

فروکاست گرایبی چیست؟^۱

XM-007 (2008/03/22)

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 مسئله‌ها است. عده ای می‌گویند این نگرش مفید است، و در کرانه ی این عده کسان ی هستند که می‌گویند این تنها نگرش مفید است. عده ای هم می‌گویند این نگرش برا ی همه ی مسائل مفید نیست. بین این دسته هم از این نظر که این نگرش برا ی چه مسائل ی مفید نیست فرق هست. کسان ی هستند که این نگرش را برا ی فیزیک به معنی ی عام (علم) [1] مفید می‌دانند و برا ی مسائل دیگر نه. بعضی‌ها معتقد اند در خود فیزیک (به معنی ی خاص) [1] هم مسئله‌ها یی هست که فروکاست‌گرایی [a] روش مناسب ی برا ی حل شان نیست. فیلیپ آندریسن [b] و سَتیون 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 ولیک [f]، و وین‌پرگ [c] در 1979 همراه با کُلشائو [g] و عبدالسلام [h]. آندریسن [b] ماده ی چگال‌پیشه است و وین‌پرگ [c] فیزیک‌ذرات‌پیشه. اول ی مخالف فروکاست‌گرایی [a] است [2] و [3] و در 1987 در کنگره ی ایالات متحده در مخالفت با ساختن آَبَرخورددهنده ی آَبَرسانا (اس‌اس‌سی) [i] اظهار نظر کرد. دومی طرف‌دار فروکاست‌گرایی [a] است [4] و [5] و برا ی ساخته‌شدن اس‌اس‌سی [i] فعالیت کرده. پادفروکاست‌گرایی [j] ی اولی و فروکاست‌گرایی [a] ی دومی در خود فیزیک (حتا به معنی ی خاص) است.

در ایران، بین فیزیک‌پیشه‌ها رضا منصور ی [k] می‌گوید در فیزیک (شاید حتا نه در همه ی موارد) باید فروکاست‌گرا بود و در بقیه ی زمینه‌ها پادفروکاست‌گرا [6] و [7].

برا ی بررسی ی این دیدگاه‌ها، اول باید معلوم شود منظور از فروکاست‌گرایی [a] چیست. ظاهراً در این زمینه تعریف یک‌تایی نداریم. این‌جا هدف طرح تعریف‌ها ی احتمالی ی مختلف و بررسی ی

¹ این مقاله، با اجازه ی نویسنده، از منزل‌گاه نویسنده برداشته شده است، و همه ی حقوق آن برا ی نویسنده محفوظ است.

گستره ی مفیدبودنِ فروکاست‌گرایی [a] یا پادفروکاست‌گرایی [j] است.

0 فروکاست‌گرایی و عدد و تجربه

ابزار - بیان - یک ادعا (یا نتیجه) چیست؟ ابزار - تحقیق - درستی ی یک ادعا چیست؟ یک جواب این است. ابزار - بیان عدد (ریاضیات) است، و تجربه تعیین می‌کند ادعا بی 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 - فیزیک این است بدیهی بنماید. برای این که معلوم شود چنین نیست (یا نبوده است) می‌شود به [8] (فیزیک - آریستوتلیس [1] یا حتا [9] (گفت‌وگو ی گالیلئو [m]) نگاه کرد. نه این که در این کتاب‌ها عدد (کمیت) نیست (هر چند سبک - این کتاب‌ها یافتن - کمیت‌ها در آن‌ها را دشوار می‌کند)، اما مقدار - زیاد ی حرف (ادعا) دیده می‌شود که راه - تحقیق - شان معلوم نیست، گاه ی معنی ایشان هم معلوم نیست. به بیان - پاولی [n]، این ادعاها حتا غلط هم نیستند. در برابر - این‌ها پُرنکیپیا [10] ی نیوٹن [o] است، که سراسر عدد و استدلال - 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 - 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 بی اند که درستی یا نادرستی ایشان (مستقل از شخص) معنی دارد و دسته ی دیگر آن‌ها بی که چنین نیستند. مثلاً این که یک اثر - هنری ی خاص خوب است یا بد، در دسته ی دوم می‌گنجد. گزاره ی زیر را در نظر بگیرید.

تنهاراه - بیان و اثبات (یا نقض) - ادعاها بی که درستی یا نادرستی ایشان مستقل از

شخص است، عدد و ریاضیات و تجربه است.

