فصل ۱

ارزش قوانین: توضیح و پیش‌بینی

مشاهدات ما در زندگی روزمره و مشاهدات مدون‌تر علوم، پدیده‌های تکراری و نظم و ترتیبی را در جهان آشکار می‌کنند؛ شب همواره در پی روز می‌آید؛ چهار فصل به یك ترتیب خود را تکرار می‌کنند؛ آتش همیشه داغ احساس می‌شود؛ اشیاء پرتاب شده سقوط می‌کنند و غیره. قوانین علم چیزی نیستند جز گزاره‌هایی که این نظم و ترتیب را با دقت زیاد بیان می‌کنند.

چنانچه یك پدیدهٔ با نظم، در همه جا و در همهٔ زمانها، بدون استثنا مشاهده شود، این نظم به شکل یك «قانون جهانشمول» بیان می‌شود. مثالی از زندگانی روزمره بیاوریم: «همهٔ یخها سردند.» این گزاره تصریح می‌کند که هر تکه یخی ـ در هر جای کائنات، در هر زمان، گذشته، حال و آینده ـ سرد است (سرد بوده است یا خواهد بود). همهٔ قوانین علم جهانشمول نیستند. بعضی از قوانین به جای اینکه مدّعی وقوع همهٔ موارد یك پدیدهٔ منظم باشند، تنها حاکی از وقوع درصدی از این مواردند. اگر این درصد مشخص شده باشد، یا

اینکه گزاره‌ای کمّی، به شیوه‌ای دیگر، دربارهٔ رابطهٔ یك واقعه با واقعهٔ دیگر اظهار شود، این گزاره را «قانون آماری» می‌خوانند. مثلاً «سیبهای رسیده معمولاً سرخند» یا «تقریباً نیمی از اطفال متولد در یکسال، ذکور هستند.» علم به هر دو نوع این قوانین ـ جهانشمول و آماری ـ احتیاج دارد. قوانین جهانشمول از دیدگاه منطق ساده‌ترند و به همین علّت اول آنها را بررسی می‌کنیم. در بخش اول این بررسی، منظورمان از «قوانین»، معمولاً قوانین جهانشمول است.

قوانین جهانشمول به شکل منطقی «گزارهٔ شرطی عام» ابراز می‌شوند. (در این کتاب گاهی از منطق نمادیِ مقدماتی استفاده می‌کنیم). برای مثال ساده‌ترین نوع قانون علمی را بررسی می‌کنیم که می‌گوید:

x هر چه باشد، اگر P باشد، Q نیز هست. این را می‌توان با نمادها به این شکل نوشت:

$$(x)(Px \supset Qx). \quad (۱)$$

«(x)» که در سمت چپ قرار دارد «سور عمومی» خوانده می‌شود. علامت (x) گویای این است که گزارهٔ (۱) به همهٔ موارد x اطلاق می‌شود. و نه صرفاً به درصدی از موارد. «Px» می‌گوید که x، P است. به همین ترتیب «Qx» می‌گوید x، Q است. «$\supset$» را نماد رابطه یا فعل می‌نامیم. این نماد جملهٔ سمت چپ را به جملهٔ سمت راستش متصل می‌کند. [و در زبان فارسی تقریباً مترادف است با «اگر... آنگاه...».]

اگر «x» نمایندهٔ همه اجسام مادی باشد، آنگاه این قانون می‌گوید که به ازای هر جسم مادّی x، اگر x دارای خاصیت P باشد، آنگاه دارای خاصیت Q نیز هست. مثلاً در فیزیك می‌توان گفت: «اگر جسم x را حرارت بدهیم، منبسط می‌شود». این همان قانون انبساط

حرارتی، به ساده‌ترین شکل غیرکمّی آن است. البتّه در فیزیك، سعی ما بیشتر در کشف قوانین کمّی و تحدید آنها به شکلی است که شامل هیچ استثنایی نباشند؛ ولی گذشته از این ریزه‌کاریها، گزارهٔ شرطی عام، اساسی‌ترین شکل منطقی کلیهٔ قوانین جهانشمول است. گاهی اوقات نه تنها می‌توان گفت: «اگر Px صادق باشد، Qx نیز صادق است.» بلکه معکوس آن را نیز می‌توان ادا کرد: «اگر Qx صادق باشد، آنگاه Px نیز صدق می‌کند.» منطق‌دانان این را ترکیب دو شرطی می‌نامند؛ گزاره‌ای که از هر دو سو شرطی است. البته این ناقض این امر نیست که قوانین جهانشمول به شکل گزاره‌های شرطی عام بیان می‌شوند، چون ترکیب دو شرطی را می‌توان ترکیبی از دو گزارهٔ شرطی دانست.

همهٔ گزاره‌هایی که دانشمندان اظهار می‌دارند، دارای این‌شکل خاص منطقی نیستند. دانشمندی می‌گوید: «دیروز در برزیل، پروفسور اسمیت، نوع جدیدی پروانه کشف کرد.» این گزاره مبیّن یك قانون نیست، بلکه از زمان و مکان مشخصی سخن می‌گوید. این گزاره می‌گوید که در آن زمان و مکان خاص، اتفاقی افتاده است. از آنجا که این نوع گزاره از وقایع جزئی سخن می‌گویند آن را گزارهٔ جزئی می‌نامند. البته منشأ همهٔ دانش ما گزاره‌های جزئی یا مشاهدات خاص افراد است. یکی از مسائل بزرگ و بغرنج فلسفهٔ علوم این است که ما چگونه قادریم از گزاره‌های جزئی به ابراز صریح قوانین جهانشمول برسیم.

وقتی دانشمندان گزاره‌های خود را به زبان عادی کلمات و نه زبان دقیق‌تر منطق نمادی ادا می‌کنند، باید مراقب بود که گزاره‌های جزئی با گزاره‌های جهانشمول اشتباه نشوند. اگر جانورشناسی در یك کتاب درسی بنویسد: «فیل شناگر قابلی است»، منظورش آن فیلی

نیست که یك سال پیش در باغ وحش مشاهده کرده است، بلکه «فیل» را به مفهوم ارسطوئیش، یعنی به عنوان نمایندهٔ نوع فیل (همهٔ فیلها) به کار می‌برد. همهٔ زبانهای اروپایی این شیوه سخن را که از جزئی به منزلهٔ نمایندهٔ یك نوع یا مجموعه استفاده می‌کنند، از زبان یونانی (و شاید از زبانهای دیگر) به ارث برده‌اند. یونانیها می‌گفتند: «انسان حیوانی است ناطق» و البته منظورشان هم همهٔ انسانها بودند نه یك انسان به خصوص. به همین منوال وقتی می‌گوییم: «فیل» منظورمان همهٔ فیلها است و وقتی می‌گوییم: «علایم مشخصهٔ سل عبارتند از...» منظورمان مورد خاصی از بیماری سل نیست، بلکه همهٔ موارد آن مدّ نظر است.

