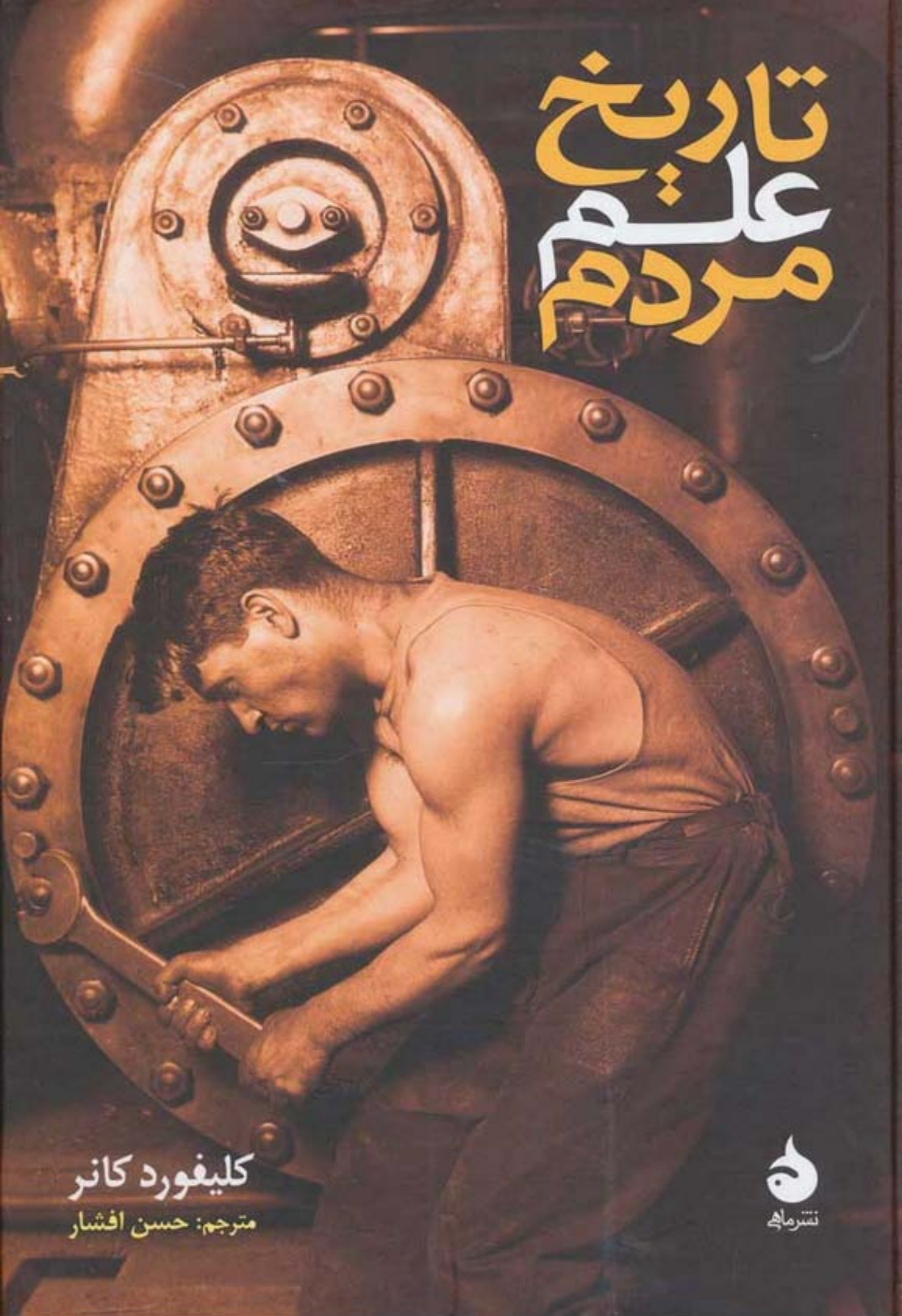
تاریخ علم مردم



کلیفورد کانر

مترجم: حسن افشار

نشر ماهی

تاریخ علم مردم

Clifford D. Conner
A People's History of Science
Miners, Midwives and Low Mechanicks
Nation Books, New York, 2005

سرشناسه:	کانر، کلیفورد دی.، ۱۹۴۱ـ م. Conner, Clifford D.
عنوان و پدیدآور:	تاریخ علم مردم؛ نویسنده کلیفورد کانر؛ مترجم حسن افشار.
مشخصات نشر:	تهران، نشر ماهی، ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری:	۵۵۲ ص.
شابک:	ISBN 978-964-209-002-0
یادداشت:	فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیپا(فهرست‌نویسی پیش از انتشار).
یادداشت:	عنوان اصلی:
	A People's History of Science: Miners, Midwives and Low Mechanicks
یادداشت:	کتاب‌نامه: ص. ۵۰۳ ـ ۵۲۶ .
یادداشت:	نمایه.
موضوع:	علوم ــ تاریخ.
موضوع:	علم و تمدن.
موضوع:	علوم ــ جنبه‌های اجتماعی.
شناسه‌ی افزوده:	افشار، حسن، ۱۳۳۲ـ ، مترجم.
رده‌بندی کنگره:	۱۳۸۷ ۲ ت ۲۴ ک / Q۱۲۵
رده‌بندی دیویی:	۵۰۹
شماره‌ی کتابخانه‌ی ملی:	۱۲۳۶۸۲۷

تاریخ علم مردم

کلیفورد کانر

مترجم
حسن افشار

نشر ماهی
تهران
۱۳۹۵

با سپاس از
سید احمدرضا قائم‌مقامی

تاریخ علم مردم

نویسنده	کلیفورد کانر
مترجم	حسن افشار
چاپ دوم	زمستان ۱۳۹۵
تیراژ	۱۴۰۰ نسخه
چاپ اول	پاییز ۱۳۹۰
مدیر هنری	حسین سجادی
حروف‌چینی	سپیده
لیتوگرافی	نوید
چاپ	صنوبر
صحافی	رنوف

شابک ۰-۰۰۲-۲۰۹-۹۶۴-۹۷۸
همه‌ی حقوق برای ناشر محفوظ است.

نشر ماهی

تهران، خیابان انقلاب، روبه‌روی سینما سپیده، شماره‌ی ۱۱۷۶، واحد ۴
تلفن و دورنگار: ۶۶۹۵۱۸۸۰
www.nashremahi.com

به یاد پل سیگل

(۱۹۱۶ـ۲۰۰۴)

در ابتدا کلمه بود.
انجیل یوحنّا

در ابتدا کلمه بود؟ ...
خیر؛ در ابتدا عمل بود.
گوته در فاوست

فهرست

• ۱ •
کدام علم؟ کدام تاریخ؟ کدام مردم؟
[۱۱]

• ۲ •
پیش‌ازتاریخ: آیا انسان شکارچی‌گیاه‌چین کودن بود؟
[۳۵]

• ۳ •
کدام معجزه‌ی یونانی؟
[۱۲۵]

• ۴ •
دریانوردان و علوم دریانوردی
[۱۹۵]

• ۵ •
انقلابی‌های انقلاب علمی چه‌کسانی بودند؟
[۲۵۳]

• ۶ •
برندگان انقلاب علمی چه‌کسانی بودند؟
[۳۵۳]

• ۷ •
اتحاد سرمایه و علم
[۴۲۳]

• ۸ •
مجتمع علمی-صنعتی
[۴۴۹]

کتاب‌شناسی
[۵۰۵]

نمایه
[۵۲۹]

۱

کدام علم؟
کدام تاریخ؟
کدام مردم؟

تاریخ علمی را که در مدرسه خوانده‌ایم همه می‌دانیم: گالیله چطور از تلسکوپش استفاده کرد تا نشان بدهد زمین مرکز عالم نیست؛ چطور سیبی از درخت افتاد و نیوتن جاذبه‌ی زمین را کشف کرد؛ چطور اینشتین با یک معادله‌ی ساده پرده از اسرار زمان و مکان برداشت. ولی این تاریخ پر از دوره‌های طولانی ناآگاهی و بی‌خبری است. یک عصرِ تمام با «یافتم، یافتم» دانشمند نابغه‌ای رقم می‌خورد که سازنده‌ی همه‌ی آن عصر است. در این روایتِ حماسی سنتی، چند «مرد بزرگ» با «مغزهای بزرگ» یک سر و گردن از دیگران بلندترند و ما هرچه علم داریم به آن‌ها مدیونیم.

داستان فیثاغورس نمونه‌ای از این میل ظاهراً همیشگی به نسبت‌دادن همه‌ی تولیدات علمی به قهرمانان حکیم است. درباره‌ی اظهار نظرهای یونانیان و رومیان باستان در مورد نیاکان نیمه‌افسانه‌ای آن‌ها، والتر بورکِرت[1] می‌نویسد: «در اعصار بعد، طبیعی به نظر می‌رسید که آن‌ها تصور خودشان را از حکمت بار شخصیت‌های بزرگ تاریخ گذشته‌شان بکنند و چیزی را که امروزه ما علم می‌نامیم به آن‌ها نسبت بدهند.»[(1)] بدبختانه این کار امروز هم ادامه دارد.

چیزی که من می‌خواهم بنویسم تاریخ علم مردم است. می‌خواهم نشان بدهم که مردم عادی چقدر در تولید علم مؤثر بوده‌اند. تاریخ من البته فقط درباره‌ی مردم

1. Walter Burkert

هم نیست؛ **برای** مردم هم هست. مخاطب من تنها عالمان و مورخان نیستند؛ همه‌ی کسانی هستند که علاقه دارند بدانند علم چگونه به وجود آمده است. و چون من از تلاش‌های بسیاری از پیشینیان بهره برده‌ام، بیراه نیست که بگویم پس این تاریخ **به دست** مردم هم رقم خورده است.

هدف من در درجه‌ی اول این است که نشان بدهم سهم توده‌های گمنام مردم، مردم کوچه و بازار، در تولید و نشر علم خیلی خیلی بیش‌تر از آنی بوده که ما می‌پنداریم یا می‌پذیریم. اگرچه خود نیوتن می‌گفت «روی شانه‌های غول‌ها» نشسته که توانسته «دورترها» را ببیند، واقعیت این است که او از هزاران هزار صنعتگر بی‌سواد هم سواری گرفته بود.[۲]

البته نمی‌شود به همین ترتیب نظریه‌ی کوانتوم یا فکر ساختمان DNA را هم مستقیم به صنعتگران یا دهقانان نسبت داد. اما اگر علم جدید را به یک آسمان‌خراش تشبیه کنیم، این دستاوردهای قرن بیستم حکم برجک سر آن را پیدا می‌کند که تکیه‌گاهش ــ و اصلاً علت وجودی آن ــ بنای عظیمی است که کارگرهای بی‌ادعا خلق کرده‌اند. اگر علم را به همان معنی اصلی **شناخت طبیعت** در نظر بگیریم، نباید عجیب باشد که کسانی آن را به وجود آورده باشند که به طبیعت نزدیک‌تر بوده‌اند: شکارچی-گیاه‌چین‌ها (جماعت شکارچی و جمع‌کننده‌ی گیاه و غذا)، دهقان‌ها، دریانوردها، معدنچی‌ها، آهنگرها، شفاگرها، و دیگرانی که برای گذران زندگی ناچار بودند هرروزه با طبیعت دربیفتند.

چند مثال ساده می‌آورم (همه‌ی آن‌ها را در فصل‌های بعد مفصل توضیح خواهم داد). تقریباً هر نوع گیاه و جانوری را که امروزه خوراک ماست مردمان پیش‌از تاریخ با آزمایش، و با مهندسی ژنتیک عملی، اهلی کرده‌اند. برای علم تولید غذا، دِین ما به سرخ‌پوست‌های پیش از کشف امریکا بیش‌تر است تا به گیاه‌شناسان ژنتیکی امروزی. تا همین اواخر هم در امریکا وقتی کشاورزان قصد کاشت برنج داشتند مجبور به خریداری برده‌های افریقایی‌ای بودند که بوم کشت برنج را می‌شناختند.

به همین صورت، علم پزشکی با شناختی که انسان‌های پیش‌از تاریخ از خواص درمانی گیاهان به دست آورده بودند آغاز شد و رشد کرد. اروپایی‌ها اثربخشی پوست درخت گنه‌گنه در مداوای بیماری مالاریا را از سرخ‌پوستان

امریکا یاد گرفتند و یک برده‌ی افریقایی به اسم اُنِسیموس[1] مایه‌کوبی علیه بیماری آبله را به مردم امریکای شمالی یاد داد. افتخار کشف واکسن که معمولاً به دکتر ادوارد جنر داده می‌شود، در واقع متعلق به کشاورزی به نام بنجامین جِستی[2] است. دیگر این‌که تا قرن نوزدهم پیشرفت علم پزشکی بیش‌تر مرهون سلمانی‌ها و عطارها و شفاگرهای تجربیِ کم‌سواد بود تا پزشکان دانشگاه‌رفته که بیش‌تر باعث کندی روند کسب اطلاعات پزشکی تازه می‌شدند. اولین عمل سزارین ثبت‌شده را یک خوک‌اخته‌کن سوییسی به اسم یاکوب نوفِر[3] در دهه‌ی ۱۵۸۰ انجام داد.

جغرافی و نقشه‌برداری قاره‌ی امریکا مبتنی بر دانش بومیان امریکاست. ناخدا جان اسمیت[4] اعتراف کرده که نقشه‌ی معروفش از خلیج چِساپیک را «با استفاده از اطلاعات وحشی‌ها» کشیده، و نقشه‌های ناخدا کوک[5] از جزایر اقیانوس آرام بدون اطلاعاتی که او از یک دریانورد بومی به اسم توپایا[6] گرفت به وجود نمی‌آمدند. ملاحان و صیادان گمنام منبع عمده‌ی اطلاعات علمی از پدیده‌ی جزر و مد، جریان‌های دریایی و بادهای غالب بودند. موقعی‌که بنجامین فرانکلین اولین نقشه‌ی جریان دریایی «گلف استریم» را می‌کشید اقرار کرد که آن را تماماً بر اساس آموخته‌هایش از شکارچیان نهنگ ساخته است.

شیمی، متالورژی و علم مواد کلاً بر مبنای اطلاعات معدنچی‌ها و فلزکارها و سفالگرهای قدیم به وجود آمده‌اند. ریاضیات هستی‌اش را و عمده‌ی رشدش را مدیون نقشه‌بردارها و بازرگان‌ها و دفتردارها و تعمیرکارهای هزاران سال است. و نکته‌ی آخر آن‌که روش تجربی که ویژگی انقلاب علمی قرن‌های شانزدهم و هفدهم بود و انبوه داده‌های علمی که شالوده‌ی آن را تشکیل می‌داد، محصول کارگاه‌های فنی اروپا بود.

علم و عقل عامیانه‌ی جوامع بدوی از نوع پستی نبود که بعداً قیدش را بزنند و شناخت علمی دقیق‌تری را جانشین آن کنند. علمی که امروزه وجود دارد از همین منابع عامیانه به دست آمده و آبشخور عمده‌ی آن همین منابع است. علم جدید، به گفته‌ی کارل پوپر، بیش‌تر با حک و اصلاح علم قدیم پیش رفته است.

1. Onesimus 2. Benjamin Jesty 3. Jakob Nufer 4. Captain John Smith
5. Captain James Cook 6. Tupaia

ممکن است بگویند رویکردی که در این کتاب مطرح شده است نمی‌تواند روایت متوازنی از پیدایش علم جدید به دست دهد. اما تاریخ‌نویسی را دیرزمانی است که حضرات مورخان و اتکای آن‌ها به مدارک مکتوب از حالت توازن خارج کرده‌اند، چون مناسبات قدرت تعیین کرده است که قلم را چه کسی به دست بگیرد. هیچ «تاریخ علم»ی ممکن نیست نامتوازن‌تر از روایت‌های سنتی شورانگیز درباره‌ی نیوتن‌ها و داروین‌ها و اینشتین‌هایی باشد که با نبوغ بی‌همتای خودشان یک‌شبه دنیا را زیر و رو کرده‌اند. من آگاهانه می‌خواهم طرف مقابل را بگیرم و پی صدای توده‌ی خاموش مردم بگردم و تاریخ را غربال کنم و کمیاب‌ترین اسناد را به دست آورم. ولی قصدم از غربال‌کردن این نیست که حاشیه‌های تحولات علمی را از خطر فراموشی نجات بدهم. هدفم این است که نشان بدهم شواهدی نادر چگونه می‌توانند هسته‌ی پنهان این تحولات را آشکار کنند.

برخورد گزینشی لزوماً به نتیجه‌گیری نامتوازن منجر نمی‌شود. اگرچه نگاه من به فعالیت‌های اشخاصِ معمولی و ناشناس خواهد بود، معتقد نیستم که برای آن‌ها در روند تولید علم بیش از اندازه اهمیت قائل شده‌ام. درعین‌حال نمی‌خواهم ادعا کنم که دانشمندان مشهور در این بین نقشی نداشته‌اند یا نقش مهمی نداشته‌اند؛ فقط می‌خواهم بگویم کار مردان بزرگ علم بدون زمینه‌سازی صنعتگران و ماماها و کشاورزان ــ که اکثرشان هم مردان بزرگی به شمار نمی‌رفتند و اصلاً خیلی از آن‌ها مرد نبودند ــ یقیناً ثمری به بار نمی‌آورد.

کوشش‌هایی که برای گنجاندن زنان در روایت‌های حماسی سنتی می‌شود بعید است که به نتایج راضی‌کننده‌ای برسد؛ نه چون زن‌ها ناقص‌العقل‌اند، بلکه چون موانع اجتماعی در طول تاریخ از دسترسی زنان به آموزش و پرورش و ورود آن‌ها به مشاغل علمی جلوگیری کرده است.[۳] با وجود این، زنان در «تاریخ علم مردم» سهم بیش‌تری پیدا می‌کنند، چون نیمی از مردم‌اند. ولی حتی این‌جا هم نباید انتظار برابری داشت، زیرا همیشه درِ بسیاری از فنون به روی زنان بسته بوده است. اما اگر زن‌ها نقش زیادی در پیشرفت علم اقیانوس‌شناسی نداشته‌اند ــ چون دریانورد نبوده‌اند ــ در علوم پزشکی جبرانش کرده‌اند چون شفاگران و ماماهای محلی بوده‌اند.

نقش‌آفرینان تاریخ علم بی‌سوادان و فرودستان از خودشان رد مکتوبی برای

تاریخ‌نویسانی که همیشه به دنبال سند می‌گردند باقی نگذاشته‌اند. لین وایت[1] از کسانی است که «غفلت مورخان از روستاییان و حال و روزشان» را چون «به‌ندرت پاسواد بوده‌اند» نکوهش می‌کند:

> نه‌فقط تاریخ‌ها که کل اسناد را هم گروه‌های اجتماعی‌ای تولید کرده‌اند که دهقانان و مرارت‌هایشان را چندان قدر نشناخته‌اند. بنابراین درحالی‌که کتابخانه‌های ما از انبوهیِ اطلاعات درباره‌ی مالکیت زمین به فغان آمده‌اند، با کمال تعجب می‌بینیم اطلاعات از روش‌های متنوع و اغلب متغیر کشاورزی، که مالکیت زمین به‌خاطر آن ارزش پیدا می‌کند، بسیار کم است.(۴)

قهرمانان قصه‌ی سنتی کشاورزی علمی در قرن هجدهم ارباب‌های ترقی‌خواهی از قبیل جترو تال[2] و تامس «تِرنیپ (شلغم)» تاونزِند[3] به شمار می‌روند که گفته می‌شود روحیه‌ی تجربه‌گری آن‌ها نیروی محرک جهش بزرگی در این علم بود. ولی چنان‌که تامس اَشتون[4] در کتاب وزین خویش راجع به انقلاب صنعتی می‌نویسد، «تال آدم معقولی نبود و نقش او را در تاریخ کشاورزی خیلی بزرگ کرده‌اند.» در مورد نقش تاونزند در کشت شلغم خوراکی، «تحقیقات جدید نشان داده که او بیش‌تر مروج آن بود تا مبتکر آن». البته هیچ شخص تنهایی مبتکر شلغم نبود؛ یک دستاورد جمعی بود. کار آزمایشی در کشاورزی را «کشاورزان گمنام در چهارگوشه‌ی کشور انجام می‌دادند». آن‌وقت «اطلاعات روش‌های تازه در سر میز غذای رعیت‌ها، در جشن پشم‌چینی، یا در دیدارهای مکرر آن‌ها در پاتوق‌های مختلف کشاورزان رد و بدل می‌شد». در املاک بزرگ، ارباب‌های ثروتمند نبودند که آزمایش می‌کردند؛ رعیت‌های یک‌لاقبا بودند که با خاک و پهن ور می‌رفتند و محصولات و روش‌های تازه را آزمایش می‌کردند. علم کشاورزی جدید «مثل هر نوآوری بزرگی نتیجه‌ی کار دست‌ها و مغزهای بسیار بود».(۵)

سیر تحول دانش دهقانان که «مالکیت زمین به‌خاطر آن ارزش پیدا می‌کند» با جست‌وجو در بایگانی‌ها پیدا نمی‌شود؛ و چنین است اطلاعات علمی‌ای که

1. Lynn White 2. Jethro Tull 3. Thomas "Turnip" Townshend
4. Thomas Ashton

صنعتگران بی‌سواد فراهم آورده‌اند. اما در دهه‌های اخیر، مورخان کم‌کم با استفاده از روش‌های علومی از قبیل مردم‌شناسی نشان داده‌اند که بدون مراجعه به منابع مکتوب هم می‌توان به گذشته ــ و نه‌فقط گذشته‌ی پیش‌از تاریخ ــ پی برد. از طرفی، برخی از نظریه‌هایی را که پشتوانه‌ی مستند ندارند می‌توان به علت این‌که توضیح قانع‌کننده‌ی دیگری وجود ندارد معتبر شناخت؛ مثل این نظر که ملاحان و صیادان گمنام منبع اصلی اطلاعات علمی ما از جریان‌های دریایی و بادهای غالب‌اند.[۶]

کندوکاو من در تاریخ علم از وسیع‌ترین دامنه‌ی زمانی ممکن برخوردار است و دوران پارینه‌سنگی تا دوره‌ی پسامدرن را در بر می‌گیرد؛ اما در قرن‌های چهاردهم تا هفدهم، عصری که تاریخ تولد **علم جدید** به شمار می‌رود، درنگ بیش‌تری دارد.[۷] دامنه‌ی جغرافیایی آن نیز به همین صورتْ نامحدود است، ولی بیش‌تر به‌سمت غربی خاک اوراسیا تمایل دارد. در نگاه من به تاریخ علم، اروپا نقش محوری نخواهد داشت؛ اما چون تاریخ علم با فتوحات دولت‌های استعمارگر در دیگر نقاط جهان ارتباط تنگاتنگی دارد، ناگزیر به فعالیت‌های علمی اروپاییان توجه تبعیض‌آمیزی کرده‌ایم.

کدام مردم؟

مردمی که هم راقم و هم مرقوم این تاریخ‌اند کدام مردم‌اند؟ گروه‌بندی‌های صنفی ــ صنعتگر، بازرگان، و غیره ــ اولین جواب نزدیک به حقیقت است، اما جمع آن‌ها را چه می‌توان نامید؟ شخصاً ترجیح می‌دهم از نام‌گذاری‌هایی مثل **طبقات پایین** یا **اقشار فروتر** پرهیز کنم مگر به طعنه و در داخل گیومه؛ چون این گونه نام‌گذاری‌ها یادآور دیدگاه اشخاص برخوردار انگشت‌شماری است که همیشه خود را برتر از دیگران شناخته‌اند. اصطلاح **مردم عادی** یا **عوام‌الناس** کمی تحقیرآمیز است، ولو اشتباه نباشد. **توده‌ها**، **طبقه‌ی کارگر**، یا **پرولتاریا** ذاتاً اصطلاحات بی‌ارزشی نیستند ولی خیلی دست‌مالی شده‌اند و نسبت نامبارکی هم با جهان‌بینی بدنام دوره‌ی استالین پیدا کرده‌اند. **اکثریت جامعه** نام برخورنده‌ای نیست اما بی‌طرفی طبقاتی آن کمی بی‌خاصیتش می‌کند.

طبقات زحمتکش، **تهیدستان**، و مترادف‌های آن‌ها کافی نیستند چون همه‌ی آحاد مردم قرن هجدهم و قبل از آن را شامل نمی‌شوند؛ به‌خصوص این‌که

بازرگان‌ها و استادکارها و دیگر اعضای طبقه‌ی نوپای سرمایه‌دار را از قلم می‌اندازند.(۸) در فرانسه در دوره‌ی انقلاب کبیر، le peuple (مردم) یک تعریف حقوقی راحت برای خودش پیدا کرد: **طبقه‌ی سوم**، یعنی کسانی که از دو طبقه‌ی روحانیون و اشراف نبودند. شاید اصطلاح **طبقات زیردست** یا **تحت سلطه** ــ با این‌که زمخت به نظر می‌رسد ــ برای رساندن مناسبات اجتماعی‌ای که باید نشان بدهد بهتر باشد. **عامه** چطور است؟ بد نیست. **اوباش**؟ نه، ابداً. **قاطبه‌ی مردم** چطور؟ نامشان را هرچه بگذاریم، از زاویه‌ی منافع آن‌هاست که کتاب حاضر به بررسی چگونگی پیدایش و پیشرفت علم خواهد پرداخت.

اما منظور من از **مردم** چه کسانی نیستند؟ آن‌هایی که خودشان را طبقه‌ی «برتر» یا «نجیب» و «شایسته» می‌خواندند و بنا بر تعریف نسبت به کسانی که از این طبقه بیرونشان می‌گذاشتند قدرت اجتماعی بیش‌تری داشتند. ولی این صفت‌ها متضمن یک برتری اخلاقی هم هستند که در یک تاریخ مردم چیزی نامطبوع خواهد بود. اصطلاحاتی از قبیل **طبقه‌ی حاکم**، **طبقه‌ی مسلط**، **گروه ممتاز**، و **جمع خواص** اسامی مناسب‌تری برای این عده‌اند و جایگاه اجتماعی آن‌ها را بهتر نشان می‌دهند.

از قهرمانان تاریخ علم سنتی، کم‌تر کسی در این طبقه‌ی حاکم به دنیا آمده است. البته انگشت‌شمار کسانی از اشراف یا دربار هم بین آن‌ها بوده‌اند ــ رابرت بویل[1]، تیکو براهه[2]، و شاهزاده اِنریکه‌ی «دریانورد»[3] اولین کسانی هستند که به خاطر می‌آیند ــ اما بیش‌تر آن‌ها یا به کمک موقعیت دانشگاهی‌شان یا به واسطه‌ی دیگر حمایت‌ها و بنده‌نوازی‌ها به محافل ممتاز راه پیدا کرده‌اند. نیوتن و گالیله از دسته‌ی اول و فرانسیس بیکن و باز گالیله از دسته‌ی دوم‌اند. ویلیام ایمون[4]، مورخ علم، می‌نویسد: «خاصان تحصیل‌کرده هم یک‌جور اشرافیت فکری تشکیل دادند.»(۹) پس این اعضای اشرافیت علمی خونشان قرمزتر از خون دیگران نبود؛ امتیاز آن‌ها در کار فکری آن‌ها بود.

یک دیوار اجتماعی بلند همیشه ــ دست‌کم از ابتدای تفکیک اجتماعی در سپیده‌دم مه‌آلود پیش‌از تاریخ ــ تفاوت کار بدنی با کار فکری بوده است. کسانی که بدون کثیف‌کردن دست‌هایشان امرار معاش می‌کنند گروهی را که کار یدی دارند

1. Robert Boyle 2. Tycho Brahe 3. Henry "the Navigator" 4. William Eamon

پایین‌تر از خود دیده‌اند. اختلاف طبقاتی بین کاتبان تحصیل‌کرده و صنعتگران بی‌سواد را در قدیمی‌ترین تمدن‌های بشری می‌بینیم؛ آن‌جا که پدری مصری در سال ۱۱۰۰ پ.م. به پسرش نصیحت می‌کند «دل به قلم بسپار» و از کار یدی پرهیز کن. پدر هشدار می‌دهد که «به چشم خود دیده‌ام آهنگر چگونه در پای کوره‌ی سوزان عرق می‌ریزد. انگشتان او شبیه پوست تمساح شده‌اند. بوی بدنش زننده‌تر از بوی زُخم ماهی است. درودگری هم که می‌بُرد و می‌تراشد مگر بیش‌تر از کشتگر آسایش دارد؟»[۱۰]

در روزگار افلاطون و فرانسیس بیکن، تحقیر کار بدنی به‌صراحت و به‌کرات از زبان اهل اندیشه (به تقلید از ولی‌نعمتان اشراف‌زاده‌شان) شنیده می‌شد و از بنیان فکری گسترده‌ای برخوردار بود. کسنوفون (گزنوفون) که همعصر افلاطون بود می‌گوید:

> فنونی که ما جسمانی می‌خوانیمشان روی‌هم‌رفته بدنام‌اند. دولت‌ها هم آن‌ها را نمی‌پسندند و البته حق دارند. چه برای تندرستی کارگران و سرپرستان زیانبارند، بدین‌جهت که وامی‌دارندشان یکسره نشسته و محبوس باشند، و گاه سرتاسر روز در برابر آتش. و چون بدن تحلیل رفت، ذهن نیز به سستی گراید. فنونی که جسمانی می‌نامندشان به انسان مجال توجه به دوستان و دولت نمی‌دهند و از این‌رو شاغلانِ بدان‌ها همواره دوستان نالایقی برای رفقا و سربازان بی‌کفایتی برای کشور خود می‌شوند. هستند دولت‌هایی که، خصوصاً در دوران جنگ، حتی به یک شهروندشان اجازه‌ی پرداختن به فنون جسمانی را نمی‌دهند.[۱۱]

این نگاه دوام می‌آورد. ایمون می‌نویسد: «**تحقیر دهاتی‌ها و عوام‌الناس** به‌وسیله‌ی اهل علم در قرن سیزدهم، که نخبگان تحصیل‌کرده می‌کوشیدند جایگاه خویش را تثبیت کنند و خود را بالاتر از خیل مردم عادی قرار دهند، زهرآگین‌تر شد.»[۱۲] امروزه در جوامعی که داعیه‌دار ارزش‌های دموکراتیک‌اند کم‌تر از این تمایز صحبت می‌شود، اما گمان نمی‌کنم کسی منکر آن باشد که این نگاه هنوز وجود دارد.[۱۳]

غیر از افتخار به این‌که هرگز دستانشان را به کار بدنی آلوده نکرده‌اند، یک شناسه‌ی دیگر نخبگان علمی در دوره‌ی پیدایش علم جدید «سواد» بود. ولی در

اروپای اوایل عصر جدید، سواد در دانستن خواندن و نوشتن خلاصه نمی‌شد؛ باید خواندن و نوشتن به زبان لاتین را می‌دانستی تا باسواد شناخته می‌شدی. «دانستن زبان لاتین تنها مهارتی بود که عارف و عامی، خواص و عوام، را از هم جدا می‌کرد.»(۱۴)

یکی دیگر از ویژگی‌های اصلی مردمانِ موضوعِ تاریخِ ما گمنامی آن‌هاست. نام بسیاری از دانشگاه‌رفته‌هایی که جایگاهی در تاریخ علم به دست آورده‌اند به کمک آثاری که منتشر کرده‌اند جاودانی شده است؛ اما اسامی اکثر صنعتگران بی‌سواد یا کم‌سواد ــ اگر جایی ثبت شده باشد ــ در مدارک تولد و تعمید و ازدواج یا مرگ آن‌ها بوده است، که مسلماً نقش آن‌ها را در تولید علم نشان نمی‌دهند.