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

1 فروکاست‌گرایی و قانون‌ها ی جهان شمول

فرض کنید اصل - صفر - فروکاست‌گرایی [a] را بپذیریم. در این صورت برا ی توصیف - (پیش‌بینی ی) پدیده‌ها مدل‌ها (قانون‌ها بی) لازم داریم. آیا قانون‌ها بی که به پدیده‌ها ی مختلف مربوط اند بی ارتباط با هم اند؟ دلیل - منطقی بی نداریم که نتیجه بگیریم این قانون‌ها مستقل از هم اند یا از فقط از یک

قانون (یا تعداد - کم ی قانون) ناشی می‌شوند. اما تجربه ی باز دست‌کم از نیوتن [o] به بعد این است که مردم نوعاً دنبال - این بوده اند که به جا ی تعداد - زیاد ی مدل - مستقل از هم تعداد - کم ی مدل (در به‌ترین حالت فقط یک مدل، نظریه ی همه‌چیز) داشته باشند که همه ی پدیده‌ها را بشود بر اساس - آن توجیه کرد. چند مثال:

a1 ادعا ی نیوتن [o] این بود که قانون‌ها ی نیوتن [o] در مکانیک بر همه ی پدیده‌ها حاکم اند، یعنی جهان‌شمول اند. این بخش ی از یک نظریه ی همه‌چیز است، اما ته همه ی 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 برا ی پیش‌بینی چه معادله ای را باید حل کرد. البته یک نکته باقی می‌ماند و آن این که ممکن است حل - این معادله ساده نباشد، یا جواب - حاصل همه اش مفید نباشد. به این بر خواهیم گشت. صرف‌نظر از این فقط می‌ماند شناختن - برهم‌کنش‌ها، که کار - بقیه ی فیزیک (جز مکانیک) است.

a2 نیوتن [o] در زمینه ی یافتن - برهم‌کنش‌ها (ی جهان‌شمول) هم گام - مهم ی 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 - گرانش 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 وُریه [p] و آدَمَز [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 ی پارچه‌ها در اثر - مالش جسم‌ها ی سبک را می‌ربایند، و اگر آن‌ها را به بعضی ی چیزها نزدیک کنیم بین‌شان جرقه دیده می‌شود، پدیده ی ناآشنا یی نیست. اما رعدوبرق و صاعقه هم جرقه اند. آیا این پدیده‌ها ی عظیم به آن پدیده‌ها ی کوچک مربوط اند؟ فرانکلین [x] آزمایش ی پیش نهاد که با انجام - آن معلوم شد بله.

a4 الکتربسته و مغناطیس تا مدت‌ها پدیده‌ها یی مستقل از هم تلقی می‌شدند. تصور می‌شد نیرو ی الکتربکی را بار- الکتربکی و نیرو ی مغناطیسی را بار- مغناطیسی می‌سازد. با آزمایش‌ها ی اُستید [s] معلوم شد جریان- الکتربکی آثار- مغناطیسی دارد و به دنبال- آن سرانجام مدل- واحد- الکترومغناطیس جا ی مدل‌ها ی مستقل- الکتربسته 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. کووزیه [t] پایسته‌گی ی جرم را بیان کرد، با کارها ی دالثن [u]، آوگادُر [v]، و کانیتسار [w]، مدل- اتمی ی مدرن پایه‌ریزی شد و سرانجام با کشف- الکترون و هسته (کارها ی تامپسن [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- نیرو ی زیستی [z] لازم است. وُلِر [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 این‌جا 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 گرانش 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 کار ی که جایزه ی نُبِل [d] برا ی وِین‌یرگ [c]، گُلشائو [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 زیادی مستقل از بقیه ی فیزیک (با کمیت‌ها و قانون‌ها ی خاص خود آش) پیش رفت. با کارها ی مکسول [ac]، گیبس [ad]، و بلتسمان [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 افت و خیز-پاسخ (با افت و خیز- تلف) [af] یک ی از این نتایج است.

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

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

b1 تالیس [ah] معتقد بود منشی جهان آب است. این نظر، به معنی ی امروزی بی‌معنی است (یعنی حتا نادرست هم نیست)، چون معلوم نیست چه طور می‌شود نقض آش کرد و در واقع پیش‌بینی بی 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 بی که امروز به کار می‌رود، بر خلاف مدل اتمی ی قدیمی پیش‌بینی دارد.

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

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

b5 پس از یک پارچه‌کردن الکترومغناطیس و برهم‌کنش‌ها ی هسته‌ای ی ضعیف، بسیار کوشیده اند برهم‌کنش هسته‌ای ی قوی را هم با این دوبرهم‌کنش یک‌پارچه کنند، در چیزی 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 کوانتمی کردن آش هم حل نشده.

با این همه، تجربه‌ها ی فروکاستن پدیده‌ها ی گوناگون به تعداد کم ی قانون جهان‌شمول موفقیت‌ها ی زیادی داشته، هم از این نظر که این فروکاهش‌ها شدنی بوده اند و هم از این نظر که این فروکاهش‌ها پی‌آمدها ی مفیدی داشته اند، به این معنی که به دنبال هر فروکاهش ی پیش‌بینی‌ها ی

جدیدی ممکن شده. این‌ها ثابت نمی‌کنند که این روش موفق خواهد بود، اما برای این کافی بوده اند که بعضی‌ها گزاره‌ی زیر را بپذیرند.

همه‌ی پدیده‌ها بی‌که مستقل از شخص قابل‌بیان اند را می‌شود بر اساس تعداد کم‌ی قانون جهان‌شمول (در بهترین حالت بر حسب فقط یک مدل، نظریه‌ی همه‌چیز) توصیف (پیش‌بینی) کرد.