جای تأسف است که زبان ما دارای چنین ابهامی است که منشأ بسیاری از سوءتفاهمات است. دانشمندان غالباً به گزاره‌های جهانشمول ـ بهتر بگوییم به محمول این گزاره‌ها ـ «فاکت» (امر مسلّم) نیز می‌گویند. آنها فراموش می‌کنند واژهٔ «فاکت» در اصل به رویدادهای خاص و جزئی معطوف است (و ما نیز آن‌را منحصراً به‌این مفهوم به کار می‌بریم). اگر از دانشمندی دربارهٔ قانون انبساط حرارتی سؤال شود، ممکن است پاسخ دهد: «آهان! انبساط حرارتی. این یکی از فاکتهای اساسی و معروف فیزیك است». به همین منوال ممکن است از این «فاکت»، که بر اثر عبور جریان برق حرارت تولید می‌شود، یا این «فاکت» که برق مغناطیس تولید می‌کند و غیره، سخن راند. همهٔ اینها گاهی «فاکت»های معروف فیزیك نیز خوانده می‌شوند. برای اجتناب از سوءتفاهم ترجیح می‌دهیم که به این گزاره‌ها «فاکت» نگوییم. «فاکت» یعنی رویداد مشخص. «امروز صبح در آزمایشگاه، جریان برقی از یك سیم‌پیچ که در میانش یك جسم آهنی قرار داشت، عبور دادم و دریافتم که جسم آهنی مغناطیسی شد.» به این می‌گویند

یك «فاکت»، مگر آنکه به نحوی گول خورده باشم. ولی اگر هشیار بودم و اتاق خیلی مه‌آلود نبودو کسی به عنوان شوخی در خفا ابزار کار مرا دستکاری نکرد، آنگاه به جرئت می‌توان سلسله رویدادهای صبح امروز را به عنوان مشاهدهٔ یك «فاکت» تلقی کنیم.

وقتی واژهٔ «فاکت» را به کار می‌بریم، مفهوم جزئی آن را در نظر داریم تا با گزاره‌های جهانشمول به روشنی تمیز داده شود. این گزاره‌های عام را «قانون» می‌خوانیم، حتی اگر مانند قانون انبساط حرارتی، ابتدایی باشند. یا از آن هم ابتدایی‌تر، مانند گزارهٔ «همه کلاغها سیاهند». ممکن است ندانیم این گزاره درست است یا نه. اما به فرض درست بودنش، می‌توانیم آن را یکی از قوانین جانورشناسی محسوب کنیم. جانورشناسان ممکن است «کلاغها سیاهند» یا «اختاپوس هشت پا دارد» را «فاکت» بنامند، ولی در مجموعهٔ اصطلاحات دقیق‌تر خودمان، این قبیل گزاره‌ها را «قانون» می‌خوانیم.

در فصول بعد بین دو قانون تجربی و نظری فرق قائل خواهیم شد. قوانین ساده‌ای را که تاکنون بررسی کرده‌ایم گاهی «تعمیمات تجربی» یا «قوانین تجربی» می‌نامیم. این قوانین را به این علّت ساده می‌دانیم که از خواصی، چون رنگ سیاه و یا خواص مغناطیسی یك تکه آهن که مستقیماً قابل مشاهده‌اند، صحبت می‌کنند. مثلاً قانون انبساط حرارتی تعمیمی است متکی بر بسیاری از مشاهدات مستقیم از انبساط اجسام حرارت دیده، در مقام مقایسه، مفاهیم نظری و غیرقابل رؤیت مانند ذرات اولیه و میدانهای الکترو مغناطیسی را باید از طریق قوانین نظری بررسی کرد. در این باب بعداً بحث خواهد شد. تنها به این علّت در اینجا به آن اشاره کرده‌ام که فکر نکنید مثالهای من شامل آن نوع قوانینی که شاید در فیزیك نظری آموخته‌اید نمی‌شوند.

خلاصه کنیم. علم با مشاهدات مستقیم «فاکت»های جزئی شروع می‌شود. چیز دیگری که قابل مشاهده شدن باشد وجود ندارد. آنچه مسلم است اینکه یك نظم و ترتیب، خود مستقیماً قابل مشاهده نیست. تنها پس از مقایسهٔ مشاهدات بسیار است که نظمها کشف می‌شوند. این نظمها را با گزاره‌هایی به نام «قوانین» بیان می‌کنیم.

این قوانین به چه درد می‌خورند؟ در علم و در زندگی روزمره چه نقشی دارند؟ پاسخ به این سؤالات دوگانه است: از یك طرف این قوانین «فاکت»های موجود را **توضیح** می‌دهند و از طرف دیگر برای **پیش‌بینی** «فاکت»هایی که هنوز ناشناخته‌اند به کار می‌روند.

ابتدا ببینیم قوانین علم چگونه برای توضیح پدیده‌ها به کار می‌روند. بدون آشنایی با حداقل یك قانون، نمی‌توان چیزی را توضیح داد، البته در اینجا توضیح به آن چیزی اطلاق می‌شود که شایستهٔ عنوان والای «توضیح» باشد. (در موارد ساده وجود یك قانون کافی است، اما در موارد پیچیده‌تر از مجموعهٔ چند قانون استفاده می‌شود.) تأکید این نکته بسیار مهم است، چون فلاسفه غالباً بر این عقیده بوده‌اند که بعضی از فاکتهای تاریخ، طبیعت یا زندگی انسانی را می‌توان به شیوه‌ای جز این توضیح داد. آنها معمولاً این کار را با قید نوعی عامل یا نیرو انجام می‌دهند که مسئول وقوع پدیده‌هایی است که باید توضیح داد.

در زندگی روزمره این شیوه، شکل آشنایی از توضیح است. کسی می‌پرسد: «چطور شد ساعت من که آن را قبل از ترك اتاق روی میز گذاشتم دیگر آنجا نیست؟» پاسخ داده می‌شود: «دیدم که جونز به اتاق آمد و آن را برد.» این توضیحی است برای ناپدید شدن ساعت. شاید این، یك توضیح کافی محسوب نشود. چرا جونز ساعت را برد؟ آیا آن را دزدید و یا به قرض گرفت؟ شاید هم به

اشتباه فکر می‌کرد که ساعت مال خودش است. سؤال اول، «چه به سر ساعت آمد؟» با بیان یك فاکت پاسخ داده شد: جونز آن را برداشت. به سؤال دوم «چرا جونز آن را برداشت؟» می‌توان با فاکت دیگری پاسخ داد: برای مدّت کوتاهی آن را قرض گرفت. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که به قوانین احتیاجی نداریم. در طلب توضیح یك فاکت، به ما فاکت دیگری داده می‌شود و در طلب توضیح فاکت دوم به ما فاکت سومی می‌دهند. همینطور برای توضیحات بعدی فاکتهای بیشتری عرضه می‌شود. پس چرا لازم است برای توضیح کافی یك فاکت، از یك قانون مدد گرفت؟

پاسخ این است که توضیحات متکی به فاکت، در واقع شکل پنهان شدهٔ توضیحات متکی به قانون هستند. وقتی آنها را دقیق‌تر بررسی کنیم می‌بینیم که توضیحات متکی به فاکت، گزاره‌های خلاصه شده و ناقصی هستند که به طور ضمنی قوانینی را مفروض می‌دارند، آنچنان آشنا که لازم به بیان صریحشان نیست. در مثال ساعت، پاسخ اول، یعنی «جونز آن را برداشت»، توضیح قانع‌کننده‌ای محسوب نمی‌شد، اگر این قانون کلی را فرض نمی‌کردیم که وقتی کسی ساعتی را از روی میز بردارد، ساعت دیگر روی میز نخواهد بود. پاسخ دوم، «جونز آن را به قرض گرفت»، از اینرو یك توضیح حساب می‌شود که این قانون عام را مفروض می‌داریم: اگر کسی بخواهد ساعتی را برای استفاده از جایی، به قرض بگیرد، ساعت را برمی‌دارد و با خود می‌برد.

