زاویه، لازم است واحد اندازه‌گیری دیگری، مثلاً واحد مساحت، را تعریف کنیم. لذا می بینیم که برای ابطال، اندازه‌گیریهای بیشتری باید کرد؛ و فرض مذکور بروز اختلافات بیشتری را در نتایج اندازه‌گیریها می پذیرد؛ و از این رو ابطال آن دشوارتر و ابطال پذیری آن کمتر است. به عبارت دیگر، هندسهٔ اقلیدسی، تنها هندسهٔ متریکی با خمش معیّن است که از هر شکل می توان به اشکال مشابه آن رسید. در نتیجه، نمودارهای هندسی، در هندسهٔ اقلیدسی، نسبت به تبدیلات بیشتری پایا هستند؛ و لذا

ابعادشان کمتر است؛ و از این رو ساده‌ترند.

۴۶. مشرب اهل مواضعه و سادگی

مراد اهل مواضعه از «سادگی» با مراد من از آن یکسان نیست. در نزد اهل مواضعه، مهمّترین معنا، و نیز نقطهٔ آغاز، این است که هرگز نمی توان با تجربه به نحو صریح به یك تئوری راه برد؛ من نیز با این معنا موافقم. به زعم آنان ناگزیر باید «ساده‌ترین» تئوریها را برگزید. ولی از آنجا که اهل مواضعه، تئوریهایشان را دستگاههایی ابطال پذیر نمی شمارند، بلکه آنها را عین وضع قرارداد می دانند، پیداست که منظورشان از «سادگی» هم غیر از درجهٔ ابطال پذیری است.

معنای سادگی نزد اهل مواضعه، در واقع از جهتی ذوقی و از جهتی کاربردی است. لذا این سخن شلیك (← بخش ۴۲) در مورد مراد اهل مواضعه از سادگی صادق است، ولیکن در مورد معنایی که من آوردم نه: «مسلّم است که تعریف مفهوم سادگی خود در گرو پذیرفتن گزافی یك مواضعه است.»[1] عجیب است که اهل مواضعه، خود از قراردادی بودن مفهوم بنیادینشان ـ یعنی همین مفهوم سادگی ـ غفلت کرده‌اند. غفلت آنان آشکار است، وگرنه در می یافتند که گرایش به سادگی، پس از گام نهادن در راه مواضعات دلخواه، دیگر مانع پذیرفتن امور گزاف نخواهد بود.

به نظر من پیچیده‌ترین دستگاهها آن است که مطابق شیوهٔ اهل مواضعه، چنان سخت بدان دل بندند که گویی دستگاهی است ثابت و تغییرناپذیر؛ و خود را مکلّف بدانند که آن را با آوردن فرضیّه‌های کمکی، از خطر نجات بخشند. زیرا درجهٔ ابطال پذیری چنین دستگاه مصونی صفر است. بنابراین، معنایی که برای سادگی آوردیم، ما را به قواعد روش شناسانهٔ بخش ۲۰ باز می گرداند؛ به خصوص به اصل یا قاعده‌ای که ما را از افراط در مدد جستن از فرضیّه‌های تبصره‌ای و فرضیّه‌های کمکی، برحذر می داشت و به امساك درآوردن فرضیّه‌ها می خواند.

---

۱. شلیك، همانجا، صفحهٔ ۱۴۸.

تکمله، ۱۹۷۲

در این فصل کوشیدم تا حدود تطابق درجات سادگی و درجات آزمون‌پذیری را نشان دهم. بر سر لفظ «سادگی» مناقشه‌ای نیست: من هیچ گاه در الفاظ مناقشه نمی‌کنم، و قصدم نیز عیان ساختن جوهر سادگی نبود. قصدم صرفاً همین بود که می‌گویم:

برخی از دانشمندان بزرگ و نیز فیلسوفان، دربارهٔ سادگی و اهمّیّت آن در علوم، سخنانی گفته‌اند. من گفتم که اگر بپذیریم که اینان گاه در وصف سادگی، مرادشان آزمون‌پذیری بوده است، سخنشان را بهتر خواهیم فهمید. این معنا حتّی پاره‌ای از مثالهایی را که پوانکاره آورده است تشریح می‌کند، هرچند که با آراء وی معارض است.

اینك بر دو نکتهٔ دیگر تأکید می‌کنم: یکی اینکه در مقایسهٔ هر دو تئوری برحسب آزمون‌پذیری، لازم است که دست کم پاره‌ای از مسائلی که حلّشان از دو تئوری انتظار می‌رود، یکی باشد. و دیگر اینکه فرضیّه‌های تبصره‌ای بدین‌نحو قابل مقایسه نیستند.

فصل VIII

احتمالات

در این فصل فقط به احتمال رویدادها و مسائل ناشی از آن خواهم پرداخت. این مسائل در تئوری بخت‌آزمایی و قانونهای احتمالی فیزیك رخ می نمایند. دربارهٔ مسائل مربوط به احتمال فرضیّه‌ها (یعنی مسائلی از این قبیل که آیا اگر فرضیّه‌ای بارها در امتحان کامیاب شده باشد، از فرضیّهٔ دیگری که کمتر کامیاب بوده، محتملتر خواهد بود یا نه) در اینجا سخن نمی گویم و این کار را به بخشهای ۷۹ تا ۸۵ موکول می کنم، و آنجا در بحث «تقویت تئوریها» در این باره سخن خواهم گفت.

آرائی که از تئوری احتمالات رنگ گرفته‌اند، در فیزیك جدید سهمی عمده دارند. لیکن ما هنوز تعریفی بی تناقض و قانع کننده از معنای احتمال نداریم؛ شاید از آن رو که هنوز دستگاه اصل موضوعی مقنعی برای حساب احتمالات نداریم. نسبت میان احتمال و تجربه نیز هنوز روشن نیست. همین که به بررسی این مسأله آغاز کنیم، می بینیم که ایراد ظاهراً بی جوابی در برابر آراء روش شناسانهٔ من قد علم می کند. زیرا گزاره‌های احتمالی که در علوم تجربی سهمی چنین خطیر دارند، اصولاً به معنای حقیقی تن به ابطال نمی دهند. امّا خواهیم دید که همین خوان دشوار، محكّ امتحان نظرّیهٔ من است و قدر آن را آشکار می سازد.

پس ما دو کار در پیش داریم: نخست آنکه مبانی نوینی برای حساب

احتمالات فراهم سازیم. بدین منظور خواهم کوشید تا تئوری احتمالات را به صورت یك تئوری بسامدی تأسیس کنم: یعنی راه ریچاردفون میزس را دنبال خواهم کرد. لیکن به خلاف او، من به «اصل موضوع همگرایی» (یا «اصل موضوع وجود حدّ») تمسّك نخواهم جست، و نیز نوع ضعیفتری از «اصل موضوع پریشانی» را درکار خواهم آورد. کار دوّم آن است که نسبت میان احتمال و تجربه را به روشنی معلوم سازیم؛ یعنی باید مسأله‌ای را که من مسأله داوری پذیریِ گزاره‌های احتمالی می خوانم، حّل کنیم.

امید می برم که این بررسیها، درمانی باشد برای وضع ناخوشایند کنونی که در آن فیزیکدانها بی آنکه بتوانند به اتفّاق مرادشان را از «احتمالات» معیّن سازند، اینهمه آن را به کار می برند.[1*]

۴۷. مسألهٔ تفسیر گزاره‌های احتمالی

در آغاز کار گزاره‌های احتمالی را به دو دسته تقسیم می کنم: یکی گزاره‌هایی که احتمال را در قالب عدد بیان می کنند (من اینگونه گزاره‌ها را گزاره‌های احتمالی عددی خواهم خواند)، و دیگر گزاره‌هایی که چنین نیستند.

گزارهٔ «احتمال آمدن یازده در انداختن دو تاس (سالم) برابر $\frac{۱}{۱۸}$ است»

۱*.تغییراتی که از سال ۱۹۳۴ به‌بعد، در تئوری احتمالات داده‌ام بر سه‌دسته‌اند:

(۱) تدوین دستگاهی صوری (اصل موضوعی) از حساب احتمالات که چندین تفسیر ـ مثلاً تفسیر منطقی، و تفسیر بسامدی که در کتاب آمده است، و نیز تفسیر استعدادی که در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی آمده است ـ برآن تطبیق شود.

(۲) ساده‌ساختن تئوری بسامدی احتمالات نسبت به تئوری ۱۹۳۴، با پیگیری کاملتر و صریح تر خطّ مشیی که اساس فصل حاضر را تشکیل می دهد.

(۳) جایگزین ساختن تفسیر عینی احتمالات برحسب مفهوم بسامد، با تفسیر عینی دیگری موسوم به تفسیر استعدادی، و جایگزین ساختن حساب بسامدی با تقریر نئوکلاسیك (یعنی تقریر مبتنی بر تئوری اندازه‌ها). سابقهٔ دو تغییر اوّل به سال ۱۹۳۸ بر می گردد و نشان آنها در همین کتاب نیز آمده است: اوّلی در برخی پیوستهای جدید، یعنی پیوستهای ii* تا vii*، و دوّمی ـ که در ادّلهٔ فصل حاضر مناقشه می کند ـ در چند پانوشت جدید بر این فصل، و پیوست جدید vi*. در اینجا تغییر عمده در پانوشت ۱* بخش ۵۷ منعکس است.

تغییر سوّم (که نخست در سال ۱۹۵۳ استعجالاً پیش نهادم) در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، تبیین و تشریح گشته و بر مسائل تئوری کوانتوم تطبیق شده است.

نمونه‌ای از گزاره‌های احتمالی عددی است. گزاره‌های احتمالی غیرعددی انواع گونه‌گون دارند. گزارهٔ «بسیار محتمل است که مخلوط آب و الکل مخلوطی همگن باشد»، نمونهٔ نوعی از گزاره‌هاست که اگر به‌نحو مناسب معنا شوند، به گزاره‌های احتمالی عددی مبدّل می‌گردند. (مثلاً احتمال . . . بسیار به ۱ نزدیك است.) نوعی دیگر از گزاره‌های احتمالی غیرعددی نیز یافت می‌شود که با نوع یاد شده تفاوت بسیار دارد. مثلاً گزارهٔ «کشف پدیده‌ای فیزیکی که تئوری کوانتوم را نقض کند بسیار نامحتمل است»، به نظر من از جنس گزاره‌های احتمالی عددی نیست، و بدون دست بردن در معنایش به چنین گزاره‌ای مبدّل نمی‌گردد. من نخست به گزاره‌های احتمالی عددی خواهم پرداخت، و سپس به گزاره‌های احتمالی غیرعددی که از نظر من کم اهمیّت‌ترند.

دربارهٔ گزاره‌های احتمالی عددی این پرسش مطرح است: «این نوع گزاره‌ها، و به‌خصوص اعدادی را که در آنها آمده است چطور باید تفسیر کرد؟»

۴۸. تفاسیر ذهنی و عینی

در تئوری کلاسیك (لاپلاسی) احتمالات، مقدار عددی احتمال برابر است با کسر حاصل از تقسیم تعداد وجوه مطلوب بر تعداد وجوه متساوی الامکان. ما از ایرادات منطقی وارد براین تعریف[1]، مانند آنکه گفته‌اند «متساوی الامکان» صرفاً لفظ دیگری برای «متساوی الاحتمال» است، در می‌گذریم. با این حال مشکل بتوان این تعریف را به دست دهندهٔ تفسیر روشنی از معنای احتمال دانست. زیرا در این تعریف، چندین تفسیر متفاوت نهفته است که من آنها را زیر عنوان تفسیرهای

---

۱. مثلاً ← فون میزس، *Wahrscheinlichkeit, Statistik und wahrheit* {آمار، احتمال، و حقیقت}، سال ۱۹۲۸، صفحات ۶۲ به‌بعد؛ چاپ دوّم، سال ۱۹۳۶، صفحات ۸۴ به‌بعد؛ ترجمهٔ انگلیسی نایمان، شول، و رابینوویچ، *Probability, Statistics, and Truth*، سال ۱۹۳۹، صفحات ۹۸ به بعد. هرچند تعریف قدیمی را غالباً (و نیز در این کتاب) «لاپلاسی» می‌خوانند، سابقهٔ آن دست کم تا کتاب *Doctrine of Chances* {اصول اتفاقیّات} نوشتهٔ دوموآور، سال ۱۷۱۸، می‌رسد، برای یکی از نخستین اعتراضات به اصطلاح «متساوی الامکان»، مجلّد ۲ مجموعه مقالات چارلز سندرز پرس را ببینید، سال ۱۹۳۲ (چاپ اوّل ۱۸۷۸)، صفحه ۴۱۷، بند ۲، صفحه ۶۷۳.

ذهنی و عینی دسته‌بندی می کنم.

کاربرد اصطلاحاتی که طنین روانشناسیگرانه دارند، مانند «امید ریاضی»، یا «قانون هنجارمندی خطاها»، و غیره، تفسیر ذهنی تئوری احتمالات را القا می کند. این تفسیر ماهیّت روانشناسیگرانه دارد. درجهٔ احتمال در این تفسیر، بیانگر ظنّ و قطع، یا شکّ و یقینی است که مدّعیات یا حدسیات در ما بر می انگیزند. لفظ «محتمل» را در برخی گزاره‌های غیرعددی، بخوبی می توان بدین معنا گرفت، ولی به نظر من این تفسیر در مورد گزاره‌های احتمالی عددی قانع کننده نیست.

گونهٔ جدیدتری از تفسیر ذهنی[1]* هست که شایستهٔ بحث جدّیتری است. بنابراین تفسیر جدید، گزاره‌های احتمالی، منطقاً، و نه از حیث روانشناسیگرانه، از «نزدیکی منطقی»[2] گزاره‌ها خبر می دهند. همه می دانیم که گزاره‌ها، نسبتهای گوناگونی از قبیل استنتاج‌پذیری، تضادّ، یا استقلال به یکدیگر دارند، تئوری ذهنی ـ منطقی که نمایندهٔ برجسته‌اش کینز[3] است، می گوید نسبت احتمال نیز نوعی نسبت منطقی میان گزاره‌هاست. استنتاج‌پذیری و تناقض، دو حدّ اقصای نسبت احتمال‌اند؛ می گویند اگر گزارهٔ p نتیجهٔ گزارهٔ q باشد، گزارهٔ qاحتمال ۱ را به p «می دهد».[4] و چنانچه p و q متناقض باشند، q به pاحتمال 0 می دهد. سایر نسبتهای احتمال، بین این دوحدّ قرار می گیرند. خلاصه‌اینکه (با داشتن q، یعنی گزاره‌ای که احتمال p بدان وابسته است و احتمالی را به p می دهد) هرچه مضمون p از مضمون q کمتر تجاوز کند، احتمال عددی گزارهٔ p بیشتر خواهد بود.

قرابت این تئوری با بینش روانشناسیگرانه را از آنجا می توان دریافت که کینز

۱*. تفسیر منطقی را گونه‌ای از تفسیر ذهنی می شمارم، و دلایل این امر را به تفصیل در فصل ii * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی آورده‌ام، و مشروحاً از تفسیر ذهنی انتقاد کرده‌ام. همچنین ← پیوست ix *.

۲. وایسمان، *Logische Analyse des Wahrscheinlichkeits begriffs*، در مجلّد ۱، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحه ۲۳۷: «برطبق این تعریف، گویی احتمال شاخص نزدیکی منطقی، و پیوند استنتاجی میان گزاره‌هاست». همچنین ← ویتگنشتاین، قضیّهٔ ۵/۱۵.

۳. جان میناردکینز، *A Treatise on Probability*، سال ۱۹۲۱، صفحه ۹۵.

۴. ویتگنشتاین، قضیّهٔ ۵/۱۵۲: «اگر p نتیجهٔ q باشد، قضیّهٔ q به قضیّهٔ p احتمال ۱ می دهد. بیشترین احتمال هنگامی به دست می آید که استنتاج منطقاً قطعی باشد.»

احتمال را «درجهٔ اعتقاد معقول» تعریف می‌کند. مقصود وی از درجهٔ اعتقاد معقول، اعتماد ناشی از اطلاّعات یا معرفت حاصل از گزارهٔ q نسبت به گزارهٔ p است (گزارهٔ q همان گزاره‌ای است که احتمالی را به p می‌دهد).

تفسیر سوّم که تفسیر عینی است، هر گزارهٔ احتمالی عددی را گزاره‌ای می‌شمارد که از بسامد نسبی وقوع رویدادی خاصّ در دنباله‌ای از پیشامدها خبر می‌دهد.[۵]

بنابراین تفسیر، گزارهٔ «احتمال آمدن پنج در پرتاب بعدی تاس برابر $\frac{۱}{۶}$ است»، در واقع نه از پرتاب بعدی، بلکه از کلّ مجموعهٔ پرتابهایی خبر می‌دهد که پرتاب بعدی صرفاً عضوی از اعضای آن است. مفاد این گزاره آن است که بسامد نسبی آمدن پنج در این مجموعهٔ پرتابها، برابر $\frac{۱}{۶}$ است.

بنابراین تئوری، گزارهٔ احتمالیِ عددیِ مجاز، آن است که بتوان تفسیری بسامدی از آن به دست داد. قائلان به تئوری بسامدی، از گزاره‌های احتمالی که نتوان تفسیر بسامدی برایشان آورد، به‌خصوص از گزاره‌های احتمالی غیرعددی پرهیز می‌کنند.

در صفحات آینده خواهم کوشید تا تئوری احتمالات را از نو به‌صورت یك تئوری بسامدی (اصلاح شده) تأسیس کنم. لذا اعتقاد خویش را به تفسیر عینی اعلام می‌کنم؛ دلیل اصلی این اعتقاد آن است که به گمان من، کاربرد حساب احتمالات در علوم تجربی را فقط یك تئوری عینی می‌تواند تبیین کند. درست است که تئوری ذهنی، راه‌حلّ عاری از تناقضی برای مسألهٔ داوری‌پذیری گزاره‌های احتمالی به دست می‌دهد؛ و درست است که آن تئوری نسبت به تئوری عینی با معضلات منطقی کمتری روبروست. ولی راه‌حلّ آن، اعلام غیرتجربی بودن

---

۵. در باب تئوری بسامدی قدیمی ← انتقاد کینز، همان کتاب، صفحه ۹۵، با ذکر خاصّی که از کتاب *Logic of Chance* {منطق اتفاقیات} نگارش وِن کرده است. برای آگاهی از نظر وایتهد ← بخش ۸۰ (حاشیهٔ ۲).
طرفداران تئوری بسامدی جدید عبارتند از: ریچارد فون میزس (← حاشیهٔ ۱ بخش ۵۰)، دورگه، کامکه، رایشنباخ، و تورنیه. * تفسیر عینی جدیدتری که پیوند نزدیکی با تئوری بسامدی دارد، ولی در همه‌چیز، حتّی در صورت ریاضی نیز با آن متفاوت است، تفسیر استعدادی است که در بخشهای ۵۳* به‌بعد ذیلی بر منطق اکتشاف علمی عرضه شده است.

گزاره‌های احتمالی، و همانگویانه شمردن آنهاست. لیکن هنگامی که به یاد آوریم در فیزیك چقدر از احتمالات بهره می جویند، در می یابیم که این راه‌حلّ به هیچ وجه پذیرفتنی نیست. (به‌نظر من گونهٔ دیگر تئوری ذهنی که می گوید گزاره‌های بسامدی عینی را باید ـ مثلاً با عبور از «پل»[۶] قضیّهٔ برنویی ـ از مفروضات ذهنی نتیجه گرفت نیز مقبول نیست؛ چون این کار به نظر من منطقاً محال است.)

۴۹. مسألهٔ اساسی تئوری امور اتّفاقی

مهمّترین کاربرد تئوری احتمالات در مورد رویدادها یا پیشامدهایی است که آنها را «اتّفاقی نما» یا «پریشان» می دانیم. صفت بارز این رویدادها و پیشامدها آن است که به طرز شگفت آوری حساب ناشدنی اند و آدمی پس از بارها ناکام ماندن در پیش بینیشان، ناگزیر باور می کند که جمیع روشهای عقلی شناخته شده در پیش بینی آنها ناموفّق خواهد بود؛ گویی پیش بینی اینها، نه کار عالمان که شأن کاهنان است. لیکن همین بی حسابی اینگونه رویدادها، ما را برآن می دارد تا به حساب احتمالات متوسّل شویم.

حساب کردن امور بی حساب (یعنی به‌کار بردن حسابی خاصّ در این موارد) غریب می نماید. درست است که با پذیرفتن تئوری ذهنی دیگر غرابتی در میان نخواهد ماند. ولی این شیوهٔ غرابت‌زدایی بسیار ناخوشایند است. زیرا بر این دلالت می کند که گویی حساب احتمالات برخلاف سایر روشهای علوم تجربی، روشی برای انجام پیش‌بینیهای حساب شده نیست؛ بلکه بنابر تئوری ذهنی، حساب احتمالات صرفاً روشی است برای انجام تبدیلات منطقی بر روی دانسته‌ها (بلکه بر روی نادانسته‌ها؛ زیرا این تبدیلات را هنگامی که دربارهٔ مطلبی دانش کافی نداریم انجام می دهیم).[۱] آری، اگر مسأله را این طور ببینیم دیگر غرابتی در میان نخواهد

۶.این بزرگترین خطای کینز بود؛ ← بخش ۶۲، به‌خصوص حاشیهٔ ۳. * نظرم در این باره تغییر نکرده است، هرچند اکنون معتقدم قضیّهٔ برنویی را می توان در تئوری عینی «پل عبور» دانست؛ پل عبور از استعدادات به مقادیر آماری. پیوست ix * و بخشهای ۵۵* تا ۵۷* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

۱.وایسمان در مجلّد ۱ نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحه ۲۳۸ می نویسد: «در میان آوردن مفهوم احتمال، ←

ماند؛ لیکن معلوم نمی‌شود که اگر گزاره‌های حاکی از جهل را گزاره‌هایی بسامدی بشماریم، چطور خواهیم توانست در تجربه امتحان و تقویتشان کنیم. امّا مسألهٔ ما درست همین است: سرّ اینکه از امور محاسبه‌ناپذیر ـ یعنی از جهل ـ می‌توان نتایجی گرفت که از بسامد تجربی رویدادها خبر دهند، و اینکه دیده می‌شود این نتایج به‌نحو درخشانی تقویت می‌گردند، چیست؟

تئوری بسامدی نیز هنوز نتوانسته است پاسخ شایسته‌ای به این مسأله که آن را مسألهٔ اساسی امور اتفاقی می‌خوانم بدهد. در بخش ۶۷ نشان خواهم داد که پیوندی هست میان این مسأله و «اصل موضوع همگرایی» که خود از ارکان تئوری بسامدی در هیئت کنونی آن است. لیکن به شرط حذف این اصل موضوع خواهیم توانست در چارچوب تئوری بسامدی راه‌حلّی قانع کننده برای این مسأله بیابیم. به‌منظور دست یافتن به این راه‌حلّ، به تحلیل مفروضاتی خواهیم پرداخت که نظم و پایداری بسامد پیشامدهایی که بدون نظم پشت‌سر یکدیگر می‌آیند، از آنها نتیجه می‌شود.

۵۰. تئوری بسامدی فون میزس

تئوری بسامدی‌ای که مبنای همهٔ قضایای اصلی حساب احتمالات را فراهم می‌سازد، نخستین بار به دست ریچاردفون میزس بنانهاده شد.[۱] آراء بنیادین وی در زیر می‌آید.

→

جز نقصان دانش دلیلی ندارد.» استامپف نیز نظری مشابه داشت (در *Sitzungsberichte der Bayerischen Academie der wissenschaften*)، phil-hist.Klasse، سال ۱۸۹۲، صفحه ۴۱). * به گمان من این نظر شایع باعث بدترین اشتباهات بوده است. این مطلب را به تفصیل در فصلهای ii* و v* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی نشان داده‌ام.

۱. ریچارد فون میزس، در *Fundamentalsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung*، مجلّد ۴ نشریهٔ *Matematische Zeitschrift*، سال ۱۹۱۹، صفحه ۱، *Grundlagen der wahrscheinlichkeitsrechnung*، مجلّد ۵ نشریهٔ *Matematische Zeitschrift*، سال ۱۹۱۹، صفحهٔ ۵۲؛ *Wahrscheinlichkeit, Statiskik, und Wahrheit* (سال ۱۹۲۸)، چاپ دوّم ۱۹۳۶، ترجمهٔ انگلیسی نایمان، شول، ورابینوویچ: *Probability, Statistics, and truth*، سال ۱۹۳۹؛ *Warscheinlichkeitsrechung und ihre Awendung in der Statistik und theoretischen physik* (*Vorlesungen über angewandte Mathematik* ۱ جلد)، سال ۱۹۳۱.

حساب احتمالات نظریّهٔ مدوّنی است دربارهٔ دنباله رویدادها یا پیشامدهای اتّفاقی نما یا پریشان؛ یعنی رویدادهای تکراری مانند چندین پرتاب مکرّر تاس. «اتّفاقی نما» یا «پریشان» بودن دنباله‌ها را با آوردن دو اصل موضوع تعریف می‌کنیم: یکی اصل موضوع همگرایی (یا اصل موضوع وجود حدّ)، و دیگری اصل موضوع پریشانی. هر دنباله از رویدادها را که به هردواصل موضوع وفا کند، فون میزس یك «گردایه» می‌خواند.

هر گردایه دنباله‌ای است از رویدادها یا پیشامدها که عقلاً ممکن است تا بی نهایت ادامه یابد. مثلاً دنبالهٔ پرتابهایی که با یك تاس نشکستنی انجام می‌شود، یك گردایه است. هر رویداد، ویژگی یا خاصّه‌ای دارد؛ مثلاً اگر برآمد پرتاب پنج باشد، پرتاب دارای ویژگی پنج آمدن است. چنانچه همهٔ پرتابهایی را که ویژگی پنج آمدن دارند تا عضوی از اعضای دنباله بشماریم و این تعداد را بر تعداد کلّ پرتابها تا آن عضودنباله (یعنی بر عدد ترتیبی آن عضودر دنباله) تقسیم کنیم، بسامد نسبی آمدن پنج، تا آن عضو دنباله به دست می‌آید. با محاسبهٔ بسامد نسبی پنج تا یکایك اعضای دنباله، دنبالهٔ جدیدی به دست می‌آید که دنبالهٔ بسامدهای نسبی پنج است. دنبالهٔ بسامدها غیر از خود دنبالهٔ رویدادهاست. میان دنبالهٔ بسامدها و دنبالهٔ اصلی که «دنبالهٔ رویدادها» یا «دنبالهٔ ویژگیها» خوانده می‌شوه، تناظر وجود دارد.

«دوگانه» نمونهٔ سادهٔ گردایه‌هاست. هر دوگانه دنباله‌ای از رویدادها را نشان می‌دهد که بر ایشان فقط دو ویژگی متصّور است ـ همچون دنباله‌ای از پرتابهای یك سکّه. ویژگی نخست (آمدن شیر) را با «۱» نشان می‌دهیم، و ویژگی دیگر (آمدن خطّ) را با «0». اینك دنبالهٔ رویدادها (یا دنبالهٔ ویژگیها) را به این صورت می‌نویسیم:

(الف) 0110001110101...

دنبالهٔ بسامدهای نسبی، یا «دنبالهٔ بسامدها»[۲] ی زیر نظیر این دوگانه، یا دقیقتر

---

۲. با هر دنباله از ویژگیها، به عدّهٔ ویژگیهای تعریف شده در آن می‌توان دنبالهٔ بسامدهای نسبی متمایز متناظر دانست. ←

بگوییم نظیر ویژگی شماره «۱» این دوگانه است.

(الف ـ اوّل)

$$\cdots \frac{7}{14} \frac{7}{13} \frac{6}{12} \frac{6}{11} \frac{5}{10} \frac{5}{9} \frac{4}{8} \frac{3}{7} \frac{2}{6} \frac{2}{5} \frac{2}{4} \frac{2}{3} \frac{1}{2} .$$

اصل موضوع همگرایی (یا «اصل موضوع وجود حدّ»)، مدّعی است که هرچه طول دنبالهٔ رویدادها بلندتر شود، دنبالهٔ بسامدها به سمت حدّ معینی میل خواهد کرد. فون میزس می خواهد با استفاده از این اصل موضوع تضمین کند که بسامد یك مقدار ثابت بیشتر ندارد (به رغم آنکه مقدار بسامدها در واقع افت و خیز دارد). هر گردایه دست کم دو ویژگی دارد. هرگاه حدّ بسامد یکایك ویژگیهای گردایه‌ای برما معلوم باشد، می گوییم «توزیع» آن گردایه را دردست داریم.

اصل موضوع پریشانی که گاه «اصل موضوع طرد قواعد قماربازی» نیز خوانده می شود، به‌منظور بیان ریاضی خصلت اتّفاقی نمایی دنباله‌ها تدوین شده است. پیداست که اگر دنبالهٔ پرتابهای سکّه از قاعدهٔ خاصّی تبعیّت کند، مثلاً اگر به دنبال هر سه شیر مکرّر بطور منظّم چند خطّ بیاید، هر قماربازی خواهد توانست با مشاهدهٔ این وضع، از قواعد خاصّی برای قماربازی بهره جوید و احتمال بردش را بیفزاید. اصل موضوع پریشانی می گوید که چنین مجموعه‌ای از قواعد قماربازی، برای هیچ گردایه‌ای یافت نمی شود. بنابراین اصل، هر مجموعه قواعدی را برای قماربازی برگیریم تا پرتابهای مطلوب را از بقیّه جدا کند، با ادامهٔ قماربازی عاقبت درخواهیم یافت که حدّ بسامد نسبی در دنبالهٔ پرتابهایی که مطلوب محسوب می شوند، مساوی حدّ بسامد نسبی در دنبالهٔ سایر پرتابهاست. لذا اگر برای دنباله‌ای از دنباله‌ها، مجموعه‌ای از قواعد قماربازی یافت شود که قماربازان بتوانند با

→ بنابراین برای دوگانه‌ها دو دنبالهٔ متمایز یافت می شود. امّا از هریك از این دو دنباله می توان دیگری را به دست آورد، زیرا این دو متمّم یکدیگرند (یعنی مجموع جمله‌های متناظرشان ۱ است). از این رو، جهت رعایت اختصار، من از «یك دنبالهٔ بسامدهای نسبی متناظر با دنباله (α)» سخن می گویم، و مقصودم همیشه دنبالهٔ بسامدهای متناظر با ویژگی «۱» این دوگانه (α) است.

بهره‌جستن از آن بر احتمال بردشان بیفزایند، فون میزس آن دنباله را گردایه نمی شناسد.

پس احتمال در نزد فون میزس، اصطلاح دیگری است برای «حدّ بسامد نسبی در یك گردایه». و بنابراین، مفهوم احتمال را فقط در مورد دنبالهٔ رویدادها می توان به‌کار برد. کسانی چون کینز، احیاناً چنین قیدی را به هیچ وجه نخواهند پذیرفت. فون میزس در پاسخ به اعتراض کسانی که تلقّی وی از احتمالات را بسیار محدود می خواندند، مصرّانه بر تفاوت کاربرد علمی احتمالات ـ مثلاً در فیزیك ـ و استعمال شایع آن، تأکید می نمود. وی می گفت این خطاست اگر بخواهیم معنای اصطلاحی که تعریف علمی مخصوصی دارد، از جمیع جهات بر کاربردهای نادقیق ماقبل علمیش منطبق باشد.

در نظر فون میزس، وظیفهٔ حساب احتمالات، جز آن نیست که از برخی «گردایه‌های اوّلیّه» و «توزیعات اوّلیّهٔ» آنها، «گردایه‌های ثانوی» و «توزیعات ثانوی» آنها را به دست آورد؛ در یك کلام، وظیفه‌اش عبارت است از محاسبهٔ احتمالات مجهول از روی احتمالات معلوم.

فون میزس وجوه برجستهٔ تئوری خود را در چهارنکته خلاصه می کند:[۳] تقدّم مفهوم گردایه بر مفهوم احتمال؛ تعریف احتمال به صورت حدّ بسامد نسبی؛ تدوین اصل موضوع پریشانی؛ و تعریف وظیفهٔ حساب احتمالات.

۵۱. دورنمای تئوری جدید احتمالات

از هردو اصل موضوع یا مصادره‌ای که فون میزس به منظور تعریف مفهوم گردایه آورده است سخت انتقاد کرده‌اند؛ انتقاداتی که به نظر من یکسره بی وجه هم نیست. به‌خصوص به تلفیق اصل موضوع همگرایی با اصل موضوع پریشانی اعتراض کرده[۱] و گفته‌اند که کاربرد مفهوم ریاضی حدّ یا همگرایی، در مورد دنباله‌ای

۳.← فون میزس، *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, {تئوری احتمالات}، سال ۱۹۳۱، صفحهٔ ۲۲.

۱. وایسمان، مجلّد ۱، نشریّهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحهٔ ۲۳۲.

که مطابق تعریف (یعنی بنابراصل موضوع پریشانی)، نباید از هیچ قاعده یا قانون ریاضی پیروی کند نامقبول است. زیرا { وجود } حدّ ریاضی، همانا یکی از ویژگیهای قاعده یا قانون ریاضی تعریف کنندهٔ دنباله است و بس. تصریح به‌اینکه‌بازاء هر کسر دلخواه بسیار نزدیك به صفر، عضوی از دنباله وجود دارد که جمیع اعضای بعد از آن، اختلافشان با مقداری مشخّص ـ که حدّ آنها خوانده می‌شود ـ کمتر از آن کسر است، جز بیان یك ویژگی برای این قاعده یا قانون نیست.

به‌منظور پاسخگویی به این اعتراضات گفته‌اند که بهتر است اصل موضوع همگرایی را با اصل موضوع پریشانی تلفیق نکنیم، و بجای آن فقط با تأکید بر اصل همگرایی وجود حدّ را لازم بشماریم. و پیشنهاد کرده‌اند که اصل موضوع پریشانی، یا از بن برافکنده شود (نظر کامکه)، یا شرط ضعیفتری جانشین آن گردد (نظر رایشنباخ). این سخنان همه برپایهٔ این فرض بوده که تقصیرها همه از اصل موضوع پریشانی است.

من با این آراء مخالفم و تقصیر اصل موضوع همگرایی را هیچ کمتر از تقصیر اصل موضوع پریشانی نمی‌دانم. به‌نظر من دو کار باید کرد؛ یکی اصلاح اصل موضوع پریشانی ـ که عمدتاً مسأله‌ای ریاضی است؛ و دیگر حذف کامل اصل موضوع همگرایی ـ که به‌خصوص از اهمیّت معرفت شناختی برخوردار است.[۲] (← بخش ۶۶).

از اینجا به‌بعد، نخست به مسألهٔ ریاضی خواهم پرداخت و پس از آن به مسألهٔ معرفت‌شناختی.

هدف نخستین، یعنی بازسازی تئوری ریاضی[۳] {احتمالات}، عبارت است از به‌دست آوردن قضیّهٔ برنویی (یعنی اوّلین «قانون اعداد بزرگ») از اصل موضوع

---

۲. شلیك بدین امر توجّه نموده است، در مجلّد ۱۹ نشریهٔ *Naturwissenschaften* سال ۱۹۳۱. * من هنوز به اهمیّت این دو کار معتقدم. هرچند در خود کتاب به آنچه می خواستم دست یافتم، حصول رضایت کامل از انجام این دو کار تا تدوین پیوست جدید vi* به طول کشید.

۳. شرح کامل تأسیس ریاضی دستگاه جداگانه منتشر خواهد شد. ← پیوست جدید vi *.

پریشانی اصلاح شده: مراد از اصلاح این موضوع، آن است که چنان تقریرش کنیم که بیش از آنچه برای نیل به مقصود لازم است افاده نکند. به‌عبارت دقیقتر، قصد من به دست آوردن «شکل سوّم» فرمول دوجمله‌ای است (که آن را «فرمول نیوتن» هم می‌خوانند). زیرا قضیّهٔ برنویی و سایر قضایای مربوط به حدّ در تئوری احتمالات را به طریق معمول می‌توان از این فرمول به‌دست آورد.

برآنم تا نخست یك تئوری بسامدی در باب مجموعه‌های متناهی به‌دست دهم و آن را تا جایی که ممکن است در این چارچوب گسترش دهم، تا («شکل اوّل») فرمول دوجمله‌ای نتیجه شود. از قضا این تئوری بسامدی در باب مجموعه‌های متناهی، جزئی است بسیار ابتدائی از تئوری مجموعه‌ها. مقصود از به‌دست دادن آن تئوری، فقط طرح مبنایی است برای بحث دربارهٔ اصل موضوع پریشانی.

سپس به دنباله‌های نامتناهی یعنی دنباله رویدادهایی که تا ابد ادامه می‌یابند، خواهم پرداخت. در این کار، از روش کلاسیك در کار آوردن نوعی اصل موضوع همگرایی پیروی خواهم کرد، زیرا در بحث از اصل موضوع پریشانی چنین اصلی لازم است. پس از به‌دست آوردن و بررسی قضیّهٔ برنویی، خواهم گفت که چه‌طور می‌توان اصل موضوع همگرایی را کنار گذاشت، و با رفتن آن، دستگاه اصل موضوعی باقیمانده، چگونه خواهد بود.

درحین بدست آوردن نتایج ریاضی، سه‌نماد مختلف برای اقسام بسامد به‌کار خواهم برد: F' نشان‌دهندهٔ بسامد نسبی در مجموعه‌های متناهی؛ F حدّ بسامد نسبی در دنباله نامتناهی بسامدها؛ و F احتمال عینی، یعنی بسامد نسبی در دنباله‌ای «بی‌قاعده» یا «پریشان» یا «اتفّاقی نما» است.

۵۲. بسامد نسبی در مجموعه‌های متناهی

مجموعهٔ α متشّکل از شماری متناهی از پیشامدها را (مثلاً مجموعهٔ پرتابهایی را که دیروز با فلان تاس انجام شده است) در نظر می‌گیریم. مجموعه α چارچوب مرجع ماست، که آن را ناتهی فرض می‌کنیم و مجموعهٔ مرجع (متناهی) می‌نامیم. عدّهٔ اعضای α ـ یعنی عدد اصلی آن ـ را با «$N(\alpha)$» نشان می‌دهیم، و

این نماد را «عدد α» می خوانیم . اینك مجموعه‌ای دیگر ـ خواه متناهی یا نامتناهی ـ به نام β را در نظر می گیریم که مجموعهٔ ویژگیها {ی مورد نظر} است : مثلاً ممکن است β مجموعهٔ همهٔ پرتابهایی باشد که برآمدشان پنج بوده است، یا (به اصطلاح) واجد ویژگی پنج آمدن بوده‌اند .

مجموعه‌ای که اعضایش هم به α متعلّق باشند ، هم به β (مثلاً مجموعهٔ پرتابهایی که دیروز با فلان تاس انجام شده و برآمد آنها پنج بوده است)، مجموعهٔ حاصلضرب α و β نامیده می شود، این مجموعه را با نماد «$\alpha.\beta$» نشان می دهیم و «α و β» می خوانیم . از آنجا که $\beta.\alpha$ زیر مجموعهٔ α است، شمار اعضایش متناهی است (یا ممکن است مجموعه‌ای تهی باشد) . شمار اعضای $\beta.\alpha$ را با «$N(\alpha.\beta)$» نشان می دهیم .

ما شمار (متناهی) اعضا را با نماد «N» نشان می دهیم و بسامد نسبی را با نماد F. مثلاً «بسامد نسبی ویژگی β در مجموعهٔ مرجع متناهی α» را با «$F_{\alpha}(\beta)$» نشان می دهیم و این نماد را «بسامد β در α» می خوانیم . اینك این تعریف را می آوریم :

$$F_{\alpha}(\beta) = \frac{N(\alpha.\beta)}{N(\alpha)} \qquad \text{(تعریف ۱)}$$

این تعریف در مورد مثالی که آوردیم می گوید : «بسامد نسبی آمدن پنج در میان پرتابهایی که دیروز با فلان تاس انجام شده است، بنابر تعریف برابر است با کسر حاصل از تقسیم شمار پنجهایی که دیروز در پرتاب فلان تاس آمده است، بر شمار کلّ پرتابهایی که دیروز با آن تاس انجام شده است .»[1]*

قضایای مربوط به محاسبهٔ بسامد در مجموعه‌های متناهی (به‌خصوص قضیّهٔ کلّی ضرب، قضیّهٔ جمع، و قضایای تقسیم ـ یعنی قواعد بیز ← پیوستii) را به آسانی می توان از همین تعریف پیش پا افتاده نتیجه گرفت . صفت بارز قضایای

---

۱ * . آشکار است که تعریف ۱ با تعریف کلاسیك احتمال به صورت نسبت وجوه مطلوب بر وجوه متساوی الامکان مرتبط است؛ ولی میان این دو باید به روشنی تمایز نهاد : در تعریف ما «متساوی الامکان بودن» اعضای α مفروض نیست .

مربوط به محاسبهٔ بسامد و نیز سایر قضایای حساب احتمالات این است که در آنها هیچ گاه اعداد اصلی (اعداد N ـ ی) وارد نمی‌شود، و تنها بسامدهای نسبی ـ یعنی کسرهایی از اعداد F ـ ی) ـ در آنها می‌آید. اعداد N ـ ی فقط در اثبات چند قضیّهٔ بنیادین که مستقیماً از تعریف نتیجه می‌شوند ظاهر می‌شوند؛ ولی در صورت قضایا نمی‌آیند.[۲*]

مطلب را به کمك مثالی بسیار ساده توضیح می‌دهم. (مثالهای دیگری در پیوست ii خواهد آمد.) مجموعهٔ اعضایی را که در β نباشند با $\bar{\beta}$ نشان می‌دهیم (و آن را «متمّم β» یا غیر β می‌خوانیم). می نویسیم

$$_{\alpha}F^{r}(\beta) + {}_{\alpha}F^{r}(\bar{\beta}) = ۱$$

در صورت این قضیّه تنها اعداد F ـ ی آمده است، ولی در اثبات آن از اعداد N ـ ی استفاده می‌شود. زیرا این قضیّه با استفاده از قضیّهٔ ساده‌ای در حساب مجموعه‌ها که می‌گوید $N(\alpha . \beta) + N(\alpha . \bar{\beta}) = N(\alpha)$، در کنار تعریف (۱) ثابت می‌شود.

۵۳. گزینش، استقلال، تأثّر ناپذیری، و عدم مدخلیّت

از میان اعمالی که با بسامدهای نسبی در مجموعه‌های متناهی می‌توان انجام داد، عمل گزینش[۱] در مباحث آینده از اهمیّتی خاصّ برخوردار است.

گیریم مجموعهٔ مرجع متناهی α معلوم، و مثلاً مجموعهٔ مهره‌های درون یك جعبه باشد، و دو مجموعه از ویژگیهای معیّن داشته باشیم؛ یکی β (مثلاً مهره‌های سرخ) و دیگری γ (مثلاً مهره‌های بزرگ). حال مجموعهٔ حاصلضرب $\beta . \gamma$ را مجموعهٔ مرجع جدید می‌گیریم، و در پی تعیین مقدار $_{\alpha}F^{r}(\gamma)$ (یعنی بسامد γ در مجموعهٔ مرجع جدید) بر می‌آئیم.[۲] مجموعهٔ مرجع جدید $\beta . \gamma$ را «نتیجهٔ گزینش

---

۲ * . با اختیار نمودن دسته‌ای از F ـ فرمولها که سایر F ـ فرمولها را نتیجه دهند، به یك دستگاه اصل موضوعی صوری برای احتمالات می‌رسیم؛ پیوستهای ii، ii*، iv*، و v* را با هم مقایسه کنید.

۱. اصطلاح فون میزس «انتخاب» (به انگلیسی *Choice* و به آلمانی *Auswahl*) است.

۲. پاسخ این سؤال را قضیّهٔ کلّی تقسیم می‌دهد (← پیوست ii).

اعضای β از α»، یا «گزینش از مقیّد به α ویژگی β» خواهیم خواند؛ زیرا این مجموعه چنان به دست آمده است که گویی همهٔ اعضایی (مهره‌هایی) را که ویژگی β (سرخی) دارند از میان اعضای α برگزیده باشیم.

چه بسا پیش آید که γ، با همان بسامد نسبی که در مجموعهٔ مرجع اصلی α وقوع می‌یافت، در مجموعهٔ مرجع جدید نیز وقوع یابد؛ یعنی ممکن است عبارت

$$_{\alpha\beta}F'(\gamma) = {}_{\alpha}F'(\gamma)$$

صادق باشد. در این وضع (به پیروی از هوسدورف[۳]) می‌گوییم β و γ «در مجموعهٔ مرجع α، مستقل از هم» اند. نسبت استقلال سه طرف دارد و نسبت به ویژگیهای β، و γ متقارن است.[۴] چنانچه دو ویژگی β و γ در مجموعهٔ مرجع α مستقل (از هم) باشند، می‌توانیم بگوییم که ویژگی γ، در α، از گزینش اعضای β تأثرناپذیر است؛ یا می‌گوییم مجموعهٔ مرجع α، از لحاظ ویژگی γ، از گزینش مقیّد به ویژگی β، تأثرناپذیر است.

از دیدگاه تئوری ذهنی، تأثّرناپذیری یا استقلال متقابل β و γ در α، چنین معنا می‌دهد: دانستن اینکه عضوی از اعضای مجموعهٔ α ویژگی β دارد، در صورت استقلال متقابل β و γ در α، دانسته‌ای فاقد مدخلیّت است؛ یعنی مدخلیّتی در این ندارد که عضو مورد نظر واجد ویژگی γ نیز هست یا نه.[۱*] امّا اگر

---

۳. هوسدورف، در *Berichte über die Verhandlungen der sächsischen, Ges. d. Wissenschaften* مجلّد ۵۳، mathem-physih. Klasse، سال ۱۹۰۱، صفحهٔ ۱۵۵.

۴. حتّی می‌توان گفت که اگر β و γ را نیز متناهی فرض کنیم، نسبت به α، β و γ تقارن سه‌جانبه دارد. برای اثبات تقارن ← (I_α) و (I^α) در پیوست ii.* شرط متناهی بودن β و γ که در این حاشیه آمده است برای تقارن سه‌جانبه کافی نیست. مقصود من می‌بایست بیان این شرط باشد که β و γ محاط در مجموعهٔ مرجع متناهی α باشند، یا بهتر بگویم α باید عالم سخن متناهی ما باشد. (اینها شروطی کافی اند.) عدم کفایت شرط به صورت یادشده در حاشیه، با این مثال نقض آشکار می‌گردد: عالم متشکل از ۵ مهره را در نظر بگیرید؛ ۴ تا از مهره‌ها گردند (α)؛ ۲ تا گرد و سیاه‌اند ($\alpha\beta$)؛ ۲ تا گرد و بزرگ‌اند ($\alpha\gamma$)؛ یکی گرد و سیاه و بزرگ است ($\alpha\beta\gamma$)؛ و یکی چارگوش و سیاه و بزرگ است ($\bar{\alpha}\beta\gamma$). در اینجا تقارن سه‌جانبه برقرار نیست، چون $_{\alpha\beta}F'(\gamma) = {}_{\beta}F'(\gamma) = {}_{\alpha}F'(\gamma)$.

۱*. بنابراین شرط لازم و کافی برای آنکه اطلاع دربارهٔ وجود فلان ویژگی در محاسبهٔ بسامد مدخلیّت داشته باشد، آن ←

بدانیم ۲ در زیر مجموعهٔ β. α (که با نظر به β از α برگزیده شده است)، چقدر وقوع می‌یابد، دانستن اینکه عضوی واجد ویژگی β است، دانسته‌ای است که در وجود ویژگی ۲ در آن عضو مدخلیّت تامّ دارد.[۵]

۵۴. دنباله‌های متناهی. گزینش ترتیبی و گزینش برحسب همسایگی

فرض کنیم اعضای مجموعهٔ مرجع متناهی α شماره‌گذاری شده (مثلاً روی هر مهره شماره‌ای نوشته باشد)، و به ترتیب این شماره‌ها در دنباله‌ای مرتّب گشته باشند. در چنین دنباله‌ای، دو شیوهٔ مهمّ گزینش را از هم جدا می‌کنم؛ یکی گزینش برحسب اعداد ترتیبی اعضا، یا به‌اختصار گزینش ترتیبی، و دیگری گزینش برحسب نسبتهای همسایگی میان اعضا.

گزینش ترتیبی یعنی گزینش از میان اعضای α، با نظر به ویژگی β که قیدی بر اعداد ترتیبی اعضای شرکت کننده در گزینش می‌نهد. مثلاً اگر β ویژگی زوجیّت باشد، اعضایی از α در گزینش شرکت می‌کنند که عدد ترتیبیشان زوج باشد. اعضایی که برگزیده می‌شوند، یك زیردنبالهٔ گزیده تشکیل می‌دهند. چنانچه ویژگی ۲، مستقل از گزینش ترتیبی برحسب β باشد، می‌گوییم گزینش ترتیبی از ۲ استقلال دارد، یا می‌گوییم دنبالهٔ α، نسبت به ۲، از گزینش اعضای واجد ویژگی β تأثّرناپذیر است.

از آنجا که شماره‌گذاری و مرتّب ساختن اعضای دنباله، میانشان همسایگیهایی پدید می‌آورد، گزینش برحسب همسایگی نیز میسّر می‌گردد. مثلاً می‌توان اعضایی را در گزینش شرکت داد که سابق بلافصلشان ویژگی ۲ داشته

→ است که ویژگیهای مورد نظر به هم وابسته باشند، و شرط لازم و کافی برای مدخلیّت نداشتن اطلاع نیز استقلال ویژگیهای مورد نظر است. لذا مدخلیّت را می‌توان برحسب وابستگی تعریف نمود، ولی نه بالعکس. (← پانوشت بعد و حاشیهٔ ۱* بخش ۵۵.)

۵. اعتراض کینز به تئوری بسامدی از آن رو بود که گمان می‌کرد مدخلیّت در آن قابل تعریف نیست؛ ← مرجع پیشین، صفحات ۱۰۳ به‌بعد. * اصولاً تئوری ذهنی از تعریف استقلال (عینی) ناتوان است، و همچنانکه در فصل ii*، به‌خصوص بخشهای ۴۰* تا ۴۳* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی نشان داده‌ام، این نقص بزرگی است.

باشد؛ یا اعضایی را که سابق اوّل و دوّم، یا تالی دوّمشان، و هکذا، واجد ویژگی ۲ باشد.

بنابراین در هر دنباله از رویدادها ـ مثلاً در دنباله‌ای از پرتابهای سکّه ـ میان دو نوع ویژگی باید فرق گذاشت: یکی ویژگیهای اصلی، از قبیل «شیر» یا «خطّ» بودن که مستقلّ از محلّ اعضا در دنباله، به خود آنها متعلّق‌اند؛ و دیگر ویژگیهای تَبَعی مانند «زوج» یا «تالی خطّ» بودن که اعضا به واسطهٔ محلّشان در دنباله کسب می‌کنند.

دنباله‌ای را که دو ویژگی اصلی داشته باشد، «دوگانه» خوانده‌اند. فون میزس نشان داده است که (با رعایت دقّت) می‌توان ارکان تئوری احتمالات را، بدون از کف دادن کلّیّت، در یك تئوری دربارهٔ دوگانه‌ها گرد آورد. با نشان دادن دو ویژگی اصلی هر دوگانه با ارقام «۱» و «۰»، می‌توان آن را به شکل دنباله‌ای از یکها و صفرها نمایش داد.

ساختار دوگانه ممکن است با قاعده یا کمابیش بی قاعده باشد. از اینجا به‌بعد، قاعده‌مندی و بی قاعدگی برخی دوگانه‌های متناهی را به دقت بیشتر بررسی خواهیم کرد.[۱*]

۵۵. آزادی از ـ n در دنباله‌های متناهی

دوگانهٔ متناهی α را در نظر می‌گیریم از یکهزار صفر و یك تشکیل شده است که به‌ترتیب زیر آرایش یافته‌اند.

$$(\alpha) \qquad 11\,00\,11\,00\,11\,00\,11\,00\,\ldots$$

توزیع [صفرها و یکها] در این دوگانه یکسان است؛ یعنی بسامد نسبی یکها و صفرها در آن برابر است. بسامد نسبی ویژگی ۱ را با «$F''(1)$» نشان می‌دهیم و

۱*. پیشنهاد می‌کنم از بخشهای ۵۵ تا ۶۴، یا فقط ۵۶ تا ۶۴ در نخستین دفعهٔ مطالعهٔ کتاب ناخوانده بگذرید. حتی توصیه می‌شود که از همین جا یا از انتهای بخش ۵۵ مستقیماً به سراغ فصل x بروید.

بسامد نسبی o را با «$F'(o)$»، و می نویسیم:

$$_{\alpha}F'(1) = {}_{\alpha}F'(0) = \frac{1}{2} \qquad (1)$$

حال از میان اعضای α، همهٔ اعضایی را برمی‌گزینیم که (در دنبالهٔ α) دارای ویژگی همسایگی تالی بلافصل یك باشند. این ویژگی را با «β» نشان می‌دهیم و زیردنبالهٔ گزیده را «$\alpha.\beta$» می‌خوانیم، که چنین ساختاری دارد:

$(\alpha.\beta)$ 1010101010...

این دنباله نیز دوگانه‌ای است با توزیع یکسان. به‌علاوه، نه بسامد نسبی یکها در آن تغییر یافته است، نه بسامد نسبی صفرها؛ یعنی داریم:

$$_{\alpha\beta}F'(1) = {}_{\alpha}F'(1)\,; \quad {}_{\alpha\beta}F'(0) = {}_{\alpha}F'(0)\,. \qquad (2)$$

برحسب اصطلاحاتی که در بخش ۵۳ آوردیم، می گوییم ویژگیهای اصلی دوگانهٔ α از گزینش مقیّد به β تأثّرناپذیر است؛ یا به اختصار اینکه α از گزینش مقیّد به β تأثّرناپذیر است.

از آنجا که هر یك از اعضای α، یا ویژگی β دارند (تالی یك هستند) یا تالی صفرند، ویژگی تالی صفر بودن را می توانیم با $\bar{\beta}$ نشان دهیم. اینك از برگزیدن اعضای واجد ویژگی β، این دوگانه به دست می آید:

$(\alpha.\bar{\beta})$ 010101010...

{توزیع صفرها و یکها در} این دنباله اندکی با توزیع یکسان {آنها} تفاوت دارد، چه هم در آغاز دنباله صفر آمده است هم در پایانش (حال آنکه خود α که توزیع یکسان دارد، به «$0,0$» ختم گشته است). اگر α، ۲۰۰۰ عضو داشته باشد، $\alpha.\beta$، ۵۰۰ صفر، ولی ۴۹۹ یك خواهد داشت. اینگونه تفاوتها با توزیع یکسان (یا سایر توزیعها) را فقط عضوهای اوّل یا آخر پیش می آورند: و با افزودن بر طول دنباله، هرچه بخواهیم می توانیم از آنها بکاهیم. لذا در ادامهٔ بحث، از اینگونه

تفاوتها چشم‌پوشی خواهیم کرد؛ به‌خصوص چون می‌خواهیم بررسی خود را به دنباله‌های نامتناهی تعمیم دهیم، و در آنها این تفاوت به صفر می‌گراید. از این رو β. α را نیز دارای توزیع یکسان خواهیم شمرد، و خواهیم گفت دوگانهٔ α، از برگزیدن اعضای واجد ویژگی β نیز تأثّرناپذیر است. بنابراین α، و بلکه بسامد نسبی ویژگیهای اصلی α، هم از گزینش مقیّد به β تأثّرناپذیر است هم از گزینش مقیّد به β؛ پس می‌گوییم α از همهٔ گزینشهای مقیّد به ویژگی مسبوقیّت بلافصل تأثّرناپذیر است.

پیداست که این تأثّرناپذیری، نتیجهٔ بعضی خصوصیّات ساختاری دوگانهٔ α است، که ممکن است در دوگانه‌های دیگر نباشند، و لذا دوگانهٔ α شاید از این جهت با سایر دوگانه‌ها فرق کند. برای نمونه، دوگانه‌های β. α و β. α از گزینش مقیّد به ویژگی مسبوقیّت بر یك عضو تأثّرناپذیر نیستند.

اینك می‌توانیم ببینیم که دوگانهٔ α، از سایر گزینشها، به خصوص از گزینش مقیّد به ویژگی مسبوقیّت به جفتهای خاصّ نیز تأثّرناپذیر هست یا نه. مثلاً می‌توانیم همهٔ عضوهایی را از α برگزینیم که تالی جفت ۱,۱ باشند. بی‌درنگ درمی‌یابیم که α از گزینش عضوهای تالی هیچ یك از جفتهای ممکن $1,1$؛ $0,1$؛ $1,0$؛ و $0,0$ تأثّرناپذیر نیست. و در هیچ یك از این موارد، زیردنبالهٔ حاصل توزیع یکسان ندارد، بلکه به‌عکس همگی از بخشهای یکپارچه (یا از «قطعه‌ها»)، تشکیل می‌یابند؛ و دنباله‌هایی اند فقط از یکها یا فقط از صفرها.

این معنا که α از گزینش مقیّد به مسبوقیّت یك عضو تأثّرناپذیر است، ولی از گزینش مقیّد به مسبوقیّت دو عضو تأثّرناپذیر نیست، از دیدگاه تئوری ذهنی چنین بیان می‌شود: اطلّاعات مربوط به ویژگی سابق بلافصل هریك از اعضا بودن، مدخلیّتی در ویژگی خود آن عضو ندارد. لیکن ویژگی هر عضو، در اطلّاعات مربوط به ویژگیهای جفت سابق برآن عضو مدخلیّت تام دارد؛ زیرا با در دست داشتن قانون ساختن α، خواهیم توانست به کمك این اطلّاعات، ویژگی آن عضو را پیش‌بینی کنیم: گویی اطلّاعات مربوط به جفت سابق بر عضو مذکور، شرایط اوّلیّهٔ لازم برای آن پیش بینی را به دست می‌دهد. (برای ساختن α، علاوه

بر قانون، به شرایط اولیّه‌ای نیاز داریم که عبارتند از یك جفت ویژگی؛ لذا این قانون از حیث لزومِ داشتن این دو ویژگی، «دوبعدی» است. {ویژگی عضو موردنظر} نسبت به یك ویژگی «فاقد مدخلیّت» است، زیرا درجهٔ ترکّب یك ویژگی آنقدر نیست که شرایط اوّلیّه را معیّن سازد. ← بخش ۳۸. [۱*])

دانستیم که نظریّهٔ علّیّت ـ یعنی معنای علّت و معلول ـ چه پیوند نزدیکی با استنتاج پیش‌بینیها دارد. اینك باتوجّه به آن معنا از اصطلاحات زیر بهره خواهیم جست. آنچه را پیش از این دربارهٔ دوگانهٔ «» آوردیم، و گفتیم که «» از گزینش مقیّد به مسبوقیّت به یك عضو تأثّرناپذیر است»، اینك این طور بیان می کنیم که «» از همهٔ پیامدهای گزینش مقیّد به مسبوقیّت به «یك» عضو تأثّرناپذیر است»، یا به‌اختصار می گوییم «» «آزاد از ـ ۱» است». و به‌جای آنکه مانند گذشته بگوییم » از گزینش مقیّد به مسبوقیّت به یك جفت تأثّرناپذیر است (یا نیست)، خواهیم گفت «» از پیامدهای مسبوقیّت به یك جفت، آزاد است (یا نیست)» یا به اختصار اینکه «» آزاد از ـ۲ است (یا نیست)». [۲*]

اینك با استفاده از دوگانهٔ نمونهٔ آزاد از ـ ۱» به آسانی می توانیم دنباله‌های دیگری با توزیع یکسان بسازیم، که نه تنها از پیامدهای مسبوقیّت به یك عضو آزاد باشند (یعنی نه فقط مانند» آزاد از ـ ۱ باشند)، بلکه از پیامدهای مسبوقیّت به یك

۱* این نیز نشان می دهد که واژگان «دارای مدخلیّت» و «فاقد مدخلیّت» که در تئوری ذهنی زیاد به چشم می خورند، چقدر گمراه‌کننده‌اند. آیا اگر p و q هردو فاقد مدخلیّت باشند، قدری عجیب نیست که بگویند $p.q$ دارای مدخلیّت زیاد است؟ پیوست ix*، به‌ویژه نکات ۵ و ۶ مطلب اوّل را ببینید.

۲* فکر کلّی جداکردن همسایگیها برحسب اندازه‌هایشان، و استفاده از گزینشهای برحسب همسایگی تعریف شده، از من است. ولی اصطلاح «آزادی از پیامد» («*nachwirkungsfrei*») از رایشنباخ است. لیکن رایشنباخ در نوشته‌هایش آن را تنها به معنی «تأثّرناپذیری از گزینش هر دسته از اعضای سابق» به کار برده است. فکر در کارآوردن مفهوم آزادی از ـ ۱، آزادی از ـ ۲، . . . . ، و آزادی از ـn به‌صورتی که به‌طور بازگشتی تعریف‌پذیر باشد، از من است؛ و همچنین است بهره‌جستن از روش بازگشتی در بررسی گزینشهای برحسب همسایگی، و به‌خصوص در ساختن دنباله‌های پریشان. (همچنین روش بازگشتی را برای تعریف استقلال متقابل n رویداد نیز به‌کار برده‌ام.) این روش کاملاً با روش رایشنباخ فرق دارد. ذیلاً پانوشت ۴ بخش ۵۸، و به‌ویژه پانوشت ۲ بخش ۶۰ را ببینید. در ۱۹۶۸ افزوده شد: اینك می دانیم که اصطلاح یاد شده را اسمولوچوفسکی مدّتها پیش از رایشنباخ به‌کار برده است.

جفت نیز آزاد باشند (یعنی آزاد از ـ ۲ باشند)؛ سپس می توانیم دنباله‌هایی آزاد از ـ ۳ (و غیره) به دست آوریم. بدین ترتیب به مفهومی کلّی رهنمون می شویم که در مباحث آینده اهمیّت بنیادین دارد، و عبارت است از آزاد بودن از جمیع پیامدهای مسبوقیّت به n عضو، یا به اصطلاح ما آزادی از ـ n. به‌عبارت دقیقتر، شرط لازم و کافی برای «آزاد از ـ n» خواندن یك دنباله، آن است که بسامدهای نسبی ویژگیهای اصلیش، تأثّرناپذیر از ـ n باشند؛ بدین معنا که از گزینشهای مقیّد به مسبوقیّت به یك عضو، و مقیّد به مسبوقیّت به یك جفت، و مقیّد به مسبوقیّت به یك سه‌تایی . . . و مقیّد به مسبوقیّت به n عضو، تأثیرناپذیر باشند.[۱]

دوگانهٔ آزاد از ـ «۱» را می توان با تکرار دلخواه این دورهٔ مولّد ساخت.

