

XM-006 (2008/03/22)

فروکاست‌گرایی چیست؟

mamwad@mailaps.org

محمد خرمی

تعریف‌ها ی احتمالی ی فروکاست‌گرایی [a]، و گستره ی کاربرد آن بررسی می‌شود.

مقدمه

فروکاست‌گرایی [a] ظاهراً یک نوع نگرش به طرح و حل مسائل است. عده ای می‌گویند این نگرش مفید است، و در کرانه ی این عده کسان ی هستند که می‌گویند این تنهانگرش مفید است. عده ای هم می‌گویند این نگرش برای همه ی مسائل مفید نیست. بین این دسته هم از این نظر که این نگرش برای چه مسائلی مفید نیست فرق هست. کسان ی هستند که این نگرش را برای فیزیک به معنی ی عام (علم) [1] مفید می‌دانند و برای مسائل دیگر نه. بعضی‌ها معتقد اند در خود فیزیک (به معنی ی خاص) [1] هم مسئله‌هایی هست که فروکاست‌گرایی [a] روش مناسبی برای حلشان نیست. فیلیپ آندریسن [b] و سٹیون وین‌پرگ [c] دو فیزیک‌پیشه ی برجسته ی ایالات متحده اند که در این مورد نظر یکسان ی ندارند. هردو جایزه ی نوبل [d] گرفته اند؛ آندریسن [b] در 1977 هم‌راه با مات [e] و ون وولیک [f]، و وین‌پرگ [c] در 1979 هم‌راه با گلشاو [g] و عبدالسلام [h]. آندریسن [b] ماده‌ی چگال‌پیشه است و وین‌پرگ [c] فیزیک‌ذرات‌پیشه. اولی مخالف فروکاست‌گرایی [a] است ([2] و [3]) و در 1987 در کنگره ی ایالات

متحد در مخالفت با ساختن \bar{a} بر خورد دهنده \bar{a} برسانا (اس‌اس‌سی) [i] اظهار نظر کرد. دومی طرف‌دار \bar{a} فروکاست‌گرایی است (4) و (5) و برای ساخته شدن \bar{a} اس‌اس‌سی [i] فعالیت کرده. پادفروکاست‌گرایی [z] ی اولی و فروکاست‌گرایی [a] ی دومی در خود \bar{a} فیزیک (حتا به معنی ی خاص) است.

در ایران، بین \bar{a} فیزیک‌پیشه‌ها رضا منصوری [k] می‌گوید در فیزیک (شاید حتا ته در همه ی موارد) باید فروکاست‌گرا بود و در بقیه ی زمینه‌ها پادفروکاست‌گرا (6) و (7).
برای بررسی ی این دیدگاه‌ها، اول باید معلوم شود منظور از فروکاست‌گرایی [a] چیست. ظاهراً در این زمینه تعریف \bar{a} یک‌تایی نداریم. این‌جا هدف طرح \bar{a} تعریف‌ها ی احتمالی ی مختلف و بررسی ی گستره ی مفید بودن \bar{a} فروکاست‌گرایی [a] یا پادفروکاست‌گرایی [z] است.

0 فروکاست‌گرایی و عدد و تجربه

ابزار بیان \bar{a} یک ادعا (یا نتیجه) چیست؟ ابزار تحقیق \bar{a} درستی ی یک ادعا چیست؟ یک جواب این است. ابزار بیان عدد (ریاضیات) است، و تجربه تعیین می‌کند ادعا ی درست است یا نه. البته تجربه باید مستقل از شخص و زمان و مکان تکرارپذیر باشد. ضمناً ادعا نباید ناسازگاری ی ریاضی داشته باشد. این ابزارها (عدد و تجربه و ریاضیات) این ویژه‌گی را دارند که به شخص بسته‌گی ندارند. شاید این که روش \bar{a} فیزیک این است بدیهی بنماید. برای این که معلوم شود چنین نیست (یا نبوده است) می‌شود به [8] (فیزیک \bar{a} آریستوتیلیس [l] یا حتا [9] (گفت‌وگو ی گالیلئو [m]) نگاه کرد. ته این که در این کتاب‌ها عدد (کمیت) نیست (هر چند سبک \bar{a} این کتاب‌ها یافتن \bar{a} کمیت‌ها در آن‌ها را دشوار می‌کند)، اما مقدار \bar{a} زیاد ی حرف (ادعا) دیده می‌شود که راه \bar{a} تحقیق \bar{a} شان معلوم نیست، گاه ی معنی \bar{a} شان هم معلوم نیست. به بیان \bar{a} پاولی [n]، این ادعاها حتا غلط هم نیستند. در برابر \bar{a} این‌ها پُرینکیپیا [10] ی نیوٹن [o] است، که سراسر عدد و استدلال \bar{a} ریاضی است.

از نیوٹن [o] به بعد، دست‌کم متن‌ها ی فیزیکی چنین اند، یعنی از تجربه و عدد و ریاضیات ساخته شده اند. اما همین حالا هم هستند کسان ی که می‌گویند همه چیز عدد نیست، و وقت ی از تجربه حرف می‌زنند منظور \bar{a} شان آن تجربه ای نیست که در فیزیک

اعتبار دارد (که مستقل از شخص و زمان و مکان است). می‌شود دو دسته مقوله را از هم جدا کرد. یک دسته آن‌ها بی‌اند که درستی یا نادرستی ایشان (مستقل از شخص) معنی دارد و دسته‌ی دیگر آن‌ها بی‌که چنین نیستند. مثلاً این که یک اثر هنری بی‌خاص خوب است یا بد، در دسته‌ی دوم می‌گنجد. گزاره‌ی زیر را در نظر بگیرید.

تنهاراه - بیان و اثبات (یا نقض) - ادعاها بی‌که درستی یا نادرستی ایشان مستقل از شخص است، عدد و ریاضیات و تجربه است.

اسم - این را اصل - صفرم - فروکاست‌گرایی [a] می‌گذارم.

1 فروکاست‌گرایی و قانون‌ها ی جهان‌شمول

فرض کنید اصل - صفر - فروکاست‌گرایی [a] را بپذیریم. در این صورت برای توصیف - (پیش‌بینی) پدیده‌ها مدل‌ها (قانون‌ها بی) لازم داریم. آیا قانون‌ها بی‌که به پدیده‌ها بی‌مختلف مربوط اند بی‌ارتباط با هم اند؟ دلیل - منطقی بی‌نداریم که نتیجه بگیریم این قانون‌ها مستقل از هم اند یا از فقط از یک قانون (یا تعداد - کم ی قانون) ناشی می‌شوند. اما تجربه‌ی باز دست‌کم از نیوٹن [0] به بعد این است که مردم نوعاً دنبال - این بوده اند که به جای تعداد - زیاد ی مدل - مستقل از هم تعداد - کم ی مدل (در به‌ترین حالت فقط یک مدل، نظریه‌ی همه‌چیز) داشته باشند که همه‌ی پدیده‌ها را بشود بر اساس - آن توجیه کرد. چند مثال:

a1 ادعا ی نیوٹن [0] این بود که قانون‌ها ی نیوٹن [0] در مکانیک بر همه‌ی پدیده‌ها حاکم اند، یعنی جهان‌شمول اند. این بخش ی از یک نظریه‌ی همه‌چیز است، اما نه همه‌ی آن. با این قانون‌ها بخش - مکانیک از فیزیک به یک معنی حل شده است. به این معنی که کافی است برهم‌کنش‌ها (نیروها) را بشناسیم. آن وقت معلوم است برای پیش‌بینی چه معادله‌ای را باید حل کرد. البته یک نکته باقی می‌ماند و آن این که ممکن است حل - این معادله ساده نباشد، یا جواب - حاصل همه‌اش مفید نباشد. به این بر خواهیم گشت. صرف‌نظر از این فقط می‌ماند شناختن - برهم‌کنش‌ها، که کار - بقیه‌ی فیزیک (جز مکانیک) است.