البته استثنا هم کم نبوده است. بعضی صنعتگرها به زبان مادری‌شان دست‌نامه‌ها و «اسرارنامه»هایی به نام خودشان می‌نوشتند و منتشر می‌کردند.(۱۵) دست‌کم دو اهل فن در جاهایی دانشمند شناخته شده‌اند: جان هَریسون[1]، به‌خاطر حل‌کردن بزرگ‌ترین معمای علمی روزگارش، یعنی چگونگی اندازه‌گیری طول جغرافیایی در دریا؛(۱۶) و آنتونی وان لِیوِنهوک[2] که «پدر تک‌یاخته‌شناسی جانوری و باکتری‌شناسی» به شمار می‌رود.(۱۷) بسیاری از هنرمندان و معمارانی که در تاریخ علم سهیم‌اند ــ امثال میکل‌آنژ و داوینچی و برونلّسکی[3] ــ بیش‌تر صنعتگر بودند و به قول ادگار زیلسِل[4] «کارگران استادکار یدی».(۱۸) یک مرد بزرگ دیگر که به دلیل کشمکشی که با نخبگان علمی داشت می‌توان او را «دانشمند مردم» نامید، تئوفراستوس بومباستوس فون هوهنهایم[5]، مشهور به پاراسلسوس[6]، است. ولی با همه‌ی این استثناها، علی‌القاعده اسامی اغلب کسانی که در این تاریخ علم سهم داشته‌اند باقی نمانده است. به‌هر صورت، توجه ما بیش‌تر به دستاوردهای علمی گروه‌های شغلی خواهد بود تا افراد.

ضمن این‌که می‌پذیریم بعضی افراد در هیچ گروهی نمی‌گنجند، شناسایی ویژگی‌هایی مثل کارکردن با دست، گمنام‌بودن، ننوشتن به زبان لاتین، و نداشتن حامی مالی، برای جداکردن اکثریت جامعه از عالمان نخبه به کار می‌آید. در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم، علم اولین گام‌های بلندش را به‌سوی حرفه‌ای‌شدن برداشت. این

1. John Harrison 2. Antony van Leeuwenhoek 3. Filippo Brunelleschi
4. Edgar Zilsel 5.Theophrastus Bombast von Hohenheim 6. Paracelsus

روند در سه قرن بعد هم ادامه پیدا کرد و به جایی رسید که تقریباً همه‌ی فعالیت‌های علمی را دانشمندان حرفه‌ای انجام می‌دادند. به‌دست‌آوردن اطلاعات تازه از طبیعت به قدری دشوار شد که فقط گروه‌های تحقیقاتی با بودجه‌های دولتی یا با حمایت شرکت‌های بزرگ می‌توانستند از عهده‌ی آن برآیند.

در قرن بیستم علم ملک طلق نخبگان متخصص شد. دو فصل آخر کتاب درباره‌ی پیدایش «علم کلان»[1] است و خواهیم دید که دیگر دوره‌ای که کسانی بدون درجه‌ی دکتری هم بتوانند مستقیم دستی در تولید علم داشته باشند یکسره به سر آمده است.

کدام علم؟

علم را به آن آسانی هم که به نظر می‌رسد نمی‌شود معنی کرد. در زبان لاتین، scientia اصطلاح عامی است برای هر نوع دانشی؛ ولی در قرون اخیر، science فقط شامل بعضی انواع دانش فنی بوده است. چند سال پیش مجله‌ی انگلیسی نیچر[2] مطلبی داشت درباره‌ی تلاش عده‌ای دانشمند برای تعریف دقیق این واژه، تا بتوان علم را از شبه‌علم تشخیص داد؛ ولی آن‌ها نتوانسته بودند به تعریف قانع‌کننده‌ای برسند.[۱۹] من در اثر حاضر از جان برنال[3] در شاهکارش، علم در تاریخ، پیروی کرده‌ام. او کتابش را با این جمله آغاز می‌کند: «علم را به وسیع‌ترین معنا در نظر می‌گیریم و سعی نمی‌کنیم آن را در چارچوب یک تعریف محبوس کنیم.» این برخورد غیرجزمی برای این ضرورت دارد که

> نهایتاً مردم‌اند که درباره‌ی معنی و ارزش علم قضاوت می‌کنند. هرجا که علم به صورت رازی در نزد عده‌ای برگزیده نگه داشته شده، ناگزیر با منافع طبقات حاکم گره خورده و از فهم و الهامی که از نیازها و توانایی‌های مردم سرچشمه می‌گیرد جدا شده است.[۲۰]

علم را دست‌کم باید هم مجموعه‌ای از دانسته‌ها به شمار آورد و هم روند رسیدن به آن‌ها. پس بگذارید ساده‌ترین راه ممکن را برویم و علم را، لااقل

1. Big Science 2. *Nature* 3. John Bernal

در این کتاب، عبارت از **شناخت طبیعت و فعالیت‌های مولد شناخت** بگیریم.

اما در مورد انواع فعالیت‌هایی که شناخت علمی تولید می‌کنند، تأکید من در کتاب حاضر بر فرایندهای **تجربی** است در مقابل فرایندهای **نظری**. من اعتقاد دارم که شناخت علمیِ بیش‌تر با آزمایش و سعی و خطای عملی به دست آمده تا با تفکر انتزاعی. بنجامین فارینگتون[1] دراین‌باره می‌گوید:

> علم در ابتدا آن‌قدرها که گاهی مورخان ادعا کرده‌اند از اهداف عملی جدا نبوده است. کتاب‌های درسی، از همان روزگار یونانیان، برای این‌که ترتیبی منطقی به موضوعات درسی بدهند، گرایش به چشم‌پوشی از نقش کار تجربی در رشدِ شناخت داشته‌اند. این روش شاید برای تدریس بهترین روش باشد، اما اگر آن را شرحی از پیدایش نظریه‌ها بپنداریم اشتباه کرده‌ایم. پشت این تعریفِ اُقلیدس که «خط راست خطی است که بین همه‌ی نقاط خود هموار باشد» می‌شود دست معماری را دید که با تراز بنایی‌اش کار می‌کند.[۲۱]

این مفهوم وسیع و جامع علم ممکن است به مذاق خوانندگانی که عادت کرده‌اند علم را پوزیتیویستی (اثبات‌گرایانه) ببینند و فیزیک را معیار سنجش همه‌ی علوم دیگر بدانند خوش نیاید.[۲۲] اهل فیزیک نظری بارها علومی از قبیل گیاه‌شناسی و دیرین‌شناسی را کوچک شمرده و آن‌ها را به جمع‌آوری تمبر تشبیه کرده‌اند.[۲۳] معنی تلویحی این بهتان تکبرآمیز این است که فیزیک از علومی که کم‌تر نظری‌اند «علمی‌تر» است ــ نمونه‌ی دیگری از همان تصور غلط قدیمی که کار فکری را شریف‌تر از کار بدنی می‌داند. اما همه‌ی دانشمندان مثل فیزیک‌دان‌های نظری فکر نمی‌کنند. روش‌شناسی علوم زیست‌شناسی، مردم‌شناسی، بوم‌شناسی، روان‌شناسی، و جامعه‌شناسی چندان قرابتی با انتزاعات فیزیک نظری ندارد؛ و با این حال در بینش عمومی علم جدید، فیزیک الگویی به شمار می‌رود که همه‌ی علوم دیگر باید بکوشند از آن پیروی کنند.

«امپریالیسم فیزیک»[۲۴] تا حدود زیادی مخلوق سیاست‌های دولت

1. Benjamin Farrington

امریکاست. عده‌ای از «اشراف فیزیک» به دلیل نقشی که در ساختن بمب اتمی داشتند، در دوره‌ی بعد از جنگ جهانی دوم سخنگویان اصلی علم در امریکا شدند. همین‌ها بودند که

> ارزش‌های خودشان، از جمله تحقیر علوم اجتماعی و رفتاری، را تا دهه‌ها بعد به سیاست دولت در مورد علم تحمیل کردند. فیزیک‌دان‌های حاکم بر علم در دوره‌ی بعد از جنگ (که خودشان را همراه با شیمی‌دان‌ها و ریاضی‌دان‌ها و زیست‌شناس‌ها اصحاب «علوم سخت» می‌دانستند) علوم اجتماعی و رفتاری را متکبرانه «علوم نرم» نامیدند.[۲۵]

موقعی‌که فیزیک در رأس همه‌ی علوم قرار گرفت، این نظر هم تقویت شد که علم باید نسبت به ارزش‌ها و خصوصاً مسائل اجتماعی بی‌طرف باشد.[۲۶] در فیزیک که آرمانش عینیت است، بی‌طرفی لازمه‌ی عینیت شمرده می‌شود؛ بنابراین از دانشمند انتظار می‌رود که با موضوع تحقیقش بی‌طرفانه و بی‌احساس برخورد کند. بی‌طرفی برای فیزیک‌دان ممکن است قابل دفاع باشد، ولی در علومی مثل پزشکی، مردم‌شناسی، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی یا اقتصاد سیاسی که سر و کارشان با مردم است بی‌طرفی باعث حفظ وضع موجود می‌شود و دانشمند اغلب بدون این‌که خود بداند تقویت‌کننده‌ی مفروضات نژادپرستانه و مردسالارانه و سوداگرانه می‌شود.[۲۷] برای مثال در دهه‌های اخیر، جنبش فمینیستی از زن‌ستیزی نیرومندی در طب سنتی پرده برداشته که هزاران سال برای تندرستی زنان زیان به بار آورده است. این‌که در پزشکی، از قدیم، نفس زنانگی را یک حالت مرضی دانسته‌اند در لغت «هیستری» که از واژه‌ای یونانی به معنی «رحِم» مشتق شده متبلور است.[۲۸]

روشن است که «تاریخ علم مردم» نمی‌تواند تسلیم برتری‌جویی علم فیزیک شود. ما برای همه‌ی حوزه‌های شناخت طبیعی ارزش یکسان قائلیم و به هیچ مقایسه‌ی تبعیض‌آمیزی بین علم سخت و علم نرم یا علوم دقیقه و غیردقیقه رضایت نمی‌دهیم. مفهوم «علم بی‌طرف نسبت به ارزش‌ها» و حاکم‌شدن آن در علم جدید برای خودش تاریخی دارد که در فصل ۶ بدان خواهیم پرداخت.

من با کاری که کرده‌ام، یعنی مبارزه با این عقیده که علم باید فقط در

نظریه‌پردازی محدود شود، وارد یک «کارزار علمی» شده‌ام که از سال‌ها پیش در محافل فکری جریان داشته است. سنت‌گرایانی که علم را «نظریه‌ی محض» قلمداد می‌کنند در حقیقت می‌خواهند آن را از انتقاد مصون نگه دارند. این تعبیر از علم خیلی‌وقت‌ها آن را با نظریات سیاسی ارتجاعی همسو می‌کند، چون برای علم مرجعیت غیرقابل انتقادی مثل دین قائل می‌شود و بنابراین خود را تکیه‌گاهی برای استبداد می‌کند. اما بسیاری از فرزانگان آزاداندیش، فمینیست‌های انقلابی و فعالان محیط زیست زیر بار این تعبیر نمی‌روند و در برابر «بت علم» سر تعظیم فرود نمی‌آورند.

علم و فناوری

یک نتیجه‌ی منطقی دیگرِ تحقیرِ کار بدنی این «تصور غلط شایع» است که علم هیچ نسبتی با فناوری ندارد و به لحاظ اهمیت تاریخی از آن برتر است.[۲۹] از دیدگاه قرن بیست و یکمی و با این فرض کوته‌بینانه که نظریه‌ی علمی همیشه پیش‌شرط رشد فناوری بوده است می‌توان فناوری را «علم کاربردی» یا «علم کاربسته» نامید. ولی در تاریخ غالباً وضع برعکس بوده است؛ به این معنی که هرچند علم و فناوری همیشه دست در دست هم داشته‌اند، فناوری بوده که باعث رشد شناخت علمی شده است.[۳۰] در آغاز، به قول گوته، **عمل** بود نه **کلمه**؛ نه افاضات نظریه‌پردازان نابغه، بلکه کار بدنی خلاقانه‌ی مردم عادی. با پیشرفت فناوری‌ها و پیچیده‌ترشدن آن‌ها، شناخت علمیِ به‌دست‌آمده در مراحل قبلی به‌مرور در فعالیت‌های بعدی به کار می‌رود و به این معنا می‌شود گفت که فناوری واقعاً صورت «علم کاربردی» را به خود می‌گیرد. علم و فناوریْ پیاپی یکدیگر را تقویت می‌کنند، اما محرک اول بدون شک فناوری است.

تا یکی دو قرن پیش، روند کسب شناخت از طبیعت معمولاً بیش‌تر کار دست بوده است تا مغز؛ یعنی حاصل تجربه و آزمایش و خطا بوده، نه کار نظری. گوردون چایلدِ[1] باستان‌شناس می‌نویسد «علم زاییده‌ی فنون عملی و در آغاز با آن یکی بود.»[۳۱] کلود لِوی استروس[2]، مردم‌شناس اجتماعی، این تصور را رد می‌کند که

1. Gordon Childe 2. Claude Lévi-Strauss

«هنرهای بزرگ تمدن» ــ سفالگری، بافندگی، فلزگری (متالورژی)، کشاورزی، و اهلی‌کردن حیوانات ــ ممکن است «محصولات مبارک یک رشته کشفیات اتفاقی» بوده باشند. به نوشته‌ی او، این‌ها نشان می‌دهند که «انسان نوسنگی... وارث یک سنت علمی کهن» بوده است:

> هر یک از این فن‌ها مدعی قرن‌ها مشاهده‌ی فعالانه و روشمند و فرضیه‌سازی جسورانه و آزمایش مکرر فرضیه‌هاست... شک نیست که همه‌ی این دستاوردها مستلزم یک رویکرد علمی اصیل، توجه پیوسته و هوشیارانه، و میل به دانستن به‌خاطر خود دانستن بوده‌اند. زیرا فقط درصد کوچکی از مشاهدات و آزمایش‌ها (که باید فرض کرد انگیزه‌ی آن‌ها در وهله‌ی اول بیش‌تر میل به دانستن بوده است) می‌توانستند نتایج عملی و قابل استفاده‌ی فوری به بار آورند.[۳۲]

«فنون ابتدا جنبه‌هایی از طبیعت را آشکار کردند که بعد فلسفه‌ها بر پایه‌ی آن‌ها به وجود آمدند» و همچنان در طول اعصار منبع اصلی شناخت طبیعت باقی ماندند.[۳۳] علم در اوایل عصر جدید، یعنی از حدود سال ۱۴۵۰ تا ۱۷۵۰، با تجزیه و تحلیل اختراعات و ابداعات صنعتگرانی پیش رفت که بسیاری از آن‌ها بی‌سواد بودند. در انقلاب علمی قرون شانزدهم و هفدهم، اول پیشرفت‌های عملی رخ داد و بعد ــ خیلی بعد ــ نظریه‌ها پیدا شدند. این رابطه در انقلاب صنعتی اواخر قرن هجدهم هم برقرار ماند. تازه در قرن نوزدهم بود که با تولید انبوه رنگ‌های شیمیایی و ظهور صنعت برق، سرانجام آرزوی دیرینه‌ی پیدایش فناوری‌های عمده‌ای بر اساس علم نظری برآورده شد.[۳۴] ولی حتی در قرن بیستم هم صنعتگرها هنوز قادر به دادن کمک‌های علمی بزرگی بودند. در ۱۹۰۳ ــ عصر نسبیت و نظریه‌ی کوانتوم ــ نه فیزیک‌دان‌های نظری که دو برادر دوچرخه‌ساز ــ برادران رایت ــ بودند که علم آیرودینامیک را به حرکت درآوردند. تازه در جنگ جهانی دوم و «پروژه‌ی مَنهَتن» بود که نظریه در اکتشافات علمی شروع به سبقت‌گرفتن کرد.[۳۵]

نتیجه‌ای که از جداکردن کامل تاریخ‌های علم و فناوری از یکدیگر حاصل می‌شود این تصور غلط است که علم در حوزه‌ی اندیشه‌ی ناب به دنیا آمده و در

میان ابرها برفراز دنیای علایق خاکی انسان سیر کرده است. رسیدن به تصویر درستی از تکوین علم جدید مستلزم شناسایی و پذیرش درهم‌تنیدگی علم و فناوری است، تا جایی که حتی از هویت‌های مستقل خود محروم شوند.

باز از دریانوردی مثال می‌زنم که معمولاً یک فناوری شناخته می‌شود و بیش‌تر فن به شمار می‌رود تا علم. شاید اگر بگوییم سکانداری کاری علمی است عجیب به نظر برسد، ولی پیشرفت دریانوردی در طول تاریخ تماماً بستگی به رشد مجموعه‌ای از اطلاعات بنیادین درباره‌ی طبیعت داشته است: از جزر و مد، جریان‌های دریایی و بادهای غالب گرفته تا خواص میدان مغناطیسی زمین و پدیده‌های نجومی. پیشگامان دریانوردی در همه‌ی دوران‌ها و همه‌ی جهان، درحالی‌که ناچار به کشتیرانی به دور از خشکی بودند، علم آب‌نگاری را پایه‌گذاری کردند و کمک‌های شایانی به اقیانوس‌شناسی و هواشناسی و جغرافیای طبیعی و نقشه‌نگاری و نجوم و علوم دیگر کردند.

ریچارد وستفال[1]، مورخ برجسته‌ی علم، کمک‌های دریانوردان به علوم دریانوردی را دست‌کم می‌گیرد و می‌گوید: «هیچ‌وقت خود دریانوردها ابتکار عمل نداشتند؛ همیشه ستاره‌شناسان و ریاضی‌دانان بودند که به دریانوردان یاد می‌دادند.»[۳۶] گرچه نمی‌توان انکار کرد که ریاضی‌دان‌های متخصص نهایتاً در پیشرفت دریانوردی مؤثر بودند، چنان‌که در فصل ۴ خواهیم دید، آن‌ها خودشان در خشکی بودند و اطلاعاتشان را از دریانوردان می‌گرفتند.

کار ریاضی‌دان‌ها، حتی در مبانی، احتیاج به فعالیت‌های مقدم‌تر دریانوردان داشت. نیاز مشخص دریانوردان به روش‌های محاسبه‌ی ساده بود که جان نِیپر[2] را به اختراع لگاریتم برانگیخت و مسئله‌ی پیداکردن روشی برای تعیین طول جغرافیایی در دریا بود که آیزاک نیوتن را به‌سمت بیان قانون جاذبه‌ی عمومی سوق داد.[۳۷] این پیشرفت‌های علمی مهم فقط نتیجه‌ی کنجکاوی بی‌هدف اندیشمندانی گوشه‌نشین نیستند، بلکه ماهیت اجتماعی و اشتراکی تولید علم را نشان می‌دهند. تصادفی نیست که دستاوردهای نیپر و نیوتن در کشوری جزیره‌ای و در دوران رشد سریع بازرگانی دریایی به آن‌ها الهام شد. در این موردها، عنصر فعالْ دریانوردان

1. Richard Westfall 2. John Napier

بودند که مسائل فنی‌ای را مطرح کردند که به پاسخ‌های ریاضی‌دانان کشید. عمومیت این رابطه را در گزارش استرابون، جغرافی‌دان قرن اول میلادی، هم می‌بینیم. او می‌نویسد فنیقی‌ها در دریانوردی «سرآمد همه‌ی مردمانِ همه‌ی دوران‌ها» بودند؛ «در نجوم و ریاضی تبحر داشتند و مطالعاتشان را با محاسبات عملی و دریانوردی در شب آغاز کرده بودند».[۳۸]

«ریاضی‌دان‌ها و ستاره‌شناسان» را مقابل «دریانوردان» قراردادن باز از یک فرض اشرافیِ دیگر آب می‌خورد: این‌که ریاضیات ملک طلق نظریه‌پردازان برج‌عاج‌نشین است. اما در این فرض، نقشه‌برداران و نقشه‌نگاران و ابزارسازان و دریانوردان و مکانیک‌دان‌هایی که پیشتازان نوآوری در ریاضیات عملی در قرون پانزدهم و شانزدهم بودند از قلم می‌افتند. جان والیس[1] در زندگی‌نامه‌اش می‌نویسد که «ریاضیات» حتی تا دهه‌ی ۱۶۳۰ «ندرتاً رشته‌ای **نظری** محسوب می‌شد و بیش‌تر **عملی** به شمار می‌رفت؛ سر و کارش با **کسبه و بازرگانان و ملوان‌ها و نجارها و نقشه‌نگاران** و امثال آن‌ها بود».[۳۹]

تقدم تاریخی فناوری بر علم نظری به طور کلی مضمون اصلی کتاب حاضر است. به عبارت دیگر می‌خواهیم بگوییم **اهل فن نه‌فقط انبوه داده‌های تجربی را که مواد خام انقلاب علمی بود فراهم آوردند، بلکه خود روش تجربی هم با کمک آن‌ها شکل گرفت.** علم در دوره‌های پیش‌تر تقریباً یکسره چشم به دهان مراجع باستانی، خصوصاً ارسطو، داشت. در دانشگاه‌ها و دیگر مجامع خواص، برای پیدا کردن جواب هر سؤالی در زمینه‌ی شناخت طبیعت به کتاب‌ها رجوع می‌کردند؛ یا در موارد نادری که مراجع باستانی مورد تردید قرار می‌گرفتند، از دلایل ماقبل تجربی انتزاعی استفاده می‌شد نه از کاوش مستقیم طبیعت. عادت به آزمایش، که ویژگی علم جدید شد، محصول کارگاه‌های فنی بود و این چیزی است که در فصل ۵ بدان خواهیم پرداخت.

کدام تاریخ؟

مورخان در مجموع توانسته‌اند سنت مدیحه‌گویی در تاریخ‌نویسی را ــ نظریه‌ای که تاریخ را ساخته‌ی «مردان بزرگ» می‌داند ــ تغییر دهند، ولی مورخان علم با همه‌ی

1. John Wallis

تلاش‌ها و تحقیقاتشان کم‌تر در این زمینه توفیق داشته‌اند. دِرِک دِ سولا پرایس[1] شکوه می‌کند که «علم گویا بیش‌تر از هر شاخه‌ی دیگر معرفت به قهرمانانش گره خورده است».[۴۰] هرچند این روزها دیگر کم‌تر کسی با این گفته‌ی مشهور کارلایل موافق است که «تاریخ جز زندگی‌نامه‌ی مردان بزرگ نیست»، هنوز خیلی‌ها انقلاب علمی را حاصل کار چند نفر نابغه‌ی فوق‌العاده تیزهوش ــ «از کپرنیک تا نیوتن» ــ می‌دانند.

بخشی از مسئله این است که گرچه فهم مردم از تاریخ به طور کلی متأثر از کار مورخان است، درک اکثر مردم از تاریخ علم را نه مورخان علم بلکه خود عالمان شکل داده‌اند که غالباً برداشت‌های نادرستی از کار پیشینیانشان دارند و همان را منتشر می‌کنند.[۴۱] دانشمندان علاقه‌ای صنفی دارند به این‌که پیشینیانشان را قهرمان قلمداد کنند، چون کار خود آن‌ها را هم قهرمانانه جلوه می‌دهد و اعتبار آن‌ها را بالا می‌برد.

مهم‌تر این‌که اغلب دانشمندان خودشان مورخ نیستند و تاریخ برایشان اولویت ندارد. علاقه‌ی آن‌ها به سیر تکامل علمشان فرع بر علاقه‌ی آن‌ها به خود علم است. بنابراین غالباً ناخواسته دید بسته‌ای نسبت به گذشته‌ی علمشان پیدا می‌کنند و فقط رد باریک توفیق‌ها را می‌بینند و از خطاها و بن‌بست‌هایی که «راه به جایی نبرده‌اند» چشم‌پوشی می‌کنند. دید محدود از تاریخ علم ممکن است ابزار آموزشی مفیدی برای درس علوم در دوره‌ی دبستان باشد، ولی تاریخ معتبری ارائه نمی‌دهد. فرافکنی علایق امروزی به گذشته، در این دید بسته، تصویر نادرست و گمراه‌کننده‌ای از سیر تکامل علم در واقعیت به دست می‌دهد.[۴۲]

مورخان قابلی در دهه‌های اخیر کوشیده‌اند بر تصویر آرمانی‌ای که دانشمندان و اسلاف خود مورخان ترسیم کرده‌اند غلبه کنند.[۴۳] به شهادت پی‌نوشت‌ها و کتاب‌شناسی اثر حاضر، من در این کتاب از تحقیقات برجسته‌ترین مورخان نسل جدید بهره برده‌ام، ولی بدبختانه رشته‌ی تاریخ علم در دانشگاه‌ها همچنان بیش‌ترین توجهش به چند چهره‌ی تابناک آن است. شاید این هم از عوارض شخصیت‌پرستی حاکم در کل فرهنگ ما باشد. بیش‌تر کتاب‌های درسی این رشته

1. Derek de Solla Price

از محصولات صنایع کتاب‌سازی درباره‌ی گالیله و نیوتن و داروین و امثال آن‌هاست.[۴۴] «مردان بزرگ علم» را مثل فیل در مَثل فیل در اتاق نشیمن نمی‌شود نادیده گرفت، ولی تاریخ آن‌ها را همیشه از دید رجال حاکم گفته‌اند. قصد من نقل تاریخ از دیدگاه دیگری است.

تاریخ اجتماعی و تاریخ مردم

تفاوت «تاریخ مردم» با مقوله‌ی کلی‌تر تاریخ اجتماعی چیست؟ دو تاریخ با یکدیگر همپوشی دارند اما از دو زاویه‌ی مختلف به گذشته نگاه می‌کنند. مورخان اجتماعی به‌خوبی بستر اجتماعی کار قهرمانان سنتی علم را نشان داده‌اند. برای مثال، تشریح فعالیت‌های رابرت بویل و آیزاک نیوتن در بستر جنگ‌های داخلی انگلستان و «انقلاب باشکوه» اصلاحیه‌ی ارزشمندی بر تاریخ آرمانی علم بوده است.[۴۵] ولی تاریخ علم مردم هدفش تعمیق فهم علم در حکم فعالیتی اجتماعی با تکیه بر ماهیت اشتراکی تولید شناخت علمی است.

سال‌هاست که مورخان اجتماعی کوشیده‌اند در تصویرهایی که از گذشته به دست می‌دهند «از پایین به بالا» نگاه کنند نه «از بالا به پایین». برخی به توصیف فعالیت‌های مردم عادی پرداخته‌اند و گروهی از راه‌های دیگری بستر درک وقایع تاریخی را گسترش داده‌اند، اما بدون این‌که از دیدگاه طبقات اجتماعی غالب فاصله بگیرند.

از طرفی بعضی از مورخان اجتماعی به‌عمد نگاهشان را متوجه طبقات ممتاز کرده‌اند. تاریخ اجتماعی حقیقت، نوشته‌ی استیون شاپین[1]، نمونه‌ای عالی از تاریخ‌های اجتماعی علم است؛ ولی روایت او از آنچه خودش «ترکیب اشرافی حقیقت علمی» در انگلستان قرن هفدهم می‌نامد آشکارا از دیدگاهی نخبه‌گرایانه است. او می‌نویسد، «من از تاریخ فرهنگی جدید اقشار محروم از حقوق مدنی آگاهم و عمیقاً آن را درک می‌کنم»، اما «چون توجهم بیش‌تر به جامعه‌ی اشراف است این تاریخ از زاویه‌ی دید آن‌ها نقل می‌شود».[۴۶]

تأکید شاپین بر نقش رجال قرن هفدهم در تولید شناخت علمی است. این

1. Steven Shapin

نقش بیش‌تر نقشی معرفت‌شناختی است، یعنی تأیید و رسمیت‌بخشیدن به شناخت علمی. مسئله‌ای که شاپین بررسی می‌کند این نیست که آقایان چگونه به چیزهای تازه‌ای از طبیعت پی می‌بردند؛ این است که چطور در مورد چیزهایی که می‌فهمیدند با هم به توافق می‌رسیدند. کسانی که در عمل به اطلاعات تازه از طبیعت دست پیدا می‌کردند اهل فن بودند، یعنی کسانی که نه‌فقط با مغز که با دست هم کار می‌کردند و انگیزه‌شان بیش‌تر از این‌که کنجکاوی باشد نیازهای مادی بود ــ ضرورت امرار معاش. خلاصه‌ی کلام، علم جدید موقعی به دنیا آمد که آقایانِ نجبا شروع به بهره‌برداری از اطلاعات اهل فن و تدوین این اطلاعات کردند. در فصل ۵ این مطلب را بیش‌تر خواهیم شکافت.

ولی باید بدانیم که اهل فن نیازی به رسمیت‌پیداکردن دانسته‌های خود یا تأیید دیگران نداشتند و در قید آن هم نبودند. اطلاعات آن‌ها از طبیعت مدام در کار روزانه‌شان محک می‌خورد و تصدیق می‌شد. اگر چیزی که می‌دانستند «جواب می‌داد»، برایشان رسمیت داشت. رابرت بویل می‌نویسد که اطلاعات تجربی اهل فن «اگر واقعاً به کار صنعتگر می‌آیند، باید عین حقیقت باشند» و بنابراین «شایسته‌ی این‌که به تاریخ طبیعت پذیرفته شوند».[۴۷] نمونه‌اش باز مثال صیادان و ملاحان است. شناخت درست آن‌ها از رابطه‌ی موقعیت ماه با جزر و مد، که در جدول‌های دقیقی آن را ثبت کرده بودند، قرن‌ها پیش از این‌که گالیله به‌غلط منکر دخالت ماه شود و جزر و مد را به چرخش زمین نسبت بدهد، همیشه به آن‌ها کمک کرده بود که زنده به خشکی برسند.[۴۸]

شاپین ضمن این‌که اذعان دارد کتابش درباره‌ی «گروه کوچکی از بازیگران بلندقامت و خوش‌بیان» است، از مورخان دیگر می‌خواهد که به سایر جهت‌های اجتماعی هم نگاه کنند: «اگر صداهای دیگری ــ از زنان، نوکران، بدوی‌ها ــ از گذشته باقی مانده که باید متوجه آن‌ها شد و به گوش دیگران رساند، مورخان، اگر می‌توانند، به هزار و یک دلیل باید به آن‌ها توجه کنند.» از طرف دیگر می‌گوید: «چنانچه صدایی نیست، یا تقریباً نامفهوم است»، آن‌وقت مورخان ناچارند متوسل شوند به «روش حذف و شمول، تا عده‌ای نمایندگی کنند و دیگران نمایندگی شوند، یا گروهی فاعل باشند و بقیه مفعول».[۴۹]

من سعی کرده‌ام نصیحت شاپین را حلقه‌ی گوش کنم. اگرچه صداهای ضعیف

اعضای دانش‌پژوه طبقات زیردست را می‌توان تقویت کرد و به گوش رساند، یک راه دیگرِ پرده‌برداری از جایگاه آن‌ها در تاریخ علم این است که در گفته‌ها و کرده‌های کسانی که آن‌ها را «نمایندگی» کرده‌اند یا «فاعل» آن‌ها بوده‌اند دقت کنیم. به شهادت بیکن و بویل، و گیلبرت[1] و گالیله، می‌توان از ارزش کار «مکانیک‌دان‌های بی‌سواد» داد سخن داد.

صاحب علم به‌هرحال که بود؟

تقریباً هر نویسنده‌ای که درباره‌ی پنهان‌کاری حرفه‌ای قلم زده آن را محکوم کرده و از عقب‌ماندگی صنعتگر نادانی که دانش خود را احتکار می‌کند ایراد گرفته و درعین‌حال از رجال نابغه‌ای مثل رابرت بویل که اطلاعات تازه‌ی خود از طبیعت را به اطلاع همه رسانده‌اند ستایش کرده است. کسانی که نتایج تحقیقات خویش را منتشر کرده‌اند برای کمک‌های بزرگوارانه‌ی خود به تنویر افکار و ترقی انسان تقریباً مورد تحسین همگان قرار گرفته‌اند. البته بویل و بیکن و همفکران آن‌ها خودشان را این‌طور می‌دیدند و بیش‌تر نویسنده‌های بعد از آن‌ها صرفاً نظر خود آن‌ها را منعکس می‌کردند، شاید بدون این‌که عمیق‌تر درباره‌اش فکر کنند. ولی با این‌که بیکن در تبلیغ برای خودش «نوع بشر» را دغدغه‌ی اصلی‌اش و «ارتقای سطح زندگی انسان» را تنها انگیزه‌اش وانمود می‌کند، برنامه‌ی خود او برای پیشرفتْ حفظ و تقویت وضع موجود بود، یعنی افزایش قدرت رجال حاکم بر توده‌های مردم.[۵۰]

اما اهل فن درباره‌ی پنهان‌کاری حرفه‌ای خودشان جور دیگری فکر می‌کردند. نیت آن‌ها بد نبود؛ برای بقای اقتصادی خود، آن را لازم می‌دیدند: «دانش فنی باارزش‌ترین دارایی صنعتگرها بود، حتی باارزش‌تر از ابزارها یا کارشان.»[۵۱] شناخت آن‌ها از فرایندهای طبیعی با کار سخت و سال‌ها شاگردی به دست آمده بود؛ ممر درآمد آن‌ها بود و بدون آن نمی‌توانستند زندگی را بگذرانند و شکم خود و خانواده‌شان را سیر کنند. اگر آقایان شکم‌سیر، با بخشندگی، فوت و فن کار آن‌ها را به اطلاع عموم می‌رساندند، از دید آن‌ها مرتکب سرقت شده بودند.