(الف) 1100 . . .

و دنبالهٔ زیر دورهٔ مولّد یك دوگانهٔ آزاد از ـ ۲ با توزیع یکسان است.

(ب) 10111000 . . .

دورهٔ مولّد زیر نیز دوگانه‌ای آزاد از ـ ۳ به دست می دهد

(پ) 1011000011110100 . . .

و این دورهٔ مولّد، دوگانه‌ای آزاد از ـ ۴

(ت) 01100011101010010000010111110011 . . .

می بینیم که با افزایش عدد n دنباله‌های آزاد از ـ n، صورتی می یابند که به درك شهودی ما از دنباله‌های بی قاعده هرچه نزدیکتر می گردند.

دورهٔ مولّد هردوگانهٔ آزاد از ـ n و دارای توزیع یکسان، دست کم باید 2^{n+1}

---

۱. دکتر شیف به من متذکّر شد که این تعریف را می توان ساده‌تر ساخت. کافی است (بازاء nمعلوم) به شرط تأثّرناپذیری از گزینش هر n- تایی سابق قائل شویم. در این حالت، دیگر اثبات تأثّرناپذیری از گزینش (nـ۱)- تاییها (و غیره) آسان است.

عضو داشته باشد. بی شك دوره‌هایی که برای نمونه آوردیم، می توانند آغازهای گونه‌گون داشته باشند، مثلاً اگر نوشتن دورهٔ (پ) را از عضو چهارش آغاز کنیم، به‌جای آن، دورهٔ زیر بدست خواهد آمد.

(پ. اوّل) 1000011110100101 . . .

تبدیلات دیگری نیز هست که آزادی از ـ n دنباله‌ها را تغییر نمی دهد. درجای دیگری روش ساختن دنباله‌های آزاد از ـ n، برای هر n را خواهم آورد.[۳*]

با آوردن n عضو اوّل دورهٔ بعدی، در ادامهٔ دورهٔ مولّد یك دوگانهٔ آزاد از ـ n، دنباله‌ای به طول $n + 2^{n+1}$ حاصل می گردد. از جمله ویژگیهای این دنباله، این است که هر آرایش $(n+1)$ ـ تایی ممکن از صفرها و یکها، یعنی هر $(n + 1)$ ـ تایی، دست کم یك بار در آن می آید.[۴*]

۵۶. دنباله‌های بُرشها. شکل اوّل فرمول دوجمله‌ای

اگر دنبالهٔ متناهی α در دست باشد، زیردنباله‌ای از α را که از n عضو متوالی تشکیل یابد، یك «بُرش از α به طول n»، یا به اختصار، یك «n ـ برش از α» می‌خوانیم. چنانچه علاوه بر دنبالهٔ α، عدد معیّن n را نیز داشته باشیم، می توانیم n ـ برشهای α را در دنباله‌ای بیاوریم، ودنبالهٔ n ـ برشهای α را بسازیم. با داشتن دنبالهٔ α، می توانیم دنبالهٔ تازه‌ای از n ـ برشهای α بسازیم، که

۳*.← حاشیهٔ ۱* پیوست iv. حاصل دنباله‌ای به طول $n - 1 + 2^n$ است که از حذف $n-1$ عضو آخرش، دورهٔ مولّد دوگانه‌ای آزاد از ـ m بدست می آید، و $m = n - 1$.

۴*تعریف زیر، که در مورد هر دوگانهٔ بلند ولی متناهی A که از توزیع یکسان برخوردار باشد، صادق است، مفید می نماید. گیریم N طول A باشد، و گیریم n بزرگترین عدد صحیحی باشد که بازاشش $N \leqslant 2^{n+1}$. در این حالت شرط لازم و کافی اینکه A کاملاً پریشان باشد آن است که نسبت وقوع هر دوتایی، سه‌تایی، . . . ، m- تایی دلخواه (تا $m = n$) از نسبت وقوع هر دوتایی، سه‌تایی، . . . ، و m- تایی دیگر، مثلاً از مقدار $m/N^{1/2}$ بیشتر نباشد. بدین نحو می توان گفت که مثلاً فلان دوگانهٔ A تقریباً پریشان است؛ وحتّی می توان تعریفی هم ازدرجهٔ این تقریب به دست داد. تعریف تفصیلی دیگری را می توان برپایهٔ روش مذکور در ذیل نکات ۸ به‌بعد مطلب سوّم پیوست ix* (یعنی برپایهٔ روش تعیین بیشترین مقدار تابع ـ E) عرضه نمود.

آغازگرش برشی باشد که n عضو اوّل «α» را در برمی‌گیرد. پس از آن برشی می‌آید که عضوهای ۲ تا $n+1$ را در بردارد. به‌طور کلّی، عضو xم دنبالهٔ جدید، برشی است که اعضای x تا $x+n-1$ از «α» را در بر می‌گیرد. دنبالهٔ جدیدی را که بدین ترتیب به دست آمده است، می‌توان «دنبالهٔ nـ برشهای تودرتوی «α»» نامید. این نام نشان می‌دهد که هردو عضو (یعنی هردو بُرش) متوالی، چنان درهم‌اند که $n-1$ عضو از دنبالهٔ اصلی «α» در آنها مشترك است.

اینك با انجام گزینش می‌توان از دنبالهٔ برشهای تودرتو، دنباله‌های دیگری نیز به دست آورد که عضوهای nـ تایی داشته باشند (nـ دنباله‌ها)؛ از آن میان دنباله nـ برشهای همجوار، به‌خصوص شایان ذکر است.

در هر دنباله از n ـ برشهای همجوار، فقط n ـ برشهایی می‌آید که در «α» بی‌آنکه درهم روند بلافاصله پشت سر یکدیگر قرار می‌گیرند. مثلاً با n ـ برش در برگیرندهٔ اعضای ۱ تا n دنبالهٔ اصلی «α» آغاز می‌شوند، و پس از آن، n ـ برش در برگیرندهٔ اعضای $n+1$ تا $2n$ می‌آید، و بعد از آن، $2n+1$ تا $3n$، و قس علی هذا. در حالت کلّی، دنباله‌ای از برشهای همجوار، از عضو kم «α» آغاز می‌شود و برشهای آن عضوهای kم تا $(n+k-1)$م، $(n+k)$م تا $(2n+k-1)$م، $(n+k)$ تا $(3n+k-1)$م، (و قس علی هذا) از «α» را در برمی‌گیرند.

از این پس دنباله‌های متشکّل از n ـ برشهای تودرتوی «α» را با «$\alpha_{(n)}$» نشان خواهیم داد، و دنباله‌های متشکّل از n ـ برشهای همجوار را با «α_n».

اینك دنباله‌های متشکّل از برشهای تودرتوی «$\alpha_{(n)}$» را با دقّت بیشتر بررسی می‌کنیم. هر عضو چنین دنباله‌ای، یك n ـ برش از «α» است. حال می‌خواهیم ویژگیهای اصلی اعضای «$\alpha_{(n)}$» را تعیین کنیم. مثلاً می‌توانیم ترتیب صفرها و یکها را در n ـ تایی تشکیل دهندهٔ هر برش درنظر بگیریم؛ یا آنکه می‌توانیم فقط تعداد یکها را در هر عضو ویژگی اصلی آن عضو بدانیم (با قطع نظر از ترتیب وقوع یکها و صفرها). اگر عدّهٔ یکها را با «m» نشان دهیم، روشن است که $m \leqslant n$. حال اگر m خاصّی را برگزینیم ($m \leqslant n$)، و به هر کدام از عضوهای «$\alpha_{(n)}$» که درست m عدد یك دارند (ولذا $n-m$ عدد صفر دارند)، ویژگی «m»، و به سایر اعضای «$\alpha_{(n)}$» ویژگی «$\bar{m}$»

را نسبت دهیم، هر دنبالهٔ $\alpha_{(n)}$، یك دوگانه خواهد بود، زیرا هریك از عضوهایش ناگزیر واجد یکی از این دو ویژگی است.

اینك دوباره فرض می کنیم که دوگانهٔ متناهی α با ویژگیهای اصلی «1» و «0» دردست باشد. بسامد یکها، یعنی $F'(1)$ را p می گیریم، و بسامد صفرها، $F'(0)$، را q. (یکسان بودن توزیع صفرها و یکها ($p = q$) را مفروض نگرفته‌ایم).

حال گیریم این دوگانهٔ α دست کم آزاد از ـ $(n-1)$ باشد (n یك عدد طبیعی دلخواه است). اینك می خواهیم بدانیم که بسامد وقوع ویژگی m در دنبالهٔ $\alpha_{(n)}$ چیست؛ به‌عبارت دیگر می خواهیم مقدار ${}_{\alpha_{(n)}}F'(m)$ را بدانیم.

بدون آوردن فرضی اضافه بر این که α دست کم آزاد از ـ $(n-1)$ است، خواهیم توانست با بهره‌جستن از حساب مقدّماتی پاسخ مطلوب را بیابیم.[1] پاسخ از فرمول زیر به دست می آید که اثباتش در پیوست iii خواهد آمد.

$$ {}_{\alpha_{(n)}}F'(m) = {}^{n}C_{m}\, p^{m} q^{n-m} \qquad (1) $$

طرف راست فرمول «دوجمله‌ای» (۱) را نیوتن ـ در ارتباط با مسأله‌ای دیگر ـ به دست آورده بود. (و از این رو، گاه آن را فرمول نیوتن می خوانند). من آن را «شکل اوّل فرمول دوجمله‌ای»[1]* خواهم خواند.

حال که به این فرمول رسیدیم، فعلاً بحث دربارهٔ تئوری بسامدیِ مجموعه‌های مرجع متناهی را رها می کنم. این فرمول مبنایی برای بحث دربارهٔ اصل موضوع پریشانی فراهم می سازد.

---

۱. مسألهٔ مورد نظر را در مورد دنباله‌های نامتناهی برشهای همجوار، «مسألهٔ برنویی» می نامم (به پیروی از فون میزس، در *Wahrscheinlichkeitsrechnung*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۲۸)؛ و در مورد دنباله‌های نامتناهی برشهای تو در تو، آن را «شبیه مسألهٔ برنویی» می خوانم (← حاشیهٔ ۱ بخش ۶۰). پس مسألهٔ فعلی شبیه مسألهٔ برنویی در مورد دنباله‌های متناهی است.

۱* در متن اصلی، اصطلاح «فرمول نیوتن» را به‌کار برده بودم؛ ولی چون این تعبیر در انگیسی رایج نیست، در ترجمه اصطلاح «binomial formula» را آوردم. {گویا در فارسی «فرمول دوجمله‌ای نیوتن» رایجتر باشد}.

۵۷. دنباله‌های نامتناهی. برآورد فرضی بسامد

نتایج به دست آمده در مورد دنباله‌های متناهیِ آزاد از ـ n را به آسانی می‌توان به دنباله‌های نامتناهی آزاد از ـ n که با یك دورهٔ مولّد (← بخش ۵۵) تعریف می‌شوند تعمیم داد. دنباله‌ای متناهی از اعضا را که مانند مجموعهٔ مرجع، بسامدهای نسبی را نسبت بدان می‌سنجیم، «دنبالهٔ مرجع» می‌خوانیم. دنبالهٔ مرجع در نزد ما کمابیش نظیر «گردایه» در اصطلاح فون میزس است.[۱*]

مفهوم بسامد نسبی، در مفهوم آزادی از ـ n مندرج است؛ زیرا آنچه در تعریف آزادی از ـ n، تأثّرناپذیر از گزینش مقیّد به مسبوقیت فرض می‌شود همانا بسامد نسبی وقوعِ یك ویژگی است. در قضایایی که دربارهٔ دنباله‌های نامتناهی خواهم آورد، البتّه موقّتاً (تا بخش ۶۴)، مفهوم حدّ بسامد نسبی را (که با F' نشان داده می‌شود) به‌جای بسامد نسبی در مجموعه‌ای متناهی (F'') به‌کار خواهم برد. در محدودهٔ دنباله‌هایی که مطابق قواعد ریاضی ساخته شده باشند، کاربرد این مفهوم مشکلی پیش نمی‌آورد. در این دنباله‌ها همیشه می‌توان تعیین کرد که آیا دنبالهٔ

۱*. همین جاست که در به انجام رساندن برنامهٔ شهودی خویش درماندم. قصد داشتم مفهوم پریشانی را ابتدا حتّی المقدور در حیطهٔ دنباله‌های متناهی تحلیل کنم، و سپس به دنباله‌های مرجع نامتناهی (که در آنها به حدّ بسامد نیاز داریم) عبور نمایم، و نظریّه‌ای به دست دهم که وجود حدّ بسامد در آن نتیجهٔ پریشانی دنباله باشد. اگر گام بعدیم را ساختن کوتاهترین دنباله‌های آزاد از ـ n (متناهی) بازاء مقادیر متزاید n قرار می‌دادم، همچنانکه در پیوست iv چنین است، به‌آسانی در به انجام رساندن برنامه کامیاب می‌گشتم. در این حالت به‌آسانی می‌شد نشان داد که اگر n در این کوتاهترین دنباله به بی‌نهایت میل کند، طول دنباله بی‌نهایت می‌شود، و لذا بسامد مستقیماً مبدّل به حدّ بسامد می‌گردد. (حاشیهٔ ۲ ● پیوست iv، و پیوست جدید vi* را ببینید.) بدین نحو مباحث بخشهای آینده نیز بسیار ساده‌تر می‌گردید، و درعین حال همچنان معتبر می‌ماند. مسائل مطروحه در بخشهای ۶۳ و ۶۴ نیز بدون قائل شدن به فرضی اضافی کاملاً حلّ می‌شد؛ زیرا با اثبات وجود حدّ بسامد، دیگر نیازی نخواهد بود که نامی هم از نقاط انباشتگی برده شود.

البتّه این اصلاحات همگی در چارچوب تئوری بسامدی محض جا دارند: و در صورت پذیرش تفسیر استعدادی نظام صوری نئوکلاسیك (مبتنی بر تئوری اندازه‌ها)، که در بخشهای ۵۳● به‌بعد ذیلی بر منطق اکتشاف علمی تشریح شده است، جز به تعریف ملاك ایده‌آل بی‌نظمی عینی، به باقی آنها نیازی نیست. لیکن در آن صورت نیز لازم است به فرضیّه‌های بسامدی ـ و برآوردهای فرضی، و آزمونهای آماری آنها ـ قائل شویم؛ از این رو، بخش حاضر همچنان از اهمیّت برخوردار است، و مندرجاتش تا بخش ۶۴ بسیار به کارمان خواهد آمد.

بسامدهای نسبیِ دنباله همگرا هست یا نه. تصوّر حدّ بسامدهای نسبی، فقط در دنباله‌هایی مایهٔ زحمت می شود که قاعدهٔ ریاضیشان معلوم نباشد، بلکه فقط قاعدهٔ تجربیشان را بدانیم (مانند قاعده‌ای که دنباله را با پرتابهای سکّه مرتبط می سازد)؛ زیرا در این موارد مفهوم حدّ، تعریف نشده است (← بخش ۵۱).

آنچه می آید، نمونه‌ای از قاعده‌های ریاضی ساختن دنباله‌هاست: «عضو nم دنبالهٔ α باید 0 باشد، اگر و تنها اگر n بر چهار بخش‌پذیر باشد». این قاعده، دوگانهٔ نامتناهی زیر را تعریف می کند:

$$11101110... \qquad (\alpha)$$

که حدود بسامد نسبی در آن عبارت است از: $F(1) = \frac{۳}{۴}$؛ و $F(0) = \frac{۱}{۴}$. دنباله‌هایی را که بدین نحو با قاعده‌های ریاضی تعریف می‌گردند، به‌اختصار «دنباله‌های ریاضی» خواهم نامید.

از سوی دیگر دنباله‌های تجربی، با قاعده‌هایی از این دست تعریف می شوند: «عضو nم دنبالهٔ α باید 0 باشد، اگر و تنها اگر سکّهٔ c در پرتاب nم خطّ بیاید.» ولی همیشه چنین نیست که قاعده‌های تجربی، دنباله‌هایی پریشان تعریف کنند. مثلاً به‌نظر من قاعدهٔ زیر تجربی است: «عضو nم دنبالهٔ مورد نظر باید ۱ باشد، اگر و تنها اگر، آونگ p در ثانیهٔ n در طرف چپ فلان علامت مشخّص باشد».

این مثال نشان می دهد که گاه می توان مثلاً با تکیه بر فرضیّه‌ها و اندازه‌گیریهای مربوط به یك آونگ، قاعده‌ای ریاضی را جانشین قاعده‌ای تجربی ساخت. از این راه دنباله‌ای ریاضی خواهیم یافت که تقریبی از دنبالهٔ تجربی مورد نظر به دست می‌دهد؛ رضایت از درجهٔ دقّت این تقریب، وابسته به اهدافی است که تعقیب می‌کنیم. آنچه در سیاق حاضر اهمیّت خاصّ دارد همانا امکان یافتن دنباله‌ای ریاضی است که بسامدهای آن به بسامدهای گونه‌گون موجود در یك دنبالهٔ تجربی نزدیك باشند (مثال یاد شده قرینه‌ای برای اثبات این معنی تواند بود.)

در تقسیم دنباله‌ها به دو دستهٔ ریاضی و تجربی، از تفاوتی بهره جسته‌ام که

«ناظر به مصداق» نیست، بلکه «ناظر به مفهوم» است. زیرا اگر دنباله‌ای را به صورت «مصداقی»، یعنی با پشت سرهم آوردن یکایك اعضایش برای ما مشخصّ سازند، تنها قطعه یا برشی متناهی از آن برما معلوم خواهد بود، و طول این قطعه هرقدر باشد، باز نمی توان تعیین کرد که دنبالهٔ دربرگیرندهٔ این قطعه، ریاضی است یا تجربی. فقط هنگامی حکم به ریاضی یا تجربی بودن دنباله می توان کرد که قاعده‌ای برای ساختن آن ـ یعنی قاعده‌ای «مفهومی» ـ دردست باشد.

ما برآنیم که به کمك مفهوم حدّ (حدّ بسامد نسبی)، به سراغ دنباله‌های نامتناهی برویم؛ پس ناگزیریم بررسیهایمان را به دنباله‌های ریاضی، آن هم به دسته‌ای که دنبالهٔ بسامدهای نسبیشان همگراست، محدود سازیم. همین محدودیّت، به در کار آوردن اصل موضوع همگرایی می انجامد. (مسائل مربوط به این اصل موضوع تا بخشهای ۶۳ تا ۶۶ مطرح نخواهد شد، چه به خوبی می توان در کنار طرح «قانون اعداد بزرگ» به تشریح آنها پرداخت.)

بنابراین فقط به دنباله‌های ریاضی خواهیم پرداخت: آن هم به دسته‌ای از دنباله‌های ریاضی که انتظار داریم، یا حدس می‌زنیم، که از لحاظ بسامد به دنباله‌های تجربی اتّفاقی نما یا پریشان نزدیك باشند؛ زیرا توجّه ما بیشتر معطوف به اینهاست. ولی این حدس یا چشمداشت که دنباله‌ای ریاضی، به لحاظ بسامد به دنباله‌ای تجربی نزدیك باشد، جز طرح یك فرضیّه نیست ـ فرضیّه‌ای راجع به بسامدهای دنبالهٔ تجربی مورد نظر.[۱]

این معنا که برآورد بسامد در هر دنبالهٔ تجربی پریشان، به‌نوبهٔ خود فرضیّه‌ای علمی است، به هیچ وجه تأثیری بر شیوهٔ محاسبهٔ بسامد ندارد. در مجموعه‌های متناهی، روشن است که شیوهٔ به‌دست آوردن بسامدها برای آغاز محاسبات، هیچ اهمیّتی ندارد: خواه با انجام شمارش این بسامدها را بیابیم، خواه با قاعده‌ای

---

۱. بعداً، در بخشهای ۶۵ تا ۶۸، به مسألهٔ داوری‌پذیری فرضیّه‌های بسامدی، یعنی به این مسأله که آیا اینگونه حدسها یا فرضیّه‌ها را می توان آزمود یا نه، خواهم پرداخت؛ و اینکه اگر آزمودنی اند، شیوهٔ آزمودنشان چیست؛ و اینکه آیا راهی برای تقویت کردنشان هست یا نه؛ و اینکه آیا ابطال‌پذیر هستند یا نه. ● و نیز ← پیوست ix*.

ریاضی، خواه با در کارآوردن فرضیّه‌ای؛ یا آنکه یکسره بسامدها را از پیش خود جعل کنیم، و به منظور محاسبهٔ سایر بسامدها، بعضی بسامدها را معلوم انگاریم، و بقیّه را از آنها نتیجه بگیریم.

این مطلب در مورد دنباله‌های نامتناهی نیز صادق است. لذا تحقیق دربارهٔ «منابع» برآورد بسامد، از مسائل حساب احتمالات نیست؛ امّا این بدان معنا نیست که ما در بحث از تئوری احتمالات، به آن نخواهیم پرداخت.

در مورد دنباله‌های تجربی نامتناهی، دو «منبع» اصلی برای برآورد تخمینی بسامد می توان بازشناخت: یعنی این بسامدها از دو راه خود را به ما می نمایانند. یکی برآورد مبتنی بر «فرضیّهٔ حاکی از تساوی احتمالات» (یا فرضیّهٔ هم احتمالی)، و دیگری برآورد مبتنی بر «تعمیم یافته‌های آماری».

مراد من از «فرضیّهٔ حاکی از تساوی احتمالات»، فرضیّه‌ای است که از برابری احتمال ویژگیهای اصلی گونه‌گون، یعنی از توزیع یکسان آنها خبر دهد. فرضیّه‌های حاکی از تساوی احتمالات عادتاً بر قبول تقارن[۲] مبتنی اند. نمونهٔ بسیار متداول، مساوی انگاشتن بسامد وجوه مختلف در ریختن تاس است که بر فرض تقارن و هم ارزی هندسی شش وجه مکعب تکیه دارد.

برآورد نرخهای مرگ و میر، مثال خوبی از تخمین بسامد برپایهٔ تعمیم آماری است. در این مورد، تجربه آمار مرگ و میر را به دست می دهد؛ و بنابراین فرضیّه که روندهای گذشته، همچنان به خوبی پایدار خواهد ماند، یا اینکه (دست کم در آیندهٔ بسیار نزدیك) تغییر چندانی نخواهد کرد، با تعمیم موارد معلوم (یعنی با تعمیم پیشامدهایی که به تجربه دسته‌بندی و شمرده شده‌اند)، به موارد نامعلوم راه می برند.

هواداران مسلك استقرائی، چه‌بسا از فرضی بودن این برآوردها غفلت کنند، و «منابع» تجربی برآورد فرضی را (که شامل طبقه‌بندی و شمارش پیشامدها و دنباله‌هایی از پیشامدهای گذشته است)، با خود آن برآورد فرضی (که پیش بینی

---

۲. کینز در بحث راجع به اصل عدم تفاوت به این مطلب می پردازد. ← منبع پیشین، فصل iv، صفحات ۴۱ تا ۶۴.

بسامد برپایهٔ تعمیم آماری است) اشتباه بگیرند. مدّعای شایع این است که ما از روی پیشامدهای گذشته که دسته‌بندی و شمارش شده‌اند (همچون آمارهای مرگ و میر)، برآوردی از احتمالات را «نتیجه می‌گیریم». لیکن این مدّعا هیچ پشتوانهٔ منطقی ندارد. ما فقط می‌توانیم فرضیّه‌ای اثبات‌ناپذیر را پیش بکشیم که هیچ دلیل منطقی بر صدق آن نمی‌توان اقامه کرد: و آن فرضیّه این است که بسامد ثابت می‌ماند تا تعمیم میسّر گردد. بعضی هواداران منطق استقرائی، حتیّ فرضیّه‌های حاکی از تساوی احتمالات را «استنتاج‌پذیر تجربی» یا «تفسیر بردار تجربی» می‌شمارند و این قبیل فرضیّه‌ها را مبتنی بر تجارب آماری، یعنی مبتنی بر بسامدهایی که به تجربه مشاهده شده‌اند، می‌انگارند. لیکن من به سهم خود، گمان می‌کنم که تنها راهنمای ما در این شیوهٔ برآورد فرضی بسامدها، اهمیّت زیاد تقارن، و این قبیل معانی، در نزد ماست. به نظر من هیچ دلیلی ندارد که این گونه حدسها فقط الهام گرفته از انباشته‌شدن تودهٔ عظیم مشاهدات استقرائی باشد. در هرحال این گونه مطالب ناظر به خاستگاهها یا «منابع» برآوردها، در نظر من اهمیّت چندانی ندارد (← بخش ۲). به‌نظر من مهمّتر آن است که این معنا را هرچه روشنتر سازیم که پیش بینی هرگونه بسامد، از جمله آنچه از تعمیم آماری به دست آید ـ و خاصّه آنچه به دنباله‌های تجربی نامتناهی راجع می‌شود ـ محض حدس است، زیرا بسی فراتر از آن می‌رود که از مشاهده بر می‌آید.

تمایزی که میان فرضیّه‌های حاکی از تساوی احتمالات و تعمیمهای آماری نهادم، کمابیش منطبق است بر تمایزی که پیشینیان میان احتمالات «سابق بر تجربه» و «مسبوق به تجربه» می‌نهادند. امّا از آنجا که این اصطلاحات را در معانی بسیار متفاوتی به‌کار برده‌اند،[۳] و نیز چون این اصطلاحات از تداعیهای فلسفی رنگ تندی گرفته‌اند، بهتر آن است که به کارشان نبریم.

---

۳. برای نمونه، بورن و یوردان، در *Elementare Quantenmechanik* {مقدّمات مکانیک کوانتومی}، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۳۰۸، اصطلاح اوّل را برای فرضیّهٔ دارای توزیع یکسان به کار می‌برند. حال آنکه شوپرو، اصطلاح «احتمال سابق بر تجربه» را برای همهٔ فرضیّه‌های بسامدی به‌کار می‌برد، تا آنها را از آزمونهای آماری، یعنی از نتایج به دست آمده پس از شمارش تجربی، جدا سازد.

در تحقیق آتی دربارهٔ اصل موضوع پریشانی، خواهم کوشید تا دنباله‌هایی بیابم که به دنباله‌های تجربی پریشان نزدیك باشند؛ یعنی به بررسی فرضیّه‌های بسامدی خواهم پرداخت.[۲*]

۵۸. بررسی اصل موضوع پریشانی

دو مفهوم گزینش ترتیبی (یعنی گزینش برحسب محلّ اعضا در دنباله)، و گزینش برحسب همسایگی را در بخش ۵۵ معرّفی و تبیین کردیم. اینك به کمك این مفاهیم، به بررسی اصل موضوع پریشانی فون میزس ـ همان اصل طرد قواعد قماربازی ـ خواهم پرداخت، و خواهم کوشید تا شرط ضعیفتری را جانشین آن سازم. این «اصل موضوع» در تئوری فون میزس، جزئی است از تعریف مفهوم «گردایه»: وی می‌گوید که حدّ بسامد در هر گردایه باید از همه‌گونه گزینش قاعده‌مند تأثّرناپذیر باشد. (همچنانکه وی اشاره کرده است، هر مجموعه از قواعد قماربازی را می‌توان گزینشی قاعده‌مند دانست).

بیشتر انتقادی که از این اصل موضوع کرده‌اند، معطوف به جنبه‌ای نسبتاً سطحی و بی اهمیّت از تقریر آن بوده است. انتقاد در پیوند با این معنا بوده است که از میان گزینشهای ممکن، مثلاً می‌توان پرتابهایی را برگزید که پنج می‌نشینند، و پیداست که بسامد پنج در این دنبالهٔ گزیده، کاملاً با بسامد آن در دنبالهٔ اصلی تفاوت دارد. از این روست که فون میزس در بیان اصل موضوع پریشانی، از «گزینشها» یا «انتخاباتی» سخن می‌گوید که «با قطع نظر از نتیجهٔ پرتاب» صورت گیرند، و لذا بدون تکیه بر ویژگی عضو مورد گزینش، تعریف گردند.[۱] پاسخ این همه انتقادی که از این بیان کرده‌اند[۲]، صرفاً ذکر این نکته است که اصل موضوع پریشانی فون میزس

۲*. این دقیقاً همان برنامه‌ای است که پیشتر در حاشیهٔ ۱* تلویحاً بدان اشاره کردم، و در پیوستهای iv و vi* آن را به انجام رسانیده‌ام.

۱. برای نمونه ← فون میزس، *Wahrscheinlick keit, Statistik, und Wahrheit*، چاپ ۱۹۲۸، صفحهٔ ۲۵؛ ترجمهٔ انگلیسی، چاپ ۱۹۳۹، صفحهٔ ۳۳.

۲. برای نمونه، ← فایگل، مجلّد ۱ نشریهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۲۵۶، که این بیان را «به صورت ریاضی بیان ناشدنی» می‌خواند. انتقاد رایشنباخ، در *Mathematische Zeischrift*، مجلّد ۳۴ نشریهٔ ←

را بدون استعمال هیچیك از این اصطلاحات پرسش‌انگیز نیز می توان بیان نمود.[۳] مثلاً آن را چنین بیان می کنیم: حدّ {ریاضی} بسامد در هر دوگانه باید هم از گزینش ترتیبی تأثّرناپذیر باشد، هم از گزینش برحسب همسایگی، و هم از جمیع ترکیبهای این دو روشِ گزینش که مجموعه قواعدی برای قماربازی را به دست می دهند.[۱*]

با این بیان، مشکلاتی که پیشتر گفتیم از میان برمی خیزد، ولی مشکلات دیگری می‌ماند. از جمله اینکه معلوم نیست چطور باید ثابت نمود که مفهوم گردایه، آنچنانکه در ضمن این اصل موضوع قوی تعریف گشته است، تصوّری تناقض آمیز نیست؛ به‌عبارت دیگر، تهی نبودن مجموعهٔ «گردایه‌ها» مسلّم نیست. (کامکه بر ضرورت اثبات این معنا تأکید ورزیده است.[۴]) دست کم ساختن یك گردایهٔ نمونه، و اثبات وجود گردایه از این راه، محال می نماید. زیرا تنها راه معیّن ساختن یك دنبالهٔ نامتناهیِ نمونه، که به شروط خاصّی وفا کند، بهره‌جستن از قاعده‌ای ریاضی است. ولی مفهوم گردایه در نزد فون میزس چنان است که بنابرتعریف چنین قاعده‌ای برایش یافت نمی شود؛ زیرا هر قاعده، یعنی قاعده‌ای برای قماربازی یا قاعده‌ای برای گزینش. حال اگر همهٔ مجموعه‌های قواعد قماربازی ممکن را طرد کنیم، به واقع هیچ پاسخی بدان اعتراض نخواهیم داشت.[۲*]

→

Mathematishe Zeitschrft، چاپ ۱۹۳۲، صفحهٔ ۵۹۴ و بعد نیز چنین است.

۳. درگه نیز چنین سخنی گفته، ولی توضیح نداده است.

۱* هفت کلمهٔ اخیر {در ترجمهٔ انگلیسی کتاب} در متن آلمانی نبود (ولی بودن آنها ضروری است). {ده کلمهٔ در ترجمهٔ فارسی متناظر کلمات یاد شده در متن انگلیسی است.}

۴. برای نمونه ← کامکه، *Einführung in die Wahrscheinlichkeitsthorie* {تجربه در تئوری احتمالات}، چاپ ۱۹۳۲، صفحهٔ ۱۴۷، و مجلّد ۴۲ *Jahresbericht der Deutchen, mathem. Vereinigung*، چاپ ۱۹۳۲. اعتراض کامکه به رایشنباخ نیز وارد است که می کوشد تا با بهره‌جستن از دنباله‌های هنجارمند اصل موضوع پریشانی را اصلاح نماید، زیرا وی نتوانسته است تهی نبودنِ مجموعهٔ مصادیق این مفهوم را ثابت کند. ← رایشنباخ، *Axiomatk der Wahrscheinlichkeitsrechnung*، در مجلّد ۳۴، *Mathematische Zeitschrift*، چاپ ۱۹۳۲، صفحهٔ ۶۰۶.

۲* لیکن اگر به طرد همهٔ مجموعه‌های شمارا از مجموعه قواعد قماربازی قائل شویم می توان اشکال را پاسخ گفت؛ زیرا در این صورت می توان نمونه‌ای از دنباله‌های مطلوب را (با کاربرد نوعی روش قطری) ساخت. بخش ۵۴* ←

اشکال دیگر طرد کردن همهٔ مجموعه‌های قواعد قماربازی آن است که این توقّع واقعاً زیادی است. هنگام اصل موضوعی ساختن دستگاهی از گزاره‌ها (که در اینجا قضایای حساب احتمالات، به‌خصوص قضیّهٔ خاصّ ضرب، یا قضیّهٔ برنویی مراد است)، اصول موضوعه نه‌فقط باید چنان انتخاب شوند که برای استنتاج قضایای دستگاه کافی باشند، بلکه (اگر انجام این کار برایمان مقدور باشد) باید اصول موضوعه برای این منظور لازم نیز باشند. حال آنکه می توان نشان داد که طرد همهٔ قواعد گزینش، برای استنتاج قضیهٔ برنویی و نتایج آن، لازم نیست. بلکه همین قدر کافی خواهد بود که دستهٔ خاصّی از گزینشهای برحسب همسایگی را طرد کنیم: همین قدر کافی است که بخواهیم دنباله از گزینشهای مقیّد به مسبوقیّت به nـ تاییهای دلخواه، تأثّرناپذیر باشد؛ به‌عبارت دیگر، دنباله باید برای هر n، آزاد از ـ n پیامد باشد؛ کوتاهتر اینکه دنباله باید «مطلقاً آزاد» باشد.

لذا پیشنهاد من این است که اصل طرد قواعد قماربازی فون میزس را با شرط ضعیفتر «آزادی مطلق» {دنباله}، به معنی آزاد از ـ n بودن {آن} برای هر n، جایگزین سازیم، و براین اساس، دنباله‌هایی را {دنباله‌های} ریاضی اتفّاقی بشناسیم که بدین شرط وفا کنند. مزیّت عمدهٔ این شرط آن است که همهٔ مجموعه‌های قواعد قماربازی را طرد نمی کند، و لذا می توان قواعدی ریاضی برای ساختن دنباله‌های «مطلقاً آزاد»، به معنایی که گفتیم، به دست داد و نمونه‌هایی از آنها ساخت. (← بخش الف پیوست iv.) بدین نحو اعتراض کامکه نیز پاسخ داده می شود. زیرا می توان ثابت کرد که مفهوم دنباله‌های ریاضی اتّفاقی نما، مفهومی تهی نیست، و لذا عاری از تناقض است.[۳*]

شاید اقدام به آوردن خصوصیّات بسیار بی قاعدهٔ دنباله‌های اتّفاقی نما در ضمن دنباله‌های ریاضی، که تابع مؤکّدترینِ قواعدند، قدری غریب بنماید. لذا در

→

ذیلی بر منطق اکتشاف علمی (متن پس از ارجاع به حاشیهٔ ۵) را که به ابراهام والد مربوط است ببینید.

۳*.اهمیّت ارجاع به پیوست iv در اینجا بسیار است. علاوه براین، بیشتر اشکالاتی که به تئوری من گرفته‌اند در بند بعدی متن پاسخ گفته شده است.

نگاه اوّل ممکن است اصل موضوع پریشانی فون میزس را به دریافت شهودی خویش نزدیکتر بیابیم. شنیدن اینکه دنباله‌های اتّفاقی نما باید کاملاً بی قاعده باشند، و اینکه برای دریافتن این بی قاعدگی، کافی است دنباله را دنبال کنیم و بکوشیم تا بطلان هر قاعده‌ای را که بر آن حاکم انگاشته‌ایم دریابیم، البتّه قانع کننده می نماید. لیکن این دلیل شهودی، به نفع پیشنهاد من نیز هست. اگر دنباله‌های اتّفاقی نما بی قاعده باشند، بطریق اولی دنباله‌های قاعده‌مندی از یك نوع خاصّ هم نیستند. شرط «آزادی مطلق» ما نیز بیش از یك نوع خاصّ از دنباله‌های قاعده‌مند را طرد نمی کند؛ هرچند که نوع طرد شده، نوع بسیار مهمّی است.

اهمیّت نوع طرد شده در آن است که در ضمن شرط ما، سه نوع قاعدهٔ قماربازی زیر نیز طرد گشته است (← بخش بعد). اوّلاً گزینشهای برحسب همسایگی «هنجارمند» یا «محض»[۴]* (یعنی گزینشهای مقیّد به خصوصیتی ثابت در همسایگی) طرد شده است. ثانیاً گزینش ترتیبی «هنجارمند» را نیز که در آن اعضای با فاصلهٔ ثابت، مانند عضوهای k، $n+k$، $2n+k$ و . . . ، برگزیده می شود، طرد کرده‌ایم. سرانجام اینکه [بسیاری از] ترکیبات این دو نوع گزینش نیز طرد شده است (مانند برگزیدن nمین عضو، به شرط آنکه فلان ویژگی [ثابت] خاصّ در همایگیش یافت شود). خصوصیّت بارز همهٔ این گزینشها آن است که عضو خاصّی را به‌طور مطلق، عضو اوّل دنباله نمی شمارند؛ لذا گاه اگر شماره‌گذاری در دنبالهٔ اصلی از عضو (مناسب) دیگری نیز آغاز شود، همان زیردنبالهٔ پیشین برگزیده خواهد شد. بنابراین، آن دسته از قواعد قماربازی که بدون دانستن عضو اوّل دنباله می توان به کارشان برد نیز طرد می شوند: قواعد طرد شده نسبت به برخی تبدیلات (خطّی) پایا هستند: و قواعدی ساده به‌شمار می روند (← بخش ۴۳). شرط من فقط [۵]* آن دسته قواعد را که مقیّد به فاصله‌های مطلق میان عضوهای مختلف و یك عضو (اوّل)

۴*.← آخرین بند بخش ۶۰.

۵*.لفظ «فقط» درست است، فقط اگر از مجموعه قواعد قماربازی (پیش بینانه) سخن بگوییم؛ ← حاشیهٔ ۳* بخش ۶۰ این کتاب، و حاشیهٔ ۶ بخش ۵۴* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.

مطلق باشند، طرد نمی‌کند.[۵]

شرط آزادی از ـ n، برای هر n ـ یعنی «آزادی مطلق» ـ نیز با آنچه بیشتر ما آگاهانه یا ناخودآگاه دربارهٔ دنباله‌های اتّفاقی نما درست می‌دانیم (مثلاً با این تصوّر که نتیجهٔ پرتاب بعدی تاس، از پرتابهای پیش از آن مستقلّ است)، توافق تام دارد. (مقصود از در مشت گرفتن و چرخاندن تاس پیش از انداختن آن، تضمین همین «استقلال» است.)

۵۹. دنباله‌های اتّفاقی نما. احتمال عینی

اینك با ملاحظهٔ آنچه گفته شد تعریف زیر را پیش می‌نهم.

شرط لازم و کافی برای آنکه دنباله‌ای از رویدادها یا ویژگیها، و به‌خصوص یك دوگانه را، «اتّفاقی نما» یا «پریشان» بخوانیم، آن است که حدّ بسامد ویژگیهای اصلیش، «مطلقاً آزاد» باشد؛ یعنی از همهٔ گزینشهای مقیّد به مسبوقیّت به هر n ـ تایی، تأثّرناپذیر باشد. هرگاه حدّ بسامد {یك ویژگی} نسبت به دنباله‌ای پریشان تعیین شود، آن {حدّ} را احتمال عینی {وقوع} ویژگی مذکورْ در دنباله می‌خوانیم، و با F نشانش می‌دهیم. همین معنا را به صورت زیر هم می‌توان بیان کرد. اگر α دنباله‌ای اتّفاقی نما یا پریشان و β ویژگی اصلی آن باشد، رابطهٔ زیر برقرار است:

$$_{\alpha}F(\beta) = {}_{\alpha}F'(\beta)$$

حال، نشان خواهیم داد که تعریفمان برای استنتاج قضایای اصلی تئوری ریاضی احتمالات، به‌خصوص قضیّهٔ برنویی، کفایت می‌کند. متعاقباً ـ در بخش ۶۴ ـ تعریفی را که در اینجا آمده است اصلاح خواهیم کرد تا دیگر به حدّ بسامد وابسته نباشد.[۱*]

---

۵. مثال: گزینش جمله‌هایی که مرتبهٔ آنها در دنباله، عددی اوّل باشد.

۱*. اینك مایلم مفهوم «احتمال عینی» را به معنای دیگری به کار برم؛ معنایی عامّتر که همهٔ تفسیرهای عینی حساب صوری احتمالات، مانند تفسیر بسامدی، و به‌ویژه تفسیر استعدادی را که در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی آمده ←

۶۰. مسألهٔ برنویی

شکل اوّل فرمول دوجمله‌ای که در بخش ۵۶ آوردیم، یعنی

$$ {}_{\alpha(n)}F^{n}(m) = {}^{n}C_{m}\, p^{m} q^{n-m} \qquad (۱) $$

در مورد دنباله‌های نامتناهی از برشهای تودرتو صادق است. این فرمول براساس این فرض که دنبالهٔ متناهی α دست کم آزاد از $-(۱-n)$ است نتیجه می‌شود. براساس همین فرض، بی‌درنگ فرمولی درست متناظر با این فرمول در مورد دنباله‌های نامتناهی به دست می‌آوریم؛ یعنی اگر α نامتناهی و دست کم آزاد از $-(۱-n)$ باشد، داریم.

$$ {}_{\alpha(n)}F'(m) = {}^{n}C_{m}\, p^{m} q^{n-m} \qquad (۲) $$

از آنجا که دنباله‌های اتّفاقی نما مطلقاً آزادند، یعنی برای هر n آزاد از n اند، رابطهٔ (۲) که شکل دوّم فرمول دو جمله‌ای است، باید در آنها نیز بازاء هر مقدار n صادق باشد.

از این به‌بعد فقط به دنباله‌های اتّفاقی نما، یا پریشان (با تعریفی که در بخش پیشین گذشت) خواهیم پرداخت. می‌خواهیم نشان دهیم که علاوه بر فرمول (۲)، فرمول زیر، یعنی (۳) نیز، که سوّمین شکل فرمول دوجمله‌ای است، باید برای دنباله‌های اتّفاقی نما صادق باشد:

$$ {}_{\alpha}F(m) = {}^{n}C_{m}\, p^{m} q^{n-m} \qquad (۳) $$

فرمول (۳) از دو جهت با فرمول (۲) تفاوت دارد: اوّلاً به‌جای دنباله برشهای تودرتو $\alpha_{(n)}$، از دنبالهٔ برشهای همجوار α_n خبر می‌دهد. ثانیاً در آن نماد F آمده است نه F'. این بدان معناست که رابطهٔ (۳) مستلزم اتّفاقی نما یا پریشان بودن خود

→

است، در بر می‌گیرد. اینجا در بخش ۵۹، از این مفهوم صرفاً در تأسیس نوع خاصّی از تئوری بسامدی کمك گرفته‌ام.

دنباله برشهای همجوار است؛ زیرا F که احتمال عینی را نشان می‌دهد، فقط در دنباله‌های اتّفاقی نما تعریف شده است.

فرمول (۳)، احتمال عینیِ ویژگیِ m را در دنباله‌ای از برشهای همجوار (یعنی مقدار $F(m)$ را) به دست می‌دهد. این را به پیروی از فون میزس «مسألهٔ برنویی» می‌خوانم.[۱] برای حلّ این مسأله، و لذا برای نتیجه گرفتن فرمول دوجمله‌ای (۳) کافی است فرض کنیم α اتّفاقی نما یا پریشان است.[۲] (آنچه باید بکنیم، معادلِ نشان دادن صدق قضیّهٔ خاصّ ضرب در دنباله برشهای تودرتوی حاصل از دنبالهٔ پریشان α است.) اثبات[۱*] فرمول (۳) را در دو مرحله انجام می‌دهیم. نخست نشان می‌دهیم که فرمول (۲) نه فقط در دنباله برشهای تودرتوی $\alpha_{(n)}$، که در دنباله برشهای همجوار α_n نیز برقرار است. دوّم نشان می‌دهیم که دنباله‌های اخیر «مطلقاً آزادند». (ترتیب این دو مرحله را نمی‌توان تغییر داد، چون مسلّم است که دنباله برشهای تودرتو $\alpha_{(n)}$، «مطلقاً آزاد» نیستند؛ بلکه این دنباله‌ها، نمونهٔ نوعیِ دنباله‌هایی اند که می‌توان از آنها به «دنباله‌های پیامددار»[۳] تعبیر نمود.)

مرحلهٔ نخست. دنباله برشهای تودرتوی α_n، زیردنباله‌های $\alpha_{(n)}$ اند. این دنباله‌ها را با انجام گزینش ترتیبی هنجارمندْ می‌توان از دنباله‌های $\alpha_{(n)}$ به‌دست

---

۱. نظیر این مسأله در مورد دنباله برشهای تودرتو، یعنی مسألهٔ تعیین $F'(m)$ را که پاسخش در (۲) آمده است، می‌توان «شبیه مسألهٔ برنویی» نامید؛ ← حاشیهٔ ۱ بخش ۵۶ و نیز بخش ۶۱.

۲. رایشنباخ، *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung*، منتشره در مجلّد ۳۴ *Mathematische zeitschrift* صفحهٔ ۶۰۳) به طور تلویحی در این باره مناقشه می‌کند، چون می‌نویسد: «... دنباله‌های هنجارمند، آزاد از پیامد نیز هستند، حال آنکه عکس قضیّهٔ لزوماً برقرار نیست». لیکن دنباله‌های هنجارمند رایشنباخ همان دنباله‌هایی اند که (۳) در آنها صادق است. (سرّ توفیق روش اثبات من در آن است که روش پیشین را فروگذاشته‌ام، و مفهوم «آزادی از پیامد» را نه مستقیماً، بلکه با استفاده از مفهوم «آزادی از ـ n پیامد» تعریف کرده‌ام، و بدین شیوه آن تعریف را در دسترس روش استقراء ریاضی قرار داده‌ام.

۱*. در اینجا فقط خطوط کلّی برهان را رسم کرده‌ام. خوانندگانی که میل پیگیری برهان را نداشته باشند می‌توانند به سراغ آخرین بند این بخش بروند.

۳. فون اسمولوچوسکی تئوری خویش راجع به حرکت براونی را برپایهٔ دنباله‌های پیامددار، یعنی برپایهٔ دنباله برشهای تودرتو، تأسیس نموده است.

آورد. پس اگر بتوانیم نشان دهیم که حدود بسامد $F'(m)$ در دنباله‌های تودرتوی $\alpha_{(n)}$ ، از گزینش ترتیبی هنجارمند تأثرناپذیرند، مرحلهٔ اوّل را به انجام رسانده‌ایم (و اندکی هم جلوتر رفته‌ایم)؛ زیرا در این صورت رابطهٔ زیر را ثابت کرده‌ایم؛

$$_{\alpha_n}F'(m) = {}_{\alpha_{(n)}}F'(m) \qquad (۴)$$

ابتدا اثبات را برای حالت $n = ۲$ خواهم آورد، یعنی نشان خواهم داد که

$$_{\alpha_2}F'(m) = {}_{\alpha_{(2)}}F'(m) \qquad (m \leqslant 2) \qquad (۴\text{ الف})$$

صادق است: پس از این، تعمیم فرمول به همهٔ مقادیر n آسان خواهد بود.

از دنبالهٔ برشهای تودرتوی $\alpha_{(۲)}$ ، درست دو دنباله از برشهای همجوار $\alpha_۲$ می‌توان برگزید؛ یکی آنکه با (الف) نشان می‌دهیم و برشهای اوّل، سوّم، پنجم، . . . ، از $\alpha_{(۲)}$ ، یعنی جفتهای . . .;۵,۶;۳,۴;۲;۱,۲ از α را در برمی‌گیرد. و دیگری آنکه با (ب) نشان می‌دهیم و برشهای دوّم، چهارم، ششم، . . . از $\alpha_{(۲)}$ ، یعنی جفتهای . . .;۶,۷;۴,۵;۲,۳ از α را در برمی‌گیرد. حال اگر فرض کنیم که فرمول (۴ الف) در مورد یکی از دو دنبالهٔ (الف) و (ب) صادق نباشد، لاجرم برش (یعنی جفت) *0,0* در دنبالهٔ (الف) زیاد خواهد آمد؛ ناچار در دنبالهٔ (ب) انحراف در جهت معکوس خواهد بود و برش *0,0* کم خواهد آمد (مقیاس «کم» و «زیاد»، فرمول دوجمله‌ای است). لیکن این خلافِ فرض «آزادی مطلق» α است. زیرا اگر جفت *0,0* در (الف) زیادتر از (ب) بیاید، لاجرم جفت 0,0 در برشهایی از α که به اندازهٔ کافی طولانی باشند، باید در فاصله‌هایی ویژه زیادتر ظاهر شود تا در فاصله‌های دیگر. فاصله‌هایی که در آنها جفتهای 0,0 در یکی از دو دنبالهٔ $\alpha_۲$ ـ باشند، بیشتر یافت خواهند شد، و فاصله‌هایی که در آنها جفتهای 0,0 در هردوی دنباله‌های $\alpha_۲$ ـ باشند، کمتر. ولی این خلاف فرض «آزادی مطلق» α است؛ زیرا بنابر دوّمین فرمول دوجمله‌ای، «آزادی مطلق» α متضمّن آن

است که بسامد هر دنبالهٔ خاصّ به طول n در هر دنبالهٔ ـ $\alpha_{(n)}$ ، فقط به تعداد صفرها و یکهای آن بستگی داشته باشد، نه به آرایش آنها در دنباله.[۲*]

این است اثبات (۴ الف)؛ و از آنجا که تعمیم این اثبات به همهٔ مقادیر n آسان است، درستی (۴) را نتیجه می‌گیریم؛ و این است پایان مرحلهٔ اوّل برهان.

مرحلهٔ دوّم. «آزادی مطلق» دنباله‌های ـ α_n را نیز با استدلالی بسیار مشابه استدلال پیشین می‌توان نشان داد. باز، نخست فقط دنباله‌های ـ α_2 را در نظر می‌گیریم؛ و همین قدر نشان می‌دهیم که اینها آزاد از ـ ۱ اند. فرض کنیم یکی از دو دنبالهٔ ـ α_2 ، مثلاً دنبالهٔ (الف) آزاد از ـ ۱ نباشد. در این صورت در (الف)، دست کم پس از یکی از برشهای دو عضوی (یعنی پس از یك جفت ـ α ی خاصّ)، مثلاً پس از برش 0,0 برش دیگر، مثلاً 1,1 باید بیشتر از هنگامی بیاید که (الف) «مطلقاً آزاد» باشد؛ یعنی در این صورت بسامد برش 1,1 در زیر دنباله‌ای که به قید مسبوقیّت به برش *0,0* برگزیده شده باشد، بیشتر از مقداری خواهد بود که از فرمول دوجمله‌ای بر می‌آید.

لیکن این فرض خلاف «آزادی مطلق» دنبالهٔ α است. زیرا اگر برش 1,1 در (الف) بیش از اندازه بیاید، برای جبران، عکس این امر باید در (ب) واقع شود؛ وگرنه چهارتایی 0,0,1,1 در برشهای طولانی α ، در فاصله‌هایی ویژه ـ یعنی در فاصله‌هایی که برای نیل به آنها چهارتاییهای موردنظر باید هردو متعلّق به یك دنبالهٔ ـ α_2 باشند ـ زیاد خواهند آمد. همچنین در فاصله‌های ویژهٔ دیگر چهارتایی مذکور کم خواهد آمد ـ یعنی در فاصله‌هایی که برای نیل به آنها، چهارتاییها باید به هردو دنبالهٔ ـ α_2 متعلّق باشند. بنابراین، وضع دقیقاً همان طور است که بود؛ و با استدلالی مشابه آنچه گذشت. می‌توان نشان داد که فرض وقوع بُرشی خاصّ در

۲* بیان زیر شاید شهوداً مفید باشد: چنانچه بدانیم بسامد جفتهای 0,0 در برخی فواصل ویژه بیش از سایر فواصل است، خواهیم توانست برپایهٔ این دانسته، مجموعه قواعد ساده‌ای به دست دهیم که احتمال بُرد قمارباز را افزایش دهند. ولیکن وجود اینگونه مجموعه‌ها با «آزادی مطلق» دنباله سازگار نیست. «گام دوّم» برهان نیز مبتنی بر چنین نکته‌ای است.

فاصله‌های ویژه، با فرض «آزادی مطلق» ^ ناسازگار است.

این برهان را نیز می توان تعمیم داد، و نتیجه گرفت که دنباله‌های ^ نه فقط آزاد از ـ ۱، بلکه برای هر n آزاد از ـ nاند؛ و لذا اتفاقی نما یا پریشان هستند.

این بود نمایی از دو مرحله‌ای که گفتیم. لذا اینك مجازیم که در (۴)، به‌جای F'، بگذاریم F؛ پس می توان پذیرفت که سوّمین فرمول دوجمله‌ای، مسألهٔ برنویی را حلّ می کند.

در کنار این امر، همچنین نشان داده‌ایم که هرگاه ^ «مطلقاً آزاد» باشد، دنباله برشهای تودر توی $^{(n)}$ ^، از گزینش ترتیبی هنجارمند تأثّرناپذیر خواهند بود.

همین حکم در مورد دنباله‌های برشهای همجوار ^{n} ^ نیز صادق است، چه، هر گزینش ترتیبی هنجارمند از ^{n} ^ را می توان گزینش ترتیبی هنجارمندی از $^{(n)}$ ^ دانست؛ از این رو باید در مورد خود دنبالهٔ ^ نیز صادق باشد، چه ^ هم با $^{(1)}$ ^ هم با ^{1} ^ یکی است.

بنابراین، نشان دادیم که «آزادی مطلق» ـ که به معنای تأثّرناپذیری از نوع خاصّی گزینش برحسب همسایگی است ـ مستلزم تأثّرناپذیری از گزینش ترتیبی هنجارمند است. نتیجهٔ دیگری که به آسانی می توان دریافت، تأثّرناپذیری است از جمیع گزینشهای برحسب همسایگی «محض» (یعنی گزینشهای مقیّد به یك ویژگی ثابت ـ یك ویژگی که با عدد ترتیبی اعضا تغییر نمی کند). نتیجهٔ آخر اینکه «آزادی مطلق» متضمّن تأثرناپذیری از همهٔ[۳*] ترکیبات این دو نوع گزینش است.

۶۱. قانون اعداد بزرگ (قضیّهٔ برنویی)

قضیّهٔ برنویی، یا (اوّلین[۱]) «قانون اعداد بزرگ» را می توان با استدلال جبری

۳*. اینك آوردن لفظ «همه» را در اینجا نادرست می دانم، و آن را با عبارت دقیقتر «همهٔ آنهایی که ممکن است به صورت مجموعه‌هایی از قواعد قماربازی به‌کار روند» جایگزین می سازم. ضرورت اعمال این اصلاح را ابراهام والد در ۱۹۳۵ به من متذکّر شد. ← پانوشتهای ۱* و ۵* بخش ۵۸ این کتاب (و پانوشت ۶ بخش ۵۴* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی که به والد مربوط است).

۱. فون میزس میان قضیّهٔ برنویی ـ یا پواسون ـ و عکس آن که در اصطلاح او «قضیّهٔ بیز» یا «دومّین قانون اعداد بزرگ» خوانده می شود، فرق می گذارد.

محض از سوّمین فرمول دوجمله‌ای نتیجه گرفت، مشروط به آنکه بتوان n را به بی نهایت میل داد، $n \to \infty$. لذا این قضیّه را فقط در مورد دنباله‌های نامتناهی α می توان بیان کرد؛ زیرا فقط در این قبیل دنباله‌هاست که می توان طول n ـ برشهای دنباله‌های ـ $_n\alpha$ را بلندتر و بلندتر کرد. پس این قضیّه را فقط در مورد آن دسته از دنباله‌های α می توان بیان نمود که «مطلقاً آزاد» باشند، زیرا فقط با فرض آزادی از ـ n برای همهٔ مقادیر n است که می توان n را به حدّ اعلایش رساند تا $n \to \infty$.

قضیّهٔ برنویی راه‌حلّ مسأله‌ای را به دست می دهد که بسیار نزدیك به مسأله‌ای است که (به پیروی از فون میزس) آن را «مسألهٔ برنویی» نامیدم: یعنی مسألهٔ تعیین مقدار $_nF(m)_\alpha$. همچنانکه در بخش ۵۶ گفتیم، هرگاه در n ـ برشی دقیقاً mـ عدد یك بیابد، می گوییم آن n ـ برش ویژگی «m» دارد؛ پیداست که در این حالت بسامد نسبی یکها در این برش (متناهی) m/n است. اینك این تعریف را می آوریم: شرط لازم و کافی برای آنکه n ـ برشی از α دارای ویژگی «Δp» باشد این است که تفاوت بسامد نسبی یکها در آن، با مقدار $F(1) = p$ (یعنی احتمال یکها در دنبالهٔ α)، کمتر از δ باشد؛ δ در اینجا کسری است بسیار کوچك، که به‌قدر دلخواه نزدیك به صفر (ولی نه مساوی صفر) اختیار می‌شود. این شرط را چنین بیان می کنیم: nـ برش دارای ویژگی «Δp» است اگر و تنها اگر $\delta > p - \frac{m}{n}$؛ در غیراین صورت، آن برش ویژگی «$\overline{\Delta p}$» خواهد داشت. قضیّهٔ برنویی قضیّه‌ای است که مقدار بسامد یا احتمال برشهای واجد ویژگی «Δp» را در دنباله‌های ـ $_n\alpha$ به دست می دهد؛ و لذا مقدار $F(\Delta p)_n$ را تعیین می کند.

به لحاظ شهودی آدمی چنین حدس می زند که اگر مقدار δ ($\delta > 0$) ثابت باشد و n افزایش یابد، بسامد برشهای دارای ویژگی Δp، و لذا مقدار $F(\Delta p)_n$، نیز افزایش خواهد یافت (و افزایشش یکنواخت خواهد بود). در اثبات قضیّهٔ برنویی (که در هر کتاب درسی حساب احتمالات یافت می‌شود)، این افزایش را با بهره‌جستن از فرمول دوجمله‌ای، محاسبه می کنند. برنویی نتیجه گرفته است که هرگاه n به بینهایت میل کند، δ هر مقدار ثابت کوچکی که داشته باشد، $F(\Delta p)_n$ به مقدار بیشینهٔ ۱ میل خواهد کرد. این مطلب را به‌طور نمادین چنین می نویسیم:

$$\lim_{n\to\infty} F(\Delta p) = 1 \qquad (\Delta p \text{ (بازاء همهٔ مقادیر } \Delta p) \quad (1)$$

این فرمول با انجام تبدیلاتی به روی سومّین فرمول دوجمله‌ای که به دنباله برشهای همجوار راجع می شود، به دست می آید. دوّمین فرمول دوجمله‌ای نیز که به طریق مشابه، به دنباله برشهای تودرتو ناظر است، فرمول زیر را به دست می دهد

$$\lim_{n\to\infty} F'(\Delta p) = 1 \qquad (2)$$

که در دنباله برشهای تودرتو، وگزینش ترتیبی هنجارمند از آنها، و لذا در دنباله‌های پیامددار (که اسمولوچوسکی دربارهٔ آنها مطالعه کرده است[۲]) معتبر است. چنانچه دنباله‌هایی را برگزینیم که درهم نروند و لذا آزاد از ـ n باشند، از خود فرمول (۲) می توان (۱) را نتیجه گرفت. (۲) را می توان صورتی از قضیّهٔ برنویی دانست؛ و آنچه در اینجا دربارهٔ قضیّهٔ برنویی خواهم گفت، طابق النعل بالنعل براین صورت آن نیز قابل تطبیق خواهد بود.

قضیّهٔ برنویی، یعنی فرمول (۱) را در قالب این عبارات بیان می‌کنیم. برش متناهی بلندی که از دنبالهٔ پریشان α برگزیده شده و طولش ثابت باشد، «نمونه‌ای سالم» نامیده می شود، اگر و تنها اگر تفاوت بسامد یکها در آن برش با p (یعنی بسامد یکها در دنبالهٔ پریشان α) بیش از مقدار کوچکی (که به دلخواه اختیار می گردد) نباشد. می گوییم برای آنکه مقدار احتمال یافتن نمونه‌ای سالم احتمالاً به ۱ نزدیکتر و نزدیکتر شود، کافی است برش مورد نظر را هرچه می توانیم بلندتر بگیریم.[۱*]

در این بیان، لفظ «احتمال» (یا «مقدار احتمال») دوبار آمده است. ترجمه، یا معنای این لفظ در اینجا چیست؟ مطابق تعریف بسامدی من، باید چنین معنایش کرد (دومعنای بسامدی لفظ «احتمال» را با حروف ایرانیك می نویسم): بیشترینهٔ برشهایی که به اندازهٔ کافی بلند باشند، «نمونه‌هایی سالم» خواهند بود؛ یعنی

۲.← حاشیهٔ ۳ بخش ۶۰، و حاشیهٔ ۵ بخش ۶۴.

۱*.صورت (ولی نه محتوای) این جمله در ترجمه {به انگلیسی} با اصل تفاوت دارد، چون در آن مفهوم «نمونهٔ سالم» را به کار برده‌ام: حال آنکه در متن اصلی، نه خود این اصطلاح، بلکه معرّف آن آمده است.

تفاوت بسامد نسبی {یکها} در آنها، با مقدار بسامد pدر دنبالهٔ پریشان، از هر مقدار ثابت کوچك دلخواهی، کمتر خواهد بود؛ کوتاهتر اینکه: تقریباً در همهٔ برشهای بلند، بسامد p به دست می آید. (نحوهٔ به دست آوردن مقدار p، ربطی به بحث فعلی ما ندارد، و ممکن است نتیجهٔ برآوردی فرضی باشد.)