مثال دیگر را بررسی کنیم. از تامی کوچولو می‌پرسیم، چرا گریه می‌کند و از او این فاکت را به عنوان پاسخ می‌شنویم: «جیمی زد روی دماغ من». چرا ما این را یك توضیح کافی می‌دانیم؟ چون می‌دانیم که یك ضربه بر بینی موجب درد می‌شود و وقتی که بچه‌ها احساس درد می‌کنند، می‌گریند. اینها قوانین عمومی روانشناسی

هستند. این قوانین آنچنان خوب شناخته شده‌اند که حتی به وسیله تامی کوچولو نیز، وقتی که علّت گریه‌اش را به ما می‌گوید، مفروضند. اگر ما با یك بچهٔ مریخی سر و کار داشتیم و اطلاعات ما از قوانین روانی مریخ اندك بود، آنگاه بیان یك فاکت، توضیح کافی برای رفتار کودك به شمار نمی‌رفت. تا فاکتها تلویحاً یا تصریحاً با حداقل یك قانون به یکدیگر متصل نشوند به‌خودی خود قدرت توضیح ندارند.

نمودار عامی را که در کلیهٔ توضیحات وجود دارد می‌توان با نمادها اینطور نشان داد:

1. $(x)(Px \supset Qx)$
2. Pa
3. Qa

گزارهٔ اول قانون جهانشمول است که در مورد شیء x صادق است. گزارهٔ دوم تصریح می‌کند که شیء به خصوصی به نام a، دارای خاصیت P است. این دو گزاره متفقاً ما را قادر می‌سازد که گزارهٔ سوم را منطقاً استنتاج کنیم: شیء a دارای خاصیت Q است.

در علوم نیز، مانند زندگی روزمره، قانون جهانشمول همیشه به طور صریح ابراز نمی‌شود. اگر از یك فیزیکدان بپرسید: «چرا این میلهٔ آهنی که چند لحظه پیش دقیقاً در این دستگاه جا می‌افتاد اکنون کمی بلند شده و به آن نمی‌خورد؟» ممکن است به شما پاسخ بدهد: «وقتی که شما از اتاق بیرون رفته بودید من میله را حرارت دادم.» او البته فرض می‌کند که شما از قانون انبساط حرارتی مطلّعید، والاّ برای مفهوم شدن، فیزیکدان ما باید اضافه کند: «و وقتی به جسمی حرارت بدهیم منبسط می‌شود.». این قانون عام برای توضیح وی ضروری است. ولی اگر شما از این قانون مطلّع باشید و او بداند که شما به آن واقفید ممکن است خود را ملزم به بیان آن نداند. به همین

دلیل، توضیحات، مخصوصاً درزندگی روزمره که قوانین عرف عام تلویحاً مفروضند با نموداری که من در بالا ذکر کردم کاملاً متفاوت به نظر می‌رسند.

گاهی در توضیح یك فاکت، تنها قوانین شناخته شدهٔ صادق، قوانین آماری هستند و نه جهانشمول. در این گونه موارد تنها باید به یك توضیح آماری قانع باشیم. برای مثال، ممکن است بدانیم نوعی قارچ کمی سمّی است و در نود درصد کسانی که آن را می‌خورند موجب بروز علایم یك بیماری می‌شود.اگر یك پزشك هنگام معاینهٔ یك بیمار علایم فوق را پیدا کند و بیمار به پزشك بگوید که دیروز از آن نوع خاص قارچ خورده است، آنگاه پزشك این را توضیحی برای بروز علایم می‌داند؛ حتی اگر قانون مربوطه یك قانون آماری باشد، واقعاً هم این یك توضیح به شمار می‌رود.

حتی موقعی که یك قانون آماری فقط یك توضیح فوق‌العاده ضعیف ارائه می‌دهد آن را می‌توان هنوز یك توضیح محسوب داشت. مثلاً یك قانون آماری طبّی ممکن است بگوید که در پنج درصد از کسانی که از غذای خاصی می‌خورند علامت بیماری خاصی بروز می‌کند. اگر پزشکی این را به عنوان توضیح به بیماری که این علامت را بروز داده است، بگوید، بیمار احتمالاً قانع نخواهد شد و ممکن است بپرسد:«چرا من جزو آن پنج درصد هستم؟» در بعضی موارد پزشك ممکن است قادر به توضیحات بیشتری باشد. او ممکن است بیمار را برای حساسیّت معاینه کند و دریابد که وی نسبت به یك غذای خاص حساسیّت دارد. پزشك آنگاه می‌تواند به بیمار بگوید: «من اگر این را می‌دانستم شما را از خوردن این غذا برحذر می‌داشتم؛ ما اکنون می‌دانیم وقتی نود و هفت درصد کسانی که به این غذا حسّاسند از آن می‌خورند،این علایم را که شما دارید بروز

می‌دهند.» بیمار می‌تواند با یك چنین توضیح قوی قانع شود. این توضیحات چه قوی باشند و چه ضعیف توضیحات راستین هستند. توضیحات آماری، در غیاب قوانین جهانشمول شناخته شده، اغلب تنها توضیح هستند.

در مثالی که ذکر کردیم، از آنجا که دانش طبّی کافی برای تصریح یك قانون جهانشمول وجود ندارد، قوانین آماری بهترین قوانین قابل ذکرند. بنا به همین کم دانشی در اقتصاد و شاخه‌های دیگر علوم اجتماعی قوانین آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. دانش محدود ما از قوانین روانشناسی، قوانین اساسی فیزیولوژی و چگونگی اتکای اینان به قوانین فیزیکی ایجاب می‌کند که قوانین علوم اجتماعی را برحسب قوانین آماری تدوین کنیم. اما در نظریه کوانتوم با یك رشته قوانین آماری برخورد می‌کنیم که زاییدهٔ کم دانشی ما نیستند، بلکه ساختار اساسی گیتی را بیان می‌کنند. اصل هایزنبرگ معروف به اصل عدم حتمّیت بهترین مثال است. بسیاری از فیزیکدانان معتقدند که همهٔ قوانین فیزیك در تحلیل نهایی به قوانین آماری متکی هستند. اگر چنین باشد، باید به توضیحاتی که بر پایهٔ قوانین آماری استوارند راضی باشیم.