1. William Gilbert

نوابغ را مدافع تبادل آزاد افکار علمی نمایاندن از این نظر ممکن است موجه جلوه کند که آن‌ها دانش سرقتی را برای خودشان نگه نمی‌داشتند و آن را به اطلاع همه می‌رساندند. ولی بخشندگی آن‌ها در واقع ریاکاری اقتصاد بازار آزاد را نشان می‌داد. کشورهایی که سنگ بازار آزاد را به سینه می‌زنند بدون استثنا آن‌هایی هستند که می‌توانند بازار را در دست خودشان نگه دارند ــ مثل انگلستان در قرن نوزدهم و امریکا در حال حاضر. در «بازار افکار» هم رجال فکری در موقعیتی بودند که می‌توانستند دانش باارزشی را که مثلاً «آزاد» می‌کردند تحت اختیار خودشان نگه دارند.

رابرت بویل با این ادعا که اهل فن در ازای دانشی که از دست می‌دهند بعد منتفع می‌شوند سعی کرد آن را توجیه کند: «همان‌طور که طبیعی‌دان می‌تواند... با مطالعه‌ی مشاغل دانش فراوانی به دست آورد، با همین دانشی که به این طریق به دست آمده... شاید بتواند باعث پیشرفت همان مشاغل بشود.»(۵۲)

دلیلی ندارد که در صداقت بویل، آن‌جا که می‌گوید «پیشرفت مشاغل» باعث بهترشدن وضع زندگی صاحبان مشاغل می‌شود، تردید کنیم؛ اما در عمل این اتفاق نیفتاد. در بستر اقتصاد سرمایه‌داری نوپا، سود افزایش تولید نصیب تولیدکنندگان اصلی نشد و به جیب مشتی صاحب‌امتیاز رفت که با سرمایه‌های خود توانسته بودند بر فرایند تولید حاکم شوند. صنعتگری که دانش او لو رفته بود، عاقبت، خودش کارگر وابسته به سرمایه‌دارها شد. «پیشرفت مشاغل» بویل زمینه را برای استفاده از ماشین‌آلاتی در قرن نوزدهم آماده کرد که به اسم «کارکاه»[1] وارد صحنه شدند، اما چیزی از کار کارگر کم نکردند و فقط هزینه‌ی کار را برای کارفرما پایین آوردند. ولو نقش اجتماعی این تحول در بلندمدت نقشی مترقی بود، نتیجه‌ای که در کوتاه‌مدت به بار آورد این بود که عده‌ای کارگر بیکار شدند و پول بیش‌تری به جیب کارخانه‌دارها سرازیر شد.

پس اکنون رئوس مطالب و بحث‌های کتاب باید به اندازه‌ی کافی روشن شده باشد. حال وقت آن است که عقبگردی بکنیم و بررسی علم مردم را از ابتدا آغاز کنیم؛ از آدمیان نخستین و انسان‌های شکارچی-گیاه‌چین در چهار گوشه‌ی جهان.

1. labor-saving

پی‌نوشت‌ها

1. Walter Burkert, *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*, p. 217.

از فیثاغورس در فصل ۳ بیش‌تر خواهیم گفت.

۲. اگر کسی حرف آخر را دراین‌باره زده باشد، بی‌تردید او رابرت مرتون است در کتابش با عنوان *On the Shoulders of Giants* که از این پس ما با حروف اختصاری *OTSOG* بدان ارجاع خواهیم داد. تعبیر نشستن «روی شانه‌های غول‌ها» را که معمولاً به نیوتن نسبت می‌دهند، خود نیوتن در نامه‌ای به رابرت هوک در ۵ فوریه‌ی ۱۶۷۵/۷۶ به کار برده است. رک:

Newton, *Correspondence*, vol. 1, p. 416.

۳. این نکته را مارگارت راسیتر به‌خوبی نشان داده است. رک:

Margaret Rossiter, *Women Scientists in America.*

4. Lynn White Jr., *Medieval Technology and Social Change*, p. 39.

5. T. S. Ashton, *The Industrial Revolution, 1760-1830*, pp. 27-28, 62.

۶. در فصل ۴ بیش‌تر به کمک‌های علمی دریانوردان خواهیم پرداخت.

۷. در اثر حاضر، حروف اختصاری «پ.م.» برای «پیش از میلاد مسیح» به کار خواهد رفت. در غیر این صورت منظور «بعد از میلاد» خواهد بود.

۸. اعضای مرفه‌تر طبقه‌ی نوپای سرمایه‌دار، که خواص شهری را تشکیل می‌دادند، موقعیتی نسبی داشتند؛ آن‌ها، در کلیت جامعه‌ی اشرافی، طبقه‌ی «متوسط» یا «زیر خواص» بودند.

9. William Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 80.

10. *Egyptian Hieratic Papyri in the British Museum*, second series (London, 1923); quoted by J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 130.

11. Xenophon, *The Economist*, chapter 4, pp. 22-23.

12. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 80.

۱۳. مورخی که تخصص‌اش در زمینه‌ی فناوری است می‌نویسد: «تفکیک هزاران ساله‌ی... اندیشمند از صنعتگر حتی در زمان ما از بین نرفته است.» رک:

Lynn White, Jr., "Pumps and Pendula", p. 110.

14. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 37.

۱۵. ایمون می‌نویسد: «اواخر قرون وسطا با گسترش سوادآموزی، صنعتگران بیش از پیش به ثبت مکتوب رموز فنی کارهایشان روی آوردند. دست‌نامه‌هایی می‌نوشتند برای آموزش صنعتگران دیگر و ثبت ادعای مالکیت اختراعاتشان.» ایمون به «ده‌ها نمونه» از این‌ها اشاره می‌کند. رک: Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 83. درباره‌ی نوشته‌های صنعتگرها در فصل ۵ بیش‌تر صحبت خواهیم کرد.

۱۶. در کتابی از داوا زوبل به نام طول جغرافیایی (*Longitude*) و در یک مستند تلویزیونی چهارساعته بر اساس این کتاب سعی می‌شود برای جان هریسون جایی در بین دانشمندان بزرگ پیدا شود.

17. Clifford Dobell, ed., *Antony van Leeuwenhoek and His "Little Animals"*.

عبارت نقل‌شده را روی جلد کتاب می‌بینیم.

18. See, e. g., Edgar Zilsel, "The Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 91.

19. "Physicists Seek Definition of Science", *Nature*, April 30, 1998.

20. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, pp. 3, 34.

نویسنده‌ی این اثر مهم چهار جلدی پیش از این‌که مورخ باشد فیزیک‌دان بود. دستاوردهای برنال در علم بلورشناسی او را در زمره‌ی بزرگ‌ترین فیزیک‌دانان قرن بیستم قرار می‌دهد.

21. Benjamin Farrington, *Science in Antiquity*, p. 3.

۲۲. از طرف دیگر بعضی مورخان علم هم ممکن است این تعریف از علم را به اندازه‌ی کافی جامع نیابند و بگویند که در آن روشن نیست منظور از «شناخت» چیست. آیا هرچه را گذشتگان ما «شناخت» می‌شمرده‌اند در بر می‌گیرد؛ یا فقط محدود است به آنچه ما با دانش امروزی‌مان آن را در حکم «شناخت» می‌پذیریم؟ برای مثال، رک به مقدمه‌های کتاب زیر:

Michael H. Shank, ed., *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages*.

هرچند من خود نیز معتقدم که شناخت بی‌اعتبارشده در طول تاریخ را اکنون نباید از تاریخ علم کنار گذاشت، تأکیدم در اثر حاضر بر ریشه‌های شناختی است که امروزه بیش‌تر خوانندگان هنوز آن را معتبر می‌دانند.

۲۳. تشبیه اهانت‌آمیز «جمع‌آوری تمبر» را یک قرن پیش ارنست رادرفورد به کار برد، ولی بعد از آن هم بارها تکرار شده است.

۲۴. تعبیری است عاریت از ریچارد کریت (Richard Creath, "The Unity of Science", p. 168).

25. Daniel S. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, pp. 451-453.

۲۶. فیلسوفان فمینیست علم از فهیم‌ترین منتقدان تعبیر «علم بی‌طرف» بوده‌اند. رک:

Sandra Harding, *The Science Question in Feminism*, pp. 43-44, 227-228, 232-233; Helen Longino, "Can there be a Feminist Science?" and Helen Longino, *Science as Social Knowledge*, chapters 4 and 5.

27. Harding, *The Science Question in Feminism*, p. 47.

۲۸. نگاه کنید به بخش «فمینیسم علیه پزشکی» در فصل ۸.

29. Derek J. de Solla Price, "Of Sealing Wax and String", p. 239.

۳۰. ژاک بارزون بین techne (هنر کاربردی، فن) و logy (شناختِ) آن تفاوت می‌گذارد. رک:

Barzun, *From Dawn to Decadence*, p. 205.

31. V. Gordon Child, *Man Makes Himself*, p. 171.

32. Claude Levi-Strauss, *The Savage Mind*, pp. 13-15.

33. Cyril Stanley Smith, "Preface" to Denise Schmandt-Besserat, ed., *Early Technologies*, p. 4.

۳۴. در مورد تولید انبوه رنگ‌های شیمیایی که اولین فناوری عمده‌ی مبتنی بر علم بود، رک:

David Landes, *The Unbound Prometheus*, pp. 274-276.

۳۵. جالب این‌که بهترین برهان تقدم وجودی فناوری بر علم (نظری) را تا جایی که من دیده‌ام نویسندگانی عرضه کرده‌اند که به احتمال قوی با تعریف من از علم مخالف‌اند:

James McClellan and Harold Dorn, *Science and Technology in World History*.

من فکر می‌کنم آن‌ها در تعریف‌ها وجه تجربی علم را دست‌کم می‌گیرند و فقط به جنبه‌ی نظری آن می‌پردازند. به همین علت خط بسیار پررنگی بین فناوری و علم می‌کشند و نتیجه می‌گیرند که «علم و فناوری در ۲۰۰۰ هزاره‌ی پیش‌ازتاریخ در مسیرهایی کاملاً متفاوت از یکدیگر حرکت کرده‌اند» (ص. ۵). در اثر دیگری، حتی شدیدتر از این با «تلفیق علم و فناوری» مخالفت می‌شود: Harold Dorn, *The Geography of Science*, pp. 17-21. با این‌همه مک‌کللان و دورن به‌خوبی نشان می‌دهند فناوریْ خاکی بوده است که علم در آن روییده است و این اصلی‌ترین مطلبی است که من در این‌جا سعی در بیان آن دارم.

36. Richard Westfall, "Science and Technology during the Scientific Revolution", p. 69.

وستفال حرف دل جان فلمستید (John Flamsteed, 1646-1719)، اولین منجم دربار انگلیس، را می‌زند که نوشت: «همه‌ی دستاوردهای علمی ما ... نه از میان دریانوردان ... که از کنار بخاری خانه‌های

اندیشمندان آمده است... که هرگز آن‌همه تجربه هم نداشته‌اند.» به نقل از:
E. G. R. Taylor, *The Mathematical Practitioners of Tudor and Stuart England*, p. 4.

۳۷. نگاه کنید به بخش «آیزاک نیوتن و نظریه‌ی هِسِن» در فصل ۶.

38. Strabo, *The Geography of Strabo*, vol. VII, p. 269.

39. Christoph J. Scriba, ed., "The Autobiography of John Wallis, F. R. S.", p. 27 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

40. Derek J. de Solla Price, *Science, Memory, and Politics*, p. 77.

۴۱. چنان‌که دانیل گرین‌برگ (Daniel Greenberg) می‌نویسد: «رهبران علمْ معتبرترین مفسران واقعیت‌های تاریخی، سیاسی و مالی کار خودشان نیستند». رک:
Greenberg, *Science, Money, and Politics*, p. 77.

۴۲. برای این‌که متهم به ریاکاری نشوم باید اذعان کنم که کتاب من هم کاملاً مصون از این سندروم دید بسته نیست (نگاه کنید به پی‌نوشت ۲۲ در همین فصل.) در دفاع از کتاب خود باید بگویم که این نگاهی اجمالی به موضوعی بسیار وسیع است و هرگز ادعای جامعیت ندارد. سعی من بر این بوده که استمرار علوم را در تاریخ علم به گونه‌ای که برای غیرمتخصصان هم قابل فهم باشد نشان بدهم.

۴۳. الکساندر کویره و روپرت هال از بانفوذترین آرمانی‌سازان تاریخ علم بودند؛ نگاه کنید به فصل ۵.

44. See Mott T. Greene, "History of Geology", p. 97.

45. See James Jacob, *Robert Boyle and the English Revolution*; and Margaret Jacob, *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720.*

46. Steven Shapin, *A Social History of Truth*, p. xxi.

47. Robert Boyle, *That the Goods of Mankind May Be Much Increased by the Naturalist's Insight into Trades*, p. 444.

۴۸. نگاه کنید به بخش «جزر و مد» در فصل ۴.

49. Shapin, *Social History of Truth*, p. xxii (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

۵۰. نگاه کنید به سرلوحه‌ی فصل ۶. در همان فصل از آرای بیکن درباره‌ی مصارف اجتماعی علم هم خواهیم گفت.

51. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 81.

52. Robert Boyle, *That the Goods of Mankind May Be Much Increased by the Naturalist's Insight into Trades*, p. 446.

۲

پیش‌از تاریخ:
آیا انسان شکارچی-گیاه‌چین کودن بود؟

> در چنین وضعی دیگر کسی تلاش نمی‌کند؛ چون حاصلش معلوم نیست. در نتیجه نه خبری است از کشت زمین؛ نه دریانوردی و استفاده از کالاهایی که از راه دریا می‌رسد؛ نه بنای باشکوهی، نه وسیله‌ی نقلیه‌ای؛ و نه جابه‌جایی چیزهایی که نیروی زیادی می‌خواهد. نه شناختی از سیمای زمین؛ نه حساب گذشت زمان؛ نه صنعت و هنری؛ نه ادبیاتی؛ نه جامعه‌ای؛ و بدتر از همه، ترس مدام و خطر مرگ فجیع. و زندگی انسان، تک و تنها، بی‌برکت، نکبت‌بار، حیوانی و کوتاه.
>
> تامس هابز، لویاتان (۱۶۵۱)

تامس هابز، که این‌ها را در قرن هفدهم نوشته، اعتقادی به علم انسان‌های پیش‌ازتاریخ نداشت و وضع آن‌ها را مشابه وضع حیوانات می‌دید. ولی برای نظرش سند و مدرکی نداشت؛ چیزی بود مبتنی بر حدس عموم. او مجسم می‌کرد که زندگی در گذشته‌ی دور، بدون مزایای تمدن، مثل حکومت قانون، چگونه می‌توانست باشد و نتیجه می‌گرفت که پس باید همین چیزی بوده باشد که غالباً از او نقل کرده‌اند: « نکبت‌بار، حیوانی و کوتاه ».

در قرن بعد یک نظر مخالف، ولی به همان اندازه حدسی، درباره‌ی انسانِ پیش‌ازتاریخ را ژان ژاک روسو مطرح کرد. او در نظریه‌ی « قرارداد اجتماعی »اش انسان پیش‌ازتاریخ را « وحشی نجیب » خواند. نوشت مردم در آن حالت بدوی اصیل « همان‌طور که طبیعتشان اجازه می‌داد آزاد و تندرست و نیکوکار و خوشبخت بودند ». ولی تمدن با ایجاد مالکیت، نابرابری، بردگی، و فقر « باعث سقوط نسل بشر شد ».[1] اما آدمیان نخستین با همه‌ی نجابتشان باز وحشی بودند و اگر از تعبیر کتاب مقدس استفاده کنیم، می‌توانیم بگوییم هنوز از میوه‌ی درخت

معرفت نخورده بودند. وحشی‌های نجیب روسو «نفهم و خرف» بودند و بیش‌تر از حیوانات نکبت هابز علم و عقل نداشتند.[۲]

راحت نمی‌شود فهمید که انسان‌های پیش‌ازتاریخ چه می‌دانستند و چه نمی‌دانستند؛ ولی شک نیست که هابز و روسو و کتاب مقدس، همه، استعداد و توفیقات فکری آن‌ها را بسیار دست‌کم گرفته‌اند. آدمیان نخستین، برخلاف جانداران دیگر، در اقلیم‌های محدودی که مناسب حالشان بود نماندند. همه‌جای کره‌ی زمین پخش شدند و هرجا که رفتند محیطشان را برحسب نیازهای خودشان شکل دادند. منطقاً می‌توان فرض کرد که این کار به علت توانایی انسانی بی‌نظیرشان از آن‌ها برمی‌آمد: آن‌ها می‌توانستند انبوهی از اطلاعات درباره‌ی طبیعت به دست بیاورند و به کار ببرند.

«پیش‌ازتاریخ» علم مردم روایت شناختی گسترده از طبیعت است که انسان در طول هزاران سال پیش از اختراع خط به دست آورد، ولی سندی در مورد آن پیدا نمی‌شود. پیداکردن و تفسیرکردن مدارک موثقی درباره‌ی علم پیش‌ازتاریخ به قدری مشکل است که محقق را از تحقیق منصرف می‌کند. اما اگر مجبور نباشیم علم خواص را از علم عوام جدا کنیم کار آسان‌تر می‌شود، چون بیش‌تر دوره‌ی مورد نظر در زمانی است که جدایی اجتماعی طبقات غالب و مغلوب از یکدیگر هنوز اتفاق نیفتاده بود؛ پس یعنی در این دوره هرچه علم وجود داشت، **بنا بر تعریف**، علم مردم بود.

تعیین تاریخ پیدایش نوع بشر هنوز موضوع اکتشافات و تحقیقات است، اما سنگواره‌هایی که تازه‌ترین نمونه‌های پیداشده هستند نشان می‌دهند که اولین آدم‌واره[۱]های قابل تشخیص از میمون‌های آدم‌نما[۲] بیش از هفت میلیون سال پیش در افریقا ظاهر شده‌اند. آثار فسیلی می‌گویند گونه‌هایی از آدم‌واره‌ها رفته‌رفته به ما شبیه‌تر شده‌اند تا آن‌که ــ دقت کنید ــ کمابیش نود تا چهل هزار سال پیش گونه‌ای پیدا شده که بدنی درست مثل بدن ما داشته است. می‌توانم از یک کلیشه‌ی قدیمی استفاده کنم و این‌طور بگویم: اگر یکی از این انسان‌های پنجاه هزار سال پیش را با ریش تراشیده و سر اصلاح‌شده و یک دست کت و شلوار نو داخل قطار زیرزمینی

1. humanoid 2. ape

نیویورک بیاورید، شاید هیچ‌کدام از دیگر کسانی که به میله‌ها آویزان‌اند توجهشان جلب نشود.[۳] مهم‌تر این‌که اگر می‌توانستید این انسان را به هاروارد بفرستید نشان می‌داد که به اندازه‌ی ما قابلیت یادگیری دارد. هرچند این فرض فرضی است که نمی‌شود آن را آزمایش کرد، دلیلی ندارد که در درستی آن شک کنیم. سالی مک‌برِرتیِ[۱] مردم‌شناس می‌نویسد: «نخستین هومو ساپینس[۲]ها احتمالاً این درک و شعور را داشتند که اسپوتنیک را اختراع کنند.»[۴]

به هر صورت شواهد دیرین‌شناختی نشان می‌دهند که بستگان نزدیک ما از «خانواده‌ی انسانی» خودمان از ده‌ها هزار سال پیش وجود داشته‌اند. تا پایان آخرین عصر یخبندان، یعنی حدود سیزده هزار سال پیش، همه‌ی آن‌ها برای سیرکردن شکمشان کاملاً وابسته به شکار حیوانات و چیدن گیاهان بودند. بعد از عصر یخبندان که کشاورزی و اهلی‌کردن حیوانات را یاد گرفتند، وابستگی انسان به شکار و گیاه‌چینی کم‌تر شد؛ تا جایی که این انسان شکارچی-گیاه‌چین (که شاید «انسان گردآورنده»[۳] اسم بهتری برایش باشد) امروزه بخش خیلی کوچکی از جمعیت دنیا را تشکیل می‌دهد.[۵] درهرحال با اطمینان می‌توان تخمین زد که بیش‌تر از ۹۹ درصد سکنه‌ی زمین گردآورنده بوده‌اند.[۶]

در قرن نوزدهم و بیش‌تر قرن بیستم، تصوری که از نیاکان گردآورنده‌ی ما وجود داشت بیش‌تر هابزی بود تا روسویی. تقریباً همه ــ از اهل فضل گرفته تا مردم عادی ــ گمان می‌کردند زندگی اجداد ما خلاصه می‌شده در فقر کمرشکن و کار تمام‌نشدنی و جهل کامل. بنابراین، وقتی درباره‌ی «انقلاب نوسنگی»، که کشاورزی را به وجود آورد و اهلی‌کردن حیوانات را یاد داد، گفتند انسان را از زندگی نکبت‌بار متکی به شکار و گیاه‌چینی نجات داده است، کم‌تر کسی تعجب کرد. طبق روایت قهرمانانه از تاریخ علم، فرض شد که منجی بزرگ در واقع چند انسان برتر بوده‌اند که فکرشان را به کار انداخته‌اند و فهمیده‌اند اگر انسان یک جا ساکن شود می‌تواند مرتب برای خودش غذا تولید کند.

اما انقلابیگری دهه‌ی ۱۹۶۰ باعث تجدید نظر در بسیاری از افکار سنتی درباره‌ی جامعه شد و جوامع پیش‌ازتاریخ هم مستثنی نماندند. همایشی در سال

1. Sally McBrearty 2. Homo sapiens 3. forager

۱۹۶۶ تحت عنوان «مرد شکارچی» شاهد تحولی در نگاه به شیوه‌ی زندگی بشر گردآورنده بود. دو مردم‌شناس، ریچارد لی[1] و ایروین دیوُر، سخنی تکان‌دهنده بر زبان آوردند: «گذران زندگی با شکارْ موفقیت‌آمیزترین و بادوام‌ترین سازگاری‌ای بوده که انسان تا به حال صورت داده است.»(۷) مارشال سالینز[2] پا را فراتر گذاشت و گفت انسان گردآورنده‌ی پیش‌ازتاریخ صاحب «جامعه‌ی مرفه اصیل» بوده است.(۸) سالینز مدعی شد که انسان‌های شکارچی و گیاه‌چین نوعاً بیش‌تر از سه چهار ساعت کار در روز لازم نداشته‌اند تا نیازهای مادی‌شان را برآورده کنند؛ بنابراین اوقات فراغت زیاد و زندگی نسبتاً آسوده‌ای داشته‌اند. سالینز اسم این را گذاشت «اقتصاد ذن»: یعنی انسان گردآورنده هرچه دلش می‌خواست داشت، چون دلش چیز زیادی نمی‌خواست. بعضی‌ها به او ایراد گرفتند که دارد از جامعه‌ی پیش‌ازتاریخ یک بهشت می‌سازد؛ اما به هر تقدیر او توانست نظر مردم‌شناسان و باستان‌شناس‌ها را درباره‌ی تمدن‌ها و دست‌ساخته‌های موضوعِ مطالعه‌شان زیر و رو کند.

همیشه فرض شده بود انسانی که اسمش را «بدوی» گذاشته‌ایم فناوری‌اش درجا می‌زده، چون مبارزه‌ی بی‌امان او برای بقا برایش وقتی باقی نمی‌گذاشته که عمیق فکر کند و ابتکاری از خودش نشان بدهد. اما این ادعای سالینز که انسان گردآورنده اتفاقاً وقت آزاد زیادی داشته، با تحقیقات بعدی کاملاً ثابت شده است. اگر انسان گردآورنده از دید ما نتوانسته «پیشرفت» کند، برای این نبوده که سرش شلوغ بوده یا عقل درست و حسابی نداشته؛ علتش این بوده که آنچه از نگاه امروزی ما «پیشرفت» به نظر می‌رسد اصولاً برای او ارزشی نداشته است.

درحالی‌که پژوهشگران عصر جدید گذار به مرحله‌ی کشاورزی را واقعه‌ای رهایی‌بخش قلمداد می‌کنند، گردآورنده‌ها خودشان شاید آن را چیزی مثل اخراج از بهشت دیده باشند. انسانی که تاکنون خوراک خودش را نرم‌نرمک در طول روز گردآوری کرده بود، برای کشاورزی حالا باید صبح زود از خواب بیدار می‌شد و تا غروب آفتاب جان می‌کند. فشار رشد جمعیت چاره‌ای جز این تغییر باقی نگذاشته بود و انسان حالا باید شکمش را با کار در زمین، که آن هم قطعاتش روز به روز

1. Richard Lee 2. Marshall Sahlins

کوچک‌تر می‌شد، سیر می‌کرد. وانگهی لزومی نداشت که این «پیشگامان انقلاب نوسنگی» باهوش‌ترین گردآورندگان باشند؛ کافی بود آن‌ها اولین کسانی باشند که با انتخاب بین تولید غذا و تحمل گرسنگی روبه‌رو می‌شدند.

استفاده از استعاره‌ی بهشت، برای شیوه‌ی زندگی با گردآوری خوراک، فقط به معنایی نسبی مناسب است. ولو شکار و گیاه‌چینی نسبت به کشاورزی کار سبک‌تری بوده باشد، اشتباه است گمان کنیم انسانِ پیش‌ازتاریخ آن‌قدر آسان خوراک و سرپناه خودش را فراهم می‌کرده که نیازی به تلاش یا شناخت نداشته است. افزایش شناخت او از طبیعت نتیجه‌ی نیازش به حفظ منابعی طبیعی بود که به‌طور کمابیش پیش‌بینی‌پذیری تغییر می‌کردند. برای بقا او باید تا جایی که می‌توانست از چیزهایی مثل عادت کوچ حیوانات تغییرات موسمی در ذخایر آبی و چرخه‌های بارآوری گیاهان در مناطق نسبتاً وسیعی سر در می‌آورد. بسیاری از مردمانی که تا امروز گردآورنده باقی مانده‌اند، برای این‌که دستشان باز باشد «مجبورند ناحیه‌ی بزرگی را بشناسند. قوم نونامیوت[1] [در شمال آلاسکا] با منطقه‌ای به وسعت ۲۵۰۰۰۰ کیلومترمربع آشناست. قبیله‌ی پینتوپی[2] در استرالیا بیش‌تر از ۵۲۰۰۰ کیلومترمربع را می‌شناسد».[۹]

حتی همایشی انقلابی مثل کنفرانس «مرد شکارچی» هم، چنان‌که از عنوانش برمی‌آید، محدودیت‌های خودش را داشت. صاحب‌نظری گفته است: «به‌جز چند استثنا، مردم‌شناسی قرن بیستم به زن‌ها در بهترین حالت نقشی حاشیه‌ای در جامعه داده و در بدترین حالت اصلاً آن‌ها را نادیده گرفته است.»[۱۰] ولی دهه‌ی ۱۹۶۰ شاهد تولد دوباره‌ی اندیشه‌ی فمینیستی هم بود، چون مدتی نگذشت که سؤال‌های روشنی مطرح شد:

> اگر مردها شکار می‌کردند و تمدن را می‌ساختند، زن‌ها کجا بودند و آن‌ها چه می‌کردند؟ بچه به بغل در غارها می‌لرزیدند؟ این در قوم‌شناسی بی‌معنی بود. از این‌جا الگوی «زن گیاه‌چین» شکل گرفت و همراهش «زن مخترع کشاورزی».[۱۱]

1. Nunamiut 2. Pintupi

به این ترتیب، مفهوم «مرد شکارچی» با مفهوم «زن گیاه‌چین» کامل شد.[۱۲] محققان فمینیست توانستند بقبولانند که بیش‌تر از نصف آذوقه‌ی انسان گردآورنده را زن‌ها فراهم می‌کرده‌اند. نتیجه‌ی آن برای تاریخ علم ما روشن است: اگر بیش‌ترِ کار چیدن گیاهان و گرفتن حیوانات کوچک را زن‌ها انجام می‌داده‌اند، پس سهم بزرگ‌تر شناخت انسان گردآورنده از طبیعت را باید به آن‌ها نسبت داد؛ به‌خصوص شناخت نزدیکِ ویژگی‌های گیاهانی که اهمیت حیاتی در بقای انسان داشته‌اند.[۱۳]

صرف‌نظر از این‌که انسان معاصر چه تصوری از قدیمی‌ترین نیاکانش دارد، تردیدی نیست که شکار و گیاه‌چینی در اولین دوره‌ی هزاران‌ساله‌ی زیست بشر در زمین تنها راه گذران زندگی‌اش بوده است. بنابراین «تاریخ علم مردم» باید از انسان گردآورنده شروع کند و مهم‌ترین نکته‌ای که باید بدان بپردازد این است که انسان اصولاً هوشی را که پیش‌نیاز شناخت طبیعت است چگونه به دست آورد.

سرچشمه‌ی هوش انسان

مغز یا دست؟ کدامشان تقدم داشت؟ تکامل‌باوران، حتی پیش از این‌که داروین کتاب‌های پیدایش انواع و تبار انسان خودش را منتشر کند، مسلم می‌گرفتند که هوش انسان راه تکامل را برایش هموار کرده. فکر می‌کردند محرک اصلی در روند تکامل افزایش تدریجی اندازه‌ی مغز بوده. به همراهِ آن افزایش هوش، گویا، امکان انتخابی به وجود آورده که کم‌کم میمون‌های آدم‌نما را تبدیل به آدم‌واره و بعد به **هوموساپینس** (انسان خردمند) کرده است.

پیش از کشف اولین سنگواره‌های انسانی در قرن نوزدهم، بدیهی فرض می‌شد که اگر «حلقه‌ی مفقوده» بین آدم‌واره و انسان پیدا بشود اندازه‌ی مغزش بین اندازه‌های مغز آن دو خواهد بود، ولی قامت راست انسان را نخواهد داشت. فقط بعد از پیداکردن هوش کافی، می‌شد از این موجود انتظار داشت که انسان‌بودنش را با راست‌ایستادن نشان بدهد. استیون جِی گولد[1] می‌نویسد که این «جزم تقدم مغز» در دهه‌ی ۱۹۲۰ ضربه‌ای کاری خورد، چون بقایای «استرالوپیتکوس‌ها[2]ی کوچک‌مغزی در افریقا پیدا شد که مثل من و شما راست راه می‌رفته‌اند».[۱۴] پس

1. Stephen Jay Gould 2. australopithecines

نمی‌شد انکار کرد که گذار از میمون آدم‌نما به آدم‌واره خیلی پیش از این‌که مغز چندان رشدی بکند شروع شده بود.

گولد می‌پرسد که «علم غربی» چرا «این‌قدر خودش را گرفتار پیش‌فرض تقدم مغز کرده»؟ اما خود او جوابش را در مقاله‌ای پیدا می‌کند که فریدریش انگلس در ۱۸۷۶ نوشته، ولی تا بیست سال بعد، یعنی پس از مرگ انگلس، جایی چاپ نشده بوده.[۱۵] انگلس در نقش‌کار در گذار از میمون به انسان می‌گوید که «اتفاق سرنوشت‌ساز» موقعی افتاد که میمون‌های آدم‌نما عادت استفاده از دست‌ها برای حرکت را کنار گذاشتند و شروع کردند به «کم‌کم راست‌ایستادن». به این ترتیب دست‌های آن‌ها برای کار[1]، کار با ابزار، آزاد شد. «فقط با کار و سازگارشدن با فعالیت‌های جدید بوده که دست انسان توانسته به آن اعلادرجه‌ی کمالی برسد که پرده‌های رافائل، پیکره‌های توروالدسِن[2] و موسیقی پاگانینی را خلق کند.»[۱۶]

طبق نظریه‌ی انگلس، پیشرفت دست بر اثر کار باعث کسب هوش و در نتیجه افزایش اندازه‌ی مغز در انسان اولیه شد. با این‌که فرضیه‌ی «اولْ دست» انگلس بیش‌تر از نظریه‌ی «اولْ مغز» مستند نبود، با پیداشدن سنگواره‌ها حدس او تأیید شد.