باتوجه به اینکه بسامد برنویی، یعنی $F(\Delta p)$، با افزایش طول برش، یعنی n، به‌طور یکنواخت افزایش، و با کاهش n، به‌طور یکنواخت کاهش می یابد، و لذا در برشهای کوتاه، بسامد نسبی موردنظر کمتر حاصل می شود، می توان گفت: قضیّهٔ برنویی حاکی از آن است که در برشهای کوتاهِ دنباله‌های «مطلقاً آزاد» یا اتّفاقی نما، تفاوت {بسامد یکها} با p، و افت و خیز آن غالباً زیاد است، ولی در بیشتر برشهای بلند، هرچه طول افزایش می یابد، تفاوت {بسامد یکها در برش} با p، کمتر و کمتر می گردد. لذا در برشهای بسیار بلند، تفاوت بسیار کم خواهد شد؛ یا به عبارت دیگر، تفاوتهای زیاد، کمیابتر و کمیابتر خواهد گردید.

بنابراین اگر بخواهیم بسامد خاصّی را در زیر دنباله‌هایی از یك برش بسیار بلند از دنباله‌ای پریشان، از طریق شمارش یا به سایر روشهای تجربی و آماری به دست آوریم، در بیشتر موارد بسامد میانگین مشخصّی به دست خواهد آمد، به قسمی که بسامدهای نسبی در تمامی آن برش، و تقریباً در همهٔ زیر برشهای بلند آن، تفاوت اندکی با این میانگین خواهند داشت، ولی تفاوت بسامدهای نسبی در زیر برشهای کوتاهتر، با این میانگین بیشتر خواهد بود، و هرچه زیر برش کوتاهتر باشد، تفاوت بیشتر خواهد بود. این معنا، یعنی این رفتار برشهای متناهی را که پشتوانهٔ آماری دارد، «رفتار شبه‌همگرایانه» خواهیم خواند؛ یا خواهیم گفت که دنباله‌های پریشان از پایداری آماری برخوردارند.[۲*]

بنابراین قضیّهٔ برنویی می گوید برشهای کوتاهتر دنباله‌های اتّفاقی نما، غالباً افت و خیزهای بیشتری از خود بروز می دهند، ولی برشهای بلندتر همواره رفتاری

۲*. کینز اصطلاح «پایداری بسامدهای آماری» را بسیار بهتر از «قانون اعداد بزرگ» می داند. (← رساله در باب احتمال، صفحهٔ ۳۳۶.)

نمایانگر ثبات یا همگرایی دارند؛ خلاصه اینکه بی‌نظمی و پراکندگی در {نمونه‌های} کوچك یافت می‌شود، و نظم و ثبات در {نمونه‌های} بزرگ. اصطلاح «قانون اعداد بزرگ» برای القاء همین معناست.

۶۲. قضیهٔ برنویی و تفسیر گزاره‌های احتمالی

دیدیم که در تقریر قضیهٔ برنویی، لفظ «احتمال» دوبار به میان آمد.

معنا کردن این لفظ مطابق تعریف آن، در هر دو مورد، برای قائلان به تئوری بسامدی، به هیچ وجه دشوار نیست: اینان می‌توانند معنایی روشن از قضیهٔ برنویی و قانون اعداد بزرگ به دست دهند. آیا این کار برای طرفداران تئوری ذهنی هم میسّر است؟

کسی که طرفدار تئوری ذهنی است، و «احتمال» را بنابه تعریف، «درجهٔ اعتقاد معقول» می‌داند، البتّه مجاز است که عبارت «احتمال . . . هرچه بخواهیم به ۱ نزدیك می‌شود» را به معنی «تقریباً قطعی[۱] است که . . .» بگیرد؛ و این گفته با ارکان آن تئوری سازگارست. لیکن گفتن اینکه «. . . تفاوت بسامد نسبی مورد نظر، با محتملترین مقدار آن، یعنی p، بیش از مقداری معلوم نخواهد بود»، یا به قول کینز اینکه «اختلاف درصد وقوع رویداد مورد نظر، با محتملترین درصد آن، یعنی p، کمتر از مقداری معلوم خواهد بود . . .»،[۲] جز افزودن به دشواریها، محصولی نخواهد داشت. این گفته‌ها، دست کم در نگاه نخست معقول می‌نماید. لیکن اگر در اینجا نیز لفظ «محتمل» را (که گاه صریحاً ذکر نمی‌شود) به معنای مصطلح در تئوری ذهنی بگیریم، باید بگوییم: «تقریباً قطعی است که تفاوت بسامد نسبی با درجهٔ اعتقاد معقول، یعنی p، کمتر از مقداری معیّن باشد» و این

---

۱. فون میزس نیز ترکیب «تقریباً قطعی» را به کار می‌برد، ولی البتّه تعریف این ترکیب در نظر وی «برخورداری از بسامد نزدیك [یا مساوی] ۱» می‌باشد.

۲. کینز، رساله‌ای در باب احتمال، چاپ ۱۹۲۱، صفحهٔ ۳۳۸. * درج فقرهٔ پیشین در اینجا ناگزیر بود، زیرا ترجمهٔ بخشی را در بردارد که من از چاپ آلمانی کتاب کینز که مستند متن اصلیم بود نقل کرده بودم.

سخن به نظر من یاوه‌ای بیش نیست.[۱*] بسامدهای نسبی را فقط با بسامدهای نسبی دیگر می توان مقایسه کرد و آنگاه گفت متفاوتند یا نه. پیداست که روا نیست پس از استنتاج قضیّهٔ برنویی، و پیش از رسیدن به آن، دو معنای متفاوت به p بدهیم.[۳]

لذا می بینیم که تئوری ذهنی نمی تواند فرمول برنویی را برحسب قانون آماری اعداد بزرگ معنا کند. قوانین آماری فقط در چارچوب تئوری بسامدی به دست می آیند. چنانچه از یك تئوری ذهنی حقیقی آغاز کنیم، حتّی اگر قضیّهٔ برنویی را پل عبور قرار دهیم، هرگز به احکام آماری نخواهیم رسید.[۲*]

۶۳. قضیّهٔ برنویی و مسألهٔ همگرایی

از دیدگاه معرفت‌شناسی، شیوهٔ مذکور برای استنتاج قانون اعداد بزرگ قانع کننده نیست؛ زیرا درست معلوم نیست که اصل موضوع همگرایی در استدلال ما چه کاره است.

۱*.جادارد که در این باره به تفصیل بیشتر سخن بگوییم. کینز (در فقره‌ای پیش از بخش یاد شده) می نویسد: «چنانچه احتمال وقوع رویدادی تحت شرایط معیّن p باشد، . . . محتملترین نسبت وقوع آن در کلّ شرایط p خواهد بود. . . .» مطابق تئوری خودش، این مطلب باید به این عبارت برگردانده شود: «چنانچه درجهٔ اعتقاد معقول به وقوع رویدادی p باشد، p در عین حال نسبت وقوع ـ یعنی بسامد نسبی ـ نیز هست؛ آن هم نسبتی که درجهٔ اعتقاد معقول ما به بروزش بیشترین مقدار را دارد. من به کاربرد «اعتقاد معقول» در معنای اخیر معترض نیستم. (به‌جای آن می توان ترکیب «تقریباً قطعی است که . . . را به کاربرد.) بلکه اعتراض من به این است که p را یکبار درجهٔ اعتقاد معقول بگیریم، و باردیگر آن را از جنس بسامد بشماریم؛ به عبارت دیگر برای من روشن نیست که بسامد تجربی چطور می تواند مساوی درجهٔ اعتقاد معقول قرار گیرد؛ یا اینکه چطور می توان این امر را به اصطلاح با طرح قضیّه‌ای عمیق ثابت نمود. (همچنین ← بخش ۴۹ و پیوست *ix.)

۳.این نکته را نخست فون میزس در پیوند با مطلبی شبیه این، در ***Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit***، چاپ ۱۹۲۸، صفحهٔ ۸۵ (چاپ دوّم ۱۹۳۶، صفحهٔ ۱۳۶؛ لغاتی که به موضوع مربوط است، در ترجمهٔ انگلیسی کتاب وی از قلم افتاده است)، متذکّر گردید. علاوه براین می توان گفت که بسامدهای نسبی را دست کم به این دلیل نمی توان طرف مقایسهٔ «درجات قطعیّت دانش» انگاشت که ترتیب اینگونه درجات امری قراردادی است و نیازی نیست تا اینها با اعداد حقیقی بین 0 و 1 متناظر قرار داده شوند. تنها در صورتی که سنجهٔ درجات ذهنی قطعیّت از راه متناظر قرار گرفتن با بسامدهای نسبی تعریف شود (و تنها در این صورت) خواهیم توانست قانون اعداد بزرگ را در حیطهٔ تئوری ذهنی نتیجه بگیریم (← بخش ۷۳).

۲*.ولی قضیّهٔ برنویی را می توان چون پلی دانست برای عبور از تفسیر عینی احتمال برحسب «استعدادات»، به مقادیر آماری. ← بخشهای ۴۹* تا ۵۷* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.

من با محدود ساختن دایرهٔ تحقیق خویش به دنباله‌هایی ریاضی که بسامدها در آنها حدّ دارند (← بخش ۵۷)، در واقع چنین اصل موضوعی را ناگفته درکار آورده‌ام. پس چه‌بسا نتیجه‌ای را که ما بدان رسیدیم ـ یعنی استنتاج قانون اعداد بزرگ را ـ تحصیل حاصل بینگارند، زیرا پایداری آماری دنباله‌های «مطلقاً آزاد»، نتیجهٔ همگرایی آنهاست، که اگر نگوییم به طور خفیّ مفروض گرفته شده، باری در ضمن اصل موضوع آمده است.

امّا، همچنانکه فون میزس به روشنی نشان داده است، این نظر نادرست است. زیرا دنباله‌هایی یافت می شوند[1] که اصل موضوع همگرایی در آنها صادق است، ولی قضیّهٔ برنویی در موردشان صادق نیست؛ در این قبیل دنباله‌ها، برشهایی با طولهای مختلف یافت می شود که بسامد {یکها} در آنها به ۱ نزدیك است ولی ممکن است با p تفاوت بسیار داشته باشد. (وجود حدّ p در این موارد نتیجهٔ آن است که به رغم افزایش نامتناهیِ تفاوتها، تفاوتها همدیگر را خنثی می کنند.) چنین می نماید که این قبیل دنباله‌ها در برشهای بسیار بلند، واگرا باشند، در حالی که دنباله‌های بسامد متناظر با آنها در واقع همگرایند. لذا قانون اعداد بزرگ هرچه باشد، پیامد ساده‌ای از اصل موضوع همگرایی نیست، و این اصل موضوع هرگز به تنهایی برای استنتاج آن کفایت نمی کند. از این روست که نمی توان اصل موضوع پریشانی اصلاح شده‌ای را که با آوردن شرط «آزادی مطلق» به میان کشیده‌ام، کنار گذاشت.

اینك که تئوری را به هیئتی نو بنا کرده‌ایم چنین می نماید که قانون اعداد بزرگ، ممکن است از اصل موضوع همگرایی مستقلّ باشد. همچنانکه دیدیم قضیّهٔ برنویی نتیجهٔ مستقیم فرمول دوجمله‌ای است؛ و معلوم شد که اوّلین فرمول دوجمله‌ای را برای دنباله‌های متناهی، بدون قائل شدن به اصل موضوع همگرایی

---

۱. مثالی که فون میزس ذکر می کند، دنبالهٔ ارقامی است که در آخرین محلّ پس از علامت اعشاری در جدول شش رقمی جذر اعداد قرار دارند. مثلاً ← *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*، چاپ ۱۹۲۸، صفحهٔ ۸۶ و بعد؛ (چاپ دوّم ۱۹۳۶، صفحه ۱۳۷؛ ترجمهٔ انگلیسی، صفحهٔ ۱۶۵)، و *Wahrscheinlichkeitsrechnung*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۸۱ و بعد.

نیز می توان نتیجه گرفت. آنچه باید مفروض گرفت، همانا آزاد از ـ (۱ـn) بودن دنبالهٔ مرجع ∞ است؛ درستی قضیّهٔ خاصّ ضرب و به دنبال آن درستی اوّلین فرمول دوجمله‌ای نیز نتیجهٔ همین فرض است. برای عبور به حدّ و به دست آوردن قضیّهٔ برنویی، همین قدر کافی است که فرض کنیم n را به اندازه دلخواه می توان بزرگ کرد. از اینجا در می یابیم که قضیّهٔ برنویی، حتّی در مورد دنباله‌هایی متناهی که بازاء مقادیر بزرگ n، آزاد از ـ n باشند، نیز تقریباً صادق است.

بنابراین چنین می نماید که قضیّهٔ برنویی وابسته به مفروض گرفتن اصل موضوع حاکی از وجود حدّ بسامد نیست، بلکه فقط در گرو «آزادی مطلق» یا پریشان بودن دنباله است. مفهوم حدّ در اینجا فقط نقشی تبعی دارد و جهت تعمیم معنای بسامد نسبی (که در آغاز تنها برای مجموعه‌های متناهی تعریف شده بود، و بدون آن مفهوم آزادی از ـ n را نمی توانستیم طرح کنیم) به دنباله‌هایی که بی نهایت ادامه می یابند در کار آمده است.

نباید از یاد برد که برنویی، خود این قضیّه را در چارچوب تئوری کلاسیك به دست آورد، درحالی که اصل موضوع همگرایی در آن تئوری نیامده است. تعریف احتمال به صورت حدّ بسامد نیز تنها نوعی تفسیر از نظام کلاسیك است، آن هم نه‌تنها تفسیر ممکن.

می خواهم بر حدس خود (حدس استقلال قضیّهٔ برنویی از اصل موضوع همگرایی) اقامهٔ دلیل کنم؛ بدین منظور این قضیّه را از فرض آزادی از ـ n {دنبالهٔ مورد نظر} (با تعریف مناسب)[1]* بدون توسّل به فرضی دیگر به دست خواهم آورد،

---

۱ *.من هنوز هم تردید دیرپای خویش را دربارهٔ لزوم قائل شدن به اصل موضوع همگرایی، و اعتقاد خود را به نیاز نداشتن به آن، کاملاً موجّه می دانم؛ دلیل آن تردید و توجیه این اعتقاد مطالب عرضه شده در پیوست iv، و حاشیهٔ ۲*، و در حاشیهٔ vi* است که نشان می دهد پریشانی (در صورتی که «کوتاهترین دنباله‌های پریشان نما» مورد نظر باشد) متضمّن همگرایی است، و لذا لزومی به آوردن فرض جداگانه در آن باره نیست. علاوه براین، ارجاع من به نظام صوری کلاسیك، با عرضهٔ تئوری نئوکلاسیك (یا مبتنی بر تئوری اندازه‌های) احتمال، در فصل iii * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی توجیه می گردد؛ در واقع «اعداد هنجار» بورل دلیل توجیه آن هستند. با این حال، با نظری که از جملهٔ بعدی متن بر می آید، دیگر موافق نیستم، هرچند که با بقیّهٔ قسمتهای این بخش همچنان موافقم.

و نشان خواهم داد که این قضیّه برای آن دسته از دنباله‌های ریاضی که ویژگیهای اصلیشان حدّ ندارد، نیز صادق است.

فقط در این صورت است که شیوهٔ خود را در استنتاج قانون اعداد بزرگ، از دید معرفت‌شناسی، قانع کننده خواهم دانست. زیرا این «امری تجربی» است (یا دست کم این طور می‌گویند) که دنباله‌های تجربیِ اتّفاقی نما، دارای رفتار خاصّی هستند که من آن را «شبه همگرایانه» یا «برخوردار از پایداری آماری» خوانده‌ام. (← بخش ۶۱). هنگامی که رفتار آماری برشهای بلند را ضبط می‌کنیم، در می‌یابیم که بسامدهای نسبی مرتباً به مقداری معیّن نزدیکتر می‌شوند، و حوزه‌های افت و خیز بسامدهای نسبی کوتاهتر و کوتاهتر می‌گردد. این به اصطلاح «امر تجربی» را که بر سرش بحث و فحص بسیار رفته است، و گاه آن را پشتوانهٔ تجربی تقویت قانون اعداد بزرگ قلمداد کرده‌اند، از زوایای گونه‌گون می‌توان نگریست. بیشتر متفکّرانی که گرایشهای استقرائی داشته‌اند، این را از جمله قانونهای بنیادین طبیعت انگاشته‌اند که نمی‌توان به حکمی ساده‌تر تحلویلش نمود؛ و گفته‌اند که چاره‌ای از قبول این ویژگی ساختاری جهان نیست. برآنند که باید آن را به صورتی مناسب ـ مثلاً به صورت اصل موضوع همگرایی ـ بیان نمود و بنیاد تئوری احتمالات را برآن نهاد تا این تئوری هم در زمرهٔ علوم تجربی درآید.

من دربارهٔ این به اصطلاح «امر تجربی» نظر دیگری دارم، و آن را به مفهوم اتّفاقی نما بودن دنباله‌ها تحویل‌پذیر می‌دانم، و گمان می‌کنم که می‌توان از آزاد از ـ n بودن دنباله‌ها بدان راه برد. در نظر من توفیق بزرگ برنویی و پواسون در تئوری احتمالات همانا یافتن راهی بوده است برای اثبات اینکه این به اصطلاح «امر تجربی» یك همانگویی است؛ و بی‌نظمی زیرین (به شرط حصول آزادی از ـ n به معنای معقول در حوزه‌های زیرین)، منطقاً وجود نظم و ترتیب زبرین را ایجاب می‌کند.

استنتاج قضیّهٔ برنویی بدون قائل شدن به نوعی اصل موضوع همگرایی همان و تحویل جنبهٔ معرفت شناختی قانون اعداد بزرگ به مسألهٔ محضاً منطقی بررسی استقلال متقابل اصول موضوعهٔ دستگاه احتمالات همان. با این کار، دلیل کارایی

عملی اصل موضوع همگرایی (در محاسبهٔ تقریبی رفتار دنباله‌های تجربی) نیز آشکار می‌گردد. چه، حتّی اگر قائل به ضرورت تقیّد به دنباله‌های ریاضی همگرا نباشیم، شکّ نیست که در هر حال اینگونه دنباله‌ها برای محاسبهٔ تقریبی رفتار دنباله‌های تجربی، نامناسب هم نیستند.

۶۴. حذف اصل موضوع همگرایی. حلّ «مسألهٔ اساسی تئوری امور اتّفاقی»

تا اینجا تنها سهمی که در بازسازی تئوری احتمالات برای حدّ ریاضی بسامد قائل شدیم، به دست دادن معنای روشنی از مفهوم بسامد نسبی بود تا بر دنباله‌های نامتناهی تطبیق پذیر باشد، و بتوان مفهوم «آزادی مطلق» (از پیامدها) را به کمکش تعریف کرد. زیرا در گزینش مقیّد به مسبوقیّت، همانا بسامد نسبی است که تأثّرناپذیر فرض می‌گردد.

پیش از این، دایرهٔ تحقیق را به دوگانه‌هایی محدود کردم که بسامد در آنها حدّ دارد، ولذا اصل موضوع همگرایی را ناگفته در کار آوردم. اینک برای رهایی جستن از این اصل موضوع، دیگر پایبند آن محدودیّت نخواهم ماند، و قید دیگری را نیز جانشینش نخواهم ساخت. پس باید مفهوم بسامد را چنان طرح کنیم که هم کار مفهوم کنار گذاشته شدهٔ حدّ بسامد را بکند، هم بر جمیع دنباله‌های مرجع نامتناهی تطبیق پذیر باشد.[1*]

یك مفهوم بسامد که این شرطها را به‌جا می‌آورد، مفهوم نقطهٔ انباشتگیِ دنبالهٔ بسامدهای نسبی است. (گوییم a نقطهٔ انباشتگی دنباله است، اگر، پس از هر عضو دنباله، اعضایی باشند که تفاوتشان با مقدار a، از هر مقدار کوچك معلومی کمتر باشد). باتوجّه به اینکه دنبالهٔ بسامدهای نسبیِ هر دوگانهٔ نامتناهی، دست کم یك نقطهٔ انباشتگی دارد، می‌بینیم که این مفهوم، علی الاطلاق بر جمیع دنباله‌های مرجع نامتناهی تطبیق‌پذیر است. زیرا بسامدهای نسبی، هرگز نه بیش از ۱ اند، نه

۱*. به قصد پرهیز از مفروض گرفتن همگرایی، دربند بعدی به امری قابل اثبات ریاضی متمسّك شده‌ام که عبارت است از وجود نقاط انباشتگی. چنانچه روش مذکور در حاشیهٔ ۱* بخش ۵۷، و در پیوست vi* را پیش بگیریم، دیگر نیازی به این کار نخواهد بود.

کمتر از ۰، ولاجرم ۱ و ۰کرانه‌های هر دنباله از بسامدهای نسبی خواهند بود. لذا این {دنبالهٔ بسامدهای نسبی دوگانهٔ نامتناهی} که یك دنبالهٔ نامتناهی کراندار است، باید (بنابر قضیّهٔ مشهور بولتسانو و وایرشتراوس) دست کم یك نقطهٔ انباشتگی داشته باشد.[۱]

جهت رعایت اختصار، هریك از نقطه‌های انباشتگی دنبالهٔ بسامدهای نسبی دوگانه « را یك «بسامد میانین » » می نامیم. حال می گوییم اگر دنبالهٔ « ، یك و تنها یك بسامد میانین داشته باشد، همین بسامد میانین، در عین حال حدّ بسامد آن دنباله نیز خواهد بود؛ و بالعکس اگر حدّ بسامد برای دنباله‌ای وجود نداشته باشد، آن دنباله بیش از یك[۲] بسامد میانین خواهد داشت.

مفهوم بسامد میانین را برای نیل به مقصود بسیار مناسب خواهیم یافت. چون همانگونه که قبلاً بنابر فرضیّه‌ای، p را حدّ بسامد در دنبالهٔ « برآورد می کردیم، اینك p را به منزلهٔ بسامد میانین « برآورد می کنیم و (به شرط رعایت قیود لازم[۳]) به کمك بسامدهای میانین به محاسبه اقدام می کنیم. علاوه براین، مفهوم بسامد میانین، بی هیچ محدودیتی بر جمیع دنباله‌های مرجع نامتناهی تطبیق‌پذیر است.

حال اگر نماد $F(\beta)_*$ را به جای حدّ بسامد، به‌معنی بسامد میانین بگیریم و تعریفمان از احتمال عینی (← بخش ۵۹) را نیز مطابق این معنا تغییر دهیم، بیشتر فرمولهای یاد شده را همچنان به دست توانیم آورد. البتّه مشکلی به میان خواهد آمد و آن اینکه بسامد میانین لزوماً یکتا نیست. برآورد یا تخمین اینکه $F(\beta)_* = p$ یك بسامد میانین باشد، مانع از آن نیست تا مقادیر دیگری غیر از p برای $F(\beta)_*$ یافت شود. فرض خلاف این، به‌معنی مفروض گرفتن اصل موضوع همگرایی است. از

---

۱. شگفت است که تاکنون از این نکته در تئوری احتمال بهره نجسته‌اند.

۲. به آسانی می توان ثابت نمود که اگر عدّهٔ بسامدهای میانین در دنبالهٔ مرجعی بیش از یکی باشد، مقادیر این بسامدهای میانین تشکیل پیوستار می دهد.

۳. مفهوم «گزینش مستقل» را باید دقیقتر از آنچه تا اینجا گفته‌ایم، تفسیر کنیم، وگرنه درستی قضیّهٔ خاصّ ضرب دیگر قابل اثبات نخواهد بود. شرح مطلب را در نوشتهٔ مذکور در حاشیهٔ ۳ بخش ۵۱ بیابید. (* آن نوشته اینك با پیوست vi* نسخ گشته است.)

سوی دیگر چنانچه احتمال عینی را بدون فرض یکتاییش تعریف کنیم[۴]، (دست کم در بادی امر) معنای مبهمی از احتمال به‌دست خواهیم آورد؛ چه، گاه ممکن است دنباله‌ای در آنِ واحد چندین بسامد میانین «مطلقاً آزاد» داشته باشد (← بخش پ پیوست vi). ولی این پذیرفتنی نیست، چون ما با احتمال معیّن یا یکتا انس بیشتری داریم؛ یعنی در هر دنبالهٔ مرجع، برای هر ویژگی، بیش از یك احتمال p قائل نیستیم.

لیکن برای رسیدن به تعریف احتمال یکتا بدون استفاده از اصل موضوع همگرایی، به‌آسانی می توان بر دشواریها فائق آمد. بدین شیوه که شرط یکتایی را در آخرین مرحله، یعنی پس از فرض «آزادی مطلق» دنباله در میان می آوریم (و این طبیعی‌تر نیز هست). بنابراین برای حلّ مسألهٔ موردنظر، تعاریف خویش را از دنباله‌های اتّفاقی نما و احتمال عینی اینطور اصلاح می کنیم. گیریم α دوگانه‌ای (با یك یا چند بسامد میانین) باشد که یکها در آن یك و تنها یك بسامد میانین «مطلقاً آزاد» p داشته باشند، در این صورت می گوییم α اتّفاقی نما یا پریشان است و p احتمال عینی وقوع یك در α است.

این تعریف را می توان به دو شرط که در حکم دو اصل موضوع اند برگرداند و از آن سود جست.[۲*]

(۱) شرط پریشانی: هردوگانهٔ اتفّاقی نما باید دست کم یك بسامد میانین «مطلقاً آزاد» داشته باشد؛ و این همان احتمال عینی p در آن است.

---

۴. دلیلش آن است که تئوری (به استثنای قضیّهٔ یکتایی)، در مورد مجموعه‌های متناهی، باید مستقیماً بر بسامدهای میانین قابل تطبیق باشد. اگر دنبالهٔ α واجد بسامد میانین p باشد، لاجرم از هر جمله‌ای که شروع به شمارش کنیم، برشهایی به طول متناهی دلخواه در آن یافت خواهد شد که بسامد یکها در آن برشها تا بخواهیم به p نزدیك باشد. و محاسبه را در مورد این برشها می توان انجام داد. در این صورت آزادی p از پیامد بدین معنی خواهد بود که این بسامد میانین α، بسامد میانین هر گزینش سابق در α نیز می باشد.

۲*. شیوهٔ یاد شده در حاشیهٔ ۱* بخش ۵۷، و در پیوستهای iv و vi* را می توان با این دو شرط تلفیق نمود، و در عین حال (۱) را نگاه داشت، و شرط (۲) را با شرط زیر جاگزین ساخت:

(۲+) شرط متناهی بودن: دنباله باید از ابتدا به حدّاکثر سرعت، و بازاء بزرگترین n ممکن، آزاد از n گردد؛ به عبارت دیگر باید (تقریباً) یکی از کوتاهترین دنباله‌های پریشان نما باشد.

(۲) شرط یکتایی : ویژگی واحد، در دوگانهٔ اتّفاقی نمای واحد، یك و تنها یك احتمال p دارد.

مثالی که پیشتر آوردیم، عاری از تناقض بودن دستگاه اصل موضوعی جدید را تضمین می کند. دنباله‌هایی می توان ساخت که در عین داشتن یك و تنها یك احتمال، حدّ بسامد نداشته باشند (← بخش ب پیوست iv). این نشان می دهد که دایرهٔ شروط اصل موضوعی جدید نسبت به شروط پیشین گسترده‌تر است و قیود کمتری بر دنباله‌ها می نهد. اگر اصول موضوعهٔ پیشین را به صورت زیر بیان کنیم (که اشکالی هم ندارد) این معنا باز آشکارتر خواهد شد:

(۱) شرط پریشانی : همان که آوردیم

(۲) شرط یکتایی : همان که آوردیم

(۲ـ اوّل) اصل موضوع همگرایی : ویژگی واحد، در دوگانهٔ اتّفاقی نمای واحد، جز احتمال p بسامد میانین دیگری ندارد.

از دستهٔ شروط پیش نهادهٔ مذکور می توانیم قضیّهٔ برنویی، و با آن سایر قضایای حساب احتمالات کلاسیك را نتیجه بگیریم. یعنی مسألهٔ ما حلّ می شود و استنتاج قانون اعداد بزرگ بدون استفاده از اصل موضوع همگرایی، در چارچوب تئوری بسامدی میسّر می گردد. به‌علاوه، نه‌تنها فرمول (۱) بخش ۶۱ و تقریر قضیّهٔ برنویی دست نخورده می ماند،[۵] بلکه تفسیر ما از آن نیز عوض نمی شود: در دنباله‌های اتّفاقی نمایی که حدّ بسامد ندارند نیز، {بسامد نسبی یکها} تقریباً در همهٔ دنباله‌های بسیار بلند، تفاوت اندکی با p خواهد داشت. در اینگونه دنباله‌ها، (مانند دنباله‌هایی که حدّ بسامد دارند)، گاه و بی گاه برشهایی یافت می شوند که رفتاری شبه واگرایانه از خود بروز می دهند، و {بسامد نسبی یکها در آنها} تفاوت زیادی با p دارد. لیکن اینگونه برشها نسبتاً کمیاب اند، زیرا قطعه‌های بسیار بلندی باید در دنباله بیاید، و همهٔ (یا تقریباً همهٔ) برشها در آنها شبه‌همگرا باشند، تا این واگرایی

۵شبیه فرمول برنویی (نماد: F') نیز در مورد دنباله‌های اتّفاقی نما (بنابر تعریف جدید) فارغ از ابهام می ماند، هرچند که F دیگر تنها نماد بسامد میانین خواهد بود.

جبران شود. محاسبه نشان می دهد که این قطعه‌های بلند باید چندین برابر بلندتر از برشهایی باشند که واگراییشان را جبران می کنند[۳*].

بجاست که «مسألهٔ اساسی امور اتّفاقی» را (که در بخش ۴۹ چنین نامیده شد) نیز همینجا حلّ کنیم. ما از پیش‌بینی ناپذیری رویدادهای خاصّ، کارایی حساب احتمالات را در مورد آنها نتیجه گرفتیم: این نتیجه‌گیری هرچند غریب می نماید، امّا به‌واقع معتبر است. این نتیجه‌گیری به شرطی معتبر است که بی قاعدگی را به تقریب برحسب فرضهایی تعریف کنیم که بنابر آنها تنها یکی از بسامدهای تکرار شونده ـ یعنی تنها یکی از بسامدهای میانین در همهٔ گزینشهای مقیّد به مسبوقیّت ـ چنان باشد که هیچ پیامدی را باعث نگردد. برپایهٔ این فرضها ثابت می شود که قانون اعداد بزرگ همانگویانه است.

اینکه ازدل دنباله‌های بی قاعده‌ای که رخ دادن هر اتّفاقی در آنها ممکن است ـ هرچند بعضی اتّفاقات بسیار نادرند ـ نوعی نظم یا پایداری در زیر دنباله‌های بسیار بلند بیرون می آید، (به رغم آنچه کسانی گفته‌اند)[۶] امری معقول و عاری از تناقض است. این، نکتهٔ پیش پاافتاده‌ای هم نیست، و ما برای نیل بدان از ابزارهای ریاضی ویژه‌ای (یعنی قضیّهٔ بولتسانو ـ وایرشتراوس، مفهوم آزادی از ـ n، و قضیّه برنویی) مدد جستیم. آنچه غریب می نمود، یعنی راه‌بردن به پیش‌بینی از پیش‌بینی ناپذیری، یا کسب دانش از جهل، دیگر درمیان نخواهد ماند، به‌شرط آنکه بدانیم بی قاعدگی را می توان و می باید به‌صورت فرضیّه‌ای دربارهٔ بسامدها (فرضیّه‌ای دربارهٔ آزادی از پیامدها) بیان کرد، تا استدلال معتبر باشد.

اینك معلوم می شود که چرا تئوریهای پیشین، از ادای حقّ «مسألهٔ اساسی»

۳*.با مطالب بعدی همچنان موافقت تامّ دارم، هرچند که در صورت پیش گرفتن روش حاشیهٔ ۱* بخش ۵۷، و پیوست iv، دیگر نیازی به کاربرد «بسامد میانین» نخواهد بود.

۶.برای نمونه ← فایگل، مجلّد ۱ نشریهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۲۵۴: «قانون اعداد بزرگ می کوشد دو مدّعا را با هم آشتی دهد که در بررسی دقیقتر تناقضشان آشکار می گردد. از یك طرف . . . فرض می شود که هر آرایش و توزیع یك بار می تواند وقوع یابد. و از طرف دیگر، فرض می شود که وقوع هر آرایش و توزیع از بسامدی برخوردار است.» (ساختن دنباله‌های نمونه، اثبات می کند که اینجا تناقضی در میان نیست؛ ← پیوست iv.)

برنیامده‌اند. درست است که قضیّهٔ برنویی از تئوری ذهنی نتیجه می شود؛ ولی این تئوری نمی تواند مانند قانون اعداد بزرگ (← بخش ۶۲) تفسیری بسامدی از آن بدهد. لذا توفیق آماری پیش بینی های احتمالی را به هیچ وجه نمی تواند تبیین کند. از سوی دیگر، تئوری بسامدی قدیم، با مفروض گرفتن اصل موضوع همگرایی، به وجود نظم در کلّ دنباله تصریح می کند. این تئوری اصولاً با دشواری استخراج پایداری زبرین، از بی قاعدگی اجزاء زیرین روبه‌رو نمی شود. زیرا صرفاً می خواهد صورت خاصّی از پایداری زبرین (قضیّهٔ برنویی و قانون اعداد بزرگ) را از تلفیق پایداری زبرین (اصل موضوع همگرایی) و بی نظمی اجزاء زیرین (اصل موضوع پریشانی) استخراج کند.[۴*]

بنابراین اصل موضوع همگرایی، از ارکان ضروری حساب احتمالات نیست. با این نتیجه‌گیری، تحلیل خود از دستگاه ریاضی احتمالات را به پایان می برم.[۷]

اینك به مسائلی که بیشتر جنبهٔ روش شناختی دارند، به‌ویژه به مسألهٔ داوری دربارهٔ گزاره‌های احتمالی، باز می گردیم.

۶۵. مسألهٔ داوری‌پذیری

احتمال را هرطور تعریف کنیم، و هرصورت بندی اصل موضوعی را که اختیار نماییم، مادام که فرمول دوجمله‌ای از دستگاه اختیار شده استنتاج پذیر باشد، گزاره‌های احتمالی، ابطال‌پذیر نخواهند بود. فرضیّه‌های احتمالی هیچ امر

۴*.مفاد این بند، متضمن اهمیّت تئوری نئوکلاسیك برخوردار از تفسیر عینی در حلّ «مسألهٔ اساسی» است. چنین نظریّه‌ای در فصل iii* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی عرضه گشته است.

۷.← حاشیهٔ ۳ بخش ۵۱. از پیش بگویم که در قبال نکات چارگانهٔ فون میزس شیوه‌ای مماشات آمیز در پیش گرفته‌ام (← پایان بخش ۵۰). من نیز احتمال را به دنباله‌های پریشان (که فون میزس آنها را «گردایه» می خواند) متعلّق می دانم. من نیز اصل موضوع پریشانی (اصلاح شده‌ای) را پیش می گذارم، و در تعیین وظیفهٔ حساب احتمال یکسره پا جای پای فون میزس می نهم. بنابراین، اختلاف ما تنها بر سر اصل موضوع وجود حدّ است که من آن را با شرط یکتایی جایگزین ساخته و زائدبودنش را نشان داده‌ام، و نیز بر سر اصل موضوع پریشانی است که طوری اصلاحش کرده‌ام تا بتوان دنباله‌های نمونه را ساخت. (پیوست iv) .-در نتیجه اعتراض کامکه (← حاشیهٔ ۳ بخش ۵۳) دیگر وارد نیست.

مشاهده‌پذیری را ممنوع نمی شمارند؛ و برآوردهای احتمالی، نه هیچ گزارهٔ پایه‌ای را نقض می کنند، نه با هیچ گزارهٔ پایه‌ای نقض می شوند؛ ترکیب عطفی هیچ شمار متناهی از گزاره‌های پایه، و لذا هیچ شمار متناهی از مشاهدات، آنها را نقض نتواند کرد.

گیریم در مورد دوگانهٔ دلخواه « فرضیّه‌ای حاکی از برابری احتمالات اعضا پیش نهاده باشیم، و مثلاً برآورد کرده باشیم که بسامد «1» و «0» در پرتاب فلان سکّه مساوی باشد، و لذا $F(0) = F(1) = \frac{1}{2}$. حال فرض کنیم به تجربه دریابیم که در همهٔ دفعات بدون استثناء، «1» آمده است: بی شکّ در این صورت، برآورد خویش را در عمل کنار خواهیم گذاشت، و آن را باطل خواهیم شمرد. لیکن از دیدگاه منطقی به هیچ وجه ابطالی در میان نخواهد بود. زیرا قطعاً آنچه ما مشاهده می کنیم، دنباله‌ای متناهی از پرتابهاست. و اگرچه بنابر فرمول دوجمله‌ای، احتمال برآمدن برشهای متناهی بسیار بلندی که {بسامد نسبی یکهایشان} تفاوت زیادی با $\frac{1}{2}$ داشته باشند، فوق‌العاده اندك است، این احتمال، همیشه از صفر بیشتر است. لذا هرچند دنباله‌ای متناهی که {بسامد یکهایش} تفاوت زیادی {با $\frac{1}{2}$} داشته باشد بسیار کمیاب است، امّا چنین دنباله‌ای، اگر یافت شود، به هیچ وجه باعث ابطال برآورد ما نخواهد بود. بلکه چون خود برآورد بر یافت شدنش دلالت دارد، ناچاریم وقوعش را چشم داریم. با تمسكّ به کمیابی محاسبه‌پذیر اینگونه برشها نمی توان امید به ابطال برآوردهای احتمالی داشت، زیرا حتی اگر برشهای بلندی که {بسامد یکهایشان} تفاوت زیادی {با $\frac{1}{2}$} دارد، به وفور پیدا شوند، باز می توان گفت که آن برشها، متعلّق به برش بلندتری هستند که تفاوت {بسامد یکهایش با $\frac{1}{2}$} بیشتر از تفاوت آن برشهاست. بنابراین هیچ دنباله‌ای از رویدادها مصداقاً تحقّق نمی یابد که گزاره‌ای احتمالی را باطل کند؛ و لذا هیچ nـ تایی از گزاره‌های پایه که چنین کند نیز یافت نمی شود.

فقط دنباله‌ای نامتناهی از رویدادها ـ که مفهوماً در ضمن قاعده‌ای تعریف شده باشد ـ ممکن است بتواند گزاره‌ای احتمالی را باطل سازد. لیکن بنابر آنچه در بخش ۳۸ گفته شد (← بخش ۴۳)، از اینجا لازم می آید که فرضیّه‌های احتمالی دارای

ابعاد نامتناهی و لذا ابطال‌ناپذیر باشند. از این رو ناگزیریم آنها را در واقع فاقد مضمون اِخباری و فارغ از مضمون تجربی بدانیم.[۱]

امّا کامیابیهای فیزیك در پیش‌بینی برپایهٔ برآوردهای احتمالی، نارواییِ چنین حکمی را هویدا می‌سازد. (این همان استدلالی است که پیش از این علیه همانگویانه انگاشتن گزاره‌های احتمالی در تئوری ذهنی، اقامه کردیم.) اهمیّت علمی بسیاری از این برآوردها، از سایر فرضیّه‌های فیزیکی (که به اصطلاح قطعیّت یافته‌اند) به هیچ وجه کمتر نیست. هر فیزیکدانی عادتاً خود از عهدهٔ تشخیص این امر بر می آید که کدام فرضیّهٔ احتمالی فعلاً «به تأیید تجربی رسیده» است و کدام را باید «بالفعل باطل» دانست، و برای انجام پیش‌بینی بی فایده شناخت و کنارش گذاشت. روشن است که تنها راه رسیدن به «ابطال بالفعل» قبول حکمی روش شناسانه است که به کنارگذاشتن و ممنوع شمردن رویدادهای بسیار کم احتمال حکم کند. ولی به چه حقّی می توان چنین کرد؟ خط تمییز را کجا باید کشید؟ و نقطهٔ شروع کمی احتمال کجاست؟ از دیدگاه منطقی ناگزیریم گزاره‌های احتمالی را ابطال‌ناپذیر بدانیم، ولی تردیدی هم نیست که در تجربه از این قبیل گزاره‌ها بهره می جوئیم؛ پس گویی آراء روش شناسانهٔ من که به‌نحو اکید مبتنی بر معیار تمییز من هستند لطمه‌ای مهلك می خورند. با این حال خواهم کوشید تا پرسشهای مطرح شده را ـ که همانا مسئلهٔ داوری پذیری {گزاره‌های احتمالی} است ـ با بهره‌جستن از همین آراء پاسخ دهم. لیکن برای انجام این کار نخست صورت منطقی گزاره‌های احتمالی را، هم از حیث نسبتهای منطقی میان خود آنها، هم از حیث نسبتهای منطقی میان آنها و گزاره‌های پایه، تحلیل خواهم نمود.[۱*]

---

۱. لیکن از «مضمون منطقی» چندان تهی نیستند (← بخش ۳۵)؛ زیرا پیداست که بعضی فرضیّه‌های بسامدی، در بعضی دنباله‌ها همانگویانه نیستند.

۱* پافشاریم را بر ابطال‌ناپذیری فرضیّه‌های احتمالی ـ که در بخش ۶۷ به اوج می رسد ـ بجا می دانم: پافشاری من مسأله‌ای را آشکار ساخت که پیشتر (به دلیل تأکید عامّ بر اثبات‌پذیری به جای ابطال‌پذیری، و نیز به دلیل آنکه گزاره‌های احتمالی ـ همچنانکه در بخش آینده شرح خواهم داد ـ از جهتی اثبات‌پذیر یا «تأییدپذیر» می باشند) مسکوت مانده بود. لیکن اصلاح پیش نهاده در حاشیهٔ ۱* بخش ۵۷ (حاشیهٔ ۲* بخش ۶۴ را نیز ببینید)، اوضاع را یکسره دگرگون می سازد. زیرا از جمله نتایج برآمده از آن اصلاح، اختیار نمودن قاعده‌ای روش شناسانه، ←

۶۶. صورت منطقی گزاره‌های احتمالی

برآوردهای احتمالی ابطال‌ناپذیرند. و به همان دلایل که سایر فرضیّه‌ها اثبات ناپذیرند این برآوردها نیز اثبات‌پذیر نیستند؛ می‌دانیم که نتایج تجربی، هرقدر پرشمار باشد، نه دلیل مساوی $\frac{1}{2}$ بودن بسامد نسبی «شیر» تواند بود، نه دلیل مساوی $\frac{1}{2}$ ماندن آن. بنابراین گزاره‌های احتمالی و گزاره‌های پایه، نه می‌توانند نقیض یکدیگر افتند، نه می‌توانند متضمّن یکدیگر باشند. امّا خطاست که از این نتیجه بگیریم میان گزاره‌های احتمالی و گزاره‌های پایه هیچگونه نسبت منطقی برقرار نیست. و اگر هم گمان کنیم که وجود نسبتهای منطقی میان این دو نوع گزاره، مانند موافق افتادن تقریبی دنباله‌ای از مشاهدات با گزاره‌ای بسامدی، طرح نوعی منطق احتمالاتی[1] را ایجاب می‌کند که غل و زنجیر منطق قدیم را می‌شکند، باز همان قدر از جادهٔ صواب به دور افتاده‌ایم. به گمان من، این نسبتها را کاملاً می‌توان برحسب نسبتهای منطقی «کلاسیك» استنتاج‌پذیری و مناقضت تحلیل نمود، بی آنکه نیازی به تأسیس چنین منطقی باشد.[1]*

از ابطال ناپذیری و اثبات ناپذیری گزاره‌های احتمالی نتیجه می‌گیریم که این گزاره‌ها، نه پیامدهای ابطال‌پذیر دارند، نه خود پیامد گزاره‌های اثبات پذیرند. ولی تصدیق به این امور در حکم نفی عکس آنها نیست. (الف) این گزاره‌ها ممکن است پیامدهایی داشته باشند که بطور یکطرفه اثبات‌پذیر باشند (یعنی پیامدهایشان می‌توانند گزاره‌های وجودی باشند)؛ یا (ب) ممکن است خود پیامد گزاره‌های کلّی

→ مانند قاعدهٔ مذکور در بخش ۶۸ است که فرضیّه‌های احتمالی را ابطال‌پذیر می‌گرداند. در نتیجه، مسألهٔ داوری‌پذیری به این شکل در می‌آید: می‌دانیم که دنباله‌های تجربی فقط تقریبی از کوتاهترین دنباله‌های پریشان نما به دست توانند داد، حال مسأله عبارت می‌شود از داوری دربارهٔ تقریب مقبول و نامقبول. پاسخ آشکار مسأله این است که نزدیکی تقریب دارای درجات است، و تعیین درجهٔ آن از عمدهٔ مسائل آمار ریاضی است. در ۱۹۷۲ افزوده شد. راه‌حلّ جدیدی را دانلد گیلیز عرضه کرده است. صفحهٔ ۵۰۲ کتاب را ببینید.

۱. ← بخش ۸۰، به‌خصوص حاشیه‌های ۳ و ۶.

۱* هرچند با این سخن مخالف نیستم، ولی اکنون گمان می‌کنم که مفاهیم احتمالی «تقریباً استنتاج‌پذیر» و «تقریباً متناقض» در پیوند با مسألهٔ ما فوق العاده اهمیّت دارند؛ پیوست iv*، و نیز فصل iii* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را ببینید.

(گزاره‌هایی همه‌گیر) باشند که بطور یکطرفه ابطال پذیرند.

(ب) در روشن ساختن نسبت منطقی گزاره‌های احتمالی و گزاره‌های پایه، کمك بسیار ناچیزی تواند بود: این بدیهی است که یك گزارهٔ ابطال ناپذیر ـ یعنی گزاره‌ای با مضمون بسیار اندك می تواند به مجموعهٔ پیامدهای گزاره‌ای ابطال پذیر، که مضمونش بیشتر است، متعلق باشد. آنچه برای ما بسیار مهمتر است، (الف) است که بهیچ وجه امر پیش پا افتاده‌ای نیست، بلکه چنان که خواهیم دید از ارکان تحلیل نسبتهای منطقی گزاره‌های احتمالی و گزاره‌های پایه می باشد. زیرا (الف) مستلزم آن است که هر گزارهٔ احتمالی، مجموعه‌ای نامتناهی از گزاره‌های وجودی را نتیجه می دهد، ولی نه به‌عکس. (مضمون خود گزارهٔ احتمالی از مضمون هرکدام ازاین گزاره‌های وجودی بیشتر خواهد بود). مثلاً اگر احتمال p را برای دوگانه‌ای تخمین زده باشیم (و فرض کنیم که $0 \neq p \neq 1$)، برای نمونه می توانیم این پیامد وجودی را نتیجه بگیریم که هم 1 در دنباله یافت خواهد شد هم 0. (البتّه پیامدهای پیچیده‌تری هم از این فرض نتیجه می شود؛ مانند اینکه برشهایی در دنباله یافت می شود که {بسامد نسبی یکها در آنها} تفاوت بسیار اندکی با p داشته باشد).

از این برآورد، نتایج بسیار دیگری می توان گرفت؛ مثل اینکه «بارها» عضوی می توان یافت که ویژگی 1 داشته باشد، و عضو دیگری که واجد ویژگی 0 باشد؛ یعنی پس از هر عضو x، عضو دیگر y در دنباله می آید که ویژگی 1 دارد، و عضو دیگر z که واجد ویژگی 0 است. گزاره‌هایی به این صورت («بازاء هر x، yی یافت می شود که واجد ویژگی مشاهده‌پذیر یا مصداقاً آزمون‌پذیر β باشد»)، هم ابطال ناپذیرند (چون پیامدهای ابطال‌پذیر ندارند)، هم اثبات ناپذیر (چون «همه» یا «بازاء هر» که در آنها آمده است خصلت فرضیّه‌ای به آنها بخشیده است[۲*]). ولی این گونه

۲* شكّ نیست که مقصود من هرگز این نبوده که هر گزاره به صورت «بازاء هر x، yـ ی یافت می شود که از ویژگی مشاهده‌پذیر β برخوردار باشد» ابطال ناپذیر و لذا آزمون ناپذیر است: آشکار است که گزارهٔ «بازاء هر پرتاب سکّه که ۱ بیاید، پرتابی بلافاصله پس از آن یافت می شود که 0 بیاید» هم ابطال‌پذیر است، هم در واقع باطل است. ابطال ناپذیری، تنها زاییدهٔ صورت «بازاء هر x، yـ ی یافت می شود که . . .» نیست، بلکه نتیجهٔ آن است که «یافت می شود» مقیّد به قیدی نیست و y ممکن است فارغ از هرگونه قیدی باشد: در مورد احتمال، مثلاً ممکن ←

گزاره‌ها را کمابیش می توان به «تأیید» رساند ـ یعنی گاه می توان کمی یا بسیاری از پیامدهای وجودی آنها را اثبات کرد؛ بنابراین نسبت این قبیل گزاره‌ها به گزاره‌های پایه، گویی همانند نسبت گزاره‌های احتمالی به گزاره‌های پایه است. گزاره‌هایی به‌صورت یاد شده را «گزاره‌های وجودی تعمیم یافته» یا «فرضیّه‌های وجودی» (تعمیم یافته) خواهم نامید.

ادّعای من این است که برای فهم نسبت برآوردهای احتمالی به گزاره‌های پایه، و فهم اینکه «تأیید» نسبی این برآوردها میسّر است، باید دانست که فرضیّه‌های وجودی از هر برآورد احتمالیْ منطقاً استنتاج پذیرند. پس آیا می توان گفت که خود گزاره‌های احتمالی نیز واجد صورت فرضیّه‌های وجودی هستند؟

هر برآورد (فرضی) احتمال متضمّن این حدس است که دنبالهٔ تجربی مورد نظر به تقریب اتّفاقی نما یا پریشان است. یعنی این برآوردها، ضامن صدق و تطبیق‌پذیری (تقریبی) اصول موضوعهٔ احتمالات می باشند. بنابراین پرسش ما معادل این خواهد شد که آیا این اصول موضوعه، از جنس آنچه من «فرضیّه‌های وجودی» خوانده‌ام، هستند یا نه؟

اگر دو شرط پیش نهاده در بخش ۶۴ را بررسی کنیم، در می یابیم که شرط پریشانی، واقعاً واجد صورت یك فرضیّه وجودی‌ست.[۲] امّا شرط یکتایی چنین

→

است فارغ از قید زمان باشد، و در زمانی بسیار دور واقع گردد. عضو «0» ممکن است بار اوّل وقوع یابد، یا پس از هزار پرتاب، یا پس از هر چند پرتاب دلخواه: ابطال‌ناپذیری زاده همین امر است. حال آنکه اگر محلّ وقوع r، فاصلهٔ معیّنی تا محلّ وقوع x داشته باشد، گزارهٔ «بازاء هر x، rـ ی یافت می شود که . . . » ابطال پذیر خواهد بود. برای من مایهٔ شگفتی است که عبارت نسبتاً مسامحه‌آمیز متن (که مندرجات بخش ۱۵ را ناگفته مفروض می گیرد) باعث شده است تا عدّه‌ای چنین بپندارند که گزاره‌های همه‌گیر ـ یا گزاره‌های «حاکی از اکثریّت» ـ حال این ترکیب به هر معنی که هست باشد ـ که به صورت «بازاء هر x، rـ ی یافت می شود که . . . » ابطال‌ناپذیرند؛ و این پندار را هم دیگران بارها در انتقاد از ضابطهٔ ابطال‌پذیری من به کار گرفته‌اند. مثلاً مجلّد ۵۴ نشریّهٔ ***Mind***، چاپ ۱۹۵۴، صفحات ۱۱۹ و بعد را ببینید. مسألهٔ این گزاره‌های «همه و بعض» (این اصطلاح از جان واتکینز است) به تفصیل بیشتر در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی آمده است؛ به ویژه بخشهای ۲۴* و بعد آن را ببینید.

۲. به‌عبارت دیگر: بازاء ε دلخواه، برای هر nـ تایی سابق، و هر عضوی که در مرتبهٔ xـ م قرار داشته باشد، عضوی بنابر گزینش مقیّد به مسبوقیّت یافت می شود که در مرتبهٔ rـ م قرار دارد و $x>r$، و اختلاف بسامد تا جملهٔ rـ م با مقدار ثابت p، از ε کمتر است.

نیست، و نمی‌تواند هم باشد؛ چه گزاره‌هایی به‌صورت «فقط یك . . . یافت می‌شود» باید دارای صورت گزاره‌های کلّی باشند. (و آنها را می‌توان چنین ترجمه کرد «بیش از یك . . . یافت نمی‌شود» یا «همهٔ . . . یکسانند».)

نظر من این است که آنچه میان برآوردهای احتمالی و گزاره‌های پایه نسبتی منطقی برقرار می‌سازد، فقط همین «رکن وجودی» آنها، و لذا شرط پریشانی است. لذا شرط یکتایی که گزاره‌ای کلّی است، هیچ پیامد وجودی ندارد. مصداقاً، هرچند بطور موقّت می‌توان ثابت نمود که مقدار p با ویژگیهای مورد نظر وجود دارد؛ ولی نمی‌توان نشان داد که این مقدار منحصر به فرد است. این حکم کلّی فقط در صورتی معنای مصداقی می‌داشت که می‌توانستیم آن را با گزاره‌های پایه نقض کنیم؛ یعنی فقط در صورتی که گزاره‌های پایه، وجود بیش از یك چنین مقداری را لازم می‌آوردند. ولی چون چنین نیست (زیرا می‌دانیم ابطال‌ناپذیری در فرمول دوجمله‌ای تنیده است)، لاجرم شرط یکتایی فاقد معنای مصداقی است[۳*].

از این روست که حذف شرط یکتایی از دستگاه، تأثیری برنسبت منطقی برآوردهای احتمالی و گزاره‌های پایه، و «تأییدپذیری» ذومراتب برآوردهای احتمالی نمی‌گذارد. با حذف این شرط، دستگاه به‌صورت یك فرضیّهٔ وجودی محض در می‌آید[۳]. لیکن در این صورت، دیگر نباید به برآوردهای احتمالی یکتا قائل باشیم[۴*]، و از همین جا (به دلیل یکتایی احتمالات) دستگاهی غیر از حساب احتمالات عادی به دست خواهیم آورد.

۳* اگر شرط (۲+) مذکور در حاشیهٔ ۲* بخش ۶۴ را مبنا قرار دهیم، اوضاع به‌کلّی دگرگون می‌شود: و این امر از نظر تجربی معنا می‌یابد، و فرضیّه‌های احتمالی را (همچنانکه در حاشیهٔ ۱* بخش ۶۵ تصریح کردم) ابطال‌پذیر می‌گرداند.

۳. فرمولهای حساب احتمالات را در چارچوب این اصول موضوعه نیز می‌توان نتیجه گرفت؛ تنها لازم است فرمولها را فرمولهایی وجودی بدانیم. مثلاً قضیّهٔ برنویی در این صورت دیگر نمی‌گوید که یگانه مقدار احتمال $(\alpha_n F(\Delta p))$، بازاء n معیّن به ۱ نزدیك است، بلکه تنها حکم به این خواهد نمود که (بازاء هر n معیّن) از چندین مقدار احتمال $(\alpha_n F(\Delta p))$، دست کم یکی به ۱ نزدیك است.

۴* همچنانکه در پانوشت جدید ۲* در بخش ۶۴ بیان شد، هرگونه شرط یکتایی را می‌توان حذف کرد، بی آنکه یکتایی از دست برود.

بنابراین روشن است که شرط یکتایی زاید نیست. پس لازم است نقش منطقی آن را در دستگاه تبیین کنیم.

شرط پریشانی در ایجاد نسبت منطقی میان گزاره‌های احتمالی و گزاره‌های پایه کمك می کند، و شرط یکتایی، نسبتهای میان خود گزاره‌های احتمالی گوناگون را رقم می زند. اگر شرط یکتایی نباشد، ممکن است پاره‌ای از گزاره‌های احتمالی، که فرضیّه‌هایی وجودی‌اند، از بقیّه نتیجه شوند، ولی این گزاره‌ها هیچگاه با هم ناسازگار نخواهند بود. تنها شرط یکتایی است که امکان ناسازگار افتادن گزاره‌های احتمالی را تأمین می کند؛ زیرا با درمیان آوردن این شرط این گزاره‌ها به صورت گزاره‌هایی مرکبّ، حاصل از عطف گزاره‌ای کلّی به گزاره‌ای وجودی در می آیند؛ و این قبیل گزاره‌ها درست همان نسبتهای منطقی بنیادین (یعنی هم‌ارزی، استنتاج‌پذیری، سازگاری و تضاد) را با هم دارند که گزاره‌های کلّی «عادی» ـ همچون گزاره‌های سازنده یك تئوری ابطال‌پذیر.

حال باتوجّه به اصل موضوع همگرایی، در می یابیم که این اصل، همچون شرط یکتایی، خود گزاره‌ای کلّی و ابطال‌ناپذیر است. لیکن این اصل موضوع قیدی اضافه بر قیود یاد شده در شرط پیشین برعهدهٔ ما می نهد. ولی خوشبختانه این قید اضافی، فاقد هرگونه معنای مصداقی است؛ علاوه براین،معنای صوری یا منطقی نیز ندارد، بلکه فقط مفهوماً معنی‌دار است: این قید، جمیع دنباله‌هایی را که به‌نحو مفهومی تعریف شده‌اند (یعنی جمیع دنباله‌های ریاضی را)، ولی حدّ بسامد ندارند طرد می کند. لیکن در عمل این قید حتّی مفهوماً نیز فاقد معنی است، زیرا در تئوری احتمالات کاربسته، با خود دنباله‌های ریاضی کاری نداریم بلکه با برآوردهای فرضی دربارهٔ دنباله‌های تجربی روبرو هستیم. طرد دنباله‌های فاقد حدّ بسامد، فقط ما را از تجربی و اتفاقی نما یا پریشان دانستن دنباله‌هایی برحذر می دارد که آنها را فاقد حدّ بسامد فرض می کنیم. اینك در برابر این تحذیر چه می توان کرد؟[۴] دربارهٔ همگرایی یا واگرایی دنباله‌های تجربی، کدام حدسها یا ملاحظات را

۴.هم اصل موضوع پریشانی، و هم اصل موضوع یکتایی را به‌درستی می توان چنین هشدارهایی (مفهومی) دانست. ←

باید به ذهن آوریم و کدامها را باید از خاطر برانیم؟ آنهم در حالیکه این تحذیر به ما می‌گوید ضابطه‌های همگرایی در اینگونه دنباله‌ها کاراتر از ضوابط واگرایی نیستند. به‌محض کنارگذاشتن اصل موضوع همگرایی، از شرّ اینگونه پرسشهای ناخوشایند رها خواهیم شد.[۵]

تحلیل منطقی مزبور، هم صورت قیود متعدد دستگاه را آشکار می سازد، هم کارکرد آنها را، و هم دلائل نفی اصل موضوع پریشانی، و دلائل قبول شرط یکتایی را به‌دست می‌دهد. می بینیم که رفته‌رفته بر مهابت مسألهٔ داوری‌پذیری افزوده می‌گردد. اگرچه لازم نیست شروط (یا اصول موضوعهٔ) خود را «بی معنی» بشماریم[۶]، ناگزیریم آنها را غیرتجربی بدانیم. ولی آیا این تصویر از گزاره‌های احتمالی ـ هرطور تقریر شود ـ ناقض غرض اصلی ما نخواهد بود؟

۶۷. *نظام احتمالی متافیزیک نظری*

مهمترین کاربرد گزاره‌های احتمالی در فیزیك این است: برخی نظمها در عالم فیزیکی یا پاره‌ای از پدیده‌های فیزیکی مشاهده‌پذیر را به «قانونهای کلان» تعبیر می کنیم؛ یعنی آنها را پدیده‌هایی مرکب و درشت می شماریم که برآیند مشاهده‌پذیر «رویدادهایی خرد» و فرضی و غیرقابل مشاهدهٔ مستقیم هستند. نحوهٔ استنتاج قانونهای کلان از برآوردهای احتمالی این است: نشان می دهیم که احتمال وقوع رویدادهای مشاهده‌پذیر موافق با نظم قانونمند مورد نظر، بسیار به ۱ نزدیك است؛

→ مثلاً اصل موضوع پریشانی، ما را برحذر می دارد که دنباله‌ها را در صورت مفروض انگاشتن کامیابی برخی قواعد قماربازی در مورد آنها (به هردلیل که باشد)، پریشان بینگاریم. اصل موضوع یکتایی نیز ما را برحذر می دارد تا اگر فرض کردیم احتمال در دنباله‌ای تقریباً مساوی p است، دیگر احتمال q ($q \neq p$) را بدان منتسب نسازیم.

۵. اینگونه خطاها باعث شد تا شلیك نیز به اصل موضوع وجود حدّ خرده بگیرد (مجلّد ۱۹ *Die Natur wissenschaften*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۸).

۶. در چشم پوزیتیویست، اینجا سلسله‌ای از حلقه‌های «بی معنی» در میان است. نزد او، قانونهای اثبات‌ناپذیر طبیعی، «بی معنی» می نمایند (← بخش ۶، و نقل قولهای مذکور در حاشیه‌های ۱ و ۲)، و از آنها بی معناتر، فرضیّه‌های احتمالی اند که نه اثبات شدنی، و نه ابطال بردار. و از اصول موضوعه ما، اصل موضوع یکتایی که فاقد معنای مصداقی است، از اصل موضوع پریشانی هم بی معناتر است، چون این یکی دست کم پیامدهای مصداقی دارد. از اینها بی معناتر هم اصل موضوع وجود حدّ است که حتّی مفهوم هم ندارد.

یعنی ثابت می کنیم که تفاوت این احتمال با ۱ ، از هر مقدار کوچك دلخواه کمتر است. سپس می گوییم که برآورد احتمالی ما، «تبیین» می کند که چرا این برآیند مشاهده‌پذیر باید پدیده‌ای کلان باشد.

چنانچه برآوردهای احتمالی را، بدون گردن نهادن به قیودی خاصّ، بدین نحو برای «تبیین» نظمهای مشهود به کار گیریم، به زودی زود در نظریّه‌پردازیهایی گرفتار خواهیم آمد که عرفاً در ردیف متافیزیك نظری محسوب می شوند.