a2 نیوتن [o] در زمینه ی یافتن برهم‌کنش‌ها (ی جهان‌شمول) هم گام مهمی برداشت. او برهم‌کنش گرانشی ی بین دو جرم را معرفی کرد و ادعا کرد شکل این برهم‌کنش بین زمین و ماه همان شکل ی است که بین زمین و یک جسم افتان در نزدیکی ی آن دیده می‌شود. ظاهراً حرکت ماه اصلاً شبیه حرکت سقوط آزاد یک سیب نیست، اما نیوتن [o] نشان داد هر دو ی این حرکت‌ها از قانون‌ها ی جهان‌شمول مکانیک نیوتنی هم‌راه با برهم‌کنش جهان‌شمول گرانشی به دست می‌آیند. به دنبال این کار، با استفاده از این قانون‌ها توانستند حرکت جرم‌ها ی منظومه ی شمسی را پیش‌بینی کنند و اطمینان به نتایج این پیش‌بینی چنان بود که وقت ی به نظر رسید حرکت اورانوس با آن چه از پیش‌بینی ی مکانیک نیوتنی نتیجه می‌شود نمی‌خواند، علت را ته در نادرستی ی مکانیک نیوتنی، بل که در این دیدند که یک جسم دیگر هست که تا کنون دیده نشده و اثر گرانشی ی آن بر اورانوس باعث این نابهنجاری ی ظاهری شده. لُ وریه [p] و آدمز [q]، با همان مکانیک نیوتنی جا و جرم این جسم (سیاره ی نپتون) را پیش‌بینی کردند و این جرم را با همان مشخصات پیش‌بینی شده یافتند.

a3 پدیده‌ها ی الکتریکی از مدت‌ها پیش شناخته شده اند. این که بعضی پارچه‌ها در اثر مالش جسم‌ها ی سبک را می‌ربایند، و اگر آن‌ها را به بعضی چیزها نزدیک کنیم بین‌شان جرقه دیده می‌شود، پدیده ی ناآشنا بی نیست. اما رعد و برق و صاعقه هم جرقه اند. آیا این پدیده‌ها ی عظیم به آن پدیده‌ها ی کوچک مربوط اند؟ فُرانکلین [T] آزمایش ی پیش‌نهاد که با انجام آن معلوم شد بله.

a4 الکتریسیته و مغناطیس تا مدت‌ها پدیده‌ها بی مستقل از هم تلقی می‌شدند. تصور می‌شد نیرو ی الکتریکی را بار الکتریکی و نیرو ی مغناطیسی را بار مغناطیسی می‌سازد. با آزمایش‌ها ی اُرسید [s] معلوم شد جریان الکتریکی آثار مغناطیسی دارد و به دنبال آن سرانجام مدل واحد الکترومغناطیس جا ی مدل‌ها ی مستقل الکتریسیته و مغناطیس را گرفت. از نتایج این یکی‌شدن کشف این بود که موج الکترومغناطیسی هست، و نور نوع ی موج الکترومغناطیسی است. به این ترتیب اپتیک هم بخش ی از الکترومغناطیس شد، ضمن این که ساختن موج الکترومغناطیسی مثلاً ارتباط بی‌سیم را ممکن کرد.

a5 شیمی علم ی مستقل از فیزیک تلقی می‌شد، اما به تدریج روش‌ها یی که در فیزیک (به معنی ی خاص) [1] به کار می‌رفت وارد شیمی شد. لَوَزیه [t] پایسته گی ی جرم را بیان کرد، با کارها ی دالْتُن [u]، آوْگادُر [v]، و کانیتسارُ [w]، مدل اتمی ی مدرن پایه‌ریزی شد و سرانجام با کشف الکترون و هسته (کارها ی تام‌سِن [x] و رادرفُرد [y]) مسئله ی شیمی علی‌الاصول به الکترومغناطیس فرو کاسته شد، هر چند معلوم شد الکترومغناطیس کلاسیک کافی نیست؛ الکترومغناطیس کوانتمی است که بر اتم‌ها حاکم است. با کشف ذره‌ها ی سازنده ی هسته (پرتون و نوترون) معلوم شد سازه‌ها ی همه ی عنصرها (حدوداً 100 تا) فقط سه نوع ذره اند، الکترون، پرتون، و نوترون.

a6 شیمی ی آلی متفاوت از شیمی ی معدنی تصور می‌شد، در این حد که تصور می‌شد برا ی ساختن مواد آلی چیزی به اسم نیروی زیستی [z] لازم است. وُیر [aa] توانست در آزمایش‌گاه اوره (یک ماده ی آلی) را از آمونیم ایزوسیانات (یک ماده ی معدنی) بسازد و در نتیجه این زیستارگرایی [ab] کنار گذاشته شد. حالا کار به این جا رسیده که پروتئین ی مثل انسولین را هم می‌شود در آزمایش‌گاه ساخت.

a7 مسئله ی این که سازه‌ها ی ماده و برهم‌کنش‌ها ی بنیادی چه اند، با گرانث و الکترومغناطیس و الکترون و پرتون و نوترون تمام نشد. برهم‌کنش‌ها ی هسته‌ای کشف شدند و کوارک‌ها یی که سازنده ی پرتون و نوترون اند. با ورود میدان‌ها ی کوانتمی تمایز میان ذره‌ها و برهم‌کنش‌ها هم از بین رفت. از این برهم‌کنش‌ها، برهم‌کنش‌ها ی الکترومغناطیسی و برهم‌کنش‌ها ی هسته‌ای ی ضعیف در قالب برهم‌کنش‌ها ی الکتروضعیف یکی شدند (همان کاری که جایزه ی نُیل [d] برا ی وین‌پرگ [c]، گُلْشاؤ [g]، و عبدالسلام [h] را آورد). از نتایج این وحدت‌بخشی پیش‌بینی ی وجود نوع ی برهم‌کنش ضعیف به اسم جریان خنثا بود. این برهم‌کنش بعداً کشف شد.

a8 ترمودینامیک در قرن نوزده و تا حد زیاد ی مستقل از بقیه ی فیزیک (با کمیت‌ها و قانون‌ها ی خاص خود اش) پیش رفت. با کارها ی مَکسول [ac]، گیبس [ad]، و بُلتس‌مان [ae] مکانیک آماری ظهور کرد که قانون‌ها ی ترمودینامیک را از همان مکانیک ذرات استنتاج می‌کرد. طبق معمول، از این یکی کردن نتایج ی هم به

دست آمد. قضیه ی افت‌وخیز-پاسخ (یا افت‌وخیز-تلف) [af] یک ی از این نتایج است.

a9 این‌شُتین [ag] کوشید گرانش و نسبیت را یکی کند، و نسبیت - عام ظاهر شد.

این‌ها همه مثال‌ها ی موفق - فروکاستن - پدیده‌ها ی ظاهراً بی‌ربط‌به‌هم به تعداد - کم ی قانون - جهان‌شمول است، که ضمناً در همه ی آن‌ها جز کاهش - تعداد - قانون‌ها جایزه‌ها یی هم به دست آمده، که پیش‌بینی‌ها ی جدید در مدل‌ها ی فروکاسته است. اما همه ی تلاش‌ها یی که برا ی کاهش - تعداد - مدل‌ها یا سازه‌ها انجام شده موفق نبوده. چند مثال از موردها ی ناموفق:

b1 تالیس [ah] معتقد بود منشئ - جهان آب است. این نظر، به معنی ی ام‌روزی بی‌معنی است (یعنی حتا نادرست هم نیست)، چون معلوم نیست چه طور می‌شود نقض - ش کرد و در واقع پیش‌بینی یی ندارد. اگر هم بخواهیم این طور تعبیر کنیم که آب سازه ای است که همه ی مواد از آن ساخته شده اند، این ادعا نادرست است.

b2 اتم‌گرایان - قدیم (از جمله دُمکریتوس [ai]) می‌گفتند مواد از اتم ساخته شده اند. اما این ادعا هم همان مشکل - ابطال‌ناپذیری ی ادعا ی تالیس را داشت. مدل - اتمی یی که امروزه کار می‌رود، بر خلاف - مدل - اتمی ی قدیمی پیش‌بینی دارد.

b3 ویلیام تامپسن (کیلوین) [aj] کوشید الکترومغناطیس را به یک مدل - مکانیکی فروکاهد، و نتوانست. امروز تصور - رایج کاملاً بر عکس است: پدیده‌ها ی مکانیکی ی روزمره (اصطکاک، تنش‌ها و کرنش‌ها ی ماده، و ...) جز گرانش را علی‌الاصول با برهم‌کنش‌ها ی الکترومغناطیسی توصیف می‌کنند.

b4 این‌شُتین [ag] کوشید الکترومغناطیس و گرانش را یکی کند، و نتوانست.

b5 پس از یک‌پارچه‌کردن - الکترومغناطیس و برهم‌کنش‌ها ی هسته‌ای ی ضعیف، بسیار کوشیده اند برهم‌کنش - هسته‌ای ی قوی را هم با این دوبرهم‌کنش یک‌پارچه کنند، در چیزی ی که به آن مدل - وحدت - بزرگ می‌گویند. این کوشش‌ها موفق نبوده. از آن ناموفق‌تر کوشش برا ی واردکردن - گرانش به این مجموعه بوده، که هنوز مسئله ی کوانتمی‌کردن - ش هم حل نشده.