نظر انگلس به این خاطر درست درآمد که او تحت تأثیر اندیشه‌ی برتری کار فکری بر کار بدنی قرار نگرفته بود. گولد می‌نویسد که فضلا از قدیم عادت کرده بودند از بالا به کارگر نگاه کنند و برای آن‌ها «تقدم مغز به قدری بدیهی و طبیعی به نظر می‌رسید که آن را مسلم می‌گرفتند و فکر نمی‌کردند یک پیش‌داوری اجتماعی دیرینه باشد که ریشه در جایگاه طبقاتی اندیشمندان حرفه‌ای و حامیانشان دارد».[۱۷] به عقیده‌ی انگلس، همین گرایش قدیمی نگذاشته بود «حتی مادی‌گراترین عالمان طبیعی مکتب داروین» به چگونگی پیدایش انسان پی ببرند و «نقش کار را در آن» بفهمند.[۱۸]

اگر تکامل انسان از مغز او فرمان می‌گرفت، آن‌وقت نقش پیشاهنگ را در روند تکامل باید به افرادی نسبت می‌دادیم که هوشی بیش‌تر از میانگین داشتند و اولین الگوی رجال اندیشمند انسان می‌شدند و برتری طبیعی‌شان برای آن‌ها و ژن‌های

1. labor 2. Bertel Thorwaldsen

آن‌ها حاشیه‌ی امنی در مبارزه برای بقا فراهم می‌آورد. اما سنگواره‌ها خلاف این را نشان می‌دهند. ابزارسازی و کار با ابزارِ کل جماعت آدم‌واره ــ کل «زحمتکشان» ــ بود که هوش انسان را پدید آورد؛ و همراهش توانش زبانی، شناخت پیش‌علمی، و آخرش علم را.

جست‌وجوی شواهد

کلاً دو دسته از شواهد می‌توانند به ما کمک کنند بفهمیم که مردمان پیش‌ازتاریخ درباره‌ی طبیعت چه می‌دانستند، اما هیچ‌کدام از دو دسته به‌تنهایی قانع‌کننده نیستند. اولی ابزارهای ساخت دست انسان و اشیای دیگری است که باستان‌شناسان از زیر خاک بیرون می‌آورند و می‌شود حدس زد که چه کاربردهایی داشته‌اند. ولی درحالی‌که «میراث پرباری از اشیای دست‌ساز» حکایت از وجود فناوری‌های گسترده‌ای در دوران‌های پارینه‌سنگی و نوسنگی می‌کند، «فقط شواهد اندکی از علایق علمی در این جوامع بی‌سواد وجود دارد که آن‌هم بیش‌تر منحصر است به سازه‌های نجومی».[۱۹] اما باستان‌شناس‌ها و دیرین‌شناس‌ها شعار معروفی دارند که می‌گوید «نبودِ مدرکْ مدرکِ نبود نیست». یعنی ولو اشیای دست‌ساز نشان ندهند که صاحبانشان به علم علاقه داشته‌اند، این ثابت نمی‌کند که آن‌ها علاقه به علم نداشته‌اند.

مهم‌تر این‌که محال است فناوری‌های پارینه‌سنگی و نوسنگی به وجود آمده باشند بدون این‌که قبلش «مجموعه‌ی عظیمی از اطلاعات علمی ــ در زمینه‌ی مکان‌نگاری، زمین‌شناسی، ستاره‌شناسی، شیمی، جانورشناسی، گیاه‌شناسی ــ و مهارت‌های فنی در کشاورزی، مکانیک، فلزگری، معماری، و سحر و جادو که آن‌هم شاید خالی از حقایق علمی نبوده» پیدا شده باشد.[۲۰] پس این فناوری‌های اولیه هم یک بخش لازم و ناگزیر از تاریخ علم را تشکیل می‌دهند. برنال می‌نویسد: «چون توجه به دستکاری و تبدیل ماده در ذات علوم طبیعی است، جریان اصلی علم از مسیر فنون انسان بدوی می‌گذرد.»[۲۱]

دسته‌ی دوم شواهد از گزارش‌های میدانی مردم‌شناسانی که بین اقوام گردآورنده‌ی برجای‌مانده در صحرای کالاهاری، در نواحی دورافتاده‌ی استرالیا، در قطب شمال و نقاط دیگر به سر می‌برند و زندگی روزانه‌ی آن‌ها را زیر نظر

می‌گیرند به دست می‌آید. این منبع اطلاعات، در مورد شناخت انسان شکارچی-گیاه‌چین از طبیعت، به‌مراتب منبع پرمایه‌تری است، منتها یک مشکل بزرگ روش‌شناختی دارد: ما تا کجا حق داریم فرض کنیم چیزی که بومیان یا اسکیموهای گردآورنده‌ی امروزی می‌دانند همان است که انسان گردآورنده در دوران نوسنگی یا پارینه‌سنگی می‌دانسته؟ باستان‌شناسان و مردم‌شناس‌ها هر دو به ما هشدار می‌دهند «در دام این وسوسه نیفتیم که انسان شکارچی-گیاه‌چین امروزی را... الگویی برای بازسازی گذشته کنیم».[۲۲]

اولاً، نتایجی که از بررسی گروهی از گردآورندگان به دست می‌آید نمی‌تواند خودبه‌خود به گروه‌های دیگر هم تعمیم پیدا کند، به‌خصوص وقتی‌که قومی امروزی با مردمی که هزاران سال پیش زندگی می‌کرده‌اند مقایسه می‌شود. در ثانی، هیچ «تمدن عصر سنگی خالصی» امروزه در هیچ کجای دنیا وجود ندارد، زیرا «همه‌ی اقوام شکارچی-گیاه‌چینِ شناخته‌شده به نحوی به نظام اقتصاد جهانی گره خورده‌اند».[۲۳] وانگهی، گردآورندگانی که امروزه مورد مطالعه‌ی مردم‌شناسان قرار می‌گیرند در صحراها و جنگل‌هایی زندگی می‌کنند که حاشیه‌ای‌ترین زیست‌بوم‌های انسان در کره‌ی زمین‌اند، حال آن‌که گردآورندگان پیش‌ازتاریخ در حاصلخیزترین سرزمین‌ها که اکنون به اشغال مزرعه‌ها و شهرها درآمده‌اند به سر می‌بردند. با این‌همه، اگرچه شواهد قوم‌شناختی جدید نمی‌توانند ما را به یقین کامل در مورد پیش‌ازتاریخ برسانند، شواهد معقولی هستند از انواع شناختی که مردمان بی‌سوادِ پیش‌ازکشاورزی می‌توانسته‌اند به دست بیاورند.

در درجه‌ی اول، داده‌های مردم‌شناختی می‌تواند این پیش‌فرض را که اقوام «بدوی» در سطح فکری نازلی قرار دارند خنثی کند. «۳۳ سال کار با مردمان گینه‌ی نو در جوامع بکر آن‌ها» جارِد دایموند[1] زیست‌شناس را به این نتیجه رسانده که «متوسط اقوام عصر سنگی امروزی احتمالاً اگر از مردمان صنعتی باهوش‌تر نباشند، کم‌هوش‌تر نیستند». از لحاظ توانایی‌های ذهنی، «اقوام گینه‌ی نو یحتمل برتری ژنتیکی به غربی‌ها دارند؛ و در دوری از شرایط رشد مخرب اکثر کودکان امروزی در جوامع صنعتی، مطمئناً برتری دارند».[۲۴] این البته قضاوتی عینی نیست، اما

1. Jared Diamond

شناسایی دستاوردهای فکری بسیاری از جوامع بی‌سواد بر آن مهر تأیید می‌زند. برای مثال، اهالی جزایر اقیانوس آرام چون کتابتی برای ثبت نمودارها یا زیج‌های نجومی‌شان نداشتند، اطلاعاتشان از مواضع ستارگان برای دریانوردی را باید تماماً به خاطر می‌سپردند ــ بنازم به این حافظه!

علم انسان گردآورنده

پیتر ورسلی[1]، مردم‌شناس فرهنگی، گردآورندگان بومی جزیره‌ی گروت[2] در شمال استرالیا را سال‌ها مطالعه کرد و در کتابش نوشت: «بومی‌ها چون از راه شکار و گیاه‌چینی زندگی کرده‌اند و کشاورزی نداشته‌اند، گاهی بدون تفکر علمی تصور می‌شوند. ولی آن‌ها برای بقای خود ناچار بوده‌اند گیاهان و جانوران را زیر نظر بگیرند و جواب‌های درستی درباره‌ی دنیا به دست بیاورند و علت و معلول را بفهمند. آن‌ها به طبقه‌بندی‌هایی بسیار شبیهِ طبقه‌بندی‌های زیست‌شناسان و جانورشناسان و گیاه‌شناسان غربی رسیده‌اند و در خلال آن از عملیات فکری مشابهی استفاده کرده‌اند.»[۲۵]

بومیانی که ورسلی در استرالیا مورد مطالعه قرار داد، به نوشته‌ی او «دست‌کم ۶۴۳ نوع جاندار مختلف را شناخته و نام‌گذاری کرده‌اند». چون این تقریباً دو برابر انواعی است که برای آن‌ها مصرف خوراکی دارند، پس «این باور رایج که علم آن‌ها صرفاً جنبه‌ی مصرفی دارد» غلط است. ورسلی تأکید می‌کند که «فقط کمیت علم بومیان نیست که چشم را خیره می‌کند. آنچه مایه‌ی شگفتی است این است که ... هر چیزی در یک طبقه‌بندی قرار گرفته؛ طبقه‌بندی اصلی بین گیاهان (آماردا) و جانوران (آکوالیا) است، که خود به طبقات کوچک‌تری تقسیم شده‌اند».[۲۶]

زیست‌شناس و مردم‌شناس دیگری به نام دونالد تامپسون[3] دانش زیست‌شناختی بومیان استرالیایی «ویک مونکان»[4] در شبه‌جزیره‌ی کِیپ یورک را مطالعه کرده و دیده است که روش طبقه‌بندی آن‌ها «بی‌شباهت با شکل ساده‌ای از طبقه‌بندی لینه[5] نیست».[۲۷]

بومیان جزیره‌ی گروت اول گیاهان را به دو دسته‌ی ساقه‌چوبی و

1. Peter Worsley 2. Groote 3. Donald Thompson 4. Wik Monkan
5. Carl von Linnaeus (Linné)

غیرساقه‌چوبی تقسیم کرده‌اند: «روی‌هم‌رفته آن‌ها دست‌کم ۱۱۴ نوع گیاه چوبی و ۸۴ نوع غیرچوبی شناسایی کرده‌اند.»[۲۸] در یک روش طبقه‌بندی، گیاهان چوبی را بعد در هشت زیرطبقه و غیرچوبی‌ها را در سه زیرطبقه قرار داده‌اند، که این طبقه‌بندی فرعی «در مواردی بر اساس شباهت شکلی و گاه بر اساس زیست‌بوم مشترک بوده است».[۲۹] در طبقه‌بندی جانوران دریایی، این جانوران

> اول به سه دسته‌ی فرعیِ اسم‌دار تقسیم می‌شوند: ماهی‌ها (۱۳۷ گونه)، نرم‌تنان (۶۵ گونه)، لاک‌پشت‌های دریایی (۶ گونه). ماهیان غضروفی (آرانجارا) و استخوانی (آکوالیا) هم از یکدیگر جدا می‌شوند. ۲۳ گونه ماهی غضروفی بعداً تقسیم می‌شوند به کوسه‌ها (۹ گونه) و یک طبقه‌ی فرعی دیگر که نام عمومی ندارد و تشکیل می‌شود از پرتوماهی‌ها (۱۱ گونه)، پوزه‌پهن‌ها و اره‌ماهی‌ها (۳ گونه) و ماهیان مکنده. ۱۱۳ گونه ماهی استخوانی‌ای که آن‌ها شناخته‌اند به دوازده دسته تقسیم می‌شوند.[۳۰]

ورسلی می‌گوید که «تناظر فوق‌العاده زیادی» بین این طبقه‌بندی عمومی در میان بومیان استرالیا و طبقه‌بندی غربی بر اساس جنس و نوع وجود دارد. «میزان آن در مورد پستانداران چهارپا و خزندگانِ خشکی‌زی به ۸۶ درصد می‌رسد. در مورد جانوران به طور کلی ۶۹ درصد است و در مورد گیاهان ۷۴ درصد».[۳۱] من نمی‌خواهم ادعا کنم که طبقه‌بندی جانداران در جزیره‌ی گروت، از نظر محتوا یا پیچیدگی، برابری می‌کند با زیست‌شناسی امروزی که نه صدها بلکه میلیون‌ها نوع جاندار می‌شناسد. فقط می‌خواهم بگویم این نمونه‌ها نشان می‌دهند انسان گردآورنده هم می‌تواند مجموعه‌ی نظام‌مندی از داده‌ها خلق کند که شایسته‌ی نام علم باشد.

کمیت و کیفیت دانش جغرافیایی بومیان استرالیا هم قابل توجه است:

> سفیدپوست‌ها جزیره‌ی گروت را هم مثل کل شمال استرالیا بدون ویژگی بارزی می‌بینند. برای بومی‌ها درست برعکس است.... جولی وادی[1] دست‌کم ۶۰۰ مکان اسم‌دار در ساحل گروت و جزایر نزدیک آن شمرده

1. Julie Waddy

است. همین‌طور دیوید ترنر[1] که در سال‌های ۱۹۶۹ و ۱۹۷۰ جزیره‌ی بیکرتون در نزدیکی گروت را مطالعه کرده ــ جزیره‌ای که از شمال تا جنوب و از شرق تا غربش دو سه مایل بیش‌تر نیست ــ ۹۳ نقطه‌ی اسم‌دار فقط در ساحل آن پیدا کرده است.(۳۲)

مردم جزیره «دست‌کم شانزده زیست‌بوم مختلف می‌شناسند: هشت تا در خشکی و هشت تا در دریا». مهم‌ترین منطقه برای آن‌ها نوار ساحلی است، که آن را «تقسیم می‌کنند به دریای پرعمق، دریای کم‌عمق، صخره‌های مرجانی، صفه‌ها و برون‌زدهای سنگی میان‌کشندی، قسمت میان‌کشندی کم‌عمق‌تر نزدیک خشکی، جلگه‌های شنی و گلی و خود خشکی ساحل».(۳۳)

ورسلی پی برده که بعضی از خوراکی‌های اصلی این انسان گردآورنده در حالت طبیعی‌شان سمی‌اند؛ یعنی که او باید فناوری‌هایی برای فرآوری آن‌ها پیدا کرده باشد. برای مثال، بوراوانگ

خوردنی فوق‌العاده مسئله‌سازی است، چون هسته‌ی داخل میوه زهری دارد که پادزهری برایش ندارند. بومی‌ها برای ازبین‌بردن این زهر اول با استفاده از سنگ و خاکستر داغ هسته‌ها را حرارت می‌دهند. بعد آن‌ها را می‌کوبند و «آرد» می‌کنند... سپس آن را در یک صافی که از برگ‌های سوزنی ساخته‌اند می‌ریزند و صافی را در آب روان نگه می‌دارند. آب زهر را می‌شوید و می‌برد ولی ماده‌ی خوراکی در صافی می‌ماند.

این فرایندها سؤال‌هایی به ذهن می‌آورند، مثل این‌که مردمان پیش‌ازتاریخ چطور به آن‌ها رسیده‌اند؟ اصلاً از کجا فهمیده‌اند که سم را می‌شود جدا کرد؟ کارهای پیچیده‌ای را که گاهی چند روز طول می‌کشد چطور انجام می‌داده‌اند؟ ورسلی می‌نویسد: «جواب هرچه باشد، روش‌های کار باید با مقدار زیادی استدلال انتزاعی و کلی آزمایش به دست آمده باشد.»(۳۴)

فناوری عملی دیگری که بومیان استرالیا اطلاعات زیست‌شناختی

1. David Turner

خودشان را از آن به دست آورده‌اند پزشکی بوده است. ریزِ روش‌های تجربی کشفیات را نمی‌دانیم، اما نتایج فنون درمانی اهالی جزیره‌ی گروت مستند شده است:

داروها را از انواع برگ، شاخه‌ی رونده، ریشه، پیاز، توت، پوست‌های رویی و زیری درختان، گوشت میوه‌ها، قسمت‌های مختلف کندوی عسل... شاخه‌های نورُسته، دانه‌های گیاهی، نمک، آب دریا، گَرد صدف نرم‌تنان، و حتی مدفوع سگ می‌ساختند. برای دردهای عمومی، برگ و شاخه‌ی رونده را خرد می‌کردند و حرارت می‌دادند یا در آب می‌خیساندند و به بدن می‌مالیدند. ولی داروهای مخصوصی هم داشتند برای بیماری‌های سینه و گوش؛ برای سردرد؛... برای درد دندان؛ برای گزیدگی مار، عنکبوت، هزارپای دریایی، بید، زنبور دریایی، سنگ‌ماهی و پرتوماهی؛ برای بریدگی‌های کوچک و زخم‌های بزرگ؛... برای کورک و سوختگی و کوفتگی؛ برای شکستگی استخوان؛... برای هم‌آوردن جای زخم؛ برای درمان یبوست، سرفه، چاییدگی؛ برای اسهال؛ برای بیماری‌های پوستی؛ و برای ورم‌ها. همین‌طور آن‌ها داروی ضدحاملگی بسیار قوی‌ای داشتند که نه‌فقط برای مدتی بلکه برای همیشه از بارداری جلوگیری می‌کرد.[۳۵]

بومیان استرالیا طبقه‌ای که تمام‌وقت کارش فکری باشد ندارند، بنابراین حفظ گنجینه‌ی علوم آن‌ها مسئولیتی است کمابیش به گردن تک‌تک آن‌ها؛ البته نه این‌که همه‌ی آن‌ها به یک اندازه علم داشته باشند و به طور مساوی درگیر انتقال علوم به نسل جوان باشند. در جزیره‌ی گروت بعضی‌ها «وقت بیش‌تری را صرف تفکر می‌کنند». عده‌ای «فکرشان را به امور عملی مشغول می‌کنند» و بقیه «با این‌که مثل دیگران باید به شکار هم بروند، وقت زیادی را صرف تفکر درباره‌ی تفکر می‌کنند».

در جامعه‌ی بومی، این روشنفکرانِ «عامیِ» پاره‌وقت تجربه‌ی نسل‌ها را تلخیص کرده و عمل آورده و مدون کرده و نسل به نسل انتقال داده‌اند. آن‌ها در فرهنگی کار کرده‌اند که تا چندی پیش شفاهی بوده و علومش در هیچ کتاب و کتابخانه‌ای ذخیره نمی‌شده که بتوانند آن را مطالعه کنند.[۳۶]

اهالی جزیره‌ی گروت، بعد از سال‌ها تماس با مردم‌شناسان و دیگرانی از دنیای خارج، دیگر آن جامعه‌ی سنتی خالص گردآورنده نیستند. نسل جوان آن‌ها باسواد است و گروهی از زنان آن‌ها با تألیف دانش‌نامه‌ای ۳۵۰صفحه‌ای درباره‌ی گیاهان و جانوران جزیره بر اساس روش طبقه‌بندی سنتی خودشان توانسته‌اند «فرهنگشان را دوباره از آن خود کنند».[۳۷] این‌که این دانش‌نامه را هیئتی با موافقت کل جامعه نوشته است نشان می‌دهد که شیوه‌ی طبقه‌بندی علمی آن‌ها ابتکار تازه‌ی چند نفر انسان نابغه نیست و مبتنی بر مجموعه‌ی منسجم و وسیعی از اطلاعات دیرینه است.

ردیابی طعمه: سرچشمه‌ی علم؟

اهالی جزیره‌ی گروت و بومیان دیگری که به آن‌ها اشاره کردیم، از لحاظ شناخت طبیعت، قوم منحصربه‌فردی از انسان‌های گردآورنده نیستند. مردم‌شناسانی که قوم سان[1] یا بوشمن‌های بیابان کالاهاری را زیر نظر گرفته‌اند نشان داده‌اند که آن‌ها نه‌فقط می‌توانند صدها نوع گیاه و جانور را شناسایی و طبقه‌بندی کنند، بلکه فهم عمیقی هم از رفتار حیوانات دارند، و این مهم‌تر است. شکار صرفاً به معنی پاییدن و کشتن حیوان نیست؛ طعمه اغلب گریزپاست؛ باید عادت‌هایش را بدانند و ردش را بخوانند تا بتوانند دنبالش بروند.

مهم‌ترین رد حیوان جای پای اوست، ولی ردیابی در تعقیب‌کردن ردپای مسیر حیوان خلاصه نمی‌شود. برای خواندن رد حیوان، شکارچی باید بتواند از خیلی چیزهای کمابیش نامحسوس نتیجه‌گیری بکند، مثل رد مدفوع، ادرار، بزاق دهان، خون؛ مو یا پر؛ علف‌ها و شاخه‌ها و سرشاخه‌های شکسته؛ بو و صدا؛ و انواع نشانه‌های تغذیه‌ی حیوان و کارهای دیگرش. نویسنده‌ای توضیح می‌دهد: «شکارچی‌های بیابان کالاهاری می‌توانند حتی در شن روان، رد جانوران مختلف از سوسک و هزارپا... تا مار و نمس را تشخیص بدهند. حتی گونه‌های مختلف نمس را فقط از روی ردشان تشخیص می‌دهند.»[۳۸] ناگفته نماند که با همان نشانه‌های نامحسوس، خیلی‌وقت‌ها می‌توانند حتی جنسیت حیوان، سن تقریبی، و زمان عبورش از فلان محل را تعیین کنند.

1. San

کارلو گینزبورگ[1] مورخ می‌گوید این «شاید قدیمی‌ترین کار در تاریخ فکری نسل بشر باشد که شکارچی، چمباتمه‌زده روی زمین، مشغول مطالعه‌ی رد طعمه‌اش باشد».[۳۹] لوئیس لیبنبرگ[2] مردم‌شناس این نظر را بسط داده و در کلِ یک کتاب استدلال کرده که مهارت انسان گردآورنده در ردیابیْ «سرچشمه‌ی علم» بوده است.[۴۰] به اعتقاد او، ردیابی «مبتنی بر استدلالی از راه فرض-نتیجه‌گیری است» و «علمی است اساساً مستلزم همان مهارت‌های فکری که در فیزیک و ریاضیات جدید هم هست.» دانسته‌های انسان شکارچی-گیاه‌چینی که او در کالاهاری زیر نظر گرفته «شامل اطلاعات نسبتاً دقیقی از عادت‌های غذایی، تولید مثل، و زمستان‌خوابی» بسیاری از جانوران است. «ظاهراً آن‌ها خیلی از جوانب رفتار حیوانات را بهتر از دانشمندانِ اروپایی می‌شناسند.» شالوده‌ی این دانسته‌ها «روند خلاقانه‌ای در حل مسئله است که در آن مدام فرضیه‌ها با ردیابی حیوانات محک می‌خورند و بعضی ابطال می‌شوند و جای خود را به فرضیه‌های بهتری می‌دهند».[۴۱]

دو مردم‌شناس دیگر هم که شکارچی‌های کونگ‌سان[3] را مطالعه کرده‌اند به همین نتایج رسیده‌اند و می‌نویسند که «این روند فکری» ظاهراً «یک ویژگی بنیادین حیات ذهنی انسان» است:

> تعجب داشت اگر فعال‌سازی مکرر فرضیه‌ها، سنجش آن‌ها با داده‌های تازه، تلفیق آن‌ها با معلومات پیشین، و ردّ آن‌هایی که جواب نمی‌دهند عادت ذهنیِ خاص دانشمندان و کارآگاه‌های غربی بود. رفتار کونگ‌ها نشان می‌دهد که، برعکس، همین شیوه‌ی زندگی که مغز انسان برای آن تکامل پیدا کرده به این روند نیاز داشته است.... انسان تنها پستاندار شکارچی است که به علت ضعف قوه‌ی بویایی‌اش فقط با تکامل فکری می‌توانسته موفق به شکار بشود.[۴۲]

حتی اگر این ادعای لیبنبرگ را قبول نکنیم که ردیابان بیابان کالاهاری از نظر علمی دست‌کمی از فیزیک‌دان‌های امروزی ندارند که ذرات زیراتمی را «ردیابی

1. Carlo Ginsburg 2. Louis Liebenberg 3. !Kung San

می‌کنند»،[۴۳] باز تحت تأثیر پیچیدگی روش‌های منطقی‌ای قرار می‌گیریم که این انسان گردآورنده برای تجزیه و تحلیل و بهره‌برداری از محیط زندگی طبیعی‌اش به کار می‌گیرد. به همین اندازه خیره کننده است گنجینه‌ی اطلاعاتی که مردمان جزایر اقیانوس آرام، هزاران سال پیش، از دریا و ستارگان داشته‌اند.

پیشتازان اقیانوس آرام

بزرگ‌ترین پهنه‌ی آبِ جهان اقیانوس آرام است. همه‌جا به دانش‌آموزان می‌آموزند که به فردیناند ماژلان به دلیل این‌که این اقیانوس را کشف کرده و اولین دریانوردی بوده که در آن به اکتشاف پرداخته احترام بگذارند. اگر بدانیم که هر اروپایی دیگری برای تکرار سفر او بیش‌تر از نیم قرن از عمرش را گذاشت، بهتر به عظمت کار او پی می‌بریم.[۴۴] ولی اهالی جزایر اقیانوس به اندازه‌ی ما حیرت نمی‌کردند، چون نیاکان آن‌ها هزاران سال پیش‌تر دریانوردی در آن اقیانوس را آموخته بودند. برای آن‌ها آمد و رفت در پهنه‌ی وسیع آن یک کار روزمره بود. از این حرف تامس هابز حرفی نادرست‌تر نمی‌شود زد که انسانِ پیش‌ازتاریخ دریانوردی نداشته است.[۴۵]

انسان بی‌سواد اقیانوس آرام، بدون نقشه و قطب‌نما و ابزار ناوبری و حتی استفاده از فلز، چگونه می‌توانست دریاهای آزاد را درنوردد؟ موقعی‌که ناخدا جیمز کوک، سرکرده‌ی اولین گروه اروپایی که به جزایر هاوایی رسیدند، مردمان جزایر پولینزی[1] را دید، از حیرت گفت: «آدم سر در نمی‌آورد که این جماعت چطور توانسته‌اند در این اقیانوس وسیع پخش بشوند؟ از نیوزیلند در جنوب، تا این جزایر (هاوایی) در شمال، و از جزیره‌ی ایستر تا جزایر هبرید، همه‌جا می‌بینیمشان.»[۴۶]

حدود چهل تا شصت هزار سال پیش انسان توانست از جنوب شرقی آسیا به استرالیا برود. البته آن‌زمان فاصله‌های دریایی کوتاه‌تر بود، ولی به‌هرحال انسان مدت زیادی از خشکی دور می‌ماند. باستان‌شناس‌ها اول فکر می‌کردند استرالیا و گینه‌ی نو باید به طور تصادفی صاحب جمعیت شده باشند؛ مثلاً ماهیگیرهایی گرفتار توفان می‌شدند و سر از خشکی‌های ناشناخته‌ای درمی‌آوردند. اما شواهد سفرهای فراوان دوسَره نشان می‌دهد که دریانوردی به قصد مهاجرت خیلی زود

1. Polynesia

شروع شده بوده است.[۴۷] افزایش جمعیت مناطقِ تازه‌واردان جای تردید باقی نمی‌گذارد که این مسافران قدیمی از هر دو جنس بوده‌اند.

مهارت‌های دریانوردی مردمان اولیه‌ی استرالیا و گینه‌ی نو هر قدر که چشمگیر بوده باشد البته محدود بوده است، چون دست‌کم سی هزار سال دیگر گذشت تا موج بعدی رشد جمعیتْ اقیانوس آرام را فراگرفت. اما هزار سال پیش از ورود ماژلان به صحنه، بومیان استرونزی[۱] توانسته بودند تقریباً به همه‌ی جزایر قابل سکونت اقیانوس در پهنه‌ی عظیم ملانزی[۲] و میکرونزی[۳] و پولینزی دست پیدا کنند. این دستاورد بدون وجود دریانوردی پیشرفته‌ای بر اساس اطلاعات وسیع نجومی و جغرافیایی و اقیانوس‌شناختی ممکن نمی‌شد. همان انگیزه‌ای که اولین ساکنان جزایر اقیانوس آرام را به دانش‌اندوزی درباره‌ی محیط دریایی‌شان وامی‌داشت، بومیان استرالیا و قوم کونگ‌سان را وادار به غلبه بر محیط طبیعی زندگی‌شان در خشکی می‌کرد.

تاریخ دقیق پخش‌شدن استرونزیایی‌ها در اقیانوس را نمی‌دانیم. تخمین‌هایی زده می‌شود، ولی اطلاعات تازه‌ای که باستان‌شناسان به دست می‌آورند گاهی همه‌ی حساب‌های قبلی را به هم می‌ریزد. بهترین برآورد در حال حاضر این است که آن‌ها، دیرِ دیر، پنج هزار سال پیش شروع به پخش‌شدن کرده‌اند؛ مجمع‌الجزایر سلیمان لااقل در ۱۶۰۰ پ.م. مسکون شده، و طی چهارصد سال بعد، جزایر سانتا کروز[۴]، گیلبرت[۵]، کارولین، مارشال، فیجی، تونگا[۶]، و ساموآ[۷]. در طی هزار سال بعد ـ یعنی حدوداً تا زمان ولادت عیسی مسیح ـ جزایر کوک، تاهیتی، مارکیز[۸] و هاوایی هم اشغال شده‌اند. تا سال ۵۰۰ میلادی گسترش به حدی رسیده که از جزیره‌ی ایستر در شرق تا ماداگاسکار، مجاور قاره‌ی افریقا، در غرب را فراگرفته است.

نجوم و جغرافی در میان بومیان

موقعی‌که ماژلان و پسینیانش به اقیانوس آرام رسیدند، با کمال تعجب دیدند جزیره‌نشینانی که آن‌ها وحشی حسابشان می‌کرده‌اند، دریانوردی می‌دانند و از

1. Austronesia 2. Melanesia 3. Micronesia 4. Santa Cruz 5. Gilbert
6. Tonga 7. Samoa 8. Marquesas

نجوم هم سررشته دارند. در سال ۱۷۶۹ جوزف بَنکس[1]، طبیعی‌دانی که همراه ناخدا کوک بود، با حیرت نوشت:

بومیان تاهیتی خیلی از ستاره‌ها را به نام می‌شناسند و داناترهایشان حتی می‌توانند بگویند وقتی این ستاره‌ها در افق‌اند هر ماه در کدام قسمت آسمان دیده می‌شوند. زمان طلوع و غروب سالانه‌ی آن‌ها را هم با دقت زیادی می‌دانند، زیادتر از آنی که منجم اروپایی می‌پندارد.[۴۸]

تقریباً در همین زمان، همین چیزها را کاشفان فرانسوی و اسپانیایی در تاهیتی هم دیده‌اند. لویی آنتوان دو بوگَنویل[2] از این‌که می‌دیده اهالی جزیره‌ها راه‌های دوری در اقیانوس می‌روند و می‌آیند انگشت‌به‌دهان مانده است. بوگنویل در تاهیتی دریانوردی به اسم آئوتورو[3] را با خودش سوار کشتی کرد و او شب بعد از این‌که ستاره‌ها را «خوب ورانداز کرد»

ستاره‌ی پرنوری را روی شانه‌ی جبّار نشان داد و گفت اگر به‌سمت آن برویم، دو روز دیگر به سرزمین پربرکتی می‌رسیم ... همان شب با اطمینان گفته بود هر ستاره‌ی پرنوری را که نشانش بدهیم، اسمش را در زبان خودشان خواهد گفت.[۴۹]

آندیا ای وارِلا[4]ی اسپانیایی روش‌های جهت‌یابی مردم تاهیتی را با جزئیات بیش‌تری توضیح داده:

اگر شب هوا صاف باشد، از روی ستارگان تعیین مسیر می‌کنند ... نه‌فقط سمت همه‌ی جزایری را که با آن‌ها سر و کار دارند، بلکه حتی سمت بندرگاه‌های آن‌ها را هم از روی ستاره‌ها پیدا می‌کنند. با تعقیب امتداد ستاره‌ای که بالای آن‌جا طلوع یا غروب می‌کند یکراست به‌طرف ورودی بندر می‌روند؛ و با دقتی همپای دقت دریانوردان کارکشته‌ی ملت‌های متمدن به هدف می‌رسند.[۵۰]

1. Joseph Banks 2. Louis Antoine de Bougainville 3. Aotourou
4. Andia y Varela

چون اروپایی‌ها خودشان علوم دریانوردی داشتند، دیگر زحمت مطالعه‌ی عمیق آن را به خود نمی‌دادند. ولی از طرف دیگر، آن‌ها به اطلاعات جغرافیایی دریانوردان بومی نیاز داشتند. هابز مسلم می‌دانست که این جماعت «شناختی از سیمای زمین» نداشته‌اند، اما در این مورد هم اشتباه کرده بود.(۵۱)

ناخدا کوک مثل بوگنویل توانست از کمک یک دریانورد بومی به اسم توپایا استفاده کند. مرد بومی اطلاعاتی درباره‌ی «گروه‌های بزرگ جزایر پولینزی و فوجی و سمت تقریبی همه‌ی آن‌ها، به‌استثنای هاوایی و نیوزیلند» در اختیار او گذاشت. به دستور کوک و با نظارت توپایا، نقشه‌ی ۷۴ جزیره را کشیدند و توپایا شخصاً کشتی کوک را تا روروتو راهنمایی کرد؛ جزیره‌ای در ۳۰۰ مایلی جنوب تاهیتی که اروپایی‌ها هنوز کشفش نکرده بودند. توپایا «افق دید جغرافیایی خیره‌کننده‌ای داشت که ۲۶۰۰ مایل را از جزایر مارکیز در شرق تا روتوما و فوجی در غرب شامل می‌شد؛ منطقه‌ای به وسعت اقیانوس اطلس یا تقریباً عرض کشور امریکا».(۵۲)

پیش از آن یک بار هم در سال ۱۶۹۶ اسپانیایی‌ها در مجمع‌الجزایر فیلیپین به دریانوردان بومی جزایر کارولین برخورده بودند، که شرحش خالی از فایده نیست. دراین‌باره دیوید لوئیس[1] می‌نویسد:

> نکته‌ی مهم این است که اسپانیایی‌ها بودند که از این کارولینی‌ها درباره‌ی جزایرشان پرس‌وجو کردند، نه برعکس. آن‌ها ۳۲ جزیره شامل سایپن (سایپان) در مجمع‌الجزایر ماریان[2] را فهرست کردند و از روی گفته‌های آن‌ها نقشه‌ای کشیده شد که جزایر دیگری را هم نشان می‌داد.