حال قوانین ابتدایی منطق که در همهٔ توضیحات به کار می‌رود چگونه است؟ آیا این قوانین هرگز به عنوان قوانین جهانشمول که دانشمندان توضیحات خود را بر آن بنا کنند، به کار می‌رود؟ نه. این چنین نیست. اینها قوانینی هستند از سرشتی کاملاً متفاوت. این درست است که قوانین منطق و ریاضیات محض (نه هندسهٔ فیزیکی که چیز دیگری است) جهانشمولند، ولی این قوانین هیچ چیز دربارهٔ کائنات نمی‌گویند، بلکه صرفاً روابطی را که بین چند مفهوم وجود دارد بیان می‌کنند، نه به این علّت که جهان داری چنین یا چنان

ساختاری است بلکه به این علّت که این مفاهیم به شیوهٔ خاصی تعریف شده‌اند.

دو مثال ساده از قوانین منطقی می‌آوریم:

۱. اگر p و q آنگاه p.

۲. اگر p آنگاه p یا q.

این گزاره‌ها را نمی‌توان مورد اعتراض قرار داد، چون راستی آنها بر معانی واژه‌های به کار رفته متکی است. قانون اول صرفاً می‌گوید اگر ما گزاره‌های p و q را راست فرض کنیم، آنگاه بایستی گزارهٔ p را هم راست بدانیم. این قانون از نحوهٔ استفادهٔ از «و» و «اگر... آنگاه...» به دست می‌آید. قانون دوم می‌گوید اگر گزارهٔ p را راست فرض کنیم، لزوماً باید فرض کنیم p یا q راستند. بیان این قانون در زبان طبیعی مبهم است، چون در زبان انگلیسی واژهٔ «OR» (یا) تفاوتی بین یا به معنای فراگیر (هر یك یا هر دو) و یا در معنای محدود (هر یك، ولی نه هر دو) قائل نیست. برای دقیق کردن این قانون، آن را با نمادها این‌طور می‌نویسیم:

$$p \supset (p \vee q)$$

نماد «$\vee$» دارای مفهوم یا به معنی منع جمع است و می‌توان آن را صوری‌تر (فُرمال) با نوشتن جدول ارزش آن بیان داشت. این کار را می‌توان با ستون‌بندی کلیهٔ ترکیبات ممکنهٔ ارزش راستی (راست یا دروغ) دو گزاره‌ای که با نماد فوق مرتبط می‌شوند، و سپس مشخص کردن ترکیبات مجاز و غیرمجاز آن، انجام داد.

چهار ترکیب ممکن مقادیر چنین‌اند:

	p	q
۱.	راست	راست
۲.	راست	دروغ
۳.	دروغ	راست
۴.	دروغ	دروغ

نماد «v» را با این دستور تعریف می‌کنیم: «pvq» در سه حالت اول راست است و در حالت چهارم دروغ. نماد «$\supset$» [که تقریباً در زبان فارسی «اگر... آنگاه...» ترجمه می‌شود.] دقیقاً این طور تعریف می‌گردد: «$p \supset q$» در حالات اول و سوم و چهارم راست است و در حالت دوم دروغ. هرگاه تعریف هر یك از واژه‌های یك قانون منطق را فهمیدیم، به روشنی می‌بینیم که این قانون، به نحوی کاملاً مستقل از خصلت جهان، صادق است و این یك راستی جبری است؛ راستی‌ای که به قول فلاسفه در هر دنیای ممکن صادق است.

آنچه دربارهٔ قوانین منطق گفتیم در مورد ریاضیات محض نیز صدق می‌کند. وقتی که معانی «۱»، «۳»، «۴»، «+» و «=» را دقیقاً تعیین کردیم، راستی قانون «۴=۳+۱» مستقیماً از این معانی نتیجه می‌شود.

این در مورد شاخه‌های انتزاعی‌تر ریاضیات نیز صدق می‌کند. مثلاً لفظ «گروه» وقتی به یك نهاد اطلاق می‌شود که از چند اصل موضوعهٔ تعریف‌کننده پیروی کند. فضای سه بعدی اقلیدسی را می‌توان به طور جبری به عنوان مجموعهٔ مرتب سه تایی اعداد حقیقی که چند شرط اساسی را ایفا می‌کند تعریف کرد. اما این امر هیچ ربطی به خصلت جهان خارج ندارد. هیچ دنیای ممکنی را نمی‌توان پنداشت که در آن قوانین نظریه گروه و هندسهٔ مجرد سه بعدی اقلیدسی صدق نکند؛ زیرا که این قوانین تنها متکی به معانی واژه‌های

مربوطه می‌باشد و نه به ساختار جهان بالفعل که هم اینك در آنیم.

جهان بالفعل، جهانی است پیوسته در حال تغییر. حتی اساسی‌ترین قوانین فیزیك، علیرغم دانشی که به آن اطمینان کامل داریم، ممکن است از یك قرن تا قرن دیگر تغییر کند. مقدار یك عدد ثابت فیزیکی ممکن است به طور تناوبی دستخوش تغییراتی گردد که هنوز مشاهده نکرده‌ایم. اما این تغییرات هر قدرهم شدید باشند هرگز نمی‌توانند راستی یك قانون منطق یا حساب را از بین ببرند.

اینکه بالاخره به حتمیّت رسیده‌ایم ممکن است به‌نظر مهیّج باشد و شاید مایهٔ آسودگی خاطر شود. این درست است که ما به حتمیّت نایل شده‌ایم، اما برای آن بهای سنگینی پرداخته شده و آن این است که عبارات منطق و ریاضیات محض چیزی دربارهٔ جهان خارج به ما نمی‌گوید. می‌توانیم یقین داشته باشیم که حاصل ۳+۱، ۴ است، ولی از آنجا که این گزاره در هر جهان ممکنی صادق است، به هیچ وجه چیزی دربارهٔ جهانی که در آن زندگی می‌کنیم به ما نمی‌دهد.

منظور ما از «جهان ممکن» چیست؟ به طور ساده یعنی جهانی که بتوان بدون تضاد توصیفش کرد. این تعریف می‌تواند شامل جهانهای افسانه‌ای و همچنین حیرت‌انگیزترین نوع جهانهای رؤیایی باشد که بتوان آنها را با عبارات استوار بر منطق، تشریح کرد. مثلاً شما می‌توانید بگویید: «من جهانی درنظر دارم که در آن دقیقاً یکهزار رویداد وجود دارد، نه کم و نه بیش. اولین رویداد ظهور یك مثلث سرخ است و رویداد دوم ظهور یك مربع سبز. ولی از آنجا که رویداد اول آبی است و نه سرخ...» در اینجا گفتارتان را قطع می‌کنم و می‌گویم: «اما چند لحظه پیش گفتید که اولین رویداد سرخ بود و اکنون می‌گویید آبی است حرف شما را نمی‌فهمم». اگر گفته‌هایتان را

روی نوار ضبط کرده باشم برایتان پخش می‌کنم تا شما را از تضاد گفته‌تان واقف کنم. چنانچه در تشریح جهان خود، که شامل دو گزارهٔ متضاد است، هنوز مصرّ باشید مجبورم اصرار کنم که شما چیزی را که به آن بتوان لفظ «جهان ممکن» اطلاق کرد وصف نمی‌کنید.

از طرف دیگر ممکن است جهان ممکن را به این ترتیب تشریح کنید: «مردی وجود دارد که هر آن کوچکتر و کوچکتر می‌شود. او ناگهان به یك پرنده و آن پرنده به هزار پرندهٔ دیگر تبدیل می‌شود. این پرندگان به آسمان پرواز می‌کنند و ابرها درباره آنچه اتفاق افتاد با یکدیگر سخن می‌گویند.» این جهانی است ممکن. خارق‌العاده است، ولی منطقاً متضاد نیست.