با این همه، تجربه‌ها ی فروکاستن - پدیده‌ها ی گوناگون به تعداد - کم ی قانون - جهان‌شمول موفقیت‌ها ی زیاد ی داشته، هم از این نظر که این فروکاهش‌ها شدنی بوده اند و هم از این نظر که این فروکاهش‌ها پی‌آمدها ی مفید ی داشته اند، به این معنی که به دنبال - هر فروکاهش ی پیش‌بینی‌ها ی جدید ی ممکن شده. این‌ها ثابت نمی‌کنند که این روش موفق خواهد بود، اما برای این کافی بوده اند که بعضی‌ها گزاره ی زیر را بپذیرند.

همه ی پدیده‌ها یی که مستقل از شخص قابل‌بیان اند را می‌شود براساس - تعداد - کم ی قانون - جهان‌شمول (در به‌ترین حالت بر حسب - فقط یک مدل، نظریه ی همه‌چیز) توصیف (پیش‌بینی) کرد.

اسم - این را اصل - اول - فروکاست‌گرایی [a] می‌گذارم.

2 فروکاست‌گرایی و پدیده‌شناخت

این که همه ی پدیده‌ها را بشود بر حسب - تعداد - کم ی قانون - جهان‌شمول توصیف کرد، شاید خوب باشد اما همیشه راه - عملی یی برای حل - مسئله نمی‌دهد. حرکت - یک توده ی ماکروسکپی را در نظر بگیرید. این توده از مرتبه ی 10^{24} ذره دارد که با هم برهم‌کنش - الکترومغناطیسی دارند. ظاهراً برهم‌کنش - الکترومغناطیسی را در سطح - بنیادی می‌شناسیم. اما این برای آن که واقعاً بشود جا ی تک‌تک - این ذره‌ها را تعیین کرد کافی نیست، دست‌کم فعلاً کامپیوتری نداریم که آن قدر قوی باشد که از پس - این کار بر آید. برهم‌کنش‌ها ی هسته‌ای را که وارد کنیم (یعنی از مقیاس - ملکول واتم به مقیاس - سازه‌ها ی اتم و هسته برویم) وضع از این هم بدتر می‌شود. تازه فرض کنید این محاسبات انجام شد. آیا نتیجه ی این محاسبات مفید است؟ در بررسی ی حرکت - یک توپ - فوت‌بال، هدف مثلاً این است که ببینیم توپ از خط - دروازه می‌گذرد یا نه. این که تک‌تک - ذره‌ها کجا یند مهم نیست. یک راه این است که به جا ی توپ یک نقطه ی مادی (مرکزجرم - توپ) را به کار ببریم. در این حالت وضعیت - سیستم با سه مختصه توصیف می‌شود. با این مدل می‌شود چیزها یی از حرکت - توپ را به درستی توصیف کرد، از جمله سقوط - توپ در میدان - گرانش - زمین را. اما حرکت - تاب‌دار - توپ را نمی‌شود با این مدل توضیح داد. اگر به جا ی نقطه ی مادی یک جسم - صلب به کار ببریم وضع به‌تر

می‌شود. در این حالت سیستم با یک حرکت انتقالی (حرکت - مرکزجرم) و یک چرخش توصیف می‌شود، با جمعاً شش مختصه. با وارد کردن - ترمودینامیک و کشسانی ی توپ باز هم پیش‌بینی‌ها دقیق‌تر می‌شوند، البته به این قیمت که محاسبه سخت‌تر می‌شود.

یک مثال - دیگر حرکت - جسم‌ها ی منظومه ی شمسی است. در مسئله ی حرکت - سیاره‌ها، در گام - اول سیاره‌ها و خورشید را نقطه ی مادی، و خورشید را ساکن می‌گیرند، فقط برهم‌کنش - گرانشی را در نظر می‌گیرند، و از برهم‌کنش - گرانشی ی سیاره‌ها با هم چشم می‌پوشند. به این ترتیب قانون‌ها ی کپلر [al] نتیجه می‌شود، که حرکت - سیاره‌ها را به تقریب توصیف می‌کند. این تقریب شاید برا ی تجربه‌ها ی قرن - 17 خوب باشد، اما برا ی مشاهده‌ها ی قرن - 19 کافی نیست. برا ی نتایج - به‌تر می‌شود اثر - سیاره‌ها برهم را وارد کرد، و این را در نظر گرفت که خورشید ساکن نیست. از حل - معادله‌ها ی متناظر نتایج - دقیق‌تری به دست می‌آید، اما به این قیمت که حل - این معادله‌ها بسیار سخت‌تر از حل - معادله‌ها ی اول است. همه ی این‌ها را هم که به حساب آوریم باز ناسازگاری یی بین - تجربه و محاسبه ی حاصل از مکانیک - نیوتنی می‌ماند، که با نسبت - عام رفع می‌شود.

اگر بخواهیم پدیده ای مثل - پیش‌روی ی اعتدالین در زمین را توصیف کنیم، باید نقطه‌ای بودن - زمین را کنار بگذاریم. در این مورد تقریب کردن - زمین با یک جسم - صلب که با جرم و تانسور - لختی ی دورانی یش مشخص می‌شود نتیجه ی خوب ی می‌دهد. در مورد - کشندها وضع از این هم پیچیده‌تر است: اگر زمین را با یک کره تقریب کنیم طرح - کلی ی جذرومد (این که در جهت - نزدیک به ماه و در جهت - دور از آن مد داریم و در جهت‌ها ی عمود بر این راستا جذر) به‌درستی نتیجه می‌شود، اما این که کشندها در بعضی رودها بسیار بیش‌تر است تا در اقیانوس‌ته. برا ی توصیف - دقیق‌تر جزئیات - ویژه‌گی‌ها ی سطحی ی زمین لازم است.

برا ی حرکت - یک ماه‌واره دور - زمین، اگر زمین و ماه‌واره را نقطه‌ای بگیریم و از اثر - بقیه ی جسم‌ها چشم بپوشیم، مثلاً معلوم می‌شود ماه‌واره ای که در مدار ی استوایی به شعاع - 42 000 km دور - زمین می‌چرخد، نسبت به زمین ثابت می‌ماند. اما اگر نقطه‌ای نبودن (یا کروی‌متقارن‌نبودن) - زمین را در نظر بگیریم و جسم‌ها ی دیگر را هم به حساب آوریم، تصحیح ی به نتیجه ی قبلی به دست می‌آید، که بر اساس - آن این ماه‌واره‌ها ی زمین‌ثابت نسبت به زمین واقعاً ثابت نمی‌مانند بل که به‌کندی جابه‌جا می‌شوند. باز این‌ها بر اساس - مکانیک - نیوتنی است. برا ی توصیف - دقیق‌تر باید

نسبیت - عام را هم در نظر بگیریم. سیستم - مکان‌یابی ی سراسری (جی‌پی‌اس) [am] بر اساس - ماه‌واره‌ها یی کار می‌کند که زمین ثابت نیستند. در این سیستم مکان‌یابی به این ترتیب انجام می‌شود که زمان - حرکت - سیگنال‌ها ی رادیویی از این ماه‌واره‌ها به نقطه ی مورد نظر را می‌سنجند. تعیین - موقعیت وابسته به این است که مکان - ماه‌واره‌ها با دقت - بسیار زیاد معلوم باشد. این جا هم برا ی رسیدن به دقت - مورد نظر باید نسبیت - عام را در نظر گرفت.

روش - نگرش به همه ی این مسئله‌ها این است که از تعداد - بسیار زیاد ی پارامتر که سیستم را مشخص می‌کنند تعداد - کم ی پارامتر - مثر انتخاب می‌شود و به جا ی معادله‌ها ی اولیه (معادله‌ها ی حاصل از قانون‌ها ی جهان‌شمول) معادله‌ها یی پدیده‌شناختی به کار می‌رود که حل - شان ساده‌تر است. هر چه تقریب - به‌تری لازم باشد، تعداد - پارامترها ی درگیر را بیش‌تر می‌کنند و معادله‌ها ی پیچیده‌تری به کار می‌برند که به معادله‌ها ی اولیه نزدیک‌تر اند:

برا ی حل - هر مسئله، از پارامترها ی درگیر تعداد ی پارامتر - مثر انتخاب می‌شود و در صورت - لزوم به جا ی معادله‌ها ی اولیه معادله‌ها یی ساده‌تر (پدیده‌شناختی) به کار می‌رود. سیستم را تا آن جا که می‌شود (که نتایج در حد - دقت - مورد نظر درست باشند) ساده می‌کنند.