زیرا به دلیل ابطال‌ناپذیری گزاره‌های احتمالی، بدین شیوه «تبیین» هر نظم دلخواه به کمك برآوردهای احتمالی، همواره میسّر خواهد بود. برای نمونه قانون جاذبه را در نظر بگیرید. می توانیم برآوردهایی احتمالی بیندیشیم و چنین «تبیینی» از این قانون به دست دهیم: رویدادهای خاصّی چون حرکت ذره‌ای کوچك را بر می گزینیم تا رویدادهای عنصری یا بسیط ما باشند؛ ویژگیهای اصلی، مثلاً سرعت وجهت حرکت هر ذرّه را نیز مشخصّ می سازیم. سپس فرض می کنیم که توزیع این رویدادها اتّفاقی باشد. و محاسبه می‌کنیم که چقدر احتمال دارد تا همهٔ ذرّات واقع در منطقهٔ محدودی از فضا، و در دورهٔ محدودی از زمان ـ یعنی ذرّات واقع در یك «دورهٔ کیهانی» مشخصّ ـ تصادفاً بادقّت خاصّی موافق جاذبه حرکت نمایند. احتمالی که به دست می آید، بی شكّ کوچك خواهد بود؛ آنهم بسیار کوچك و قابل اغماض، ولی هرگز صفر نخواهد بود. حال می پرسیم طول n ـ برش دنباله چقدر باشد، یا به عبارت دیگر کلّ فرایند چه مدّت طول بکشد، تا پیش آمدن چنان دوره‌ای کیهانی، به احتمال نزدیك به ۱ (یا به احتمالی که تفاوتش با ۱، از هر مقدار کوچك دلخواه ε کمتر باشد) امید رود، که در آن مشاهدات تصادفاً با قانون جاذبه موافق افتند. هر مقدار بسیار نزدیك به ۱ را انتخاب کنیم، عدد متناهی معیّن، ولی بسیار بزرگی به دست خواهیم آورد. اینك می گوییم که اگر برش دنباله را به‌قدر کافی بلند فرض کنیم، یا به‌عبارت دیگر اگر فرض کنیم که «جهان» به‌قدر کافی دوام می آورد، تصدیق به پریشانی امور، مجازمان می دارد تا پیدایش دوره‌ای کیهانی را چشم داشته باشیم، که در عین آنکه در آن «حقیقتاً» جز پراکندگی خبری نیست، قانون جاذبه نیز در آن صادق بنماید. در صورت تصدیق به پریشانی، هر نظم دلخواه را می توان این

طور «تبیین» نمود. بلکه سرتاسر جهان را، با همهٔ نظمهای مشهودش، می‌توان مرحله‌ای از آشوبی پریشان دانست، و آن را چونان تجمّع اقترانات اتّفاقی محض «تبیین» نمود.

در نظر من، اینگونه نظریه‌پردازیها به طرز نمایانی متافیزیکی است، و به هیچ وجه شأن علمی ندارد. به همان اندازه در نظرم روشن است که این خصلت متافیزیکی، ناشی از ابطال‌ناپذیری این نظریّه‌پردازیها، و این امر است که در هر وضعی می‌توان بدانها تشبّث جست. می بینیم که نتیجهٔ کاربرد معیار تمییز من، در اینجا نیز با اطلاق عرفی لفظ «متافیزیکی» سازگار است.

بنابر آنچه گفتیم، تئوریهای احتمالی، اگر بدون گردن نهادن به قیودی خاصّ درکار آیند، لاجرم غیرعلمی خواهند بود. پس شرط کاربرد این قبیل تئوریها در علم تجربی، کنارگذاشتن استعمال متافیزیکی آنهاست.[۱*]

۶۸. احتمالات در فیزیك

مسألهٔ داوری پذیری فقط مایهٔ گرفتاری روش شناسان است، نه فیزیکدانها[۱*]. اگر از فیزیکدانی بخواهند تا چنان معنایی از احتمال به دست دهد که

۱*. هنگامی که این را می‌نوشتم، گمان می‌کردم بی‌فایدگی اینگونه نظرپردازیها، همانا به واسطهٔ اطلاق بیش از حدّشان، بر همه آشکار باشد. ولی گویا اینها وسوسه‌آمیزتر از آن‌اند که می‌پنداشتم. مثلاً هالدین J.B.S. Haldane (در مجلّد ۱۲۲، نشریهٔ *Nature*، چاپ ۱۹۲۸، صفحهٔ ۸۰۸؛ همچنین ← *Inequality of Man*، صفحات ۱۶۳ و بعد.) احتجاج می‌کند که اگر تئوری احتمالی انتروپی را بپذیریم، ناگزیریم این امر را قطعی، یا تقریباً قطعی بگیریم که جهان، روزگاری هرچند دور، تصادفاً از نو به حالت اوّلیّه‌اش باز خواهد گشت. این استدلال را پس از او، کسان بسیار دیگر نیز تکرار کرده‌اند. ولی به گمان من، این نمونهٔ تامّ نوع استدلالی است که در اینجا از آن انتقاد کرده‌ام، و در صورت قبول، ما را مجاز می‌دارد تا هر امر دلخواهی را تقریباً قطعی بینگاریم. اینها همه خطر ذاتی صورت وجودی گزاره‌ها را بیان می‌کند، که میان گزاره‌های احتمالی و بیشتر گزاره‌های متافیزیکی مشترك می‌باشد (← بخش ۱۵.)

۱*. مسألهٔ مورد بحث را مدّتها پیش، پاول اِرنفست و ترز ارنفست فیزیکدان، در *Encycl.d. Math. Wiss.*، جلد چهارم، جزو ششم (۱۲/۱۲/۱۹۱۱) بخش ۳۰، به‌طور جامع و روشنی مورد توجّه قرار داده بودند. آنان این مسأله را، به‌صورتی مفهومی و معرفت‌شناسانه مورد بحث قرار داده‌اند. مفهوم «فرضیّه‌های احتمالی مرتبهٔ اوّل، دوّم، . . . ، kـم» از این دو است: فرضیّهٔ احتمالی مرتبهٔ دوّم، برآوردی است از بسامد وقوع برخی بسامدها، ←

در عمل مفید افتد، شاید او در تعریف فیزیکی احتمال چنین بیاورد: بعضی آزمایشها، حتیً اگر در شرایط مهار شده انجام شوند، باز نتایج متغیّر به‌بار خواهند آورد. پاره‌ای از این آزمایشها، که مانند پرتاب سکّه «اتّفاقی نما» می باشند، در اثر تکرار بسیار به بسامدهای نسبی ای منجّر می شوند؛ و هرچه آزمایش بیشتر تکرار گردد این بسامدها به مقدار ثابتی نزدیکتر می شوند؛ و همین مقدار ثابت را احتمال رویداد مورد نظر می خوانیم. این مقدار را «. . . با انجام سلسلهٔ بلندی از آزمایشها می توان به‌طور تجربی با هر درجهٔ مطلوب تقریبْ معیّن ساخت»[1]؛ پس نتیجه می گیریم که راهی برای ابطال برآوردهای احتمالی فرضیه‌ای داریم.

براینگونه تعاریف، هم ریاضیدانان خرده خواهند گرفت هم اهل منطق؛ و برجسته‌ترین اعتراضات اینان، بدین شرح است:

(۱) اوّلاً تعریف یاد شده با حساب احتمالات سازگار نیست، زیرا قضیّهٔ برنویی، بیش از این نمی گوید که نه همه، بلکه تقریباً همهٔ برشهای بسیار بلند از پایداری آماری برخوردار هستند، و همگرا می نمایند. از این رو، نمی توان احتمال را با این پایداری، یا رفتار شبه همگرا تعریف نمود. زیرا لفظ «تقریباً همه» (که از آوردنش در معرف چاره‌ای نیست). همانا مرادف «بسیار محتمل» است، و لذا این

→ در انبوهه‌ای از انبوهه‌ها. لیکن پاول وترز ارنفست در طرح نیکویی که از مسأله به دست داده‌اند، به هیچ وجه متعرّض معنای پدیده‌های تکرارپذیر نشده‌اند، حال آنکه من از همین مفهوم برای فیصله‌بخشیدن به مسأله استفاده کرده‌ام. به‌ویژه جادارد که به اختلاف نظر بولتسمان و پلانك توجّه شود که این دو در حواشی ۲۴۷ و بعد از آن متذکّر شده‌اند، و به گمان من با بهره‌جستن از مفهوم پدیدهٔ تکرارپذیر رفع شدنی است. زیرا در شرایط آزمایشی مناسب، ممکن است که نوسانات به صورت پدیده‌های تکرارپذیر درآیند، و این امر به‌نحو بارزی در تئوری اینشتین دربارهٔ حرکت براونی به‌چشم می خورد. حاشیهٔ ۱* بخش ۶۵، و پیوستهای vi* و ix* را نیز ببینید.

۱. نقل قول از کتاب *Elementare Quantenmechanik*، نوشتهٔ بورن ویوردان، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۳۰۶ است؛ همچنین ← ابتدای کتاب *Quantum Mechanics*، نوشته دیراك، صفحهٔ ۱۰، چاپ اوّل ۱۹۳۰. مطلبی در همین سیاق (و اندکی مختصرتر) نیز در صفحهٔ ۱۴ چاپ سوّم ۱۹۴۷ آمده است. همچنین کتاب *Gruppentheorie und Quantenmechahik*، نوشتهٔ وایل، چاپ دوّم، ۱۹۳۱، صفحهٔ ۶۶ را نیز ببینید؛ یا ترجمهٔ انگلیسی این کتاب را به قلم رابرتسن، با عنوان *The Theory of Groups and Quantum Mechanics*، صفحهٔ ۷۴ و بعد از آن، چاپ ۱۹۳۱.

تعریف دوری است؛ با نیاوردن قید «تقریباً»، این دور را به آسانی می توان مخفی ساخت (ولی نمی توان مرتفعش کرد). همچنانکه در تعریف فیزیکدان نیز چنین است، و لذا این تعریف پذیرفته نیست.

(۲) ثانیاً چه وقت می توان سلسلهٔ آزمایشها را «بلند» دانست؟ اگر معیاری برای تشخیص «بلندی» نداشته باشیم، نمی توانیم بدانیم که آیا اصولاً به احتمال رویداد نزدیك شده‌ایم یا نه، و اگر بدان دست یافته‌ایم، در کجا و در کدام مرحله بوده است.

(۳) ثالثاً از کجا بدانیم تقریبی که یافته‌ایم به واقع همان تقریب مطلوب ماست؟

من این اشکالات را موجّه می دانم، ولی در عین حال معتقدم که تعریف پیشنهادی فیزیکدان را می توان نگه داشت. این اعتقاد را برپایهٔ ادّلهٔ یاد شده در بخش پیشین استوار خواهم ساخت. آن ادلّه به ما آموخت که اگر در به‌کار بردن فرضیّه‌های احتمالی مراعات قیودی را نکنیم، آن فرضیّه‌ها، یکسره فاقد مضمون اِخباری خواهند شد. ولی فیزیکدانها در کاربرد فرضیّه‌های احتمالی هیچگاه بی مبالات نیستند. من هم با اقتدا به آنها، کاربرد ناسنجیدهٔ فرضیهٔ‌های احتمالی را ناروا می دانم، و لذا این حکم روش شناسانه را پیش می نهم؛ برای تبیین پدیده‌های فیزیکی، یعنی نظمهای تکرارپذیر، هرگز نباید آنها را امور اتّفاقی برهم انباشته بشماریم. طبیعی است که این رأی روش شناسانه، مفهوم احتمال را تغییر می دهد و مقیّدترش می سازد[۲*]. لذا اشکال (۱) نظر مرا بر نمی گرداند، زیرا من به هیچ وجه مدّعی یکسانی معانی فیزیکی و ریاضی احتمال نیستم؛ بلکه منکر آنم. لیکن به‌جای اشکال (۱)، اشکالی تازه به میان می آید.

(۱ـ اوّل) کجا می توان گفت که «اتّفاقات برهم انباشته» شده‌اند؟ شاید بگویند هرجا احتمال کم باشد. اما احتمال کی «کم» است؟ می توان پذیرفت که

۲*. حکم یا قاعدهٔ روش شناسانهٔ مذکور، مفهوم احتمال را مقیّدتر می سازد، همانگونه که حکم مربوط به قبول کوتاهترین دنباله‌های پریشان‌نما، به عنوان نمونه‌های ریاضی دنباله‌های تجربی، این مفهوم را مقیّد می سازد. ← حاشیهٔ ۱* بخش ۶۵.

قبول پیشنهاد من، مانع می شود تا صورت مسألهٔ ریاضی را (به شیوه‌ای که در بخش پیشین ذکر شد) عوض کنیم، و احتمالات بزرگ را از دل احتمالات کوچك بیرون بکشیم. لیکن برای اجرای این حکم باید بدانیم مقصودمان از کم چیست.

در صفحات آینده معلوم خواهد شد که این قاعدهٔ روش شناسانه موافق تعریف فیزیکدان {از احتمال} است، و اشکالات مندرج در (۱ـاوّل)، (۲) و(۳) را به کمك آن می توان پاسخ گفت. نخست، فقط به یکی از کاربردهای متداول حساب احتمالات می پردازم، که عبارت است از کاربرد آن در مورد پدیده‌هایی کلان که تکرارپذیرند و به کمك قوانین (کلان) دقیق ـ همچون قانون فشار گازها ـ توصیف می شوند، و در مقام تفسیر یا تبیین، ناشی از برهم انباشته شدن فرایندهای فرد بسیار، از قبیل برخوردهای مولکولی، شمرده می شوند. تحویل سایر اشکال (مانند افت و خیزهای آماری یا مطالعهٔ آماری فرایندهای اتّفاقی نمای منفرد) به این شکل، چندان دشوار نیست.[۳*]

فرض کنیم بخواهیم یکی از این نوع پدیده‌های کلان را که به کمك قانونی تقویت شده توصیف گشته است، به چندین دنباله از رویدادهای منفرد تحویل کنیم. گیریم قانون بگوید در فلان وضع مقدار فلان کمیّت فیزیکی p است. ما فرض می کنیم که پدیدهٔ مورد نظر «دقیق» باشد، تا هیچ افت و خیز قابل اندازه‌گیری، یا اختلافی با p بیرون از فاصلهٔ $\pm\varphi$ (فاصلهٔ عدم دقّت، ← بخش ۳۷) واقع نشود. اندازه‌گیریهای ما، به واسطهٔ عدم دقّت ذاتی روش حاکم ورایج اندازه‌گیری، لاجرم در داخل فاصلهٔ $\pm\varphi$ افت و خیزهایی خواهد داشت. اینك این فرضیّه را پیش می کشیم که p احتمالی است در درون دنبالهٔ α، که دنباله‌ای است از رویدادهای خرد، در حالی که پدیدهٔ مورد نظر از n رویداد خرد تشکیل می یابد. حال (← بخش ۶۱) بازاء هر مقداری که برای δ اختیار کنیم، می توانیم احتمال $F(\Delta p)_{n,\alpha}$، یعنی احتمال وقوع مقدار اندازه‌گیری شده در فاصلهٔ Δp را محاسبه کنیم. متمِّم این

۳*.اکنون دیگر عبارت «چندان دشوار نیست» را به دیدهٔ تردید می نگرم؛ حقیقت آن است که جز در پدیده‌های فوق‌العاده کلانی که در این بخش از آنها سخن می رود، به‌کار گرفتن پیچیده‌ترین روشهای آماری ضرورت می یابد. پیوست ix*، به‌ویژه «مطلب سوّم» را نیز ملاحظه کنید.

احتمال را با 'ε' نشان می دهیم. داریم: $\varepsilon = F(\overline{\Delta p})_n$. بنابر قضیّهٔ برنویی، اگر n به بی نهایت میل کند، ε به سمت صفر میل خواهد کرد.

فرض می کنیم ε آنقدر «کوچك» باشد که بتوان از آن چشم پوشید. (اندکی بعد به پرسش (۱ـاوّل) که متوجّه معنی «کوچك» در این فرض است خواهیم پرداخت). روشن است که Δp همان فاصله‌ای است که در آن اندازه‌گیریها به p نزدیکتر می گردند. می بینیم که سه‌مقدار ε، n، و Δp هریك متناظرند با پرسشهای سه‌گانهٔ (۱ـاوّل)، (۲)، و(۳). Δp و δ را هرچند به دلخواه می توان انتخاب کرد، ولی انتخاب مقادیر معیّن برای این دو، خواه‌ناخواه دایرهٔ انتخاب مقادیر ε و n را تنگتر خواهد ساخت. از آنجا که هدف ما استنتاج قیاسی پدیدهٔ کلان ودقیق $p(\pm\varphi)$ است، لاجرم δ را بزرگتر از φ اختیار نخواهیم کرد. بلکه کافی است بتوانیم پدیدهٔ تکرارپذیر pرا هنگامی که داریم $\varphi \leqslant \delta$، نتیجه بگیریم. (φ در اینجا معلوم است و بستگی به روش رایج و حاکم اندازه‌گیری دارد). چنانچه δ (تقریباً) مساوی φ اختیار شود، پرسش (۳) به دو پرسش (۱ـاوّل) و (۲) تحویل خواهد گردید.

با انتخاب δ (یعنی با انتخاب Δp) نسبتی میان n و ε برقرار می سازیم. چون در این حالت، هر مقدار nبا یك مقدار ε متناظر خواهد افتاد. لذا پرسش (۲) که می پرسید n چه وقت به‌قدر کافی بزرگ است، به پرسش (۱ـاوّل) تحویل خواهد شد که می پرسید ε چه وقت کوچك است (و بالعکس).

پس کافی است معلوم سازیم کدام مقدار ε را می توان کوچك و قابل چشم‌پوشی دانست، تا هر سه‌پرسش پاسخ داده شود. قاعدهٔ روش شناسانهٔ ما نیز موکول گشته است به چشم پوشی از مقادیر کوچك ε؛ ولی البتّه خود را به مقدار معیّنی از ε مقیّد نخواهیم ساخت.

اگر پاسخ را از فیزیکدانی جویا شویم و از او بپرسیم که حاضر است تا از چه مقداری ـ ۰٫۰۰۱ یا ۰٫۰۰۰۰۱ یا . . . . ـ برای ε چشم پوشی کند، لابّد خواهد گفت کاری به ε ندارد؛ بلکه در عوض مقداری برای n اختیار می کند؛ آن هم طوری که ارتباط میان n و Δp عمدتاً مستقلّ از هرگونه تغییر در مقدار ε باشد.

پاسخ فیزیکدان به دلیل ویژگیهای ریاضی توزیع برنویی موجّه است: چون در این توزیع، بازاء همهٔ مقادیر n، ارتباط تابعی ε و Δp را می‌توان معیّن ساخت.[۴*] از بررسی این ارتباط تابعی معلوم می‌شود که بازاء همهٔ مقادیر («بزرگ») n، مقدار ویژه‌ای برای Δp یافت می‌شود، به‌طوری که در همسایگی آن مقدار، Δp نسبت به تغییرات ε بسیار تأثّرناپذیر است. هرچه n بزرگتر باشد، تأثّرپذیری کمتر خواهد بود. چنانچه n به‌اندازه‌ای که از پدیده‌های بسیار انبوه توقّع می‌رود، بزرگ فرض گردد، Δp در همسایگی این مقدار ویژه به‌قدری از تغییرات ε تأثّرناپذیر خواهد بود که حتّی اگر ε چندین برابر کوچك یا بزرگ شود، Δp باز تغییر چندانی نخواهد کرد. و از دیدگاه فیزیکدان نیز دقیقتر ساختن مرزهای Δp چندان اهمیّت ندارد. به‌یاد داریم که در نوع پدیده‌های فیزیکی کلان که فعلاً مورد نظر ماست، Δp را می‌توان مساوی فاصلهٔ دقّت $\pm\varphi$ دانست که به شیوهٔ اندازه‌گیری وابسته است؛ و کرانه‌های دقیق هم ندارد، و همچنانکه در بخش ۳۷ گفتم کرانه‌هایش «برهم نشسته»اند. بنابراین هنگامی n را بزرگ خواهیم شمرد که تأثّرناپذیری Δp در همسایگی مقدار ویژه‌اش ـ که تعیین آن برایمان میسّر است، دست کم آنقدر باشد که حتّی اگر ε را چندین برابر کوچك یا بزرگ سازیم، افت و خیز Δp محدود به کرانه‌های برهم نشستهٔ $\pm\varphi$ بماند. (در صورتی که $n\to\infty$، Δp کاملاً تأثّرناپذیر خواهد شد). حال اگر چنین شد، دیگر نیازی نیست که مقدار دقیق

۴*.گمان می کنم که مندرجات پیوست ix* هم باقی آراء این بند (و نیز پاره‌ای از مباحث بعدی این بخش) را نسخ می کند، هم بیان روشنتری از کلّ بحث به دست می دهد؛ به‌ویژه نکات ۸ به‌بعد را در مطلب سوّم ببینید. به کمك روشهای مطروحه در آنجا، می توان ثابت نمود که تقریباً همهٔ نمونه‌های آماری برخوردار از اندازهٔ n بزرگ، هر فرضیّهٔ احتمالی معلوم را به شدّت تضعیف می کنند؛ یعنی درجهٔ تقویت منفی زیادی به آن می دهند؛ و این دیگر با ماست که فرضیّه را عملاً مردود یا باطل بدانیم یا نه. بیشتر نمونه‌های باقیمانده، مایهٔ پشتگرمی فرضیّه خواهند بود، یعنی درجهٔ تقویت مثبتی بدان خواهند بخشید. وعدّهٔ نمونه‌های دارای n بزرگ نیز، که درجهٔ تقویتی نامعیّن (از حیث مثبت یا منفی بودن) به فرضیّه احتمالی بدهند، چندان زیاد نیست. پس به‌معنای گفته شده می توان گفت که فلان فرضیّهٔ احتمالی مردود است؛ بلکه در مورد فرضیّه‌های احتمالی، در قیاس با فرضیّه‌های غیراحتمالی، با قاطعیّت بیشتری می توان حکم به مردودی نمود. آن قاعده یا حکم روش شناسانه که می گوید فرضیّهٔ (دارای n بزرگ) با درجهٔ تقویت منفی را باید باطل شمرد، ذیل همین قاعده یا حکم مورد بحث در بخش حاضر است که می گوید از موارد فوق‌العاده نامحتمل باید چشم پوشید.

* را تعیین کنیم. همین قدر کافی است که بپذیریم که از مقادیر کوچك * چشم‌پوشی کنیم، هرچند که حدّ کوچکی نیز دقیقاً معیّن نباشد. یعنی می‌پذیریم تا جایی که ممکن است مقادیر ویژهٔ Δp را که از تغییرات * تأثّرناپذیر باشند به کار بریم.

قاعدهٔ چشم‌پوشی از موارد فوق‌العاده نامحتمل (که جز در پرتو آنچه آوردیم وضوح کافی نمی‌یابد)، با پیروی از مشی عینیّت علمی سازگار است. البتّه بدیهیترین اعتراض به قاعدهٔ ما آن است که بگویند احتمال هرقدر هم کوچك باشد، باز احتمال است، و لذا نامحتملترین پیشامدها نیز ـ که گفتیم از آنها چشم می‌پوشیم ـ لابّد روزی وقوع خواهند یافت. پاسخ این اعتراض را باتوجّه به معنای پدیده‌های فیزیکی تکرارپذیر ـ که پیوند تنگاتنگی با عینیّت (← بخش ۸) دارد ـ می‌توان داد. من انکار نمی‌کنم که رویدادهای نامحتمل نیز وقوع می‌یابند. مثلاً من نمی‌گویم که در حجم کوچکی از گاز، مولکولها ممکن نیست خودبخود برای مدّتی کوتاه در یك گوشهٔ ظرف انباشته شوند، و نمی‌گویم که در حجم بزرگی از گاز، افت و خیزهای خودبخودی هرگز در فشار پیش نمی‌آید؛ بلکه در نظر من این گونه پیشامدها، پدیده‌های فیزیکی نیستند، چون احتمال وقوعشان به‌قدری ناچیز است که نمی‌توان به دلخواه تکرارشان نمود. حتّی اگر فیزیکدانی اتّفاقاً چنین پیشامدی را مشاهده کند، از عهده تکرار کردنش برنخواهد آمد، و از داوری کردن دربارهٔ مشاهده‌اش ناتوان خواهد بود؛ چه‌بسا در مشاهده خطا کرده باشد. حال اگر پدیدهٔ کلانی به شیوهٔ مذکور از یك برآورد احتمالی نتیجه شده باشد، و در عمل انحرافات تکرارپذیری با آن پیدا شود، خواه‌ناخواه باید برآورد احتمالی مورد استفاده باطل به حساب آید.

مطالب یادشده در فهم اظهار نظرهایی چون دو اظهارنظر زیر که در آنها ادینگتن میان دو نوع قانون فیزیکی تمایز نهاده، مفید است. «در جهان خارج دو دسته از امور هرگز واقع نمی‌شوند ـ آنها که وقوعشان ناممکن است، و آنها که احتمال وقوعشان بسیار نامحتمل می‌باشد. قوانینی که وقوع امور نوع اوّل را ممنوع می‌سازد، قوانین اوّلیّه است؛ و قوانینی که وقوع امور نوع دوّم را ممنوع می‌سازد

قوانین «ثانویّه» .[۲] این سخن خالی از اشکال نیست (به اعتقاد من بهتر آن است که از قائل شدن به احکام تجربه‌ناپذیر دربارهٔ وقوع یا عدم وقوع امور بسیار نامحتمل، احتراز کنیم)، ولی در عین حال با کاربرد احتمالات در فیزیك سازگاری دارد.

سایر مواردی که در آنها می‌توان از تئوری احتمالات بهره جست، همچون افت و خیزهای آماری، یا مطالعهٔ آماری رویدادهای اتّفاقی نمای منفرد، به موردی که آوردیم، یعنی به پدیده‌های کلانی که به دقّت قابل اندازه‌گیری‌اند، تحویل پذیر هستند. (مراد من از افت و خیزهای آماری، پدیده‌هایی چون حرکت براونی است.) فاصلهٔ دقّت اندازه‌گیری ($\varphi \pm$)، در اینجا کوچکتر از فاصلهٔ Δp است که عدّه رویدادهای خرد سازندهٔ پدیده (یعنی n) را نشان می‌دهد. بنابراین بروز تفاوتهای قابل اندازه‌گیری با p بسیار محتمل خواهد بود. بروز این تفاوتها را می‌توان آزمود، چون افت و خیز پدیده‌ای است تکرارپذیر؛ و لذا دلایلی که پیشتر آوردیم در اینجا سودمند می‌افتد: بنابر قواعد روش شناسانهٔ من، افت و خیزهای بزرگتر از یك مقدار معیّن (بیرون‌از فاصلهٔ معیّن Δp)، افت و خیزهای یکجهتی وتکرارناپذیرند. همین دلایل را دربارهٔ مطالعهٔ آماری رویدادهای اتّفاقی نمای منفرد نیز می‌توان آورد.

اینك خلاصهٔ آراء خود را دربارهٔ مسألهٔ داوری پذیری می‌آورم.

مسأله این بود: فرضیّه‌های احتمالی ـ که دیدیم ابطال‌پذیر نیستند ـ در علوم تجربی چطور در ردیف قانونهای طبیعت می‌نشینند؟ جواب ما این است: گزاره‌های احتمالی، از آن جهت که ابطال‌پذیر نیستند، متافیزیکی‌اند و هیچگونه‌شأن تجربی ندارند؛ ولی چنانچه گزاره‌هایی تجربی تلقّی شوند، لاجرم ابطال‌پذیر محسوب خواهند شد.

این پاسخ، پرسش دیگری را به میان می‌کشد: گزاره‌های احتمالی ابطال‌ناپذیر به چه‌نحو ممکن است ابطال‌پذیر محسوب گردند؟ (در اینکه گزاره‌های احتمالی به طرزی شبیه گزاره‌های تجربی به‌کار برده می‌شوند شکّی نیست:

---

۲. ادینگتن، *The Nature of the Physical World*، چاپ ۱۹۲۸، صفحهٔ ۷۵.

فیزیکدانها خوب می دانند که یك فرض احتمالی چه وقت باطل می گردد.) پرسش مطرح شده دو جنبه دارد: از یك سو لازم است کاربرد {تجربی} گزاره‌های احتمالی برحسب صورت منطقیشان فهمیده شود؛ و از جانب دیگر باید قواعد استعمال ابطال پذیرانهٔ آنها تحلیل گردد.

بنابر مندرجات بخش ۶۶، گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده، با هر برآورد احتمالی پیش نهاده، به درجات مختلف موافق یا مخالف می افتند؛ و اگر برشی نوعی از یك دنبالهٔ احتمالی را در نظر بگیریم، گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده، با اعضای آن به درجاتِ مختلف موافق یا مخالف می افتند. اینجاست که قاعده‌ای روش شناسانه مطرح می سازیم؛ مثلاً قاعده‌ای که برای موافقت گزاره‌های پایه و برآوردهای احتمالی، حدّاقلّی تعیین کند، و بدین نحو مرزی دلخواه رسم نماید و چنین ایجاب کند که فقط برشهای معقول (یا «نمونه‌های سالم») «مجاز» شمرده شوند، و برشهای نامعقول را «ممنوع» بشمارد.

بررسی دقیقتر این پیشنهاد نشان داد که رسم مرز میان ممنوع و مجاز آنقدر هم که در آغاز به‌نظر می رسید، دلخواه نیست. به‌خصوص نیازی نیست که در رسمش «تسامح» روا شود. زیرا قاعده را می توان به‌نحوی تقریر کرد که در آن مرز بین مجاز و ممنوع را حدّ دقّت اندازه‌گیری معیّن سازد (همچنانکه در قوانین دیگر چنین است).

قاعدهٔ روش شناسانهٔ ما که موافق ضابطهٔ تمییزمان آن را پیش نهادیم، منکر پیدایش برشهای غیرمتداول نیست؛ همچنانکه منکر بروز تفاوتهای مکرّر هم نیست (که در دنباله‌های احتمالی زیاد پیش می آید. بلکه قاعدهٔ ما، تنها با پیدایش تفاوتهای قانونمند تکرارناپذیرِ قابل پیش بینی، مانند تفاوتهای یك جهتی یا برشهای غیرمعمول خاصّ، منافات دارد. بنابراین قاعدهٔ مذکور به پیشنهاد یك توافق کلّی اکتفا نمی کند، بلکه بهترین توافق ممکن را در مورد همهٔ امور تکرارپذیر، یا در یك کلام همهٔ پدیده‌های تکرارپذیر، ایجاب می نماید.

۶۹. قانون و اتّفاق

گاه می شنویم که حرکت سیّارگان تابع قوانین دقیق است، ولی نشستن تاس

امری تصادفی و اتّفاقی است. به نظر من تفاوت در آن است که ما تاکنون در پیش بینی حرکت سیّاره‌ها کامیاب بوده‌ایم ولی در پیش بینی برآمد یکایك پرتابهای تاس چندان توفیق نیافته‌ایم.

برای پیش بینی به قانون و شرایط اوّلیّه نیاز داریم؛ اگر قانون مناسب در دست نباشد، یا اگر شرایط اوّلیّه را نتوان معیّن ساخت، شیوهٔ علمی پیش بینی دیگر راه به جایی نخواهد برد. پیداست که در پرتاب تاس، دانش ما نسبت به شرایط اوّلیّه ناقص است. و به شرط اندازه‌گیری دقیق شرایط اوّلیّه، در اینجا نیز انجام پیش بینی میسّر خواهد بود؛ لیکن قواعد تاسبازی درست (مانند تکان دادن جعبهٔ تاسها پیش از انداختن آنها) طوری اختیار شده است که مانع تعیین شرایط اوّلیّه گردد. قواعد بازی و سایر قاعده‌هایی را که برآمدن رویدادها در دنباله‌های پریشان مشروط به رعایت آنهاست، «شروط مبنائی» خواهم نامید؛ شرط «سالم بودن» تاس (یعنی ساخته‌شدنش از مادّه‌ای همگن)، و شرط تکان دادن تاسها پیش از پرتاب، از جمله شروط مبنائی اند.

موارد دیگری نیز هست که پیش‌بینیها درست از کار در نمی‌آید. دلیلِ آن ممکن است این باشد که به قانون مناسبی دست نیافته‌ایم، یا آنکه هرچه جسته‌ایم قانونی نیافته‌ایم، و در نتیجه همه پیش‌بینیهایمان باطل از کار درآمده است. در اینگونه موارد چه‌بسا از یافت شدن قانون یکسره نومید می شویم. (ولی مگر ممکن است علاقه‌ای به حلّ مسأله باقی مانده باشد و بتوان دست از تلاش و جستجو کشید، و مثلاً به پیش بینی بسامدها بسنده نمود؟) با این حال هرگز نمی توان وجود قانون را در زمینه‌ای خاصّ به طور حتم منکر شد. (این امر لازمهٔ اثبات‌ناپذیری تجربی گزاره‌های کلّی است.) پس بنابرآنچه گفته شد، اتّفاق مبدّل به امری ذهنی می گردد.[1]* من هنگامی پای «اتّفاق» را در میان می بینم که دانش کافی برای پیش بینی در دست نباشد؛ مثلاً در پرتاب تاس پای «اتّفاق» در میان است، چون دانش ما نسبت به شرایط اوّلیّهٔ پرتاب ناقص است. (بنابراین اگر ابزارهای مناسب در اختیار

۱*این بدان معنا نیست که من به تفسیر ذهنی احتمال، یا بی نظمی یا پریشانی متشبث شده‌ام.

فیزیکدان باشد، لابد او خواهد توانست نتیجهٔ پرتابی را که سایر مردم از پیش‌بینی اش ناتوانند، پیش بینی کند.

در برابر این دیدگاه ذهنی، کسانی هم دیدگاهی عینی را مطرح ساخته‌اند. من در باب جنبهٔ متافیزیکی دیدگاه عینی که ناظر به معنای ضرورت علّی رویدادهاست سخنی نخواهم گفت (← بخشهای ۷۱ و ۷۸). همین قدر اشاره می کنم که ما در صورت درست از کار درآمدن پیش بینیهایمان، می توانیم بگوییم که به «قانونی» دست یافته‌ایم، ولی در غیر این صورت به هیچ وجه نمی توانیم منکر وجود قانونها یا نظمها گردیم.[۲*]

گذشته از این معنای متافیزیکی، معنای دیگری از این دیدگاه بر می آید که درخور توجّه بیشتر است، و آن اینکه گفته شود هرگاه برآورد احتمالی به تقویت می رسد، باید آن را نمونه‌ای از معنای عینی «اتّفاق» دانست. مراد از به تقویت رسیدن برآوردهای احتمالی همان است که در مورد قانونها و تقویت پیش بینیهای حاکی از وجود نظمهای علّی مبتنی بر قانون گفتیم.

تعریفی که در این دیدگاه از اتّفاق آمده است، تعریف بی فایده‌ای نیست، ولی لازم است به قوّت تأکید کنم که مفهوم تعریف شده، در تقابل با مفهوم قانون قرار نمی گیرد: به همین دلیل بود که من دنباله‌های احتمالی را اتّفاقی ـ نما نامیدم. به‌طور کلّی، دنباله‌ای از نتایج آزمایشها هنگامی اتّفاقی ـ نماست که شروط مبنائی و شرایط اوّلیّه‌اش یکسان نباشند؛ یعنی هنگامی که آزمایشها با شروط مبنائی یکسان ولی با شرایط اوّلیّهٔ مختلف انجام شده باشند، و لاجرم نتایج گوناگون به‌بار آورند. من نمی دانم دنبالهٔ اتّفاقی ـ نمایی که اعضایش به هیچ وجه قابل پیش بینی نباشند به

۲*. در این بند، نظریّه‌ای متافیزیکی را (به واسطهٔ متافیزیکی بودنش) مردود شمرده‌ام که اینك در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی مشتاقانه تبلیغش می‌کنم، زیرا که به گمان من این نظریّه، چشم‌اندازهای تازه‌ای را باز می‌گشاید، و معضلات صعبی را چاره می نمایاند، و احیاناً مطابق واقع نیز هست. هنگام نگارش این کتاب، اگرچه به‌اینکه معتقدات متافیزیکی دارم واقف بودم، ولی بدین نکته وقوف نداشتم که پاره‌ای از نظریّات متافیزیکی عقلاً قابل دفاع‌اند، و به‌رغم آنکه ابطال‌ناپذیر تجربی‌اند، منطقاً نقدپذیر هستند. به‌طور خاصّ آخرین بخش ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را ملاحظه کنید.

واقع یافت می شود یا نه. حتّی اگر بدانیم که دنباله‌ای اتّفاقی ـ نماست باز نمی توانیم نتیجه بگیریم که اعضای آن دنباله پیش بینی ناپذیرند؛ چنانچه مرادمان از «اتّفاقی» معنای ذهنی آن باشد که مرادف جهل نسبت به شرایط اوّلیّه است، دیگر نمی توانیم از «اتّفاقی» بودن اعضای دنباله سخن بگوییم؛ ولی پرپیداست که از این مقدّمه نمی توان این نتیجهٔ «عینی» را گرفت که قانونی وجود ندارد.*۳

نه‌تنها از اتّفاقی بودن دنباله نمی توان نتیجه‌ای دربارهٔ سازگاری یا اختلاف رویدادهای منفرد با قانون گرفت، بلکه از تقویت برآوردهای احتمالی نیز نمی توان حکم به بی قاعدگی مطلق خود دنباله نمود. زیرا می دانیم که برخی دنباله‌های اتّفاقی ـ نما مطابق قاعده‌های ریاضی ساخته می شوند (← پیوست iv). برخورداری دنباله از توزیع برنویی به معنی بی قاعدگی آن نیست، و به هیچ وجه مرادف بی قاعدگی «بنابه تعریف»[1] نمی باشد. درست از کار درآمدن پیش بینیهای احتمالی همین قدر نشان می دهد که دنباله ـ نه رویدادهای سازندهٔ دنباله ـ از ساختار ساده‌ای برخوردار نیست (← بخشهای ۴۳ تا ۵۸). این امر تنها مویّد فرض آزاد از پیامد بودن دنباله‌های اتّفاقی ـ نماست که خود به معنی کشف نشدن قوانین ساده برای آنهاست.

۷۰. نتیجه‌گیری قانونهای کلان از قانونهای خرد

عقیده‌ای هست که اخیراً برآن سخت خرده گرفته‌اند ولی هنوز هم تقریباً از

---

۳. گمان می کنم که اگر به شیوهٔ زیر استدلال می نمودم، مطلب واضحتر می گردید. هرگز نمی توان آزمایشی را به‌طور دقیق تکرار نمود ـ بلکه تنها می توان پاره‌ای از شرایط انجام آزمایش را تاحدودی ثابت نگاه داشت. پس اینکه پاره‌ای از نتایج مکرّراً بر می آیند درحالی که پاره‌ای دیگر بی قاعده تغییر می یابند، نمی تواند دلیل پریشانی، یا اتّفاق عینی، یا نبود قانون انگاشته شود؛ به‌خصوص اگر شرایط انجام آزمایش (مانند آزمایش پرتاب سکّه) عمداً متغیّر باشد. با آنچه تا اینجای متن گفته‌ام هنوز هم موافقم. هرچند می پذیرم که استدلالهای دیگری نیز می توان بر پریشانی عینی اقامه نمود؛ ویکی از این استدلالها که از لانده (وموسوم به «تیغ لانده») است، با بحث حاضر ارتباط زیاد دارد. در بخشهای ۹۰ و بعد ذیلی بر منطق اکتشاف علمی مشروحاً به آن استدلال پرداخته‌ام.

۱. آن‌چنانکه شلیك در *Die Kausalitat in der gegenwärtigen Physik*، مجلّد ۱۹، *Naturwissenschaften*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۷ می گوید.

مسلّمات به شمار می رود. عقیده این است که همهٔ رویدادهای مشهود در مقام تبیین باید رویدادهایی کلان محسوب شوند، و همهٔ آنها را باید برآیند یا نتیجهٔ برهم انباشته شدن و تلفیق رویدادهای خرد دانست. (این عقیده به پاره‌ای از اشکال ماتریالیسم شبیه است.)

این عقیده نیز مانند دیگر اندیشه‌های مشابه خود، در ظاهر فرضیّه‌ای متافیزیکی می نماید که بیانگر قاعده‌ای روشن شناسانه است که فی نفسه اعتراضی بدان وارد نیست. قاعده‌ای که از این عقیده بر می آید می گوید تئوریها را باید با بهره‌جستن از فرضیّه‌های تبیین گر یاد شده (یعنی همان فرضیّه‌هایی که پدیده‌های قابل مشاهده را به صورت برآیند یا حاصل جمع رویدادهای خرد تبیین می کنند) ساده‌تر ساخت و تعمیم داد و وحدت بخشید. این خطاست که فرضیّه‌های غیرآماری راجع به رویدادهای خرد و قوانین تأثیر و تأثّر متقابل آنها را برای تبیین رویدادهای کلان کافی بینگاریم، و توفیق در اعمال قاعدهٔ یاد شده را بر این اساس بسنجیم. بلکه افزون براینگونه فرضیّه‌ها و قوانین، به برآوردهای فرضیّه‌ای بسامد نیز نیازمندیم، زیرا نتایج آماری تنها از مقدّمات آماری به‌دست می آیند. برآوردهای ما از بسامد، فرضیّه‌هایی مستقلّ اند که گاه در حین تحقیق در باب قوانین رویدادهای خرد بر ذهنمان می گذرند، ولی نتیجهٔ {مستقیم} آن قوانین نیستند. برآوردهای بسامدی مجموعهٔ خاصّی از فرضیّه‌ها را تشکیل می دهند که آن فرضیّه‌ها گویی پیدایش نظمها را در کلّ نظامها ممنوع می شمارند.[1] فون میزس این معنا را بسیار روشن آورده است: «حتی کوچکترین و کم اهمیّت‌ترین قضایای تئوری جنبشی گازها نیز بدون در میان آوردن فرضهای آماری اضافی، از خود فیزیك کلاسیك نتیجه نمی شود.»[2]

---

۱. مارك صحیح می گوید (*Die Grundlagen der Quantenmechanik*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۲۵۰) که «ذرّات گاز نمی توانند به اختیار خود عمل کنند؛ بلکه هریك ناگزیر در ارتباط با عملکرد سایر ذرّات عمل می نماید. این امر را که کلّ صرفاً مجموع اجزائش نیست، می توان از اساسی ترین اصول تئوری کوانتوم دانست».

۲. فون میزس، *Über kausale und statistische Gesetz mässigkeiten in der physik*، مجلّد ۱، *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۲۰۷ (← *Naturwissenschaften*، مجلّد ۱۸، چاپ ۱۹۳۰).

دلیل آنکه برآوردهای آماری یا گزاره‌های بسامدی، هرگز از قانونهای «قطعی» نتیجه نمی‌شوند این است که لازمهٔ استنتاج هر پیش‌بینی از این قانونها، آوردن شرایط اوّلیّه در کنار قانونهاست. ولی در استنتاج قانونهای آماری از فرضهای قطعی یا «دقیق»، برآوردِ توزیع آماری شرایط اوّلیّه جانشین خود شرایط اوّلیّه می‌گردد.[۱*]

اینکه در فیزیك نظری بیشتر فرضهای بسامدی فرضیّه‌های حاکی از تساوی احتمالات‌اند مایهٔ شگفتی هست، ولی به هیچ وجه مستلزم «بداهت آشکار» یا صدق سابق بر تجربهٔ آن فرضها نیست. بلکه توجّه به تفاوتهای عظیم میان تئوری کلاسیك آمار، تئوری آماری بوز ـ اینشتین، و تئوری آماری فرمی ـ دیراك نشان می‌دهد که این فرضها چقدر از بداهت به‌دورند. در این تئوریها می‌بینیم که از ترکیب فرضهایی خاصّ با فرضیّه‌ای حاکی از تساوی احتمالات، دنباله‌های مرجع متفاوتی حاصل گشته است که ویژگیهای اصلی آنها در عین برخورداری از توزیع یکسان، باهم یکی نیستند.

اینك با آوردن مثالی نشان می‌دهیم که خواه‌ناخواه از کاربرد فرضهای بسامدی ناگزیر هستیم.

آبشاری را در نظر آورید. در این آبشار به وجود نظمی غریب می‌توان پی برد: بزرگی امواج سازندهٔ آبشار یکسان نیست؛ و گاه‌گاه توده‌ای از قطرات جریان اصلی به اطراف پراکنده می‌شود؛ با این حال در لابلای این همه تغییر، نظمی به چشم می‌خورد که به قوّت بر پدیده‌ای آماری دلالت دارد. گذشته از برخی مسائل حلّ

۱*. نظری که فون میزس در اینجا مطرح می‌نماید، و من نیز آن را برگرفته‌ام، از جانب بسیاری از فیزیکدانها، و از جمله پاول یوردان، مورد مناقشه قرار گرفته است، *Anschauliche Quantenmechanik*، چاپ ۱۹۳۶، صفحهٔ ۲۸۲ را ملاحظه کنید که یوردان در آن جهت ردّ استدلال من، از این امر بهره می‌جوید که پاره‌ای از صور فرضیّهٔ ارگودیك اخیراً به اثبات رسیده‌اند. لیکن گمان می‌کنم استدلالی که آوردم، وقتی به صورت نتایج احتمالی محتاج مقدّمات احتمالی اند مطرح شود ـ مثلاً لزوم گنجاندن فرض تساوی احتمالات در میان مقدّمات مبتنی بر تئوری اندازه‌ها در آن لحاظ شود ـ نه تنها با مثالهای یوردان از اعتبار نمی‌افتد، بلکه بر قوّتش هم افزوده می‌شود. یکی دیگر از ناقدان این نظر، آلبرت اینشتین بود که در آخرین بند نامه‌ای خواندنی که اینك در پیوست *xii** کتاب حاضر به چاپ می‌رسد، در آن مناقشه نمود. گمان من این است که اینشتین در آن زمان به تفسیری ذهنی از احتمال، و نوعی اصل عدم تفاوت (که در تئوری ذهنی ظاهری غیر از فرض تساوی احتمالات دارد)، قائل بود. سالها بعد، اینشتین، دست کم به طور موقّت به تفسیری بسامدی (از تئوری کوانتوم) قائل شد.

نشدهٔ هیدرودینامیك (در ارتباط با تشکیل جریانهای گردابی)، مسیر هر حجم آب را که گروهی از مولکولهاست قاعدتاً می توانیم پیش بینی کنیم؛ و اگر به‌قدر لازم به شرایط اوّلیه وقوف داشته باشیم، به هر دقّت دلخواه در پیش بینی نایل توانیم شد. پس منعی هم برای پیش بینی نقطهٔ عبور و نقطهٔ فروافتادن فلان مولکولی که فعلاً در اوایل آبشار باشد وجود ندارد. بنابراین مسیر حرکت هر توده از ذرّات علی الاصول قابل پیش بینی است، و لذا یکایك افت و خیزهای آماری آبشار را می توان محاسبه کرد. لیکن تنها افت و خیزهای منفرد را می توان بدین نحو پیش بینی نمود، نه نظمهای آماری تکرارشونده و توزیعات آماری کلّ ذرّات را. جهت دست یافتن به این منظور ناگزیریم از فرضهای آماری بهره جوییم. دست کم این فرض را باید مفروض گرفت که پاره‌ای از شرایط اوّلیّهٔ گاه و بی‌گاه برای بسیاری از ذرّات تکرار می شوند؛ (و قبول این منجر به قبول گزاره‌ای کلّی خواهد شد). رسیدن به نتایج آماری هم که فقط و فقط نتیجهٔ اختیار کردن مقدّمات آماری است، استفاده از اینگونه فرضها را (مثلاً فرضهایی دربارهٔ توزیع بسامدی شرایط اوّلیّهٔ تکرار شونده را) ایجاب می کند.

۷۱. گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی

گزارهٔ احتمالی «صورتاً شخصی» در اصطلاح من گزاره‌ای است که احتمالی را به یك پیشامد یا به یك عضو از مجموعه‌ای از پیشامدها نسبت دهد؛[۱]* مانند «احتمال اینکه این تاس در پرتاب بعد پنج بنشیند $\frac{1}{6}$ است»، یا «احتمال اینکه (این تاس) در هریك از پرتابها پنج بنشیند $\frac{1}{6}$ است». از دیدگاه تئوری بسامدی، اصولاً طرح اینگونه گزاره‌ها نادرست است، چه در این تئوری، احتمال تنها به دنباله‌های متناهی پیشامدها یا رویدادها تعلّق می گیرد نه به پیشامدهای منفرد. حال اگر ما با بهره‌جستن از مفهوم احتمال عینی یا بسامد نسبی، تعریف مناسبی از احتمالات صورتاً شخصی به دست دهیم، درست شمردن طرح اینگونه گزاره‌ها دیگر آسان

۱*.مقصود از اصطلاح «*Formalistisch*» در متن آلمانی رساندن معنای گزاره‌ای بود که در صورت شخصی (یا «صورتاً شخصی») باشد، هرچند که بتوان در قالب گزاره‌های آماری تعریفش کرد.

خواهد بود. برای نشان دادن اینکه پیشامد k در دنبالهٔ α عضویّت دارد و دارای ویژگی β است، نماد «$_{\alpha}P_k(\beta)$» را به کار خواهم برد، و عضویّت k در α را هم با نماد «$k \in \alpha$» نشان خواهم داد.[1] حال احتمال صورتاً شخصی را چنین تعریف می‌کنم:

$$_{\alpha}P_k(\beta) = {}_{\alpha}F(\beta) \qquad (k \in \alpha) \qquad \text{(تعریف)}$$

در قالب الفاظ می‌گوییم: احتمال صورتاً شخصی آنکه رویداد k ـ که می‌دانیم عضو دنبالهٔ α است ـ از ویژگی β برخوردار باشد، بنابه تعریف برابر است با احتمال بروز ویژگی β در دنبالهٔ مرجع α.

این تعریف ساده را که شاید هم بدیهی بنماید بسیار سودمند خواهیم یافت، و در توضیح پاره‌ای از مسائل بغرنج تئوری کوانتوم جدید از آن مدد خواهیم جست. (← بخشهای ۷۵ تا ۷۶.)

همچنانکه از تعریف بر می‌آید، اگر در گزارهٔ احتمالی صورتاً شخصی مجموعهٔ مرجع صریحاً مشخصّ نباشد آن گزاره ناقص خواهد بود. ولی هرچند غالباً α را صریحاً مشخصّ نمی‌سازند، در عمل ما می‌دانیم کدام α مقصود است. در نخستین مثالی که پیشتر آوردیم، به دنبالهٔ مرجع α تصریح نکردیم، با این حال کمابیش روشن است که مقصود جمیع دنباله‌های پرتابهای انجام شده با تاسهای سالم است.

اغلب برای هر رویداد k چندین دنبالهٔ مرجع مختلف یافت می‌شود. پر پیداست که به همین دلیل، راجع به رویداد واحد، گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی متفاوت می‌توان آورد. از این روست که مثلاً احتمال مرگ شخص در برههٔ خاصّی از عمر، بسته به آنکه او را عضو کدام گروه سنّی یا کدام گروه شغلی، یا غیر آن بشماریم، فرق می‌کند. چنین نیست که بتوان قاعده‌ای کلّی وضع نمود و در هر

---

۱. علامت «. . . ∈ . . .» که به رابطه موسوم است، یعنی اینکه «. . . عضو مجموعهٔ . . . است» یا آنکه «. . . عضو دنبالهٔ . . . است».

مورد به استناد آن مجموعهٔ مرجع معیّنی را از میان چند مجموعه برگزید. (می توان گفت که غالباً محدودترینِ مجموعه‌های مرجع، مناسبترین آنهاست، مشروط به آنکه آنقدر عضو داشته باشد که برآورد احتمال را برپایهٔ تعمیمهای آماری ممکن سازد، و قرائن کافی نیز در تقویتش موجود باشد).

دیدیم که پیشامد یا رویداد واحد اگر عضو مجموعه‌های مرجع مختلف باشد، ممکن است احتمالات متفاوت بگیرد؛ باتوجّه به این نکته خواهیم توانست بسیاری از پارادوکسهای احتمال را مرتفع سازیم. مثلاً گاه گفته می شود که احتمال رویداد پیش از وقوع با احتمالش پس از وقوع فرق می کند: مثلاً پیش از وقوع احتمال $\frac{1}{6}$ است، ولی پس از وقوع، لاجرم یا ۱ است یا ۰. پیداست که این گفته خطاست. $P_k(\beta)$، چه پیش از وقوع رویداد چه پس از وقوع آن همواره یکسان است. پس از وقوع رویداد هیچ چیز عوض نمی شود، جزاینکه از مشاهدهٔ وقوع رویداد، اطلاّع جدید $k \in \beta$ (یا $k \in \bar{\beta}$) را به دست می آوریم، و برپایهٔ این اطلاّع مجموعهٔ مرجع جدید β (یا $\bar{\beta}$) را اختیار می کنیم، و سپس در پی تعیین مقدار $P_k(\beta)$ یا $P_k(\bar{\beta})$ بر می آییم. آشکار است که مقدار این احتمال ۱، و مقدار $P_k(\bar{\beta})$ برابر ۰ است. گزاره‌های حاکی از نتایج رویدادها در جهان واقع، یعنی گزاره‌هایی به صورت «$k \in \varphi$» که بسامد در آنها موضوع واقع نمی شود، در تعیین احتمال پیشامدها دخالتی ندارند، بلکه تنها انگیزه‌ای برای تعویض مجموعهٔ مرجع فراهم می آورند.

مفهوم گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی، واسطه‌ای برای عبور به تئوری ذهنی، و نیز چنانکه در بخش آینده خواهیم دید به تئوری حوزه‌ها، فراهم می سازد. برای انجام این انتقال می پذیریم که احتمال صورتاً شخصی را (مانند کینز) به معنی «درجهٔ اعتقاد و معقول» بگیریم، مشروط به‌آنکه گزاره‌های بسامدی عینی راهبر «اعتقاد معقول» ما باشند. در این صورت آنچه بدان معتقد باشیم، مبتنی بر گزاره‌ای بسامدی خواهد بود. وچه‌بسا دربارهٔ رویدادی همین قدر بدانیم که آن رویداد متعلّق به فلان مجموعهٔ مرجع است، و ما فلان برآورد احتمالی را قبلاً در آن مجموعه با موفقیّت امتحان کرده‌ایم. هرچند با دانستن این امر نخواهیم توانست ویژگیهای رویداد را پیش‌بینی کنیم، ولی خواهیم توانست آنچه را به کمک گزاره‌های احتمالی

صورتاً شخصی دربارهٔ رویداد آموخته‌ایم، بیان کنیم؛ و بیان اینها شبیه است به انجام پیش بینی غیردقیق دربارهٔ آن رویداد.[۲*]

بنابراین من به تفسیر ذهنی گزاره‌های احتمالی حاکی از رویدادهای منفرد معترض نیستم. یعنی اعتراضی ندارم که اینگونه گزاره‌ها، پیش‌بینیهای غیرقطعی، یا به اصطلاح نوعی اعتراف به جهل نسبی دربارهٔ رویدادها، تلقّی شوند. (زیرا گزاره‌های بسامدی به خودی خود، دربارهٔ رویدادهای منفرد هیچ خبری به ما نمی‌دهند.) مادام که متذکّر باشیم در این میان تنها گزاره‌های بسامدی عینی آزمون پذیرند، و از این رو اصالت با آنهاست، من هیچ اعتراضی نخواهم داشت. ولی مخالف آنم که گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی، حاکی از امور واقع عینی غیر آماری انگاشته شوند. منظورم این است که احتمال $\frac{1}{6}$ در بازی با تاس، صرفاً نشانهٔ اعتراف به ندانستن پاره‌ای از امور (تئوری ذهنی) نیست، بلکه نشان می‌دهد نتیجهٔ عینی پرتاب بعد نه تشخصّ یافته است نه ضرورت، و همچنان پادرهواست.[۳*] به نظر من همهٔ تلاشهایی که در جهت به دست دادن اینگونه تفسیر عینی نموده‌اند (و نمونه‌اش به تفصیل در آثار جینز یافت می‌شود) برخطا بوده است. اینگونه تفسیرها هرقدر هم نافی ضرورت علّی و معلولی قلمداد شوند، این اندیشهٔ متافیزیکی در همهٔ آنها نهفته است که گذشته از امکان انجام پیش بینی و آزمودن پیش بینیها در طبیعت، خود طبیعت نیز کمابیش «تابع علیّت» (یا منافی علیّت) می‌باشد؛ و لذا مسئولیّت کامیابی (یا شکست) پیش بینیها با قانونهای مولّد آنها نیست، بلکه

۲* درحال حاضر گمان می‌کنم که بررسی ارتباط میان تفسیرهای گوناگون تئوری احتمال راه بسیار ساده‌تری دارد که عبارت است از به دست دادن دستگاهی صوری از اصول موضوعه یا مصادرات، و اثبات صادق بودن آن دستگاه در تفسیرهای مختلف. از این رو بیشتر مباحث آتی این فصل (بخشهای ۷۱ تا ۷۲) را منسوخ می‌دانم. پیوست iv*، و فصول *ii*، *iii**، و v* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را ملاحظه کنید. باوجود این، هنوز با بیشتر آنچه نوشته‌ام موافق هستم، مشروط به آنکه «مجموعه‌های مرجع» را همیشه شرایط دخیل در آزمایش معیّن سازند تا بتوان «بسامدها» را نتیجهٔ «استعدادها» دانست.

۳* اکنون دیگر به پا در هوائی رویدادها معترض نیستم، بلکه معتقدم که بهترین تفسیر تئوری احتمال، تفسیر آن به صورت نظریّه‌ای در باب استعداد رویدادها به تحقّقهای گوناگون است. (ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را ببینید.) ولی هنوز هم با اینکه تئوری احتمال را باید بدین شیوه تفسیر نمود مخالفت هستم. به‌عبارت دیگر، تفسیر استعدادی، در نظر من، حدسی است در باب ساختار جهان.

کامیابی (یا شکست) به دلیل آن است که طبیعت تابع آن قوانین است (یا نیست).*۴

۷۲. تئوری حوزه‌ها

در بخش ۳۴ گفتم که هرگاه درجهٔ ابطال‌پذیری گزاره‌ای بیش از دیگری باشد، آن گزاره منطقاً نامحتملتر، و گزارهٔ ابطال ناپذیرتر، منطقاً محتملتر است. گزارهٔ منطقاً نامحتملتر، متضمِّن گزارهٔ منطقاً محتمل است.[۱] میان این دو مفهوم احتمال منطقی و احتمال عددیِ عینی یا صورتاً شخصی، مناسبتی است. برخی از فیلسوفان احتمالات (بولتسانو، فون کریز، وایسمان) کوشیده‌اند تا حساب احتمالات را بر مفهوم حوزهٔ منطقی، و لذا بر مفهومی منطبق بر احتمال منطقی (← بخش ۳۷) مبتنی سازند؛ و نیز در این کار کوشیده‌اند تا مناسبتهای میان احتمالات عددی و منطقی را معلوم سازند.

وایسمان[۲] برآن است که درجهٔ همبستگی حوزه‌های منطقی گزاره‌های گوناگون (یا به اصطلاح نسبت آنها) را باید به کمك بسامدهای نسبی آنها اندازه گرفت، و بسامدها را معیِّن کنندهٔ دستگاهی از اصول و قواعد اندازه‌گیری حوزه‌ها فرض کرد. به نظر من تأسیس تئوری احتمالات براین پایه میسَّر است. در واقع نتیجهٔ این کار، با آنچه از تعریف گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی، و ارتباط بسامدهای نسبی با «پیش بینی های غیرقطعی»، که در بخش پیش گفته شد بر می آید یکی است.

لیکن باید گفت که تعریف احتمال بدین روش تنها هنگامی عملی و موفَّق خواهد بود که تئوری بسامدی از پیش موجود باشد. وگرنه لازم است که ابتدا معلوم شود تعریف خود بسامدهایی که در تعریف دستگاه اصول و قواعد اندازه‌گیری

---

*۴. این وصف عتاب‌آلود، کاملاً متوجّه آراء خودم به صورتی که در «موخّرهٔ متافیزیکی» ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، تحت عنوان «تفسیر استعدادی تئوری احتمال» آورده‌ام، نیز هست.

۱. معمولاً چنین است (← بخش ۳۵).

۲. وایسمان، *Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbergriffes*، مجلّد ۱، نشریهٔ *Erkenntnis*، سال ۱۹۳۰، صفحهٔ ۱۲۸ و بعد.

آمده‌اند، چیست. حال آنکه با دردست بودن تئوری بسامدی، در میان آوردن تئوری حوزه‌ها دیگر وجهی نخواهد داشت. باوجود این، صرف عملی بودن طرح وایسمان در نظر من از اهمیّت برخوردار است. یافتن تئوری جامعتری که تلاشهای گوناگونی را که در آغاز یکسره بیگانه از هم می نمودند ـ به‌ویژه تفسیرهای ذهنی و عینی را ـ به هم مرتبط می سازد، مایهٔ خشنودی است. طرح وایسمان البتّه نیازمند اندکی اصلاح است. وی در آوردن مفهوم نسبت حوزه‌ها (← حاشیهٔ ۲ ؛ بخش ۴۸) نه تنها مقایسه‌پذیری حوزه‌ها را به کمك نسبت زیرمجموعگی (یا نسبت تضمّن) مفروض گرفته، بلکه در کلّ، حوزه‌هایی را که دارای عموم و خصوص من وجه باشند (حوزهٔ گزاره‌های مقایسه‌ناپذیر را) نیز مقایسه‌پذیر فرض کرده است. حال آنکه فرض اخیر که دشواریهای بسیاری با خود دارد، زائد است. می توان نشان داد که در موارد خاصّ (همچون پریشانی دنباله) نتیجهٔ مقایسهٔ نسبتهای زیرمجموعگی و مقایسهٔ بسامدها همواره یکسان است. این امر، مرتبط ساختن بسامدها به حوزه‌ها را به منظور اندازه‌گیری حوزه‌ها، توجیه می کند. برای انجام این کار گزاره‌ها را (گزاره‌هایی را که از جهت زیر مجموعگی حوزه‌هایشان مقایسه‌ناپذیرند) مقایسه‌پذیر می سازیم. اینك روش یاد شده را به‌نحو اجمالی تشریح می کنم:

چنانچه میان دو مجموعه γ و β از ویژگیها، نسبت زیرمجموعگی

$$\gamma \subset \beta$$

برقرار باشد، داریم:

$$(k)[Fsb(k \in \gamma) \geqslant Fsb(k \in \beta)] \qquad (\leftarrow \text{بخش } ۳۳)$$

لذا احتمال منطقی یا حوزهٔ گزارهٔ $(k \in \gamma)$ باید کوچکتر از آنِ گزارهٔ $(k \in \beta)$، یا مساوی آن، باشد. تساوی فقط هنگامی برقرار خواهد بود که مجموعهٔ مرجع α (که ممکن است مجموعهٔ عمومی باشد) یافت شود و قاعدهٔ زیر که به صورت یك «قانون طبیعت» است در آن صادق باشد.

$$(x)\{[x \in (\alpha.\beta)] \rightarrow (x \in \gamma)\}$$

اگر این «قانون طبیعت» صادق نباشد، و از این جهت بتوان فرض را بر پریشانی گذاشت، نامساوی برقرار خواهد بود. امّا چنانچه « شما را باشد و بتوان آن را دنبالهٔ مرجع شمرد، نتیجه می گیریم که:

$$_{\alpha}F(\gamma) < {}_{\alpha}F(\beta)$$

این بدان معنی است که به هنگام پریشانی، از مقایسهٔ حوزه‌ها و مقایسهٔ بسامدهای نسبی، یك نامساوی به دست می آید. بنابراین هرجا پریشانی درمیان باشد، می توان بسامدهای نسبی را نظیر حوزه‌ها گرفت و حوزه‌ها را اندازه‌پذیر ساخت. در بخش ۷۱، در تعریف گزاره‌های احتمالی صورةً شخصی همین کار را به‌نحو غیرمستقیم کردیم. در واقع از مفروضات یاد شده، مستقیماً می توان نتیجه گرفت که:

$$_{\alpha}P_{\text{A}}(\gamma) < {}_{\alpha}P_{\text{A}}(\beta)$$

بدین ترتیب به همانجایی بازگشته‌ایم که در آغاز از آن شروع کردیم؛ یعنی بر سر مسألهٔ تفسیر احتمال رسیده‌ایم. اینك می بینیم که اختلاف میان تئوریهای عینی و ذهنی که در آغاز بسیار بزرگ می نمود، با تعریف تقریباً بدیهی احتمال صورتاً شخصی، کاملاً از میان برداشته می شود.