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

2 فروکاست‌گرایی و پدیده‌شناخت

این که همه‌ی پدیده‌ها را بشود بر حسب تعداد کم‌ی قانون جهان‌شمول توصیف کرد، شاید خوب باشد اما همیشه راه عملی‌یی برای حل مسئله نمی‌دهد. حرکت یک توده‌ی ماکروسکوپی را در نظر بگیرید. این توده از مرتبه‌ی 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 جای تک‌تک این ذره‌ها را تعیین کرد کافی نیست، دست‌کم فعلاً کامپیوتری نداریم که آن قدر قوی باشد که از پس این کار برآید. برهم‌کنش‌ها هسته‌ای را که وارد کنیم (یعنی از مقیاس ملکول و اتم به مقیاس سازه‌ها و اتم و هسته برویم) وضع از این هم بدتر می‌شود. تازه فرض کنید این محاسبات انجام شد. آیا نتیجه‌ی این محاسبات مفید است؟ در بررسی حرکت یک توپ فوت‌بال، هدف مثلاً این است که ببینیم توپ از خط دروازه می‌گذرد یا نه. این که تک‌تک ذره‌ها کجا بند مهم نیست. یک راه این است که به جای توپ یک نقطه‌ی مادی (مرکزجرم - توپ) را به کار ببریم. در این حالت وضعیت سیستم با سه مختصه توصیف می‌شود. با این مدل می‌شود چیزهایی 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 جای نقطه‌ی 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 کشسانی‌ی توپ باز هم پیش‌بینی‌ها دقیق‌تر می‌شوند، البته به این قیمت که محاسبه سخت‌تر می‌شود.

یک مثال دیگر حرکت جسم‌ها منظومه‌ی شمسی است. در مسئله‌ی حرکت سیاره‌ها، در گام اول سیاره‌ها و خورشید را نقطه‌ی مادی، و خورشید را ساکن می‌گیرند، فقط برهم‌کنش گرانشی را در نظر می‌گیرند، و از برهم‌کنش گرانشی سیاره‌ها با هم چشم می‌پوشند. به این ترتیب قانون‌ها‌ی کپلر [a] نتیجه می‌شود، که حرکت سیاره‌ها را به تقریب توصیف می‌کند. این تقریب شاید برای

تجربه‌ها ی قرن 17 خوب باشد، اما برای مشاهده‌ها ی قرن 19 کافی نیست. برای نتایج به‌تر می‌شود اثر سیاره‌ها بر هم 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 بی بین تجربه و محاسبه ی حاصل از مکانیک نیوتنی می‌ماند، که با نسبت عام رفع می‌شود.

اگر بخواهیم پدیده ای مثل پیش‌روی 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 روزه‌ها بسیار بیش‌تر است تا در اقیانوس‌ته. برای توصیف دقیق‌تر جزئیات ویژه‌گی‌ها ی سطحی ی زمین لازم است.

برای حرکت یک ماه‌واره دور زمین، اگر زمین و ماه‌واره را نقطه‌ای بگیریم و از اثر بقیه ی جسم‌ها چشم‌پوشیم، 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 کره‌ی متقارن نبودن) 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 زمین ثابت نسبت به زمین واقعاً ثابت نمی‌مانند بل که به‌کندی جابه‌جا می‌شوند. باز این‌ها بر اساس مکانیک نیوتنی است. برای توصیف دقیق‌تر باید نسبت 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 موردنظر را می‌سنجند. تعیین موقعیت وابسته به این است که مکان ماه‌واره‌ها با دقت بسیار زیاد معلوم باشد. این‌جا هم برای رسیدن به دقت موردنظر باید نسبت عام را در نظر گرفت.

روش نگرش به همه ی این مسئله‌ها این است که از تعداد بسیار زیاد پارامتر که سیستم را مشخص می‌کنند تعداد کم ی پارامتر مؤثر انتخاب می‌شود و به جای معادله‌ها ی اولیه (معادله‌ها ی حاصل از قانون‌ها ی جهان‌شمول) معادله‌ها یی پدیده‌شناختی به کار می‌رود که حل‌شان 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:

برای حل هر مسئله، از پارامترها ی درگیر تعداد ی پارامتر مؤثر انتخاب می‌شود و در صورت لزوم به جای معادله‌ها ی اولیه معادله‌ها یی ساده‌تر (پدیده‌شناختی) به کار

می‌رود. سیستم را تا آن‌جا که می‌شود (که نتایج در حد دقت - موردنظر درست باشند) ساده می‌کنند.

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

نیوٹن [o] به هرسه معنی فروکاست‌گرا بود: در ادعاهایش تجربه و ریاضیات را به کار می‌برد، ادعا می‌کرد همان گرانشی که افتادن - یک سیب بر زمین را تعیین می‌کند حرکت - ماه دور - زمین را هم تعیین می‌کند، و برای بررسی حرکت - یک سیاره در منظومه شمسی مدل - ساده‌شده‌ای 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 (با همه‌چیز سیاه و سفید نیست بل که خاکستری است).