اسم - این را اصل - دوم - فروکاست‌گرایی [a] می‌گذارم. نیوتُن [o] به هر سه معنی فروکاست‌گرا بود: در ادعاها یش تجربه و ریاضیات را به کار می‌برد، ادعا می‌کرد همان گرانش ی که افتادن - یک سیب بر زمین را تعیین می‌کند حرکت - ماه دور - زمین را هم تعیین می‌کند، و برا ی بررسی ی حرکت - یک سیاره در منظومه ی شمسی مدل - ساده‌شده ای به کار برد که در آن اثر - سیاره‌ها ی دیگر را کنار می‌گذاشت و خورشید و آن سیاره را نقطه‌ای می‌گرفت.

3 چرا فروکاست‌گرایی؟

کسان ی هستند (و فکر می‌کنم کم هم نیستند) که فروکاست‌گرایی [a] را نمی‌پذیرند، یا می‌گویند نمی‌پذیرند. این نپذیرفتن ممکن است نپذیرفتن - هر یک از سه معنی ی (یا

اصل (فروکاست‌گرایی [a] باشد).

3.0 اصل - صفرُم

بعضی‌ها به اصل - صفرُم عددزده‌گی می‌گویند. می‌گویند همه‌چیز را نمی‌شود با عدد سنجید، همه‌چیز صفر و یک نیست (یا همه‌چیز سیاه و سفید نیست بل که خاکستری است). اما ادعای اصل - صفرُم این نیست که همه‌چیز عدد است؛ این است که ادعاهایی که درستی یا نادرستی ایشان مستقل از شخص است بدون - عدد معنی ندارند. قطعه‌ی موسیقی A را در نظر بگیرید. این که A خوب است، ادعایی مستقل از شخص نیست؛ ممکن است یک A را دوست داشته باشد و یک Y نه. و این دونفر نمی‌توانند نظرشان را به هم ثابت کنند. اما این که مثلاً طیف - بس آمد یا شدت - A چیست بر اساس - عدد قابل‌بیان است و همه در باره‌اش توافق دارند. البته ممکن است زمان Y مدلی (عددی) برای این بار آید که قطعه‌هایی که مردم (یا بعضی از مردم) به آنها خوب می‌گویند طیف - شدت یا بس آمدشان چه ویژه‌گی‌یی دارد. همین حالا هم مدلهای خامی از این گونه هست، مثلاً این که اگر بس آمدهای موجود نزدیک - مضرب‌های صحیح Y (با عددهای کوچک) از یک بس آمد - پایه نباشند، قطعه به نظر - مردم گوش‌نواز نمی‌آید.

جایی که خیل Y ها به اصل - صفرُم ایراد می‌گیرند در تصمیم‌گیری‌ها است. می‌گویند به این شکل تصمیم‌گیری‌ها مکانیکی می‌شود و کار - تصمیم‌گیری را یک آدم - غیرمتخصص هم می‌تواند انجام دهد. مثلاً در ارزیابی Y گروه‌های مختلف و مقایسه Y آنها می‌گویند اگر این کار با عدد و یک مدلی - از پیش تعیین شده شدنی بود، یک منشی Y غیرمتخصص هم می‌توانست این کار را بکند. نکته این جا است که هر تصمیم‌گیری Y واقعاً انتخاب بین - صفر و یک است. این که فلان کار انجام شود، یا نشود. هر مقایسه‌ای بین - چند چیز در واقع مرتب‌کردن - آن چند چیز است. وقت Y چند چیز را مرتب می‌کنیم، داریم به آنها عدد نسبت می‌دهیم حتی اگر متوجه نباشیم. ساده‌ترین راه برای عددنسبت‌دادن این است که عدد - متناظر با یک چیز را رتبه Y آن چیز بگیریم. وقت Y در مقایسه چند پارامتر مهم می‌شود، ممکن است این ترتیب - ساده برای تک‌تک - پارامترها کارا نباشد. مثلاً در یک مدلی - ساده برای تعیین - چاقی و لاغری Y آدم‌ها جرم و قدشان مهم است. بین - آدم‌های با قد - یک‌سان، هر چه جرم بیشتر باشد شخص چاق‌تر است.

بین آدم‌ها با جرم - یک‌سان، هر چه قد بیش‌تر باشد شخص لاغرتر است. حالا فرض کنید یک گروه آدم اند که هم بر حسب - قد و هم بر حسب - جرم مرتب شده اند (با همان ترتیب - ساده ی رتبه). آیا با این اطلاعات می‌شود آن‌ها را بر حسب - چاقی هم مرتب کرد؟ نه. باید پارامتر - چاقی را بر حسب - پارامترها ی قد و جرم تعریف کنیم و خود - قد و جرم را هم در مورد - این آدم‌ها بدانیم تا بشود آن‌ها را بر حسب - چاقی مرتب کرد. ممکن است اگر بین - دو آدم مثلاً اختلاف - قد زیاد و اختلاف - جرم کم باشد، آن‌ها را مثل - دو آدم - هم جرم به حساب آوریم و ترتیب - چاقی ایشان را با ترتیب - قدشان تعیین کنیم. اما اگر چنین (یا بر عکس) نباشد، راه ی جز تعریف - پارامتر - چاقی بر حسب - قد و جرم و سنجش - قد و جرم نمی‌ماند. حتی اگر کس ی تعداد ی آدم را بر حسب - چاقی مرتب کند، با استفاده از ترتیب - او می‌شود تابع - چاقی را تعیین کرد. کافی است هر آدم را با یک نقطه در صفحه ی جرم-قد مشخص کنیم. نقطه‌ها یی که چاقی ی یک‌سان ی دارند خم‌ها یی را مشخص می‌کنند که خم‌ها ی تراز - تابع - چاقی اند. به این ترتیب تابع - چاقی (از نظر - آن مرتب‌کننده) تا حد - یک تابع - ترکیبی مشخص می‌شود. این یعنی ممکن است تابع - چاقی را f بگیریم یا F ، اما رابطه ی این دو تابع با هم این است که F برابر - $(g \circ f)$ است، که g یک تابع - یک‌نوا است. تا جایی که به مرتب‌کردن مربوط می‌شود، این دو تابع فرق ی با هم ندارند. ممکن است به نظر برسد تعیین - این تابع - چاقی کمک ی نمی‌کند. اما اگر این تابع معین باشد هر کس ی می‌تواند آدم‌ها ی یک گروه را بر حسب - چاقی ایشان مرتب کند، و نتیجه ی حاصل هم مستقل از زمان است. یعنی مقایسه ی آدم‌ها مستقل از شخص و زمان می‌شود. یک معیار از این نوع شاخص - جرم-بدن (بی‌ام‌آی) $[an]$ است، که برابر است با جرم بر حسب - کیلوگرم تقسیم بر مجذور - قد بر حسب - متر.

به این ترتیب، ما در تصمیم‌گیری‌ها و مقایسه‌ها واقعاً عدد به کار می‌بریم، اما شاید ناخودآگاه و به شکل ی غیرقابل‌انتقال به دیگران. همین است که تصمیم‌گیری‌ها را شخص گرا می‌کند. حالا چرا با عدد مخالفت می‌شود؟ چیزها یی که به نظر - من می‌رسد یک ی این است که مخالفان نمی‌دانند واقعاً دارند عدد به کار می‌برند (چه بخواهند و چه نخواهند)، و دیگر این که عددی کردن قدرت را از تصمیم‌گیرنده می‌گیرد. ممکن است شخص - تصمیم‌گیر بخواهد برا ی کاری از بین - یک گروه یک آدم - خاص را انتخاب کند، اما علت - انتخاب اش شخصی باشد. این علت - شخصی (مثلاً خویش‌اوندی) را به‌ساده‌گی نمی‌شود وارد - تابع ی کرد که در دسترس - همه است. این گفته که همه

چیز عدد نیست راه ی برا ی فرار از نتیجه ای است که مطلوب ـ آدم نیست و علت ـ مطلوب نبودن ـ اش را نمی‌شود علنی کرد. این که هزینه ی عملیات ـ نظامی ی ایالات ـ متحد در افغانستان و عراق از مرتبه ی هزار میلیارد دلار باشد [11] و در همان حال چند میلیون دلار هزینه ی انجام ـ یک آزمون در ایالات ـ متحد برا ی مقایسه ی سطح ـ دانش آموزان ـ این کشور با کشورها ی دیگر زیاد ارزیابی شود [12]، بعید است نتیجه ی مدل ـ عددی یی باشد که بشود آن را علنی کرد. ساده‌ترین است که گفته شود این قبیل چیزها ظرافت‌ها یی دارند که عددبردار نیستند.