فصل IX

ملاحظاتی در باب تئوری کوانتوم

کاوش در مبحث احتمالات ابزارهایی در اختیارمان نهاده که اینك آنها را در حلّ یکی از مسائل مطروحه در علوم جدید به‌کار می‌گیریم و امتحان می‌کنیم؛ در این فصل با استفاده از آن ابزارها به تحلیل و توضیح پاره‌ای از پیچیدگیهای تئوری کوانتوم جدید خواهیم پرداخت.

شاید فیزیکدانها عزم گستاخانهٔ مرا برای حمله به یکی از مسائل بنیادی فیزیك با روشهای فلسفی یا منطقی، جدّی نگیرند. و من می‌پذیرم که شکّاکیّت آنان بجاست و تأمّلشان اساسی متین دارد؛ با این حال امیدوارم که بتوانم این تردید را مرتفع سازم. خوب است به خاطر بسپاریم که در هر شاخه از علوم تجربی، گاه پرسشهایی مطرح می‌شود که بیشتر جنبهٔ منطقی دارند تا علمی. و دیده‌ایم که متخصصّان فیزیك کوانتوم، با اشتیاق در بحثهای معرفت‌شناسانه مشارکت می‌جویند. شاید این نشانهٔ آن باشد که آنان خود دریافته‌اند که پاسخ پاره‌ای از مسائل حلّ نشدهٔ فیزیك کوانتوم را باید در زمین بی صاحبی جست که در مرز میان فیزیك و منطق واقع است.

ابتدا نتایج عمده‌ای را که از مباحث آینده خواهم گرفت، پیشاپیش بیان می‌کنم:

(۱) در تئوری کوانتوم فرمولهایی ریاضی هست که هایزنبرگ آنها را در قالب اصل عدم قطعیّت خود تفسیر نموده است، و آنها را حاکی از محدودهٔ عدم قطعیّت اندازه‌گیری قلمداد کرده است. من ثابت می کنم که این فرمولها از جنس گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی (← بخش ۷۱) هستند، ولاجرم به صورت آماری تفسیر می شوند. از این دیدگاه، فرمولهای مذکور، برقراری روابط مشخصی را میان محدوده‌های «پاشندگی» یا «وردایی» یا «پراکندگی» آماری بیان می کنند. (این روابط را در اینجا «روابط پراکندگی آماری» خواهیم نامید.)

(۲) نشان خواهم داد که انجام اندازه‌گیریهایی دقیقتر از آنکه اصل عدم قطعیّت مجاز می شمارد، با فرمولهای تئوری کوانتوم یا تفسیر آماری این تئوری منافات ندارد. و از این رو اگر هم روزگاری چنان اندازه‌گیریهای دقیقی انجام شوند، تئوری کوانتوم الزاماً باطل نخواهد شد.

(۳) بنابراین وجود حدّی برای دقّت، که مدّعای هاینزنبرگ است، نتیجهٔ منطقی فرمولهای تئوری کوانتوم نیست، بلکه فرضی علی‌حده یا اضافی است.

(۴) ثابت خواهم نمود که در صورت تفسیر آماری فرمولهای تئوری کوانتوم، فرض اضافی هاینزنبرگ با آن فرمولها در تناقض خواهد افتاد. زیرا نه تنها انجام اندازه‌گیریهای دقیقتر از آنچه آن فرض مجاز می دارد، با تئوری کوانتوم منافات ندارد، بلکه تشریح آزمایشهایی خیالی که اُمکان انجام اندازه‌گیریهای دقیقتر را نشان دهند نیز میسّر است. به گمان من همهٔ معضلاتی که بنای تحسین انگیز فیزیك کوانتوم جدید را محصور ساخته‌اند، ریشه در همین تناقض دارند؛ این معضلات چندان مایهٔ دردسرند که تیرینگ کارش به جایی رسیده که بگوید این تئوری «به اعتراف مبدعانش، برای ایشان هنوز معمّایی سربسته مانده است».[۱]

آنچه خواهد آمد پژوهشی در مبانی تئوری کوانتوم است[۲]؛ در این پژوهش،

---

۱. هانس تیرینگ، *Die Wandlung des Begriffssystems der physik* (مقاله در *Kries und Neuaufbau in der exakten Wissenschaften Fünf Wiener Vorläge*، اثر مارك، تیرینگ، هان، نوبلینگ، و منگر؛ Verlag Deuticke، وین و لایپزیك، ۱۹۳۳، صفحهٔ ۳۰.

۲. در مطالب زیر تنها به بحث دربارهٔ تفسیر فیزیك کوانتوم خواهیم پرداخت، وسخنی هم از مسائل مربوط به میدانهای ←

از درگیر شدن با مباحث ریاضی یکسره پرهیز خواهم جست، و جزیك فرمول، هیچ فرمول ریاضی را در میان نخواهم آورد. من در صحّت مجموعهٔ فرمولهای ریاضی تئوری کوانتوم مناقشه نمی کنم، بلکه تنها به بررسی پیامدهای منطقی تفسیر فیزیکی بورن از این تئوری خواهم پرداخت.

در باب نزاع برخاسته بر سر «علّیّت» هم این را بگویم که از این نظام متافیزیکی مبتنی بر نفی ضرورت علّی و معلولی که این روزها مقبول عام افتاده است رویگردانم. این نظام از نظام متافیزیکی مبتنی بر ضرورت علّی و معلولی که پیشتر نزد فیزیکدانها پذیرفته بود، روشنتر نیست، بلکه تنها سترونی اش بیشتر است.

از آنجا که به قصد هرچه روشنتر ساختن مطلب از هیچ نقدی فروگذار نخواهم کرد، جا دارد همینجا تصریح کنم که به نظر من آفرینندگان تئوری کوانتوم جدید، یکی از بزرگترین کامیابیهای کلّ تاریخ علم را ارمغان آورده‌اند.[۱*]

۷۳. برنامهٔ هایزنبرگ و فرمولهای عدم قطعیّت

هاینزنبرگ چون به قصد پی افکندن اساسی تازه برای تئوری اتمی برخاست، کار خویش را با برنامه‌ای معرفت‌شناسانه آغاز نمود.[۱] برآن شد تا این تئوری را از وجود هرآنچه «مشاهده‌ناپذیر» است و به چنگ مشاهدهٔ تجربی نمی افتد ـ به

→

موجی (تئوری جذب و گسیل دیراك؛ «کوانتش دوّم» معادلات موج مکسول ـ دیراك) نخواهم گفت. قصدم از ذکر این امر آن است که در اینجا مسائلی مانند تفسیر هم ارزی میدان موج کوانتیده و گاز ذرّه‌ای مطرح است که استدلال من در مورد آنها (اگر صائب باشد) باید بادقّت بسیار به‌کار رود.

۱* نظرم در این باب، و نیز در باب نکات اصلی انتقاد یاده شده، همچنان تغییر نکرده است. امّا اینك دیگر همراه با تغییر تفسیرم از احتمال، تفسیر خود را از تئوری کوانتوم نیز عوض کرده‌ام. آراء کنونی مرا در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی می توان یافت، که در آن مستقلاً از بحث دربارهٔ تئوری کوانتوم، از عدم ضرورت علّی و معلولی دفاع کرده‌ام.

به استثنای بخش ۷۷ (که برخطایی مبتنی است) مندرجات این فصل، به ویژه بخش ۷۶، در نظرم همچنان از اهمیّت برخوردار است.

۱. ورنر هایزنبرگ، مجلّد ۳۳، *Zeitschrift für physik*، چاپ ۱۹۲۵، صفحهٔ ۸۷۹؛ مرجع اصلی من در مطالب زیر کتاب *Die Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie* چاپ ۱۹۳۰ از هایزنبرگ است. ترجمهٔ انگلیسی به قلم اِکارت و هویت: *The Physial Principles of Quantum Theory*، چاپ ۱۹۳۰ در شیکاگو.

اصطلاح از عناصر متافیزیکی ـ بپیراید. این قبیل کمیّات مشاهده‌ناپذیر، در تئوری بور که مقدّم بر تئوری هایزنبرگ بود، یافت می شد: مدار گردش الکترونها یا بسامد این گردش، برهیچ کمّیّت مشاهده‌پذیر منطبق نبود (بسامدهای گسیلی که به صورت خطوط طیفی قابل مشاهده بودند، بر بسامد گردش الکترونها قابل تطبیق نبودند). هایزنبرگ امید می برد که با بیرون ریختن کمیّات مشاهده‌ناپذیر، کاستیهای تئوری بور را رفع کند.

شبیه این وضع هنگامی بود که اینشتین درصدد به‌دست دادن تفسیر تازه‌ای از فرضیّهٔ فیتز جرالد ـ لورنتس برآمد. فرضیّهٔ مذکور نتیجهٔ منفی آزمایش مایکلسن ـ مولی را با بهره‌جستن از کمیّات مشاهده‌ناپذیری چون حرکت نسبت به اتر ساکن، یعنی کمیّاتی که به چنگ مشاهدهٔ تجربی نمی افتند، تبیین می نمود. هم این فرضیّه، هم تئوری بور، هردو از عهدهٔ تبیین فرایندهای طبیعی بر می آمدند؛ ولی هردو به این فرض ناموجّه توسّل می جستند که دست طبیعت همواره برخی رویدادها و کمیّات را از دید آزمونهای تجربی پنهان نگاه می دارد.

اینشتین ثابت نمود که رویدادهای مشاهده‌ناپذیر را از نظریّهٔ لورنتس می توان حذف کرد. و برخی برآنند که تئوری هایزنبرگ نیز، دست کم از حیث محتوای ریاضی، همین را دربارهٔ تئوری بور ثابت کرده است. لیکن چنین می نماید که جای اصلاح همچنان باز است، و از آن زاویه که خود هایزنبرگ به تئوریش می نگریست نیز، باب تکمیل بسته نیست. زیرا بنابه تفسیر وی، طبیعت همچنان می تواند پاره‌ای از کمیّات مندرج در تئوری را با تلبیس و مکر از چشم ما پوشیده نگه دارد.

این امر مربوط به همان اصل عدم قطعیّت وی است که ما آن را این طور بیان می کنیم: در هر اندازه‌گیری فیزیکی، میان شیء در دست اندازه‌گیری و وسیلهٔ اندازه‌گیری (که ممکن است شخص ناظر باشد)، همواره مقداری انرژی مبادله می شود. مثلاً در اثر تاباندن پرتوی از نور بر شیء، بخشی از نور بازتابیده و جذب وسیلهٔ اندازه‌گیری می شود. اینگونه مبادلهٔ انرژی، باعث تغییر حالت شیء نسبت به حالت پیش از انجام اندازه‌گیری خواهد شد. بنابراین می توان گفت که اندازه‌گیری همواره خبر از حالتی می دهد که خودش آن را از میان برده است. اگر شیء دردست

اندازه‌گیری شیئی کلان باشد، می توان از تأثیر اندازه‌گیری در آن چشم پوشید، ولی در مورد اشیاء دارای ابعاد اتمی نمی توان چنین کرد؛ چه‌بسا تابش نور نیز براینگونه اشیاء تأثیر بسیار بنهد. لذا استنباط حالت دقیق اشیاء اتمی از روی نتایج اندازه‌گیری، بلافاصله پس از اندازه‌گیری محال است. بنابراین دیگر اندازه‌گیری را نمی توان زمینه‌ساز پیش بینی دانست. هرچند با انجام اندازه‌گیریهای جدید، همواره حالتی را که شیء پس از اندازه‌گیری پیشین داشته است می توان تعیین کرد، ولی این خود مستلزم دخالت در سیستم است. و هرچند اندازه‌گیری را همیشه می توان چنان ترتیب داد که رکنی از ارکان حالت شیء ـ مثلاً اندازهٔ حرکت ذرّه ـ در ضمن آن دست نخورده بماند، ولی این تنها به خرج دخالت بیشتر در سایر ارکان ـ در این مورد وضعیّت ذرّه ـ میسّر خواهد بود. هرگاه میان دو کمیّت چنین رابطه‌ای برقرار باشد، حتّی اگر یکایك آن دو را بتوان جداگانه بادقّت اندازه گرفت، اندازه‌گیری دقیق هردو در یك زمان محال خواهد بود. از این رو اگر دقّت اندازه‌گیری یکی از دو کمیّت ـ مثلاً اندازهٔ حرکت P_x ـ را زیاد کنیم ـ و به عبارت دیگر اگر حوزه یا محدودهٔ خطای ΔP_x را کوچك سازیم ـ خواه‌ناخواه دقّت اندازه‌گیری مؤلّفهٔ x را کم، و محدودهٔ خطای Δx را بزرگ خواهیم ساخت.

هایزنبرگ اینگونه استدلال می کند که دقّت اندازه‌گیری محدود به حدّی است که در فرمول عدم قطعیّت مقرّر شده:[۲]

$$\Delta x.\ \Delta P_x \geq \frac{h}{۴\pi}$$

نظایر این فرمول در سایر مختصّات نیز برقرارند. این فرمول می‌گوید حاصلضرب دو حوزهٔ خطا دست کم ضریبی از h، یعنی کوانتوم کنش پلانك است. این فرمول نتیجه می دهد که اندازه‌گیری هرکدام از دو کمیّت بادقّت تامّ، خواه‌ناخواه به عدم قطعیّت کامل در اندازه‌گیری کمیّت دیگر می انجامد.

بنابر روابط عدم قطعیّت هایزنبرگ، اندازه‌گیری وضعیّت، همیشه مانع

---

۲. برای مرجعی که نحوهٔ استنتاج این فرمول را به دست دهد، ← حاشیهٔ ۲ بخش ۷۵.

اندازه‌گیری دقیق مؤلّفهٔ اندازهٔ حرکت است. لذا پیش بینی مسیر ذرّه اصولاً ناممکن است، و به قولی: «مفهوم (مسیر) در مکانیك جدید هیچ معنای محصّلی ندارد ....»[۳]

نخستین مشکل همینجا به‌میان می آید. روابط عدم قطعیّت، فقط ناظر به کمّیّاتی (مختصّ حالات فیزیکی) هستند که ذرّه آن کمیات را پس از اندازه‌گیری پیدا می کند. اصولاً در دقّت تعیین وضعیّت و اندازه حرکت الکترون، تا لحظهٔ اندازه‌گیری، محدودیّتی وجود ندارد. زیرا می توان چندین اندازه‌گیری را پشت سرهم انجام داد، و مقادیر مورد نظر را به دقت تعیین کرد، و سپس با تلفیق نتایج اندازه‌گیریها، مختصّات دقیق اندازه حرکت و وضعیّت را در هر زمان بین دو اندازه‌گیری (فی المثل در فواصل زمانی زیر[۴]) محاسبه نمود: (الف) بین دو اندازه‌گیری وضعیّت؛ (ب) بین اندازه‌گیری اندازه حرکت و اندازه‌گیری وضعیّت پس از آن؛ (پ) بین اندازه‌گیری اندازه حرکت و اندازه‌گیری وضعیّت پیش از آن. ولی به زعم هایزنبرگ این محاسبات دقیق به‌کار پیش بینی نمی خورند و آزمودنی هم نیستند. زیرا اینگونه محاسبات مربوط به مسیر ذرّه بین دو آزمایش، تنها درصورتی معتبر خواهند بود که آزمایش دوّم تالی بلافصل اوّلی باشد، و در فاصلهٔ میان آن دو هیچ دخالتی صورت نگیرد. حال آنکه انجام هرگونه آزمایش جهت وارسی مسیر بین دو آزمایش، خواه‌ناخواه در مسیر دخالت می کند و محاسبهٔ دقیق آن را دستخوش تغییر می سازد، و نتیجه را از اعتبار می اندازد. هایزنبرگ در وصف اینگونه محاسبات دقیق می گوید: «... نسبت دادن هرگونه واقعیّت فیزیکی به محاسبات حاکی از گذشتهٔ الکترون، امری است به کلّی مربوط به ذوق و سلیقه.»[۵] آشکار

---

۳. مارك، *Die Grundlagen der Quanten mechanik*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۵۵.

۴. در بخش ۷۷ و پیوست vi به تفصیل نشان خواهم داد که حالت (ب) تحت شرایط خاصّ امکان می دهد تا گذشتهٔ الکترون پیش از انجام اوّلین اندازه‌گیری محاسبه شود. (نقل قول بعد از هایزنبرگ تلویحاً بیانگر این امر به نظر می رسد.) * اینك این پانوشت را، مانند بخش ۷۷، نادرست می دانم.

۵. هایزنبرگ، *Die Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*، (چاپ ۱۹۳۰)، صفحهٔ ۱۵. (در ترجمهٔ انگلیسی، صفحهٔ ۲۰، عبارت «*is a matter of personal belief*» آمده است.)

است که این گفته مستلزم بی‌اعتباری محاسبات آزمون‌پذیر مسیر در نزد فیزیکدانهاست. شلیك در تأیید این گفتهٔ هایزنبرگ می نویسد: «نظر من از این هم شدیدتر است و کاملاً با آراء خود بور و هایزنبرگ که به اعتقاد من مناقشه‌ناپذیرند، سازگار است. برای گزاره‌ای که از ابعاد اتمی وضعیّت الکترون خبر دهد، ولی اثبات‌پذیر نباشد، هیچ معنایی نمی توان قائل شد؛ و سخن گفتن از «مسیر» ذرّبین دو نقطهٔ مشاهده شده بی‌معنی است».[۶] (در آثار مارك[۷]، وایل[۸]، و دیگران نیز سخنانی شبیه این یافت می شود.)

ولی اندکی پیش شنیدیم که بر وفق یك نظام صوری جدید، محاسبهٔ همین مسیر «بی معنا» یا «متافیزیکی» میسّر است. این دلیلی است برآنکه هایزنبرگ در به انجام رسانیدن برنامه‌ای که پیش گرفته بود، ناکام مانده است. زیرا در وضع کنونی تنها به دو تفسیر می توان قائل شد. یکی اینکه ذرّه، فی الواقع وضعیّت دقیق و اندازه حرکت دقیق (و لذا مسیر دقیق) دارد، ولی اندازه‌گیری همزمان هر دو برای ما میسّر نیست. در این صورت باید پذیرفت که طبیعت همچنان در پنهان داشتن پاره‌ای از کمیّات فیزیکی از چشم ما کامیاب است؛ هرچند خود وضعیّت یا خود اندازه حرکت برما پوشیده نیست، ترکیب آن دو، یعنی «وضعیّت همراه اندازه حرکت» یا «مسیر» هرگز به دست ما نخواهد افتاد. مطابق این تفسیر، اصل عدم قطعیّت بر دانش ما حدّی مقرّر می کند، و لذا این تفسیری ذهنی از آن اصل است. تفسیر دیگر، که تفسیری عینی است می گوید قائل شدن به «وضعیّت همراه اندازه حرکت» یا «مسیر» دقیق برای ذرّات، جایز نیست، بلکه سخنی نادرست یا متافیزیکی است: ذرّات اصولاً «مسیر» ندارند، آنچه هست تنها وضعیّت دقیق همراه با اندازه حرکت نادقیق، یا اندازه حرکت دقیق همراه با وضعیّت نادقیق است. حتّی با پذیرفتن این

---

۶. شلیك، *Die Kausatität in der gegenwärtigen physik*، مجلّد ۱۹، *Die Naturwissenschaften*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۹.

۷. مارك، چند جای اثر پیشین (مثلاً صفحات ۱ و بعد، و صفحهٔ ۵۷).

۸. وایل، *Gruppentheorie und Quantenmechanik*، چاپ دوّم ۱۹۳۱، صفحهٔ ۶۸ (← آخرین نقل قول بخش ۷۵ «معنای این مفاهیم...»). بند مذکور، در ترجمهٔ انگلیسی *The theory of Groups and Quantum mechenics*، چاپ ۱۹۳۱، ظاهراً از قلم افتاده است.

تفسیر نیز عناصر متافیزیکی همچنان در ساختار صوری تئوری باقی خواهند ماند؛ زیرا همچنانکه دیدیم، «مسیر» یا «وضعیّت همراه با اندازه حرکت» هر ذرّه را در مقاطعی از زمان که در اساس به مشاهده در نمی‌آیند می‌توان با دقّت محاسبه نمود.

ملاحظهٔ اینگونه پراکنده‌گوییهای حامیان فرمول عدم قطعیّت، که گاه به تفسیر ذهنی می‌گرایند و گاه دست به دامان تفسیر عینی می‌گردند، نکته‌آموز است. برای نمونه، شلیك بلافاصله پس از ابراز گرایش به تفسیر عینی، آنگونه که از وی نقل کردیم، می‌نویسد: «رویدادهای طبیعی را نمی‌توان «مشوّش» یا «فاقد دقّت» خواند، بلکه تنها اندیشه‌های ما بدین اوصاف متصّف توانند شد (به ویژه هنگامی که ندانیم کدام گزاره‌ها صادق‌اند.)» آشکار است که این گفته با تفسیر عینی ناسازگار است که می‌گوید اندازه‌گیری وضعیّت باعث «مشوّش گشتن» یا «محوشدن»[۱]* خود اندازهٔ حرکت می‌شود، نه آنچه ما می‌دانیم. صاحب‌نظران دیگر هم اینگونه پراکنده گفته‌اند. باری، خواه تفسیر عینی پذیرفته گردد، خواه تفسیر ذهنی، هایزنبرگ تکلیفی را که برعهدهٔ خویش نهاده بود و می‌خواست همهٔ عناصر متافیزیکی را از تئوری اتمی بزداید، ادا ننموده است. هایزنبرگ به قصد آشتی دادن این دو تفسیر ناسازگار می‌گوید: «دیگر نباید سودای فیزیك (عینی) داشت؛ یعنی جهان را نمی‌توان به عین و ذهن تقسیم نمود.»[۹] ولی اینگونه عبارات کارگشا نیست. هایزنبرگ از انجام تکلیفی که برعهدهٔ خویش نهاد، فروماند، و تئوری کوانتوم همچنان از عناصر متافیزیکی ناپیراسته است.

۷۴. بیان اجمالی تفسیر آماری، تئوری کوانتوم

هایزنبرگ در استنتاج روابط عدم قطعیّت، به پیروی از بور، «تصویر کوانتومی

۱* کاربرد اصطلاح «محو» («smeared») در این معنی از شرودینگر است. مسألهٔ وجود عینی یا نبود «مسیر» ـ خواه مسیر «محوشده»، خواه مسیری که کاملاً شناخته نیست ـ به گمان من مسأله‌ای اساسی است. آزمایش اینشتین، پودلسکی، وروزن، که در پیوستهای xi* و xii* به آن پرداخته‌ام بر اهمیّت این مسأله افزوده است.

۹. هایزنبرگ، *Physicalische Pinzipier*، صفحهٔ ۴۹.

ذرّه» و «تصویر کوانتومی موج» را برای نمایش فرایندهای اتمی، دارای ارزش یکسان می شمارد.

دلیل این رأی آن است که تئوری کوانتوم جدید، در دو راستای متفاوت به پیش رفته است. هایزنبرگ از تئوری کلاسیکِ ذرّه شمردن الکترون آغاز کرد، و تفسیر کوانتومی جدیدی به دست داد؛ ولی شرودینگر از تئوری موج دوبروی (که آن هم «کلاسیك» است) آغاز نمود؛ و هر الکترون را منطبق بر یك «بستهٔ موج» (یعنی گروهی از نوسانات که هرگاه در درون منطقهٔ کوچکی تداخل یابند، بر قوّت یکدیگر می افزایند، ولی در بیرون از آن منطقهٔ کوچك، اثر یکدیگر را خنثی می سازند) گرفت. شرودینگر بعدها مبرهن نمود که نتایج به‌بار آمده از مکانیك موجی او، از نظر ریاضی با نتایج مکانیك ذرّه‌ای هایزنبرگ هم ارزند.

هم ارزی دو تصویر ذرّه‌ای و موجی، که در اساس مختلف‌اند، تناقض آمیز می نماید، ولی تفسیر آماری بورن از آن دو، گره تناقض را باز می گشاید. بورن ثابت نمود که تئوری موجی را می توان نوعی تئوری ذرّه‌ای تلقّی کرد؛ زیرا در تفسیر معادلهٔ موج شرودینگر، می توان گفت که این معادله احتمال یافت شدن ذرّه را در منطقهٔ معینی از فضا به‌دست می دهد. (احتمال را مجذور دامنهٔ موج معیّن می سازد؛ در درون بسته موج که موجها بر قوّت یکدیگر می افزایند، احتمال زیاد است، و در بیرون آن، به صفر میل می کند.)

آنچه باعث اقدام به تفسیر آماری تئوری کوانتوم گردید، وجوه گوناگون جغرافیای مسائل در آن عصر بود. مهمترین مسأله عبارت بود از تعیین طیفهای اتمی، که پس از فرضیّهٔ اینشتین راجع به فوتونها (یا کوانتومهای نور)، بایست مسأله‌ای آماری تلقّی می گردید. زیرا مطابق آن فرضیّه، پدیده‌های نوری مشهود، پدیده‌هایی درشت‌اند که از تابش فوتونهای بسیار ناشی می گردند. «روشهای تجربی در فیزیك اتمی، . . . در اثر راهنماییهای تجربه، یکسره متوجّه به مسائل آماری شده‌اند. مکانیك کوانتوم که نظریّه‌ای مدوّن دربارهٔ نظمهای مشهود است، از هر حیث با وضع کنونی فیزیك تجربی همخوانی دارد، چه، از بدو امر، پا را از

حریم پرسشها و پاسخهای آماری فراتر نمی نهد.»[۱]

نتایج برآمده از تئوری کوانتوم، تنها در مسائل فیزیك اتمی با نتایج برآمده از مکانیك کلاسیك تفاوت می یابد. ولی هنگامی که در مطالعهٔ فرایندهای کلان به‌کار رود، مقادیر برآمده از فرمولهای آن، بسیار به مقادیر برآمده از فرمولهای مکانیك کلاسیك، نزدیك اند. مارك می گوید[۲]: «چنانچه قوانین مکانیك کلاسیك را حاکی از روابطی بین میانگینهای آماری بدانیم، بنابر تئوری کوانتوم، این قوانین همچنان معتبر خواهند بود.» به‌عبارت دیگر، فرمولهای کلاسیك را می توان قوانین کلان {حاصل از قوانین خرد} دانست.

گاه در تشریح تئوری کوانتوم چنین گفته‌اند که چون روابط عدم قطعیّت دقّت ممکن در اندازه‌گیری کمیّاتّ فیزیکی را محدود می سازد، لاجرم تئوری کوانتوم تفسیر آماری بر می دارد. و استدلالشان این است که به واسطهٔ این عدم‌قطعیّت در اندازه‌گیری آزمایشهای اتمی، «. . . نتیجهٔ به دست آمده عموماً نامعیّن است؛ یعنی اگر آزمایش چندین بار به طور یکسان انجام شود، چندین نتیجهٔ مختلف به دست خواهد آمد. چنانچه آزمایش را بارها تکرار کنیم، در می یابیم که هر نتیجهٔ خاصّ، در کلّ دفعات، به نسبت معیّنی وقوع می یابد، و لذا می توان احتمال معیّنی را برای وقوع هر نتیجه، در هر مرتبهٔ انجام آزمایش در نظر گرفت» (دیراك).[۳] مارك نیز با اشاره به رابطهٔ عدم قطعّیت می نویسد: «میان حال و آینده . . . فقط رابطه‌ای احتمالی برقرار است؛ و از اینجا آشکار می گردد که مکانیك جدید، لاجرم خصلتی آماری دارد.»[۴]

---

۱. بورن ـ یوردان، *Elementare Quantenmechanik* چاپ ۱۹۳۰، صفحات ۳۳۲ و بعد.

۲. مارك، *Die Grundlagen der Quantenmechanik*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۷۰.

۳. دیراك، *Quantum Mechanics*، چاپ ۱۹۳۰، صفحه ۱۰. * (نقل از چاپ اوّل.) مطلب دیگری در همین راستا و با تأکید بیشتر، در صفحهٔ ۱۴ چاپ سوّم می آید که «. . . نتیجه عموماً نامعیّن خواهد بود، یعنی اگر آزمایش چندین بار تحت شرایط یکسان تکرار گردد، چندین نتیجهٔ گوناگون به دست خواهد آمد. ولی، از قوانین طبیعت است که اگر آزمایش به دفعات زیاد تکرار شود، هر کدام از نتایج سهم معیّنی در مجموع خواهد داشت، و وقوعش از احتمالی معیّن برخوردار خواهد بود.

۴. مارك، *Dfe Grundlagen der Quantenmechanik*، صفحهٔ ۳.

در نظر من، این استدلال دربارهٔ نسبت میان فرمولهای عدم قطعیّت و تفسیر آماری مکانیك کوانتوم، ناپذیرفتنی است. بلکه من رابطهٔ منطقی را درست برعکس می یابم. زیرا فرمولهای عدم قطعیّت را می توان از معادلهٔ موج شرودینگر (که به‌نحو آماری تفسیر می گردد) نتیجه گرفت، لیکن این معادله را نمی توان از آن فرمولها به دست آورد. فهم درست این قبیل نسبتهای استنتاج‌پذیری، منوط است به ارائهٔ تفسیری جدید از فرمولهای عدم قطعیّت.

۷۵. تفسیر آماری جدید از فرمولهای عدم قطعیّت

از هایزنبرگ به‌بعد، این را مسلّم گرفته‌اند که اندازه‌گیری همزمان وضعیّت و اندازهٔ حرکت بادقّتی بیش از آنچه فرمولهای عدم قطعیّت هایزنبرگ اجازه می دهد، با تئوری کوانتوم در تناقض خواهد بود. می پندارند «ممنوعیّت» اندازه‌گیریهای دقیق، نتیجه‌ای است که منطقاً از تئوری کوانتوم یا مکانیك موجی بر می آید. از این دیدگاه، چنانچه در بعضی آزمایشها، اندازه‌گیری با «دقّت ممنوعه» میسّر افتد، ناگزیریم تئوری را باطل شده بدانیم.[۱]

به‌نظر من، این رأی باطل است. درست است که فرمولهای هایزنبرگ ($\Delta x.\Delta p \geqslant \frac{h}{۴\pi}$ و نظایرش) در زمرهٔ نتایج منطقی تئوری کوانتوم هستند.[۲] لیکن لازمهٔ تئوری کوانتوم آن نیست که این فرمولها را مطابق گفتهٔ هایزنبرگ، قواعدی بدانیم که بردقّت قابل دستیابی در اندازه‌گیری حدّی مقرّر می کنند. لذا انجام اندازه‌گیریهای دقیقتر از آنچه هایزنبرگ دستیافتنی می شمارد، تئوری کوانتوم یا

---

۱. در اینجا از نقد این اندیشه بسیار شایع و خام که استدلال هایزنبرگ را برهان قاطع ناممکن بودن این گونه اندازه‌گیریها می پندارند، تحاشی می ورزم؛ برای نمونه ← جینز، *The New Background of Science*، چاپ ۱۹۳۳، صفحهٔ ۲۳۳ چاپ دوّم، ۱۹۳۴، صفحهٔ ۲۳۷ که می گوید: «علم، برون شوی از این دو راهی نیافته است. بلکه به عکس ثابت کرده که راه برون شوی نیست.» البتّه آشکار است که چنین امری هرگز ثابت شدنی نیست، و اصل عدم قطعیّت، حدّاکثر، نتیجهٔ فرضیّه‌های مکانیك کوانتوم و موج است، که در صورت ابطال آنها، لاجرم باطل خواهد گشت. در اینگونه امور، سخنان ظاهر فریبی مانند آنچه از جینز دیدیم، مایهٔ گمراهی می شوند.

۲. وایل اثبات منطقی دقیقی عرضه نموده است: *Gruppentheorie und Quantenmechanik*، چاپ دوّم، ۱۹۳۱، صفحات ۶۸ و ۳۴۵؛ ترجمهٔ انگلیسی، صفحات ۷۷ و ۳۹۳ و بعد.

مکانیك موجی را منطقاً نقض نمی‌کند. بنابراین، دو امر را به روشنی تفکیك می‌کنم: در یك طرف، فرمولهایی را داریم که به اختصار آنها را «فرمولهای هایزنبرگ» خواهم خواند؛ و در طرف دیگر، تفسیر این فرمولها به صورت روابط عدم قطعیّت را داریم (که آن هم از هایزنبرگ است)، و ایجاب می‌کند که این فرمولها را گزاره‌هایی بدانیم که بردقّت قابل دستیابی در اندازه‌گیری، حدّی مقرّر می‌نمایند.

در استنتاج ریاضی فرمولهای هایزنبرگ، ناگزیریم از معادلهٔ موج یا فرضی معادل آن استفاده کنم که تفسیر آماری بر می‌دارد (همچنانکه در بخش پیش دیدیم). لیکن با قبول چنین تفسیری دیگر توصیف هر ذرّهٔ واحد به‌صورت یك بستهٔ موج، همانا یك گزارهٔ احتمالی صورتاً شخصی (← بخش ۷۱) بیش نخواهد بود. دیدیم که دامنهٔ موج، احتمال یافتن ذرّه در محلّی خاصّ را معیّن می‌سازد؛ و ما همین نوع گزاره‌ها را که به ذرّه (یا رویداد) خاصّی راجع می‌شوند، گزاره‌های «صورتاً شخصی» خواندیم. پذیرفتن تفسیر آماری تئوری کوانتوم، همانا ایجاب می‌کند که گزاره‌های نتیجه شده از گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی تئوری ـ همچون فرمولهای هایزنبرگ ـ در بررسی هر ذرّهٔ واحد، خود گزاره‌هایی احتمالی، و آن هم گزاره‌هایی صورتاً شخصی به شمار روند. بنابراین آنها را نیز نهایتاً باید احکامی آماری دانست.

و امّا در ردّ تفسیر ذهنی که می‌گوید: «هرچه وضعیّت ذرّه را دقیقتر اندازه بگیریم، دربارهٔ اندازه حرکت ذرّه کمتر خواهیم دانست»، باید تفسیری عینی و آماری از روابط عدم قطعیّت را پذیرفت، و چنین گفت: هرگاه بتوانیم در هر لحظهٔ مشخّص، ذرّاتی را از انبوهه‌ای برگزینیم (مقصود از گزینش، جداسازی فیزیکی است) که به درجهٔ دقّت معیّنی در وضعیّت خاصّ x قرار می‌گیرند، خواهیم دید که پراکندگی اندازه حرکت آن ذرّات (یعنی P_x)، پریشان است؛ و هرچه Δx، یعنی حوزهٔ پراکندگی یا خطای وضعیّت را کوچکتر سازیم، حوزهٔ پراکندگی ΔP_x بزرگتر می‌گردد. و به عکس: اگر ذرّاتی را برگزینیم یا جدا سازیم که اندازه حرکتشان P_x، همیشه در حوزهٔ معلوم ΔP_x واقع می‌شود، خواهیم دید که وضعیّت آن ذرّه‌ها در

حوزهٔ Δx به‌طور پریشان پراکنده است؛ و هرچه ΔP_x، یعنی حوزهٔ پراکندگی یا خطای اندازه حرکت را کوچکتر سازیم، حوزهٔ Δx بزرگتر خواهد شد. سرانجام اینکه اگر بخواهیم ذرّاتی را برگزینیم که واجد هر دو ویژگی Δx و ΔP_x باشند، انجام چنین گزینشی از نظر فیزیکی ـ یعنی جداسازی فیزیکی چنان ذرّاتی ـ مشروط به آن است که هردو حوزهٔ یاد شده چندان بزرگ باشند که معادلهٔ $\Delta x . \Delta P_x \geqslant \frac{h}{۴\pi}$ را صادق سازند. بنابراین تفسیر عینی از فرمولهای هایزنبرگ، این فرمولها حاکی از روابطی میان حوزه‌های پراکندگی هستند؛ و از این رو، من این فرمولها را هنگامی که چنین تفسیر شوند، «روابط پراکندگی آماری» خواهم نامید.[۱*]

در تفسیر آماری خویش، تا اینجا ذکری از اندازه‌گیری به میان نیاورده‌ام؛ بلکه تنها به گزینش فیزیکی اشاره کردم.[۳] روشن ساختن رابطهٔ این دو مفهوم، اینک ضرورت دارد.

من هنگامی گزینش یا جداسازی را فیزیکی می خوانم که مثلاً از میان جریانی از ذرّات، به استثنای ذرّاتی که از دریچهٔ باریك Δx می گذرند (یعنی به استثنای ذرّاتی که دارای وضعیّتی در حوزهٔ Δx باشند)، همه را غربال کرده باشیم. ذرّات متعلّق به پرتوی که بدین نحو از بقیّه جدا شده باشند، در اصطلاح من، تشکیل یك گزیدهٔ فیزیکی، یا فنّی، برحسب ویژگی Δx می دهند. در اصطلاح من، فقط همین فرایند جداسازی، یا محصول آن، یعنی پرتوی از ذرّات که به‌طور فیزیکی یا فنّی از بقیّه جدا شده باشد، «گزینش فیزیکی» است. گزینش فیزیکی در برابر گزینشی است که صرفاً «ذهنی» یا «خیالی» باشد؛ مانند گزینش جمیع ذرّات

۱*من همچنان به تفسیر عینی عرضه شده معتقدم، الاّ اینکه اکنون تغییر عمده‌ای در آن داده‌ام. در این بند، سخن از «انبوهه‌ای از ذرّات» گفته‌ام، حال آنکه اکنون دیگر از «انبوهه‌ای ـ یا دنباله‌ای ـ از دفعات مختلف انجام آزمایش با یك ذرّه (یا یك دستگاه از ذرّه‌ها)» بحث خواهم نمود. در بندهای آینده نیز مثلاً «پرتو ذرّه‌ها را باید دفعات مختلف انجام آزمایش با (یك یا چند) ذرّه دانست که از طریق غربال کردن یا مسدود ساختن راه ذرّه‌های ناخواسته برگزیده شده است.

۳. وایل نیز از جمله کسانی است که اصطلاح «گزینش» را به کار می برند؛ *Gruppentheorie und Quantenmechanik* صفحات ۶۷ به‌بعد، ترجمهٔ انگلیسی صفحات ۷۶ به‌بعد را ببینید؛ لیکن وی برخلاف من متذکّر اختلاف اندازه‌گیری و گزینش نیست.

گذرنده از حوزهٔ ΔP، که مجموعه‌ای در دل مجموعه‌ای وسیعتر هست، ولی اعضایش به‌طور فیزیکی غربال نشده‌اند.

اینك آشکارست که هر گزینش فیزیکی را می توان یك اندازه‌گیری به‌حساب آورد، و در عمل از آن به صورت یك اندازه‌گیری استفاده کرد.[۴] مثلاً اگر دریچه را به روی همهٔ ذرّاتی که از حوزهٔ وضعیّتی خاصّی نمی گذرند، ببندیم یا همهٔ آنها را غربال کنیم، و بدین نحو پرتوی از ذرّات را برگزینیم («گزینش مکانی»)، و سپس اندازه حرکت یکی از آن ذرّات را اندازه بگیریم، می توانیم گزینش مکانی را به منزلهٔ اندازه‌گیری وضعیّت فرض کنیم، زیرا این گزینش برما معلوم می سازد که کدام ذرّه از وضعیّت مورد نظر گذشته است (هرچند زمان اتّخاذ آن وضعیّت، گاه برما نامعلوم، و مشروط به اندازه‌گیری دیگری است). ولیکن همهٔ اندازه‌گیریها را نباید گزینش فیزیکی انگاشت. مثلاً پرتو تکفامی از الکترونها را در نظر آورید که در جهت x جاری باشد. با استفاده از شمارگر گایگر می توان عدّهٔ الکترونهایی را که به وضعیّتی خاصّ می رسند، برشمرد. و از روی فواصل زمانی بین برخوردها، فواصل مکانی، یعنی وضعیّت الکترونها در جهت xتا لحظهٔ برخورد را نیز می توان اندازه گرفت. لیکن در انجام هیچیك از این اندازه‌گیریها، ذرّات به‌طور فیزیکی، برحسب وضعیّتشان در جهت x برگزیده نمی شوند. (بلکه وضعیّت در جهت x، چنانکه از اینگونه اندازه‌گیریها بر می آید، عموماً دارای توزیعی کاملاً پریشان است.)

بنابراین نتیجهٔ کاربرد فیزیکی روابط پراکندگی آماری یاد شده از این قرار است: هرکس با توسّل به هر وسیلهٔ فیزیکی در صدد تهیّهٔ انبوهه‌ای از ذرّات برآید که آن انبوهه، تا سرحدّ امکان، همگن باشد، خواه‌ناخواه در عمل با سدّ روابط پراکندگی روبرو خواهد گردید.

برای نمونه، از راه گزینش فیزیکی می توانیم یك پرتو خطّی تکفام ـ مثلاً

---

۴. مقصود من از اندازه‌گیری، همانند آنچه در اصطلاح فیزیکدانان رایج است، صرف اعمال اندازه‌گیری نیست، بلکه اندازه‌گیریهایی را هم که به طور غیرمستقیم از محاسبات به‌دست آمده باشند، در برمی گیرد (بلکه در فیزیك عملاً فقط همین گونه اندازه‌گیری وجود دارد).

پرتوی از الکترونهای دارای اندازه حرکتهای متساوی ـ را به دست آوریم. امّا چنانچه بکوشیم تا این انبوههٔ الکترونی را باز از آنچه هست همگن‌تر سازیم (مثلاً از راه غربال کردن بخشی از آن)، و الکترونهایی را نگه داریم که هم دارای اندازه حرکت یکسان باشند، و هم از شکاف باریکی بگذرند که حوزهٔ وضعیتی Δx را معیّن می سازد، ناکام خواهیم ماند. زیرا هرگونه گزینش برحسب وضعیّت ذرّات، خواه‌ناخواه منجر به چنان دخالتی در مجموعه می گردد که نتیجهٔ آن ازدیاد پراکندگی مؤلّفه‌های اندازهٔ حرکت P_x است، و لذا هرچه شکاف باریکتر شود، پراکندگی افزایش خواهد یافت (مطابق فرمول هایزنبرگ). و به‌عکس: اگر پرتوی داشته باشیم که با گذشتن از شکافی، برحسب وضعیّت برگزیده شده باشد، و در صدد برآییم تا آن پرتو را «متوازی» (یا «خطّی») و تکفام بسازیم، ناگزیریم گزینش برحسب وضعیّت را مخدوش کنیم، چه، خواه‌ناخواه پهنای پرتو افزایش خواهد یافت. (در حالت ایده‌آل ـ مثلاً حالتی که بخواهیم مؤلفه‌های اندازه حرکت همهٔ ذرّات ۰ باشد ـ پهنا لاجرم بی نهایت خواهد گردید). هرگاه گزیده‌ای تا سرحدّ امکان همگن باشد (یعنی، آن قدر که فرمولهای هایزنبرگ اجازه می دهند همگن باشد، و حالت تساوی در آن فرمولها برقرار باشد)، آن گزیده را نمونه‌ای خالص خواهیم نامید.[۵]

با استفاده از این اصطلاحات، اینك روابط پراکندگی آماری را بدین صورت تقریر می کنیم: هیچ انبوهه‌ای از ذرّات یافت نمی شود که از نمونه‌ای خالص همگن‌تر باشد.[۲*]

تاکنون چنانکه شایسته است بدین امر توجّه نکرده‌اند که استنتاج ریاضی

---

۵. اصطلاح از وایل (مجلّد ۴۶ نشریهٔ *Zeitschrift fur Physik*، سال ۱۹۲۷، صفحهٔ ۱) و جان فون نویمان (نشریهٔ *Göttinger Nachrichten* سال ۱۹۲۷، صفحهٔ ۲۴۵) است. اگر به پیروی از وایل (*Gruppentheorie und Quantemechanik*، صفحهٔ ۷۰؛ ترجمهٔ انگلیسی صفحهٔ ۷۹؛ همچنین ← بورن ـ یوردان، *Elementare Quantenmechanik*، صفحهٔ ۳۱۵)، نمونهٔ خالص را حالتی بدانیم «... که نتوان با ترکیب دو مجموعهٔ آماری غیر از خودش آن را ایجاد نمود»، نمونه‌های خالص واجد این وصف، دیگر گزینشهای خالص اندازه حرکت و وضعیّت نخواهند بود. اینگونه نمونه‌ها را مثلاً با انجام گزینش مکانی با دقّت دلخواه، و سپس گزینش اندازه حرکت با بیشترین دقّت ممکن می توان به‌دست آورد.

۲* بنابر تعبیر حاشیهٔ ۱* مطلب را باید اینگونه تقریر نمود: «هیچ آزمایشی نمی توان ترتیب داد که نتیجه‌اش نمونه‌ای همگن‌تر از نمونه‌ای خالص باشد.»

فرمولهای هایزنبرگ از فرمولهای بنیادین تئوری کوانتوم، باید با استنتاج تفسیر فرمولهای هایزنبرگ از تفسیر آن معادلات بنیادین دقیقاً هماهنگ باشد. از قضا مارك قضیّه را وارونه شرح کرده است (چنانکه در بخش پیش اشارت رفت): تفسیر آماری تئوری کوانتوم در بیان او، چنان است که گویی از حدّی برآمده که هایزنبرگ بردقّت قابل دستیابی مقرّر نموده است؛ در حالیکه وایل فرمولهای هایزنبرگ را به‌نحو دقیقی از معادلهٔ موج ـ که تفسیری آماری از آن دارد ـ استنتاج می‌کند. ولی فرمولهای هایزنبرگ را ـ که خود از مقدّماتی دارای تفسیر آماری استنتاج نموده است ـ بیانگر حدود دقّت قابل دستیابی قلمداد می‌نماید. وی به رغم آنکه می‌بیند چنین تفسیری از آن فرمولها، خلاف تفسیر آماری بورن است، باز چنین نظری را ابراز می‌نماید. زیرا به زعم وایل، تفسیر بورن، در پرتو روابط عدم قطعیّت «محلّ اصلاح» دارد. «چنین نیست که سرعت و وضعیّت ذرّاتْ، صرفاً تابع قانونهای آماری باشند، و در عین حال بتوان در هرحالت خاصّ به دقت تعیینشان نمود. بلکه اصولاً معنای این مفاهیم، مبتنی است بر آزمایشهای تعیین کنندهٔ مقادیرشان؛ و اندازه‌گیری دقیق وضعیّت همان و محروم ماندن از تعیین مقدار سرعت همان.»[۶]

تعارضی که وایل دریافته است، به واقع میان تفسیر آماری بورن از تئوری کوانتوم و حدودی که هایزنبرگ بردقّت قابل دستیابی مقرّر نموده، موجود است؛ و بلکه از آنچه وایل دیده نیز حادّتر است. نه تنها از روی تفسیر آماری معادلهٔ موج نمی‌توان دقّت قابل دستیابی را محدود انگاشت، بلکه هم آزمایشهای ممکن، هم نتایج آزمایشهای انجام شده، هردو با تفسیر هایزنبرگ ناسازگارند (و من براین معنا برهان خواهم آورد)، و این امر را می‌توان حجّتی موجّه، و نوعی آزمون فیصله‌بخش، به نفع تفسیر آماری تئوری کوانتوم دانست.

---

۶. وایل، *Gruppentheorie und Quantenmechanik*، صفحهٔ ۶۸. * بند مذکور در ترجمهٔ انگلیسی ظاهراً از قلم افتاده است.

۷۶. کوششی برای زدودن عناصر متافیزیکی از راه وارونه ساختن برنامهٔ هایزنبرگ: با ذکر کاربردها

با آغاز نمودن از این فرض که فرمولهای مختصّ تئوری کوانتوم فرضیّه‌های احتمالی و لذا گزاره‌های آماری هستند، دیگر مشکل بتوان ممنوعیّت رویدادهای خاصّ را در آن تئوری آماری پذیرفت (مگر در صورت خاصّی که احتمال برابر با یك یا صفر باشد). اعتقاد به اینکه بعضی اندازه‌گیریها ممکن است فرمولهای تئوری کوانتوم را نقض کنند، منطقاً بی اساس می نماید؛ و همان قدر بی اساس است که اعتقاد به بروز تناقض میان یك گزارهٔ احتمالی صورتاً شخصی $P_k(\beta) = p$. (مانند اینکه «احتمال پنج نشستن پرتاب k برابر با $\frac{1}{6}$ است») و یکی از دو گزارهٔ $k\in\beta$ («پرتاب واقعاً پنج نشست») و $k\notin\beta$ («پرتاب پنج ننشست»).

کسانی مدّعی برهانهایی شده‌اند که ثابت می کند اندازه‌گیری دقیق وضعیّت و اندازه حرکت، تئوری کوانتوم را نقض خواهد کرد؛ یا آنکه صرف فرض امکان وقوع چنین اندازه‌گیریهایی، باعث بروز تناقض در خود تئوری خواهد گردید. امّا با عنایت به نکات سادهٔ یاد شده، خواهیم توانست همهٔ اینگونه برهانهای ادعائی را باطل سازیم. زیرا هرگونه برهانی از این دست، لاجرم از کاربرد تئوری کوانتوم در مورد تکذرّه‌ها مدد می گیرد، و لذا از گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی بهره می جوید؛ و علاوه براین چنین برهانی باید کلمه‌به‌کلمه به زبان آماری ترجمه‌پذیر باشد. حال اگر به‌آوردن چنین برهانی اقدام کنیم، خواهیم دید که هیچیك از اندازه‌گیریهایی که دقیق فرضشان می کنیم، به هیچ وجه با تفسیر آماری تئوری کوانتوم در تناقض نیستند. بلکه تنها میان اندازه‌گیریهای دقیق و گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی تئوری ممکن است تناقضی بروز نماید. (در پیوست ν نمونه‌ای از اینگونه برهانها را بررسی خواهیم کرد.)

در عین اینکه تئوری کوانتوم را مانع انجام اندازه‌گیریهای دقیق انگاشتن خطاست، این درست است که بگوییم از فرمولهای مختصّ تئوری کوانتوم (مشروط به آنکه تفسیری آماری از آنها داشته باشیم) به تنهایی هیچ پیش بینی مفردی را نمی توان نتیجه گرفت (من نه قانون بقاء انرژی را مختصّ تئوری کوانتوم

می‌شمارم، نه قانون بقاء اندازهٔ حرکت را).

سرّ این امر آن است که خصوصاً به دلیل برقرار بودن روابط پراکندگی، ما را نمی‌رسد که با دخالت تجربی در سیستم (از راهی که آن را گزینش فیزیکی خواندیم)، شرایط اوّلیّه را به دقّت ایجاد نماییم. از سوی دیگر چون به واقع شیوهٔ معمول آزمایشگران ایجاد یا ساختن شرایط اوّلیّه است، این قضیّه را می‌توانیم از روابط پراکندگی نتیجه بگیریم که: تئوری کوانتوم فقط پیش‌بینی‌های بسامدی به‌دست می‌دهد نه پیش‌بینی‌های مفرد. (البتّه این قضیّه تنها در این شیوهٔ «سازنده» برای آزمایش صادق است.)[1]

لبّ سخن من دربارهٔ آن همه آزمایش خیالی که هایزنبرگ (بیشتر به پیروی از بور) آورده است تا امتناع انجام اندازه‌گیری بادقّت مندرج در اصل عدم قطعیّت را مبرهن سازد، در این قضیّه آمده است. در همهٔ آزمایشهای او، پراکندگی آماری مانع انجام پیش بینی مسیر ذرّه بعد از انجام اندازه‌گیری شمرده می‌شود.

شاید چنین بنماید که تفسیر جدید، از اصل عدم قطعیّت چندان بهره‌ای عایدمان نساخته است. چه، مدّعای اصلی هایزنبرگ نیز (چنانکه گفتم) همین بود که پیش‌بینی‌های ما تابع این اصل‌اند؛ و چون من نیز تا جایی با وی همداستانم، شاید اینك چنین بنماید که بحث من بر سر مطلبی معتنابه نیست، بلکه صرفاً مجادلهٔ لفظی است. امّا این قضاوت دربارهٔ استدلال من، دور از انصاف است. من برآنم که آراء هایزنبرگ و من درست مقابل یکدیگرند. در بخش آینده این امر را به تفصیل ثابت خواهم نمود، و در خلال مطلب خواهم کوشید تا انواع معضلات تفسیر هایزنبرگ را بزدایم؛ و دلیل و نحوهٔ بروز این معضلات را باز نمایم.

نخست لازم است معضلی را وارسی کنیم که دیدیم برنامهٔ هایزنبرگ را با شکست مواجه می‌سازد. این معضل آن است که ساختار صوری تئوری، به وضعیّت با اندازه حرکت دقیق، یا به عبارت دیگر، به امکان محاسبهٔ دقیق مسیر

---

۱. اصطلاح «شیوهٔ آزمایشی سازنده» را وایل در *Gruppentheorie und Quantenmechanik*، صفحهٔ ۶۷ به‌کار برده است؛ ترجمهٔ انگلیسی صفحهٔ ۷۶.

تصریح دارد (← بخش ۷۳)، حال آنکه هایزنبرگ در وجود فیزیکی آن همراهی تردید ورزیده است، و کسانی دیگر مانند شلیك یکسره آن را منکر شده‌اند. لیکن همهٔ آزمایشهای مورد نظر (الف)، (ب)، و (پ) ـ بخش ۷۳ را ببینید ـ را می توان از نظر آماری تفسیر نمود. مثلاً ترکیب (پ)، یعنی اندازه‌گیری اندازه حرکت به‌دنبال اندازه‌گیری وضعیّت را می توان با آزمایش زیر عملی ساخت. نخست پرتوی را به کمك پرده‌ای که به روی آن شکافی باریك واقع است، برحسب وضعیّت بر می گزینیم (اندازه‌گیری وضعیّت). سپس اندازه حرکت ذرّاتی را اندازه می گیریم که هنگام گذر از شکاف، روبه‌سوی خاصّی داشته‌اند. (پیداست که این اندازه‌گیری، باعث پراکندگی جدیدی در وضعیّت ذرّه‌ها می گردد.) این دو آزمایش به روی هم، مسیر همهٔ ذرّه‌های متعلّق به گزیدهٔ دوّم را که بین دو اندازه‌گیری قرار می گیرند، معیّن می سازند: یعنی هم وضعیّت، و هم اندازه حرکت بین دو اندازه‌گیری را می توان به‌دقّت محاسبه کرد.

همین اندازه‌گیریها و محاسبات که دقیقاً مربوط به عناصری‌اند که هایزنبرگ در تفسیرش آنها را زائد می شمرد، در تفسیر من از تئوری کوانتوم به هیچ وجه زائد نیستند. می پذیرم که اینها جای شرایط اوّلیّه را نمی گیرند، و پایهٔ دست یافتن به پیش‌بینیها هم نیستند؛ ولی با این حال بودنشان لازم است، و ما در آزمودن پیش بینیهایمان که خصلتی آماری دارند به آنها نیازمندیم. زیرا روابط پراکندگی آماری به ما می گویند که هرچه وضعیّت معیّن‌تر باشد، خواه‌ناخواه پراکندگی اندازه حرکت بیشتر است، و بالعکس. چنانچه پراکندگیهای گوناگون اندازه حرکت که بلافاصله پس از گزینش وضعیّت به وجود می آیند، به کمك این نوع آزمایشها قابل اندازه‌گیری و محاسبه نباشند، پیش بینی هم دیگر آزمون‌پذیر و ابطال‌پذیر نخواهد بود.[۱*]

۱*. این بند (و نیز نخستین جملهٔ بند بعد) را از مهمترین بخشهای بحث حاضر می دانم، و همچنان با مفادشان موافقت تام دارم. از آنجا که بدفهمی در این باب همچنان ادامه دارد، مطلب را توضیح بیشتر خواهم داد. روابط پراکندگی می گویند که درصدد گزینش دقیق وضعیّت برآمدن (مثلاً به وسیلهٔ شکاف واقع بر پرده)، همان و پراکنده‌شدن اندازه حرکت در اثر این اقدام همان. (یکایك اندازه حرکتها، به‌جای آنکه «نامعیّن» گردند، ←

بنابراین، تفسیر آماری تئوری کوانتوم نه‌فقط امکان اندازه‌گیریهای منفرد دقیق را ردّ نمی‌کند، بلکه اگر چنین اندازه‌گیریهایی را ناممکن می‌شمرد، نظریّه‌ای آزمون‌ناپذیر، و لذا متافیزیکی می‌گردید. اینك می‌بینیم که مراد هایزنبرك را، البتّه به روشی کاملاً خلاف روش وی، برآورده‌ایم و تئوری را از عناصر متافیزیکی پیراسته‌ایم. وی کوشید کمیّاتی را که خود نابجا و زائد می‌انگاشت بیرون کند (هرچند توفیق کامل نیافت)، و من کوشش را از سر دیگر آغاز کردم، و نشان دادم که در نظام صوری در برگیرندهٔ این عناصر، خللی نیست، چون این کمیّات متافیزیکی نیستند. آن زمان که از حکم بی‌دلیل هایزنبرگ به محدودیّت دقّت قابل دستیابی، دست برداریم، دیگر انکار وجود فیزیکی این کمیّات دلیلی نخواهد داشت. روابط پراکندگی، پیش بینیهایی بسامدی دربارهٔ مسیر هستند؛ لذا این مسیر باید قابل اندازه‌گیری باشد ـ درست به همان ترتیب که مثلاً پرتابهایی را که پنج می‌نشینند می‌توان به‌طور تجربی تعیین نمود ـ تا بتوانیم پیش‌بینیهای بسامدی خود را دربارهٔ مسیر ـ یا پرتابها ـ بیازماییم.

نفوذ اندیشه‌های فلسفی و به خصوص پوزیتیویستی در هایزنبرگ که مفهوم مسیر را مردود می‌انگارد و از «کمیّات مشاهده‌ناپذیر» سخن می‌گوید، به‌روشنی نمایان است. مارك نیز با تأثّر از همین اندیشه می‌نویسد: «بی‌آنکه بیم کج فهمی رود می‌توان چنین گفت که جسم در نزد فیزیکدان فقط در لحظه‌ای وجود واقعی دارد

→

«پیش‌بینی ناپذیر» می‌شوند، یعنی فقط می‌توانیم پراکندگیشان را پیش بینی کنیم.) این پیش بینی را باید با اندازه‌گیری یکایك اندازه حرکتها، به قصد تعیین توزیع آماری آنها، امتحان نمود. اندازه‌گیری یکایك اندازه حرکتها (که خود باعث پراکندگی بیشتر خواهد شد ـ ولی ما به این امر نخواهیم پرداخت) در هر مورد نتیجهٔ دقیق، آن هم بسیار دقیقتر از ΔP (یعنی پهنای متوسّط حوزهٔ پراکندگی) به دست می‌دهد. با اندازه‌گیری اندازه حرکتهای ذرّات مختلف می‌توان مقادیر اندازه حرکت را تا محلّ گزینش وضعیّت، و اندازه‌گیریش به وسیله شکاف، محاسبه کرد. و این «محاسبهٔ پیشینهٔ الکترون» (← حاشیهٔ ۳ بخش ۷۳) در کار ما ضرورت دارد؛ زیرا بدون داشتن آن نمی‌توان مدّعی اندازه‌گیری اندازه حرکت بلافاصله پس از گزینش وضعیّت شد؛ و لذا نمی‌توان مدّعی آزمودن روابط پراکندگی شد ـ در حالی که هر آزمایشی که در آن کم شدن پهنای شکاف باعث افزایش پراکندگی گردد، نوعی امتحان روابط پراکندگی خواهد بود. بنابراین تنها دقّت پیش‌بینی است که در نتیجهٔ پراکندگی «تار» یا «محو» می‌گردد، نه دقت اندازه‌گیری.