اما ادعا ی اصل - صفرُم این نیست که همه‌چیز عدد است؛ این است که ادعاها یی که درستی یا نادرستی ایشان مستقل از شخص است بدون - عدد معنی ندارند. قطعه ی موسیقی ی A را در نظر بگیرید. این که A خوب است، ادعا یی مستقل از شخص نیست: ممکن است یک ی A را دوست داشته باشد و یک ی 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 باره اش توافق دارند. البته ممکن است زمان ی مدل ی (عددی) برای این بار آید که قطعه‌ها یی که مردم (یا بعضی از مردم) به آنها خوب می‌گویند طیف - شدت یا بس آمدشان چه ویژه‌گی یی دارد. همین حالا هم مدل‌ها ی خام ی از این گونه هست، مثلاً این که اگر بس آمدها ی موجود نزدیک - مضرب‌ها ی صحیح ی (با عددها ی کوچک) از یک بس آمد - پایه نباشند، قطعه به نظر - مردم گوش‌نواز نمی‌آید.

جایی که خیل ی‌ها 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 ی گروه‌ها ی مختلف و مقایسه ی آنها می‌گویند اگر این کار با عدد و یک مدل -

از پیش تعیین شده شدنی بود، یک منشی *ی* غیرمتخصص هم می توانست این کار را بکند. نکته این جا است که هر تصمیم گیری *یی* واقعاً انتخاب بین *ص* و *ف* است. این که فلان کار انجام شود، یا نشود. هر مقایسه ای بین *چ* و *ز* در واقع مرتب کردن *آ* چند چیز است. وقت *ی* چند چیز را مرتب می کنیم، داریم به آن ها عدد نسبت می دهیم حتا اگر متوجه نباشیم. ساده ترین راه برای عددنسبت دادن این است که عدد *م* متناظر با یک چیز را رتبه *ی* آن چیز بگیریم. وقت *ی* در مقایسه چند پارامتر مهم می شود، ممکن است این ترتیب *س* ساده برای *ت* تک تک *پ* پارامترها کارا نباشد. مثلاً در یک مدل *س* ساده برای *ت* تعیین *چ* و *ز* برای *آ* درم جرم و قد *ش*ان مهم است. بین *آ* دم ها *بی* با *ق*د *یک* سان، هر چه جرم بیشتر باشد شخص *چ*اق تر است. بین *آ* دم ها *ی* با *ج*رم *یک* سان، هر چه *ق*د بیشتر باشد شخص *ز*اغرتر است. حالا فرض کنید یک گروه *آ* دم اند که هم بر حسب *ق*د و هم بر حسب *ج*رم مرتب شده اند (با همان ترتیب *س* ساده *ی* رتبه). آیا با این اطلاعات می شود آن ها را بر حسب *چ*اقی هم مرتب کرد؟ نه. باید پارامتر *چ*اقی را بر حسب *پ* پارامترها *ی* *ق*د و *ج*رم تعریف کنیم و خود *ق*د و *ج*رم را هم در مورد *آ* این آدم ها بدانیم تا بشود آن ها را بر حسب *چ*اقی مرتب کرد. ممکن است اگر بین *د*و *آ*دم مثلاً اختلاف *ق*د زیاد و اختلاف *ج*رم کم باشد، آن ها را مثل *د*و *آ*دم هم *ج*رم به حساب آوریم و ترتیب *چ*اقی *پ*شان را با ترتیب *ق*د *ش*ان تعیین کنیم. اما اگر چنین (یا برعکس) نباشد، راه *ی* جز تعریف *پ* پارامتر *چ*اقی بر حسب *ق*د و *ج*رم و *س*نجش *ق*د و *ج*رم نمی ماند. حتا اگر *ک*س *ی* تعداد *ی* *آ*دم را بر حسب *چ*اقی مرتب کند، با استفاده از ترتیب *ا*و می شود تابع *چ*اقی را تعیین کرد. کافی است هر *آ*دم را با یک نقطه در صفحه *ی* *ج*رم-*ق*د مشخص کنیم. نقطه ها *بی* که *چ*اقی *ی* *یک* سان *ی* دارند خم ها *بی* را مشخص می کنند که خم ها *ی* تراز *ت*ابع *چ*اقی اند. به این ترتیب تابع *چ*اقی (از نظر *آ*ن مرتب کننده) تا حد *یک* تابع ترکیبی مشخص می شود. این یعنی ممکن است تابع *چ*اقی را *f* بگیریم یا *F*، اما رابطه *ی* این دوتابع با هم این است که *F* برابر *(g of f)* است، که *g* یک تابع *یک* نوا است. تا جایی که به مرتب کردن مربوط می شود، این دوتابع فرق *ی* با هم ندارند. ممکن است به نظر برسد تعیین *ت*ابع *چ*اقی کمک *ی* نمی کند. اما اگر این تابع معین باشد هر *ک*س *ی* می تواند *آ*دم ها *ی* *یک* گروه را بر حسب *چ*اقی *پ*شان مرتب کند، و نتیجه *ی* حاصل هم مستقل از زمان است. یعنی مقایسه *ی* *آ*دم ها مستقل از شخص و زمان می شود. یک معیار از این نوع شاخص *ج*رم-*ب*دن (بی ام آی) [an] است، که برابر است با *ج*رم بر حسب *ک*یلوگرم تقسیم بر مجذور *ق*د بر حسب *م*تر.