استفاده از عدد و سنجش، مرتباً در زمینه‌ها ی بیش‌تری رایج می‌شود. یک مثال ورزش است. آن‌ها یی که مسابقه‌ها ی فوت‌بال را دنبال می‌کنند شاید توجه کرده باشند که اداره کردن ـ این مسابقه‌ها، و نیز داده‌ها ی مربوط به آن‌ها، نسبت به مثلاً ده سال پیش خیل ی کمی‌تر شده. این که برا ی یک ضربه ی آزاد داور فاصله ی مدافع‌ها از جا ی توپ را با قدم تعیین کند و نه با چشم، کاملاً عادی شده. این که برا ی یک مسابقه کسری از زمان که توپ در اختیار ـ یک تیم است، مسافت ی که بازی‌کن‌ها می‌دوند، تعداد ـ پاس‌ها ی موفق و ناموفق، سرعت ـ توپ در یک شوت، و مانند ـ آن ذکر شود کاملاً عادی است. و مثلاً وقت ی معلوم شود مسافت ی که بازی‌کن‌ها می‌دوند، در یک مسابقه در اروپا خیل ی بیش از چیزی است که در آسیا دیده می‌شود، کس ی از این شگفت‌زده نمی‌شود که در مسابقه ای که یک طرف ـ اش یک تیم ـ نوعی ی اروپایی و یک طرف ـ اش یک تیم ـ نوعی ی آسیایی است انتظار می‌رود طرف ـ اروپایی برنده شود.

یک نتیجه ی اصل ـ صفرُم ـ فروکاست‌گرایی [a] ساده کردن و دست‌رس‌پذیر بودن ـ مدل‌ها است، و آن‌ها یی که قدرت ـ زیاد ی دارند از این خوشش ـ شان نمی‌آید و بیش‌تر طرف‌دار ـ پیچیده کردن اند تا همه چیز در دست‌رس ـ همه نباشد. تلاش برا ی حفظ ـ هُزاورش (واژه‌ها یی که نگارش ـ شان با تلفظ ـ شان فرق دارد) هم شاید از همین مقوله باشد.

3.1 اصل ـ اول

از ایرادها یی که بر اصل ـ اول می‌گیرند، این است که از کجا معلوم این اصل درست باشد. چنان که از واژه ی اصل بر می‌آید، اصل ـ اول (و بقیه ی اصل‌ها) را نمی‌شود ثابت کرد.

چیزی که هست، گستره ی اعتبار - این اصل (در نظر - دانش پیشه‌ها ی حرفه‌ای) مرتباً بیش‌تر شده. حالا بعید است زیست‌شناس - جدی یی باشد که در این که قانون‌ها ی حاکم بر بدن - موجودات - زنده همان الکترومغناطیس و مانند - آن اند شک کند. این را با وضع - ابتدا ی قرن - 19 مقایسه کنیم که تصور می‌شد برا ی ساختن - مواد - آلی به اصطلاح نیرو ی حیاتی [z] لازم است. البته این تجربه که گستره ی اعتبار - این اصل مرتباً بیش‌تر شده و برگشت‌گاه ی هم در کار نبوده (یعنی موضع ی نبوده که این اصل آن را تسخیر کرده باشد و بعد پس بدهد) ثابت نمی‌کند این اصل درست است. اما این تجربه نشان می‌دهد پذیرش - این اصل موفق بوده. از جمله این که جست‌وجوی قانون‌ها ی جهان شمول جایزه (پیش‌بینی‌ها ی جدید) داشته است. به نظر می‌رسد فعلاً مرز - گستره ی اعتبار - قطعی ی این اصل مرز - زیست‌شناسی و انسان‌شناسی (روان‌شناسی، جامعه‌شناسی، ...) است. البته فیزیک‌پیشه‌ها ی جدی هم می‌دانند که دست‌کم فعلاً مثلاً پیش‌بینی ی رفتار - یک ببر بر اساس - برهم‌کنش‌ها ی الکترومغناطیسی ی ذره‌ها ی سازنده ی آن و محیط آَش عملی نیست.

این جا است که به اشکال - دیگری می‌رسیم که بر این اصل می‌گیرند: این اصل شاید درست باشد، اما غیر عملی است؛ در سیستم‌ها ی پیچیده قدرت - پیش‌بینی نمی‌دهد. به نظر م این اشکال هم به این اصل وارد نیست. ادعا ی اصل - اول این است که همه ی مسئله‌ها علی‌الاصول به تعداد - کم ی قانون - جهان شمول فروکاسته می‌شوند، نه این که فعلاً همه ی مسئله‌ها ی عملی را می‌شود (یا خوب است) با استفاده ی مستقیم از آن قانون‌ها حل کرد.

فکر می‌کنم بعضی از آن‌ها یی که به طرف‌داری یا مخالفت با اصل - اول - فروکاست‌گرایی [a] با هم بحث می‌کنند، گاه ی بحث - شان را که در واقع سر - چیز - دیگری است در قالب - فروکاست‌گرایی [a] بیان می‌کنند. بحث - آندریسن [b] و وین‌پرگ [c] با هم مثال ی از این نوع است. مثلاً، در سیستم‌ها ی پیچیده هم برهم‌کنش ی جز برهم‌کنش‌ها ی بنیادی (در واقع در بیش‌تر - موارد فقط الکترومغناطیس) وارد نمی‌شود، هر چند پدیده‌ها یی مثل - گذارِ فاز فقط در سیستم‌ها یی دیده می‌شود که تعداد - زیاد ی ذره دارند، ولی لازم نیست گذارِ فاز را به شکل - یک قانون - اضافی وارد کنیم. اساساً کار - مکانیک - آماری همین است، که پدیده‌ها ی جدید - مربوط به سیستم‌ها ی بس‌ذره‌ای را از قانون‌ها ی بنیادی یی که بر همه ی سیستم‌ها حاکم اند استنتاج کند. پذیرش - این برایم

دشوار است که فیزیک‌پیشه‌ی برجسته‌ای مثل [b] آندریس [b] این را نداند. و پذیرش [c] این هم برایم دشوار است که فیزیک‌پیشه‌ی برجسته‌ای مثل [c] وین‌پرگ [c] نداند مکانیک [c] آماری (هر چند روش باشد نه قانون [c] بنیادی) برای استنتاج [c] پدیده‌ها [c] بس‌ذره‌ای لازم است. حتا پذیرش [c] این هم برایم دشوار است که آندریس [b] و وین‌پرگ [c] ندانند که آن دیگری هم چیزی را که این یکی می‌گوید می‌فهمد. پس بحث سر [c] چیست؟ چرا یک [c] می‌کوشد اهمیت [c] آموختن (یا کشف) [c] قانون‌ها [c] بنیادی را کم کند به این بهانه که سیستم‌ها [c] بس‌ذره‌ای متفاوت اند، و دیگری می‌کوشد اهمیت [c] آموختن (یا کشف) [c] قانون‌ها [c] بنیادی را زیاد کند به این بهانه که جزاین‌ها چیزی برپدیده‌ها حاکم نیست؟ نظر [c] من (که شاید بدبینانه بنماید) این است که بحث [c] واقعی این نیست. این دونفر نماینده‌ی دو زمینه‌ی پژوهشی اند. هر یک می‌کوشد تئیمین‌کننده‌ها را به پژوهش [c] موردعلاقه‌اش جلب کند، و چون منابع [c] بالقوه‌بی‌پایان نیستند، جذب [c] بودجه‌ی بیش‌تر برای یک زمینه به معنی کاهش [c] بودجه‌ی دیگر است. این دوفیزیک‌پیشه‌ی برجسته هم (مثل [c] خیل [c] آدم‌ها [c] دیگر) استدلال‌ها [c] بی‌می‌تراشند که امکانات را به زمینه‌ی موردنظرشان برانند، و البته چون دنبال [c] این اند که به نتیجه‌ی مطلوبشان برسند استدلال [c] عددی (اصل [c] صفرم) را کنار می‌گذارند (بر خلاف [c] آن چه در کارشان به عنوان [c] فیزیک‌پیشه انجام می‌دهند) و به همین خاطر نتایج [c] متفاوتی به دست می‌آورند. البته شاید اگر هزینه‌ی 1000 میلیارددلاری [c] جنگ در عراق و افغانستان را با هزینه‌ی چندمیلیارددلاری [c] اس‌اس‌سی [i] مقایسه می‌کردند، به این نتیجه می‌رسیدند که دعوی اصلی بین [c] آندریس [b] و وین‌پرگ [c] نیست بل که بین [c] این دونفر (در یک طرف) و یک گروه [c] دیگر است.