ممکن است بگوییم که جهانهای ممکن جهانهای قابل تصورند، ولی از آنجا که واژهٔ «قابل تصور» گاهی به مفهوم محدود «آنچه که یك انسان می‌تواند تصور کند» به کار می‌رود از استعمالش احتراز می‌کنیم. جهانهای ممکنِ بسیاری را می‌توان تشریح کرد که متصور نیستند. مثلاً می‌توان از رشته‌ای سخن گفت که در آن همهٔ نقاطی که با مختصّات اعداد گویا تعیین می‌شوند به رنگ قرمز و همهٔ نقاطی که با اعداد گنگ تعیین می‌شوند به رنگ آبی باشند. اگر امکان انتساب رنگها را به نقاط بپذیریم، آنوقت جهانی بدون تضاد داریم. البته می‌توان آن را به معنای وسیعش قابل تصور، یعنی بدون تضاد، دانست، ولی به مفهوم روانی قابل تصور نیست. کسی نمی‌تواند حتی یك رشتهٔ غیررنگی نقاط را هم تصور کند. ما تنها قادر به تصور مدلی تقریبی هستیم که از کنار هم گذاردن نقاط تشکیل شده است. جهانهایی وجود دارند که به معنای وسیع کلمه قابل تصورند؛ جهانهایی که بدون تضاد منطقی می‌توان توصیفشان کرد.

قوانین منطق و ریاضیات را، بنا به خصلتشان، نمی‌توان به

عنوان پایه‌ای برای توضیح علمی پدیده‌ها به کار برد، چون چیزی را ارائه نمی‌دهد که ما را قادر به تمیز دادن جهان بالفعل و جهان ممکن کند.

وقتی به دنبال توضیح یك فاکت یا رویداد مشخص مشهودی، در جهان بالفعل می‌گردیم، بایستی قوانین **تجربی** را به کار گیریم. این قوانین از حتمیّت قوانین منطق و ریاضیات بی‌بهره‌اند، اما حاوی مطالبی دربارهٔ ساختار جهان هستند.

در قرن ۱۹ برخی از فیزیکدانان آلمانی نظیر گوستاو کرچف[1] و ارنست ماخ[2] معتقد بودند که علم نباید بپرسد: «چرا؟» بلکه باید بپرسد: «چگونه؟» منظور آنها این بود که علم نباید در پی عوامل ناشناختهٔ متافیزیکی باشد که مسئول رویدادها هستند، بلکه صرفاً باید این رویدادها را برحسب قوانین تشریح کند. امتناع از پرسش «چرا؟» را باید در زمینهٔ تاریخیش دریافت. این زمینهٔ تاریخی همان فضای فلسفی آلمان آن زمان بود که سنت ایده‌آلیستی فیشته[3]، شلینگ[4] و هگل بر آن سلطه داشت. اینان احساس می‌کردند که تشریح چگونگی رفتار جهان کافی نیست و طالب دانش بیشتری بودند که به زعم آنها تنها با کشف عللی متافیزیکی که در پس پدیده‌ها قرار دارد و در دسترس شیوهٔ علمی نیست قابل حصول است. فیزیکدانها در مقابل این دیدگاه چنین واکنش نشان دادند: «ما را به حال خود بگذارید و از ما «چرا؟» نپرسید چون پاسخی ورای قوانین تجربی وجود ندارد.» آنها از اینرو، به سؤالات «چرا؟» که غالباً از نوع متافیزیکی بود، اعتراض داشتند.

امروزه فضای فلسفی تغییر کرده است. در آلمان تنها عدهٔ

1. Gustav Kirchhoff
2. Ernst Mach
3. Fichte
4. Schelling

قلیلی از فلاسفه هنوز در سنت ایده‌آلیستی کار می‌کنند و در انگلستان و ایالات متحده این سنت عملاً از بین رفته است و در نتیجه سؤالات «چرا؟» دیگر ما را نگران نمی‌کند. دیگر مجبور نیستیم بگوییم: «نپرسید چرا؟» چون وقتی کسی چنین سؤالی می‌کند ما فرض می‌کنیم که دریافتش علمی است نه متافیزیکی و در چهارچوب قوانین تجربی جویای توضیح پدیده است.

وقتی در جوانی عضو حلقهٔ وین بودم، بعضی از نوشته‌های اولیه‌ام در واکنش نسبت به فضای فلسفی ایده‌آلیسم آلمان نوشته شد. نتیجتاً این آثار و نوشته‌های دیگر اعضای این حلقه، مملو از عبارات منع‌کننده نظیر آنچه که در بالا ذکر کردم بود. این نهیها را باید در ارتباط با زمینهٔ تاریخی محیطمان فهمید. امروزه، به خصوص در ایالات متحده، کمتر از این نوع عبارات به کار می‌بریم. معارضین ازنوعی دیگرند و می‌دانیم که خصلت طرف دعوا غالباً تعیین‌کنندهٔ شکل بیان نظر آدمی است.

وقتی می‌گوییم استفاده از یك قانون علمی برای توضیح یك فاکت گریزناپذیر است، به طور اخص قصد داریم این نظر را کنار بگذاریم که می‌گوید کشف عوامل متافیزیکی برای توضیح کافی این پدیده لازم است. البته در دوران ماقبل علم این تنها نوع توضیح بود. زمانی این عقیده رایج بود که ارواح و دیوهای (مستقیماً) غیرقابل مشاهده‌ای روی زمین سکونت دارند که با **رفتارشان** موجب ریزش باران، جریان رود و رعد و برق آسمانی می‌شوند. هر چه اتفاق می‌افتاد **چیزی** یا بهتر بگوییم **کسی** را مسئول آن می‌دانستند. این از نظر روانی قابل فهم است. اگر فردی با من عملی انجام دهد که من از آن خوشم نیاید طبیعی است که من او را مسئول آن عمل می‌دانم و با عصبانیت او را می‌زنم. اگر ابری ببارد و مرا خیس کند ابر را نمی‌توانم

بزنم ولی با مسئول دانستن ابر یا دیو نامرئی در پشت ابر می‌توانم مفرّی برای ابراز عصبانیتم بیابم. می‌توانم این دیو را نفرین کنم یا شستم را به سویش حواله دهم. عصبانیتم فرو می‌نشیند و تسکین می‌یابم. فهم اینکه چرا اعضای جوامع ماقبل علم با تصور کردن عواملی پشت پدیده‌های طبیعت از نظر روانی تسکین می‌یافتند، آسان است.