به این ترتیب، ما در تصمیم گیری ها و مقایسه ها واقعاً عدد به کار می بریم، اما شاید ناخود آگاه و به شکل *ی* غیرقابل انتقال به دیگران. همین است که تصمیم گیری ها را شخص گرا می کند. حالا چرا با عدد مخالفت می شود؟ چیزها *بی* که به نظر *من* می رسد *یک* *ی* این است که مخالفان نمی دانند واقعاً دارند عدد به کار می برند (چه بخواهند و چه نخواهند)، و دیگر این که عددی کردن قدرت را از تصمیم گیرنده می گیرد. ممکن است شخص *ت*صمیم گیر بخواهد برای *ک*ار *ی* از بین *یک* گروه

یک آدم خاص را انتخاب کند، اما علت انتخابش شخصی باشد. این علت شخصی (مثلاً خویشاوندی) را به سادگی نمی شود وارد تابعی کرد که در دسترس همه است. این گفته که همه چیز عدد نیست راهی برای فرار از نتیجه ای است که مطلوب آدم نیست و علت مطلوب نبودنش را نمی شود علنی کرد. این که هزینه عملیات نظامی ایالات متحده در افغانستان و عراق از مرتبه ی هزار میلیارد دلار باشد [11] و در همان حال چند میلیون دلار هزینه ی انجام یک آزمون در ایالات متحده برای مقایسه ی سطح دانش آموزان این کشور با کشورهای دیگر زیاد ارزیابی شود [12]، بعید است نتیجه ی مدل عددی بی باشد که بشود آن را علنی کرد. ساده تر این است که گفته شود این قبیل چیزها ظرافت‌ها بی دارند که عددبردار نیستند.

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

یک نتیجه ی اصل صفرم فروکاست‌گرایی [a] ساده کردن و دست‌رس‌پذیر بودن مدل‌ها است، و آن‌ها بی که قدرت زیاد دارند از این خوشش‌شان نمی‌آید و بیش‌تر طرف‌دار پیچیده‌کردن‌اند تا همه چیز در دسترس همه نباشد. تلاش برای حفظ هُزاورش (واژه‌ها بی که نگارش‌شان با تلفظ‌شان فرق دارد) هم شاید از همین مقوله باشد.

3.1 اصل اول

از ایرادها بی که بر اصل اول می‌گیرند، این است که از کجا معلوم این اصل درست باشد. چنان که از واژه ی اصل بر می‌آید، اصل اول (و بقیه ی اصل‌ها) را نمی‌شود ثابت کرد. چیزی که هست، گستره ی اعتبار این اصل (در نظر دانش‌پیشه‌ها ی حرفه‌ای) مرتباً بیش‌تر شده. حالا بعید است زیست‌شناس جدی بی باشد که در این که قانون‌ها ی حاکم بر بدن موجودات زنده همان الکترومغناطیس و مانند آن‌اند شک کند. این را با وضع ابتدا ی قرن 19 مقایسه کنیم که تصور

می‌شد برای ساختن مواد آلی به اصطلاح نیروی حیاتی [z] لازم است. البته این تجربه که گستره‌ی اعتبار این اصل مرتباً بیش‌تر شده و برگشت‌گاه‌ی هم در کار نبوده (یعنی موضع‌ی 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 جهان‌شمول جایزه (پیش‌بینی‌ها ی جدید) داشته است. به نظر می‌رسد فعلاً مرز گستره‌ی 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 بهر بر اساس برهم‌کنش‌ها ی الکترومغناطیسی ی ذره‌ها ی سازنده ی آن و محیط آش عملی نیست.

این‌جا است که به اشکال دیگری می‌رسیم که بر این اصل می‌گیرند: این اصل شاید درست باشد، اما غیرعملی است؛ در سیستم‌ها ی پیچیده قدرت پیش‌بینی نمی‌دهد. به نظر آ 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 جهان‌شمول 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 بحث‌شان 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 الکترومغناطیسی) 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 فیزیک‌پیشه ی برجسته ای مثل آندریسن [b] این را نداند. و پذیرش این هم برایم دشوار است که فیزیک‌پیشه ی برجسته ای مثل وین‌پرگ [c] نداند مکانیک آماری (هر چند روش باشد نه قانون بنیادی) برای استنتاج پدیده‌ها ی بس‌ذره‌ای لازم است. حتا پذیرش این هم برایم دشوار است که آندریسن [b] و وین‌پرگ [c] ندانند که آن دیگری هم چیزی را که این یکی می‌گوید می‌فهمد. پس بحث سر چیست؟ چرا یک ی می‌کوشد اهمیت آموختن (یا کشف) قانون‌ها ی بنیادی را کم کند به این بهانه که سیستم‌ها ی بس‌ذره‌ای متفاوت اند، و دیگری می‌کوشد اهمیت آموختن (یا کشف) قانون‌ها ی بنیادی را زیاد کند به این بهانه که جز این‌ها چیز ی بر پدیده‌ها حاکم نیست؟ نظر من (که شاید بدبینانه بنماید) این است که بحث واقعی این نیست. این دونفر نماینده ی دو زمینه ی پژوهشی اند. هر یک می‌کوشد تمین‌کننده‌ها را به پژوهش موردِ علاقه آش جلب کند، و