که به مشاهده در می آید. طبعاً هیچکس آنقدر دیوانه نیست که بگوید هرگاه ما روی از جسمی برگردانیم، آن جسم معدوم خواهد شد؛ ولی این درست است که آن جسم در آن لحظه دیگر موضوعی برای تحقیق فیزیکی نخواهد بود، زیرا دیگر نمی توان دربارهٔ آن سخنی تجربی اظهار نمود.»[۲] به عبارت دیگر، این فرضیّه که فلان جسم در عین آنکه مشاهده نمی شود، در فلان مسیر حرکت می کند، فرضیّه‌ای اثبات‌ناپذیر است. این البتّه بدیهی است ولی درخور توجّه نیست. مهمّ این است که این فرضیّه و نظایر آن ابطال‌پذیر هستند: یعنی برمبنای این فرضیّه که جسم در فلان مسیر حرکت می کند، می توان مشاهده شدن آن را در نقطه‌ای از نقاط پیش بینی کرد؛ و این پیش بینی نقض پذیر می باشد. در بخش بعد به شرح خواهیم دید که تئوری کوانتوم مانع اینگونه پیش بینی نمی باشد. ولی به واقع همین قدر هم که گفتیم کفایت می کند؛[۲*] زیرا همهٔ دشواریهای وابسته به «بی معنا» شمردن مفهوم مسیر را از میان برداشته‌ایم. کارسازی مطالب یاد شده را هنگامی در می یابیم که آن نتیجه‌گیریهای تند و تیز از مدّعای بی فایدگی مفهوم مسیر را به یاد آوریم. شلیك آن نتیجه‌گیریها را چنین تقریر می کند: «موجزترین توصیف از موضوع دردست بررسی آن است که همزبان با پژوهشگران زبردست نظریّهٔ کوانتوم بگوییم که دایرهٔ اعتبار مفاهیم جای ـ گاهی متعارف، محدود به دایرهٔ مشهودات کلان است، و آن مفاهیم در ابعاد اتمی دیگر به‌کار نمی آیند.»[۳] شلیك احتمالاً اشاره به سخن بور دارد که می نویسد: «پس می توان گفت که معضل تئوری کوانتوم، تنها این نیست که

---

۲. مارك، *Die Grundlagen der Quantenmechanik*، صفحهٔ ۱. * رایشنباخ نیز بر همین نظر است؛ در بخش ۱۳ * ذیلی بر منطق اکتشاف علمی به نقد نظر وی پرداخته‌ام.

۲*. ابتدای این جمله (از *n*ولی به واقع *N*تا *n* کفایت می کند) در متن اصلی نبود. این قسمت را از آن رو افزودم که استدلال «بخش بعد» (۷۷) را که در جملهٔ پیش به آن اشاره کرده‌ام، دیگر قبول ندارم، و مطالب بعد نیز کاملاً از مندرجات بخش بعد مستقل، و مبتنی بر استدلال اخیر است که محاسبهٔ مسیر گذشتهٔ الکترون را برای امتحان کردن پیش بینی های آماری تئوری لازم می شمارد، و از این رو، محاسبات مذکور دیگر به هیچ وجه «بی معنی» نخواهند بود.

۳. شلیك، *Die Kausatität in der gegenwärtigen Physik*، مجلّد ۱۹، *Die Naturwissenschaften*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۹.

تئوریهای مکانیك و الکترودینامیك را تغییر دهد، که اگر همین بود در درون دستگاه مفاهیم فیزیکی متعارف هم شدنی بود؛ بلکه معضل در این است که تصاویری از جای ـ گاه که تاکنون برای توصیف پدیدارهای کلان به کارشان می برده‌ایم، سخت از کشیدن بار تئوری جدید ناتوان اند.»[۴] هایزنبرگ همین اندیشهٔ بور، یعنی تخطئهٔ توصیف جای ـ گاهی را در برنامهٔ پژوهشی خویش مبنا قرار داد. کامیابی او این اندیشه را هم ثمربخش وانمایانده است. لیکن باید گفت که آن برنامه هرگز به انجام مطلوب نرسید. بهره‌جویی فراوان و گریزناپذیر (هرچند به‌طور ضمنی) از مفاهیم جای ـ گاهی، در پرتو آنچه آوردیم، از این پس موجّه می نماید. زیرا با بحث تحلیلی ثابت نمودیم که روابط پراکندگی، از پراکندگی وضعیّت همراه با اندازه حرکت، و لذا از پراکندگی مسیر خبر می دهند.

اینك که مبرهن ساختیم روابط عدم قطعیّت گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی اند، خواهیم توانست کلاف سردرگم تفسیر عینی یا ذهنی آن روابط را نیز بازگشاییم. در بخش ۷۱ دیدیم که از هر گزارهٔ احتمالی صورتاً شخصی می توان تفسیری ذهنی به دست داد و آن را یك پیش بینی غیرقطعی، و گزاره‌ای دربارهٔ عدم قطعیّت دانش انسان به‌شمار آورد. همچنین دیدیم که با کدام فرضها، تلاش در تفسیر عینی این دسته گزاره‌ها، که تفسیری موجّه و ضروری است، ناکام خواهد ماند. این تلاش در صورتی ناکام خواهد ماند که بخواهند تفسیر عینی منفردی را از راه نسبت دادن مستقیم عدم قطعیّت به رویدادی منفرد، جانشین تفسیر عینی آماری سازند.[۳*] لیکن با تفسیر ذهنی فرمولهای هایزنبرگ (به‌طور مستقیم)، دانش فیزیك دیگر از مسند علوم عینی خلع خواهد شد؛ زیرا به‌منظور پرهیز از تناقض، ناگزیر موجهای احتمالی شرودینگر نیز باید به‌طور ذهنی تفسیر شوند. جینز به همین نتیجه

---

۴. بور، مجلّد ۱۴، *Die Naturwissenschaften*، چاپ ۱۹۲۶، صفحهٔ ۱.

۳*. این از جمله نکاتی است که نظرم دربارهٔ آنها عوض شده است. ← فصل ۷* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی. ولی استدلال اصلی من در باب قبول تفسیر عینی خدشه برنمی دارد. مطابق نظر کنونی من، تئوری شرودینگر نه تنها تفسیر عینی و ناظر به موارد جزئی خارجی بر می دارد، و باید چنین تفسیر شود، بلکه در عین حال، تفسیر احتمالی بر می دارد و باید چنین تفسیر گردد.

رسیده بود که می نویسد: [۵] «خلاصه اینکه تصویر ذرّه‌ای به ما می گوید که دانشمان از الکترون نامتعیّن است؛ و تصویر موجی می گوید که خود الکترون نامتعیّن است، خواه آزمایشی به روی آن انجام بشود، خواه نه. لیکن مضمون اصل عدم قطعیّت در هردو مورد باید یکسان باشد. نیل به این مقصود تنها یك راه دارد: و آن اینکه بپذیریم تصویر موجی، طبیعت عینی را باز نمی نماید، بلکه فقط دانش ما از طبیعت را باز می نماید . . . ». لذا امواج شرودینگر در نزد جینز، امواج احتمال ذهنی، و امواجی از معرفت ما هستند. بدین نحو تئوری ذهنی احتمالات با تمام قوا به قلمرو فیزیك می تازد. و دیگر از گردن نهادن به نوع احتجاجاتی که ردّشان کردم ـ از قبیل راه بردن از بی دانشی به معرفت آماری با عبور از روی «پل» قضیّهٔ برنویی (← بخش ۶۲) ـ چاره‌ای نمی ماند. جینز ذهنگرایی فیزیك جدید را این طور تقریر می کند: «هایزنبرگ در چیستان رمزآمیز عالم فیزیکی بدین نحو تشکیك می ورزید که چیستان رمزآمیز اصلی ـ پی بردن به سرشت عالم عینی ـ را ناگشودنی قلمداد نمود، و با معمّای خردتری سرگرم شد که عبارت باشد از هماهنگ سازی مشاهداتی که از عالم برای ما حاصل می شود. پس عجب نیست که می بینیم محصول نهایی، یعنی تصویر موجی، صرفاً به معرفتی می پردازد که ما از راه مشاهده دربارهٔ عالم کسب کرده‌ایم.»

شك نیست که اینگونه نتیجه‌گیریها نزد پوزیتیویستها بسیار خوشایند خواهد افتاد. لیکن آراء من در موضوع عینیّت همچنان دست نخورده می ماند. گزاره‌های بسامدی تئوری کوانتوم باید همچون سایر گزاره‌های علم فیزیك برای همگان امتحان کردنی باشند. تحلیل ساده‌ای که آوردم نه‌تنها امکان توصیفات جای ـ گاهی را به رسمیّت می شناسد، بلکه خصلت عینی علم فیزیك را نیز محفوظ نگاه می دارد.

---

۵. جینز، *The New Background of Science* (چاپ ۱۹۳۳، صفحهٔ ۲۳۶؛ چاپ دوّم ۱۹۳۴، صفحهٔ ۲۴۰). در نوشتهٔ جینز، بند جدیدی با جملهٔ دوّم، یعنی با کلمات «لیکن مضمون» آغاز می شود. نقل قولی را که در آخر این بند آمده است، در همان منبع صفحهٔ ۲۳۷ بیابید (چاپ دوّم، صفحهٔ ۲۴۱).

جالب توجّه است که این تفسیر ذهنی از امواج شرودینگر، همتای دیگری نیز دارد که تفسیری غیرآماری و لذا مستقیماً عینی است (یعنی به امور مفرد نظر دارد). شرودینگر خود در اثر پرآوازهٔ مجموعه مقالات دربارهٔ مکانیك موجی چنین تفسیری از معادلهٔ موج (که دیدیم یك گزارهٔ احتمالی صورتاً شخصی است) به دست داده است، و کوشیده است ذرّه را مستقیماً با خود بستهٔ موج یکی بگیرد. ولی کوشش او مستقیماً به دشواریهایی کشیده است که خاصّ این نوع تفسیر است. و مرادم همانا انتساب وصف عدم قطعیّت به خود اعیان طبیعی است (عدم قطعیّت عینیّت یافته). شرودینگر ناگزیر به قبول این فرض شد که بار الکترون در فضا «مشوّش» یا «محو» می شود (چگالی بار را دامنهٔ موج معیّن می سازد)، ولی این فرض با ساختار اتمی الکتریسیته مانعةالجمع اند.[۶] تفسیر آماری بورن مسأله را حلّ کرد؛ ولی رابطهٔ منطقی تفسیرهای آماری و غیرآماری، همچنان در ابهام باقی ماند. و چنین بود که خصلت ویژهٔ سایر گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی ـ از قبیل روابط عدم قطعیّت ـ ناشناخته ماند و آن گزاره‌ها، همچنان مبانی فیزیکی تئوری را سست‌تر ساختند.

اینك برای نتیجه‌گیری از بحث، آنچه را در این بخش گفتم، در مورد آزمایشی خیالی به کار می برم که پیش نهادهٔ اینشتین است[۷] و جینز آن را «دشوارترین بخشهای تئوری کوانتوم جدید» خوانده‌است،[۸] ولی به گمان من تفسیر ما آن را کاملاً روشن، و بلکه بدیهی می سازد.[۴*]

آیینه‌ای نیمه‌شفاف، یعنی آیینه‌ای را که بخشی از نور را باز می تاباند و بخشی

۶.برای نمونه، ← وایل، *Gruppentheorie und Quantenmechanik*، صفحهٔ ۱۹۳؛ ترجمهٔ انگلیسی صفحات ۲۱۶ و بعد.

۷. ← هایزنبرگ، *Physikalische Prinzipien*، صفحهٔ ۲۹ (ترجمهٔ انگلیسی به قلم اِکارت و هویت: *The Physical Principles of Quantum theory*، چاپ ۱۹۳۰ شیکاگو، صفحهٔ ۳۹).

۸.جینز، *The New Background of Science* (چاپ ۱۹۳۳، صفحهٔ ۲۴۲؛ چاپ دوّم، صفحهٔ ۲۴۶).

۴*.مسألهٔ زیر اینك به اسم «مسألهٔ کاهش (گسستهٔ) بسته موج» شهرت یافته است. بعضی از فیزیکدانهای مبرّز در ۱۹۳۴ به من گفتند که راه‌حلّ پیش پا افتادهٔ مرا پذیرفته‌اند، امّا این مسأله همچنان پس از بیست سال یا بیشتر در بحثهای راجع به تئوری کوانتوم از سهم شگفتی برخوردار است. در بخشهای ۷۳* و ۱۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی به تفصیل بدان پرداخته‌ام.

را از خود می گذراند، در نظر آورید. احتمال صورتاً شخصی گذشتن یك فوتون (یا کوانتوم نور) مشخّص از آینه را که با $_{\alpha}P_k(\beta)$ نشانش می دهیم، مساوی احتمال بازتابیدن آن فوتون می گیریم، و لذا داریم:

$$_{\alpha}P_k(\beta) = {}_{\alpha}P_k(\beta) = \frac{1}{2}$$

می دانیم که این برآورد احتمالی به کمك احتمالات آماری عینی تعریف شده است، و این بدان معناست که این برآورد معادل این فرضیّه است که نیمی از کوانتومهای نور مجموعهٔ معلوم α از آینه می گذرند و نیم دیگر از آن بازتابیده می شوند. اینك فرض کنیم فوتون k به‌سوی آینه تابانده شود؛ و سپس به تجربه دریابیم که آن فوتون بازتابیده است: اکنون چنان می نماید که گویی احتمالات ناگهان آن هم به طور گسسته دستخوش تغییر شده‌اند. گویی هردو احتمال پیش از انجام آزمایش مساوی $\frac{1}{2}$ بوده‌اند، ولی پس از دانستن نتیجهٔ بازتاب، ناگهان یکی به 0 و دیگری به ۱ مبدّل گردیده است. آشکار است که این نمونه در باطن با آنکه در بخش ۷۱ آمد، یکی است.[۵*] توصیف این آزمایش با اینچنین عباراتی که هایزنبرگ در تقریر آن آورده است،[۹] کمکی به ایضاح مطلب نمی کند: «در اثر این آزمایش [یعنی آزمایشی که فوتون باتابیده شده در آن اندازه گرفته می شود] تأثیری فیزیکی (که همانا کاهش بسته‌های موج است) از محلّ یافت شدن فوتون بازتابیده شده بر محلّی دیگر ـ به فاصلهٔ دلخواه ـ وارد می شود که نیمهٔ دیگر بسته موج در آنجا واقع است.»؛ وی در ادامه می افزاید: «این تأثیر فیزیکی با سرعتی خیره‌کننده چون

۵*. به‌عبارت دیگر، «تغییر» احتمال تنها در تبدیل α به β است. لذا ($P(\beta)$ α همچنان $\frac{1}{2}$ می ماند؛ ولی البتّه ($\sum_{\beta} P(\beta)$، مساوی 0 است، همچنانکه $\sum_{\beta} P(\beta)$ مساوی 1 می باشد.

۹. هایزنبرگ، *Physikalische Prinzipien*، صفحهٔ ۲۹ (ترجمهٔ انگلیسی: *The Physical Principkes of Quantum Theory*، چاپ ۱۹۳۰، شیکاگو، صفحهٔ ۳۹). از سوی دیگر، فون لاو، در *Korpuskular-und Wellentheorie*، مجلّد ۶ *Handbuch d. Radiologie*(چاپ دوّم، صفحهٔ ۷۹ طبع جداگانه) به‌درستی می نویسد: «شاید این کاملاً خطا باشد که موج را با یك ذرّهٔ منفرد یکسان بینگاریم. اگر فرض کنیم که موج، در اساس، مربوط به انبوهه‌ای از ذرّات یکسان ولی مستقل از هم است، نتیجهٔ غریب یکسره از میان بر می خیزد.» اینشتین نیز در پاره‌ای از مقالات آخرش چنین تفسیری را پذیرفته بود: ← حاشیهٔ صفحهٔ ۲۹۳

برق همه‌جا را فرا می‌گیرد.» ولی پیداست که این توصیف هیچ گرهی را نمی‌گشاید، و احتمالات اوّلیّهٔ ما، $P_k(\beta)$ و $P_k(\beta')$، همچنان مساوی $\frac{1}{2}$ هستند. آنچه واقع شده، همانا اختیارنمودن مجموعهٔ مرجع جدید β یا β' به جای α است، که در نتیجهٔ انجام آزمایش و دانستن اینکه $k \in \beta$ یا $k \in \beta'$ بدان راهنمون می‌شویم. گفتن اینکه پیامدهای منطقی اختیار نمودن مجموعهٔ مرجع (یا پیامدهای منطقی دانسته‌های یاد شده) «با سرعتی خیره‌کننده چون برق همه‌جا را فرا می‌گیرد»، بیش از گفتن اینکه دو ضرب در دو با سرعتی خیره‌کننده چون برق مساوی چهار می‌شود، گره‌گشا نیست. سخن دیگری هم که هایزنبرگ در ادامه می‌افزاید که این نوع انتشار تأثیر فیزیکی را نمی‌توان برای ارسال سیگنال استفاده کرد، هرچند راست است، ولی فایدهٔ چندانی ندارد.

سرنوشت این آزمایش خیالی، نیاز مبرم به تعریف کردن و تمایزنهادن میان مفاهیم احتمال آماری و احتمال صورتاً شخصی را گوشزد می‌کند. همچنین نشان می‌دهد که تنها راه نزدیک شدن به مسألهٔ تفسیر ساختار ریاضی که از تئوری کوانتوم برخاسته است، از طریق تحلیل منطقی تفسیر گزاره‌های احتمالی می‌باشد.

۷۷. آزمایشهای سرنوشت‌ساز**

اکنون دو بخش اوّل برنامه‌ای را که در مقدّمهٔ پیش از بخش ۷۳ به اجمال مطرح ساختم، به انجام رسانده‌ام. اوّلاً ثابت کرده‌ام که فرمولهای هایزنبرگ تفسیر

**آزمایش ذهنی مشروح در این بخش، صفحات ۲۹۱ تا ۲۹۶، برخطا مبتنی است. (حاشیه‌های ۳* و ۴* این بخش را ببینید.) اشتباه مرا نخست فون وایتساکر (در مجلّد ۲۲ نشریهٔ *Natur wissenschaften*، چاپ ۱۹۳۴، صفحهٔ ۸۰۷) متذکّر شد؛ و نیز هایزنبرگ (در نامه‌هایی که به من نوشت)، و همچنین اینشتین درنامه‌ای که در پیوست xii* درج گردیده است. لذا آزمایش مطرح شده را پس می‌گیرم؛ ولی دیگر آن را «فیصله‌بخش» نمی‌شناسم. لیکن نه‌تنها استدلالهای من تا صفحهٔ ۲۹۹ مخدوش نمی‌شود، بلکه بجای آزمایش نادرست من، می‌توان آزمایش ذهنی مشهوری را قرار داد که آلبرت اینشتین، پودالسکی، و روزن در صفحات ۷۷۷ تا ۷۸۰ مجلّد ۴۷ نشریهٔ *Physical Review*، آورده‌اند. پاسخی که بور به این آزمایش داده است به‌نظر من تنها مسأله را به سطح دیگری انتقال می‌دهد: پیوست ix* این کتاب، و نیز مقالهٔ Quantum Mechanics Without the Observer، را در صفحات ۷ تا ۴۴ کتاب *Quantum theroy and Reality* ویراسته بونگه، چاپ ۱۹۶۷، ببینید.

آماری بر می دارند، و در ثانی نشان داده‌ام که تفسیر آنها به صورت حدود دقّت قابل دستیابی، نتیجهٔ منطقی تئوری کوانتوم نیست، و صرف دست یافتن به دقّت بیشتر در اندازه‌گیری، آن تئوری را نقض نخواهد کرد.[۱*]

بسا کسی که زیرلب بغرّد که «خوب آخر چه شد؟» و بگوید: «منکر آن نیستم که مکانیك کوانتوم را می توان از این دید هم نگریست. ولی به نظرم چنین می نماید که کنه فیزیکی تئوری هایزنبرگ، یعنی حکم به محال بودن انجام پیش بینیهای منفرد دقیق، همچنان دست نخورده است».

اگر از حریف خویش بخواهم تا با آوردن مثالی فیزیکی نظرش را قدری تشریح نماید، احیاناً خواهد گفت: «باریکه‌ای از الکترونها، مثلاً باریکه‌ای در محفظهٔ کاتودی را در نظر آورید، و فرض کنید این باریکه در راستای محور x باشد. از این باریکه گزیده‌های فیزیکی گوناگونی می توان به دست آورد. برای نمونه گروهی از الکترونها را برحسب وضعیتشان در جهت x، یعنی برحسب مختص x آنها در لحظه‌ای از زمان، برگزیده یا جدا می سازیم؛ برای انجام این کار می توان از دریچه‌ای بهره جست که در زمانهای بسیار کوتاه گشوده می گردد. بدین نحو گروهی از الکترونها به دست می آید که دارای امتداد بسیار کوتاهی در جهت x می باشند. بنابر روابط پراکندگی، اندازه حرکت الکترونهای مختلف این گروه (و لذا انرژیهایشان) در جهت x با هم تفاوت بسیار خواهند داشت. شما درست گفتید که این گونه گزاره‌های حاکی از پراکندگی را می توان آزمود. با اندازه‌گیری اندازه حرکت یا انرژی یکایك الکترونها می توان چنین کرد؛ و چون وضعیّت برما معلوم است، هم اندازه حرکت برما معلوم خواهد بود هم وضعیّت. برای انجام این اندازه‌گیری، مثلاً می توان صفحه‌ای را در میان آورد که الکترونها به رویش فروافتند و اتمهایش را برانگیخته سازند: از جمله خواهیم دید که پاره‌ای از اتمهای برانگیخته با دریافت انرژی‌ای بیشتر از انرژی متوسّط این الکترونها برانگیخته می شوند. لذا می پذیرم که اصرار شما بر ممکن بودن و اعتبارداشتن اینگونه اندازه‌گیریها کاملاً

۱*. نکتهٔ سوّم برنامه‌ام را نیز عملاً برآورده‌ام.

به‌جا بوده است. ولیکن اشکال من آن است که انجام اینگونه اندازه‌گیریها خواه‌ناخواه همراه با دخالت در سیستم مورد بررسی خواهد بود، چه یکایك الکترونها در نظر باشد، چه مانند مثال حاضر کلّ پرتو الکترونی. درست است که تئوری با دانستن اندازه حرکت الکترونهای مختلف گروه منطقاً نقض نمی شود (البتّه مشروط به آنکه برپایهٔ آنچه می دانیم به انجام گزینش ممنوع دست نیازیم). ولی بدون برهم زدن وضع یکایك الکترونها، هیچ راهی برای دست یافتن به این دانسته نیست. در نتیجه انجام پیش‌بینی های منفرد دقیق همچنان ناممکن خواهد ماند.»

پاسخ اوّلم به این اشکال آن است که درست بودنش جای تعجّب ندارد. این آشکار است که تئوری آماری هیچ پیش‌بینی دقیق منفردی نمی‌کند، بلکه تنها پیش‌بینی های منفرد «نامتعیّن» (یا صورتاً شخصی) به دست می دهد.

مدّعای فعلی من همین است که تئوری در عین آنکه ما را به انجام چنان پیش‌بینی هایی قادر نمی‌سازند، دستمان را نیز در قائل شدن به آنها نمی بندند. شرط محال دانستن انجام پیش‌بینی های منفرد، پذیرفتن این ادّعاست که دخالت در سیستم و تغییردادن آن، راه را بر انجام اندازه‌گیریهای توأم با پیش‌بینی می بندد.

حریف می گوید: «خوب ادّعای من نیز همین است. من درست همین گونه اندازه‌گیریها را محال می دانم. شما فرض گرفته‌اید که انرژی هریکی از الکترونهای در حال حرکت را می توان بدون خارج ساختنش از مسیر سایر الکترونهای گروه اندازه گرفت. حال آنکه من این فرض را بی پایه می دانم. زیرا اگر وسیله‌ای در اختیار می داشتیم که چنین اندازه‌گیریهایی را انجام دهد، با همان وسیله یا وسیله‌ای مشابه می توانستیم انبوهه‌هایی از الکترونها ایجاد کنیم که اوّلاً همگی وضعیّتی معیّن داشته باشند و ثانیاً اندازه حرکتهایشان هم یکی باشد. شما قبول دارید که یافت شدن چنین انبوهه‌هایی تئوری کوانتوم را نقض خواهد کرد، چون به قول خودتان «روابط پراکندگی» آنها را ممنوع می شمارند. لابدّ پاسختان این است که تنها وسیله‌ای برای اندازه‌گیری توانیم داشت نه برای گزینش. البتّه این پاسخ اشکال منطقی ندارد؛ ولی در مقام یك فیزیکدان همین قدر می توانم بگویم که غریزه‌ام از قبول این ادّعا سرباز می زند که می توان اندازه حرکتهای الکترونها را اندازه گرفت

ولی مثلاً نمی توان همهٔ الکترونهایی را که اندازه حرکتشان از یك مقدار خاصّ بیشتر (یا کمتر) باشد، حذف کرد.» جوابی که به این اعتراضات دارم این است که مطالب را کاملاً قانع کننده می یابم. ولی برهانی برای این مدّعا اقامه نشده است که امکان اندازه‌گیری پیش بینانه، ایجاب می کند جداسازی یا گزینش فیزیکی نظیرش نیز ممکن باشد (و همچنانکه بعد خواهیم دید، نمی توان چنین برهانی اقامه کرد). هیچیك از این احتجاجات ثابت نمی کند که پیش بینی های دقیق تئوری کوانتوم را نقض می کنند. اینها همه یك فرضیّهٔ اضافی را به میان می کشند. زیرا حکم به اینکه انجام پیش بینی های منفرد دقیق ناممکن است (که به رأی هایزنبرگ بر می گردد)، معادل این فرضیّه است که اندازه‌گیریهای پیش‌بینانه از گزینشهای فیزیکی جدایی ناپذیرند. آری تلقّی من با این دستگاه تئوریك جدید که از افزودن این فرضیّه کمکی موسوم به فرضیّهٔ جدایی ناپذیری حاصل شده است، ناسازگار می افتد.[۱]

تا اینجا به نکتهٔ سوّم برنامه‌ام رسیده‌ام. نکتهٔ چهارم هنوز مانده است؛ یعنی هنوز ثابت نکرده‌ام که دستگاه مرکّب از تئوری کوانتوم آماری (که قوانین بقاء اندازه حرکت و انرژی را هم جزو آن می شماریم) و «فرضیّهٔ جدایی ناپذیری»، تناقض آمیز است. گمان می کنم این پیش فرض جدایی ناپذیری اندازه‌گیری پیش‌بینانه از گزینش فیزیکی ریشهٔ عمیقی داشته باشد. دلیل اینکه هرگز دلیلی که خلاف این پیش فرض را ثابت کند نیاورده‌اند، شاید نتیجهٔ غلبهٔ شدید آن باشد.

تأکید می کنم که مطالب عمدتاً فیزیکی ای که اینك خواهم آورد، هرچند جزو مفروضات و مقدّمات تحلیل منطقی روابط عدم قطعیّت نبوده‌اند، ولی ثمرهٔ آن به‌شمار توانند رفت. تحلیل عرضه شده را می توان از مطالب زیر، به‌خصوص از آزمایش فیزیکی خیالی زیر[۲]*، که به قصد اثبات امکان پیش‌بینی دقیق مسیر ذرّات

---

۱. شك نیست که فرضیّهٔ کمکی مورد بحث را به صورتهای دیگر نیز می توان مطرح ساخت. دلیل من در انتخاب این صورت خاصّ برای بحث و بررسی، این بوده که ادّعای جدایی ناپذیری اندازه‌گیری و گزینش فیزیکی (در صحبتها و نامه‌ها) در اعتراض به نظر یاد شده عملاً مورد استفاده قرار می گرفت.

۲*. ناقدانی که بحقّ این آزمایش ذهنی را مردود تشخیص دادند، باوجود این هشدار، به باطل چنین پنداشته‌اند که بحث و تحلیل پیشین را نیز باطل ساخته‌اند.

منفرد مطرح گشته است، کاملاً مستقلّ دانست.

جهت تمهید مقدّمات این آزمایش ذهنی، نخست چند آزمایش ساده‌تر را شرح خواهم داد. هدف از اینها بیان این مطلب است که پیش‌بینی مسیر، و امتحان کردن اینگونه پیش‌بینی ها دشوار نیست. در این مرحله به پیش‌بینی های مربوط به ذرّات منفرد نخواهم پرداخت، بلکه راجع به (کلّ) ذرّات واقع در یك منطقهٔ جای‌ـ گاهی کوچك ($\Delta x.\Delta y\Delta z.\Delta t$) بحث خواهم کرد. در هر مورد، فقط احتمال حضور الکترون در منطقه مشخصّ است.

باز هم پرتوی از ذرات (الکترون یا نور) را در نظر می‌گیریم که در جهت x حرکت می‌کنند. ولی این بار پرتو را تکفام فرض می‌کنیم تا همهٔ ذرّه‌ها که در مسیرهای موازی با محور xـ ها حرکت می‌کنند دارای اندازه حرکت یکسان نیز باشند. در این حالت مؤلّفه‌های اندازه حرکت در جهات دیگر نیز معلوم و مساوی صفر خواهند بود. حال برای تعیین وضعیّت گروه ذرّات در جهت x، به‌جای آنکه لازم باشد دست به گزینش فیزیکی بزنیم ـ یعنی به‌جای آنکه لازم باشد ذرّات را (چنانکه دیدیم) به طرق فنّی از بقیّه جدا سازیم ـ صِرف توجّه به ذرّات گروه مقصودمان را برخواهد آورد. مثلاً می توان توجّه را معطوف به همهٔ ذرّاتی کرد که در یك لحظهٔ معیّن، (بادقّت مشخصّ) مختصّ x معینّی داشته باشند، و به بیرون از محدودهٔ کوچك Δx نریزند. اندازه حرکت هریك از این ذرّه‌ها را نیز دقیق می دانیم. پس می‌دانیم که این گروه از ذرّه‌ها در هر لحظه از زمان کجا خواهد بود. (روشن است که قائل شدن به وجود اینچنین گروهی از ذرّات به خودی خود با تئوری کوانتوم منافات ندارد؛ بلکه تنها قائل شدن به وجود جداگانهٔ آن، یعنی ممکن شمردن گزینش فیزیکی آنها با تئوری منافات خواهد داشت.) به همین نحو گزینش خیالی را نسبت به سایر مختصّات می توان انجام داد. لازم است پرتو تکفامی که به طور فیزیکی برگزیده شده، در جهات y و t بسیار کشیده باشد (و در مورد پرتو تکفام ایده‌آل این کشیدگی باید بی نهایت باشد)، زیرا گزینش اندازه حرکت در این دو جهتْ دقیق، و مقدارش مساوی 0 فرض می شود؛ و ازاین رو وضعیتّها در این دو جهت پخش خواهند شد. باوجود این باز هم می توانیم توجّه را به بخش بسیار

باریکی از پرتو معطوف سازیم.

در اینجا نیز نه‌تنها وضعیّت، بلکه اندازه حرکت همهٔ ذرّات گروه را نیز می توان معلوم ساخت. و می توان پیش‌بینی کرد که ذرّات این پرتو باریك (که در خیال برگزیده شده است) در کجا و با چه اندازه حرکتی با یك صفحهٔ عکّاسی واقع در مسیرشان برخورد خواهند کرد؛ و پیداست که این پیش بینی را (مانند آزمایش پیش) می توان به‌تجربه آزمود.

گزینشهای خیالی شبیه به اینکه در اینجا از «نمونهٔ خالص» خاصّی انجام شد، در سایر انواع انبوهه‌ها نیز میسّرند. مثلاً می توان در باریکه‌ای تکفام به‌وسیلهٔ شکاف بسیار باریك Δy، گزینش فیزیکی انجام داد (و لذا در واقع با گزینشی فیزیکی آغاز به‌کار کرد، در حالی‌که مثال پیشین گزینشی خیالی بیش نبود). هیچیك از ذرّات را نمی توان گفت که پس از عبور از شکاف در چه جهتی حرکت خواهد کرد؛ ولی اگر جهت خاصّی را در نظر بگیریم، می توانیم اندازه حرکت همهٔ ذرّاتی را که در آن سمت حرکت کرده باشند، دقیقاً محاسبه کنیم. بنابراین ذرّات گذشته از شکاف در یك جهت معیّن، باز یك گزینش خیالی تشکیل خواهند داد. و خواهیم توانست هم وضعیّت آنها را پیش بینی کنیم هم اندازه حرکتشان را؛ و به عبارت کوتاهتر مسیرشان را پیش‌بینی توانیم کرد؛ و باز با قراردادن یك صفحهٔ عکّاسی در مسیر می توان پیش‌بینی ها را امتحان کرد.

اوضاع علی الاصول با آنچه در مثال اوّل دیدیم، یعنی گزینش ذرّات برحسب وضعیّتی که در جهت حرکت دارند، یکسان است (هرچند که انجام آزمونهای تجربی قدری مشکلتر شده است). چنانچه گزینش فیزیکی متناظر با این حالت را به دست دهیم، ذرّات گوناگون، به دلیل پخش شدن اندازه حرکتها، سرعتهای مختلف خواهند داشت. از این رو گروه ذرّات هرچه پیشتر رود، در حوزهٔ وسیعتری در جهت x پخش می گردد. (بسته کشیده‌تر می شود.) و سپس خواهیم توانست اندازه حرکت بخشی از این گروه ذرّات را که در لحظه‌ای خاصّ، در وضعیّت معیّنی در جهت x واقع باشند (و در خیال برگزیده شده باشند) حساب کنیم: هرچه این بخش مسافت بیشتری را در جهت x پیموده باشد اندازه حرکتی بزرگتر خواهد داشت

(و بالعکس). برای آزمودن تجربی این پیش بینی، به‌جای استفاده از صفحهٔ عکّاسی، از یك نوار فیلم عکّاسی متحرّك باید استفاده کنیم. چون زمان برخورد الکترون بر هر نقطهٔ نوار را می دانیم، اندازه حرکت برخورد را نیز می توانیم برای هر نقطهٔ نوار پیش‌بینی کنیم. این گونه پیش‌بینی را هم می توان آزمود؛ مثلاً پالایه‌ای را جلو نوار متحرك یا جلو شمارندهٔ گایگر قرار می دهیم (اگر پرتو از نور باشد پالایه را قرار می دهیم، و اگر الکترونی باشد، میدانی الکتریکی عمود بر جهت پرتو را)، و سپس گزینش برحسب جهت را انجام می هیم، و تنها ذرّاتی را برمی گزینیم که اندازه حرکتشان از مقدار معیّنی بیشتر باشد. و سرانجام می توانیم تحقیق کنیم که آیا ذرّات واقعاً در زمان پیش بینی شده به نوار رسیده‌اند یا نه.

دقّت اندازه‌گیری در این آزمونها محدود به حدّی نیست که در روابط عدم قطعیّت مندرج است. همچنانکه دیدیم این روابط عمدتاً در اندازه‌گیریهایی کاربرد می یابند که برای انجام پیش‌بینی صورت می گیرند، نه برای آزمودن پیش‌بینی ها. به‌عبارت دیگر، این روابط در «اندازه‌گیریهای پیش بینانه» مصداق می یابند نه در «اندازه‌گیریهای ناپیش بینانه». در بخشهای ۷۳ و ۷۶ به بررسی سه‌اندازه‌گیری «ناپیش بینانه» پرداختم که عبارت بودند از (الف) دوبار اندازه‌گیری وضعیّت، (ب) اندازه‌گیری اندازه حرکت مقدّم بر اندازه‌گیری وضعیّت، و (پ) اندازه‌گیری وضعیّت مقدّم بر اندازه حرکت. اندازه‌گیری فوق‌الذّکر، با پالایه‌ای جلو نوار فیلم شمارشگر گایگر، مثالی از (ب)، یعنی گزینش اندازه حرکت مقدّم بر اندازه‌گیری وضعیّت می باشد. شاید بتوان این نمونه را همان نمونه‌ای دانست که به قول هایزنبرگ (← بخش ۷۳) انجام «محاسبه راجع به پیشینهٔ الکترون» را مجاز می شمارد. چون در دو حالت (الف) و (پ) تنها می توان راجع به فاصلهٔ زمانی بین دو اندازه‌گیری محاسبه انجام داد، ولی در (ب) می توان مسیر را مقدّم بر اندازه‌گیری اوّل محاسبه کرد، مشروط به آنکه این اندازه‌گیری، گزینشی برحسب یك اندازه حرکت معیّن باشد؛ زیرا چنین گزینشی است که‌وضعیّت ذرّات را دستخوش تغییر نمی سازد.[۳*] می دانیم که هایزنبرگ در «واقعیّت خارجی» این اندازه‌گیری تردید

۳*. از این عبارت (که برپایهٔ بحث پیوست vi مبتنی اش ساخته‌ام) اینشتین به‌نحو کارسازی انتقاد کرد (← پیوست ←

می ورزد، چون شرط محاسبهٔ اندازه حرکت ذرّه در آن، دانستن دقیق زمان و محلّ دقیق فروافتادن ذرّه است: این اندازه‌گیری به دلیل آنکه هیچ نتیجهٔ آزمون پذیری ندارد، فاقد محتوای پیش بینانه می نماید. باوجود این، آزمایش خیالی خود را که به قصد اثبات امکان پیش‌بینی دقیق وضعیّت و اندازه حرکت یك ذرّهٔ معیّن مطرح می‌گردد، برپایهٔ همین مجموعهٔ اندازه‌گیری که در نظر نخست ناپیش بینانه می نماید، مبتنی خواهم ساخت.

چون برآنم تا نتایج دامنه‌داری از فرض خود دایر بر امکان انجام اینگونه اندازه‌گیریهای ناپیش بینانه بگیریم، جادارد که قدری به توجیه این فرض بپردازم. این کار را به پیوست *vi* محوّل می سازم.

با آزمایش خیالی زیر، به مناقشهٔ مستقیم در روش استدلال بور و هایزنبرگ در تفسیر فرمولهای هایزنبرگ به صورت حدود دقّت قابل دستیابی خواهم پرداخت. چه، اینان برای توجیه تفسیرشان کوشیده‌اند تا ثابت کنند که هیچ آزمایش خیالی ای نمی توان طرح نمود که اندازه‌گیریهای پیش بینانه‌ای دقیقتر از آنچه در فرمولها آمده است به دست دهد. لیکن این روش استدلال مطمئناً تضمین نمی کند که هیچگاه آزمایشی خیالی (برپایهٔ پدیده‌ها و قانونهای فیزیکی شناخته شده) طرح نخواهد شد که امکان چنان اندازه‌گیریها را اثبات کند. مناقضت چنین اندازه‌گیریهایی را با ساختار تئوری کوانتوم چندان بدیهی فرض کرده‌اند که حتّی جهت جستجوی اینگونه آزمایشها را نیز ظاهراً همین فرض رقم زده است. ولی آنچه در پیشبرد نکات (۱) و (۲) برنامه‌ام تا اینجا آورده‌ام، راه را هموار ساخته است تا به طرح آزمایشی خیالی بپردازیم که هم با تئوری کوانتوم موافقت تامّ داشته باشد، هم امکان انجام

→

xii*)، و چون این عبارت نادرست است، آزمایش ذهنی من از هم می‌پاشد. لبّ مطلب این است که اندازه‌گیریهای ناپیش بینانه مسیر ذرّه را تنها بین دو اندازه‌گیری، مثلاً اندازه‌گیری اندازه حرکت مقدّم بر وضعیّت (یا بالعکس) تعیین می کنند؛ بنابر تئوری کوانتوم نمی توان مسیر پیشین - یعنی مسیر در منطقهٔ زمانی پیش از اندازه‌گیری اوّل - را هم بدین نحو تعیین کرد. لذا بند آخر پیوست vi درست نیست؛ چنین نیست که اگر ذرّه‌ای به نقطهٔ *x* برسد، (بقیهٔ متن را ببینید) بتوان گفت که از *P* آمده است یا از جایی دیگر. حاشیهٔ ** صفحهٔ ۲۹۳ را نیز ببینید.

آزمایشهای دقیق مورد نظر را ثابت کند.

برای انجام این آزمایش، مانند گذشته باز «گزینش ذهنی» را به‌کار خواهم گرفت؛ ولی نحوه‌ای را پیش خواهم گرفت که اگر ذرّه‌ای از ذرّات برگزیده واقعاً وجود داشته باشد، بتوان آن را معیّن ساخت.

آزمایش من از جهتی ایده‌آلسازی آزمایشهای کمپتون ـ سایمن و بوذه ـ گایگر[۲] به‌شمار تواند رفت. از آنجا که هدفمان دست یافتن به پیش‌بینی های منفرد است، نمی توانیم تنها به مقدّمات آماری قائل شویم. بلکه قانونهای غیرآماری بقاء انرژی و اندازه حرکت را نیز باید درکار آوریم. این قوانین اجازه می دهند تا به شرط دردست داشتن دو تا از کمیّتهای چهارگانهٔ مربوط به برخورد (یعنی اندازه حرکتهای $\mathbf{a}_1$ و $\mathbf{b}_1$ قبل از برخورد، و $\mathbf{a}_2$ و $\mathbf{b}_2$ (بعد از برخورد) و یك مؤلّفه[۳] از کمیّت سوّم، نتیجهٔ برخورد ذرّه‌ها را محاسبه کنیم. (روش محاسبه جزئی از تئوری پدیدهٔ کمپتون می باشد، و برای همگان آشنا است.[۴])

حال آزمایش زیر را درنظر می گیریم. (شکل ۲ را ببینید). دوباریکه از ذرّات را باهم تلاقی می دهیم (یکی از این دو پرتو نور، و دیگری پرتوی است دارای بار الکتریکی[۵]) که هر دو «نمونه‌هایی خالص»اند، بدین معنی که باریکهٔ A تکفام است، یعنی گزینشی برحسب اندازه حرکت $\mathbf{a}_1$ است، ولی باریکهٔ $\mathbf{B}$ از شکاف باریك sl می گذرد، و لذا مورد گزینش فیزیکی برحسب وضعیّت قرار می گیرد.

---

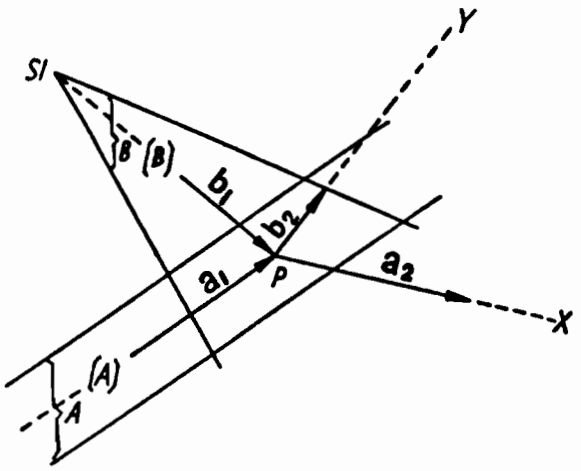
۲. کمپتون و سایمون، مجلّد ۲۵ نشریهٔ *Physical Review*، چاپ ۱۹۲۴، صفحهٔ ۴۳۹؛ بوده و گایگر، مجلّد ۳۲ در *Zeitschrift für Physik*، چاپ ۱۹۲۵، صفحهٔ ۶۳۹؛ و نیز ← کمپتون، *X-Ray and Electrons*، چاپ ۱۹۲۷. *Ergebnisse der Exakten Naturwissenschaft*، مجلّد ۵، چاپ ۱۹۲۶، صفحات ۲۶۴ به‌بعد؛ هاس، *Atom theorie*، چاپ ۱۹۲۹، صفحات ۲۲۹ به‌بعد.

۳. مقصود از «مؤلّفه» در اینجا وسیعترین معنای آن است، خواه جهت باشد، خواه مطلق اندازه.

۴. ← هاس، منبع پیشین.

۵. در اینجا پرتو نور و هرگونه پرتو ذرّه‌ای را در نظر دارم (خواه دارای بار مثبت باشد یا منفی، و خواه بی بار و خنثی باشد)؛ لیکن علی الاصول دو نوع پرتو ذرّه‌ای را می توان به کار برد که دست کم یکی از آن دو خنثی (متشکّل از نوترونها) باشد. (استطراداً این را هم بگویم که واژه‌های «نگاترون» و «پوزیترون» را که رفته‌رفته رواج می یابند، لغاتی نازیبا می دانم {مفاد هفت واژه در متن انگلیسی به دلیل اشارهٔ آنها به نکته‌ای مربوط به زبان اصلی ترجمه نشده است}.)

اندازه حرکت (مطلق) ذرّات B مساوی b_1 فرض می شود. برخی از ذرّات این دو باریکه باهم برخورد خواهند کرد. حال دو قطعه پرتو باریك $[A]$ و $[B]$ را درنظر می گیریم که در محلّ P تلاقی می یابند. اندازه حرکت $[A]$ معلوم و مساوی $\mathbf{a}_1$ است. اندازه حرکت قطعه پرتو $[B]$ نیز به‌محض تعیین جهت این پرتو قابل محاسبه خواهد بود؛ گیریم مساوی $\mathbf{b}_1$ باشد. حال جهت PX را اختیار می کنیم. اندازه حرکت ذرّاتی از $[A]$ را که پس‌از برخورد در جهت PX حرکت کنند، می توان محاسبه کرد. این اندازه حرکت را با $\mathbf{a}_2$، و اندازه حرکت پس از برخورد ذرّات مورد



برخورد با $\mathbf{b}_2$ نشان می دهیم. بازاء هر ذرّهٔ $[A]$ که در P با اندازه حرکت $\mathbf{a}_2$، در جهت X منحرف شده باشد، ذرّه دیگری از $[B]$ متناظر خواهد بود که در P با اندازه حرکت $\mathbf{b}_2$ به جهت محاسبه‌پذیر PY منحرف می گردد. حال دستگاهی را در X قرار می دهیم که برخورد ذرّات رسیده از P را در منطقهٔ محدود X ثبت کند ـ این دستگاه مثلاً ممکن است یك شمارگر گایگر یا یك نوار فیلم متحرّك باشد. می توان چنین گفت: با ثبت برخورد هر ذرّه درمی یابیم که همزمان با هر برخورد، ذرّهٔ دیگری هم از P با اندازه حرکت $\mathbf{b}_2$ به سمت Y در حرکت است. و از روی آنچه ثبت کرده‌ایم، محلّ این ذرّه را هم در هر لحظه از زمان خواهیم دانست؛ زیرا از روی زمان برخورد ذرّهٔ اوّل و

سرعت معلوم آن، خواهیم توانست لحظهٔ برخورد در P را محاسبه کنیم. با استفاده از یك شمارگر گایگر دیگر در P (یا یك نوار فیلم متحرك) می توانیم پیش بینی هایمان در مورد ذرّهٔ دوّم را نیز امتحان کنیم.*۴

دقّت این پیش بینی ها، و نیز دقّت اندازه‌گیریهایی که برای امتحان کردنشان انجام می شوند، از حیث مختصّ وضعیّت و مؤلّفهٔ اندازه حرکت در جهت PY، عقلاً محدود به حدّ مندرج در اصل عدم قطعیّت نیست. زیرا آزمایش ذهنی یاد شده، دقّت پیش بینی راجع به ذرّات منحرف شده B در P را تحویل می کند به مسألهٔ دقت دستیافتنی در اندازه‌گیری در نقطهٔ X. نخست چنین می نمود که اینها اندازه‌گیری ناپیش بینانهٔ زمان، وضعیّت و اندازه حرکت مربوط به ذرّهٔ اوّل $[A]$ هستند. اندازه حرکت این ذرّه در جهت PX و نیز زمان برخوردش در X، یعنی وضعیتش در جهت PS را، به هر درجهٔ دقت می توان اندازه گرفت (← پیوست vi) مشروط به آنکه گزینش اندازه حرکت را مثلاً با حائل قرار دادن یك میدان الکتریکی یا یك پالایه در جلو شمارگر گایگر، پیش از اندازه‌گیری وضعیّت قرار دهیم. ولی (همچنانکه در پیوست vii به تفصیل خواهیم آورد)، این نتیجه می دهد که دربارهٔ ذرّات B در حال حرکت به سمت PY پیش بینی هایی با هر درجهٔ دقّت می توان نمود.

این آزمایش ذهنی نشان می دهد که نه تنها می توان پیش بینی های منفرد دقیق انجام داد، بلکه شروط انجام اینگونه پیش‌بینی ها، یا بهتر بگوییم، شروط سازگاری آنها با تئوری کوانتوم را نیز به دست می دهد. اینگونه پیش بینی ها را به

---

*۴ استدلال اینشتین، پودالسکی و روزن ضعیفتر ولی معتبر است: گیریم تفسیر هایزنبرگ صحیح باشد و تنها بتوان یکی از وضعیّت یا اندازه حرکت ذرّهٔ اوّل را در X به دلخواه اندازه گرفت. حال اگر وضعیّت ذرّهٔ اوّل را اندازه بگیریم، وضعیّت دوّمی را محاسبه توانیم کرد؛ و اگر اندازه حرکت اوّلی را اندازه بگیریم، اندازه حرکت دوّمی را محاسبه توانیم کرد. ولی چون کار انتخاب وضعیّت یا اندازه حرکت، در هر زمان، حتّی پس از برخورد دو ذرّه، به اختیار ما وانهاده شده است، معقول نیست که فرض کنیم ذرّهٔ دوّم به‌نحوی از تغییر ترکیب آزمایش در نتیجهٔ انتخاب ما، تأثیر پذیرفته و دستخوش تغییر شده است. پس به دقّت مطلوب خواهیم توانست وضعیّت یا اندازه حرکت ذرّهٔ دوّم را بدون دستخوش تغییر ساختن آن اندازه بگیریم؛ به عبارت دیگر، ذرّهٔ دوّم، هم وضعیّت دقیق «دارد» هم اندازه حرکت دقیق. (اینشتین می گفت وضعیّت و اندازه حرکت هردو «واقعیّت دارند»، و برای همین به وی لقب «مرتجع» داده بودند.) حاشیهٔ صفحهٔ ۲۹۳ و پیوستهای xi^* و xii^* را نیز ببینید.

شرطی می توان انجام داد که حالت ذرّه شناخته شده باشد، بدون آنکه ایجاد دلخواه حالت میسّر باشد. لذا شناخت واقعی پس از وقوع رویداد حاصل می شود، زیرا هنگامی این شناخت حاصل می شود که ذرّه آن حالت حرکتی معلوم را به‌خود گرفته باشد. ولی از همین شناخت می توان برای استنتاج پیش‌بینی های آزمون پذیر استفاده کرد. (مثلاً اگر ذرّهٔ B مورد نظر فوتون باشد، می توان زمان رسیدن آن به سیریوس را حساب کرد.) برخوردهای ذرّات در X پشت سرهم خواهد بود، ولی فواصل زمانی برخورد قاعده‌ای ندارد؛ و این بدان معنی است که توالی برخورد ذرّات B که دربارهٔ آنها پیش‌بینی می کنیم نیز فاقد قاعده است. این با تئوری کوانتوم سازگار نیست که ما بتوانیم این حالت اشیاء را مثلاً با مساوی ساختن فواصل زمانی برهم بزنیم. پس گویی می توان از روی سمت حرکت گلوله، نیرویی را که وارد می کند از پیش معیّن ساخت؛ و نیز می توان زمان دقیق شلیك شدن گلوله در P را هم تعیین کرد (آن هم پیش از اصابت گلوله بر هدف در Y). ولی زمان شلیك را نمی توان به دلخواه تعیین کرد، بلکه باید صبر کنیم تا ماشه کشیده شود. جلو شلیکهای کنترل نشده به سمت هدف را هم از نقاط نزدیك به P) نمی توانیم بگیریم.

پیداست که آزمایش ما و تفسیر هایزنبرگ با هم ناسازگارند. ولی از آنجا که تفسیر آماری فیزیك کوانتوم (به اضافهٔ قوانین بقاء انرژی و اندازه حرکت) اجازهٔ استنتاج این آزمایش را می دهند، به نظر می‌رسد که تفسیر هایزنبرگ که با این آزمایش ناسازگار است با تفسیر آماری تئوری کوانتوم هم ناسازگار باشد. باتوجّه به آزمایشهای کمپتون ـ سایمون و بوده ـ کایگر، آزمایش ما ممکن به نظر می رسد. این را می توان آزمایشی سرنوشت‌ساز دانست برای داوری بین تلقّی هایزنبرگ و تفسیر آماری عاری از تناقض تئوری کوانتوم.

۷۸. متافیزیك بدون علیّت

وظیفهٔ دانشمند علوم تجربی جستجوی از قوانینی است که برپایهٔ آنها بتواند پیش‌بینی کند. این وظیفه دو بخش دارد. از یك سو باید به کشف قانونهایی اهتمام

ورزد که بتواند برپایهٔ آنها امور منفرد را پیش‌بینی کند (اینها را قانونهای «علّی» یا «قطعی» یا «گزاره‌های دقیق» می‌خوانند). و از سوی دیگر باید فرضیّه‌هایی راجع به بسامد امور، یعنی قانونهایی حاکی از احتمالات را جهت پیش‌بینی بسامدهای دیگر پیش نهد. این دو وظیفه به هیچ وجه مانعة‌الجمع نیستند. آشکار است که تصریح به گزاره‌های دقیق مانع بیان فرضیّه‌های بسامدی نیست؛ چه، همچنانکه دیدیم پاره‌ای از گزاره‌های دقیق قانونهای کلانی هستند که از فرضیّه‌های بسامدی نتیجه می‌شوند. همچنین اگر در زمینهٔ خاصّی گزاره‌های بسامدی به تأیید رسیده باشند، نمی‌توان نتیجه گرفت که در آن زمینه گزارهٔ دقیق یافت نمی‌شود. این امر روشن به نظر می‌رسد. ولی نتیجهٔ دوّمی را که ما منکر شدیم بارها مدّعی شده‌اند. بارها و بارها با این پندار روبرو می‌شویم که هرجا پای بخت در میان باشد نظمها نقض می‌شوند. در بخش ۶۹، به انتقاد از این پندار پرداختم.

ثنویّت در عالم قانونهای خرد و کلان ـ به‌معنی کارساز شمردن هر دو نوع قانون باتوجّه به رشد کنونی علوم ـ به آسانی رفع‌شدنی نیست. آنچه منطقاً ممکن می‌نماید همین است که جمیع گزاره‌های دقیق یافت شده را قانونهایی کلان به‌حساب بریم، و از این راه آنها را به گزاره‌هایی بسامدی تحویل نماییم. عکس این کار میسّر نیست. همچنانکه در بخش ۷۰ دیدیم گزاره‌های بسامدی هرگز نتیجهٔ گزاره‌های دقیق نیستند، بلکه استنتاج آنها همواره منوط به درکار آوردن مقدّمات خاصّ آماری است. احتمالات تنها برپایهٔ برآوردهای احتمالی محاسبه می‌شوند.[۱*]

منطقاً وضع چنین است. از اینجا وجود رابطهٔ ضروری علّی و معلولی نه نفی می‌شود نه اثبات. حتّی اگر روزی برسد که در فیزیك جز برپایهٔ گزاره‌های بسامدی نتوان چیزی گفت، باز جوازی برای انکار ضرورت علّیّت نخواهیم داشت؛ یعنی جوازی برای این ادّعا نخواهیم داشت که «در طبیعت، قانون دقیق و قانونی که از

۱* اینشتین در انتهای نامه‌ای که اینك در پیوست xiii* این کتاب درج شده است، با این نظر مخالفت ورزیده است. ولی من همچنان درست می‌دانمش.

وقوع فرایندهای منفرد یا نامرکّب خبر دهد، وجود ندارد» دانشمند در جستجوی از قوانین هیچ مانعی را نمی‌پذیرد، و وجود این قوانین غیردقیق نیز مانع کار او نیست. چابك‌دستی در کاربرد برآوردهای احتمالی دلیل آن نمی‌شود که جستجوی از قانونهای دقیق را بیهوده بینگاریم.

این سخنان را به هیچ وجه نباید مبتنی بر آزمایش خیالی بیان شده در بخش ۷۷ انگاشت؛ بلکه قضیّه کاملاً برعکس است. فرض کنیم این آزمایش، فرمولهای عدم قطعیّت را باطل نکند (علّت این امر هرچه باشد فرق نمی‌کند ـ مثلاً فرض می‌کنیم آزمایش فیصله‌بخش بیان شده در پیوست *vi* حکم به بطلان تئوری کوانتوم کرده باشد): حتّی در این صورت نیز فرمولهای عدم قطعیّت را باید چون گزاره‌های بسامدی امتحان کنیم و به تقویت برسانیم. از این رو باز مجاز نخواهیم بود تا برپایهٔ تقویت شدن آنها، در ضرورت رابطهٔ علّی و معلولی مناقشه نماییم.[۲*]

آیا در جهان حکم قانونهای حقیقی جاری است؟ این پرسش در نظر من پرسشی متافیزیکی است. هر قانونی که بیابیم فرضیّه‌ای است؛ و این سخن بدان معنی است که همواره ممکن است قانونی برتر از آنکه یافته‌ایم جانشین آن شود، و نیز اینکه استنتاج قانونی که یافته‌ایم از برآوردهای احتمالی میسّر است. ولی انکار علیّت همان و ترغیب دانشمندان به دست کشیدن از جستجوی قوانین همان؛ و همچنان که ثابت کردیم، این عمل را بر هیچ برهانی نمی‌توان استوار ساخت. اصل موسوم به «اصل علیّت» یا «قانون علیّت» به هر صورت تقریر شود، باز خصلتاً با قانونهای طبیعی تفاوت بسیار خواهد داشت؛ و من با شلیك موافق نیستم که می‌گوید: «. . . درست همانگونه که صدق هر قانون طبیعی را می‌توان آزمود، صدق قانون علیّت را نیز می‌توان».[۱]

۲* هنوز هم این استدلال را در اساس صحیح می‌دانم: از موافق افتادن پیش‌بینی بسامدها در پرتاب سکّه نمی‌توان نتیجه گرفت که یکایك پرتابهای سکّه تعیّن ندارند. ولی دلیلی که می‌توان مثلاً در طرفداری از نفی نظری علیّت آورد، ذکر دشواریها و معضلاتی است که با نفی علیّت می‌توان مرتفعشان ساخت.

۱. شلیك، در *Die Kausalität in der gegerwärtigen physik* مجلّد ۱۹ نشریّه *Die Naturwissenschaften*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۱۵۵؛ چنین می‌نویسد (مطلب را کامل نقل می‌کنم؛ حاشیه‌های ۷ و ۸ بحش ۴ را نیز ببینید): «تلاشهای ما در یافتن گزاره‌ای آزمون‌پذیر که با اصل علیّت معادل باشد، ناکام بوده است؛ و کوششهای ←

عقیده به علیّت متافیزیکی است.[۳*] این عقیده ناشی از تبدیل قاعدهٔ روش شناسانه‌ای که به دانشمندان می‌گوید تا دست از جستجوی قوانین نکشند، به فرضیّه‌ای متافیزیکی است؛ همین و بس. از این روست که عقیده به صدق اصل متافیزیکی علیّت با جلوه‌های گوناگونی که دارد ثمربخش‌تر می‌نماید تا عقیده به چنان نظام متافزیکی نافی علیّتی که هایزنبرگ تبلیغ می‌کند. در واقع می‌بینیم که ابراز نظرهای هایزنبرگ اثر فلج کننده‌ای بر پژوهش علمی نهاده است. وقتی مدام تکرار شود که جستجوی از پیوندها کار «مهملی» است، ای بسا پیوندهای دستیافتنی که از دیده نهان خواهد ماند.

فرمولهای هایزنبرگ، مانند سایر گزاره‌هایی که تنها به توسّط پیامدهای آماریشان تقویت توانند شد، ضرورت علّی و معلولی را نقض نمی‌کنند. ولی این دلیل نمی‌شود که هیچ گزارهٔ تجربی نمی‌تواند نتایج اصل علیّت یا مثلاً حکم زیر را توجیه کند که قاعدهٔ روشن شناسانهٔ یاد شده ـ یعنی عزم بر دست نکشیدن از جستجوی قانون ـ کارساز نیست چون جستجوی از قوانین و پیش‌بینی‌های خاصّ بی‌ثمر یا بی‌معنی یا «محال» است (← حاشیهٔ ۲ بخش ۱۲). ولی هیچ گزارهٔ تجربی در روش‌شناسی نتیجه نمی‌دهد که تنها چاره دست کشیدن از جستجوی قانون است. گزاره‌ای که فارغ از عناصر متافیزیکی فرض می‌شود، تنها به شرطی می‌تواند نتیجه‌ای منافی علیّت داشته باشد که آن نتیجه ابطال‌پذیر باشد.[۴*] امّا ابطال

→

ما در این راه همیشه شبه گزاره‌هایی را به‌بار آورده است. این نتیجه کاملاً هم نامترقّب نیست، چه، همانطور که گفتیم صدق قانون علیّت نیز همانند صدق هر قانون طبیعی دیگر آزموده می‌شود؛ ولی نیز گفتیم که خود این قانونهای طبیعی را وقتی درست بررسی کنیم در می‌یابیم که از جنس گزاره‌های صدق و کذب بردار نیستند، بلکه قواعدی‌اند برای ساخت و تغییرشکل اینگونه گزاره‌ها؛ همین و بس.» شلیك پیشتر اصل علیّت را همسنگ قوانین طبیعی می‌آورد. ولی چون قوانین طبیعی را گزاره‌هایی اصیل می‌دانست، «اصل علیّت» را نیز «فرضیّه‌ای آزمون‌پذیر» تلقّی می‌کرد. *Allgemeine Erkenntnislehre*، چاپ دوّم، ۱۹۲۵، صفحهٔ ۳۷۴.

۳*. فصل iv* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را با این رأی و بقیّهٔ آرا این بخش مقایسه کنید.

۴*. این، هرچند در پاسخ پوزیتیویستها صحیح است، ولی به صورتی که هست گمراه‌کننده است؛ چه، گزارهٔ ابطال‌پذیر انواع گوناگونی از پیامدهای منطقاً ضعیف، و از جمله پیامدهای ابطال ناپذیر تواند داشت. (← چهارمین بند بخش ۶۶).

آن نتایج، مشروط به تقریر قوانین و استنتاج پیش‌بینی هایی از آن قوانین است که تقویت شدنی باشند. بنابراین فرض تجربی بودن این نتایج منافی علیّت همان، و الزام به کوشش در راه آزمودن و ابطال نمودن آنها همان. و این عین جستجوی قوانین است. پس نمی‌توان بدون انکار خصلت تجربی این فرضیّه‌ها به حکم دست کشیدن از جستجوگردن نهاد. و این نشان می دهد که تصوّر وجود فرضیّه‌ای تجربی که ما را به دست کشیدن از جستجوی قوانین وادارد، تناقض آمیز است.