اطلاعات جغرافیایی کارولینی‌ها «که تا ۲۰۰۰ مایلی شرق فیلیپین را در بر می‌گرفت و سایپان در ۵۰۰ مایلی شمال را هم شامل می‌شد، به‌مراتب بیش‌تر از اطلاعات ناقص اسپانیایی‌ها بود».(۵۳)

حتی تا قرن نوزدهم، اهالی جزایر اقیانوس آرام همچنان مشغول «آموزش به کاشفان اروپایی جغرافی‌ندان» بودند.(۵۴) سال ۱۸۱۷ اتو فون کوتسبو[3] در جزیره‌ی

1. David Lewis 2. Mariana 3. Otto von Kotzebue

مرجانی آیلوک از لانژمویی[1] نامی که رئیس قبیله‌ای بود شنید که مجمع‌الجزایر مارشال یک زنجیره جزیره‌ی دیگر هم در ۱۳۰ مایلی غرب دارد. لانژمویی با سنگریزه‌هایی که روی پاره‌ای حصیر چید جای جزیره‌ها را در دو زنجیره‌ی رادِک و رالیک نشان داد. کوتسبو که فقط بخشی از زنجیره‌ی رادک را می‌شناخت بعدها نوشت:

> گروه‌های جزایر، تا جایی که ما می‌شناختیم، دقیق مشخص شدند. اطلاعات او از زنجیره‌ی رالیک هم به همان اندازه معتبر بود.... نقشه‌ی زنجیره‌ی رالیک را، که بعید می‌دانم اشتباهی داشته باشد، مطابق اطلاعات لانژمویی کشیدم. اطلس خودم را هم اضافه کرده‌ام.[۵۵]

سرقت دانش جغرافیایی و دریانوردی بومیان موقعی جلب توجه کرد که ربودن دریانوردان محلی و واداشتن آن‌ها به راهنمایی کشتی‌ها کار روزمره‌ای شد، کاری که کریستوف کلمب در اقیانوس اطلس شروع کرد و ماژلان در اقیانوس آرام؛ و بعد بین همه‌ی «کاشفان» رسم شد. آنتونیو پیگافتا[2]، وقایع‌نگاری که همراه ماژلان بود، درباره‌ی این‌که چگونه راه سرچشمه‌ی پرسودترین کالای بازرگانان اروپایی، یعنی ادویه‌ی کمیاب، را پیدا کرده‌اند به‌صراحت چنین نوشته است: «یک روز دو راهنما را به‌زور با خودمان بردیم تا راه جزایر مولوکا را نشانمان بدهند».[۵۶]

چگونه دریانوردی می‌کردند؟

گزارشی نیست که نشان بدهد اولین دریانوردان دنیا چطور دریانوردی می‌کردند، اما شواهد محکمی از روش‌های کار آن‌ها وجود دارد. در نیمه‌ی دوم قرن بیستم چند مردم‌شناس به اهمیت دریانوردی مردمان جزایر پولینزی و میکرونزی پی بردند و متوجه شدند که هرچند فنون سنتی دریانوردی هنوز در معدودی از جزایر دورافتاده به کار می‌رود، زیر نفوذ غرب به‌سرعت در حال نابودی است. خوشبختانه چند پژوهشگر برجسته راهیِ این جزایر شدند و سایه‌به‌سایه‌ی دریانوردان بومی رفتند و دانش آن‌ها را در کتاب‌های خوبی حفظ کردند.[۵۷]

1. Langemui 2. Antonio Pigafetta

یکی از این پژوهشگران، دیوید لوئیس،، گزارش می‌کند که در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ در برخوردهایش با دریانوردان سنتی تونگا و پاپوآ[1] متوجه شده که «مقداری از علوم دریایی مسافران قدیم تا امروز زنده مانده است». او فهمیده که «هنوز پاره‌هایی از نظام یا نظام‌های علمی دریانوردی در اقیانوس آرام به طور پراکنده در جزیره‌ها باقی مانده که می‌شود جمعشان کرد». برای همین به جست‌وجوی بومیان دریانوردی پرداخته که می‌توانستند علم دریانوردی قدیم را به او بیاموزند. مردم‌شناس‌ها معمولاً اسم این افراد را «بلد» می‌گذارند، ولی لوئیس می‌گوید در این مورد این اسم «زیاد بامسمّی به نظر نمی‌رسد، چون خیلی از مردان دانایی که به ما کمک کردند معلمانی بودند که در خشکی و دریا بیش‌تر با شرح و استدلال به ما آموزش می‌دادند». حتی این‌که «اکثر آن‌ها بی‌سواد بودند» شناخت وسیعشان از طبیعت را بیش‌تر جالب توجه می‌کرد.[۵۸]

معلم‌های ابتدایی لوئیس عبارت بودند از: هیپور[2]، مردی میکرونزیایی از جزیره‌ی پولووات در مجمع‌الجزایر کارولین؛ و تِواکه[3]، از جزیره‌ی پیلِنی در مجمع‌الجزایر ریف از گروه جزایر سانتا کروز. تامس گلَدوین[4]، پژوهشگر دیگری که برای آموزش نزد هیپور به پولووات رفت، در گزارشی که درباره‌ی آموخته‌هایش منتشر کرد می‌نویسد: «من یکی از آن مردم‌شناسان خوش‌اقبالم که تقریباً همه‌ی کتابش را... معلم بومی‌اش برایش نوشته است.»[۵۹] مردم‌شناس دیگری به نام ریچارد فاینبرگ[5] در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ به جزیره‌ی کوچک آنوتا در مجمع‌الجزایر سلیمان رفت و بر اساس اطلاعات دریانوردان جزیره، کسانی مثل پو نوکومانایا[6]، پو کوروآتو[7] و پو مائواتا[8]، کتابی نوشت درباره‌ی دریانوردی در پولینزی.[۶۰] در دهه‌ی ۱۹۸۰ ملوان و نویسنده‌ی امریکایی جوانی به نام استیو تامس[9] برای شاگردی پیش دریانورد استادی به اسم مائو پیائیلوگ[10] راهی ساتاوال در مجمع‌الجزایر کارولین شد. او بعدها درباره‌ی استادش نوشت که پیائیلوگ «مرا عضوی از خانواده‌اش کرد و مسئولیت رفاه مادی و سیاسی مرا به عهده گرفت و بی هیچ قید و شرطی دانش دریانوردیش را به من آموخت. اطلاعات دریانوردی‌ای

1. Papua 2. Hipour 3. Tevake 4. Thomas Gladwin 5. Richard Feinberg
6. Pu Nukumanaia 7. Pu Koroatu 8. Pu Maevatau 9. Steve Thomas
10. Mau Piailug

که او در اختیار من گذاشت در تمدن خودشان بسیار قیمتی شمرده می‌شود».[۶۱]

اما از این پژوهش‌های نسبتاً جدید واقعاً چه مقدار در مورد دریانوردی قدیم می‌توان فهمید؟ ظاهراً خیلی. اول این‌که فنون دریانوردی سنتی در اقیانوس آرام به قدری با روش‌های غربی اختلاف دارند که بعید است دانش بومی موجود با اندیشه‌ها و نوآوری‌های خارجی آمیخته باشد. اما اگرچه با معیارهای رایج برای ارزیابی پیشرفت می‌شود نتیجه گرفت که دریانوردی در پولینزی بی‌وقفه در طول هزاران سال رشد کرده و باعث شده که دریانوردان زنده‌ای مثل هیپور و تِواکه از نیاکانشان معلومات بیش‌تری از نظر کیفی داشته باشند، باز شواهد عکس این را نشان می‌دهد. با افزایش پیچیدگی جوامع جزیره‌نشین، کشمکش‌هایی بین آن‌ها رخ داد که تماس‌هایشان با یکدیگر را کم کرد. برای مثال، ازدست‌رفتن مهارت دریانوردی بین جزایر کارولین و هاوایی نشان می‌دهد که **پس‌روی** بزرگی در این دانش در اقیانوس آرام اتفاق افتاده است، حتی پیش از این‌که جهان‌خواران غربی وارد شوند و با تجارت خودشان و مانع‌تراشی برای دریانوردان بومی به روند نابودی فنون سنتی در منطقه سرعت بدهند. دانش دریانوردی‌ای که مردم‌شناسان به‌تازگی ثبت کرده‌اند، با همه‌ی خیره کنندگی‌اش، فقط مشتی نمونه‌ی خروار است؛ تصویر کم‌رنگی است از دانش پیشگامان گسترش استرونزی.

قایق‌هایی را که اهالی جزایر اقیانوس آرام به کار می‌بردند معمولاً کانو می‌گویند، ولی با قیدی که دیوید لوئیس به آن می‌افزاید:

> واژه‌ی کانو در کاربرد امروزی‌اش کمی گمراه‌کننده است، چون انسان را به یاد قایق نقلی‌ای می‌اندازد که از تنه‌ی درخت می‌تراشند. قایقی که منظور من است... نام کشتی برایش برازنده‌تر از کانوست. در مورد اندازه‌اش کافی است بگویم که بعضی از آن‌ها بزرگ‌تر از کشتی اِندِور[1] کوک بودند.[۶۲]

کانوهای دریانوردی در پولینزی و میکرونزی حدود ۱۵ تا ۲۳ متر درازی داشتند و مخصوص کشتیرانی در راه‌های دور و آب‌های عمیق بودند. از نشانه‌هایی در زبان بومی‌ها می‌فهمیم که کشتی‌های قدیم آن‌ها بادبانی بوده‌اند نه پارویی:

1. Endeavour

« قدمت ۵۰۰۰ساله‌ی لغت استرونزیاییِ معادل بادبان، lay(r)، همین‌طور معادل‌های دکل، اهرم ایست و بوم اهرم جای تردید در مورد کشتی‌های آن‌ها و طرز راندن کشتی‌هایشان باقی نمی‌گذارد. »[۶۳]

قبلاً بعضی محققان معتقد بودند که توسعه در استرونزی ممکن است به دنبال سفرهای یک‌سره‌ی تصادفی اتفاق افتاده باشد؛ مثلاً سفرهای دریانوردانی که ناگهان تندبادی آن‌ها را به جزایر ناشناخته‌ای کشانده است.[۶۴] این گفته دیگر قابل دفاع نیست. شبیه‌سازی رایانه‌ای بادها و توفان‌ها و جریان‌های دریایی اقیانوس آرام این فرضیه را ابطال کرده و نشان داده که

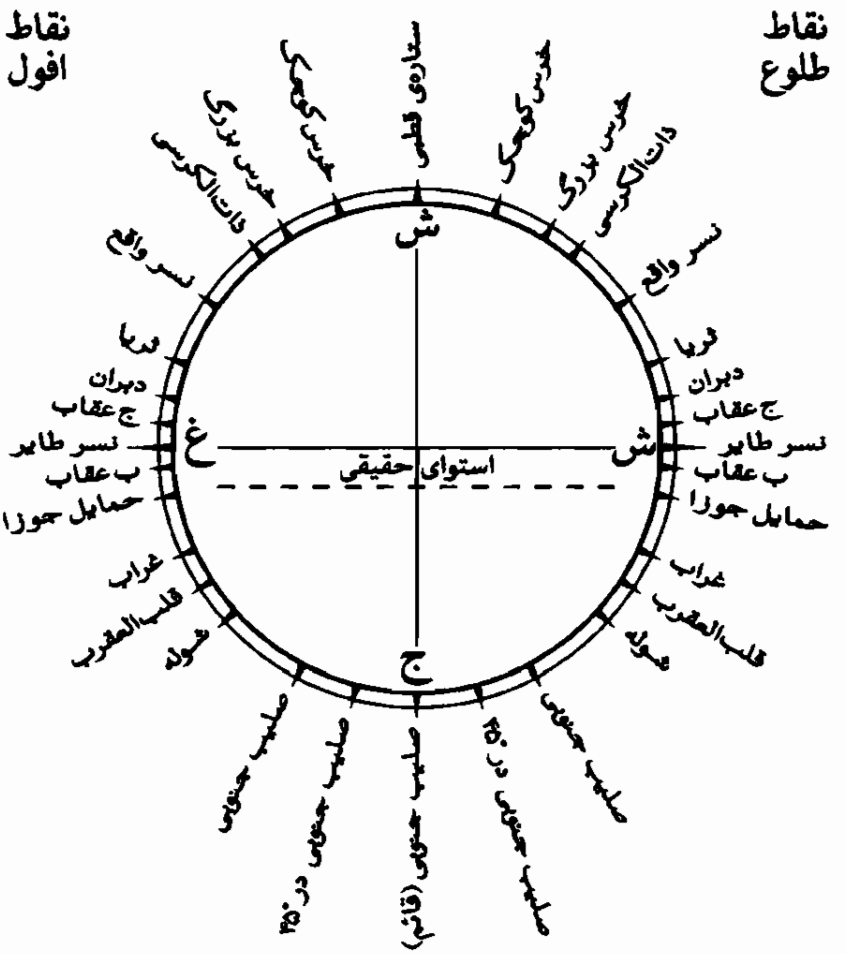
> بعضی مراحل مهم ایجاد ارتباط را نمی‌توان به حساب فشار باد گذاشت. احتمال فشار باد در راه‌های دریایی بین ملانزی غربی و فیجی، بین پولینزی شرقی و هاوایی، نیوزیلند، یا جزیره‌ی ایستر، و در پولینزی شرقی به هر دو سمت با قاره‌ی امریکا بسیار ناچیز یا در حد صفر بوده است. همین‌طور احتمال این‌که فشارهایی از غرب به شرق پولینزی و از پولینزی غربی به منطقه‌ی مارکیز بوده باشد بسیار کم است.[۶۵]

البته نمی‌توان انکار کرد که سفرهایی هم اتفاقاً باعث اکتشافاتی شده است، اما اگر بعد از آن‌ها روابط دوسره‌ای بین جزیره‌ها شکل نمی‌گرفت به مهاجرت و سکونت منجر نمی‌شد. دلیلی ندارد گمان کنیم که قاعده بر اکتشاف‌های ناخواسته بوده است. راحت می‌شود تصور کنیم که دریانوردانی ماجراجو، با اطمینان از مهارتشان در کشتیرانی، برخلاف جریان باد به‌سمت آب‌های ناشناخته رانده‌اند و مطمئن بوده‌اند که در برگشت، باد به میل آن‌ها خواهد وزید.

قطب‌نمای نجومی

اولین چیزی که برای هر سامانه‌ی ناوبری لازم است جهت‌یابی است. برای دریانوردی در دریاهای آزاد، شما باید بتوانید مسیرتان را تعیین کنید(یعنی سمت جایی را که می‌خواهید بروید پیدا کنید) و بعد آن مسیر را حفظ کنید(یعنی کشتی‌تان را در آن مسیر نگه دارید). دریانوردی که قطب‌نمای مغناطیسی دارد و مسیرش را هم می‌داند که مثلاً در امتداد شمال به شمال شرقی است، کافی است در

جهتی که قطب‌نما نشان می‌دهد پیش برود تا خشکی مورد نظرش را از دور ببیند. مردمان جزایر اقیانوس آرام که قطب‌نمای مغناطیسی نداشتند روشی با استفاده از مواضع ستارگان پیدا کردند که در دقتْ کم‌تر از قطب‌نما نبود. مردم‌شناس‌ها اسم آن را گذاشته‌اند «قطب‌نمای نجومی». حتی موقعی‌که اروپایی‌ها دریانوردان بومی را با قطب‌نمای مغناطیسی آشنا کردند، بومی‌ها از آن فقط به صورت کمکیِ روش خودشان، که آن‌هم جهت‌ها را با دقت نشان می‌دهد، استفاده کردند.



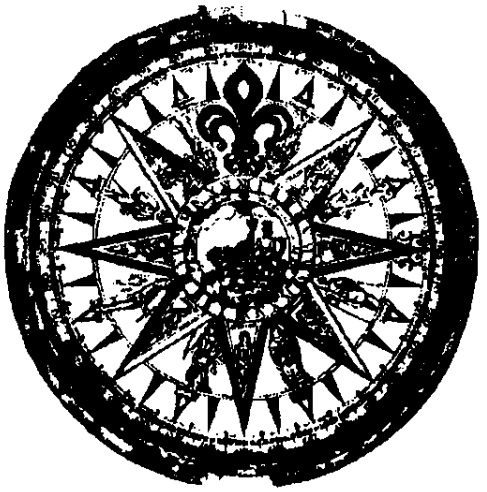
قطب‌نمای نجومی
نقل از گودیناف (۱۹۵۳)

قطب‌نمای نجومی مردم پولینزی، مثل قطب‌نمای مغناطیسی اروپایی‌ها، ۳۲ قسمت داشت. این ممکن است یک تصادف نامحتمل به نظر برسد؛ شاید حتی نشان بدهد که آن‌ها مستقل از هم به وجود نیامده‌اند؛ ولی آن‌طور که در وهله‌ی اول

به نظر می‌آید تصادفی نیست. بدون شک هر دوی آن‌ها ابتدا چهار جهت اصلی را داشته‌اند ــ شمال، جنوب، شرق، غرب ــ که بعد چون احتیاج به دقت بیش‌تری داشته‌اند ریزتر تقسیم‌بندی شده‌اند. اول ۸، بعد ۱۶، و بعدش ۳۲ قسمت. راحت می‌شود تصور کرد که دریانوردها، چه در دریای مدیترانه و چه در اقیانوس آرام، بدون این‌که با هم ارتباطی داشته باشند، هر دوشان قطب‌نمای ۳۲ جهتی را بهترین قطب‌نما برای رفع نیازهایشان دیده‌اند. به هر صورت با اطمینان می‌شود گفت که قطب‌نمای نجومی پیش از قطب‌نمای مغناطیسی در اقیانوس آرام به کار می‌رفته است.[۶۶]

ببینیم قطب‌نمای نجومی چطور کار می‌کرد. آسمان شب پر از طرح‌هایی از ستارگان است که هیچ‌وقت شب به شب تغییر نمی‌کنند. بر اثر چرخش زمین به نظر می‌رسد که ستاره‌ها در قوس‌هایی از شرق به غرب حرکت می‌کنند، ولی حرکت آن‌ها کاملاً منظم است. دریانوردهای پیش‌ازتاریخ می‌دانستند ستاره‌ای که در فلان نقطه‌ی معین از افق شرقی طلوع می‌کند هر شب دقیقاً در همان نقطه ظاهر می‌شود و بعد با همان نظم قابل اعتماد در افق غربی افول می‌کند. پس نظام آن‌ها مبتنی بود بر تعدادی ستاره‌ی درشت یا گروه‌هایی از ستارگان ریز که با فاصله‌های تقریباً یکسان از همدیگر دور تا دور افقِ ۳۶۰ درجه‌ای پراکنده بودند؛ شبیه ۳۲ نقطه‌ی دور گُلباد قطب‌نمای مغناطیسی. برای مثال، چنانچه دریانوردی در جزایر کارولین می‌خواست در امتداد شمال ـ شمال شرقی حرکت کند، به‌سمت نقطه‌ای در افق می‌رفت که ستاره‌ای که ما به اسم «نسر واقع» می‌شناسیمش آن‌جا طلوع می‌کند. برای رفتن به شرق، به‌سمت محل طلوعِ «نسر طایر» می‌رفت و برای رفتن به غرب، به‌سمت محلی که نسر طایر آن‌جا غروب می‌کند.

البته نسر طایر در تمام طول شب بالای افق نمی‌ماند؛ در شرق بالا می‌آید و کمانی را طی می‌کند و در غرب پایین می‌رود. بنابراین فقط مواقعی که زیاد از افق فاصله نگرفته است می‌توان از راهنمایی‌اش استفاده کرد. ولی خوشبختانه آسمان پر از ستاره است و دوتای آن‌ها، شِعرای شامی و ناجد، که قوسی را خیلی نزدیک به نسر طایر طی می‌کنند، خیلی هم پرنورند. فاصله‌ی آن‌ها از هم بر روی قوس طوری است که «وقتی یکی پایین می‌رود، دیگری بالا می‌آید. این سه ستاره تقریباً در همه‌ی فصل‌های سال و هر ساعت شب، بین خودشان طرح طلوع و غروب دارند.»[۶۷]



گلباد قطب‌نما. از یک قطب‌نمای مساحی که دیوید کینگ (David King)
در سال ۱۷۴۴ در سِیلم (Salem) ماساچوست ساخت.

چون آن نقطه‌هایی از افق که ستاره‌ها آن‌جا طلوع و غروب می‌کنند بسته به عرض جغرافیایی محل استقرارِ ناظر تغییر می‌کنند، در قدیم دریانوردها باید اول محل خودشان را نسبت به شمال و جنوب تعیین می‌کردند و این را در محاسبات قطب‌نمای نجومی‌شان در نظر می‌گرفتند. اهمیت ستاره‌ی قطبی، که خیلی نزدیک قطب شمال کره‌ی آسمان است، در کیهان‌شناسی مردم تاهیتی، جزیره‌ای که در فاصله‌ی هزار مایلی جنوب نقطه‌ای است که اولین بار ستاره‌ی قطبی در بالای افق دیده می‌شود، نشان می‌دهد که دریانوردان قدیم با ستارگانی آشنا بودند در عرض‌هایی که بسیار از جزایر خودشان فاصله داشتند.[۶۸]

یک مسئله‌ی مهم دیگر؛ هر ستاره‌ای هر روز چهار دقیقه زودتر از روز قبلش طلوع می‌کند. ترتیب ستارگانی که در یک نقطه‌ی بخصوص از قطب‌نمای نجومی طلوع می‌کنند همیشه یکی است، اما اولین ستاره‌ای که بعد از غروب خورشید دیده می‌شود با گذشت هفته‌ها و ماه‌ها جای خودش را به ستاره‌ی بعدی می‌دهد. بنابراین یک چرخه‌ی کامل باید ۲۴ ساعت را در بر بگیرد. چون ستارگانی که با طلوعشان در شرق و غروبشان در غرب به کار می‌آیند ستارگان مشخصی هستند، تعداد کل ستاره‌های لازم برای ایجاد یک قطب‌نمای نجومی از سی الی چهل ستاره بیش‌تر نیست. ولی روشن است که این نظامِ فوق‌العاده پیچیده به شناخت صدها موضع نجومی نیاز دارد. ما امروزه آن را به شرطی عملی می‌دانیم که بتوانیم ترتیب

ستارگان در مورد هرکدام از ۳۲ نقطه‌ی قطب‌نما را در فهرستی بنویسیم تا راحت از آن استفاده کنیم. ولی دریانوردان پولینزی چنین فهرستی نداشتند و مجبور بودند جای همه‌ی ستارگان را از بر کنند.

تا کسی دریانوردی یاد می‌گرفت یک عمر می‌گذشت؛ یادگرفتن قطب‌نمای نجومی فقط لحظه‌ای از این عمر بود. مواضع ستارگان را معمولاً دریانوردان استادکار به پسرها و بستگانشان یاد می‌دادند. آموزش یا به روش‌های کلاسی در خشکی انجام می‌گرفت یا به صورت آموزش ضمن کار در دریا. در کلاس احتمالاً نمونه‌ی قایقی را وسط می‌گذاشتند و دور تادورش ۳۲ قلوه‌سنگ به نشانه‌ی چرخه‌ی نجومی جهت‌یابی. معلم هر سنگ را که نشان می‌داد، شاگرد باید اسمش را می‌گفت. (هر ستاره در این چرخه می‌تواند کل چرخه را نشان بدهد؛ مثلاً «نسر طایر» را می‌توانیم خلاصه‌ی اسم یک چرخه، شامل زنجیره‌ی نسر و شعرا و ناجد، حساب کنیم.) همین‌طور معلم از شاگرد می‌خواست که کل ستارگان هر چرخه را به ترتیب ظهورشان نام ببرد. در مرحله‌ی بعد شاگرد باید اسم ستاره‌ی مقابل هر ستاره را هم می‌گفت، یعنی ستاره‌ای که در قطب‌نما درست مقابل آن قرار می‌گیرد. شناختن این ستاره برای بازگشت به نقطه‌ی مبدأ لازم بود.

همچنین از نوآموز انتظار می‌رفت از بر بداند که جهت هر ستاره به کدام جزیره‌ها منتهی می‌شود. مردم‌شناسان در برخورد با بسیاری از این دریانوردان پی برده‌اند که آن‌ها جهت‌های ستارگان را تا جزایری که بعید بوده اصلاً گذارشان به آن‌ها بیفتد و بلکه نسل‌ها بوده که آن‌ها را ندیده بوده‌اند می‌دانسته‌اند. به عبارت دیگر، با این‌که نه آن‌ها، نه پدرانشان، نه حتی پدران پدرانشان مثلاً از تاهیتی به هاوایی رفته بودند، جهت‌های قطب‌نمای نجومیِ این سفر را نسل به نسل به همدیگر آموزش داده‌اند.

مردم‌شناس‌ها مشابه اطلاعاتی را که به این صورت در جزیره‌ای حفظ شده، در جزیره‌های دیگر هم دیده‌اند. چون بعضی از مجمع‌الجزایرها مدت‌ها (مثلاً به علت حضور استعمارگران، یا به هر علت دیگری) با یکدیگر رابطه نداشته‌اند، یکسانی شناخت آن‌ها از دریاها حکایت از اصل مشترکی در بین آن‌ها می‌کند و نشان می‌دهد که اگرچه علوم آن‌ها فقط سینه به سینه منتقل می‌شده، با گذشت زمان چندان تحلیل نرفته است. استادان دریانوردی ترتیب ستارگان را با شعر به

شاگردانشان یاد می‌داده‌اند تا فراموششان نشود. «این علمی است» که به نوشته‌ی گلَدوین فقط «با آموزشی بسیار توان‌فرسا و طولانی‌مدت» می‌توان آن را یاد گرفت؛ و بنابراین «با بازگویی و آزمون‌های بی‌پایانْ تدریس و حفظ می‌شود». با این حال فقط هم «وردی نیست که از حفظ شود». اطلاعات «طوری فراگرفته می‌شود که هر قلمش همیشه بدون جلب توجه در دسترس باشد، انگار که در سطح ذهن دریانورد شناور است، نه این‌که نیاز به واسطه‌های پرطول و تفصیلی برای یادآوری‌اش داشته باشد».[۶۹]

دریانوردان پولینزی با قطب‌نمای نجومی‌شان دست‌کم به اندازه‌ی همتایان مدیترانه‌ای خودشان در جهت‌یابی مهارت داشتند، و چه‌بسا بیش‌تر؛ لااقل تا قرن سیزدهم که مدیترانه‌ای‌ها صاحب قطب‌نمای مغناطیسی شدند. اما جهت‌یابی فقط یکی از لوازم دریانوردی است؛ تعیین موقعیت خود در دریا هم تقریباً به همان اندازه مهم است. دریانورد، با بیش‌ترین دقت ممکن، می‌خواهد بداند چقدر در مسیرش پیش رفته و چقدر مانده تا به مقصدش برسد. ولی تا قرن هجدهم که مسئله‌ی طول جغرافیایی حل شد،[۷۰] هیچ دریانوردی در هیچ کجا نمی‌توانست موقعیت خودش را در دریا با یقین کامل مشخص کند. پیش از آن، چه در اقیانوس آرام و چه در دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس، دریانوردها فقط با روش مشهور به «ناوبری کور» [یعنی با استفاده از نقاط راهنمای فرضی] می‌توانستند موقعیت شرقی-غربی خودشان را حدس بزنند.

ولی موقعیت شمالی-جنوبی آن‌ها با ابزارهای نجومی به‌راحتی قابل محاسبه بود. تعیین عرض جغرافیایی در دریا با اندازه‌گیری ارتفاع ستارگان از خط افق ــ مخصوصاً ستاره‌ی قطبی، «ستاره‌ای که از جایش تکان نمی‌خورَد» ــ کلید اصلی موقعیت‌یابی برای دریانوردان اروپایی بود. دریانوردان پولینزی هم از همین روش استفاده می‌کردند؛ فقط در درجه‌ی دوم از آن استفاده می‌کردند، که این‌هم برمی‌گشت به محل زندگی آن‌ها. شاید این روش برای این در پولینزی اهمیت کم‌تری داشت که بیش‌تر دریانوردی آن‌ها در زیر خط استوا بود که در آن‌جا ستاره‌ی قطبی دیده نمی‌شود. اما این فرض جِیکاب برونوسکی[1] که چون «نیمکره‌ی جنوبی

1. Jacob Bronowski

ستاره‌ی قطبی ندارد»، آن‌جا مردم نمی‌توانسته‌اند «شناختی از جابه‌جایی ستارگان برای تعیین مسیرشان داشته باشند» کاملاً غلط است.[۷۱] گویا او پاک از دانش دریانوردی مردم پولینزی بی‌خبر بوده است.

دریانوردان اروپایی برای حفظ موقعیتشان در جهت شرقی-غربی به شیوه‌ی «ناوبری کور» عمل می‌کردند؛ سرعتشان را در آب اندازه می‌گرفتند و ضرب در مدت زمان سفر می‌کردند. اما در برآورد سرعت باید جریان‌های آبی را هم در نظر می‌گرفتند و همین غالباً از دقت اندازه‌گیری کم می‌کرد. اهالی جزایر اقیانوس آرام هم همین‌طور محاسبه می‌کردند، اما روش عمده‌ای که با آن خودشان را در مسیر دلخواهشان نگه می‌داشتند روشی است که مردم‌شناس‌ها اسم آن را اِتاک[1] گذاشته‌اند. اساس این روش را هم شناخت قطب‌نمای نجومی تشکیل می‌داد. مسیر خودشان را از جزیره‌ی مبدأ تا جزیره‌ی مقصد مجسم می‌کردند و بعد یک جزیره‌ی سوم (جزیره‌ی اتاک) هم در کنار مسیرشان در نظر می‌گرفتند که برایشان حکم نقطه‌ی مرجع را پیدا می‌کرد. با حفظ نسبت‌های بین کانو، جزیره‌ی اتاک، و قطب‌نمای نجومی (البته در ذهنشان، چون جزیره‌ی اتاک همیشه در ورای افق بود و نقشه و جدولی هم در کار نبود)، دریانورد می‌توانست تخمین بزند که چه فاصله‌ای را طی کرده و چقدر به مقصدش مانده است.