چون منابع - بالقوه بی پایان نیستند، جذب - بودجه ی بیش تر برای یک زمینه به معنی کاهش - بودجه در یک زمینه ی دیگر است. این دوفیزیک پیشه ی برجسته هم (مثل - خیل ی آدمها ی دیگر) استدلالها یی می تراشند که امکانات را به زمینه ی مورد نظر شان برانند، و البته چون دنبال - این اند که به نتیجه ی مطلوب شان برسند استدلال - عددی (اصل - صفرم) را کنار می گذارند (بر خلاف - آن چه در کار شان به عنوان - فیزیک پیشه انجام می دهند) و به همین خاطر نتایج - متفاوت ی به دست می آورند. البته شاید اگر هزینه ی 1000 میلیارد دلاری ی جنگ در عراق و افغانستان را با هزینه ی چند میلیارد دلاری ی [i]س سی [i] مقایسه می کردند، به این نتیجه می رسیدند که دعوا ی اصلی بین - آندریس [b] و وین پرگ [c] نیست بل که بین - این دونفر (در یک طرف) و یک گروه - دیگر است.

یک انگیزه ی دیگر - مخالفت با اصل - اول، باز انگیزه ی آدمها ی قدرت مند ی است که ترجیح می دهند با استدلال دیگران را قانع نکنند، شبیه - همان انگیزه ای که این آدمها در مخالفت با اصل - صفرم دارند. این که فلان مدل این جا کار نمی کند، ممکن است بهانه ی خوب ی باشد برای این که در تصمیم گیری اصولاً مدل و نیاز به قانع کردن - منطقی ی مردم را کنار بگذاریم. در غیر - این صورت اگر مدل ی در یک حالت به نتیجه ی A می انجامد و ادعا می شود که در حالت - مورد نظر - ما چنین نتیجه ای به دست نمی آید، باید توضیح داد کدام پارامترها یند که در آن دو حالت با هم فرق دارند. در فیزیک، این که مدل - گرانش در زمین کار می کند و در مثلاً برجیس ته، و به همین خاطر موشک ی که برای فرار از گرانش - زمین طراحی شده در برجیس کار نمی کند پذیرفته نیست. عبارت - پذیرفته مثلاً این است که هر چند گرانش همه جا کار می کند، 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 نمی رسد، پس لزوماً نمی تواند از برجیس بگریزد. در اقتصاد هم این که انتشار - اسکناس بیش از تولید، به تورم می انجامد خاص - کشورها ی صنعتی یا غیر صنعتی، غربی یا شرقی، نیست. انتشار - بیش از حد اسکناس همیشه و همه جا تورم را است. اصطلاح - فنی ی رایج بین - فیزیک پیشه ها این است که قانونها مستقل از زمان و مکان اند. به همین خاطر اگر جایی اتفاق ی رخ داد که با اتفاق ی یک جا یا زمان - دیگر متفاوت بود، این گفته که این دوجا (یا زمان) با هم فرق دارند و نمی شود مدل - مربوط به یک ی را برای دیگری به کار برد به خودی ی خود پذیرفته نیست. باید معلوم شود اختلاف - پارامترها در این دوجا (یا زمان) چیست که به این نتایج - متفاوت انجامیده است.

3.2 اصل - دوم

یک ادعا هست که فیزیک پیشه ها مسائل را زیاد ی ساده می کنند تا بتوانند حل شان کنند. در حال ی که مسئله ها ی واقعی به این ساده گی نیستند. فیزیک پیشه ها در هر مسئله بسیار ی از چیزها را

کنار می‌گذارند، در حالی که در زنده‌گی ی واقعی باید همه ی پارامترها را در نظر گرفت. فیزیک جزئی‌نگر است، در حالی که برای حل - خیل ی مسئله‌ها باید کلی‌نگر بود. رضا منصوری [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 ادعا یی بیش از فیزیک‌دان بودن بکنیم، مثلاً نباید ادعا ی مدیریت - پژوهش، در هر سطح ی، داشته باشیم؛ نباید رسالت ی در نوشته‌ها ی خود ببینیم؛ نباید نقش - دانا در امور - پژوهشی را بازی کنیم. بپذیریم که در امور ی غیر از پژوهش - فیزیک ساده هستیم، ساده در دنیا یی بسیار پیچیده! ما در فیزیک فرا می‌گیریم که فروکاست‌گرا باشیم؛ اما دنیا، حتا دنیا ی کوچک - پژوهش‌گاه، و درک - آن ظاهراً از قواعد - دیگر ی پی‌روی می‌کند. ته‌تنها جامعه‌شناسان، که زیست‌شناسان هم، این روش - فروکاست‌گرایی ی علم - فیزیک را نمی‌پذیرند، حالا هر چه هم وین‌پرگ فریاد بزند اشتباه می‌کنند!