برآن نیستم تا در اینجا به تشریح جزء بجزء این امر بپردازم که چطور بسیاری از کوششهایی که برای نفی ضرورت علّی و معلولی انجام شده است، در بن بر اندیشه‌ای مبتنی اند که از نظر متافیزیکی عین قائل شدن به ضرورت علّی و معلولی است. (محض نمونه هایزنبرگ برای اثبات امتناع تبیین های علّی، خود به تبیینی علّی متوسّل می شود.)[۵]* جادارد به خواننده یادآور شوم کوششهای بسیاری را که کرده‌اند تا مبرهن سازند فرمولهای عدم قطعیّت، همچون اصل ثابت بودن سرعت نور، سدّی است که برخی مسیرها را در تحقیق علمی فرو می بندد: گفته‌اند که شباهت c و h، یعنی سرعت نور و ثابت پلانك، در آن است که هر دو در اساس مرزی را بر تحقیق علمی مقرّر می کنند. و هرگونه اقدامی برای گذشتن از این مرزها را نیز به روش مشهور داغ «شبه مسأله» نهادن بر پرسشهای نامعهود، مردود شمرده‌اند. به نظر من، میان دو ثابت c و h واقعاً شباهتی هم هست؛ و از قضا همین شباهت تضمین می کند که ثابت h نیز مانند ثابت c سدّی بر تحقیق علمی نیست. اصل ثابت بودن سرعت نور (و محالیّت فراتر رفتن از این سرعت) مانع جستجوی سرعتهای بالاتر نیست؛ بلکه تنها به یافت نشدن چنین سرعتی در آن تصریح شده است؛ یعنی مدّعا این است که ما نخواهیم توانست سیگنالی بسازیم که سریعتر از نور حرکت کند. بر همین قیاس، فرمولهای هایزنبرگ را نباید مانع جستجوی نمونه‌های «فوق‌العاده خالص» انگاشت؛ بلکه این فرمولها تنها به یافت نشدن اینگونه

۵*.خلاصهٔ استدلالش این است که علّیت در اثر مداخلهٔ ما در شیء مشاهده شده، که نوعی فعل و انفعال علّی است، باطل از کار در می آید.

نمونه‌ها، و به‌خصوص به اینکه ما نمی توانیم چنین نمونه‌هایی را بسازیم، تصریح دارند. قوانینی که سرعتهای بالاتر از سرعت نور، و یافت شدن نمونه‌های «فوق‌العاده خالص» را ممنوع می‌شمارند، مانند سایر گزاره‌های تجربی، پژوهشگر را به تلاش برای جستجوی امور ممنوعه بر می انگیزند. چه، تنها راه آزمودن گزاره‌های تجربی، همانا تلاش برای ابطال آنهاست.

از لحاظ تاریخی، پیدایش نظام متافیزیکی منکر ضرورت علّی و معلولی به خوبی قابل فهم است. مدّتهای درازی فیزیکدانها به نظام متافیزیکی قائل به ضرورت علّی و معلولی معتقد بودند. ولی به دلیل عدم شناخت صحیح جنبهٔ منطقی امر، ناکامی در به دست آوردن طیفهای گوناگون نور ـ که پدیده‌هایی آماری‌اند ـ از روی مدل مکانیکی اتم، برای اصل ضرورت علّی و معلولی بحرانی پدید آورد. امروزه به روشنی می بینیم که چون راه‌بردن به قوانین آماری از یك مدل غیرآماری (مکانیکی) اتم ناممکن است، از آن ناکامی هیچ چاره‌ای نیز نداشته‌اند. ولی در آن زمان (حدود ۱۹۲۴ که تئوری بور، کرامرز و اسلیتر مطرح شده بود)، خواه‌ناخواه چنان می نمود که در سازوکار هر تك اتم، احتمال جای قانونهای قطعی را می گیرد. لذا بنای مبتنی بر علیّت فرو ریخت ـ عمدتاً به این دلیل که گزاره‌های احتمالی در قالب گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی بیان می شدند. بر ویرانه‌های نظام مبتنی بر علیّت، نظام منکر علیّت با تکیه بر اصل عدم قطعیّت هایزنبرگ برافراشته شد. ولی امروزه می بینیم که این نظام نیز زاییدهٔ همان خطا در فهم معنای گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی بوده است.

آنچه از مطالب گفته شده می آموزیم این است که باید در طلب قانونهایی ـ یعنی منعهایی ـ بود که امکان نقض تجربی داشته باشند. ولی به ادّعای امور ممنوعی که تحقیق علمی را محدود به حدودی می نمایند نباید تن در داد. *۶

---

*۶. اخیراً نیز (پس از ۳۳ سال) آرائم را در این باره به شکلی نو در مقالهٔ Quantum Mechanics Without the Observer آورده‌ام که در صفحات ۷ تا ۴۴ مجموعهٔ *Quantum Theory and Reality* ویراستهٔ بونگه، چاپ ۱۹۶۷ آمده است.

فصل X

تقویت تئوریها

تئوریها اثبات ناشدنی‌اند، ولی گاه می‌توان آنها را «تقویت» کرد. بسیار کوشیده‌اند تا نشان دهند که تئوریها نه صادق‌اند و نه کاذب، بلکه کمابیش محتمل‌اند. به‌خصوص منطقی را با نام منطق استقراء مطرح ساخته‌اند تا علاوه بر «صدق» و «کذب»، درجاتی از احتمال را نیز به گزاره‌ها نسبت دهد: این نوع منطق را در اینجا «منطق احتمال» خواهیم خواند. معتقدان به منطق احتمال برآنند که احتمال گزاره‌ها را استقراء تعیین می‌کند. ولاجرم نیاز به اصل مجوّز استقراء داریم تا اطمینان دهد که گزارهٔ یافت شده به استقراء، «احتمالاً از اعتبار برخوردار است»، یا آنکه خود چنین احتمالی را به آن ببخشد. (خود اصل مجوِّز استقراء نیز ممکن است تنها «احتمالاً از اعتبار برخودار» باشد.) این درحالی است که به نظر من، مسألهٔ احتمال فرضیّه‌ها را از بن بد فهمیده‌اند. بلکه به‌جای بررسی «احتمال» هر فرضیّه، باید دید که آن فرضیّه در برابر چه امتحانها و آزمونهایی تاب آورده است، و چگونه با تحمّل شداید صلاحیتش را برای بقاء ثابت نموده، و چقدر «تقویت»[1]* شده است.

۱*. اصطلاح *Corroboration* (*Bewährung*) {که در فارسی به «تقویت» ترجمه شده است}، و به‌خصوص ←

۷۹. در باب به‌اصطلاح «اثبات» فرضیّه‌ها

این نکته که تئوریها قابل اثبات نیستند، همواره مورد غفلت واقع شده است. هنگامی که پاره‌ای از پیش بینیهای حاصل از نظریّه‌ای محقّق می‌گردد، اغلب می‌پندارند که آن نظریّه به اثبات رسیده است. چه‌بسا اقرار هم بکنند که چنین اثباتی منطقاً بی‌نقص و خلل نیست، و بپذیرند که نمی‌توان هیچ گزاره‌ای را از راه تثبیت بعضی پیامدهایش تثبیت نمود. با این حال بیشتر راغب‌اند این گونه تردیدها را وسواس بی‌وجه بدانند. می‌گویند اینکه هیچکس به قطع نمی‌داند فردا خورشید برخواهد دمید، سخن راستی است که همه هم می‌دانند؛ ولی از این قدر تردید

→ اصطلاح *degree of corroboration* (*Grad der Bewährung*، *Bewährungsgrad*) را {که در فارسی به «درجهٔ تقویت»، یا «درجهٔ تقویت‌شدگی» ترجمه شده است} در کتاب خویش آوردم، چون اصطلاحی خنثی می‌خواستم که میزان سرافراز برآمدن هر فرضیّه از بوتهٔ آزمونهای سخت را نشان دهد، و شاخص میزان «ابراز لیاقت» فرضیّه‌ها باشد. مقصودم از «خنثی» بودن اصطلاح این است که در بیان سرافراز برآمدن فرضیّه‌ها از بوتهٔ آزمون، به نفی یا به اثبات تداعی‌گر معنای «احتمال» ـ آنچنانکه در حساب احتمالات مراد است ـ نباشد. به عبارت دیگر، با به‌کاربردن اصطلاح «درجهٔ تقویت»، در اصل می‌خواستم به این مسأله بپردازم که آیا «درجهٔ تقویت» را می‌توان با «احتمال» یکی دانست یا نه (خواه احتمال به بسامد معنا شود، خواه مثلاً به‌معنایی که کینز می‌گفت).

کارناپ اصطلاح «درجهٔ تقویت» (*Grad der Bewährung*) را که ابتدا از سوی من مطرح شده بود، در جلسات حلقهٔ وین به «درجهٔ تأیید» degree of confirmation ترجمه کرد. (مقالهٔ وی را با عنوان Testability and Meaning، در مجلّد ۳ نشریّهٔ *Philosophy of Science*، چاپ ۱۹۳۶، به‌ویژه صفحهٔ ۴۲۷ را ببینید)؛ بدین ترتیب اصطلاح «درجهٔ تأیید» به‌سرعت رواج عام یافت. من این اصطلاح {confirmation} را، به‌واسطهٔ پاره‌ای از معناهایی که تداعی می‌کرد (مانند «پابرجا ساختن»؛ «تثبیت»؛ «رفع تردید»؛ «اثبات»؛ و «تحقّق بخشیدن») نمی‌پسندیدم. از این رو، در نامه‌ای (به گمانم در حدود سال ۱۹۳۹)، استفاده از اصطلاح corroboration را به کارناپ پیشنهاد کردم. (این اصطلاح را پروفسور پارتن H.N. Parton برایم مطرح ساخت.) ولی کارناپ پیشنهادم را ردّ کرد، و من به گمان اینکه واژه‌ها تأثیر مهمّی ندارند، به کاربرد اصطلاح وی رضایت دادم. از این روست، که زمانی در چند مقالهٔ خویش همین اصطلاح تأیید {confirmation} را به‌کار می‌بردم.

ولی از قضا من اشتباه می‌کردم: معناهایی که واژهٔ تأیید {confirmation} تداعی می‌کرد، متأسفانه تأثیر مهم و محسوسی در بحثها نهاد: دیری نگذشت که خود کارناپ «درجهٔ تأیید» را مرادف (یا «مفسِّر») «احتمال» قرار داد. لذا من اکنون دیگر همه‌جا از «درجهٔ تقویت» سخن می‌گویم. پیوست ix* و بخش ۲۹* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

می توان اغماض کرد. آری، تجربه‌های نو نه‌تنها تئوریها را اصلاح می کنند، بلکه گاه به ابطال تئوریها نیز می انجامند. این امر دانشمندان را با احتمالی خطیر روبه‌رو می سازد که هرآن ممکن است به فعلّیت برسد؛ ولی تاکنون هرگز ندیده‌ایم که قانونی تأیید شده ناگهان فرو بشکند، و در نتیجهٔ این امر ناگهانی، نظریّه‌ای ابطال گردد. هرگز چنین نیست که تجربه‌های آشنا روزی نتایج نامعهود به‌بار آورند. بلکه همیشه تجربه‌های نو، کاستیهای تئوریهای کهنه را برملا می سازد. هر تئوری کهنه، حتّی پس از آنکه جایش را به تئوری نو واگذار می کند، همچنان به صورت حالت حدّی تئوری نو از اعتبار برخوردار می ماند؛ و در مواردی که پیشتر از عهده برمی آمد، دست کم بادقّت زیاد، همچنان صادق خواهد بود. خلاصه اینکه می گویند نظمهایی که مستقیماً به تجربه درآیند، تغییر نمی یابند. برآن اند که هرچند تغییر اینگونه نظمها منطقاً ممکن یا متصّور هست، ولی این امکان در علوم تجربی نادیده گرفته می شود و تأثیری بر روشهای این علوم نمی نهد؛ بلکه به‌عکس، ثبات امور طبیعی، یا «اصل یکنواختی طبیعت»، از مسلّمات روش علمی است.

استدلال یادشده قابل دفاع هم هست، ولی این امر تأثیری بر نظر اصلی من ندارد. این استدلال بیانگر اعتقادی متافیزیکی به وجود نظم در این عالم است (من نیز در این اعتقاد شریکم، و می گویم که بدون آن تصوّر انجام هرگونه عمل هم مشکل است[۱*]). لیکن مسأله‌ای که پیش رو داریم، و اهمیّت پرداختن به اثبات‌ناپذیری تئوریها هم از آن ناشی می شود، مسأله‌ای کاملاً جداست. در اینجا نیز بر همان شیوه عمل می کنم که در برابر سایر مسائل متافیزیکی پیش گرفتم، و دلیلی در ردّ یا قبول وجود نظم در عالم نمی آورم. لیکن خواهم کوشید تا اهمیّت روش شناختی اثبات‌ناپذیر بودن تئوریها را آشکار سازم، چه، دلیل مخالفتم با استدلال یاد شده نیز همین امر است.

از این رو، چون تنها یکی از نکات استدلال یاد شده را به مسألهٔ مورد نظر مربوط می دانم، فقط در باب همان نکته بحث خواهم کرد. نکتهٔ مورد نظر،

۱*.← پیوست x*، و نیز بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.

اشاره‌ای است که در ضمن استدلال به «اصل یکنواختی طبیعت» مندرج است. این اصل به نظر من، قاعدهٔ روش شناسانهٔ مهمّی را بسیار سست بیان می کند؛ و ما از راه غور در معنای اثبات ناپذیری تئوریها، هم می توانستیم آن قاعده را نتیجه بگیریم، هم فواید بیشتری نصیبمان می گشت.[۲*]

فرض کنیم فردا خورشید طلوع نکند (و باوجود آن ما به حیاتمان ادامه دهیم و کارهای علمی خویش را پی بگیریم). در چنان وضعی باید بکوشیم و تبیین علمی امر را به دست دهیم؛ یعنی وقوعش را از قوانین نتیجه بگیریم. ممکن است ـ تجدیدنظر عمیق در تئوریهای موجود لازم باشد. باری، تئوریهای ناشی از تجدیدنظر، نه‌تنها لازم است توجیهی از وضع جدید به دست دهند، بلکه باید بتوان تجربه‌های گذشته را نیز از آنها نتیجه گرفت. ملاحظه می شود که اینك اصل یکنواختی طبیعت، از نظر روش‌شناسی با این فرض جایگزین شده است که قوانین طبیعی نسبت به زمان و مکان پایا هستند. به گمان من ادّعای اینکه نظمهای طبیعی تغییر بر نمی دارند، ادّعای نابجایی است (چون قابل نقض یا ابرام نیست). نکته اینجاست که پایایی نسبت به زمان و مکان، و استثنابردار نبودن را باید جزء تعریف قوانین طبیعی دانست. از این روست که امکان بالقوّهٔ باطل شدن قانونهای تقویت شده، از نظر روش‌شناختی، از اهمیّت بسیار برخوردار است. باتوجّه به این امر خواهیم توانست انتظارات و توقّعات خویش از قانونهای طبیعی را بهتر بشناسیم. «اصل یکنواختی طبیعت» را نیز مانند خویش نزدیکش «اصل علّیّت»، می توان تفسیر متافیزیکی قاعده‌ای روش‌شناسانه به‌شمار آورد.

یکی از نتایج جایگزین نمودن این گونه احکام متافیزیکی با اصول روش شناسانه، گردن نهادن به اصل مجوِّز استقراء بوده است. مدّعی شده‌اند که جهت تدوین روش استقراء، و پیرو آن روش اثبات تئوریها، بدین اصل نیازمندیم. لیکن این شیوهٔ استدلال عقیم است، چون اصل مجوِّز استقراء، خود حکمی است

۲*. یعنی هر دستگاه جدید از فرضیّه‌ها باید نظمهای تقویت شدهٔ پیشین را نتیجه دهد، یا تبیین کند. بخش ۳* (بند سوّم) ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

متافیزیکی. همچنانکه در بخش ۱ آوردم، تجربی فرض کردن اصل مجوّز استقراء، تسلسلی بی فرجام پیش می آورد. لاجرم این اصل را تنها می توان حکمی اوّلی (یا مصادره یا اصل موضوع) تلقّی کرد. در صورتی که می توانستیم اصل مجوّز استقراء را گزاره‌ای ابطال‌ناپذیر بینگاریم، شاید این نکته دیگر چندان اهمیّت نمی یافت. چون اگر خود این اصل ـ که باید به استنتاج و استنباط تئوریها اعتبار بخشد ـ ابطال‌پذیر باشد، با ابطال نخستین تئوری باطل، ابطال خواهد گردید. چه، تئوری نتیجه‌ای است که به کمك اصل مجوّز استقراء حاصل می گردد؛ و لذا ابطال تئوری همان وابطال این اصل که مقدّمهٔ استنتاج بوده است همان (بنابر قیاس استثنایی با رفع تالی)[۳]*. معنای این سخن آن است که علم در هر گام که به جلو برمی دارد، اصل مجوّز استقراء را از نو باطل می کند. بنابراین اصل مجوّز استقراء باید به‌نحوی تقریر گردد که ابطال‌پذیر نباشد. ولیکن لازمهٔ این کار، گردن نهادن به تصوّر نادرست وجود گزاره‌های تألیفی سابق بر تجربه ـ یعنی گزاره‌های خدشه‌ناپذیر راجع به جهان واقع ـ می باشد.

بنابراین کوشش در جهت تأسیس نظامی معرفت‌شناختی برپایهٔ منطق استقراء، و با استفاده از اعتقاد متافیزیکی به یکنواختی طبیعت، ایجاب می کند که یا به تسلسل بی فرجام گردن نهیم، یا به فطری انگاری تن در دهیم.

۸۰. احتمال فرضیّه‌ها و احتمال رویدادها: نقد منطق احتمال

گیریم پذیرفتیم که تئوریها هرگز بر مسند اثبات مستقر نمی گردند، آیا دست کم نمی توانیم بعضی تئوریها را کمابیش تثبیت نماییم، و برخی را محتملتر و پاره‌ای را نامحتملتر بشماریم؟ و آیا نمی توانیم احتمال فرضیّه‌ها را مثلاً به احتمال رویدادها تحویل کنیم، و بدین شیوه راه روشهای ریاضی و منطقی را در این عرصه

۳*.مقدّمات استنتاج تئوری (بنابر مسلك استقراءگرایی مورد بحث) عبارت اند از اصل مجوّز استقراء و گزاره‌های مشاهدتی. لیکن در اینجا ناگفته فرض می شود که گزاره‌های مشاهدتی خدشه‌ناپذیر و تکرارپذیرند، و لذا تقصیر ناکامی تئوری را نمی توان بر گردن آنها نهاد.

بگشاییم؟[۱]* به‌نظر می رسد که این نظریّهٔ مربوط به احتمال فرضیّه‌ها، مانند صورت کلّی منطق استقراء، زاییدهٔ برهم آمیختن مسائل روان‌شناسانه با مسائل منطقی باشد. این درست است که یقینهای ذهنی در نزد ما شدّت و ضعف دارد، و یقین ما نسبت به تحقّق یافتن پیش‌بینی ها و تقویت مجدّد فرضیّه‌ها، گاه به سابقهٔ سرافراز برآمدنشان از آزمونها، یعنی به موارد پیشین تقویتشان وابسته است. معتقدان به منطق احتمال هم می پذیرند که اینگونه مسائل روان‌شناسانه، در معرفت‌شناسی یا روش‌شناسی جایی ندارند. امّا برآنند که می توان برپایهٔ نتایج حاصل از استقراء، درجاتی از احتمال را به خود فرضیّه‌ها نسبت داد؛ و خود این امر را هم به مفهوم احتمال رویدادها قابل تحویل می دانند.

اغلب می پندارند که مسألهٔ تعیین احتمال فرضیّه‌ها، صرفاً حالت خاصّی از مسألهٔ کلّی‌تر تعیین احتمال گزاره‌هاست؛ و چنین می انگارند که این مسأله همان مسألهٔ تعیین احتمال رویدادهاست در قالب اصطلاحاتی دیگر. از این روست که مثلاً در نوشته‌های رایشنباخ می خوانیم: «این که احتمال را به گزاره‌ها نسبت دهیم یا به رویدادها، تنها به اصطلاحاتی که به‌کار می بریم وابسته است. تاکنون گفتیم انتساب احتمال $\frac{1}{6}$ به آمدن هریك از وجوه تاس، نمونه‌ای بیانگر احتمال یك رویداد است، ولی می توانیم هم بگوییم که احتمال $\frac{1}{6}$ مثلاً منتسب به گزارهٔ «وجهٔ ۱ خواهد آمد» است.[۱]

با به‌خاطر آوردن مطالب بخش ۲۳، بهتر می توان به مفاد این شیوهٔ تطبیق احتمال گزاره‌ها بر احتمال رویدادها پی برد. در آن بخش «رویداد» را مجموعه‌ای از گزاره‌های شخصی تعریف نمودیم. پس اینك می توان به‌جای احتمال رویدادها از احتمال گزاره‌ها سخن گفت، و می توان اظهار نمود که همان مطلب با اصطلاحی

۱*.این بخش (۸۰) عمدتاً حاوی نقدی است بر اقدام رایشنباخ در تفسیر احتمال فرضیّه‌ها برحسب تئوری بسامدی احتمال رویدادها. نقد نظر کینز نیز در بخش ۸۳ خواهد آمد. * توجه نمایید که رایشنباخ سخت شور آن را دارد که احتمال گزاره یا فرضیّه را (که سالها بعد کارناپ برآن «احتمال - ۱» نام نهاد) به بسامد («احتمال - ۲») تحویل نماید.

۱. رایشنباخ، مجلّد ۱ نشریّهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۰، صفحات ۱۷۱ و بعد.

دیگر بیان گشته است: در چنین وضعی، «دنبالهٔ مرجع» همانا دنباله‌ای از گزاره‌ها خواهد بود. حال اگر گزاره‌های دالّ بر یك «دوگانه»، یا بهتر بگوییم گزاره‌ای دالّ بر عناصر یك دوگانه را در نظر بگیریم، و از آمدن شیر با گزارهٔ «k شیر آمد» خبر دهیم، و از نیامدن شیر با نقیض این گزاره، دنباله‌ای از گزاره‌ها به صورت $p_j, p_k, \bar{p}_l, p_m, \bar{p}_n \ldots$ خواهیم داشت. در این دنباله، برخی گزاره‌های p_i «صادق» اند، و برخی (که خطّ کوچکی بالای اسمشان می کشیم) «کاذب». بنابراین، احتمال هر دوگانه به جای آنکه از بسامد نسبی ویژگیها خبر دهد، بر «بسامد نسبی صدق»[۲] برخی گزاره‌های متعلّق به دوگانه دلالت دارد.

این معنای دگرگون شدهٔ احتمال را اگر بخواهیم می توانیم «احتمال گزاره‌ها» یا «احتمال قضایا» بنامیم. و می توانیم میان این معنا و مفهوم «صدق» پیوند بسیار نزدیکی قائل شویم. بدین نحو: هنگامی که دنباله‌ای از گزاره‌ها کوتاهتر و کوتاهتر می گردد، تا جایی که سرانجام تنها یك عضو، یعنی تنها یك گزاره در آن می ماند، احتمال، یا بسامد صدق، در آن دنباله، 0 یا 1 خواهد بود بسته به اینکه گزارهٔ باقیمانده کاذب باشد یا صادق. بنابراین، گویی صدق یا کذب دوحدّ احتمال اند؛ و به عکس می توان گفت که احتمال نتیجهٔ تعمیم معنای صدق، و صدق نوع خاصّی از احتمال است. نتیجهٔ آخر هم اینکه می توان اعمال {منطقی} خاصّی را {جهت ترکیب مقادیر مختلف بسامد صدق} تعریف نمود، که اعمال و روشهای آشنای منطق قدیم، صور خاصّ آنها باشند. و بر قواعد حاکم براین اعمال {منطقی}، نام «منطق احتمال» می نهیم.[۳]

---

۲. بنا به گفته کینز در *A Treatise on Probability*، چاپ ۱۹۲۱، صفحات ۱۰۱ به‌بعد، اصطلاح «بسامد صدق» از وایتهد است؛ ← حاشیهٔ بعد.

۳. آنچه عرضه می شود، کلّیات بنای منطق احتمال است که به دست رایشنباخ (در *Warhrscheinlickeits logik*, *Sitzungsberichte der Preussischen Academie der Wissenschaften*، بخش فیزیك و ریاضی، شمارهٔ ۲۹، چاپ ۱۹۳۲، صفحات ۴۷۶ به‌بعد)، به پیروی از امیل پست (مقالهٔ مندرج در مجلّد ۴۳، نشریّهٔ *American Journal of Mathematics*، (چاپ ۱۹۲۱، صفحهٔ ۱۸۴)، و نیز تئوری بسامدی فون میزس، صورت گرفته است. تئوری بسامدی وایتهد، به قسمی که کینز در صفحات ۱۰۱ به‌بعد مرجع پیشین عرضه می کند، نیز همین طور است.

امّا آیا احتمال فرضیّه‌ها به راستی با چنین مفهومی از احتمال گزاره‌ها یکسان است؟ و آیا بدین شیوه می‌توان احتمال فرضیّه‌ها را به‌طور غیرمستقیم بر احتمال رویدادها منطبق انگاشت؟ به گمان من چنین تطبیق نادرستی ناشی از اشتراك لفظی است. خطا اینجاست که پنداشته‌اند چون احتمال فرضیّه‌ها از جنس احتمال گزاره‌هاست، پس لاجرم ذیل مقولهٔ احتمال گزاره‌ها به‌معنای یادشده قرار می‌گیرد. حال آنکه این نتیجه‌گیری سخت ناروا، و کاربرد آن اصطلاحات بسیار نابجاست. بلکه اصولاً بهتر آن است که هرگاه از احتمال رویدادها سخن می‌گوییم، اصطلاح «احتمال گزاره‌ها» را به‌کار نبریم.[۲*]

درهرحال، تصریح می‌کنم که به اعتقاد من، کندوکاو در منطق احتمال، مشکلات ناشی از مفهوم احتمال رویدادها را به هیچ وجه چاره نمی‌کند. در نظر من، هرگاه گزاره‌ای به‌جای صادق، «محتمل» شمرده شود، دیگر به هیچ وجه گزاره‌ای نخواهد بود که از احتمال رویدادی خبر دهد.

زیرا تحویل احتمال فرضیّه‌ها به بسامد صدق (که بر دنباله‌ای از گزاره‌ها مبتنی است) در وهلهٔ نخست این پرسش را پیش می‌آورد که احتمال را نسبت به کدام دنباله از گزاره‌ها می‌خواهیم به فرضیّه منسوب داریم؟ رایشنباخ هریك از «احکام علوم طبیعی» را ـ مرادش از این تعبیر همان فرضیّه‌های علمی است ـ با دنبالهٔ مرجعی از گزاره‌ها یکسان می‌انگارد. می‌گوید: «. . . احکام علوم طبیعی که هرگز گزارهٔ شخصی نیستند، در واقع دنباله‌هایی از گزاره‌ها هستند، و درست آن است که درجهٔ احتمال آن گزاره‌ها را کمتر از ۱ بگیریم. از این روست که آنگونه معرفتی را که حقیقتاً به علوم طبیعی اختصاص دارد، تنها در قالب منطق احتمال می‌توان بیان

۲*.من همچنان براین باورم که اوّلاً به اصطلاح «احتمال فرضیّه‌ها» را نمی‌توان بسامد صدق دانست؛ و ثانیاً بهتر آن است که احتمال تعریف شده با بسامد نسبی ـ خواه بسامد صدق باشد خواه بسامد رویدادی خاصّ ـ «احتمال رویداد» خوانده شود؛ و ثالثاً اینکه به اصطلاح «احتمال هر فرضیّه» (به معنی مقبولیّت آن فرضیّه) حالت خاصّی از «احتمال گزاره‌ها» نیست. من اینك «احتمال گزاره‌ها» را یکی از تفسیرهای گوناگون حساب صوری احتمالات (تفسیر منطقی آن) می‌دانم، نه نوعی بسامد صدق. (← پیوستهای ii*، iv*، و ix*، و ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.)

نمود.»[۴] اینك ببینیم که آیا می توانیم فرضیّه‌ها را دنباله‌هایی از گزاره‌ها بدانیم یا نه. یك راه این کار آن است که گزاره‌های شخصی گوناگون را، خواه با فرضیّهٔ مورد نظر موافق باشند، خواه آن را نقض کنند، عضو دنباله بشماریم. در این صورت، احتمال فرضیّه وابسته به بسامد صدق گزاره‌های موافق فرضیّه در آن دنباله خواهد بود. لیکن نتیجه این می شود که اگر گزاره‌های شخصی عضو دنباله، یکی در میان خبر از بطلان فرضیّه‌ای بدهند، احتمال متوسّط آن فرضیّه مطابق این روش مساوی $\frac{۱}{۲}$ خواهد بود! به‌منظور گریز از این نتیجهٔ ویرانگر، به دو چاره دیگر می توان توسل جست.[۳*] یکی آنکه نسبت آزمونهای موفّق فرضیّه را به کلّ آزمونهایی که هنوز انجام نگشته است برآورد کنیم، و برآن اساس احتمال مشخصّی را ـ که لزوماً دقیق هم نیست ـ به آن فرضیّه نسبت دهیم. ولی این چاره کارساز نیست. زیرا نتیجهٔ آن برآورد همواره معیّن و مساوی صفر است. چارهٔ دیگر آن است که برآورد را برپایهٔ نسبت آزمونهای موفّق به آزمونهای بی طرف (از حیث ردّ یا ایجاب فرضیّه) انجام دهیم. (آری، از این راه ممکن است بتوان تصویری واقع نما از میزان اطمینان قلبی آزمایشگر به یافته‌هایش ترسیم نمود.) منتهی حتّی اگر از این نکته هم بگذریم که این شیوهٔ برآورد چقدر از مفهوم بسامد صدق و معنای احتمال رویدادها دور است، باز این آخرین چاره کارگر نخواهد افتاد. (معانی بسامد صدق و احتمال رویدادها مبتنی بر نسبت گزاره‌های صادق به گزاره‌های کاذب‌اند، و بی شكّ روا نیست که گزاره‌ای بی طرف، معادل گزاره‌ای انگاشته شود که در نفس الامر کاذب است.) سرّ بیهودگی این چارهٔ آخر در آن است که تعریف مندرج در آن، مفهوم احتمال فرضیّه‌ها را به‌طور چاره‌ناپذیری ذهنی می سازد: زیرا احتمال هر فرضیّه را به آموخته‌ها و خبرگی فرد آزمایشگر وابسته می سازد، نه به نتایج تکرارپذیر و آزمون‌پذیر عینی.

این را نیز بیفزایم که به نظر من این گفته که هر فرضیّه را می توان دنباله‌ای از گزاره‌ها دانست، از اساس نامقبول است. این گفته به‌شرطی پذیرفتنی بود که

---

۴. رایشنباخ، *Wahrscheinlichkeitslogik* (در منبع پیشین، صفحهٔ ۴۸۸)، صفحهٔ ۱۵ چاپ جدید.

۳*. در اینجا فرض براین است که هرگاه فرضیّه‌ای به قطع باطل شده باشد، ما هم قاطعانه احتمال صفر به آن می دهیم، و لذا بحث محدود به مواردی است که به‌طور قطع باطل نگشته‌اند.

گزاره‌های کلّی چنین صورتی می‌داشتند: «مقدار k هرچه باشد، خبر وقوع فلان رویداد در محلّ k صادق است.» چنانچه صورت گزاره‌های کلّی اینچنین می‌بود، می‌توانستیم گزاره‌های پایه را (یعنی گزاره‌هایی را که نقیض یا موافق گزارهٔ کلّی مورد نظر باشند) اعضای دنباله‌ای از گزاره‌ها بشماریم که جانشین گزارهٔ کلّی مورد نظر فرضش کرده‌ایم. لیکن دیدیم که صورت گزاره‌های کلّی این نیست (← بخشهای ۱۸ و ۲۸). از گزاره‌های کلّی به تنهایی هیچ گزارهٔ پایه‌ای نتیجه نمی‌شود.[۴*] لذا هیچ گزارهٔ کلّی را نمی‌توان دنباله‌ای از گزاره‌های پایه شمرد. و چنانچه دنباله‌ای از گزاره‌ها را در نظر بگیریم که اعضایش نقیض آن گزاره‌های پایه باشند (و می‌دانیم که اینگونه گزاره‌ها را می‌توان از گزاره‌های کلّی استنتاج نمود)، نتیجهٔ برآورد احتمال، در مورد همهٔ فرضیّه‌های عاری از تناقض، یکسان و مساوی ۱ است. در این حالت باید نسبت گزاره‌های نتیجه شده از فرضیّه را که نقیض گزاره‌های پایه‌اند (یا نسبت سایر گزاره‌هایی را که از فرضیّه استنتاج‌پذیرند) و ابطال هم نشده‌اند، به گزاره‌های استنتاج‌پذیر ابطال شده، در نظر بگیریم. بنابراین به‌جای بسامد صدق در اینجا ناگزیریم بسامد کذب را به حساب آوریم که مقدارش متمِّم مقدار بسامد صدق است. و این مقدار همیشه مساوی ۱ است. زیرا نه تنها مجموعهٔ گزاره‌های استنتاج‌پذیر، بلکه حتّی مجموعهٔ گزاره‌ای استنتاج‌پذیری که نقیض گزاره‌های پایه‌اند نیز نامتناهی است؛ در حالی که عدّهٔ گزاره‌های پایهٔ مبطل پذیرفته شده، محال است از شماری متناهی فراتر رود. بنابراین، حتّی اگر این واقعیّت را نادیده بگیریم که گزاره‌های کلّی، به هیچ وجه دنبالهٔ گزاره‌ها نیستند، و بکوشیم تا چنان معنایی از

۴*. همچنانکه پیشتر در بخش ۲۸ توضیح دادیم، گزاره‌های شخصی ای که می‌توان از تئوری استنتاجشان نمود ـ یعنی «گزاره‌های نمونه‌وار» ـ از جنس گزاره‌های پایه یا گزاره‌های مشاهدتی نیستند. با این حال اگر هم بخواهیم دنبالهٔ اینگونه گزاره‌ها را برگیریم و احتمال را براساس بسامد صدق در آن دنباله به‌دست آوریم، احتمال تئوری، هرقدر هم آن تئوری باطل شده باشد، همیشه مساوی ۱ خواهد بود؛ چه، همانگونه که در بخش ۲۸، حاشیهٔ ۱* نشان دادیم، تقریباً همهٔ تئوریها، تقریباً در همهٔ نمونه‌ها (یعنی تقریباً در همه مکانهای k) «اثبات» می‌گردند. استدلالی که در متن آمده نیز چنین است و مبتنی بر «گزاره‌های نمونه‌وار» (یعنی نقیض گزاره‌های پایه) است، و غرض از تقریر آن، اثبات این است که احتمال هر فرضیّه، (اگر مبتنی بر نقیض گزاره‌های پایه انگاشته شود، همواره مساوی صفر خواهد بود.

آنها به دست دهیم، و هر گزارهٔ کلّی را متناظر با دنباله‌ای از گزاره‌های شخصی کاملاً داوری‌پذیر بگیریم، باز هم نتیجهٔ مطلوب را حاصل نتوانیم نمود.

هنوز یك راه کاملاً متفاوت برای بررسی تبیین احتمال فرضیّه‌ها در قالب دنباله‌های گزاره‌ها باقی است. به یاد آوریم که ما هنگامی یك پیشامد را (به معنای مذکور در مورد «گزاره‌های احتمالی صورتاً شخصی») «محتمل» می شماریم که آن پیشامد عضو دنباله‌ای از پیشامدها باشد که دارای احتمالی معیّن هستند. اینك می توان مدّعی شد که فرضیّهٔ «محتمل» عضوی است از دنباله‌ای از فرضیّه‌ها که دارای بسامد صدق معیّنی باشند. امّا حتّی با نادیده‌گرفتن دشواری تعیین دنبالهٔ مرجع (که به راههای گوناگون می توان اختیارش کرد؛ ← بخش vi) نمی توان بدین شیوه به مقصود راه برد؛ زیرا بسامد صدق در دنبالهٔ فرضیّه‌ها بر ما معلوم نیست، چون ما هرگز از پیش نمی دانیم فلان فرضیّه صادق هست یا نه. اگر می دانستیم دیگر نیاز به کمك گرفتن از مفهوم احتمال فرضیّه‌ها نمی داشتیم. حال ممکن است مانند آنچه پیشتر گفتیم درصدد برآییم تا از برآورد متمّم بسامد کذب در دنبالهٔ فرضیّه‌ها کمك بگیریم. لکین اگر احتمال هر فرضیّه را مثلاً به کمك نسبت فرضیّه‌های ابطال نشدهٔ دنباله به فرضیّه‌های باطل شده برآورد کنیم، احتمال هر فرضیّهٔ دلخواه، در هر دنبالهٔ مرجع نامتناهی، همواره مساوی ۱ خواهد بود. اگر هم دنباله‌ای متناهی را مرجع می گرفتیم، نتیجه از این بهتر نمی بود. فرض کنیم به اعضای دنباله‌ای (متناهی) از فرضیّه‌ها، بدین شیوه درجهٔ احتمالی بین 0 و 1 ـ مثلاً $\frac{۳}{۴}$ را ـ نسبت داده باشیم. (اگر اطلاع حاصل شود که کدام فرضیّه‌های متعلّق به دنباله باطل شده‌اند، چنین کاری میسّر خواهد بود.) چنانچه فرضیّه‌های باطل شده را عضو دنباله بدانیم، در نتیجهٔ حصول همین اطلاع ناگزیریم به آنها نیز به جای 0 احتمال $\frac{۳}{۴}$ را نسبت دهیم. به‌طور کلّی اگر عدّهٔ فرضیّه‌ها در دنبالهٔ مرجع n باشد، اطلاع یافتن از بطلان هریك از فرضیّه‌ها $\frac{۱}{n}$ از احتمال فرضیّه می کاهد. قصد ما در ابتدا آن بود که دوجهٔ اطمینانی را که با ملاحظهٔ قرائن مثبت یا منفی به هر فرضیّه نسبت می دهیم، در قالب «احتمال فرضیه‌ها» بیان کنیم. ولی نتایج برآمده از روشهای گفته شده آشکارا با آن قصد ابتدایی در تناقض‌اند.

به نظر من دیگر راهی جهت بناکردن مفهوم احتمال فرضیّه‌ها برپایهٔ مفهوم بسامد گزاره‌های صادق (یا بسامد گزاره‌های کاذب)، و لذا برپایهٔ تئوری بسامدی احتمال رویدادها باقی نمانده است.*۵

گمان می‌کنم باید اذعان نمود که کوشش برای تطبیق احتمال فرضیّه‌ها بر احتمال رویدادها، کوشش کاملاً بیهوده‌ای بوده است. خواه ادّعای رایشنباخ را بپذیریم که همهٔ فرضیه‌های فیزیك «در حقیقت» یا «پس‌از وارسی دقیق» جز

---

۵. کوششهای مرا برای معنابخشیدن به ادّعای معمّاگونهٔ رایشنباخ که احتمال هر فرضیّه را نوعی بسامد صدق می‌شمارد، می‌توان به‌نحو زیر خلاصه نمود. (خلاصهٔ انتقادآمیز مشابهی نیز در بند ماقبل آخر پیوست i آمده است.)

برای تعریف احتمال هر تئوری کلاً دو راه می‌توان پیش گرفت. یکی عبارت است از شمارش گزاره‌های آزمون‌پذیر تجربی متعلّق به تئوری، و تعیین بسامد نسبی گزاره‌های صادق در آن میان؛ در این صورت، بسامد نسبی به دست آمده را می‌توان شاخص احتمال تئوری دانست. این احتمال را احتمال نوع اوّل خواهیم نامید. راه دوّم آن است که تئوری متعلّق به مجموعهٔ فراورده‌های فکری ـ مثلاً عضوی در میان تئوریهای سایر دانشمندان ـ شمرده شود، و بسامد نسبی درون آن مجموعه تعیین گردد. این را هم احتمال نوع دوّم خواهیم نامید.

و نیز در متن کتاب نشان دادم که این دو راه معناکردن بسامد صدق که رایشنباخ در نظر دارد، هردو نتایجی به‌بار می‌آورند که نزد مدافعان تئوری احتمالی استقراء ناپذیرفتنی‌اند.

رایشنباخ در پاسخی که به انتقاد من داد، بیش از آنکه به تبیین مراد خویش بپردازد، گفته‌های مرا تخطئه نمود. وی در مقاله‌ای که راجع به کتاب من نوشت (در مجلّد ۵ نشریّهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۵، صفحات ۲۶۷ تا ۲۸۴) گفت که «نتایج این کتاب یکسره بی‌بنیاد است»، و در توضیح مقصود خویش، «روش» مرا به واسطهٔ قصورم در «فهم عواقب» دستگاه مفهومی مطرح شده، ناکام خواند.

بخش iv مقالهٔ وی (صفحات ۲۷۴ و بعد) به مسأله‌ای که اینجا مورد نظر است ـ یعنی مسألهٔ احتمال فرضیّه‌ها ـ اختصاص یافته است. این بخش چنین آغاز می‌شود: «جادارد که نکاتی نیز در باب احتمال تئوریها بیفزایم ـ نکته‌هایی که آنچه را تاکنون مختصراً در این خصوص گفته‌ام، مشروحتر بیان کنند، و ابهاماتی را که مسأله را همچنان فرو پوشانده است بزدایند.» از این به‌بعد، مندرجات بند دوّم این حاشیه آمده است (من تنها لغت کلاً roughly را به متن رایشنباخ افزوده‌ام).

رایشنباخ در این باره که سعی وی برای زدودن «ابهاماتی که مسأله را همچنان فروپوشانده است»، خلاصهٔ دست و پا شکستهٔ چند صفحه از همان کتابی است که زبان به نقدش گشوده است، لب فرو بست. با این حال، به رغم این سکوت، بسیار خرسندم از اینکه صاحبنظری چنین مجرّب در باب احتمالات (که هنگام نگارش پاسخ به کتاب من، دو کتاب و چندین مقاله در این باره به نام خویش رقم زده بود)، محصول تلاش مرا در «فهم عواقب» «آنچه مختصراً در آن خصوص» گفته بود، پذیرفت. گمان می‌کنم که توفیق من در این خصوص، نتیجهٔ «روش» متبوعم باشد که ایجاب می‌کند نظر حریف را پیش از نقد حتی المقدور به روشنی و قوّت بیان کنم تا انتقادم به طرح شدن بیرزد.

گزاره‌هایی احتمالی نیستند (که از میانگین بسامدها در دنباله‌ای از مشاهدات خبر می‌دهند که همواره با آن مقدار میانگین اختلاف دارند)؛ و خواه قوانین طبیعی را به دو نوع قوانین «قطعی» یا «دقیق» و «قوانین احتمالی» یا «فرضیّه‌های بسامدی» تقسیم کنیم یا نه، آن نتیجه تغییر نخواهد کرد. این هردو نوع تخمینهایی هستند که هیچگاه «محتمل» نمی‌شوند: بلکه تنها با «ابراز لیاقت» در برابر هجوم آزمونها تقویت می‌گردند. پس چرا طرفداران منطق استقراء به عکس این نتیجه رسیده‌اند؟ جینز می‌نویسد: «. . . ما نمی‌توانیم هیچ چیز را به قطع و یقین بدانیم». من نیز با این سخن کاملاً موافقم. ولی در ادامه می‌نویسد: «بیشترین حظّ ما آن است که با احتمال سرکنیم. پیش‌بینی‌های تئوری کوانتوم جدید نیز چندان [با مشاهدات] موافق افتاده‌اند که به احتمال بسیار زیاد می‌توان بهره‌ای از مطابقت واقع برای آن قائل شد. و حتّی می‌توان گفت که احتمال کمّی صدق این نظریّه بسیار به قطع و یقین نزدیك است.»[۵] ببینیم خطای او در کجاست.

شایعترین اشتباه بی‌شكّ این بوده است که خود برآوردهای فرضی بسامد، یعنی خود فرضیّه‌های احتمالی را نیز محتمل انگاشته‌اند؛ یعنی اینکه هر فرضیّهٔ احتمالی را از احتمال فرضیّه‌ای برخوردار پنداشته‌اند. برای تحکیم این پندار نادرست، استدلال به ظاهر درستی می‌توان آورد. می‌دانیم که فرضیّه‌های احتمالی صورتاً و با قطع نظر از شرط روش شناسانهٔ ابطال‌پذیری نه اثبات پذیرند نه ابطال پذیر. (← بخشهای ۶۵ تا ۶۸). اثبات ناشدنی اند چون صورت گزاره‌های کلّی را دارند، و به معنای دقیق کلمه ابطال‌پذیر هم نیستند چون هیچ گزارهٔ پایه‌ای منطقاً نقضشان نمی‌کند. پس این گزاره‌ها (به‌قول رایشنباخ) کاملاً داوری‌ناپذیر[۶] هستند.

۵.جینز، *The New Background for Science*، چاپ ۱۹۳۴، صفحهٔ ۵۸. (جینز فقط لغات «*for certain*» را با حروف خوابیده آورده است.)

۶.رایشنباخ، مجلّد ۱، نشریهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۱۶۹ (و نیز ← پاسخ رایشنباخ به نوشتهٔ من، در مجلّد ۳، نشریهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۳، صفحات ۴۲۶ و بعد). مطالب مشابه در باب درجات احتمال یا قطعیّت دانش استقرائی فراوان یافت می‌شود (برای نمونه ← راسل، *Our knowledge of the External World*، چاپ ۱۹۱۴، صفحات ۲۲۵ و بعد {ترجمهٔ فارسی علم ما به جهان خارج به قلم منوچهر بزرگمهر} *The Analysis of Matter*، چاپ ۱۹۲۷، صفحات (۱۴۱ و ۳۹۸).

همچنانکه پیشتر آوردم این گونه فرضیّه‌ها را کمابیش می‌توان «تأیید» کرد، و موافقت نسبیشان را با گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده تعیین نمود. اکنون چنین می‌نماید که منطق استقراء همینجا وارد بحث می‌شود. منطق استقراء سنّتی که قائل به تقارن اثبات‌پذیری و ابطال پذیری است، این گمان را بر می‌انگیزد که گزاره‌های احتمالی «داوری ناپذیر»، با مقیاسی برای سنجش درجات ارزش منطقی در تناظر قرار می‌گیرند، که باز به قول رایشنباخ «طیف پیوسته‌ای از درجات احتمال است که صدق و کذب دو حدّ اقصای دست نیافتنی اش می‌باشند.»[۷] حال آنکه در نظر من، گزاره‌های احتمالی درست از آنجا که کاملاً داوری‌ناپذیرند، گزاره‌هایی متافیزیکی اند، مگرآنکه با پذیرفتن قاعده‌ای روش شناسانه آنها را به گزاره‌هایی ابطال‌پذیر مبدّل سازیم. از ابطال ناپذیر بودن این گزاره‌ها نتیجه نمی‌شود که می‌توان آنها را کم و بیش تقویت کرد، بلکه همین قدر نتیجه می‌شود که این گزاره‌ها را با هیچ تجربه‌ای نمی‌توان تقویت نمود. می‌دانیم که گزاره‌های ابطال‌ناپذیر هیچ امری را ممنوع نمی‌شمارند، و با هر گزارهٔ پایهٔ دلخواهی سازگار هستند، پس اگر غیر از آنچه گفتیم باشد، هر گزارهٔ پایهٔ دلخواه (با هر درجهٔ ترکّب) را که خبر از وقوع امری مرتبط با گزارهٔ مورد نظر بدهد، می‌توان «تقویت کنندهٔ» آن گزاره قلمداد نمود.

به گمان من، گزاره‌های احتمالی را تنها به‌شیوه‌ای در علم فیزیك به‌کار می‌برند که شرحش را در مبحث احتمالات آوردم؛ خصوصاً گمان می‌کنم که تخمینهای احتمالی مانند سایر فرضیّه‌ها، گزاره‌هایی ابطال‌پذیر به‌شمار می‌روند. ولیکن وارد هیچ نزاعی بر سر این امر نمی‌شوم که شیوهٔ عمل فیزیکدانها «واقعاً» چیست. چه، این بحث لاجرم بسته به دیدگاههای مختلف تفاوت خواهد کرد.

اختلاف میان اندیشه‌های من، و آنچه در بخش ۱۰ از آن با نام دیدگاه «طبیعت‌گرا» یاد کردم، در اینجا به‌خوبی نمایان است. اوّلاً انسجام درونی و عاری از تناقض بودن آراء من در اینجا ثابت گشت، و ثانیاً دیدیم که از معضلاتی که سایر دیدگاهها را در تنگنا نهاده بود در آراء من نشانی نیست. این درست است که اقامهٔ

---

۷. رایشنباخ، مجلّد ۱، نشریهٔ *Erkenntnis*، چاپ ۱۹۳۰، صفحهٔ ۱۸۶ (← حاشیهٔ ۴ بخش ۱).

برهان بر درستی آراء من ناممکن است، و ای بسا که نزاع با طرفداران سایر نحله‌ها در منطق علم کار بیهوده‌ای باشد. ولی همین قدر ثابت می شود که نحوهٔ رویکرد من به این مسألهٔ خاصّ، از همان تصویر علم نشأت می‌گیرد که از آن دفاع کرده‌ام.*۶

۸۱. منطق استقراء و منطق احتمال

احتمال فرضیّه‌ها را به احتمال رویدادها نمی توان تحویل کرد. این نتیجهٔ حاصل از تفحّصات بخش پیشین است. امّا آیا راه دیگری هم نیست که تعریف رضایت‌بخشی از معنای احتمال فرضیّه‌ها به دست دهد؟

گمان نمی کنم بتوان احتمال فرضیّه‌ها را چنان معنا کرد که خبر از «درجهٔ درستی» گزاره‌ها بدهد، و از این حیث به‌معانی «صدق» و «کذب» شبیه باشد (و در عین حال، چندان به مفهوم «احتمال عینی»، یعنی بسامد نسبی، نزدیك بماند که بتوان برآن نام «احتمال» نهاد).[1] با این حال، فعلاً برای مماشات این فرض را می پذیرم که مدّعیان در به‌دست دادن چنین معنایی واقعاً موفّق گشته‌اند، و این پرسش را به میان می کشم که این کار چه تأثیری در حلّ مسألهٔ استقراء تواند داشت؟

فرض کنیم فرضیّه‌ای مشخّص ـ مثلاً تئوری شرودینگر ـ را «محتمل» بشماریم: معنای محتمل برایمان معیّن است؛ خواه «محتمل به اندازهٔ فلان درجهٔ عددی» خواه صرفاً «محتمل» بدون درجه‌ای مشخّص. گزاره‌ای را که از «محتمل»

۶*در دو بند اخیر، شیوه «طبیعت گراییی را در نظر داشتم که رایشنباخ، نویرات، و دیگران، گاه در پیش می گرفتند؛ ← بخش ۱۰.

۱.(در نمونهٔ چاپی کتاب افزوده شد.) می توان یافتن دستگاهی صوری برای برآورد درجات تقویت را تصوّر نمود که از نظر صوری تاحدودی شبیه به حساب احتمالات (مثلاً شبیه به قضیّه بیز) باشد، بدون آنکه نشانی از تئوری بسامدی داشته باشد. خود را وامدار دکتر هوسیاسن می دانم که این امر را به من تذکار دادند. لیکن این قدر اطمینان دارم که با توسّل به اینگونه روشها به هیچ وجه نمی توان به حلّ مسألهٔ استقراء توفیق یافت. * حاشیهٔ ۳ بخش ۵۷* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را نیز ببینید.

* نظرم از ۱۹۳۸ این بوده است که کاربرد واژهٔ احتمال در صورتی موجّه خواهد بود که اصول موضوعهٔ حساب صوری احتمالات در زمینهٔ مورد نظر صادق باشند. (← پیوستهای ii* تا v*، و به‌خصوص بخش ۲۸* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی.) شکّ نیست که صدق قضیّهٔ بیز نیز از آن جمله است. در باب مشابهت صوری قضیّهٔ بیز در احتمالات و پاره‌ای از قضایای مربوط به درجات تقویت، پیوست ix*، نکتهٔ ۹ (vii) مطلب اوّل، و نکات (۱۲) و (۱۳) بخش ۳۲* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی را ملاحظه کنید.

بودن تئوری شرودینگر خبر می دهد، ارزیابی آن تئوری می خوانیم.

پیداست که ارزیابیها همیشه گزاره‌هایی تألیفی اند ـ یعنی مدّعیاتی راجع به «عالم واقع» هستند؛ مانند گزاره‌های «تئوری شرودینگر صادق است» یا «تئوری شرودینگر کاذب است» که تألیفی اند. همهٔ اینگونه گزاره‌ها از کفایت تئوری موردنظر خبر می دهند و لذا به هیچ‌وجه همانگویانه نیستند.[۱*] این قبیل گزاره‌ها از کفایت یا عدم کفایت تئوریها خبر می دهند، یا درجه کفایت هر تئوری را بیان می کنند. به‌علاوه، هر ارزیابی تئوری شرودینگر، همچون خود تئوری، می باید گزاره‌ای تألیفی و اثبات‌ناپذیر باشد. زیرا ظاهراً «احتمال» هیچ تئوری را ـ یعنی احتمال مقبول ماندن هیچ تئوری را در آینده ـ به‌طور مسلّم نمی توان از گزاره‌های پایه نتیجه گرفت. لاجرم باید بپرسیم: ارزیابی برچه پشتوانه‌ای تکیه دارد؟ آیا آزمون پذیر هست؟ (و بدین ترتیب باز معضله استقراء به میان می آید: بخش ۱ را ببینید)

۱* شکّ نیست گزارهٔ احتمالی $p(s,e)=r$، که می گوید احتمال تئوری شرودینگر (s)، با داشتن قرینهٔ e، مساوی r است ـ و از احتمال نسبی یا احتمال منطقی مشروط خبر می دهد ـ می تواند همانگویانه باشد (به شرط آنکه e و r مناسب هم اختیار گردند: چنانچه e تنها گزارش مشاهدات باشد، در عالمی که از وسعت کافی برخوردار باشد، r لاجرم صفر خواهد بود). لیکن «ارزیابی»، به‌معنایی که ما می گوییم، یکسره به شکلی دیگر است (بخش ۸۴، به‌ویژه قسمتی از متن را که حاشیهٔ ۲* ذیلش آمده است ملاحظه کنید). مثلاً بدین شکل است: $r=p_k(s)$، که در آن k تاریخ امروز است؛ و می گوید: «احتمال تئوری شرودینگر تا امروز (باتوجّه به کلّ قرائن موجود) مساوی r است.» برای راه بردن به حکم $r=p_k(s)$، از روی (i) گزارهٔ همانگویانه، مربوط به احتمال نسبی، $r=p(s,e)$، و (ii) گزارهٔ «e عبارت از کلّ قرائنی است که تا امروز یافته شده است»، ناگزیریم از نوعی اصل استنباط بهره جوییم (که در ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، بخشهای ۴۳* و ۵۱* آن را «قاعدهٔ اطلاق» خوانده‌ام. این اصل استنباط بسیار به قیاس استثنائی با وضع مقدّم شبیه است، و از این رو می توان آن را تحلیلی دانست. لیکن اگر آن را تحلیلی بینگاریم، ناچاریم دوگزارهٔ (i) و (ii) را تعریف p_k بدانیم، و یا بپذیریم p_k معنایی بیش از مجموع (i) و (ii) ندارد؛ ولی در این صورت دیگر p_k را نمی توان واجد شأن عملی دانست: و بی تردید نمی توان آن را شاخص عملی مقبولیّت تئوری انگاشت. این معنا را هنگامی به خوبی می توانیم دریابیم که توجه کنیم اگر عالم ازوسعت کافی برخوردار باشد، بازاء هر تئوری کلّی، خواهیم داشت $p_k(t,e)=0$، مشروط به آنکه e فقط از گزاره‌های شخصی تشکیل گشته باشد. (← پیوست vii* و viii*). حال آنکه ما عملاً برخی تئوریها را قبول می کنیم و برخی دیگر را فرو می نهیم.

از طرف دیگر، اگر p_k درجهٔ کفایت یا مقبولیّت انگاشته شود، اصل استنباط یاد شده ـ یعنی همان «اصل اطلاق» (که از این دیدگاه، مثال بارزی از «اصل مجوّز استقراء» می گردد) ـ در بن باطل است و پیداست که تحلیلی نیست.

و امّا خود ارزیابی را، یا باید «صادق» انگاشت، یا باید گفت که آن هم «محتمل» است. اگر آن را صادق بیانگاریم، لاجرم گزارهٔ تألیفی صادقی خواهد بود که هنوز به اثبات تجربی نرسیده است ـ یعنی گزاره‌ای تألیفی که از صدق سابق بر تجربه برخوردار است. امّا اگر آن را «محتمل» بشماریم. باز به ارزیابی جدیدی نیاز خواهیم داشت: یعنی به ارزیابیِ ارزیابی، یا به یك ارزیابی از مرتبه‌ای بالاتر. این هم به‌معنی گرفتار آمدن در تسلسلی بی فرجام است. گرایش به محتمل شمردن فرضیّهٔ مورد نظر از علاج پای بی تمکین منطق استقراء ناتوان است.

بیشتر طرفداران منطق احتمال برآنند که ارزیابیها به مدد «اصل مجوِّز استقراء» درجات احتمال را به فرضیّه‌های استقرائی نسبت می دهند. حال اگر به خود این اصل مجوِّز استقراء، احتمالی نسبت داده شود، تسلسل بی فرجام، همچنان دوام خواهد یافت. و اگر به آن اسناد «صدق» دهند، ناگزیر یا باید تن به تسلسل بی فرجام دهند، یا تسلیم فطری انگاری شوند. هایمانز می گوید: «این است و جز این نیست که تئوری احتمالات از تبیین استدلات استقرائی عاجز است؛ زیرا رخنهٔ این تئوری در آن دیگری (که کاربرد تجربی تئوری احتمالات است) نیز هست. در هر دو مورد، نتیجه از آنچه مقدّمات آمده است فراتر می رود.»[۲] بنابراین جایگزین ساختن لفظ «صادق» با لفظ «محتمل» و لفظ «کاذب» با لفظ «نامحتمل» کاملاً بیهوده است. تنها راه در امان ماندن از دامهای معضلهٔ استقراء، توجّه به عدم تقارن میان اثبات و ابطال، یعنی همان عدم تقارن ناشی از نسبت منطقی تئوریها و

---

۲. هایمانز، در *Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens* (چاپ ۱۸۹۰، ۱۸۹۴)، صفحات ۲۹۰ و بعد؛ * چاپ سوّم، ۱۹۱۵، صفحهٔ ۲۷۲. هیوم در بیان این استدلال، در جزوه‌ای که بدون اسم منتشر نمود، یعنی *An Abstract of a Book Lately Published Entitled A Treatise of Human Nature*، چاپ ۱۷۴۰، بر هایمانز تقدّم دارد. برایم شبهه‌ای نیست که هایمانز از این جزوه که به دست جان مینارد کینز و سرافا (*S. Sraffa*) بازیافته و به هیوم منسوب شد، و در ۱۹۳۸ به طبع رسید، خبر نداشته است. من نیز در موضوع نقد تئوری احتمالی استقراء، در ۱۹۳۱، هنگامی که آرائم را در کتاب دیگری می آوردم که همچنان چاپ نشده است، ولی چندین عضو حلقهٔ وین آن را خوانده بودند، نه از تقدّم هیوم بر خود خبر داشتم، نه از تقدّم هایمانز. تقدّم هیوم بر هایمانز را ویزدم (*J. O. Wisdom*) به من متذکّر شد؛ ← کتاب وی موسوم به *Foundations of Inference in Natural Science*، چاپ ۱۹۵۲، صفحهٔ ۲۱۸. عبارات هیوم را در پیوست vii*، قسمتی از متن که پانوشت ۶ ذیلش آمده است (صفحهٔ ۴۴۲) نقل کرده‌ام.

گزاره‌های پایه است.

هواداران منطق احتمال در پاسخ به انتقاد من اظهار می‌کنند که این انتقاد جوشیده از ذهنی است که «سخت در چارچوب منطق قدیم محصور مانده است» و لذا از فهم روشهای استدلال منطق احتمال ناتوان است. من فاش می‌گویم که بلی من از فهم این روشهای استدلال ناتوانم.

۸۲. تئوری ایجابی تقویت: نحوهٔ «ابراز لیاقت» تئوریها

از کجا معلوم که نمی‌توان اشکالات من بر تئوری احتمالی استقراء را بر آراء خودم وارد ساخت؟ چه‌بسا به نظر آید که می‌توان؛ زیرا که من از مفهوم ارزیابی انتقاد کردم، ولی در عین حال خود نیز چاره‌ای از به‌کار بردن آن مفهوم ندارم. من از «تقویت» تئوریها سخن می‌گویم؛ و تقویت نیز جز نوعی ارزیابی نیست. (تقویت و احتمال از این حیث فرقی ندارند.) علاوه براین، من نیز راهی برای دست یافتن به قطع و یقین در باب «صدق» فرضیّه‌ها نمی‌شناسم، و همهٔ فرضیّه‌ها را «حدسهایی مستعجل» (یا چیزی از این قبیل) می‌دانم؛ پذیرفتن این نظر نیز قائل شدن به نحوه‌ای برای ارزیابی فرضیّه‌ها را ایجاب می‌کند.

یافتن پاسخ دوّمین بخش اشکال مشکل نیست. ارزیابی فرضیّه‌ها به آن گونه که من ناگزیر به‌کار می‌برم، و مطابق آن فرضیّه‌ها «حدسهایی مستعجل» (یا چیزی از این قبیل) به‌شمار می‌روند، همواره همانگویانه است. از این رو دشواریهای ناشی از منطق استقراء هرگز دامنگیرش نخواهد شد. توصیف ما از ارزیابی، تنها بیان یا تفسیر دیگر این حکم است که: گزاره‌های کلّی حقیقی (یعنی تئوریها) از گزاره‌های شخصی نتیجه نمی‌شوند. (وصف ارزیابی بنابه تعریف معادل همین حکم است.)

بخش اوّل اعتراض که به ارزیابی تقویت تئوریها مربوط می‌شد نیز چنین است. ارزیابی تقویت هر تئوری، فرضیّه نیست، بلکه با داشتن خود تئوری و گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده می‌توان به آن رسید. هر ارزیابی، حکم می‌کند که دسته‌ای از گزاره‌های پایه نقیض تئوری نیستند؛ و در این حکم، درجهٔ آزمون‌پذیری تئوری، و شدّت آزمونهایی را که تئوری تا دورهٔ معیّنی کامیاب از سرگذرانیده باشد

دخالت می یابند.