هرچند روش اتاک هم مثل هر شکل دیگری از «ناوبری کور» ذاتاً بی‌دقت است، مردم‌شناسانی که آن را با دستگاه‌های موقعیت‌یاب الکترونیکی آزمایش کرده‌اند، دیده‌اند که دریانوردان بومی به کمک آن می‌توانند با دقت نسبتاً خوبی پیدا کنند که کجا هستند. «نقشه‌ی ذهنی» آن‌ها از جزایری که بینشان رفت و آمد دارند ظاهراً بسیار دقیق است. یادگیری روش اتاک کار شاق دیگری برای نوآموز دریانوردی است، چون علاوه بر حفظ مواضع نجومیِ ثابت برای جزیره‌ی مقصد باید مواضع نجومی متغیر را هم برای جزیره‌ی اتاک، که در طول سفر در حال حرکت از ستاره‌ای به ستاره‌ی دیگر در امتداد افق مجسم می‌شود، از بر کند.

1. *Etak*

شناخت امواج اقیانوس

اگرچه قطب‌نمای نجومی روی‌هم‌رفته بی‌دقت‌تر از قطب‌نمای مغناطیسی نیست، دومی این امتیاز بزرگ را دارد که در روز و در هوای ابری هم به کار می‌آید. دریانوردان بومی اقیانوس آرام به یک روش دیگر هم برای مواقعی که ستاره‌ها پیدا نبودند نیاز داشتند. در روز می‌توانستند از روی موقعیت خورشید مسیرشان را پیدا کنند؛ ولی یا باید درست بعد از طلوع آفتاب می‌بود، یا کمی قبل از غروب، یا دقیقاً سر ظهر. موقعی‌که خورشید روی خط افق بود، جهت آن را می‌شد در امتداد یک نقطه‌ی قطب‌نما فرض کرد. ظهرها هم می‌دانستند که سایه‌ی کانو دقیقاً در راستای شمالی- جنوبی قرار می‌گیرد. اما در ساعت‌های دیگر روز، خورشید چندان کارایی نداشت. بومی‌ها نشانه‌های دیگری هم برای جهت‌یابی داشتند، که مهم‌ترین آن‌ها امواج اقیانوس بود.

جهت‌یابی با خواندن و تفسیر امواج اقیانوس روشی بود کاملاً ناشناخته برای دریانوردان غربی، ولی مردمان جزایر اقیانوس آرام آن را تا سطح یک هنر متعالی ارتقا داده بودند. موج اقیانوس را «موج پیر» می‌گویند، چون کاکل ندارد و خیز آن آهسته‌تر و کش‌دارتر است. امواج اقیانوس را بادها مستقیماً تولید می‌کنند و آبی که به حرکت درمی‌آید تا صدها کیلومتر جلوتر از نقطه‌ی شروع وزش باد به افت و خیزش ادامه می‌دهد. چون بادهای اقیانوس آرام الگوهای منظم و پیش‌بینی‌پذیری دارند، امواجی هم که این بادها تولید می‌کنند در مناطق وسیعی از اقیانوس پیش‌بینی‌پذیرند. دریانوردِ باتجربه می‌تواند جهت امواج را از شکل تلاطم کانو بفهمد و از روی جهت‌های شناخته‌شده‌ی موج‌ها مسیر حرکت خودش را تعیین کند.

اصل تفسیرِ امواج اصل ساده‌ای است؛ اما نه در عمل. با این‌که بادها و موج‌های اقیانوس پیش‌بینی‌پذیرند، فصل به فصل تغییر می‌کنند. مسئله‌ی بزرگ‌تر این است که امواج در دریاهای آزاد معمولاً در هر زمان فقط در یک جهت حرکت نمی‌کنند. اکثر وقت‌ها سه چهار دسته موج مختلف در آنِ واحد فعال‌اند؛ و دریانورد باید بتواند افت و خیز کانو را به اجزای تشکیل‌دهنده‌اش تجزیه کند. کار به این ترتیب بسیار مشکل می‌شود، ولی از طرفی هم هر موج اضافی می‌تواند اطلاعات اضافه‌ای در مورد جهت حرکت در اختیار بگذارد. استیو تامس

این روش جهت‌یابی را مو به مو شرح داده است:

> در منطقه‌ی استوایی اقیانوس آرام که بادهای بسامان در بیش‌تر طول سال به طور یکنواخت از ربع‌های شرقی می‌وزند، باد باعث ایجاد موج‌های کوتاه عریضی می‌شود که در خطوط منظمی بر روی آب می‌غلتند. جهت حرکت موج‌ها ثابت است و به پالو[1] (دریانورد) امکان می‌دهد که با حفظ یک زاویه‌ی ثابت بین موج‌ها و کانو جهت حرکت خودش را ثابت نگه دارد. اگر دو سه دسته موج با هم تلاقی پیدا کنند، دریانورد از روی «گره‌ها» یعنی قله‌هایی که موج‌ها در برخورد با هم می‌سازند ــ مثل ردهای همگرای دو قایق موتوری ــ مسیرش را تعیین می‌کند. قبل از طلوع و بعد از غروب آفتاب، باید جهت امواج را با ستارگان بسنجد. شب‌های ابری، که ماه نیست تا موج‌ها را روشن کند، باید از روی تکان‌های کانوی خودش راه را پیدا کند. این روش... آزمون نهایی مهارت دریانورد است.[۷۲]

جایی که هیچ نشانه‌ی دیداری‌ای وجود نداشته باشد، دریانورد طاق‌باز کف کانو می‌خوابد و چشم‌هایش را می‌بندد و سعی می‌کند الگوهای امواج را با بدنش حس کند. یک دریانورد غربی می‌نویسد:

> از منابع مختلف شنیدم حساس‌ترین حسگر مرد بیضه‌های او بود. برای همین، شب‌ها، یا موقعی‌که افق دیده نمی‌شد، یا داخل کابین، مرکز امواج جزیره را با این روش پیدا می‌کردند.[۷۳]

برخلاف نگاه‌کردن به قطب‌نمای مغناطیسی، خواندن امواج اقیانوس کاری است که ساعت‌ها مشاهده‌ی صبورانه و اطلاعات وسیع از طبیعت می‌خواهد، اما نیازهای دریانوردان جزایر اقیانوس آرام را به‌خوبی برآورده می‌کرد. این روش علاوه بر این‌که در جهت‌یابی به کار می‌آمد، راهی هم بود برای پی‌بردن به وجود خشکی پیش از این‌که به چشم بیاید. زمانی‌که دریانورد متوجه برگشت یا شکست امواج با الگوهای مشخصشان می‌شود، نشانه‌ی نزدیکی خشکی است.

1. palu

یافتن خشکی

دریانوردی در اقیانوس آرام یک فرق بزرگ با دریانوردی در نقاط دیگر جهان باستان داشت و آن این بود که خشکی‌های مقصدِ این دریانوری جزیره‌های کوچکی در محاصره‌ی پهنه‌های بی‌کران آب بودند. در پولینزی و میکرونزی «جز در مورد نیوزیلند، نسبت خشکی به آب دو به هزار است».[۷۴] اگر لازمه‌ی رسیدن به خشکی دیدنش به چشم بود، جزیره‌ی کوچکِ کم‌ارتفاع هدفی بود که فقط حدود بیست مایل عرض داشت؛ بنابراین با کم‌ترین خطای زاویه در جهت‌یابی، دریانورد به بیراهه می‌رفت. اما شناخت از طبیعت به او امکان می‌داد که هدفی بیست مایلی را تا صد مایل بزرگ کند، که پیداکردنش آسان‌تر شود. گفتیم که یکی از نشانه‌ها برای پیداکردن خشکی موج‌های برگشتی یا شکسته بودند. یک نشانه‌ی دیگر شکل‌ها و حرکت‌های خاص ابرهای بالای جزیره‌های ورای افق بود. ولی کاراتر از همه شناخت عادت‌های پرندگان بود.

دریانورد باید اول انواع پرندگانی را که در همه‌جای اقیانوس می‌گردند از انواعی مثل چلچله‌ی دریایی، نادی، بوبی، و پلیکانِ دَله که یکجانشین‌اند تشخیص می‌داد. چون هر نوع پرنده‌ای دامنه‌ی پرواز معینی دارد، با شناختن آن پرنده می‌شود حداکثر فاصله از خشکی را حدس زد. ولی باارزش‌تر از این، نقش پرندگان در پیداکردن خشکی است. درست بعد از طلوع آفتاب که آن‌ها به‌سمت مناطق ماهیگیری خودشان پرواز می‌کنند، و کمی پیش از غروب که به‌سمت لانه‌هایشان برمی‌گردند، جهت پرواز آن‌ها سمت خشکی را نشان می‌دهد. مثلاً طرف‌های غروب می‌بینیم که پلیکان دله به گشت آرام خودش پایان می‌دهد، در آسمان بالاتر می‌رود و به‌سمتی حرکت می‌کند که احتمالاً دارد لانه‌اش را از دور می‌بیند. تقریباً همین‌وقت‌ها بوبی هم از جست‌وجوی کنجکاوانه‌اش خسته می‌شود، ارتفاع پروازش را کم می‌کند، و مستقیم به‌سمت افق می‌رود. نادی‌ها موقع رفتن کمی بین موج‌های بزرگ قیقاج می‌روند. چلچله‌ها کمی بالاتر از آن‌ها پرواز می‌کنند. اما همه‌ی پرنده‌ها همیشه از مسیر ثابتی به‌سمت جزیره‌های زیستگاهشان می‌روند.[۷۵]

کافی است دریانورد به همان سمت حرکت کند تا به خشکی برسد.

البته این توضیحات در مورد شیوه‌ی سنتی دریانوردی در اقیانوس آرام فقط مشتی نمونه‌ی خروار است. ولی از همین مقدار هم می‌توانیم بفهمیم که دریانوردی آنان صرفاً در مجموعه‌ای از فنون و اطلاعات کاربردیِ متفرقه خلاصه نمی‌شود، بلکه دستگاه نظری پیچیده‌ای با تکیه‌گاه تجربی است که با شناخت عمیقی از طبیعت به دست آمده. مگر فقط بعضی متجددان مرتجع این را علم ندانند!

جغرافی و نقشه‌نگاری در میان اقوام معروف به وحشی

دیدیم که کاشفان اروپایی از دانش جغرافیایی بومی‌ها استفاده کردند تا توانستند جزیره‌های ناشناخته برای خودشان را «کشف» کنند و نقشه‌ی آن‌ها را بکشند. این اتفاق هم در خشکی افتاد و هم در دریا:

> گزارش‌ها و یادداشت‌های ده‌ها کاشف، از کریستوف کلمب به بعد، نشان می‌دهد که راهنماها و نقشه‌نگارهای سرخ‌پوست امریکایی در هر نقطه‌ای از این قاره، سهم بزرگی در ترسیم و تکمیل نقشه‌ی امریکای شمالی داشته‌اند. برای مثال، کلمب از ابتدای ورودش به «برّ جدید» متکی به اطلاعات جغرافیایی سرخ‌پوست‌ها و، اگر داشتند، نقشه‌های آن‌ها بود.[۷۶]

متأسفانه «کمک‌های بسیار سرخ‌پوستان امریکا در اکتشاف و نقشه‌برداری امریکای شمالی تا حدود زیادی در آثار راجع‌به تاریخ نقشه‌برداری از قلم افتاده است».[۷۷] برای شروع به رفع این بی‌عدالتی، مورخی به مطالعه‌ی اوایل کار نقشه‌برداری در منطقه‌ی خلیج چِساپیک ویرجینیا پرداخت. سروان جان اسمیت که در سال‌های ۱۶۰۸ و ۱۶۰۹ فرماندار ویرجینیا بود

> اولین تاریخ‌نگار این مستعمره و مؤلف اولین نقشه‌ی تفصیلی آن بود که در سال ۱۶۱۲ به چاپ رسید. خبرگان نقشه‌برداری بی‌مضایقه این نقشه را ستوده‌اند و همگان آن را تأثیرگذارترین کار نقشه‌برداری در تاریخ ایالات متحده می‌دانند.[۷۸]

نقشه‌ی اسمیت اقرار صریحی است به «کمک‌های شایان سرخ‌پوستانی که در کار توان‌فرسای اکتشاف طبیعت وحشی در ماه‌ها و سال‌های نخست تأسیس ویرجینیا

به او و دستیارانش راهنمایی و آموزش و اطلاعات دادند».[۷۹] اسمیت درباره‌ی جامعیت نقشه‌اش می‌نویسد: «همه‌ی راه‌های کوهستانی و جریان‌های آبی را ــ با همه‌ی پیچ‌ها و شاخه‌ها و پایاب‌ها و جزیرک‌ها و خورها و خلیج‌هایشان ــ و با عرض آب‌ها و فاصله‌ی مکان‌ها و غیره» نشان می‌دهد. اسمیت با صلیب‌های کوچکی جاهایی را که او یا سفیدپوستان دیگر به چشم خودشان دیده بودند علامت‌گذاری کرده بود. «بقیه را مدیون اطلاعات وحشی‌ها هستیم و با راهنمایی آن‌ها کشیده‌ایم.»[۸۰]

وابستگی اسمیت به سرخ‌پوست‌ها نمونه‌ای از استفاده‌ی کاشفان از اطلاعات جغرافیایی آن‌ها بود. در کتاب‌های درسی امریکایی‌ها، هنری رُو اسکول‌کرافت کسی است که سرچشمه‌ی رود میسی‌سیپی را در سال ۱۸۳۲ کشف کرد؛ اما «اسکول‌کرافت موقعی سرچشمه‌ی میسی‌سیپی را "کشف" کرد که رئیس قبیله‌ی اُجیبوا[۱] [اُزاویندیب[۲]] او و هیئت کوچکش را به آن‌جا برد».[۸۱] ساموئل دو شانْپلَن[۳] درباره‌ی برخوردش با بومی‌ها در زمان اکتشاف در ناحیه‌ی دره‌ی سنت‌لارنس می‌نویسد:

> با هم درباره‌ی سرچشمه‌ی رود بزرگ و در مورد وطن آن‌ها خیلی صحبت کردیم و آن‌ها چیزهای زیادی گفتند، هم از رودها و آبشارها و دریاچه‌ها و زمین‌ها و هم از قبیله‌های ساکن آن‌جا و هرچه در آن نقاط پیدا می‌شود.... خلاصه، این چیزها را با همه‌ی جزئیات به من گفتند و همه‌ی نقاطی را که دیده بودند برایم کشیدند.

شانپلن اضافه می‌کند: «بعضی چیزهایی برایم روشن شد که درباره‌شان شک داشتم و آن‌ها مرا از شک درآوردند.»[۸۲]

زن سرخ‌پوستی بعد از مرگش برای نقشی که در اکتشاف امریکای شمالی بازی کرده بود مشهور شده است: ساکاجاویا[۴]، از قبیله‌ی شوشونی[۵]، که راهنمای لوئیس[۶] و کلارک[۷] در سفر اکتشافی تاریخی آن‌ها بود و حالا تصویری از او را روی سکه‌ی دلار امریکایی می‌بینیم. پژوهشگری که یادداشت‌های منتشرشده‌ی آن سفر را

1. Ojibwas 2. Ozawindib 3. Samuel de Champlain 4. Sacajawea
5. Shoshones 6 Meriwether Lewis 7. William Clark

بررسی کرده است «دست‌کم ۳۰ اشاره‌ی مستقیم به نقشه‌های سرخ‌پوستان و حدود ۹۱ مورد توصیف جغرافیایی از زبان سرخ‌پوست‌ها» در آن‌ها پیدا کرده است. او می‌نویسد که لوئیس و کلارک «بیش‌تر نقشه‌هایی را که سرخ‌پوست‌ها برای آن‌ها روی ماسه، پوست درخت، یا چرم می‌کشیدند با دقت کپی می‌کردند».(۸۳)

مسافری در بخش‌هایی از کارولینای شمالی که هنوز نقشه‌برداری نشده بوده‌اند در سال ۱۷۰۹ گزارشی از سفرش نوشته که حاکی از کمک بومیان منطقه به اوست:

> نقشه‌هایی می‌کشند خیلی دقیق، از رودخانه‌ها، شهرها، کوه‌ها، راه‌ها؛ از هرچه بخواهید. ... نقشه را روی خاکستر می‌کشند و گاهی روی حصیر یا پوست درخت. من قلم و دواتی به دست یکی از وحشی‌ها دادم و برایم رودها و خورها و عوارض دیگر منطقه را کشید، طوری که بعد دیدم با واقعیت مو نمی‌زند.(۸۴)

ویلیام جرارد دو برام[1]، مساح کل بریتانیا در مستعمرات جنوبی امریکا، در فلوریدا به سرخ‌پوستان کریک[2] (= جویبار) برخورد و از «شناخت طبیعی آن‌ها از هندسه» حیرت کرد.(۸۵) یک مسافر ماجراجوی دیگر در امریکای شمالی، بارون دو لاهوناتان[3]، نوشت که سرخ‌پوست‌ها

> دقیق‌ترین نقشه‌های قابل تصور را از سرزمین‌هایی که می‌شناسند می‌کشند. تنها چیزهایی که این نقشه‌ها کم دارند طول و عرض جغرافیایی است. شمال را از روی ستاره‌ی قطبی تعیین می‌کنند. بندرگاه‌ها، لنگرگاه‌ها، رودخانه‌ها، خلیج‌ها و سواحل دریاچه‌ها، راه‌ها، کوه‌ها، جنگل‌ها، باتلاق‌ها، علفزارها و جز این‌ها.(۸۶)

بعضی از اطلاعات جغرافیایی‌ای که اروپایی‌ها به این ترتیب به دست می‌آوردند داوطلبانه داده می‌شد؛ اما نه همه‌ی آن‌ها. در سال ۱۵۰۲ کریستوف کلمب در سفر چهارمش به «برّ جدید» گرفتن سرخ‌پوست‌ها و واداشتن آن‌ها به اجرای

1. William Gerard de Brahm 2. Creek 3. Baron de Lahontan

نقش راهنما برای اروپایی‌ها را باب کرد: «پیرمردی بین سرخ‌پوست‌ها پیدا کرد و او را به‌عنوان راهنما نگه داشت تا وحشی توانست نقشه‌مانندی از ساحل برایش بکشد.»[۸۷] در ۱۵۳۴ ژاک کارتیه[1] دو امریکایی بومی را، به نام‌های تایگنواگنی[2] و دُم آگایا[3]، ربود و به فرانسه برد و بعد از این‌که فرانسوی یاد گرفتند، برشان گرداند و با راهنمایی آن‌ها به اکتشاف در بالادست رودخانه‌ی سنت‌لارنس پرداخت.[۸۸] در موارد دیگری، سرخ‌پوست‌هایی گرفتند و برای تخلیه‌ی اطلاعات جغرافیایی‌شان به انگلستان فرستادند.[۸۹] در ۱۵۷۶ مارتین فروبیشر[4] چند ماهیگیر از قبیله‌ی اینوئیت را گرفت و در سفر اکتشافی‌اش به قطب شمال از آن‌ها به‌عنوان راهنما استفاده کرد. این‌ها مواردی استثنایی نبودند: «ربودن سرخ‌پوست‌ها و واداشتن آن‌ها به خدمتگزاری در نقش مترجم، راهنما، یا برده در میان کاشفان مرسوم شد. کارشان بدون آن پیش نمی‌رفت.»[۹۰]

نقشه‌نگاری در مستعمرات

دانش جغرافیایی‌ای که به این شکل از سرخ‌پوستان امریکا ربوده می‌شد، بعد برای گرفتن سرزمین‌های پدری آن‌ها از خودشان به کار می‌رفت. به این ترتیب علم نقشه‌نگاری «طفیلی سلطه‌ی استعماری»[۹۱] شد. جان برایان هارلی[5] می‌نویسد که در این «فاجعه‌ی تاریخ امریکا» می‌بینیم که «نقشه ابزاری می‌شود برای نابودکردن جامعه‌ی بومی. از نقشه‌های نیوانگلند می‌توان به صورت کتاب درسی برای مطالعه‌ی عملیات ارضی‌ای که به‌تدریج سرخ‌پوستان را از اراضی خودشان بیرون ریخت استفاده کرد». نقشه‌ها «تیغ دودمی در دست استعمارگران بودند که اول منطقه‌ای را می‌گشودند و بعد می‌بستند».[۹۲]

اولین نقشه‌های مهاجران «جاهای خالی زیادی داشتند که باید انگلیسی‌ها پرشان می‌کردند». اراضی‌ای که روی کاغذ خالی مانده بودند البته خودشان خالی نبودند، ولی نقشه‌ها با «نامرئی‌کردن سرخ‌پوست‌ها در زمین‌های خودشان» در خدمت هدف سیاسی سرنوشت‌سازی بودند. آن‌ها «بیان جغرافیایی این عقیده‌ی رایج بودند که گسترش استعماری چون در اراضی "خالی" یا "نامسکون" صورت

1. Jacques Cartier 2. Taignoagny 3. Dom Agaya 4. Martin Frobisher
5. John Brian Harley

می‌گیرد موجه است». به این ترتیب نقشه‌نگارها دست‌اندرکاران «توطئه‌ی ترویج قصه‌ی ماندگار اراضی خالی بودند... که به انگلیسی‌ها اجازه می‌داد راحت از واقعیت‌های جوامع سرخ‌پوستی که در برّ جدید به آن‌ها برمی‌خوردند چشم‌پوشی کنند.»[۹۳]

بعد که جاهای خالی نقشه‌ها پر می‌شدند، نقش آن‌ها تغییر می‌کرد و می‌شدند «اسنادی مصرفی که تقسیم و تحدید اراضی سرخ‌پوستان روی آن‌ها انجام می‌گرفت»:

> تا نیمه‌های قرن هفدهم نقشه‌ها کم‌کم تبدیل به وسیله‌ای ضروری برای اداره‌ی قانونی سرزمین‌ها می‌شدند. ... در ۱۶۴۱ «دادگاه عمومی مستعمره‌ی خلیج ماساچوست» با تصویب قانونی از همه‌ی شهرهای جدید در حوزه‌ی قضایی‌اش خواست که محدوده‌ی خودشان را ارزیابی و نقشه‌برداری کنند. به این ترتیب حجیت نقشه هم به حجیت قرارهای قانونی و تاریخ‌های مکتوب و کتاب‌های مقدس برای گرفتن زمین‌های سرخ‌پوستان اضافه شد.[۹۴]

تا پایان قرن هفدهم

> نقشه‌ها به جایی رسیدند که هر قطعه زمینی را از املاک شخصی گرفته تا کل مستعمره نشان می‌دادند. حتی در بعضی جاها بیش‌تر نشان‌دهنده‌ی مرزها بودند تا عوارض. این مشخصه‌ی نوعی از نقشه‌نگاری اروپایی بود که بر مالکیت خصوصی تأکید داشت، اما اعتنایی به حق مالکیت اقوام مغلوب نمی‌کرد. این نقشه‌ها حرف‌هایی دارند بیش از صِرف توصیف استعمار انگلیسی در نیوانگلند. آن‌ها بحث‌هایی را پیش می‌کشند درباره‌ی غصب و مصادره‌ای که در بطن استعمار نهفته بود.[۹۵]

نقشه فقط تصویری از عوارض جغرافیایی نیست؛ جامعه‌ای را هم که نقشه را تولید کرده است منعکس می‌کند. اوایلِ نقشه‌نگاری در امریکا نشان می‌دهد که ادعای بی‌طرفی و بی‌غرضی علم، وقتی‌که پای منافع مادیِ ناهمساز در بین باشد، چه ادعای پوچی است. اما وارد تاریخ شدیم و رشته‌ی سخن از

دستمان بیرون رفت. برگردیم به پیش‌ازتاریخ و نگاهی بیندازیم به خاستگاه یک علم دیگر.

دیرین اخترشناسی[1]

اشاره‌ای که به استفاده‌ی سرخ‌پوستان امریکا از ستاره‌ی قطبی کردیم نشان می‌دهد دریانوردان اقیانوس آرام تنها کسانی نبودند که در روزگار باستان آسمان را وارسی می‌کردند. خرسنگ‌های آسمان‌نمای استون‌هِنج[2] ممکن است معروف‌ترین مصنوعات علمی پیش‌ازتاریخ باشند، ولی «قدیمی‌ترین بنای نجومی دنیا» نیوگرِینج[3] در ایرلند است.[۹۶] نیوگرینج بسیار بزرگ‌تر از استون‌هنج است و حدود ۳۲۰۰ سال پیش از میلاد ساخته شده، یعنی کمابیش چهارصد سال زودتر از اولین مرحله‌ی ساخت استون‌هنج.[۹۷] صدها محوطه‌ی خرسنگی در اروپا و افریقا، هرم‌های آزتِک‌ها و مایاها، کاخ‌های اینکاها، معبدهای آنگکور وات[4]، هرم بزرگ جیزه، و خیلی سازه‌های دیگری، که به‌سمت خورشید و ستارگان ساخته شده‌اند، حکایت از آن دارند که سنت‌های نجومی از قدیم در میان اقوام مختلف جهان وجود داشته‌اند. مطالعه‌ی کارکردهای نجومی این بناها در سال‌های اخیر شاخه‌ی علمی تازه‌ای به نام دیرین‌اخترشناسی پدید آورده است. عالمان این علم کوشیده‌اند آن را از بند گزافه گویی‌های خیال‌پردازانه‌ی نویسندگان عامه‌پسندی، که مثلاً استون‌هنج را یک «رایانه‌ی نوسنگی» برای پیش‌بینی خسوف و کسوف نامیده‌اند، آزاد کنند.[۹۸]

بناهای عظیم نجومی نه آغاز بلکه اوج سنت رصدگری را به نمایش می‌گذارند که هزاران سال سابقه داشت. معماری باعظمت آن‌ها مستلزم اشکالی از سازماندهی اجتماعی است بسیار پیشرفته‌تر از اجتماع انسان گردآورنده. چنان‌که یکی از پژوهشگران برجسته‌ی دیرین‌اخترشناسی درباره‌ی نیوگرینج می‌نویسد:

> در نیمه‌ی دوم هزاره‌ی چهارم پیش از میلاد کشت گندم و جو و پرورش دام باید مازادی به وجود آورده باشد که بتواند برای این بناهای عظیم هزینه شود. شناخت حرکت‌های فصلی خورشید در امتداد افقْ علمی سرّی نبود، اما توانایی استفاده از آن در معماری یادمانی را هر کسی نداشت.[۹۹]

1. archaeoastronomy 2. Stonehenge 3. Newgrange 4. Angkor Wat

کسی که استون‌هنج و نیوگرینج را ساخته انسان گردآورنده نبوده، قوم کشاورز یکجانشینی بوده؛ و کسانی که هرم‌های مایا و مصر را ساخته‌اند باسواد بوده‌اند. کشاورزها برای تقویمشان، برای حفظ چرخه‌های سالانه‌ی کاشت و داشت و برداشت، به نجوم نیاز داشتند. مثلاً در مصر روزگار فراعنه، سال نو در روزی آغاز می‌شد که ستاره‌ی پرنور شِعرای یمانی را اولین بار پیش از طلوع آفتاب در افق می‌دیدند. این ظهور را که به آن تشریق[1] می‌گویند، می‌دانستند که تقریباً درست همزمان با طغیان سالانه‌ی رود نیل، که کشاورزی مصر به آن وابسته بود، اتفاق می‌افتد.

اما انسان از خیلی پیش از ساخت خرسنگ‌ها و هرم‌ها اجرام آسمانی و حرکت‌های دوره‌ای آن‌ها را می‌شناخته. شواهد زیادی وجود ندارد، ولی روشن است که انسان گردآورنده مقدمات نجوم را می‌دانسته که بعد توانسته امتدادهای اعتدالِین و انقلابِین را در آن‌ها رعایت کند. «البته شروعش برمی‌گردد به رصد چرخه‌های آسمانی در دوران باستان. خیلی پیش از این‌که ما کشاورز بشویم و تمدنی بسازیم، مغزمان باید محو تغییرات موزون آسمان شده باشد و رفتار جهان را برحسب آن‌ها سنجیده باشد.» انسان گردآورنده آسمان را وارسی می‌کرد تا «جای خودش را در زمان و مکان پیدا کند».

> چیزی که آن‌ها از آسمان به دست آوردند ــ و به ما، فرزندان آن‌ها، به ارث رسید ــ حس عمیق زمانِ دوری، نظم و تقارن، و پیش‌بینی‌پذیری طبیعت بود. نه‌فقط سرچشمه‌های علم، بلکه فهم ما از عالم و جایگاه ما در آن نیز، در این آگاهی نهفته است.[۱۰۰]

چشمگیرترین چرخه‌ی آسمانیْ طلوع و غروب روزانه‌ی خورشید است، اما دنبال‌کردن آن با استفاده از یک‌شاخص ــ میله‌ای عمودی که سایه می‌اندازد ــ خیلی بیش‌تر از گذر روزها را نشان می‌دهد:

> اطلاعات پایه درباره‌ی رفتار خورشید از مردم عادی، چوپان و کشاورز، ماهیگیر و شتربانِ تمدن بدوی بود.... «شاخص» وسیله‌ای نبود که

1. heliacal rising

اصل و نسب بزرگی داشته باشد. ابتدایی‌ترین شکلش چوبدست چوپان بود، یا ستون خیمه‌ای، یا هر جور تیر چوبی، ساقه‌ی درخت، یا میله‌ای که عمودی در زمین فرو می‌کردند و سایه‌اش در آفتاب موقعیت خورشید را نشان می‌داد. زاویه‌ی سایه ساعت روز را به گله‌دار و نزول‌خوار می‌گفت و طول سایه از گذر فصل‌ها خبر می‌داد.[۱۰۱]

با استفاده از شاخص، قبایل بورنئو و دیگر انسان‌های پیش‌ازکشاورزی «طول سال و زمان انقلابین را با اندازه‌گیری سایه‌ی خورشید، مثلاً ظهرها، تعیین می‌کردند».[۱۰۲]

انقلابین و اعتدالین برای مردمانی که چشمشان به دست طبیعت بود رویدادهای سرنوشت‌سازی بودند. برای پیش‌بینی تغییرات فصلی، تعیین انقلاب‌های زمستانی و تابستانی در چرخه‌ی سالانه‌ی خورشید ــ که با شناسایی شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقطه‌های غروب آفتاب در افق به دست می‌آمد ــ هم برای انسان گردآورنده اهمیت داشت و هم برای کشاورزان. برای سرخ‌پوستان دسانا[1] که در جنگل‌های پرباران آمازون زندگی می‌کنند

اعتدالین مهم‌اند، چون آغاز فصل باران‌اند. یکی در ماه فروردین شروع می‌شود و دیگری در مهر. در اعتدالین که آب رودخانه‌ها بالا می‌آید، ماهی‌ها برای تخم‌ریزی به‌سمت بالادست رودخانه می‌روند و تعدادشان کم می‌شود. حیوان برای شکار هم کم‌تر می‌شود. فصلِ باران موسمِ بارداری است.[۱۰۳]

پیگیری تغییرات منظم شکل ماه هم باید یکی از اولین مشاهدات نجومی بشر بوده باشد. الکساندر مارشاک[2] شواهد موثقی پیدا کرده از «رصد ماه به صورت نشانه گذاری‌های مرتبی که به دوران پارینه‌سنگی متقدم برمی‌گردد؛ بدون گسستگی در زمان به عقب می‌رود و بازه‌ی زمانیِ حدوداً ۳۰۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ ساله‌ای را از دوره‌ی میان‌سنگی آزیلیَن[3] تا تمدن‌های ماگدالنی[4] و اوریناسیَن[5] در بر می‌گیرد».[۱۰۴] جدول‌هایی از چرخه‌های ماه را در سنگ‌نگاره‌های باقی‌مانده از

1. Desana 2. Alexander Marshack 3. Azilian 4. Magdalenian
5. Aurignacian

انسان گردآورنده در پرِسا دِ لا مولا[1]، حوالی مونترِی[2] در مکزیک نیز می‌بینیم.[۱۰۵] البته شواهد باستان‌شناختی کاملاً بی‌ابهام نیستند، اما داده‌های مردم‌شناختی بر تفسیر نجومی مهر تأیید می‌زنند: «می‌دانیم چوبدست‌هایی در جزایر نیکوبار[3] در اقیانوس آرام، که همه یک‌شکل علامت‌گذاری شده‌اند، تقویم‌هایی با چوب‌خط‌های قمری‌اند.... مشابه آن‌ها را از دوران پارینه‌سنگی متقدم دیده‌ایم.»[۱۰۶]

چوب‌خط بر روی استخوان. قصر عقیل، لبنان.