یک انگیزه‌ی دیگر [c] مخالفت با اصل [c] اول، بازانگیزه‌ی آدم‌ها [c] قدرت‌مند [c] است که ترجیح می‌دهند با استدلال دیگران را قانع نکنند، شبیه [c] همان انگیزه‌ای که این آدم‌ها در مخالفت با اصل [c] صفرم دارند. این که فلان مدل این‌جا کار نمی‌کند، ممکن است بهانه‌ی خوب [c] باشد برای این که در تصمیم‌گیری اصولاً مدل و نیاز به قانع کردن [c] منطقی [c] مردم را کنار بگذاریم. در غیر [c] این صورت اگر مدل [c] در یک حالت به نتیجه‌ی A می‌انجامد و ادعا می‌شود که در حالت [c] موردنظر [c] ما چنین نتیجه‌ای به دست نمی‌آید، باید توضیح داد کدام پارامترها [c] یند که در آن دو حالت با هم فرق دارند. در فیزیک، این که مدل [c] گرانش در زمین کار می‌کند و در مثلاً برجیس [c] نه، و به همین خاطر

موشک ی که برای فرار از گرانش زمین طراحی شده در برجیس کار نمی‌کند پذیرفته نیست. عبارت پذیرفته مثلاً این است که هر چند گرانش همه جا کار می‌کند، سرعت فرار از برجیس بیش از سرعت فرار از زمین است و موشک ی که بتواند به سرعت فرار از زمین برسد، لزوماً به سرعت فرار از برجیس نمی‌رسد، پس لزوماً نمی‌تواند از برجیس بگریزد. در اقتصاد هم این که انتشار اسکناس بیش از تولید، به تورم می‌انجامد خاص کشورها ی صنعتی یا غیرصنعتی، غربی یا شرقی، نیست. انتشار بیش از حد اسکناس همیشه و همه جا تورم‌زا است. اصطلاح فنی ی رایج بین فیزیک‌پیشه‌ها این است که قانون‌ها مستقل از زمان و مکان اند. به همین خاطر اگر جایی اتفاق رخ داد که با اتفاق ی یک جا یا زمان دیگر متفاوت بود، این گفته که این دو جا (یا زمان) با هم فرق دارند و نمی‌شود مدل مربوط به یک ی را برای دیگری به کاربرد خود پذیرفته نیست. باید معلوم شود اختلاف پارامترها در این دو جا (یا زمان) چیست که به این نتایج متفاوت انجامیده است.

3.2 اصل دوم

یک ادعا هست که فیزیک‌پیشه‌ها مسائل را زیاد ی ساده می‌کنند تا بتوانند حل شان کنند. در حال ی که مسئله‌ها ی واقعی به این ساده‌گی نیستند. فیزیک‌پیشه‌ها در هر مسئله بسیاری از چیزها را کنار می‌گذارند، در حال ی که در زنده‌گی ی واقعی باید همه ی پارامترها را در نظر گرفت. فیزیک جزئی‌نگر است، در حال ی که برای حل خیل ی مسئله‌ها باید کلی‌نگر بود. رضا منصور ی [k] از رواج‌دهنده‌ها ی این نگرش است. او می‌گوید [13]:

ما کمابیش با پیچیده‌گی ی علم فیزیک آشنا شده ایم، اما فراموش می‌کنیم بحث‌ها ی جامعه‌شناسانه ی علم هم، حتا گپ‌ها ی روزمره در محیط پژوهشی هم که معمولاً از این جنس است، از نوع ی قواعد علمی تبعیت می‌کند که نشناختن یا دست‌کم گرفتن آن تبعات هول‌ناک ی ممکن است داشته باشد. بی‌جهت نیست علم روان‌شناسی پیش‌رفت کرده و مشاوران درآمدها ی کلان ی دارند. اگر به عنوان فیزیک‌دان ی جدی و پویا به این جنبه‌ها ی زنده‌گی و گفت‌وگوها ی محیط پژوهشی توجه نکنیم نباید

ادعایی بیش از فیزیک‌دان بودن بکنیم، مثلاً نباید ادعای مدیریت - پژوهش، در هر سطحی، داشته باشیم؛ نباید رسالتی در نوشته‌های خود ببینیم؛ نباید نقش - دانا در امور - پژوهشی را بازی کنیم. بپذیریم که دراموری غیر از پژوهش - فیزیک ساده هستیم، ساده در دنیایی بسیار پیچیده! ما در فیزیک فرا می‌گیریم که فروکاست‌گرا باشیم؛ اما دنیا، حتا دنیا ی کوچک - پژوهش‌گاه، و درک - آن ظاهراً از قواعد - دیگری پی‌روی می‌کند. نه تنها جامعه‌شناسان، که زیست‌شناسان هم، این روش - فروکاست‌گرایی ی علم - فیزیک را نمی‌پذیرند، حالا هر چه هم وین‌پرگ فریاد بزند اشتباه می‌کنند!

من، فی نفسه، یاد گرفته‌ام و پذیرفته‌ام که در همه ی امور - زنده‌گی یم، به جز پژوهش در علم - فیزیک، کل‌نگر باشم و به تعبیری پادفروکاست‌گرا. به نظر م می‌رسد از این طریق پیچیده‌گی‌های مدیریتی و اجرایی را بهتر درک می‌کنم. تجربه ی خود م نشان داده است که از این طریق مسئله‌ها را بهتر توانسته‌ام حل کنم. در هر صورت هر کس دل‌ش به حال - آینده ی فیزیک، حتا در یک محیط - کوچک مانند - پژوهش‌گاه - دانش‌ها ی بنیادی یا یک دانش‌گاه می‌سوزد، بهتر است کم ی تامل کند و به قیاس - پژوهش - فیزیک گاز ندهد، آهسته با تامل براند. پژوهش‌گاه و پژوهش‌کده ی فیزیک هفده سال طول کشیده است به این جا رسیده است، و قبل از آن حدود 15 سال از ایده تا تئیسس - آن طول کشیده است.

این گونه است که ما یاد می‌گیریم علم، تفکر - علمی و مدرنیت، را وارد - زنده‌گی یمان بکنیم. نباشد که یک جنبه ی زنده‌گی ی ما، پژوهش - فیزیک، رشد کند، اما جنبه‌های دیگر - فعالیت - انسانی ی ما در نوباوه‌گی ی تاریخی بماند. این طوری بعید است بتوانیم جو - علمی در محیط ی کوچک، چه رسد به محیط - کشور، ایجاد کنیم. تنها به گپ‌ها ی خصوصی و قطبیدن - اطراف - مان کمک می‌کنیم. بلوغ اولین و اساسی‌ترین شرط - تثبیرگذاری است!

منصوری [k] می‌گوید روشی که برای حل - مسئله‌های فیزیک به کار می‌برد با روشی که برای حل - بقیه ی مسئله‌ها به کار می‌برد فرق دارد. در مسئله‌های دسته ی اول فروکاست‌گرا است و در مسئله‌های دسته ی دوم پادفروکاست‌گرا. دست‌کم این جا،

منصوری [k] فروکاست‌گرایی [a] را به‌طور صریح به معنی ی اصل - دوم (حذف - بعضی پارامترها) به کار می‌برد. البته این که می‌گوید چیزهایی هستند که از قاعده‌ها ی دیگری تبعیت می‌کنند را می‌شود اشاره به اصل - اول (نقد - آن) گرفت. من در این متن اشاره ای به اصل - صفرم نمی‌بینم.

آن چه در نهایت می‌خواهم نشان دهم این است که با پذیرش - اصل - صفرم، پذیرش - اصل - دوم اجتناب‌ناپذیر می‌شود. اساس - استدلال - م هم محدودیت - امکانات - محاسبه است. ما قرار است از یک سیستم نتیجه ی عددی به دست آوریم. همه ی ابزارها ی محاسباتی پیمان محدود است. یعنی هر کار کنیم نمی‌شود تعداد - بی‌پایان ی پارامتر را در نظر گرفت، یا تعداد - بی‌پایان ی محاسبه انجام داد. پس روشن است که باید تعداد ی پارامتر را برگزینیم. تا این جا راه ی غیر از آن چه در فیزیک به کار می‌رود نیست. ممکن است گفته شود در مسئله‌ها ی مثلاً اجتماعی، درست است که نمی‌شود همه ی پارامترها را در نظر گرفت، اما برخلاف - فیزیک باید تا حد - امکان تعداد - بیش‌تری پارامتر را در نظر گرفت. اما این گفته اطلاعات ی ندارد. در فیزیک هم می‌دانند هر چه تعداد - بیش‌تری پارامتر را در نظر بگیرند نتیجه ی دقیق‌تری به دست می‌آید. اما یک ضرب‌المثل هم هست که می‌گوید هر چه پول بدهی آش می‌خوری. افزایش - تعداد - پارامترهایی که در نظر می‌گیریم هزینه دارد، و باید حساب کرد این افزایش به هزینه آش می‌ارزد یا نه. گاه ی وضع از این هم بدتر است: ممکن است وارد کردن - بعضی پارامترها هزینه آش از کل - سرمایه ی موجود بیش‌تر باشد. یک مثال از این نوع پیش‌بینی ی وضع - هوا است. معادله‌ها ی حاکم بر وضع - هوا مدت‌ها است شناخته شده اند و شکل - ظاهری پشان هم پیچیده نمی‌نماید. اما حل - این معادله‌ها ابزار - محاسباتی یی می‌خواهد که تا یکی دوده پیش در دست‌رس نبود. نتیجه این شد که این معادلات را ساده کردند تا بتوانند حل - شان کنند. پیش‌بینی‌ها یی که بر اساس - این معادلات - ساده‌شده انجام می‌شد دقیق نبود، به ویژه در درازمدت. علت هم همان ی است که انتظار می‌رود: مدل زیادی ساده شده بود. اما همان مدل - زیادی ساده‌شده به‌تر از هیچ بود. حالا که کامپیوترها ی قوی‌تری داریم لزوم ی ندارد مدل را تا آن حد ساده کنیم، و نتیجه پیش‌بینی‌ها ی دقیق‌تر است. این که هواشناس‌ها ی چند دهه پیش مدل - شان را ساده می‌کردند از سر - سیری یا ناآگاهی نبود. کار - به‌تری از دست - شان بر نمی‌آمد. اگر همان موقع کسی ی به آن‌ها انتقاد می‌کرد که علت - بدی ی پیش‌بینی‌ها این است که پارامترها ی زیاد ی را کنار گذاشته اند،