تاوقتی که تئوری از آزمونها سرافراز برآید، آن را «تقویت شده» می دانیم. ارزیابی تقویت تئوری (ارزیابی تقویتی)، نسبتهای بنیادینی را (که عبارت اند از سازگاری و ناسازگاری {بین تئوری و مجموعهٔ گزاره‌های پایه}) برقرار می سازد. وقوع ناسازگاری را عین ابطال تئوری می گیریم. لیکن صرف سازگاری را نباید مایهٔ اسناد درجهٔ مثبتی از تقویت به تئوری انگاشت: پیداست که به ابطال نرسیدن دستگاه تا زمانی خاصّ را، به خودی خود نمی توان برای این منظور کافی شمرد. ساختن دستگاههای تئوریك گوناگونی که با هر دستگاه از گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده سازگار افتند، کار بسیار آسانی است. (این گفته به‌خصوص در همهٔ دستگاههای «متافیزیکی» نیز صادق است.)

شاید بگویند درجهٔ تقویت تئوری هنگامی مثبت خواهد بود که تئوری هم با دستگاه گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده سازگار افتد، و هم بخشی از این دستگاه را نتیجه بدهد. یا اگر شنیده باشند که گزاره‌های پایه از هیچ دستگاه تئوریك محض استنتاج‌پذیر نیستند (اگرچه نقیض آنها ممکن است استنتاج‌پذیر باشد)، ممکن است این قاعده را پیش نهند: درجهٔ تقویت تئوری هنگامی مثبت خواهد بود که علاوه بر سازگاری تئوری با دستگاه گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده، بتوان مجموعه‌ای غیرخالی از این گزاره‌های پایه را از ترکیب فصلی آن تئوری با سایر گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده، نتیجه گرفت.[۱*]

۱*. تعریف موقّت «درجهٔ تقویت مثبت» که در اینجا عرضه شده (ولی در بند بعد، چون صریحاً به آزمونهای سخت، یعنی به تلاشهای انجام شده به قصد ابطال تئوری، اشاره نمی کند) مردود اعلام گشته است، دست کم از دو جهت درخور توجّه می باشد. اوّل پیوند نزدیکی است که با ضابطه تمیز من، خصوصاً با تقریری که در حاشیهٔ ۱* بخش ۲۱ از آن کردم، دارد. در واقع، تعریف عرضه شده، عین آن ضابطهٔ است، جزاینکه در اینجا به قید پذیرفته بودن گزاره‌های پایه قائل شده‌ام. بنابراین قائل نشدن به این قید همان و رسیدن به ضابطهٔ تمیز من همان. دوّم آنکه اگر به‌جای حذف این قید، قید دیگری هم بر مجموعهٔ گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شدهٔ نتیجه شده بیفزاییم، و پذیرفتنشان را منوط به اقدام جدّی در جهت ابطال تئوری بدانیم، تعریف ما از «درجهٔ تقویت مثبت»، وافی به مقصودمان خواهد بود، هرچند که تعریف جامعی از «درجهٔ تقویت» نخواهد بود. پشتوانهٔ استدلالی این مدّعادر ضمن سطور بعدی متن مندرج است. علاوه براین، گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده را هم می توان «گزاره‌های تقویت کنندهٔ» تئوری نامید.

←

تنها اعتراض جدّی من به سخن اخیر همین است که آن را برای تعیین خصلت درجهٔ مثبت تئوریها نارسا می دانم. زیرا ما می خواهیم بدانیم فلان تئوری بیش از تئوری دیگر تقویت شده است یا نه. شك نیست که از راه شمارش نمونه‌های تقویت کنندهٔ تئوری (یعنی گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده‌ای که به شیوهٔ گفته شده نتیجه شده‌اند) نمی توان درجهٔ تقویت تئوری را معیّن ساخت. ای بسا نظریّه‌ای که گزاره‌های پایهٔ بسیاری را از آن نتیجه گرفته‌ایم، کمتر از نظریّه‌ای تقویت شده باشد که گزاره‌های پایهٔ اندکی از آن به دست آمده است. برای نمونه فرضیّهٔ «همهٔ زاغان سیاه‌اند» را با فرضیّهٔ «مقدار بار الکترون مساوی مقداری است که میلیکان تعیین نمود» (به این فرضیه در بخش ۳۷ نیز اشاره کردیم) مقایسه می کنیم. هرچند ممکن است گزاره‌های پایهٔ بیشتری دیده باشیم که اوّلی را تقویت کنند، باز هم فرضیّهٔ میلیکان را تقویت شده‌تر می دانیم.

بنابراین چندان که شدّت آزمونهای گوناگونی که فرضیّه از سرگذرانیده یا خواهد گذراند در تعیین درجهٔ تقویت آن دخالت دارد، تعداد نمونه‌های تقویت کننده دخالت ندارد. شدّت آزمونها نیز وابسته به درجهٔ آزمون‌پذیری، و لذا وابسته به سادگی فرضیّه است: فرضیّهٔ ابطال‌پذیرتر یا ساده‌تر، همانا تقویت پذیرتر نیز هست.[1] البتّه درجهٔ تقویت‌شدگی بالفعل، صرفاً تابع درجهٔ ابطال‌پذیری نیست؛ چه‌بسا گزارهٔ بسیار ابطال‌پذیری که فقط اندکی تقویت شده باشد، و یا اصلاً در عمل باطل گشته باشد. و بسا که ابطال نشده جایش را به تئوری آزمون‌پذیری بدهد که آن

→

باید متذکّر شد که «گزاره‌های نمونه‌وار» (یعنی نقیض گزاره‌های پایه؛ بخش ۲۸ را ببینید) را به‌درستی نمی‌توان گزاره‌های تقویت کننده یا مؤیّد نظریّه‌ای دانست که مصادیقش را بیان می کنند؛ چه، همچنانکه در حاشیهٔ ۱* بخش ۲۸ گفته شد، می دانیم که برای هر گزارهٔ کلّی تقریباً در همه‌جا مصداق یافت می‌شود. (حاشیهٔ ۴* بخش ۸۰، و قسمتی از متن را که این حاشیه ذیلش آمده است نیز ببینید.)

۱. این هم نکتهٔ دیگری در باب سادگی است که من و وایل با هم بر سرش همسخنیم؛ ← حاشیهٔ ۷ بخش ۴۲. * همسخنی ما نتیجهٔ ترکیب این نظر جفریز، رینچ، و وایل (← حاشیهٔ ۷ بخش ۴۲) است که اندکی پارامترهای هر تابع را می توان شاخص سادگیش دانست، با این نظر من که اندکی پارامترها را می توان شاخص آزمون‌پذیری یا عدم احتمال دانست (← بخشهای ۳۸ به‌بعد). از قضا، نویسندگان یاد شده با این نظر مخالف‌اند. (حواشی ۱* و ۲* بخش ۴۳ را نیز ببینید.)

را ـ یا تقریبی از آن را ـ نتیجه می دهد. (در این صورت نیز درجهٔ تقویت شدگی تنزّل می یابد.)

درجات تقویت هر دو گزاره نیز مانند درجات ابطال‌پذیری آنها ممکن است مقایسه‌ناپذیر باشد: درجهٔ تقویت با اعداد و ارقام قابل تعریف نیست، بلکه تنها می توان به‌طور نادقیق از مثبت یا منفی بودن درجهٔ تقویت سخن گفت.[۲*] لیکن می توان قاعده‌های مختلفی {برای مقایسهٔ درجات تقویت} پیش نهاد؛ مثلاً می توان گفت نظریّه‌ای که در یك آزمایش آزمون‌پذیر همگانی مبتنی بر فرضیّهٔ مبطل تئوری (← بخشهای ۸ و ۲۲) باطل شده باشد، دیگر درجهٔ تقویت مثبت نخواهد گرفت. (هرچند ممکن است که وضع خاصّی پیش آید و به تئوری دیگری از همان جنس، درجهٔ تقویت مثبتی داده شود: مثل تئوری فوتونی اینشتین که به تئوری ذرّه‌بودن نور نیوتن نزدیك است.) همچنین بنا را براین می گذاریم که هرگاه ابطالی را همگان بتوانند بیازمایند (و در عمل نیز بخوبی آزموده شده باشد) دیگر در آن مناقشه نکنیم: عدم تقارن اثبات و ابطال اینجا هم نمایان است. این نکات روش شناسانه، یك به یك به سهم خود در گسترش تاریخی علم، که همانا نزدیکتر شدن گام به‌گام به حقیقت است، مؤثّرند. ارزیابیهای تقویتی نو براساس گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شدهٔ جدید، ممکن است درجهٔ تقویت تئوری را از مثبت به منفی مبدّل سازند، ولی عکس این ممکن نیست. باوجود آنکه گشایندهٔ راه معرفت نو را در تاریخ علم تئوری و اندیشه می دانم، نه آزمایش و حسّ، براین اعتقاد نیز هستم که آزمایش مانع از افتادن در بیراهه، نجات‌بخش از گمراهی، و راهنمای راه ناآشناست.

می بینیم که درجهٔ ابطال پذیری یا درجهٔ سادگی تئوری در ارزیابی تقویتش دخالت دارد. ارزیابی را بدین نحو می توان از جمله نسبتهای منطقی میان تئوری و

۲*. آن قدر که به کاربرد عملی تئوریهای موجود مربوط است، این سخن هنوز هم درست می باشد؛ اگرچه اینك معتقدم که «درجهٔ تقویت» را می توان طوری تعریف نمود که درجات تقویت گوناگون (مثلاً درجهٔ تقویت تئوری گرانش نیوتون و درجهٔ تقویت تئوری گرانش اینشتین) مقایسه‌شدنی باشند. به‌علاوه، بنابراین تعریف، خواهیم توانست که حتّی به فرضیّه‌های آماری و سایر گزاره‌ها نیز درجهٔ تقویت عددی بدهیم، مشروط به آنکه بتوانیم درجات احتمال منطقی (مطلق یا نسبی) را به آن گزاره‌ها و گزاره‌های حاکی از قرائن نسبت دهیم. پیوست ix* را نیز ببینید.

گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده دانست که بیانگر سختی آزمونهایی است که تئوری در بوتهٔ آنها افکنده شده است.

۸۳. تقویت‌پذیری، آزمون‌پذیری، و احتمال منطقی[۱*]

در ارزیابی درجهٔ تقویت هر تئوری به درجهٔ ابطال‌پذیریش هم توجّه می کنیم. تئوری آزمون‌پذیرتر، تقویت‌پذیرتر نیز هست. و می دانیم که آزمون‌پذیری، عکس احتمال منطقی است. از این رو در ارزیابی تقویت هر گزاره، احتمال منطقی آن نیز دخالت می یابد. همچنانکه در بخش ۷۲ نشان دادیم، مفهوم احتمال منطقی با مفهوم احتمال عینی ـ یعنی همان احتمال رویدادها ـ مرتبط است. بنابراین، مفهوم تقویت با در میان آوردن مفهوم احتمال منطقی، پیوندی هرچند غیرمستقیم و نااستوار با مفهوم احتمال رویدادها پیدا می کند. شاید اینك چنین به نظر آید که مطالب یاد شده به‌نحوی با نظرّیهٔ احتمال فرضیّه‌ها که پیشتر مورد انتقاد واقع شد ارتباط می یابند.

هنگام ارزیابی درجهٔ تقویت هر تئوری کمابیش اینطور استدلال می کنیم: هرچه عدّهٔ نمونه‌های تقویت کننده تئوری زیاد شود، درجهٔ تقویت نیز افزایش می یابد. اوّلین نمونه‌های تقویت کننده را معمولاً بسیار مهمتر از نمونه‌های بعدی می شماریم: نمونه‌های بعدی تأثیر چندانی بر درجهٔ تقویت نظریّه‌ای که قبلاً به‌خوبی تقویت شده باشد، نمی نهند. ولی اگر نمونه‌های جدید فرق زیادی با نمونه‌های پیشین داشته باشند. و تئوری را در میدان کاربرد جدیدی تقویت نمایند، این قاعده دیگر برقرار نخواهد بود. بلکه در این صورت نمونه‌های جدید مقدار معتنابهی بر درجهٔ تقویت تئوری خواهند افزود. از این رو تئوریهای کلّیتر را بهتر از تئوریهایی که درجهٔ کلّیتشان کمتر است (و لذا درجهٔ ابطال پذیریشان هم کمتر است) می توان تقویت نمود. همچنین تئوریهای دقیقتر را بهتر ازتئوریهایی که درجهٔ دقّتشان کمتر

۱*قبول اصطلاحات یاد شده در نخستین نوشته‌ام در نشریهٔ *Mind*، چاپ ۱۹۳۸، ایجاب می کند که وصف «مطلق» را همه‌جا (هم در این بخش، هم در بخش ۳۴، هم جاهای دیگر) پس از «احتمال منطقی» بیاوریم (تا تقابل آن با احتمال منطقی «نسبی» یا «مشروط» معلوم باشد)؛ ← پیوستهای ii*، iv*، و ix*.

باشد، می توان تقویت کرد. یکی از دلایل آنکه ما پیشگوییهای کف بینان و فالگیرها را نوعاً از درجهٔ تقویت مثبت برخوردار نمی شماریم، همین است که آن پیش بینیها به‌قدری محتاطانه و نادقیق اند که احتمال منطقی درست از کار درآمدنشان بسیار زیاد است. اگر هم بشنویم که بعضی از این پیش بینیها دقیق و لذا منطقاً نامحتمل بوده‌اند و درست از کار درآمده‌اند، بیش از آنکه در صحّت پیش بینیها شك کنیم، در اینکه منطقاً نامحتمل بوده‌اند تردید خواهیم ورزید: ما چون این قبیل پیشگوییها را تقویت ناشدنی می دانیم، در اینگونه موارد نیز کمی درجهٔ تقویت‌پذیری را دلیل کمی درجهٔ آزمون‌پذیری می شماریم.

نتیجهٔ مقایسهٔ این آراء من با آنچه از منطق (استقرائی) احتمال بر می آید به‌راستی درخور اعتناست. بنابر آنچه من گفتم تقویت‌پذیری هر تئوری، و نیز درجهٔ تقویت نظریّه‌ای که در عمل از بوتهٔ آزمونهای سخت سرافراز برآمده باشد، هردو گویی[۲]* با احتمال منطقی آن نسبت معکوس دارند؛ زیرا هردوی آنها با افزایش درجات آزمون‌پذیری و سادگی تئوری زیاد می‌شوند. ولیکن از منطق احتمال نتیجه‌ای کاملاً خلاف این بر می آید. در نظر هواداران این منطق، احتمال هر فرضیّه با احتمال منطقی آن نسبت مستقیم دارد؛ و منظورشان از «احتمال فرضیّه» هم بی هیچ شکّی همان است که من از آن با اصطلاح «درجهٔ تقویت»[۳]* یاد کردم.

۲*.در متن گفته‌ام «گویی». دلیل این امر آن است که واقعاً اعتقاد به وجود درجات احتمال منطقی (مطلق) نداشتم. در نتیجه، هنگامی که متن را می نوشتم، مردّد بودم که درجهٔ تقویت‌پذیری، متمّم احتمال منطقی (مطلق) است، یا آنکه با آن نسبت عکس دارد؛ به‌عبارت دیگر، مردّد بودم که تعریف $C(g)$ (درجهٔ تقویت‌پذیری)، به صورت $C(g)=1-P(g)$ است (و اگر چنین باشد، تقویت پذیری مساوی مضمون خواهد بود)، یا به صورت $C(g)=1/P(g)$؛ در این عبارات $P(g)$ احتمال منطقی مطلق g است. تعریف را می توان طوری اختیار کرد که هریك از دو نتیجهٔ یادشده به دست آید، و هردو تعریف هم از نظر شهودی مبنای رضایتبخشی دارند؛ دلیل تردید من نیز همین بود. دلایل قوی هم به نفع روش اوّل داریم، هم به نفع استفاده از لگاریتم. در مورد روش دوّم، پیوست ix* را ببینید.

۳*.چند سطر آخر این بند، به‌ویژه از جمله‌ای که ایرانیك نوشته شده است (ولی در متن اصلی آلمانی با حروف عادی چاپ شده بود) به‌بعد، حاقّ انتقاد مرا از تئوری احتمالی استقراء در بردارد. مطلب را این طور خلاصه می کنیم: ما به دنبال فرضیّه‌های ساده ـ یعنی فرضیّه‌های پر مضمون و برخوردار از درجهٔ آزمون‌پذیری زیاد ـ هستیم. این فرضیّه‌ها به‌خوبی تقویت‌پذیر نیز هستند، چه، درجهٔ تقویت‌پذیری هر فرضیّه در اصل وابسته به سختی امتحانهایی است‌که با موفقیّت از سرگذارنیده است، و لذا وابسته به آزمون‌پذیری آن فرضیّه است. و می دانیم که ←

کینز از کسانی است که چنین نظری دارند. وی که به‌جای احتمال منطقی، اصطلاح «احتمال سابق بر تجربه» را به‌کار می برد (حاشیهٔ ۱ بخش ۳۴ را ببینید)، این سخن بسیار متین را دربارهٔ «حکم کلّی» (یعنی فرضیّه) g که «شرط» یا مقدّم آن φ، و نتیجه یا جواب شرط یا تالی آن f باشد ابراز می نماید[1]: «هرچه شرط φ جامعتر باشد، و هرچه جامعیّت نتیجهٔ f کمتر باشد، احتمال سابق بر تجربه[4]* بیشتری به حکم کلّی g نسبت می دهیم. این احتمال با افزایش {فراگیری} φ زیاد می شود، و با افزایش {فراگیری} f کاهش می یابد.» همچنانکه گفتم این سخن کاملاً صحیح است، هرچند کینز مرز دقیقی میان «احتمال حکم کلّی» ـ یا احتمال فرضیّه در اصطلاح ما ـ و «احتمال سابق بر تجربهٔ» آن رسم نمی کند.[5]* احتمال هر

→

آزمون‌پذیری عین عدم احتمال منطقی (مطلق) زیاد، یا احتمال منطقی (مطلق) کم است.

حال اگر درجات مضمون، و لذا درجات احتمال منطقی (مطلق) دو فرضیهٔ h_1 و h_2 مقایسه‌پذیر باشد، داریم: در صورت کوچکتر بودن احتمال منطقی (مطلق) h_1 از احتمال منطقی (مطلق) h_2، با هر قرینهٔ e، احتمال منطقی (نسبی) h_1 مشروط به e، هرگز از احتمال منطقی (نسبی) h_2 به شرط e بیشتر نخواهد شد. از این رو، درجهٔ احتمال فرضیّه‌ای که آزمون‌پذیرتر و تقویت‌پذیرتر باشد، با داشتن قرینهٔ معلوم، هرگز از درجهٔ احتمال فرضیهٔ آزمون‌ناپذیرتر بیشتر نخواهد بود. و این هم متضمّن آن است که درجهٔ تقویت عین احتمال نیست.

حاقّ مطلب همین است. باقی توضیحات متن صرفاً جهت رسیدن به این نتیجه است که اهمیّت دادن به احتمال زیاد همان و لب از ادّعا فروبستن همان، همانگوییها همیشه از بیشترین احتمال برخوردارند.

۱. کینز، *A Treatise on Probability* چاپ ۱۹۲۱، صفحات ۲۲۴ و بعد. شرط φ و نتیجهٔ f در اصطلاح کینز (← حاشیهٔ ۶ بخش ۱۴)، با گزاره‌نمای مقدّم φ و گزاره‌نمای تالی f در اصطلاح ما یکی است؛ همچنین ← بخش ۳۶. شایان توجّه است که کینز شرط یا نتیجه‌ای را جامعتر می شمرد که مضمون یا مفهوم بیشتر داشته باشد، نه مصداق بیشتر. (مرادم جلب توجّه به نسبت معکوسی است که میان مفهوم و مصداق هر تصوّر برقرار است.)

۴*. {مؤلف در اینجا ایراد کنایت آمیزی از املاء دو اصطلاح *a priori* و *a posteriori* در کتاب کینز گرفته است، که دلیل یکسان نبودن رسم الخط فارسی و لاتین، اشکال در ترجمه فارسی منعکس ناشدنی است. لذا این حاشیهٔ دو سطری متن ترجمه نشد.}

۵*. البتّه کینز میان احتمال سابق بر تجربه (یا در اصطلاح کنونی من احتمال «منطقی مطلق») «حکم کلّی» g، و احتمال آن نسبت به قرینهٔ تجربی h، قائل به تمایز هست، و عبارتی که در متن آورده‌ام از این حیث درخور اصلاح است. (تمایزی که می نهد بر پایهٔ این فرض درست است که اگر $\varphi = \varphi_1 \varphi_2$ و $f = f_1 f_2$، آنگاه احتمال سابق بر تجربه gهای مختلف چنان خواهد بود که $g(\varphi, f) \geq g(\varphi_1, f)$ و $g(\varphi, f) \geq g(\varphi, f_1)$؛ هرچند که بدین فرض تصریح نشده است: صفحهٔ ۲۲۵ رسالهٔ کینز ملاحظه شود.) وی به درستی ثابت می کند که تغییر احتمال مسبوق به تجربهٔ این فرضیّه‌های g (نسبت به هرگونه قرینهٔ تجربی h)، مانند تغییر احتمال سابق بر تجربهٔ آنهاست. لذا باوجود آنکه تغییر احتمال در اصطلاح وی همسوی تغییر احتمال منطقی (مطلق) در اصطلاح من است، جان کلام من ←

فرضیّه از نظر کینز دوشادوش احتمال منطقی سابق بر تجربهٔ آن افزایش می یابد، حال آنکه درجهٔ تقویت در نظر من چنین نیست. این درحالی است که مقصود کینز از «احتمال» همان است که من «تقویت» می خوانم، زیرا در نظر او «احتمال» با افزایش نمونه‌های تقویت کننده، و مهمتر از آن با افزایش تنوّع نمونه‌ها، زیاد می گردد. ولی کینز این نکته را نادیده گرفته است که اگر نمونه‌های تقویت کنندهٔ تئوری به میدانهای کاربرد مختلف متعلّق باشند، خود تئوری معمولاً از کلّیّت زیاد برخوردار خواهد بود. بنابراین دو شرط کینز برای زیادی احتمال ـ که یکی کاهش کلّیت است و دیگری افزایش تنوّع نمونه‌های تقویت کننده همواره مانعة‌الجمع اند.

نظریّهٔ کینز اگر در قالب اصطلاحاتی که من به کار بردم بیان شود می گوید هرچه آزمون‌پذیری بیشتر شود، تقویت (احتمال فرضیّه‌ها) کمتر خواهد شد. اعتقاد به منطق استقرائی، او را به قبول این نظر کشانیده است.[۶*] منطق استقرائی برآن است که فرضیّه‌های علمی را تا می توان باید یقینی تر ساخت. اعتبار علمی فرضیّه‌های گوناگون بسته به آن است که چقدر به تصویب تجربه رسیده باشند. ارزش علمی هر تئوری تنها در نزدیکی منطقی (← حاشیهٔ ۲ بخش ۴۸ و متنی که حاشیه در ذیلش آمده است) آن با گزاره‌های تجربی است. مفاد این سخن جز آن نیست که مضمون تئوری حتّی المقدور نباید از آنچه متکی به تجربه است فاصله بگیرد.[۷*] میان این دیدگاه و انکار ارزش پیش بینها پیوند نزدیکی برقرار است. کینز می نویسد[۲]: «فضیلت خاصّی که برای پیش بینی قائل اند یکسره موهوم است. لبّ مطلب در عدّهٔ نمونه‌های وارسی شده و مشابهت میان آنهاست، و اینکه فلان فرضیّه

→

همین است که تغییر درجات تقویت‌پذیری (و تقویت) در جهت عکس است.

۶*.ذیلی بر منطق اکتشاف علمی، فصل ii* ملاحظه شود. در نظریّهٔ تقویت به گونه‌ای که آورده‌ام، برخلاف نظریّات کینز، جفریز، و کارناپ در باب احتمال، درجهٔ تقویت در اثر آزمون‌پذیری کاهش نمی یابد، بلکه رو به افزایش می نهد.

۷*.این را می توان به صورت قاعده‌ای ناپذیرفتنی هم بیان کرد که می گوید «همیشه فرضیّه‌ای را باید اختیار کرد که شمولش از همه کمتر باشد!».

۲.کینز، منبع پیشین، صفحه، ۳۰۵.

قبل از وارسی نمونه‌ها به تثبیت رسیده باشد یا بعد از آن به هیچ وجه اهمیّت ندارد.» کینز در باب فرضیّه‌های «سابق بر تجربه» ـ یعنی فرضیّه‌هایی که پیش از فراهم آمدن پشتوانهٔ استقرائی کافی، پیش نهاده شده باشند ـ می‌نویسد «... اگر چنین فرضیّه‌ای حدسی بیش نباشد، اینکه از حسن اتّفاق مقدّم بر یافت شدن همه یا بعضی از مصادیقش عرضه شده است، چیزی به ارزش آن نخواهد افزود.» در این برداشت از پیش‌بینی، بی‌شك تناقضی نهفته نیست، ولی آدمی به این فکر می افتد که دیگر چه نیازی به فرضیّه‌های کلّی هست. پس ساختن اینهمه تئوری و فرضیّه چه دلیلی دارد؟ این تلاشها اگر از دیدگاه منطق استقرائی نگریسته شوند، کاملاً نامفهوم‌اند. اگر یقیینی ترین معرفت در نزد ما از همهٔ معارف گرامی تر است ـ و اگر پیش‌بینیها به خودی خود سهمی در تقویت تئوریها ندارند ـ چرا به همان گزاره‌های پایه خرسند نباشیم؟*[۸]

دیدگاه دیگری نیز از کایلا[۳] هست که پرسشهای مشابهی بر می انگیزد. همچنانکه گفتم به گمان من تئوریهای ساده‌تر و تئوریهایی را که از فرضیّه‌های کمکی کمتر استفاده می کنند (← بخش ۴۶)، همانا به واسطهٔ آنکه منطقاً نامحتمل ترند، بهتر می توان تقویت نمود. حال آنکه کایلا برپایهٔ مفروضاتی شبیه مفروضات کینز، قضیّه را معکوس می بیند. وی نیز برآن است که ما عرفاً برای تئوریهای ساده‌تر، و به ویژه برای تئوریهایی که فرضیّه‌های کمکی کمتری داشته باشند، احتمال (در اصطلاح ما «احتمال فرضیّه‌ای») بیشتری قائلیم. ولی ادلّهٔ کایلا معکوس ادلّهٔ من

۸*. کارناپ در کتاب مبانی منطقی احتمال خویش، چاپ ۱۹۵۰، برای پیش‌بینی فایدهٔ عملی قائل می شود؛ ولی به‌بخشی از نتیجهٔ مذکور راجع به خرسند آمدن به گزاره‌های پایه نیز گردن می نهد. زیرا می گوید که آوردن تئوریها (یا به تعبیر خودش «قوانین») در علم ـ حتّی برای انجام پیش‌بینی ـ «ضرورت ندارد»: و همه‌جا می توان با گزاره‌های شخصی به مقصود رسید. می نویسد (صفحهٔ ۵۷۵) که «آوردن قانونهای کلّی در کتب فیزیك، زیست‌شناسی، روان‌شناسی، و غیر آنها البتّه سودمند است.» ولی موضوع بر سر سودمندی نیست بلکه بر سر حقیقت‌جویی علمی است. هستند دانشمندانی که قصدشان تبیین جهان است: و هدفشان یافتن و آزمودن تئوریهای تبیین‌گر قانع کننده‌ای است که آزمون‌پذیر، یعنی ساده، هم باشند. (پیوست x* و بخش ۱۵* ذیلی بر منطق اکتشاف علمی نیز ملاحظه شود.)

۳. کایلا *Die Principien der Wahrscheinlichkeitslogik* (*Annales Universitas Aboensis*, Turku ۱۹۲۶)، صفحهٔ ۱۴۰.

است. دلیل وی در قائل شدن به احتمال زیاد برای اینگونه تئوریها، به‌خلاف من، این نیست که اینگونه تئوریها تن به آزمونهای سخت می دهند و منطقاً نامحتمل اند؛ و دلیلش این هم نیست که اینگونه تئوریها حتّی پیش از اقدام به تجربه مجال وسیعی برای رودررو افتادن با گزاره‌های پایه دارند. بلکه به‌عکس، وی از آن رو برای تئوری ساده‌تری که فرضیّه‌های کمکی کمتر دارد احتمال زیاد قائل است که می پندارد اگر فرضیّه‌های کمکی دستگاهی کم باشد، استعداد آن دستگاه هم برای رودررو افتادن با عالم واقع کمتر از دستگاهی خواهد بود که فرضیّه‌های بیشتر دارد. در اینجا نیز این حیرت در آدمی انگیخته می شود که چه الزامی برای اقدام به ساختن این تئوریهای پرنشیب و فراز هست. اگر از روبرو شدن با عالم واقع روی گردانیم، پس چرا با رجزخوانی آن را به میدان بطلبیم؟ آسودگی خاطر در آن است که هیچ فرضیه‌ای را پیش ننهیم. [«سخن سیم است و خاموشی است چون زر.»]

قاعدهٔ من که می گوید حتی المقدور نباید از فرضیّه‌های کمکی بهره جست («اصل امساك در کاربرد فرضیّه‌ها»). هیچ وجه اشتراکی با سخنانی که نمونه‌اش از کایلا نقل شد ندارد. توجّه من صرفاً محدود به کم نگاه‌داشتن شمار گزاره‌ها نیست: بلکه توجّه من معطوف به سادگی یعنی آزمون‌پذیری هرچه بیشتر آنهاست. از این روست که هم می گویم باید از فرضیّه‌ها حتّی المقدور کمتر بهره جست، و هم می گویم که شمار اصول موضوعه را که اصلی ترین فرضیّه‌ها هستند باید کم نگاه داشت. نکته دوّم، نتیجهٔ سخن پیشین ماست که گفتیم باید گزاره‌ها را هرچه کلّیتر اختیار کرد، و هرجا ممکن باشد باید دستگاهی را که «اصول موضوعهٔ» زیاد دارد از دستگاهی که اصول موضوعه‌اش کمتر و کلّیتر است استنتاج نمود (و بدین نحو دستگاه اوّل را به کمك دوّمی تبیین نمود).

۸۴. نکاتی در باب کاربرد دو مفهوم «صدق» و «تقویت»

در منطق علم به‌نحوی که آوردیم می توان از کاربرد مفاهیم «صدق» و «کذب» یکسره اجتناب ورزید[۱]*. و به‌جای کاربرد این دو مفهوم می توان به بحث منطقی از

۱* . چندی از نوشتن این مطلب نگذشته بود که توفیق دیدار آلفرد تارسکی برایم دست داد، و او مقدّمات نظریّه‌اش ←

نسبتهای استنتاج‌پذیری پرداخت. مثلاً به‌جای آنکه بگوییم «پیش بینی p در صورتی صادق است که تئوری t و گزارهٔ پایهٔ b صادق باشند»، خواهیم گفت گزارهٔ p نتیجهٔ ترکیب عطفی (عاری از تناقض) t و b است. ابطال تئوریها را نیز به همین شیوه بیان می کنیم. به‌جای آنکه از «کذب» تئوری سخنی بگوییم خواهیم گفت که پاره‌ای از گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده تئوری را نقض می کنند. از «صدق» یا «کذب» گزاره‌های پایه نیز سخنی نخواهیم گفت، بلکه پذیرش هر گزارهٔ پایه را تابع مواضعه، و گزاره‌های پذیرفته شده را نتیجهٔ اعمال مواضعه خواهیم شمرد.

این سخن بی‌شك به‌معنی ممنوعیّت کاربرد مفاهیم «صدق» و «کذب»

→

دربارهٔ صدق را به من آموخت. مایهٔ بسی تأسف است که این نظریّه ـ که یکی از دو کشف بزرگ در رشتهٔ منطق پس از نگارش اصول ریاضیّات است ـ غالباً دستخوش سوءتفهیم و سوءتعبیر گشته است. هرچه براین نکته تأکید رود بجاست که معنی صدق نزد تارسکی (که روشی هم برای تعریف آن در زبانهای صوری شده به دست می دهد) همان است که ارسطو، و بلکه بیشتر مردم (جز قائلان به اصالت مصلحت) در نظر دارند: و آن اینکه صدق یعنی مطابقت با امور واقع (یا حقیقت). ولی مطابقت گزاره با واقعیّت (یا حقیقت) چه معنی تواند داشت؟ هنگامی که در می یابیم این مطابقت نمی تواند به‌معنی مشابهت ساختاری باشد، به‌نظر می رسد که دیگر راهی برای روشن ساختن معنای مطابقت نمی ماند. تارسکی برای گشودن این گره به ظاهر ناگشودنی (در چارچوب زبانهای صوری شده) با بهره‌جستن از فرا زبان معنایی، مطابقت را به «صدق‌پذیر ساختن» یا «ارضاء» تحویل کرد.

در نتیجهٔ آنچه از تارسکی آموختم، دیگر در استعمال الفاظ «صدق» و «کذب» تردیدی به خود راه نمی دهم. من نیز مانند هرکس دیگر (مگر کسی که به اصالت مصلحت معتقد باشد)، آراء خویش را طبعاً با تئوری صدق مطلق تارسکی سازگار می یابم. بنابراین اگرچه تئوری تارسکی آراء مرا دربارهٔ منطق صوری و فلسفهٔ آن دگرگون ساخت، در نظریّاتم راجع علم و فلسفهٔ علم تغییری نداد، بلکه باعث وضوح بیشتر آنها شد.

پاره‌ای از اعتراضاتی که اینك به تئوری تارسکی می کنند، به‌نظر من یکسره نامربوط است. می گویند تعریف وی تصنّعی و پیچیده است؛ ولی از آنجا که وی صدق را نسبت به زبانهای صوری شده تعریف کرده، ناگزیر بوده است که تعریف را بر پایهٔ تعریف زنجیره‌های درست ساخت آن زبانها مبتنی سازد؛ و «تصنّعی بودن» یا «پیچیدگی» آن نیز درست به اندازهٔ «تصنّعی» یا «پیچیده» بودن تعریف این زنجیره‌هاست. و نیز می گویند که تنها قضایا یا گزاره‌ها صدق و کذب بر می دارند، نه جمله‌ها. شاید بتوان گفت که «جمله» ترجمهٔ خوبی از اصطلاح اصلی تارسکی نبوده است. (من شخصاً کاربرد «گزاره» را از «جمله» بهتر می پسندم؛ مثلاً نگاه کنید به نوشته‌ام در مجلّد ۶۴ نشریّهٔ *Mind*، با عنوان *Note on Tarski's Definition of Truth*، چاپ ۱۹۵۵، صفحهٔ ۳۸۸، پانوشت ۱.) تارسکی خود به روشنی تصریح کرده است که فرمول فاقد تفسیر (یا زنجیره‌ای از نمادها) صدق و کذب بر نمی دارد، و این الفاظ فقط بر فرمولهای تفسیر شده ـ یا (چنانکه در ترجمه آمده است) به «جمله‌های معنی دار» ـ اطلاق می شوند. اصلاح اصطلاحات همیشه مغتنم است، ولی ایراد گرفتن از اصطلاحات تئوری، محض تاریك‌اندیشی است.

نیست، و بدان معنی هم نیست که کاربرد این مفاهیم منجّر به دشواری خاصّی می‌شود. همین که می‌بینیم به کار نبردن آنها میسّر است، دلیل آن است که کاربردشان مشکل بنیادینی پیش نخواهد آورد. کاربرد مفاهیم «صدق» و «کذب» همانا شبیه کاربرد مفاهیمی چون «همانگویی»، «تناقض»، «ترکیب عطفی»، «استلزام» و سایر این نوع مفاهیم است. اینها همه مفاهیمی غیرتجربی و منطقی‌اند.[1] اینها بیانگر اوصافی از گزاره‌ها هستند که ربطی به وقوع تغییرات در جهان تجربه‌ها ندارند. گرچه ویژگیهای اعیان طبیعی (یا به اصطلاح لوین اشیاء «genidentical») در نظر ما با گذشت زمان تغییر می‌کنند، می‌پذیریم که این محمولات منطقی را به‌نحوی به‌کار بریم که ویژگیهای منطقی گزاره‌ها بی‌زمان گردند: گزارهٔ همانگویانه همواره همانگویانه است. ما مفاهیم «صادق» و «کاذب» را نیز موافق آنچه در عرف جاری است بی‌زمان خواهیم شمرد. در عرف نمی‌گویند گزاره‌ای که دیروز کاملاً «صادق» بوده، امروز «کاذب» گشته است. اگر گزاره‌ای را که دیروز صادق می‌انگاشتیم امروز کاذب بخوانیم، تلویحاً می‌پذیریم که دیروز برخطا بوده‌ایم؛ یعنی می‌پذیریم که آن گزاره روز گذشته هم (و بلکه در همهٔ زمانها) کاذب بوده و ما به غلط آن را «صادق می‌انگاشته‌ایم».

تفاوت میان دو مفهوم «صدق» و «تقویت» را در اینجا آشکارا می‌توان دید. ارزیابی تقویت هر گزاره نیز از جنس ارزیابیهای منطقی و لذا بی‌زمان است؛ زیرا این ارزیابی از برقراری نسبت منطقی خاصّی میان دستگاه تئوریك و دستگاهی متشکّل از گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده خبر می‌دهد. لیکن هیچ گزاره‌ای را به خودی خود، یا فی نفسه نمی‌توان گفت که تقویت شده است (حال آنکه از «صدق» گزاره فی نفسه می‌توان سخن گفت). تنها می‌توان گفت که فلان گزاره نسبت به فلان مجموعه از گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده (تا زمانی خاصّ) تقویت شده است، «درجهٔ تقویت تئوری تا دیروز» منطقاً با «درجهٔ تقویت تئوری تا امروز» یکسان نیست. بنابراین لازم است تا بر هر ارزیابی تقویت ذیلی نیز بیفزاییم تا مشخصّ کنندهٔ

---

۱. (در ۱۹۳۴ به نمونه‌های چاپی اضافه شد.) چه‌بسا کارناپ از اینها به «مفاهیم نحوی» تعبیر کند (← *Logical Syntax of Language*).

مجموعهٔ گزاره‌های پایهٔ پذیرفته شده‌ای باشد که ارزیابی تقویت نسبت به آن صورت گرفته است (و مثلاً در آن گفته شود که آن مجموعه کی پذیرفته شده است).[۲*]

بنابراین درجهٔ تقویت، «ارزش منطقی» نیست؛ یعنی همعیار مفاهیم «صدق» و «کذب» (که فارغ از قیود زمانی اند) نیست؛ چه، برای گزارهٔ واحد چندین درجهٔ تقویت می توان قائل شد که در عین حال همه «صحیح» یا «صادق» نیز باشند. زیرا این مقادیر مختلف را می توان منطقاً از نسبت تئوری با مجموعه‌های گوناگون گزاره‌های پایه که در زمانهای مختلف مقبول بوده‌اند بدست آورد.

از مطالب یادشده، اختلاف نظر من و برخی از قائلان به اصالت مصلحت را نیز می توان آشکارا دریافت. در نظر این گروه، «صدق» باید در قالب کامیابی تئوریها ـ و لذا سودمندی، یا تأییدشدگی یا تقویت شدگی تئوریها ـ تعریف گردد. البتّه اگر مقصود صرفاً همین باشد که ارزیابی منطقی کامیاب بودن هر تئوری همان ارزیابی تقویت آن تئوری است، مخالفتی نخواهم داشت. ولی گمان نمی کنم بر یکی انگاشتن دو مفهوم صدق و تقویت «سودی» مترتب باشد.[۳*] در عرف نیز این دو را یکی نمی گیرند. گفتن اینکه فلان تئوری هیچ تقویت نشده یا تاکنون به تقویت نرسیده است، سخن معقولی است. ولی گفتن اینکه فلان تئوری تاکنون صادق نیست یا همچنان کاذب است، معمول نیست.

۸۵. مسیر علم

در سیر تکامل علم فیزیك، جهتی خاصّ می توان دید که همانا سیر از تئوریهای خاصّتر به تئوریهای عامتر است. این مسیر عادتاً سیر «استقرائی» خوانده می شود؛ و چه بسا سیر فیزیك در این جهت را دلیلی می انگارند بر لزوم درمیان آوردن روش استقراء.

۲*.← حاشیهٔ ۱* بخش ۸۱.

۳*. اگر «صدق» را (آنچنانکه برخی قائلان به مصلحت جویی گفته‌اند) مرادف «سودمندی»، یا «کامیاب افتادن» یا «تأیید شدن» یا «تقویت شدن» بگیریم، ناگزیر خواهیم بود تا مفهوم «مطلق» و «بی زمان» جدیدی بیاوریم تا جای «صدق» را بگیرد.

لیکن سیر در جهت استقرائی مستلزم فراهم آوردن سلسله‌ای از نتیجه‌گیریهای استقرائی نیست. بلکه ما ثابت کردیم که این روند را به شیوه‌ای کاملاً متفاوت، برحسب درجات آزمون پذیری و تقویت پذیری، می توان تبیین نمود. هر تئوری تقویت شده، جایش را تنها به تئوری دیگری می دهد که از آن عامتر و لذا آزمون‌پذیرتر باشد، و خود آن تئوری (یا دست کم تقریب نزدیکی از آن) نیز در بطن تئوری جدید نهفته باشد. از این رو بد نیست که سیر به سوی تئوریهای هرچه عامتر را روندی «شبه استقرائی» نام دهیم.

این روند شبه استقرائی چنین است که در آغاز تئوریهایی پیش نهاده می شوند که از درجهٔ کلیّت خاصّی برخوردارند؛ و این تئوریها به شیوهٔ قیاسی امتحان می گردند؛ سپس تئوریهای کلّیتری به میان آورده می شوند، که باز با استفاده از تئوریهای اخصّ، امتحان می شوند، و به همین نحو. روش امتحان کردن تئوریها همواره استنتاج قیاسی جزئی از کلّی است؛[1]* ولی در طول زمان تئوریهای جزئی تر رفته‌رفته جایشان را به تئوریهای کلّیتر می دهند.

حال شاید این پرسش مطرح شود که «اگر چنین است پس چرا در ابتدا کلیترین تئوریهای ممکن را ابداع نمی کنیم و معطّل این روند تکاملی شبه استقرائی می مانیم؟ آیا این دلیل تأثیر بنیادین استقراء در این روند نیست؟» به گمان من چنین نیست. اندیشه‌وران همیشه اندیشه‌هایی (یعنی حدسها یا تئوریهایی) را که از درجات مختلف کلیّت اند پیش می نهند؛ ولی از آن میان تئوریهایی که زیاده از حد کلّی باشند (یعنی تئوریهایی چندان کلّی که دسترسی به آنها برای علم تجربی زمانه میسّر نباشد)، به «دستگاههای متافیزیکی» مبدّل می گردند. در این صورت گرچه ممکن است گزاره‌هایی از این نظامها استنتاج شوند (یا مانند نظام اسپینوزا بعضاً استنتاج شوند) که به مجموعهٔ علم تجربی زمانه متعلّق باشند؛ ولی در میانشان هیچ گزارهٔ آزمون‌پذیر تازه‌ای نخواهد بود؛ و به‌عبارت دیگر هیچ آزمایش فیصله‌بخشی

۱*. «استنباط قیاسی از کلّ به جزء» همانا مرادف تبیین است (آنچنانکه در بخش ۱۲ باز گفته شد)؛ و از این رو، فرضیّه‌های کلّی تر تبیین گر فرضیّه‌های جزئی ترند.

نمی‌توان برای آزمودن اینگونه دستگاهها طرح کرد.[۲*] چنانچه برای آزمودن دستگاهی بتوان آزمایشی فیصله‌بخش طرح نمود، این نشان می دهد که آن دستگاه هم زمینه‌ساز نظریّه‌ای تقویت شده، و هم متضمّن نکتهٔ آزمون پذیر تازه‌ای می باشد: و لذا چنین دستگاهی دیگر «متافیزیکی» نخواهد بود، و می توان آن را متضمّن پیشرفت تازه‌ای در مسیر تکامل شبه استقرائی علم تجربی دانست. از همین جا معلوم می شود که چرا همواره فقط تئوریهایی با دانش روز پیوند می یابند که در جغرافیای مسائل جاری جا بگیرند، و سخنی دربارهٔ معضلات و تناقضات و ابطالهای موجود داشته باشند. این تئوریها ممکن است در مقام عرضهٔ راه‌حلّ این دشواریها، ما را در رسیدن به آزمایشی فیصله‌بخش نیز یاری دهند.

از این روند شبه استقرائی الگویی و نمایی هم می‌توان به دست داد، و فرضیّه‌ها و مفاهیم مختلف را چون ذرّاتی تصور نمود که در مایعی غوطه‌ورند. علم تجربی به منزلهٔ ته‌نشست این ذرّات معلّق در ظرف است که لایه‌لایه (برحسب کلیّت) بر کف رسوب می کنند. ضخامت رسوب نتیجهٔ افزایش شمار لایه‌هاست؛ و هر لایهٔ جدید، متناظر با نظریّه‌ای است عامّتر از تئوریهای زیرینش. اندك اندك رسوب حاصل از رشد علم چندان بالا می آید که برخی از ذرّات را که پیشتر در مناطق متافیزیکی غوطه می خوردند در کام می کشد.

اتمیسم، یعنی عقیده به وجود خارجی «جوهر فرد» یا جزء لایتجزّی (که همهٔ عناصر و مرکّبات متشکّل از آن اند)؛ عقیده به گردش زمین (که بیکن آن را موهوم می انگاشت)؛ نظریّهٔ دیرپای ذرّه بودن نور؛ عقیده به سیّال بودن الکتریسیته (که در فرضیّهٔ گاز الکترونی دربارهٔ رسانایی فلزّات احیاء شده است)، نمونه‌هایی از این دست‌اند. این اندیشه‌ها و مفاهیم متافیزیکی، حتّی به صورت نخستینشان، ممکن است زمانی به تصویر انسان از جهان سامان بخشیده باشندو حتّی پیش بینیهای موفّقی نیز از آنها برآمده باشد. قائل شدن به شأن علمی برای اینگونه اندیشه‌ها در

۲*.گفتنی است که آزمایش فیصله‌بخش در اصطلاح من آزمایشی است که به قصد ابطال تئوری طرح شده باشد، و به‌ویژه چنان باشد که بتوان برپایه‌اش میان دو تئوری رقیب داوری کرد و (دست کم) یکی را باطل ساخت، بی آنکه بتوان دیگری را اثبات نمود. (حاشیهٔ ۱ بخش ۲۲، و پیوست ix* نیز ملاحظه شود.)

گرو آن است که به‌نحو ابطال‌پذیر بیان شوند؛ یعنی به تعبیری آیند که به‌طور تجربی بتوان در باب قبول یا ردّ آنها داوری کرد.

قواعد و مواضعاتی که در ابتدای کتاب اختیار کردیم (به‌خصوص ضابطهٔ تمییز)، پیامدهای گوناگونشان اینك در نتیجهٔ جستارهای من آشکار شده است. بجاست که اکنون نگاهی به پشت سر بیفکنیم تا تصویری را که از علم تجربی و اکتشاف علمی ترسیم گشته است یك نظر ببینیم. (مراد من، تصویر علم به صورت پدیداری زیستی، یا ابزاری برای سازش با محیط، یا حلقه‌ای در چرخهٔ تولید، نیست، بلکه من جوانب معرفت‌شناختی علم را در نظر دارم.)

علم تجربی نه دستگاهی از گزاره‌های یقینی و ثابت شده است، و نه روزبه‌روز بر قطعیّتش افزوده می‌گردد. دانش تجربی ما معرفت قطعی و یقینی (epistēmē) نیست؛ نه با آن به سر منزل حقیقت می‌توان رسید، و نه حتّی به جانشین آن یعنی احتمال می‌توان دست یافت.

لیکن بی‌تردید فایدهٔ علم تجربی بیش از آن است که ما را در عرصهٔ تنازع زیستی ماندنی‌تر سازد؛ یعنی علم را نمی‌توان صرفاً ابزاری سودمند انگاشت. هرچند حقیقت یا احتمال هیچیك هرگز به چنگ علم نخواهد افتاد، ولی نیرومندترین انگیزه‌ها در کار اکتشاف علمی، هنوز همان تلاش برای یافتن معرفت و راه‌بردن به سر منزل حقیقت است. ما را به قطع و یقین راهی نیست، بلکه نصیب ما فقط گمان بردن است. راهنمای ما در گمان بردنها، ایمانی غیرعلمی و متافیزیکی است که به امکانِ یافتن و کشفِ قوانین و نظمهای گوناگون داریم (البتّه این ایمان از نظر زیست‌شناسی قابل تبیین است). ما نیز مانند بیکن، دانش تجربی، یعنی شیوهٔ متعارف طبیعت‌شناسی بشر را در عصر خویش، مشتمل بر «گمانه‌های گستاخانه و ناپخته» و «پیشداوریها»[1] می‌دانیم.

لیکن این حدسها یا «گمانه‌ها»[3]* درعین اینکه بسیار تخیّل آمیز و گستاخانه‌اند،

---

۱. بیکن، *Novum Organum*، جلد ۱، صفحهٔ ۲۶.

۳*. «گمانه»های بیکن (*anticipatio*؛ ارغنون نو، قسمت اوّل، فقرهٔ ۲۶) تقریباً مرادف «فرضیّه» (در معنایی که من به‌کار می‌برم) است. بیکن برآن بود که ذهن را باید به دقّت از همهٔ گمانه‌ها، پیشداوریها، و بتها پاك کرد تا آمادهٔ

لگامشان به دست آزمونهای سنجیده و دقیق سپرده است. ما از هیچ گمانهٔ عرضه شده جازمانه دفاع نمی‌کنیم. شیوهٔ ما در تحقیق، دفاع از گمانه‌ها و اصرار به حقّانیّت خودمان نیست، بلکه به عکس، ما سعی خویش را متوجّه براندازی گمانه‌ها می‌کنیم. و از هرگونه حربهٔ منطقی و ریاضی و سلاح فنّی ممکن بهره می‌جوییم، تا بطلان گمانه‌های خود را به اثبات برسانیم، و گمانه‌های جدید دیگری را جانشینشان سازیم که تصویب ناشده و تصویب ناشدنی، و به گفتهٔ طعن‌آمیز بیکن، «پیشداوریهای گستاخانه و ناپخته» اند.

نحوهٔ گسترش علم تجربی را از این خشکتر هم می‌توان تصویر کرد. بسیاری برآنند که «پیشرفت، تنها دو راه دارد: یکی گردآوری ادراکات تازه، و دیگری سامان نوبخشیدن به ادراکات پیشین». [۲] این تصویر از نحوهٔ پیشرفت دانش تجربی هرچند غلط نیست، ولی نسبت به اصل مطلب سخت بی اعتناست. این تصویر، سخت یادآور استقراء بیکنی است، و شیوهٔ پرزحمت او را در گردآوری «دانه‌های بی شمار انگور نوبرانه و رسیده»[۳] که بادهٔ مطلوب علم از آنها سرازیر می‌گردد، تداعی می‌کند: و افسانه‌ای را به خاطر می‌آورد که وی در باب روش علمی ساخت و گفت

شهود ماهیّت یا طبیعت اشیاء گردد. زیرا که خطاها همه ریشه در ناصافی ذهن دارند: طبیعت خود دروغ نمی‌گوید. نقش اصلی استقراء پیرایشی (همچنانکه ارسطو نیز می‌گوید) کمك در صیقل زدن ذهن است. (جامعهٔ باز، فصل ۲۴؛ حاشیه ۵۹ فصل ۱۰؛ حاشیهٔ ۳۳ فصل ۱۱ را که در آن نظریّهٔ ارسطو دربارهٔ استقراء به اجمال آمده است، نیز ملاحظه شود.) ستردن پیشداوریها از ذهن، بر دانشمندی که می‌خواهد ذهنش را برای تفسیر (درست خواندن) کتاب طبیعت تربیت کند، فریضه است؛ همچنانکه عارف روحش را برای رؤیت جلوهٔ خداوند تصفیه و تربیت می‌کند. (← مقدّمهٔ حدسها و ابطالها ۱۹۶۳ و ۱۹۶۵.)

۲. فیلیپ فرانك، *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*، چاپ ۱۹۳۲. * این نظریّه که ترقّی علم ناشی از انباشته‌شدن ادراکات است هنوز هم معتقدان زیاد دارد (← مقدّمهٔ دوّم ۱۹۵۸). انکار این نظر نزد من پیوند نزدیکی دارد با انکار این نظریّه که می‌گوید چون تجارب برهم انباشته می‌شوند، لاجرم علم یا معرفت هم ترقّی می‌کند. بلکه نظر من خلاف این است و برآنم که پیشرفت علم به بیان آزاد اندیشه‌ها، و لذا به آزادی وابسته است، و لاجرم اگر آزادی از بین برود، چراغ علم نیز به خاموشی خواهد گرایید. (هرچند که مدّت کوتاهی، در بعض زمینه‌ها، به‌خصوص در تکنولوژی، خواهد پایید). این نظر خود را در فقر تاریخیگری (بخش ۳۲) به بسط بیشتر آورده‌ام. همچنین در مقدّمهٔ همان کتاب استدلال کرده‌ام که رشد معرفت را نمی‌توان با روشهای علمی پیش‌بینی کرد، و در نتیجه آیندهٔ تاریخ نیز پیش‌بینی ناپذیر است.

۳. بیکن، *Novum Organum*، جلد ۱، صفحهٔ ۱۲۳.

که علم از مشاهده و آزمایش آغاز می کند و سپس به تئوریها می رسد. (از قضا این روش اساطیری هنوز الهام بخش پاره‌ای از دانشهای نوپاست که آن را روش فیزیك تجربی می پندارند.)

پیشرفت دانش تجربی در این نیست که با گذشت زمان ادراکات بیشتری را برهم می افزاید. در این هم نیست که بشر رفته‌رفته حواس خود را بهتر از پیش به‌کار می گیرد. علم عصارهٔ دریافتهای حسّی تفسیرناشده نیست؛ و هرقدر هم در گردآوری و مرتّب ساختن اینگونه دریافتها زحمت کشیده شود، علم حاصل نخواهد شد. تنها وسیله‌ای که برای تفسیر طبیعت و تنها «ارغنون» و تنها ابزاری که برای فهم طبیعت در اختیار ماست، همانا اندیشه‌های جسورانه، گمانه‌های تصویب ناشده، و تفکّر خیال پرورانه است. برای نیل به مقصود چاره‌ای جز خطرکردن نیست. در میان ما هرکس حاضر نباشد اندیشه‌هایش را به آوردگاه ابطال روانه کند، در بازی علم تجربی مشارکت داده نخواهد شد.

آزمونهای سنجیده و دقیق اندیشه‌ها، خود از اندیشه الهام می گیرند: تجربه، فعل آگاهانه‌ای است که در هر گام تابع عقل و نظر است. ما با تجربه‌ها مصادف نمی شویم و نمی گذاریم که سیل تجربه‌ها از سر ما بگذرد. بلکه باید فعّال باشیم و تجربه‌ها را «ایجاد کنیم». ماییم که از طبیعت سؤال می کنیم؛ و ماییم که مدام می کوشیم تا با طرح این پرسشها، پاسخ «بلی» یا «نه» قاطعی را از دهان طبیعت بیرون بکشیم (طبیعت خود به ما جوابی نمی دهد، مگرآنکه براو فشار آوریم). سرانجام پاسخ را نیز خودمان می دهیم؛ ماییم که پس از سماجت ورزیدن بسیار، و تلاشهای صادقانه و درازمدّت برای بیرون کشیدن یك «نهٔ» صریح از دهان طبیعت، باز هم خودمان باید دربارهٔ آنچه می شنویم داوری می کنیم. وایل می گوید:[۴] «تحسین آشکار و بی پایان من نثار تجربه‌گران باد که واقعیّات تفسیرشدنی را زیرکانه از دست ممسك طبیعت می ربایند؛ همان طبیعتی که خوب می داند چگونه به

---

۴. وایل، *Gruppentheorie und Quatenmechanik*، چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ ۲. ترجمهٔ انگلیسی به قلم رابرتسن، *The Theory of Groups and Quantum Mechanics* چاپ ۱۹۳۱، صفحهٔ xx.

تئوریها یا قاطعیّت نه بگوید، و چگونه آری را آهسته نجوا کند.» (من نیز با وی در این باره کاملاً موافقم.)

اینك آشکار گشته است که آرمان کهن علم، یعنی نیل به معرفت یقینی وقابل اثبات (*epistēmē*)، بتی بیش نبوده است. عینیّت علم ایجاب می‌کند که همهٔ گزاره‌های علمی همواره موقّت بمانند. گزارهٔ علمی ممکن است تقویت شود، ولی این تقویت همیشه نسبت به گزاره‌های دیگری است که آنها هم موقّت‌اند. «یقین جازم» تنها در تجربهٔ درونی و ایمان قلبی دستیافتنی است.[۵]

سرنگونی بت یقین (که درجات ناقص قطعیّت یا احتمال را نیز در بردارد) همان، و فرو ریختن یکی دیگر از سدهای تاریك اندیشی در برابر پیشرفت علم تجربی همان. زیرا پرستش این بت، علاوه برآنکه پرسشها را از جسارت تهی می‌سازد، اتقان و یکپارچگی را نیز از آزمونها سلب می‌کند. هوس شدید برای تملك حقّ، تلقّی ناحقّ آدمی ازعلم را رسوا می‌سازد؛ هویّت دانشمند به این نیست که مالك حقایق خدشه‌ناپذیر باشد، بلکه در آن است که همواره در طلب ناقدانهٔ حقیقت دوان و کوشا باشد.

پس آیا چاره‌ای جز نومیدی نیست؟ آیا ناگزیریم بپذیریم که علم تنها از ادای وظیفه زیستی اش بر می آید؛ و تنها جایی ابراز لیاقت تواند کرد که کاربردهای عملی تقویتش کنند؟ آیا مسائل عقلی و نظری علم حلّ ناشدنی اند؟ من اینطور گمان نمی‌کنم. علم تجربی هرگز به دنبال هدف موهوم دادن پاسخهای قطعی یا محتمل نیست. بلکه روبه‌سوی هدفی بی نهایت دور، و در عین حال دست یافتنی دارد: و این هدف همانا کشف مسائل تازهٔ ژرفتر و کلّیتر، و عرضهٔ پاسخهای موقّت به آزمونهای هرچه تازه‌تر و متقن‌تر است.

متن اصلی کتاب در اینجا به پایان می‌رسد. پیوستهای i تا vii که در صفحات ۳۴۲ تا ۳۷۰ چاپ شده نیز در طبع نخستین بوده‌اند.

---

۵. مثلاً ← حاشیهٔ ۳ بخش ۳۰. پیداست که نکتهٔ اخیر روان شناسانه است نه معرفت شناسانه؛ ← بخشهای ۷ و ۸.

تکمله، ۱۹۷۲

در فصل اخیر (که فصل آخر بود) بیان کردم که مقصودم از درجهٔ تقویت هر تئوری، گزارش موجز نحوهٔ مواجههٔ آن تئوری با آزمونها و میزان شدّت آزمونهاست.

من هرگز از این نظر برنگشته‌ام؛ برای نمونه اوایل پیوستهای جدید *vii**، صفحهٔ ۴۱۰ ؛ *ix**، صفحهٔ ۴۳۰ ؛ به‌خصوص آخرین بخش (بخش ۱۴*) پیوست *ix**، صفحات ۵۲۰ و بعد را ببینید. نکات زیر را هم در اینجا می افزایم:

(۱) جنبه‌های منطقی و روش شناختی مسألهٔ استقرا، حلّ ناشدنی نیست، ولی راه‌حلّی که در این کتاب آوردم، راه‌حلّی سلبی است: گفته شد که اوّلاً هیچ تئوری را نمی توان عقلاً صحیح دانست یعنی اعتقاد به صدق یا محتمل بودن تئوریها هیچ پشتوانهٔ عقلی ندارد. راه‌حلّ سلبی یاد شده با این راه حلّ ایجابی که بر قاعدهٔ ترجیح تئوریهای تقویت شده‌تر مبتنی است سازگار است. در این راه‌حلّ دوّم، گفته می شود که با استفاده از مفهوم تقویت، یعنی با نقّادی تئوریهای رقیب و مقایسهٔ آنها از حیث دوری یا نزدیکی به حقیقت (درجهٔ حقیقت نمایی)، گاه می توان برای ترجیح تئوریها بر یکدیگر پشتوانهٔ عقلی فراهم آورد. این گونهٔ نقّادیها را علی الاصول می توان در درجهٔ تقویت هر تئوری گنجاند، ولی باید دانست که درجهٔ تقویت شاخص حقیقت نمایی نیست (چنین شاخصی باید از زمان مستقل باشد)؛ بلکه صرفاً گزارشی است دربارهٔ حقیقت‌نمایی تئوریهای گوناگون، براساس قرائن موجود، و تا نقطهٔ خاصّی از زمان.

(۲) پیش کشیدن مفهوم حقیقت‌نمایی همان، و به میان آمدن این مسألهٔ متافیزیکی همان که آیا به حقیقت نظمی در طبیعت موجود است یا نه. جواب من این است که آری نظم وجود دارد. یکی از ادّله‌ای که می توان بر درستی این جواب اقامه نمود (هرچند که دلیلی غیرعلمی و به اصطلاح «استعلایی» است؛ صفحهٔ ۴۱۰را ببینید)، این است که اگر نظمی در طبیعت پیدا نمی شد، نه مشاهده امکان داشت نه زبان: آن هم نه زبان توصیف، نه زبان استدلال.

(۳) پاسخ یاد شده مبتنی بر قبول نوعی رئالیسم عرفی است.

(۴) جنبهٔ مصلحت جویانهٔ مسألهٔ استقراء نیز خودبه‌خود حلّ می‌شود: ترجیح نظریّه‌ای که در پرتو بحث عقلی به حقیقت نزدیکتر دیده می‌شود، هرچند خالی از خطر اشتباه نیست، ولی عاقلانه است.

(۵) جنبه روان شناختی مسأله (که چرا معتقدیم نظریّه‌ای که بدان اعتماد کرده‌ایم، همچنان درخور اعتماد خواهد ماند)، به نظر من فاقد اهمیّت است: اعتقاد یا اعتماد، هرچند گاه عملاً مهمّ است، امّا عقلاً همیشه بی‌پایه است.

(۶) همهٔ جنبه‌های ممکن مسألهٔ استقراء را نمی‌توان بدین نحو حلّ نمود (کتاب آینده‌ام با عنوان رویکرد تکاملی به معرفت عینی را نیز ببینید.)