ده‌ها سازه‌ی مشهور به «چرخ شفا»[4] از سرخ‌پوستان در دشت‌های شمال غربی امریکای شمالی پیدا شده، که ابزار نجومی انسان شکارچی-گیاه‌چین شناخته شده است. جان اِدی[5] پس از بررسی «چرخ شفای بیگ‌هورن» در وایومینگ، که از معروف‌ترین این سازه‌های سنگی بزرگ است، نتیجه گرفته که چهار «دنده» از دنده‌های آن در راستای غروب انقلاب تابستانی و تشریق سه ستاره‌ی پرنور دَبَران و رِجل‌الجوزا و شِعرای یمانی قرار دارند. ظهور دبران از انقلاب تابستانی خبر می‌داد و دو نشانه‌ی دیگر دو دوره‌ی ۲۸ روزه‌ی متوالی (معادل چرخه‌ی ماه) را نشان می‌دادند که شاید کاربرد تقویمی داشته است. ادوین کروپ[6] دیرین‌اخترشناس می‌نویسد: «احتمال این‌که استقرار نجومی چرخ شفای بیگ‌هورن عمدی باشد نه تصادفی، هنگامی افزایش یافت که ادی چرخ ویران دیگری در ۴۲۵ مایلی شمال آن در ساسکاچِوان پیدا کرد که طرحش شباهت زیادی با چرخ وایومینگ داشت.»[۱۰۷]

البته همه‌ی محققان نمی‌پذیرند که «چرخ شفا» ابزاری نجومی بوده، اما در این‌که سرخ‌پوستانِ گردآورنده آسمان را رصد می‌کرده است کسی تردید

1. Persa de la Mula 2. Monterrey 3. Nicobar 4. medicine wheel
5. John Eddy 6. Edwin Krupp

ندارد.[۱۰۸] شواهد مردم‌شناختی نشان می‌دهد که، برای مثال، سرخ‌پوستان چوماش[1] در جنوب کالیفرنیای امروزی «چرخه‌های ماه را می‌شمردند و اوقات انقلابین را ثبت می‌کردند و ظهور فصلی ستارگان را رصد می‌نمودند.»[۱۰۹]

حتی اگر کاربرد نجومیْ داشتن «چرخ شفا» را طوری ثابت کنند که دیگر به قول معروف مو لای درز آن نرود، باز از آن نباید نتیجه گرفت که این ابزار یک «رصدخانه» به معنی امروزی بوده، یا این‌که انسان گردآورنده‌ای که آن را ساخته است همان انگیزه‌ی علمی را داشته که منجم امروزی دارد. شاید اولین رصدگرها حرکات اجرام آسمانی را برای آیین‌های رسمی و مقاصد مذهبی و جادویی، یا خدا می‌داند چه منظور دیگری، زیر نظر می‌گرفته‌اند. اما انگیزه‌ی آن‌ها هرچه باشد، شروع به سرک‌کشیدن در اسرار طبیعت کردند و شالوده‌ای برای علم نجوم فراهم آوردند. چنان‌که کروپ می‌نویسد: «اگر رصد دقیق دنیای اطراف ما علم باشد، پس نیاکان پیش‌ازتاریخ ما هم اهل علم بوده‌اند.»[۱۱۰]

آیا سازه‌های باستانی با کاربرد نجومی، مثل هرم بزرگ جیزه یا معبد مایاها در چیچن ایتسا[2]، را می‌توانیم یادگارهایی از «علم مردم» به حساب بیاوریم؟ ابداً؛ درست برعکس. آن‌ها اولین نشانه‌های سلطه‌ی رجال جامعه بر شناخت طبیعت‌اند و از ظهور اولین نخبگان علمی خبر می‌دهند. حاکمانِ اولین جوامع طبقاتیِ بشر ابتدا با بسیج بردگان و دیگر کسانی که می‌شد از آن‌ها بیگاری گرفت بناهای عظیم را می‌ساختند و بعد که کار تمام می‌شد با همین بناها دانش نجومی را به انحصار خودشان درمی‌آوردند و ضمیمه‌ی قدرت سیاسی خود می‌کردند. حاکمان «به کمک یک تشکیلات نجومی»، که تشکیل می‌شد از «متخصصانی در علم سرّی آسمان» که حاکمان سبیل آن‌ها را چرب می‌کردند، «پایه‌های حکومتشان را محکم می‌ساختند.» به این ترتیب علم نجوم «ملک طلق متخصصان آموزش‌دیده» شد. موقعی‌که جامعه‌ای

> به آن درجه از پیچیدگی می‌رسد که شاه‌دار می‌شود و دولت متمرکز پیدا می‌کند ... قدرت حاکم باید بتواند وجود خودش را توجیه کند و برای آن دلیل بیاورد ... برای همین از یک جهان‌بینی برای مشروعیت‌دادن به قدرت

1. Chumash 2. Chichén Itzá

سیاسی بهره‌برداری می‌کند. ... شاه مقدس و امپراتور خدایی نسب خودشان را به آسمان می‌رسانند. به این ترتیب قدرت انحصاری خود را موجه نشان می‌دهند و در این بین نجوم را هم نهادینه می‌کنند.[۱۱۱]

دست‌نوشته‌ها و کتیبه‌های خط میخیِ باقی‌مانده از منجمان امریکای مرکزی و بین‌النهرین نشان می‌دهند که با پیدایش ریاضیات و روش‌های ثبت مکتوب، دقت رصدها و تقویم‌ها بالا رفت و ابداعات مهمی مثل پیش‌بینی خسوف و کسوف ممکن شد؛ اما کار متخصصان مواجب‌بگیر در واقع افزایش و پالایش اطلاعاتی بود که از رصدگرهای هزاران سال پیش به ارث برده بودند.

سوادخواندن و نوشتن و حساب‌کردن: سرچشمه‌ها

بایگانی مکتوب منجمان سلطنتی از تکامل چوب‌خط‌های دوران پارینه‌سنگی بر روی استخوان به وجود آمد.[۱۱۲] این چوب‌خط‌ها کهن‌ترین اسناد شناخت انسان از عدد هستند و نشان می‌دهند که از شمارش حیواناتی که انسان گردآورنده شکار می‌کرد سرچشمه گرفته‌اند. «چوب‌خط اولین بار دست‌کم چهل هزار سال پیش به کار رفته است.... چوب‌خط‌هایی که در خیلی از نقاشی‌های پیش‌ازتاریخیِ دیواره‌ی غارها در کنار طرح بدن حیوانات پیدا شده‌اند جای شک باقی نمی‌گذارند که برای نگه‌داشتن حساب به کار می‌رفته‌اند.»[۱۱۳]

ریاضیات از تکامل استدلال عددی پدید آمد و این خود اولین نظام‌های خط را به وجود آورد. این‌همه حاصل فعالیت اقتصادی روزانه‌ی کشاورزان و صنعتگران و تاجران بود. چون سواد و شمارش، هر دو، برای پیشرفت علم ضروری بودند، پیدایش آن‌ها نقطه‌ی عطف بسیار مهمی در تاریخ علم است.

سواد در چند نقطه از دنیای پیش‌ازتاریخ به طور مستقل از یکدیگر پیدا شد، اما قدیمی‌ترین نمونه‌ی خطی که به دست آمده خط میخی سومری است که روی لوح‌های گلی بین‌النهرین باستان دیده می‌شود.[۱۱۴] ریشه‌های این خط در فعالیت تجاری را کار باستان‌شناسیِ دِنیز اشمانت‌ـبِسِرات[1] نمایان ساخت.[۱۱۵]

1. Denise Schmandt-Besserat

اشمانت‌ـبسرات نشان داد که پیش از پیدایش سواد، مردم برای ثبت کالاهایی که تولید و مبادله می‌کردند، یک روش حسابداری با استفاده از مهره‌های گلی به وجود آورده بودند. بعد از هزاران سال، این مهره‌ها کم‌کم انتزاعی‌تر شدند تا این‌که جای خودشان را به علامت‌های گوه‌مانندی بر روی لوح‌های گلی دادند، که آشکارا خط است.

مهره‌های ساده، از سه‌گابی ایران.

اولین مهره‌ها (حدود ۸۵۰۰ پ.م.) حجم‌های توپری بودند: کره، مخروط، قرص، استوانه. بدهی‌ای مثل شش واحد غله و هشت رأس دام را ممکن بود با شش مخروط و هشت استوانه نشان دهند. برای نگهداری دسته‌ای از مهره‌ها یک نوآوری کردند (حدود ۳۲۵۰ پ.م.): آن‌ها را در قلک‌ها (یا پوشش‌ها)ی گلی می‌انداختند و موقعی‌که زمان بازپرداخت بدهی می‌رسید، قلک را می‌شکستند و مهره‌ها را می‌شمردند. ولی چون امکان داشت محتویات قلک را فراموش کنند، پیش از این‌که درِ قلک را ببندند علامتی دوبعدی به ازای هر مهره‌ی سه‌بعدی روی قلک می‌گذاشتند. سرانجام به نظرشان زائد آمد که دو جور نشانه داشته باشند، یعنی مهره‌ها توی قلک و علامت‌ها بیرون قلک؛ پس مهره‌ها را حذف کردند (حدود ۳۱۰۰ـ ۳۲۵۰ پ.م.) و فقط لوح‌های گلی با نمادهای دوبعدی باقی ماندند. کم‌کم نمادها پرتعدادتر و متنوع‌تر و انتزاعی‌تر شدند و چیزهایی به‌جز کالاهای تجاری را هم در بر گرفتند و عاقبت خط میخی به وجود آمد.[۱۱۶]

در آثار باستانی، تکامل نمادها را در درجه‌ی اول در افزایش پیچیدگی مهره‌ها می‌بینیم. قدیمی‌ترین مهره‌ها، که به حدود ۱۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰ سال پیش برمی‌گردند، شکل‌های هندسی ساده‌ای مثل کره و استوانه داشتند ــ «شکل‌هایی که وقتی انسان گل را بین انگشتانش ورز می‌دهد درست می‌شوند».[۱۱۷] اما از حدود ۳۵۰۰ پ.م.

مهره‌های پیچیده‌تری در دست است که «شکل‌های طبیعی»، مثل ابزارآلات و اثاثه و میوه‌ها و آدم‌ها، در ابعادی کوچک دارند.[۱۱۸] مهره‌های ساده‌ی اولیه برای شمارش محصولات کشاورزی به کار می‌رفتند، ولی مهره‌های پیچیده «مابه‌ازای محصولات فرآوری‌شده‌ای مثل نان، روغن، عطر، پشم، طناب، و تولیدات کارگاهی از قبیل فلز، دستبند، انواع پارچه، پوشاک، حصیر، اثاثه‌ی خانه، ابزارآلات، و ظرف‌های سنگی و سفالی بودند».[۱۱۹] نمادهای روی لوح‌های گلی هم از شکل گوه و دایره و بیضی و مثلث، بر اساس مهره‌های ساده، به نقوشی برگرفته از مهره‌های پیچیده تکامل پیدا کردند.

پیش از آن‌که این شواهد به دست بیاید، طبق معمول تصور می‌شد که مخترعان خط هم جماعت متفکران بوده‌اند. اشمانت-بسرات می‌گوید قبلاً محققان گمان می‌کردند که «خط با تصمیم عاقلانه‌ی یک گروه روشنفکر به وجود آمده است». برای مثال، ویر گوردون چایلد معتقد بود خط موقعی پیدا شد که کاهنان بین خودشان بر سر «روشی قراردادی برای ثبت دریافت‌ها و پرداخت‌ها به صورت نشانه‌هایی نوشتاری که برای همه‌ی همکاران و جانشینان آن‌ها قابل فهم باشد» به توافق رسیدند.[۱۲۰] اما ارتباط مهره‌های ساده با اولین کشاورزان و مهره‌های پیچیده با اولین پیشه‌وران ــ و این حقیقت که روش حسابداری قلکی همیشه نشانه‌ی داد و ستد در مقیاس کوچک بوده ــ گواه موقعیت اجتماعی متوسط بانیان سواد است.

اما فقط مسئله‌ی سواد نیست؛ شمارش هم همین‌طور است. اسناد این مهره‌ها نشان می‌دهند که ریاضیات «از علاقه‌ی انسان به نگه‌داشتن حساب احشام و اجناس دیگرش سرچشمه گرفته است».[۱۲۱] یک قدم بزرگ دیگر در حول و حوش ۳۱۰۰ پ.م. برداشته شد، یعنی زمانی‌که حسابدارهای سومری نمادهای مبتنی بر مهره را تا آن‌جا تعمیم دادند که اولین عددهای واقعی را هم در بر گرفتند؛ یعنی «نمادهایی به نشانه‌ی مفهوم یکی، دویی، سه‌ای، الخ، جدای از هر موجود خاص».[۱۲۲] سابقاً هشت واحد غله را با تناظر مستقیم یک‌به‌یک، یعنی با هشت بار تکرار مهره یا نماد، نشان می‌دادند. حالا حسابدارها نشانه‌های شمارشی علاوه بر علامت‌های کالاها ابداع کردند و برای این‌که هشت واحد غله را نشان بدهند، پیش از علامت غله یک علامت دیگر هم مثلاً به شکل عدد ۸ می‌گذاشتند. اختراع اعداد انتزاعی و شمارش انتزاعی یکی از دو تحول انقلابی مهم در تاریخ ریاضیات بود.[۱۲۳]

حسابداران گمنامی که این تحول را به وجود آوردند در چه جایگاه اجتماعی‌ای بودند؟ لوح‌های گلی فراوان به‌دست‌آمده از ویرانه‌های معابد سومری که محل نگهداری این حساب‌ها بوده‌اند، خبر از وجود یک تفکیک اجتماعی در داخل طبقه‌ی کاتبان می‌دهند. کار یکنواخت ثبت کالاها را لشکر بزرگی از لوحه‌نویسان دون‌پایه انجام می‌داده‌اند. در اتاق حسابداری معبد، چنان‌که یک باستان‌شناس آن را به تصویر درآورده است، «ردیف‌ردیف کاتبان، نشسته یا چمباتمه‌زده در کنار کپه‌هایی از گل، سرگرم کم و زیادکردن حساب‌ها بوده‌اند».[۱۲۴] در مورد این‌که مخترعان اعداد واقعی کجای سلسله‌مراتب کاتبان بوده‌اند فقط می‌توانیم حدس بزنیم، ولی قاعدتاً این نوآوری کارکاه باید به فکر کاتب‌های کارگر خطور کرده باشد که زحمتشان را کم می‌کرد.

گرچه سواد و شمارش از دل فعالیت کشاورزان و صنعتگران و تاجران بیرون آمد، وقتی‌که قدرت سیاسی در امپراتوری‌های باستان متمرکز شد و اختیار اقتصاد به دست دیوان‌های حکومتی افتاد، کتابت و حسابداری هم به انحصار نخبگان درس‌خوانده ــ کاهنان منجم و کاتبان درباری ــ درآمد. کلود لِوی استروس می‌نویسد: «پیدایش خط» همیشه و همه‌جا مرتبط بود با «ظهور جوامع طبقاتی که از ارباب و برده تشکیل می‌شوند و بخشی از جمعیت آن‌ها ناچار است برای بخش دیگر کار کند.»[۱۲۵]

با وجود این، طبقات اجتماعی زیردست ــ به‌خصوص کسبه ــ هنوز نقش مهمی در پیشرفت ریاضیات داشتند. حدود یک قرن پیش کارل کاوتسکی[1] به‌خوبی توضیح داد که کار کسبه چگونه باعث پیشرفت بیش‌تر ریاضیات شد:

> کاسب در نهایت فقط به قیمت کار دارد، یعنی ... نسبت‌های ریاضی انتزاعی. هرچه کسب بیش‌تر رونق می‌گیرد ... شرایط مالی کارِ کاسب تنوع بیش‌تری پیدا می‌کند ... و هرچه نظام اعتباری و محاسبه‌ی سود به مراحل پیشرفته‌تری می‌رسد، این نسبت‌های ریاضی پیچیده‌تر و متنوع‌تر می‌شوند. به این ترتیب کسب برای تفکر ریاضی و به موازاتش تفکر انتزاعی انگیزه ایجاد می‌کند.[۱۲۶]

1. Karl Kautsky

مهره‌های پیچیده، از شوش در ایران.

شمارش موضعی

با این‌همه، چون روش خوبی برای نوشتن اعداد وجود نداشت، پیشرفت ریاضیات مدت‌ها متوقف شد. عمل‌های اصلی حساب فوق‌العاده دشوار بود تا این‌که روش شمارش موضعی پیدا شد ــ یعنی با توجه به ارزش مکانی رقم‌ها؛ این‌که ارزش هر رقم به محل آن در عدد بستگی دارد. برای مثال، رقم ۹ در عدد ۲۹۴۵ یعنی ۹۰۰، ولی در ۲۴۹۵ یعنی ۹۰. برای این‌که ببینید عملی که امروزه برای ما بسیار آسان است در روش‌های قدیمی چقدر مشکل بوده، سعی کنید دو عدد رومی MMCMXLV و MMCDXCV را با هم جمع کنید. اگر بدون تقلب توانستید (یعنی بدون این‌که در ذهنتان آن‌ها را به عددهای آشنای خودتان تبدیل کنید)، حالا سعی کنید آن‌ها را در هم ضرب کنید.

پیش از اختراع شمارش موضعی، محاسبات را با انگشت یا به کمک وسایلی مثل چرتکه انجام می‌دادند. یادگرفتن جمع و تفریق و ضرب و تقسیم به تحصیلات عالی نیاز داشت. در اروپای قرون وسطا یک نویسنده‌ی تاریخ ریاضیات می‌نویسد: «محاسباتی که اکنون از یک بچه هم برمی‌آید آن زمان یک متخصص می‌خواست و کاری که امروزه در چند دقیقه انجام می‌گیرد در قرن دوازدهم روزها وقت می‌برد.»[۱۲۷] پس هزاران سال در روزگار تمدن‌های اولیه، حساب («پایه‌ی همه‌ی ریاضیات، محض یا کاربردی»)[۱۲۸] ملک طلق منجمان دربار و دیگر نخبگان بود. «مهارت در این فن را کمابیش در حد قوای فوق‌طبیعی می‌دانستند. شاید برای همین بود که حساب از گذشته‌های دور مورد توجه خاص روحانیت بود.»[۱۲۹]

رسیدن به روش شمارش موضعی و همین‌طور استفاده از صفر برای ستون‌های خالی ــ که اتفاق دوران‌سازی در تاریخ ریاضیات است ــ اهمیت زیادی در «تاریخ علم مردم» دارد، به سه دلیل. اول این‌که حساب را به‌اصطلاح دموکراتیزه

یا همگانی کرد؛ حالا همه‌ی مردم، از هر صنف و قشری، کاسب، ملوان، صنعتگر، می‌توانستند از آن استفاده کنند. دوم این‌که فرآورده‌ی نبوغ مشتی ریاضی‌دان در آتن و اسکندریه نبود و از کار کسان گمنامی ــ شاید حسابدارهای معمولی ــ بین قرن‌های سوم و پنجم میلادی در هندوستان نتیجه شد. لاپلاس، ریاضی‌دان مشهور، با حرارت می‌نویسد:

> مدیون هندیم این روش نبوغ‌آسای بیان همه‌ی اعداد به‌وسیله‌ی ده علامت را. هر علامت هم یک ارزش مکانی دارد و هم یک قدر مطلق. فکر بکری است که حالا به نظرمان چنان ساده می‌آید که اهمیتش را نمی‌فهمیم. اما همین سادگی آن و راحتی بسیاری که برای همه‌ی محاسبات ما فراهم آورده است حساب ما را در ردیف مفیدترین اختراعات قرار می‌دهد. برای این‌که عظمت این دستاورد را درک کنیم، کافی است توجه کنیم که به فکر دو نابغه‌ی دوران باستان، ارشمیدس و آپولونیوس[1]، نرسیده بود.[۱۳۰]

و دلیل سوم آن‌که این ابتکارِ انقلابی به‌وسیله‌ی نشریات ریاضی یا خبرنامه‌های علمی منتقل نشد؛ ناقلانش بازرگانانی بودند که در راه‌های تجاری بین هندوستان و نقاط دیگر جهان به دنبال کسب‌وکار خودشان بودند. تا قرن دهم میلادی این شیوه‌ی نو و بهتر محاسبه را عرب‌ها هم یاد گرفتند و در اوایل قرن سیزدهم آن را به اروپا هم شناساندند. «اولین اثر ریاضی برجسته» را در این دوره «یک بازرگان» به اسم لئوناردو فیبوناتچی[2] تألیف کرد که «زیاد به خاور نزدیک سفر کرده بود و با علوم اسلامی آشنا شده بود.»[۱۳۱]

داستان به همین‌جا ختم نمی‌شود. نخبگان ریاضی نه‌فقط بانی این نوآوری سرنوشت‌ساز نبودند، بلکه بسیاری از آن‌ها چوب لای چرخ آن هم می‌گذاشتند. چون آن را تهدیدی برای موقعیت خودشان به‌عنوان کلیداران دانش سرّی می‌دیدند، در برابرش مقاومت می‌کردند و قرن‌ها پذیرش آن را در اروپا به تعویق انداختند:

> دعوای چرتکه‌چی‌ها[3] که سنگ سنت‌ها را به سینه می‌زدند، با خوارزمی‌گرایان[4] که خواهان اصلاحات بودند، از قرن یازدهم تا قرن پانزدهم

1. Apollonius 2. Leonardo Fibonacci 3. Abacists 4. Algorists

ادامه داشت و همه‌ی مراحل معمول تاریک‌اندیشی و واپس‌گرایی را پشت سر گذاشت. بعضی جاها استفاده از اعداد عربی را در اسناد رسمی ممنوع کردند و جاهایی به کلی آن را قدغن کردند. ولی مطابق معمول، ممنوعیت کارساز نبود و فقط قاچاق را رواج داد. شواهد فراوانی از این قاچاق در بایگانی‌های قرن سیزدهم ایتالیا پیدا می‌شود؛ گویا بازرگانان ایتالیا از اعداد عربی به شکل رمزی استفاده می‌کردند.[۱۳۲]

همین استفاده‌ی طبقه‌ی بالنده‌ی سوداگر از روش ارزش مکانی بود که پیروزی آن را تضمین کرد و راه را برای پیشرفت بیش‌تر ریاضیات هموار ساخت.

دقیقاً معلوم نیست که این روش را چه کسانی اختراع کردند؛ لانسلوت هاگبن[1] می‌گوید احتمالاً میرزابنویس‌هایی که در «حسابداری‌های هندوستان» کار می‌کردند.[۱۳۳] اولین مورد استفاده‌ی مستند از ارزش مکانی و رقم صفر در کتابی است تحت عنوان لوکه‌ویبهاگه[2] که تاریخ تولیدش را با اطمینان سال ۴۵۸ میلادی تعیین کرده‌اند و منسوب به قدیسی هندی به نام سَروَناندین[3] است که احتمالاً یک قرن پیش از آن یا کمی قبل‌تر زندگی می‌کرده.[۱۳۴] اما چنان‌که ژرژ افرا[4] می‌نویسد، اسم «خود مخترعان برای همیشه از بین رفته است، شاید به علت آن‌که... این اختراعات نبوغ‌آسا از افراد نسبتاً بی‌نام و نشانی بوده که آن‌قدر ارزش برای آن‌ها قائل نبوده‌اند که اسمشان را بیاورند».[۱۳۵]

خط الفبایی

همان‌طور که یک طرز جدید عددنویسیِ حساب را همگانی کرد، ظهور الفبا هم خط را همگانی کرد. صدها علامت خط‌های تصویری و اندیشه‌نگار، و دیگر علامت‌های تجریدی را که مثلاً خط میخی، هیروگلیف یا چینی را تشکیل می‌دادند فقط با سال‌ها ممارست می‌شد یاد گرفت. برای همین بود که در تمدن‌های اولیه فقط درباریان و کاهنان و کاتبان حرفه‌ای دست به قلم می‌بردند. ولی خطی را که الفبای آن بیش‌تر از چند دوجین علامت نداشته باشد هر کسی

1. Lancelot Hogben 2. Lokavibhâge 3. Sarvanandin 4. Georges Ifrah

راحت و سریع می‌تواند یاد بگیرد و بنابراین سوادآموزی همگانی ممکن می‌شود.

اما این نوآوری دوران‌ساز هم نه از رأس هرم اجتماعی بلکه از قاعده‌ی آن پیدا شد. اولین نوشته‌ی الفبایی در اسناد باستان‌شناسی (حدود ۱۸۰۰ پ.م.) به زبان سامی است، اما الفبای آن ــ نخستین «حروف» ــ از خط هیروگلیف مصری اقتباس شده. چون این قدیمی‌ترین نمونه‌ها را در معدن‌های شبه‌جزیره‌ی سینا پیدا کرده‌اند، می‌شود نتیجه گرفت که ابداع‌کنندگان الفبای اولیه برده‌های سامی بوده‌اند که «شروع به تطبیق‌دادن دسته‌ی کوچکی از نقوش هیروگلیف مصری با آواهای زبانی کرده‌اند که برای سروران و سرپرستان آن‌ها بیگانه بوده است».[۱۳۶]

همگانی‌شدن خط به شکل دیگری شبیه همگانی‌شدن حساب اتفاق افتاد. الفبای سامی جدید نه از رهگذر بحث‌های عالمانه بلکه به‌وسیله‌ی دریانوردان و بازرگانان فنیقی در سرتاسر اطراف مدیترانه پخش شد. خط را در نقاط مختلفی مستقلاً اختراع کرده بودند، ولی **خط الفبایی** فقط یک بار اختراع شد. الفباهای امروزی ما همه از همان یک خط سامی اولیه که در معادن مصر پیدا شده اقتباس شده‌اند.

تا پیش از این‌که خط و حساب همگانی شوند، تعلق انحصاری آن‌ها در تمدن‌های اولیه به قشر روحانی باعث شده بود که نجوم هم در انحصار اهل علم باشد. اما نجوم تنها علمی نبود که در نیمه‌ی دوم عصر نوسنگی رشد کرد. مهم‌تر از آن، خدمتی بود که اولین صنعتگرها و کشاورزها در زمینه‌ی طبیعت و فرایندهای طبیعی به علم کردند. یک بار دیگر باید اعتراف کنیم که شواهد باستان‌شناختی به ما اطلاعات چندانی از دانسته‌ها یا کارهای علمی مردم عادی نمی‌دهند. با وجود این بگذارید تا جایی که ممکن باشد دو مجموعه‌ی مهم از دانش‌های دوران نوسنگی را بررسی کنیم: علم مواد (شامل سفال و فلز) و مزرعه‌داری (پرورش گیاه و دام).

سنگ، گِل، فلز، و آتش

ابزارهای سنگی از حدود دو میلیون سال پیش از ورود انسان جدید به صحنه در آثار باستان‌شناسی پیدا شده‌اند، بنابراین به نظر می‌رسد که هومو ساپینس مقدمات

علم مواد را از نیاکان آدم‌واره‌اش به ارث برده است. گرچه ابزارهای سنگی تاکنون قدیمی‌ترین ابزارهای باقی‌مانده‌اند، این ثابت نمی‌کند که سنگ اولین یا تنها ماده‌ای بوده که ابزارسازان دوران پارینه‌سنگی به کار می‌برده‌اند. شاید از آن فقط بشود این نتیجه را گرفت که ابزارهای ساخته‌شده از مواد کم‌دوام‌تر ــ مثل چوب، صدف، استخوان، شاخ، چرم ــ به‌مرور زمان از بین رفته‌اند.

ویِر گوردون چایلد می‌نویسد: «ابزار کامل به طور ناقص از علم سازنده‌اش خبر می‌دهد.» ابزار سنگی تا حدودی شناخت سازنده‌اش را از ویژگی‌های انواع سنگ نشان می‌دهد و نیز معلوم می‌کند که این ابزارهای سنگی را برای کار بر چه مواد دیگری ساخته‌اند. اولین آدم‌واره‌ها «باید به تجربه کشف می‌کردند که بهترین سنگ برای ساخت ابزار کدام است و کجا پیدا می‌شود» و به این ترتیب «مجموعه‌ی بزرگی» از اطلاعات زمین‌شناختی و غیره تولید می‌شد. «پیشینیان ما با کسب و انتقال آن‌ها پایه‌های علم را می‌ریختند.»[۱۳۷]

قرائن موجود در مورد این‌که آدم‌واره‌ها دست‌کم از یک میلیون سال پیش طرز مهار آتش را می‌دانسته‌اند نشان می‌دهد که کار آن‌ها با مواد ممکن است شامل تغییر شکل دادن آن‌ها با حرارت ــ مثلاً پخت آن‌ها ــ هم بوده باشد؛ اما این‌که اولین بار این اتفاق کی افتاده، فقط موضوع حدس است. ولی چراغ‌های کوچک سنگی که احتمالاً پیه می‌سوزانده‌اند گواهی می‌دهند که انسان در ۱۵۰۰۰ پ.م. کسب دانش تجربی درباره‌ی ایجاد تغییرات شیمیایی با آتش را آغاز کرده بوده است. یک نوآوری «بسیار مهم برای تفکر بشر و برای شروع علم» بهره‌برداری آگاهانه از آتش بود برای تغییر شکل دادن گل در ساخت ظروف سفالی.[۱۳۸]

قدیمی‌ترین سفالینه‌ای که باستان‌شناسان پیدا کرده‌اند (حدود ۸۰۰۰ پ.م.) از پیشینه‌ی تجربی درازی حکایت دارد:

> حدود ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ سال پیش که پخت کامل خاک برای ساختن یا بندزدن سفال و چینی و شیشه و فلز آغاز شد، صنعتگرها با شیمی و فیزیک مواد کاملاً آشنا بودند ... و کم‌کم دمای ذوب، شکل‌های اکسیداسیون، ترکیبات شیمیایی عناصر (اکسید آهن با سیلیسیوم، آهن با گوگرد، و غیره)، پتانسیل الکتریکی بعضی عناصر، و همچنین روابط پیچیده‌ی کربن با آهن یا آهک و سود با خاک رس را آموخته بودند.[۱۳۹]

یک نویسنده‌ی تاریخ فناوری می‌گوید: «مثل خیلی از اختراعات اولیه‌ی دیگر، بعید به نظر می‌رسد که ما هرگز بتوانیم مراحل پیدایش سفالگری را ردیابی کنیم و کاملاً محتمل است که در پس این اختراع یک دوره‌ی دراز تجربه‌اندوزی در ساخت ظروف از گل خام نهفته باشد.»[۱۴۰] با این حال می‌توان دو نکته‌ی مهم را درباره‌ی مخترع سفالگری استنباط کرد. یکی این‌که چون تا خیلی بعدتر (حدود ۶۰۰۰ پ.م.) هیچ اثری از کوره در کاوش‌های باستان‌شناسی به دست نیامده، می‌شود نتیجه گرفت که قدیمی‌ترین ظرف‌های شناخته‌شده در اجاقِ خانه پخته شده‌اند. با توجه به تقسیم جنسیتی کار در جوامع نوسنگی، که در آن آتش‌بانی و پخت و پز و نگهداری غذا (که ظروف سفالی را برای آن به کار می‌بردند) به عهده‌ی زن بوده، تقریباً بدون تردید می‌توان گفت پیشگامان سفالگری که به کشف مهم خواص گل پخته نائل آمدند زنان بوده‌اند.[۱۴۱] و دوم این‌که، بعید است که «یک زن نابغه‌ی تنها» به این مهم دست پیدا کرده باشد؛ گروه‌هایی از زنان مشترکاً به آن رسیده‌اند: «سنت‌های فنی هرگز فردی نیستند؛ جمعی‌اند. تجربه و عقل همه‌ی اعضای جامعه مدام یک‌کاسه می‌شوند.»[۱۴۲]

بافندگی یک فناوری دیگر قابل ذکر در دوران نوسنگی بود: «اختراع دستگاه بافندگی از بزرگ‌ترین فتوحات نبوغ بشری بود. مخترعان آن بی‌نام و نشان‌اند، ولی سهم هنگفتی از سرمایه‌ی دانش بشری مال آن‌هاست. این کاربرد علمی را فقط نادان‌ها ممکن است برازنده‌ی نام علم ندانند.»[۱۴۳] چون بافندگی هم مثل سفالگری کاری خانگی بود، مخترعان آن هم احتمالاً گروه‌هایی از زنان بوده‌اند.[۱۴۴]

در تعریف، پایان دوران نوسنگی را زمانی می‌دانند که مردم شروع به استفاده‌ی گسترده از ابزارهای فلزی کردند؛ اما روشن است که دانش‌اندوزی درباره‌ی خواص فلزات را از خیلی جلوتر آغاز کرده بودند. متأسفانه این صفحه در تاریخ علم سفید مانده است. نه‌فقط اولین فلزکاران بی‌نام و نشان‌اند بلکه ما چیزی هم از کارهای تجربی آن‌ها نمی‌دانیم؛ کارهایی که اطلاعات لازم را برای عملیات پیچیده‌ی گدازش و ذوب فلزات فراهم می‌آوردند.