من، فی‌نفسه، یاد گرفته ام و پذیرفته ام 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 پیچیده‌گی‌ها ی مدیریتی و اجرایی را بهتر درک می‌کنم. تجربه ی خود م نشان داده است که از این طریق مسئله‌ها را بهتر توانسته ام 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، به‌تراست کم ی شامل کند و به قیاس - پژوهش - فیزیک گاز ندهد، آهسته با شامل براند. پژوهش‌گاه و پژوهش‌کده ی فیزیک هفده سال طول کشیده است به این‌جا رسیده است، و قبل از آن حدود - 15 سال از ایده تا تئیس - 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 جنبه‌ها ی 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. بلوغ‌اولین و

اساسی‌ترین شرط - تاثیرگذاری است!

منصوری [k] می‌گوید روش ی که برای حل - مسئله‌ها ی فیزیک به کار می‌برد با روش ی که برای حل - بقیه ی مسئله‌ها به کار می‌برد فرق دارد. در مسئله‌ها ی دسته ی اول فروکاست‌گرا است و در مسئله‌ها ی دسته ی دوم پادفروکاست‌گرا. دست‌کم این‌جا، منصوری [k] فروکاست‌گرایی [a] را به‌طور صریح به معنی ی اصل - دوم (حذف - بعض ی 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 یمان 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 این‌جا 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 - پارامترها یی که در نظر می‌گیریم هزینه دارد، و باید حساب کرد این افزایش به هزینه آش می‌آورد یا نه. گاه ی وضع از این هم بدتر است: ممکن است وارد کردن - بعض ی 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 یشان هم پیچیده نمی‌نماید. اما حل - این معادله‌ها ابزار - محاسباتی یی می‌خواهد که تا یکی دودهه 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 به‌تراز 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 کس 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 جزئی‌نگری) به این می‌انجامد که بعضی پدیده‌ها دیده نشوند. مثالی 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 هوشناسی 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 خواهیم داشت.

من ربط - این به روش - فیزیکی (فروکاست‌گرایانه) را نمی‌فهمم. آیا سیستم‌های 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 - سیستم‌های مکانیکی باید مسیر - ذره‌های سازنده پیشان 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 رخ‌داده‌ها می‌گیرم این است که در فیزیک مدل‌ها و تصورها به‌روز می‌شوند و پیش می‌آید که مدل‌هایی که درست (به‌تر است بگویم مفید) می‌پنداشتیم - شان را کنار بگذاریم. این را خود - فیزیک‌پیشه‌ها هم می‌پذیرند، اما نکته این‌جا است که دست‌کم تا کنون کسی راه ی عملی پیش‌نهاد که این مشکلات (اگر این‌ها مشکل‌اند) را نداشته باشد.

شاید هم منظور از ارتباط دادن - آشوب با فروکاست‌گرایی این باشد که حالا معلوم شده سیستم‌هایی هستند که تغییر ی هر چند اندک در توصیف - آن‌ها (از جمله کنار گذاشتن - پارامترهای ظاهراً بی‌اهمیت) به پیش‌بینی‌هایی کاملاً نادرست می‌انجامد. پس نباید هیچ پارامتری را حذف کرد. این که ممکن است حذف - بعضی پارامترها از توصیف - بعضی سیستم‌ها به پیش‌بینی‌هایی نادرست (البته

در درازمدت) بینجامد درست است، اما اگر راه ی نباشد که همه ی پارامترها را در نظر بگیریم چه باید کرد؟ جز این است که باید بکوشیم پارامترها یی که اثر تعیین کننده دارند را بشناسیم، و این که حساب کنیم (یا تخمین بزنیم) مقیاس زمانی ی درستی ی پیش بینی ها چیست؟ اصولاً مگر می شود مطمئن شد همه ی پارامترها در نظر گرفته شده اند؟

منصوری [k] از این که آدمها بسیط فکر می کنند (همه ی پارامترها را در نظر نمی گیرند) مثالها ی دیگری هم می آورد که ارتباط دادن شان به فروکاست گرایی [a] را حتا کم تر از موارد پیش می فهمم (اگر منظور اش این است). مثلاً در صفحه ی 115 از [7] آمده

... شعار خوب - کوچک شدن - بدنه ی دولت به این تبدیل می شود که بخش نامه می شود که همه ی دست گاه ها ی دولتی ده تا بیست درصد - کارمندان را کاهش دهند. چرا اگر قرار است دولت کارمندان اش 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 بیان گر - این است که مدیران ی که چنین سیاست ی را اجرا می کنند، بسیط فکر نمی کنند [می کنند]، ذهن شان پیچیده نیست ...