انتقاد درست می‌بود و در همان حال بی‌فایده. این بهترین کاری بود که آن موقع از مردم بر می‌آمد، و روش - غیرفیزیکی یا پادفروکاست‌گرایانه ای هم نبود که این مشکل را نداشته باشد.

یک اشکال - دیگر به اصل - دوم (یا شاید همان اشکال - قبلی به بیان ی دیگر) این است که فروکاست‌گرایی [a] (یا جرئی‌نگری) به این می‌انجامد که بعضی پدیده‌ها دیده نشوند. مثال ی که برای این ذکر می‌شود پدیده ی آشوب است. آشوب، به بیان - ساده این است که تحول - یک سیستم به شدت به حالت - اولیه ی آن سیستم وابسته باشد. پس خطایی هر قدر کوچک در حالت - اولیه، سرانجام به خطایی بزرگ در حالت - سیستم می‌انجامد، و عملاً سیستم را پیش‌بینی‌ناپذیر می‌کند. چنین خطاهایی در حالت - اولیه همیشه هستند، چه به خاطر - خطا در سنجش و چه به خاطر - خطای محاسباتی. پس چنین سیستم‌هایی در درازمدت پیش‌بینی‌ناپذیر اند. باز هم هواشناسی مثال ی از این سیستم‌ها است. می‌گویند ممکن است بال‌زدن - یک پروانه، در درازمدت به یک توفان بینجامد. به همین خاطر نه حالا که هیچ وقت قدرت - پیش‌بینی ی درازمدت - هوا را نخواهیم داشت.

من ربط - این به روش - فیزیکی (فروکاست‌گرایانه) را نمی‌فهمم. آیا سیستم‌ها ی آشوب‌ناک را به روش ی غیرفروکاست‌گرایانه بررسی می‌کنند؟ آیا پادفروکاست‌گرایان راه ی سراغ دارند که اثر - بال‌زدن - پروانه بر توفان را در نظر بگیرند و برای وضع - هوا پیش‌بینی ی درازمدت - معتبر انجام دهند؟ روشن است که جواب - این سؤال‌ها منفی است. شاید منظور این است که پیش از کشف - پدیده ی آشوب تصور می‌شد هر سیستم ی را می‌شود با دقت - دل‌بخواه پیش‌بینی کرد، و حالا چنین تصور نمی‌شود. این درست است ولی خود - آشوب را فیزیک‌پیشه‌ها و ریاضی‌پیشه‌ها کشف کردند و حالا هم به‌تر از دیگران می‌دانند پی‌آمدها ی این پدیده چیست. این تغییر تصور اولین بار نیست که رخ داده و بعید است آخرین بار هم باشد. پیش از کوانتم مکانیک تصور می‌شد برای توصیف - سیستم‌ها ی مکانیکی باید مسیر - ذره‌ها ی سازنده ایشان را به دست آورد، و چنین هدف ی علی‌الاصول دست‌یافتنی است. کوانتم مکانیک این تصور را کاملاً به هم ریخت، معادلات - حاکم بر سیستم‌ها را هم تغییر داد. حتا این خواسته را که نتیجه ی آزمایش‌ها با یقین معلوم باشد ناموجه (دست‌نیافتنی) شمرد. ولی هیچ یک از این‌ها به کنار گذاشتن - سه‌اصل - فروکاست‌گرایی [a] در فیزیک نینجامید. نتیجه ای که من از این

رخ داده‌ها می‌گیرم این است که در فیزیک مدل‌ها و تصورها به‌روز می‌شوند و پیش می‌آید که مدل‌ها بی‌کیفیت (به‌تر است بگویم مفید) می‌پنداشتیم. شان را کنار بگذاریم. این را خود فیزیک‌پیشه‌ها هم می‌پذیرند، اما نکته این‌جا است که دست‌کم تا کنون کسی راه‌ی عملی پیش‌نهاده که این مشکلات (اگر این‌ها مشکل‌اند) را نداشته باشد.

شاید هم منظور از ارتباط‌دادن آشوب با فروکاست‌گرایی این باشد که حالا معلوم شده سیستم‌هایی هستند که تغییری هر چند اندک در توصیف آن‌ها (از جمله کنار گذاشتن پارامترهای ظاهراً بی‌اهمیت) به پیش‌بینی‌ها بی‌کاملاً نادرست می‌انجامد. پس نباید هیچ پارامتری را حذف کرد. این که ممکن است حذف بعضی پارامترها از توصیف بعضی سیستم‌ها به پیش‌بینی‌ها بی‌نادرست (البته در درازمدت) بینجامد درست است، اما اگر راه‌ی نباشد که همه پارامترها را در نظر بگیریم چه باید کرد؟ جز این است که باید بکوشیم پارامترهای بی‌اثر تعیین‌کننده دارند را بشناسیم، و این که حساب کنیم (یا تخمین بزنیم) مقیاس زمانی درستی پیش‌بینی‌ها چیست؟ اصولاً مگر می‌شود مطمئن شد همه پارامترها در نظر گرفته شده‌اند؟

منصوری [k] از این که آدم‌ها بسیط فکر می‌کنند (همه پارامترها را در نظر نمی‌گیرند) مثال‌ها بی‌دیگری هم می‌آورد که ارتباط‌دادن شان به فروکاست‌گرایی [a] را حتا کم‌تر از موارد پیش‌می‌فهمم (اگر منظور آن‌ها این است). مثلاً در صفحه ۱۱۵ از [7] آمده

... شعار خوب کوچک‌شدن بدنه دولت به این تبدیل می‌شود که بخش‌نامه می‌شود که همه بی‌دست‌گاه‌ها بی‌دولتی ده تا بیست درصد کارمندان را کاهش دهند. چرا اگر قرار است دولت کارمندان آن را کم کند، باید هر سازمان ده درصد کم کند؟ شاید لازم باشد وزارت کشاورزی چهل درصد کاهش دهد و وزارت علوم بیست درصد افزایش دهد؛ ولی هیچ منطقی نیست و این بیان‌گر این است که مدیران‌ی که چنین سیاست‌ی را اجرا می‌کنند، بسیط فکر نمی‌کنند [می‌کنند]، ذهن‌شان پیچیده نیست ...

اشکالی که منصوری [k] طرح می‌کند این است که اگر قرار باشد مجموع چند عدد در ضریب‌ی ضرب شود، لازم نیست تک‌تک آن عددها در این ضریب ضرب شوند، که کاملاً درست است. اما اگر منظور از بسیط‌فکر کردن همان تفکر فروکاست‌گرایانه (به هر یک از معنی‌های بالا است) نمی‌فهمم این تصور نادرست (که باید همه بی‌عددها را در

آن ضریب ضرب کرد) چه ربطی به فروکاست‌گرایی [a] دارد. باز فکر می‌کنم آن‌ها بی‌که فروکاست‌گرایی [a] را به کار می‌برند به‌تر از دیگران این قضیه را می‌دانند. در واقع بر خلاف آن‌چه شاید پادفروکاست‌گرایان (به معنی‌ی اصل - دوم) بگویند، اهمیت - اصل - دوم در سیستم‌ها ی پیچیده حتا بیش از اهمیت - آن در سیستم‌ها ی ساده است. تعداد - پارامترها، در سیستم‌ها ی پیچیده بیش‌تر است تا در سیستم‌ها ی ساده. پس این‌که همه ی پارامترها ی درگیر را وارد کنیم، در سیستم‌ها ی پیچیده حتا غیرعملی‌تر است تا در سیستم‌ها ی ساده. مثلاً در ترمودینامیک به جا ی این‌که انرژی ی تک‌تک - ذرات را بررسی کنند از کمیت - دما استفاده می‌کنند که معیار ی است از میان‌گین - انرژی ی سیستم‌ها یی که از نظر - ماکروسکپی یک‌سان اند.