همانطور که می‌دانیم بالاخره زمانی جوامع بشری خود را از قید اسطوره‌هایشان رها کردند، ولی گاهی دانشمندان جای ارواح را با عواملی که چندان فرقی هم با ارواح ندارند عوض کردند. فیلسوف آلمانی هانس دریش[5]، در سال ۱۹۴۱ درگذشت، کتابهای بسیاری دربارهٔ فلسفه علم نگاشت. او در اصل زیست‌شناس برجسته‌ای بود که تحقیقاتش دربارهٔ برخی واکنشهای اندامی از جمله ترسیم اندام توتیای دریایی مشهورش کرد. او قسمتهایی از بدنشان را برید و مراحل و شرایط رشد مجدد قسمتهای جدید را مورد مشاهده قرار داد. کار علمیش مهم و عالی بود. اما آنقدر به مسائل فلسفی، به خصوص مسائل مربوط به مبانی زیست‌شناسی، علاقه نشان می‌داد که بالاخره استاد فلسفه شد. در فلسفه نیز کارهای با ارزشی دارد. ولی یکی از جنبه‌های فلسفه‌اش را من و دوستانم در حلقهٔ وین چندان با ارزش ندانستیم و آن عبارت از نحوهٔ **توضیح** روندهای زیستی از قبیل ترمیم اندام و تولید مثل بود.

زمانی که دریش به کار زیست‌شناسی مشغول بود گمان می‌رفت که بسیاری از مشخصات موجودات زنده را نمی‌توان در جای دیگری پیدا کرد. (امروزه به روشنی دیده می‌شود که زنجیری جهان آلی را به

5. Hans Driesch

جهان غیرآلی متصل می‌کند). او می‌خواست این مشخصات بی‌نظیر اندامی را توضیح دهد. بنابراین وجود چیزی به نام «انتلخی» (کمال) را مسلّم مفروض داشت. این واژه را اولین بار ارسطو با مفهوم خاص خود که لزومی به بررسی‌اش نیست معرفی کرد. دریش در واقع می‌گفت: «انتلخی نیروی خاصی است که موجب می‌شود موجودات زنده چنین رفتاری داشته باشند که در واقع دارند. ولی نباید به آن به مثابه یك نیروی فیزیکی مانند جاذبه یا مغناطیس نگریست. اُه نه ابداً اینطور نیست».

دریش معتقد بود انتلخی ارگانیسمها بنا به مرحلهٔ تکامل ارگانیسم انواع گوناگون دارد. در ارگانیسمهای تك سلولی بدوی، انتلخی نسبتاً ساده است. همین طور که از نردبان تکامل بالا می‌رویم و به درختان و جانوران پست و بالاخره به جانوران بالاتر و نهایتاً به انسان می‌رسیم، انتلخی بغرنج‌تر و بغرنج‌تر می‌شود. این واقعیت را می‌توان آشکارا با مشاهدهٔ درجات مختلف تکامل پدیده به اشکال بالاتر حیات، دید. آنچه را که به نام «ذهن» بدن یك انسان می‌شناسیم چیزی نیست جز پاره‌ای از انتلخی آن شخص. انتلخی چیزی است بیش از ذهن یا حداقل ذهن آگاه، چون مسئول کلیهٔ کارهایی است که هر سلول بدن انجام می‌دهد. اگر انگشت خود را ببرم، سلولهای انگشتم بافت تازه‌ای ایجاد می‌کنند و موادی را به محل بریدگی متصل می‌کنند تا باکتریهای موجود را بکشند. این رویدادها آگاهانه توسط ذهن اداره نمی‌شود: مثلاً در مورد انگشت کودك یك ماهه‌ای که هرگز دربارهٔ قوانین فیزیولوژی چیزی نشنیده است. دریش اصرار می‌ورزید که همهٔ اینها زیر سر انتلخی ارگانیسم است که ذهن تنها یکی از مظاهر آن است. با این ترتیب دریش علاوه بر ارائهٔ یك توضیح علمی، نظریهٔ پرداخته‌ای دربارهٔ انتلخی وضع کرده بود که به

عنوان **توضیح فلسفی** آن دسته از پدیده‌های توضیح نیافته از قبیل ترمیم اندامی قسمتهایی از توتیای دریایی، عرضه کرد.

آیا این یك توضیح به شمار می‌رود؟ من و دوستانم بحثهایی با خود دریش در این مورد کردیم. به طور اخص یکی از این بحثها را به خاطر دارم که در کنگرهٔ بین‌المللی فلسفه، که در سال **۱۹۳۴** در پراگ صورت گرفت. هانس رایشنباخ[6] و من نظریهٔ دریش را به باد انتقاد گرفتیم، در حالی که او و عده‌ای دیگر از آن دفاع می‌کردند. در انتشاراتمان جای چندانی به این نقد تخصیص ندادیم، چون کاری را که دریش هم در زمینهٔ زیست‌شناسی و هم در زمینهٔ فلسفه انجام داده بود ستایش می‌کردیم. او با اکثر فلاسفهٔ آلمان از این نظر که می‌خواست یك فلسفهٔ علمی وضع کند، تفاوت داشت.

ولی نظریهٔ انتلخی او از دیدگاه ما چیزی کم داشت و آن این بینش است که می‌گوید بدون ارائهٔ یك قانون نمی‌توان از توضیح سخن گفت.

به او می‌گفتم: «ما مقصودت را از انتلخی نمی‌فهمیم. تو اگر می‌گویی این یك نیروی فیزیکی نیست پس چیست؟»

پاسخ می‌داد: (البته نه دقیقاً با این کلمات) «می‌دانید؟ شما نباید اینقدر کوته فکر باشید. وقتی از یك فیزیکدان می‌خواهید که علّت حرکت ناگهانی این میخ را به سوی آن میلهٔ آهنی توضیح دهد، به شما خواهد گفت که این میلهٔ آهنی، آهن‌ربایی است و میخ توسط نیروی مغناطیسی به سویش کشیده می‌شود. کسی مغناطیس را تاکنون ندیده است، بلکه فقط می‌توانید حرکت میخ کوچکی را به سوی آن ببینید.»

6. Hans Reichenbach

ما می‌گفتیم: «بله درست می‌گویید. هیچکس تاکنون مغناطیس را ندیده است.»

و او ادامه می‌داد: «فیزیکدان برای توضیح یك پدیده نیروهایی را مانند نیروی مغناطیس و برق قید می‌کند که هیچکس نمی‌تواند آنها را رؤیت کند. من هم می‌خواهم این کار را بکنم. نیروهای فیزیکی برای توضیح برخی پدیده‌های آلی کافی نیستند. بنابراین من چیزی نیروگونه قید می‌کنم که رفتارش با رفتار نیروی فیزیکی متفاوت است. مثلاً در فضا جایی را اشغال نمی‌کند. درست است که بر یك ارگانیسم فیزیکی عمل می‌کند، ولی این عمل طوری است که بر کل آن ارگانیسم اثر دارد و نه بر بخشهایی از آن. پس شما نمی‌توانید بگویید که کجا قرار دارد. برایش مکان مطرح نیست. یك نیروی فیزیکی نیست، اما همانقدر در مطرح کردن آن مجازم که یك فیزیکدان درمطرح کردن نیروی نامرئی مغناطیس».