اشکالی که منصوری [k] طرح می کند این است که اگر قرار باشد مجموع - چند عدد در ضریب ی ضرب شود، لازم نیست تک تک - آن عددها در این ضریب ضرب شوند، که کاملاً درست است. اما اگر منظور از بسیط فکر کردن همان تفکر - فروکاست گرایانه (به هریک از معنی ها ی بالا است) نمی فهمم این تصور - نادرست (که باید همه ی عددها را در آن ضریب ضرب کرد) چه ربطی به فروکاست گرایی [a] دارد. باز فکر می کنم آن ها یی که فروکاست گرایی [a] را به کار می برند به تر از دیگران این قضیه را می دانند.

در واقع بر خلاف - آنچه شاید پادفروکاست گرایان (به معنی ی اصل - دوم) بگویند، اهمیت - اصل - دوم در سیستم ها ی پیچیده حتا بیش از اهمیت - آن در سیستم ها ی ساده است. تعداد - پارامترها، در سیستم ها ی پیچیده بیش تر است تا در سیستم ها ی ساده. پس این که همه ی پارامترها ی درگیر را وارد کنیم، در سیستم ها ی پیچیده حتا غیر عملی تر است تا در سیستم ها ی ساده. مثلاً در ترمودینامیک به جا ی این که انرژی ی تک تک - ذرات را بررسی کنند از کمیت - دما استفاده می کنند که معیار ی است از میان گین - انرژی ی سیستم ها یی که از نظر - ماکروسکوپی یک سان اند.

خلاصه، فکر می کنم پذیرش - اصل - دوم نتیجه ی اجتناب ناپذیر - پذیرش - اصل - صفرم است، و فروکاست گرایان هم برای هر مسئله ای تا جایی که می توانند تعداد - بیش تری پارامتر را در نظر می گیرند. به این ترتیب نمی فهمم منظور - منصوری [k] که می گوید جز فیزیک کل نگر است و می کوشد تعداد - زیاد ی پارامتر را در نظر بگیرد چیست. یعنی فرق - روش ی که او پیش می نهد با

فروکاست‌گرایی [a] (به معنی ی دوم) چیست. در واقع خود - منصوری [k] هم در جای (صفحه ی 35 از [7]) می‌پذیرد که جای‌گزین ی برای 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 - [پادا]فروکاست‌گرا مطرح باشند. من خود - م خیل ی به این مبحث علاقه دارم؛ گرچه 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 - پیداشده‌ای 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 اجتناب‌ناپذیر بودن - اصل - دوم در صورت - پذیرش - اصل - صفرم دارد این است که منصوری [k] می‌پذیرد جای‌گزین ی برای اصل - دوم نیافته، و ادعا ی من کم ی قوی‌تر است: جای‌گزین نه تنها تا کنون پیدا نشده، در آینده هم پیدا نخواهد شد.

4 جمع‌بندی

به نظر - من ریاضیات و تجربه تنه‌اره - بیان و اثبات - ادعاها مستقل از شخص است (فروکاست‌گرایی به معنی ی صفرم). پی‌آمد - پذیرش - این آن است که در توصیف - هر سیستم باید پارامترها یی انتخاب کرد و بر اساس - آن‌ها برای سیستم مدل‌سازی کرد. هر چه تعداد - این پارامترها بیش‌تر باشد، توصیف - دقیق‌تری به دست می‌آید و البته کار هم سخت‌تر می‌شود (فروکاست‌گرایی به معنی ی دوم). تجربه نشان داده کوشش برای استنتاج - مدل برای سیستم‌ها بر اساس - تعداد - کم ی قانون - جهان‌شمول مفید است (فروکاست‌گرایی به معنی ی اول).

در باره ی انگیزه برای مخالفت با فروکاست‌گرایی، اثبات - ادعاها یم ساده نیست چون راه ی برای تشخیص - آن چه در ذهن - مردم می‌گذرد نمی‌شناسم. اما فکر می‌کنم بعضی‌ها دوست دارند به نتیجه ی خاص ی برسند که لزوماً از استدلال و تجربه به دست نمی‌آید (و شاید استدلال و تجربه به نتیجه ای متضاد با آن چه مطلوب - شان است بینجامد). اما ضمناً کس ی جای‌گزین ی برای

فروکاست‌گرایی ارائه نکرده. البته می‌شود گفت شاید بعداً پیدا شود، که نمی‌دانم پی‌آمد پذیرش این ادعا (اگر اصولاً ادعای 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 منصوری؛ "ایران ۱۴۲۷: عزم ملی برای توسعه علمی و فرهنگی"، ویراست دوم
(طرح نو، ۱۳۸۰)
- [7] حسن عشایری، موسا غنی‌نژاد، و رضا منصوری؛ "ایران - آینده از نگاه سه اندیش‌مند ایران - امروز" (دیپایه، 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 اسم‌های 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)