خلاصه، فکر می‌کنم پذیرش - اصل - دوم نتیجه ی اجتناب‌ناپذیر - پذیرش - اصل - صفرم است، و فروکاست‌گرایان هم برا ی هر مسئله ای تا جا یی که می‌توانند تعداد - بیش‌تری پارامتر را در نظر می‌گیرند. به این ترتیب نمی‌فهمم منظور - منصور ی [k] که می‌گوید جز فیزیک کل‌نگر است و می‌کوشد تعداد - زیاد ی پارامتر را در نظر بگیرد چیست. یعنی فرق - روش ی که او پیش می‌نهد با فروکاست‌گرایی [a] (به معنی ی دوم) چیست. در واقع - خود - منصور ی [k] هم در جا یی (صفحه ی 35 از [7]) می‌پذیرد که جای‌گزین ی برا ی فروکاست‌گرایی [a] پیش‌نهاد:

من هیچ دانش‌مندی را ندیدم که پادفروکاست‌گرا باشد؛ نه در اقتصاد و نه در جاها ی دیگر. آن‌ها یی که در زیست‌شناسی این بحث‌ها را مطرح کرده‌اند، فقط در مرحله ی تصور اند و هنوز نمی‌توانند به عنوان - دانش‌مندان و متخصصان - [پاد]فروکاست‌گرا مطرح باشند. من خود - م خیل ی به این مبحث علاقه دارم؛ گر چه در بحث - توسعه ی ایران کوشیده‌ام نظرها ی خود را مبتنی بر اصل - زیستارگرایی، که نوع ی پادفروکاست‌گرایی است، مطرح کنم؛ ولی هنوز نمی‌توانم بگویم اگر ما در فیزیک پادفروکاست‌گرا باشیم چه‌گونه باید نظریه بسازیم. هیچ کس نمی‌داند و این فقط به عنوان - اشکال - پیداشده ای در طرح‌ها ی علمی مطرح می‌شود. در اقتصاد، هیچ اقتصاددان ی ندیده‌ام که خود - اش ادعا کند پادفروکاست‌گرا است؛ اگر به من معرفی کنید خوش‌حال می‌شوم.

اگر تعبیر - من از عبارت - بالا درست باشد، آنگاه فرق ی که این عبارت با ادعا ی اجتناب ناپذیر بودن - اصل - دوم در صورت - پذیرش - اصل - صفرم دارد این است که منصوری [k] می پذیرد جای گزین ی برای اصل - دوم نیافته، و ادعا ی من کم ی قوی تر است: جای گزین نه تنها تا کنون پیدا نشده، در آینده هم پیدا نخواهد شد.

4 جمع بندی

به نظر - من ریاضیات و تجربه تنه راه - بیان و اثبات - ادعاها مستقل از شخص است (فروکاست گرایی به معنی ی صفرم). پی آمد - پذیرش - این آن است که در توصیف - هر سیستم باید پارامترها یی انتخاب کرد و بر اساس - آنها برای سیستم مدل سازی کرد. هر چه تعداد - این پارامترها بیش تر باشد، توصیف - دقیق تر ی به دست می آید و البته کار هم سخت تر می شود (فروکاست گرایی به معنی ی دوم). تجربه نشان داده کوشش برای استنتاج - مدل برای سیستمها بر اساس - تعداد - کم ی قانون - جهان شمول مفید است (فروکاست گرایی به معنی ی اول).

درباره ی انگیزه برای مخالفت با فروکاست گرایی، اثبات - ادعاها یم ساده نیست چون راه ی برای تشخیص - آن چه در ذهن - مردم می گذرد نمی شناسم. اما فکر می کنم بعضی ها دوست دارند به نتیجه ی خاص ی برسند که لزوماً از استدلال و تجربه به دست نمی آید (و شاید استدلال و تجربه به نتیجه ای متضاد با آن چه مطلوب - شان است بینجامد). اما ضمناً کس ی جای گزین ی برای فروکاست گرایی ارائه نکرده. البته می شود گفت شاید بعداً پیدا شود، که نمی دانم پی آمد - پذیرش - این ادعا (اگر اصولاً ادعا یی در کار باشد) چیست. صبر کنیم تا آن روش - دیگر پیدا شود؟

5 مراجعها

[1] محمد خرمی؛ "فیزیک ریاضی چیست؟"، XM-002 (2004/02/05)

[2] Philip Warren Anderson; "more is different"; Science 177 (1972) 393

- [3] Philip Warren Anderson; “against reductionism”; Physics World (November 2006) 10
- [4] Steven Weinberg; “dreams of a final theory” (Pantheon Books, 1992)
- [5] Steven Weinberg; “reductionsim redux”; The New York Review of Books 42, 15 (5 October 1995)
- [6] رضا منصورى؛ ”ايران ۱۴۲۷: عزم - ملي براي توسعه ي علمي و فرهنگي“، ويراست - دوم (طرح - نو، ۱۳۸۰)
- [7] حسن عشائري، موسا غني‌نژاد، و رضا منصورى؛ ”ايران - آينده از نگاه - سه انديش مند - ايران - امروز“ (ديبايه، ۱۳۸۶)
- [8] Aristotle; “Physics”, (Oxford University Press, 1996)
- [9] Galileo Galilei; “Dialogue concerning the two chief world systems”, (Modern Library, 2001)
- [10] Isaac Newton; “The Principia (mathematical principles of natural philosophy)”, (University of California Press, 1999)
- [11] “Hidden costs raise’ US war price”,
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/7092053.stm> (13 November 2007)
- [12] Jeffrey Mervis, “U.S. says no to next global test of advanced math, science students”, Science **317**, 5846 (28 September 2007) 1851
- [13] http://hamvarda.blogspot.com/2007/08/blog-post_28.html

6 اسم‌ها ي خاص، واژه‌نامه

- [a] reductionism
- [b] Philip Warren Anderson (1923/12/13 –)
- [c] Steven Weinberg (1933/05/03 –)

- [d] Nobel
- [e] Nevill Francis Mott (1905/09/30 – 1996/08/08)
- [f] John Hasbrouck van Vleck (1899/03/13 – 1980/10/27)
- [g] Sheldon Lee Glashow (1932/12/05 –)
- [h] Abdus Salam (1926/01/29 – 1996/11/21)
- [i] Superconducting Super Collider (SSC)
- [j] antireductionism
- [k] Reza Mansouri (1948/01/08 –)
- [l] Aristotelis (384 BCE– 322 BCE)
- [m] Galileo Galilei (1564/02/15 – 1642/01/08)
- [n] Wolfgang Pauli (1900/04/25 – 1958/12/15)
- [o] Isaac Newton (1643/01/03 – 1727/03/31)
- [p] Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811/03/11 – 1877/09/23)
- [q] John Couch Adams (1819/06/05 – 1892/01/21)
- [r] Benjamin Franklin (1706/01/17 – 1790/04/17)
- [s] Hans Christian Ørsted (1777/08/14 – 1851/03/09)
- [t] Antoine-Laurent de Lavoisier (1743/08/26 – 1794/05/08)
- [u] John Dalton (1766/09/06 – 1844/08/27)
- [v] Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776/08/09 – 1856/08/09)
- [w] Stanislao Cannizzaro (1826/08/13 – 1910/05/10)
- [x] Joseph John Thomson (1856/12/18 – 1940/08/30)
- [y] Ernest Rutherford (1871/08/30 – 1937/10/19)
- [z] vis vitalis
- [aa] Friedrich Wöhler (1800/07/31 – 1882/09/23)

- [ab] vitalism
- [ac] James Clerk Maxwell (1831/06/13 – 1879/11/05)
- [ad] Josiah Willard Gibbs (1839/02/11 – 1903/04/28)
- [ae] Ludwig Eduard Boltzmann (1844/02/20 – 1906/09/05)
- [af] fluctuation-dissipation theorem
- [ag] Albert Einstein (1879/03/14 – 1955/04/18)
- [ah] Thales (624 BCE – 546 BCE)
- [aj] Democritus (460 BCE – 370 BCE)
- [ak] William Thomson (Kelvin) (1824/06/26 – 1907/12/17)
- [al] Johannes Kepler (1571/12/27 – 1630/11/15)
- [am] Global Positioning System (GPS)
- [an] Body Mass Index (BMI)