پاسخ ما این بود که فیزیکدان حرکت میخ را به سوی میلهٔ آهنی صرفاً با قید واژهٔ «مغناطیس» توضیح نمی‌دهد. البته اگر از او بپرسید چرا میخ حرکت می‌کند ممکن است ابتدا جواب بدهد به خاطر مغناطیس؛ اما اگر او را مجبور به توضیح بیشتری کنید به شما قوانینی ارائه می‌دهد. این قوانین مانند معادلات ماکسول[۷]، که میدانهای مغناطیسی را تشریح می‌کنند، الزاماً به طور کمّی بیان نمی‌شوند؛ بلکه ممکن است قوانین سادهٔ کیفی باشند که در آن هیچ محوری ظاهر نشود. فیزیکدان ممکن است پاسخ دهد: «هر میخی که آهن داشته باشد به انتهای هر میله‌ای که مغناطیسی شده جذب می‌شود.» او ممکن است با بیان قوانین غیرکمّی دیگری دربارهٔ حالت

7. Maxwell

مغناطیسی شدن، توضیحات بیشتری بدهد. ممکن است به شما بگوید که سنگ آهن در شهر ماگینز[۸] (لابد به خاطر دارید که واژهٔ «مغناطیس» از نام این شهر یونانی که اولین بار در آن این نوع سنگ آهن کشف شد گرفته شده است) دارای این خاصیت است. ممکن است ادامه دهد و بگوید که اگر میله‌های آهنی را در جهت خاصی به وسیلهٔ سنگ آهنی که طبیعتاً مغناطیسی است، مالش دهید، مغناطیسی می‌شود. وی ممکن است از قوانین دیگری دربارهٔ شرایط مغناطیسی شدن مواد و یا قوانینی دربارهٔ کلیهٔ پدیده‌هایی که به نحوی به مغناطیس مربوطند سخن گوید. ممکن است به شما بگوید که اگر یك سوزن را مغناطیسی کرده و از وسط طوری آویزانش کنید که آزادانه به نوسان در آید، یك سر آن به سوی شمال می‌ایستد و چنانچه سوزن مغناطیسی شدهٔ دیگری را به دست بگیرید و به سوزن اول نزدیك کنید، مشاهده می‌شود که همدیگر را دفع می‌کنند. فیزیکدان ما ممکن است به شما توضیح دهد که اگر یك میلهٔ آهنی مغناطیسی شده را حرارت دهیم یا به آن ضربه‌ای وارد آوریم قدرت مغناطیسی‌اش را از دست می‌دهد. همهٔ اینها قوانینی هستند کیفی که به شکل منطقی «اگر... آنگاه...» بیان می‌شود. نکته‌ای را که می‌خواهم تأکید کنم این است که برای توضیح یك پدیده کافی نیست صرفاً عامل جدیدی را با اسمی جدید نام ببریم، بلکه باید قادر باشیم قوانینی را ارائه دهیم.

دریش قانونی به ما نمی‌داد. وی مشخص نمی‌کرد که چگونه انتلخی یك درخت بلوط با انتلخی یك بُز یا زرافه تفاوت دارد. او انتلخیهایش را رده بندی نمی‌کرد، بلکه تنها به رده بندیهای ارگانیسمها اکتفا می‌کرد و می‌گفت هر ارگانیسمی دارای انتلخی

8. Magnesia

مخصوص به خود است. او قانونی تدوین نمی‌کرد که حاکی از شرایط تقویت یا تضعیف انتلخی باشد. البته وی انواع و اقسام پدیده‌های آلی را تشریح کرد و قواعدی کلی برای این پدیده‌ها عرضه داشت. دریش می‌گفت که اگر عضوی از یك توتیای دریایی را به طریق خاصی ببرّید این ارگانیسم باقی‌نخواهد ماند، ولی اگر آن را به شیوهٔ خاصّ دیگری ببرّید ارگانیسم زنده می‌ماند اما عضو بریده شده به شکل ناقص رشد خواهد کرد. اگر آن را باز هم به شیوهٔ سومی ببرّید خواهید دید که در مرحلهٔ خاصی از رشدش، عضو جدید کاملاً ترمیم شده‌ای رشد می‌کند. این عبارات، همگی از قوانین کاملاً جا افتادهٔ جانورشناسی به شمار می‌آیند.

از دریش پرسیدیم اگر پس از ارائهٔ این قوانین به ما بگویی که همهٔ پدیده‌های مربوط به این قوانین زیر سر انتلخی توتیای دریایی هستند، چه چیزی به این قوانین تجربی اضافه کرده‌ای؟

ما معتقد بودیم که چیزی به‌آنها اضافه نمی‌شود چون مفهوم انتلخی به قانون جدیدی نائل نمی‌شد و بیش از قوانین کلی موجود چیزی را توضیح نمی‌داد و کوچکترین کمکی در پیش‌بینی کردن فاکتهای جدید به ما نمی‌کرد. به همین دلایل نمی‌توانیم بگوییم که چیزی به‌دانش علمی، اضافه شده است. مفهوم انتلخی در بادی امر به نظر می‌رسد که چیزی به توضیحات ما اضافه کرده است ولی وقتی آن را عمیق‌تر بررسی کنیم به تهی بودن آن پی می‌بریم. انتلخی چیزی نیست به جز یك شبه توضیح.

می‌توان استدلال کرد که اگر مفهوم انتلخی به کار زیست‌شناسان سمت جدیدی بدهد و شیوهٔ جدیدی برای دسته‌بندی قوانین زیست‌شناسی باشد آنچنان هم بیفایده نیست. پاسخ ما این است که اگر این مفهوم ما را قادر می‌ساخت قوانین کلی‌تری را

تدوین کنیم که قبلاً امکانش وجود نمی‌داشت، آنگاه واقعاً مفهوم به دردخوری بود. مثلاً در فیزیك مفهوم انرژی چنین نقشی را ایفا می‌کند. فیزیکدانان قرن ۱۹ این نظریه را داشتند که شاید برخی از پدیده‌ها از قبیل انرژی حرکتی، پتانسیل در مکانیك، حرارت (اینکه حرارت همان انرژی حرکتی مولکولها است هنوز کشف نشده بود)، انرژی میدانهای مغناطیسی و غیره ممکن است مظاهر نوع اساسی‌تری از انرژی باشند. این نظر منجر به آزمایشهایی شد که نشان داد انرژی مکانیکی را می‌توان به حرارت و حرارت را به انرژی مکانیکی تبدیل کرد، بدون اینکه در مقدار انرژی تغییر داده شود. به این ترتیب انرژی مفهوم مفیدی بود چون به تدوین کردن قوانین عمومی‌تری از قبیل قانون بقای انرژی منجر می‌شد. اما انتلخی دریش به این معنا، مفهوم مفیدی نبود، چون به کشف قوانین کلی‌تری در زیست‌شناسی کمك نمی‌کرد.

قوانین علم علاوه بر فراهم آوردن **توضیحاتی** برای فاکتهای مشاهده شده ما را توانا می‌کند که فاکتهای جدید را که هنوز مشاهده نشده‌اند پیش‌بینی کنیم. نمودار منطقی **پیش‌بینی** همانند نمودار توضیح است که اگر به خاطر داشته باشید با نمادها به این شکل نوشته می‌شود:

1. $(x)(Px \supset Qx)$
2. Pa
3. Qa

گزارهٔ اول یك قانون جهانشمول است: چنانچه هر شیء x، دارای خاصیت P باشد، آنگاه دارای خاصیت Q نیز هست. گزارهٔ دوم می‌گوید که شیء a دارای خاصیت P است. در گزارهٔ سوم از منطق ابتدایی نتیجه می‌گیریم که شیء a دارای خاصیت Q است. این

نمودار هم برای توضیح و هم برای پیش‌بینی به کار می‌رود. فقط موقعیت دانش ما متفاوت است. در مورد توضیح، فاکت *Qa* از قبل دانسته است و با نشان‌دادن شیوهٔ استنتاجش از گزاره‌های۱ و ۲، آن را توضیح می‌دهیم. در مورد پیش‌بینی، *Qa* فاکتی است هنوز ناشناخته. تنها یك قانون و فاکت *Pa* دانسته است و از این دو نتیجه می‌گیریم که *Qa* حتی اگر هنوز مشاهده نشده باشد یك فاکت محسوب می‌شود. برای مثال اگر قانون انبساط حرارتی را بدانم و میله‌ای را حرارت دهم با به کار بردن منطق به شیوه‌ای که در نمودار فوق آمده است استنتاج می‌کنیم که اندازه‌اش بعد از حرارت دادن باید حتماً از اندازهٔ قبلیش بیشتر باشد.

در بسیاری از موارد فاکت ناشناخته در واقع رویدادی است در آینده (مانند پیش‌بینی زمان کسوف بعدی)؛ به این علّت است که واژهٔ «پیش‌بینی» را در مورد این مفهوم دوم «قانون» به کار می‌برم. البته لازم نیست که این واژه را حتماً به مفهوم تحت‌اللفظیش به کار بریم. در بسیاری از موارد فاکت نامعلوم همزمان با فاکت معلوم به وقوع می‌پیوندد، مانند مثال میلهٔ گرم شده. انبساط میله همزمان با حرارت گرفتن صورت می‌گیرد. این تنها مشاهدهٔ ما از انبساط است که پس از مشاهدهٔ حرارت دادن صورت می‌گیرد.

در موارد دیگر فاکت شناخته نشده ممکن است در گذشته اتفاق افتاده باشد. براساس قوانین روانشناسی و چند فاکت از اسناد تاریخی، یك مورّخ می‌تواند چند فاکت ناشناختهٔ تاریخی را استنتاج کند. منجّمی ممکن است خسوفی را که زمانی در گذشته اتفاق افتاده حدس بزند. زمین‌شناسی ممکن است از روی شیارهای قلوه سنگی حدس بزند که در زمانهای دور ناحیه‌ای بر روی زمین از یخ پوشیده بوده. من واژهٔ «پیش‌بینی» را در مورد همهٔ این مثالها به کار می‌برم،

چون درهمهٔ آنها یك نمودار منطقی و یك موقعیت دانشی ـ یك فاکت و یك قانون دانسته و یك فاکت ناشناخته ـ وجود دارد.

در بسیاری از موارد قانون ممکن است آماری باشد نه جهانشمول. در این صورت پیش‌بینی ما احتمالی است. برای مثال هواشناسی را در نظر بگیریم که با ترکیبی از قوانین دقیق فیزیکی و چند قانون آماری سر و کار دارد. او نمی‌تواند بگوید فردا باران خواهد بارید، بلکه تنها به گفتن اینکه فردا ریزش باران خیلی محتمل است بسنده می‌کند.

این عدم حتمیّت، در پیش‌بینی رفتار آدمی نیز وجود دارد. براساس برخی قوانین روانشناسی، چند قانون آماری و چند فاکت دربارهٔ شخص می‌توان با درجات مختلفی از احتمالات رفتار وی را پیش‌بینی کرد. اگر از روانشناسی بپرسیم که فلان رویداد چه اثری بر کودك ما خواهد گذاشت، جوابش می‌تواند این باشد: «مطابق تشخیص من، فرزندتان احتمالاً چنین واکنش نشان می‌دهد. البته قوانین روانشناسی خیلی دقیق نیستند، چون رشتهٔ جوانی است و از قوانینش خیلی کم آگاهی داریم. ولی براساس آنچه که می‌دانیم به شما نصیحت می‌کنم که...» به این ترتیب روانشناس براساس بهترین پیش‌بینی ممکن با قوانین احتمالات دربارهٔ رفتار آتی کودك به ما توصیه‌هایی می‌کند.

وقتی که قانونمان جهانشمول است، منطق استنتاجی مقدماتی را برای استنتاج فاکتهای ناشناخته به کار می‌بریم. اگر قانون ما آماری باشد باید منطق دیگری را به نام منطق احتمالات به کار بریم. برای نمونه: قانونی ممکن است بگوید که موی نود درصد ساکنین یك ناحیه سیاه است. اگر شخصی را بشناسم که ساکن آن ناحیه است، ولی از رنگ مویش بی‌اطلاع باشم، می‌توانم براساس این قانون

آماری نتیجه بگیرم که احتمال سیاه بودن مویش نود درصد است.

ناگفته نماند که پیش‌بینی همانقدر که برای علم لازم است برای زندگی روزمره نیز لازم است. پیش پا افتاده‌ترین عملی را که روزانه انجام می‌دهیم بر پیش‌بینیهایی متکی است. وقتی دستگیره در را می‌چرخانید براساس مشاهدات گذشته‌تان و قوانین جهانشمول انتظار دارید در باز شود. ممکن است از نمودار منطقی که ورای این جریان قرار دارد آگاه نباشید ـ بی‌شك حواستان جای دیگر است ـ ولی هر عمل عمدی مشابه متضمن این نمودار است. دانش ما هم از فاکتهای مشخص و هم از نظمیّات مشاهده شده‌ای تشکیل می‌شود که می‌توانند به صورت قوانین جهانشمول یا آماری تنظیم شوند و پایه‌ای برای پیش‌بینی فاکتهای ناشناخته باشند، هر عمل ارادی انسان متضمن پیش‌بینی است. بدون پیش‌بینی نه علم امکان‌پذیر است و نه زندگی روزمره.

فصل ۲

استقراء و احتمالات آماری

در فصل اول، وجود قوانین علم را مسلّم انگاشتیم. دیدیم که این قوانین چگونه در علم و در زندگی روزمره به عنوان وسیله‌ای برای توضیح فاکتهای شناخته شده و پیش‌بینی فاکتهای ناشناخته به کار می‌روند. حال ببینیم چطور می‌توان به این قوانین دست یافت. بر چه پایه‌ای می‌توانیم خود را در اعتقادمان به صداقت یك قانون، موجّه بدانیم؟ البته می‌دانیم که همهٔ قوانین بر مبنای مشاهداتمان ازبرخی پدیده‌های منظم قابل حصولند. این قوانین، دانش غیرمستقیمند نه دانش مستقیم فاکتها. چه چیز ما را موجّه می‌کند که از مشاهدات مستقیم فاکتها به قوانینی که نظم و ترتیب طبیعت را بیان می‌کند، برسیم؟ این همان سؤالی است که در اصطلاح سنتی به «مسئلهٔ استقراء» معروف است.

استقراء را اینطور با قیاس مقایسه می‌کنیم که قیاس از کلی به جزئی می‌رود، در حالی که استقراء برعکس از جزئی به کلی می‌رسد. البته این ساده‌گرایی گمراه‌کننده‌ای است. در قیاس، استدلالاتی