ابزارسازان نوسنگی که با انواع مختلف سنگ‌ها کار می‌کردند بی‌گمان مفتون سنگ‌های رنگارنگی می‌شدند که کانه‌های فلزی داشتند. نقاشی‌های پیش‌ازتاریخ غارهای لاسکو و آلتامیرا را با رنگ‌هایی کشیده‌اند که از کانه‌های فلزی به دست

آورده‌اند. اما استخراج فلز از کانه‌ها کاری است بسیار پیچیده.

بیش‌تر فلزات به صورت ترکیب شیمیایی با عناصر دیگر در طبیعت وجود دارند. مثلاً مالاکیت یک سنگ مس است که مس و اکسیژن و کربن در آن پیوند شیمیایی محکمی با هم دارند. ولی بعضی فلزها، مثل آهن و همین مس، به صورت «بومی» یعنی خالص هم پیدا می‌شوند.[۱۴۵] انسانِ پیش‌ازتاریخ مقادیر کمی مس و آهن خالص به دست آورده و به کار برده بود؛ و همین تجربه، بعد که او توانست آن‌ها را از سنگ‌هایشان جدا کند، کمکش کرد که آن‌ها را از هم تشخیص بدهد. پیدایش این فرایند ــ ذوب و قالب‌گذاری ــ آغاز واقعی عصر فلز بود.

چون مدرک مستقیمی که نشان بدهد این فرایند چگونه کشف شد وجود ندارد، پژوهشگران درباره‌اش به گمانه‌زنی پرداخته‌اند. برای ذوب، علاوه بر چیزهای دیگر، لازم است که سنگ فلز در حرارت زیادی قرار بگیرد؛ بنابراین بدیهی است که می‌شود حدس زد اولین بار کسی تصادفاً تکه‌ای مس را در اجاق انداخته و نتیجه‌اش را دیده است. اما این نظریه‌ی «اجاقی» چندان قانع‌کننده نیست، چون معمولاً آتشی که با چوب یا زغال درست می‌شود دمایی بیش‌تر از ۷۰۰ درجه‌ی سانتیگراد تولید نمی‌کند، درحالی‌که برای ذوب مس باید دما به ۱۰۸۴ درجه برسد، که نقطه‌ی ذوب مس است. وانگهی، فقط با حرارت‌دادن مالاکیت تا ۱۰۸۴ درجه مس به دست نمی‌آید؛ سنگ باید ساعت‌ها در یک «محیط احیاکننده» (دارای اکسیژن کم و کربن زیاد) حرارت ببیند، که در اجاق روباز عملی نیست.

نظریه‌ی «کوره‌ای» قانع‌کننده‌تر است، که می‌گوید متالورژی به این ترتیب آغاز شد که سفالگرانی، که از مالاکیت برای نقاشی بر روی ظرف‌های خود استفاده می‌کردند، در کوره‌هایشان تکه‌های مس ذوب‌شده دیده‌اند و به فکر آزمایش آن افتاده‌اند. این نظریه به چند دلیل معقول‌تر است: یک، چون آتش در کوره‌ی بسته به دمای مطلوب می‌رسد؛ دو، چون محیط احیاکننده فراهم است؛ و سه، چون ذوب مس و کوره‌های پردما در آثار باستان‌شناسی کمابیش قدمت یکسانی دارند. گفتنی است که از هر دو نظریه می‌شود نتیجه گرفت که پیشگامان متالورژی هم زنان بوده‌اند.

با این‌که کوره‌های ابتدایی برای تولید تصادفی تکه‌های مس ذوب‌شده کافی بودند، برای کار حرفه‌ای ذوب مس به‌هیچ‌وجه کفایت نمی‌کردند. پس

تجربه‌اندوزی بسیاری لازم بود تا ذوب و قال‌گذاری مس یک فناوری کارآمد شود و روی پای خود بایستد. کار تجربی با هدف بالابردن کیفیت مس برای تولید ابزار و جنگ‌افزار ادامه پیدا کرد.

مفرغ، «معدنچی چرک‌آلود» و «آهنگر خیس عرق»

سنگ مس معمولاً مقداری فلزات دیگر مثل سرب و نقره و آهن هم دارد. ریخته‌گرها با آزمون و خطا کشف کردند که با نسبت‌های مختلفی از این «ناخالصی‌ها» می‌توانند خواص فلز را تغییر بدهند؛ مثلاً آن را سخت‌تر یا نرم‌تر کنند، یا میزان چکش‌خوری آن را کم و زیاد کنند. دوران‌سازترین دستاورد آن‌ها این بود که پی بردند با حدود ۸۸درصد مس و ۱۲ درصد قلع می‌توانند آلیاژی بسازند ــ مفرغ ــ که هم بادوام‌تر از مس خالص است و هم آسان‌تر می‌شود با آن کار کرد. این کشف که در خاور میانه و در حول و حوش ۳۳۰۰ پ.م. صورت گرفت، دورانی انقلابی در فناوری را آغاز کرد که امروزه آن را «عصر مفرغ» می‌نامیم.

این حقیقت که سنگ مس به‌ندرت ممکن است قلع داشته باشد نشان می‌دهد که کشف مفرغ با کار آزمایشیِ سنجیده‌ای امکان‌پذیر شده و نتیجه‌ی یک تصادف فرخنده نبوده است. چون مس و قلع در طبیعت تقریباً هرگز با هم پیدا نمی‌شوند، با اطمینان می‌توان فرض کرد ریخته‌گرهای گمنامی که اولین بار کوشیده‌اند آلیاژ آن‌ها را تولید کنند فرضیه‌ای را آگاهانه آزمایش کرده‌اند. البته روشن است که این آزمایشگرها متخصصانی حرفه‌ای نبوده‌اند که در آزمایشگاه کار کنند. یک نویسنده‌ی تاریخ متالورژی می‌نویسد: «تازه داریم از پس دود و دم و گرد و غبار ده هزار سال کار معدن و فلز، سهم معدنچی چرک‌آلود و آهنگر خیس عرق را در آسایش و رفاه انسان می‌بینیم.»[۱۴۶]

همین‌طور نمی‌دانیم که اولین مفرغ‌سازان خاور میانه دقیقاً از کجای آن بوده‌اند؛ اما با نتیجه گیری‌های معقولی از مکان آن‌ها، می‌توانیم نشانه‌هایی هم از این‌که آن‌ها چه کسانی بودند به دست بیاوریم:

> بعید است که این کشف اولین بار در بین‌النهرین اتفاق افتاده باشد. به احتمال قوی جایی بوده خیلی نزدیک‌تر به معدن فلزات، مثلاً نواحی کوهستانی سوریه یا شرق ترکیه. ولی بین‌النهرینی‌ها بودند که ثروت خرید فلز جدید و

استخدام اهل فن برای از کار درآوردن آن را داشتند. برای همین است که اولین نمونه‌های استفاده از مفرغ به هر مقداری را در مقبره‌های اُولین شاهان سومر پیدا می‌کنیم.[۱۴۷]

پس ابتکار از «معدنچی‌های چرک‌آلود» نواحی کوهستانی بوده و جهان‌خواران سومری آن را خریده‌اند، یا به هر صورت از آنِ خود کرده‌اند.

یک فرضیه‌ی سنتی ــ الگوی «پراکنش» یا «اشاعه» ــ می‌گوید که دانش مفرغ‌سازی از یک نقطه‌ی مبدأ در خاور میانه به همه‌ی نقاط دیگر جهان باستان رفته است. این فرضیه از این تصور آب می‌خورد که دانش لازم برای ذوب مس و تولید مفرغ به قدری پیچیده است که باید از مغز یک نابغه تراویده باشد و به همین علت بعید است که بیش‌تر از یک بار پیدا شده باشد. ولی باستان‌شناسان شواهدی به دست آورده‌اند که نشان می‌دهد فناوری مس و مفرغ در چند نقطه‌ی دیگر دنیا هم مستقلاً به وجود آمده بوده: بالکان، چین، هند، نیجریه، پرو، و ــ حیرت‌انگیزتر از همه ــ جنوب شرقی آسیا.[۱۴۸] چنان‌که از آثار یک سنت مستقل مفرغ‌سازی در شمال تایلند از حدود ۳۰۰۰ پ.م. برمی‌آید، نبوغ لازم برای تولید مفرغ چیزی نبوده که بیش‌تر از ظرفیت «تمدن شکارچی-گیاه‌چین هوآبین‌هیان[1] باشد که در عصر سنگ در جنوب شرقی آسیا شکوفا بود.»[۱۴۹] به طور کلی کسانی که از مدل پراکنش در انتقال فناوری دفاع می‌کنند توانایی‌های فکری و خلاقه‌ی آدم‌های عادی در کارهای دسته‌جمعی را دست‌کم می‌گیرند.

از مفرغ تا آهن

اگرچه کشف مفرغ یک پیشرفت بزرگ در زمینه‌ی فناوری بود، «بیش‌تر به درد بالایی‌ها می‌خورد؛ طبقات حاکم از آن برای جنگ و تزیین استفاده می‌کردند و چندان کاربردی در کشاورزی یا زندگی کشاورزان نداشت. دوره‌ی مشهور به عصر مفرغ در واقع فقط کوچه‌ای در شاهراه دوران سنگ و چوب و استخوان بود و این دوران هنوز ادامه داشت». آهن اولین فلزی بود که واقعاً «در زندگی مزرعه‌دار و

1. Hoabinhian

همسرش تأثیر گذاشت... چون با آن چاقو و تبر و خیش ساختند».[۱۵۰]

در دنیای اطراف مدیترانه، عصر مفرغ به شکلی ناگهانی پایان گرفت و عصر آهن در حدود ۱۰۰۰ پ.م. آغاز شد. می‌توان تصور کرد که این گذار در نتیجه‌ی کشف روش ذوب و قالگذاری آهن اتفاق افتاد، به این علت ساده که آهن هم فراوان‌تر از مفرغ است و هم فلز بهتری برای ساخت ابزارآلات و جنگ‌افزار. اما نه. عصر مفرغ ظاهراً به این خاطر پایان گرفت که موجودیِ قلع لازم برای ساخت مفرغ ناگهان با وقوع آشوب‌های سیاسی ته کشید. این‌که اصلاً قلع از کجا می‌آمد هنوز یکی از رازهای بزرگ باستان‌شناسی است. همین‌قدر می‌دانیم که بین سال‌های ۳۰۰۰ و ۱۰۰۰ پ.م. مقادیر زیادی قلع به خاور میانه و شرق مدیترانه وارد می‌شده است:

> شبکه‌ی گسترده و نسبتاً قابل اتکایی از روابط بازرگانی در جهان باستان به وجود آمده بود. راه‌های بازرگانی که در غرب تا اسپانیا و احتمالاً کورنوال[1] [در گوشه‌ی جنوب شرقی انگلستان] و در شرق تا هندوستان (و شاید دورتر...) گسترده بودند، شاهراه‌های تأمین قلعی بودند که در آن مراکز اولیه‌ی تمدن تقاضای بسیار داشت.[۱۵۱]

وابستگی عصر مفرغ به این فعالیت بازرگانی یک بار دیگر ماهیت اجتماعی و اشتراکی تاریخ علم را نشان می‌دهد. بدون کار شاق تاجرانی که محموله‌های سنگین قلع را تا دوردست‌ها می‌بردند، مفرغی که به تجربه به دست آمده بود تحفه‌ای دیدنی باقی می‌ماند.

روش‌های تولید آهن از سنگ آهن را از خیلی پیش از پایان ناگهانی عصر مفرغ می‌دانستند، ولی روش‌ها ابتدایی بودند و آهنی که به دست می‌آمد پست‌تر از مفرغ بود. برای همین آهن را فلزی دست دوم حساب می‌کردند. موقعی که فلزکار نمی‌توانست مفرغ به دست بیاورد، به آهن رضایت می‌داد، و این باز انگیزه‌ی کارِ تجربی برای بالابردن کیفیت آهن شد. درباره‌ی هویت شغلی تجربه‌گرانی که راهگشای عصر آهن شدند شکی وجود ندارد: «آهنگر خیس عرق».

کشف اولیه‌ی آهن مذاب به احتمال زیاد موقعی صورت گرفته که از سنگ

1. Cornwall

آهن به‌عنوان کاتالیزور در قال‌گذاری مس استفاده می‌کردند. در یک مورد مستند، مالاکیت و اکسید آهن را با هم حرارت می‌دادند. مالاکیت «ماسه‌ی سیلیسی داشت. آهن با سیلیس تشکیل ریم یا سرباره‌ی آهن می‌داد و مس آزاد می‌شد». در این بین «گاهی مقداری آهن در داغ‌ترین قسمت بوته همراه مس احیا می‌شد».(۱۵۲) اگر اسم این کشف را کشفی تصادفی بگذاریم، دانش کاشفان را دست‌کم گرفته‌ایم. اگر چنین کشفی با طرح‌ریزی قبلی در یک فرایند علمی اتفاق می‌افتاد، اسم آن را بیش‌تر توفیق می‌گذاشتند تا تصادف.

پستی این آهن نسبت به مفرغ به علت نقطه‌ی ذوب خیلی بالاتر آهن (۱۵۳۷ درجه‌ی سانتیگراد) بود که کوره‌های عصر مفرغ از پس تولید آن برنمی‌آمدند. در نتیجه «آهنی که از سنگ آهن به دست می‌آوردند به شکل توده‌ای اسفنجی مخلوط با سرباره بود، که به آن آهن خام[1] می‌گویند. آهنگر با این آهن کار می‌کرد». با پتک به جانش می‌افتاد و از آن آهنی به دست می‌آورد که به آن می‌گوییم آهن ورزیده. ابزارها و سلاح‌هایی که با آهن ورزیده می‌ساختند نرم‌تر از مفرغ بودند؛ برای همین لبه‌ی برنده‌ی آن‌ها زودتر از لبه‌ی مفرغی کند می‌شد. رابرت رِیموند[2] می‌پرسد:

> اما اگر آهن پست‌تر از مفرغ بود، چگونه شد که جهان باستان چنان وسیع و مؤکد به آن روی آورد که ظرف دو سه قرن تقریباً در هر جنبه‌ای از زندگی روزمره و تقریباً همه‌جا آهن جانشین مفرغ شد؟ پاسخ در کشف‌های آهنگران نهفته است که توانست خصلت آهن را تغییر بدهد.(۱۵۳)

به شهادت قدما، این آهنگران نوآور از قوم حِتّی بودند در ناحیه‌ای که اکنون جنوب ترکیه و شمال سوریه است. اما این حقیقت داشته باشد یا نه، به طور قطع می‌دانیم که آهنگرهای این ناحیه در اواخر هزاره‌ی دوم پ.م. سه کشف مهم کردند. یک، به تجربه پی بردند که با بعضی روش‌های حرارت‌دادن آهن خام در کوره‌ی زغالی، آهن مرغوب‌تری به دست می‌آید. آن‌ها حتی مقداری از آهنشان را تبدیل به آلیاژ آهن و کربن کرده بودند، چیزی که می‌توانیم اسمش را فولاد بگذاریم. دو، کشف

1. bloom 2. Robert Raymond

کردند که اگر آهن را مستقیم از داخل آتش به داخل آب سرد فرو ببرند، کیفیت آهنشان بالاتر می‌رود. و سه، فهمیدند که اگر آهن را از توی آب بیرون بیاورند و باز لحظه‌ای حرارت بدهند و بگذارند سرد شود ــ کاری که به آن می‌گوییم آب‌دادن آهن ــ شکنندگی آهنشان کم‌تر می‌شود.

این روش‌های تجربی آهنگران برای تغییر شکل دادن و بالابردن کیفیت فلزات به کمک آتش، و «دستورالعمل»های شفاهی آن‌ها برای انتقال رموز کارشان به شاگردان و نسل‌های بعدشان، گنجینه‌ای از اطلاعات درباره‌ی خواص مواد و شالوده‌ی همه‌ی پیشرفت‌های بعدی در علم مواد بود. ریشه‌های کیمیاگری و سپس شیمی را به‌روشنی در این کار ابتدایی با فلزات می‌بینیم. مورخی می‌نویسد که کیمیاگری «بر اساس شواهد موجود گویا از بین ریخته‌گرها و فلزکاران ورزیده‌ی خاور میانه، احتمالاً بین‌النهرین، سر بر آورده و از آن‌جا به مصر و یونان در غرب و از مسیرهای کاروان‌رو به هندوستان و چین در شرق رفته است». چندان جزئیاتی از این انتقال به دست آیندگان نرسیده؛ بنابراین یک نمونه‌ی گویا را ناچاریم که مشتی نمونه‌ی خروار بگیریم:

> می‌دانیم که در قرن ششم میلادی معجون باشکوهی از فلسفه‌ی طبیعی ایران و سوریه و یونان در شهر باستانیِ ازیادرفته‌ی حَرّان در سوریه وجود داشته است. صنعتگران صابئیِ حَرّان در فلزگری (متالورژی) و بسیاری دیگر از فنونی که نیاز به آشنایی با مواد شیمیایی اولیه داشت استاد بودند.[۱۵۴]

کشاورزی

سواد، حساب، شهرنشینی و استفاده از فلزات، با همه‌ی اهمیتشان، جنبه‌هایی فرعی از انقلاب نوسنگی بودند. انقلابی‌ترین نوآوری ــ که بقیه به دنبال آن آمدند ــ اهلی‌کردن گیاهان و جانوران بود. تولید منظم غذا مازاد غذایی به وجود آورد که شالوده‌ی اقتصادی تخصصی‌شدن حرفه‌ها را ریخت و تخصصی‌شدن حرفه‌ها زمینه‌ی پیدایش فناوری‌های تازه و علوم وابسته به آن‌ها را فراهم آورد. غذای مازاد همچنین اجازه داد که سر و کله‌ی رجال اجتماعی و علمی پیدا بشود.

کشاورزی در کاشت و برداشت گیاهانی که در طبیعت پیدا می‌شدند خلاصه نمی‌شد؛ گیاهان وحشی را باید اهلی می‌کردند و تبدیل به محصولات قابل، استفاده

برای انسان می‌کردند. با این‌که امروزه برچسب «طبیعی» را روی خیلی از اجناس سوپرمارکت‌ها می‌بینیم، تقریباً هیچ‌کدام از خوراکی‌های ما واقعاً طبیعی نیستند. محصولات اهلی‌شده گیاهانی هستند که انسان پرورش داده و بدون انسان از بین می‌روند. آن‌ها طوری «مهندسی ژنتیک» شده‌اند که خودشان نمی‌توانند زاد و ولد کنند. ذرت یک محصول مصنوع است: «ذرت فقط در صورتی می‌تواند ادامه‌ی حیات بدهد که انسان دانه‌اش را از چوبش بکند و بکارد.»[۱۵۵]

اگرچه گذار از دوره‌ی گردآوری به مرحله‌ی کشاورزی را به دلیل تغییر عظیمی که در زندگی اجتماعی انسان ایجاد کرد یک «انقلاب» نامیده‌اند، فقط اگر در مقیاس زمین‌شناسی به آن نگاه کنیم یک تغییر ناگهانی به نظر می‌رسد. در مقیاس عمر بشر، این گذار یک تغییر تدریجی بود که بی‌شک صدها سال، اگر نه هزاران سال، به درازا کشید. آغاز آن به این ترتیب بود که انسان گردآورنده کم‌کم شروع به دستکاری در محیط زیست گیاهان وحشی کرد. این یک مرحله‌ی گذار به‌سمت اهلی کردن گیاهان بود. انسان شکارچی-گیاه‌چین را «نباید شریک منفعلی در محیط زیست خودش دید که تنها کاری که می‌کند تطبیق‌دادن زندگی‌اش با طبیعت سرسخت تسلیم‌ناپذیر است. جامعه‌ی انسانی پیوسته و فعالانه مشغول دستکاری جوامع گیاهی و جانوری بوده است».[۱۵۶]

مثالی از سرخ‌پوستان کومِیاآی[1] در کالیفرنیا نشان خواهد داد که انسانِ پیش‌ازکشاورزی چطور محیط طبیعی را به‌اصطلاح رام یا اهلی می‌کرده است:

> از سواحل شنی و مانداب‌ها تا جلگه‌های آبرفتی، دره‌ها، کوهپایه‌ها و فلات‌های مرتفع، کومیاآی‌ها انواع گیاهان خوراکی و دارویی را کشتِ آزمایشی کرده بودند. آن‌ها در بلندی‌ها درختزارهای بلوط و کاجی با دانه‌های خوراکی ایجاد کردند و گیاهانی خاص نقاط مرتفع مثل کهور و کاج صحرایی را در امتداد ساحل به عمل آوردند. در زیست‌بوم‌های گوناگونی، آگاو و یوکا و انگور جنگلی کاشتند. اطراف دهاتشان کاکتوس قلمه زدند و گیاهان آبدار دیگر پرورش دادند. محل‌های تجمع بسیاری از علف‌های هرز و گیاهان خودرو را با احتیاط سوزاندند تا بازده زمین‌های خود را افزایش

1. Kumeyaay

دهند؛ و با سوزاندن مرتب بوته‌ها کیفیت سرشاخه‌های غذای گوزن و آهو را بالا بردند. اوایل تابستان زمین‌های بزرگی را زیر کشت نوعی دانه‌ی خوراکی جنگلی که اکنون منقرض شده است می‌بردند و محصول که می‌رسید دانه‌ها را با دست از سنبله‌ها می‌کندند. سپس زمین‌ها را می‌سوزاندند و دوباره مقداری از دانه‌ها را در آن‌ها می‌پاشیدند.[۱۵۷]

حتی بعد از این‌که اهلی کردن به معنی واقعی آغاز شد، هنوز تا مدت‌ها انسان شکارچی-گیاه‌چین به چیدن گیاهان خودرو و شکار حیوانات وحشی وابسته بود. بنابراین طبیعی است که دانش اهلی‌کردن گیاهان و جانوران در تجربه‌ی انسان گردآورنده از جانداران وحشی‌ای که او با آن‌ها سر و کار داشت شروع شد. جارِد دایموند می‌نویسد: «این انسان خودش یک دانش‌نامه‌ی تاریخ طبیعی است، با نام‌های جداگانه (به زبان خود او) برای بیش‌تر از هزار نوع گیاه و جانور و با اطلاعات مفصل از ویژگی‌های زیست‌شناختی و توزیع جغرافیایی و کاربردهای ممکن آن انواع.»[۱۵۸] شناخت عمیقی که آن‌ها ــ و «زن گردآورنده» در پیشاپیش آن‌ها ــ از طبیعت به دست آوردند سلف مستقیم علم کشاورزی امروزی بود.

این شناخت در انحصار یک گروه نخبه از مردمان پیش‌ازتاریخ نبود. کشاورزی علمی نبود که فقط یک بار پیدا شده باشد و بعد به سراسر دنیا رفته باشد. آثار باستان‌شناسی نشان می‌دهند که اهلی‌کردن گیاهان اولین بار تقریباً ده هزار سال پیش در خاور میانه اتفاق افتاده و اهلی‌کردن حیوانات (به‌جز سگ که مورد خاصی بود) حدود هزار سال بعد از آن. اما مشابه آن به طور مستقل در چین، قاره‌ی امریکا و افریقای جنوب صحرا ــ دست‌کم هفت نقطه‌ی مختلف درمجموع ــ هم روی داد. بلندی‌های گینه‌ی نو هم به این فهرست اضافه می‌شود، چون به‌تازگی قرائنی از کشت محصول از حدود ده هزار سال پیش در آن‌جا هم به دست آمده است.[۱۵۹]

عبارت «مهندسی ژنتیک» را من به این علت در گیومه گذاشته‌ام که تا پیش از شناسایی ژن‌ها، به‌عنوان واحدهای زیستی وراثت، استفاده از این اصطلاح بی‌مورد به نظر می‌رسد. ولی اهلی کردن گیاهان و جانوران هم نوعی دستکاری در مصالح ژنتیک آن‌هاست. از این جهت ناروا نیست که بگوییم انسان گردآورنده‌ای که کشاورزی را اختراع کرد عملاً مهندسی ژنتیک می‌کرده است.

اما این کار تا چه اندازه آگاهانه بود؟ آیا مردم تصمیم به اختراع گندم یا ذرت گرفتند، یا این‌که گندم و ذرت نتیجه‌ی یک رشته کشفیات سودمند بودند؟ اولین قدم‌ها را بی‌گمان خود گیاه‌ها برداشتند که در همزیستی با انسان بر طبق اصول انتخاب طبیعی داروینی تکامل پیدا کردند. اما گیاه به طور طبیعی از استعداد بقای خود در محیط وحشی نمی‌گذشت؛ انتخاب مصنوعی لازم بود: «هنگامی‌که انسان با برداشت، نگهداری و کاشت بذر بعضی از گیاهان در زمین‌های آماده‌ی خودش اختیار چرخه‌ی تولید مثل آن‌ها را به دست گرفت، در واقع دنیای موازی جداگانه‌ای برای آن‌ها خلق کرد.»[۱۶۰]

اهلی‌کردن حیوانات از ابتدا بسیار آگاهانه‌تر انجام گرفت. انسان خود در محاصره‌ی انواع گیاهان وحشی بود و «ناخواسته روابط دیرینه‌ای با آن‌ها پیدا کرده بود... ولی پستانداران وحشی حضور انسان را تحمل نمی‌کنند؛ نیاز به کار سنجیده و آگاهانه‌ی انسان هست (مثل گرفتن بچه‌ی حیوان و بزرگ‌کردنش پیش خودش) تا رفتار پرهیزجویانه‌ی حیوان بالغ را عوض کند».[۱۶۱] انسانی که عادت کرده بود حیوانات را بکشد، حالا باید آن‌ها را اهلی می‌کرد و زنده نگه می‌داشت. نتیجه‌اش پیدایش «حوزه‌های تازه‌ای از دانش بود... دانش نگهداری، آموزش و بازتولید جمعیت‌های حیوانی».[۱۶۲]

این‌که اهلی‌کردن گیاهان را انسان ابتدا ناخواسته انجام داده و این در خلال امرار معاش روزانه‌اش اتفاق افتاده است، یک بار دیگر نشان می‌دهد که «در ابتدا عمل بود». اما سرانجام انسان گردآورنده با آزمایش آگاهانه‌ی همه‌ی انواع گیاهانی که در دسترس داشت راه را برای کشاورزی هموار کرد. و بدین‌ترتیب پی برد که ــ از میان صدها هزار نوع گیاه گل‌دار خودرو ــ فقط چند گیاه را می‌توانند برای برآورده‌کردن نیازهای خودش اصلاح کند. و انصافاً این کار را به‌خوبی انجام داد. به گفته‌ی جارِد دایموند، اولین کشاورزان «که اطلاعاتشان از گیاهان بومی بیش‌تر از اطلاعات همه‌ی گیاه‌شناسان حرفه‌ای امروزی به‌جز معدودی از آن‌ها بود... در اهلی‌کردنِ کم‌تر گیاه خودروی سودمندی ناکام می‌ماندند». به‌علاوه «این‌که امروزه ما نتوانسته‌ایم حتی یک گیاه خوراکی تازه را اهلی کنیم نشان می‌دهد که مردمان دوران باستان احتمالاً همه‌ی گیاهان خودروی باارزش را پیدا کرده‌اند و هرکدام را که به زحمتش می‌ارزیده اهلی کرده‌اند».[۱۶۳] نویسنده‌ی دیگری گیاهان خوراکی‌ای

را که سرخ‌پوستان امریکا (در راه کشاورزشدن) اهلی کرده‌اند فهرست می‌کند:

گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی؛ انواع کدوی حلوایی و تنبل؛ تقریباً همه‌ی اقسام لوبیا؛ بادام زمینی، گردوی امریکایی (پِکان، هیکوری)، گردوی سیاه، دانه‌ی آفتاب‌گردان، زغال‌اخته‌ی گرد و زغال‌اخته‌ی دراز، توت‌فرنگی، افرای شیره‌ای، و سیب‌زمینی ترشی؛ انواع فلفل‌ها، گلابی خاردار، شکلات، وانیل، فلفل شیرین، ساسافراس، آووکادو، برنج وحشی، و سیب‌زمینی شیرین.

او اضافه می‌کند: «در طول چهارصد سالی که از ورود مهاجران اروپایی به امریکای شمالی می‌گذرد، آن‌ها حتی یک گیاه امریکاییِ مناسب برای اهلی کردن پیدا نکرده‌اند که سرخ‌پوست‌ها قبلاً آن را کشت نکرده باشند.»[۱۶۴] کائوچو، پنبه و توتون از گیاه‌های غیرخوراکی مهمی هستند که می‌شود به فهرست اضافه کرد.

سرخ‌پوست‌ها بعد از آن‌که این گیاهان را شناختند شروع به «اصلاح» آن‌ها کردند. چنان‌که جک وِدِرفورد[1] می‌نویسد: «سرخ‌پوستان بی‌گمان بزرگ‌ترین گیاه‌پروران جهان بوده‌اند.»[۱۶۵] پرورش ذرت «هنوز بزرگ‌ترین دستاورد گیاه‌پروری انسان است». پیش از ورود کریستوف کلمب، سرخ‌پوستان «اکثر انواع عمده‌ی ذرتی را که امروزه وجود دارد پرورش داده بودند؛ مثل ذرت قرمز، ذرت زرد، ذرت صحرایی، ذرت شیرین، ذرت متخلخل، ذرت سفت، ذرت آرد، ذرت سبوس‌دار و ذرت بودادنی.»[۱۶۶]

مهندسی ژنتیک در امریکای سرخ‌پوست یک جور بود و در خاور میانه‌ی پیش‌ازتاریخ جور دیگری:

بیش‌تر غلات سنتیِ برّ قدیم دانه‌های ریزی داشتند که کشاورز آن‌ها را مشت‌مشت در زمینِ آماده می‌پاشید. سرخ‌پوستان امریکا می‌دانستند که ذرت را فقط با فروبردن تخمش در زمین می‌شود کاشت. آن‌ها بذر را مشت‌مشت نمی‌پاشیدند؛ تخم‌ها را انتخاب می‌کردند و می‌کاشتند. در نتیجه‌ی این انتخابِ بذر، سرخ‌پوست‌ها توانستند صدها گونه از هر گیاهی که کشت می‌کردند به دست بیاورند. ... این تنوع از درک عمیق کشاورز

1. Jack Weatherford

سرخ‌پوست از ژنتیک عملی مایه می‌گرفت. برای بارورکردن ذرت، لازم بود که کشاورز گرده‌ی گیاه را روی کلاله‌ی گل آن بگذارد. او گرده را از یک گونه ذرت می‌گرفت و مادگی گونه‌ی دیگری را با آن بارور می‌کرد؛ به این ترتیب ذرتی با ویژگی‌های ترکیبی دو گونه‌ی والد به دست می‌آورد. امروزه این روش به گشن‌گیری معروف است و دانشمندان از عوامل ژنتیکی آن آگاه‌اند. سرخ‌پوست امریکایی با آزمون و خطا در طی نسل‌ها به آن رسیده بود.

ودرفورد نتیجه می‌گیرد که «بدون گنجینه‌ی رنگارنگی که کشاورز سرخ‌پوست با آزمون و خطا پدید آورد، علم جدید منابع لازم را برای آغاز کارش در اختیار نمی‌داشت.»[۱۶۷]

حتی مهم‌تر از آن، تأثیری است که کشاورزی سرخ‌پوستان امریکا در رشد جمعیت جهان بر جای گذاشت: «انفجار جمعیت‌های اروپایی در دوره‌ی بعد از کشف امریکا تا حد زیادی ناشی از ورود دو محصول تازه از برّ جدید بود: سیب‌زمینی و ذرت.»[۱۶۸] «غذای سنتی ذرت-لوبیا-کدو- زغال‌اخته- بوقلمونی که در عید شکرگزاری به مناسبت استقرار اروپایی‌ها در امریکای شمالی می‌خورند» نمادی از وابستگی استعمارگران اروپایی به اغذیه‌ی سرخ‌پوستان امریکاست.[۱۶۹] اقلام زراعی سرخ‌پوستان امریکا «تا حد زیادی علت انفجار جمعیت در چین هم هست، چون بیش‌تر از یک‌سوم تولیدات غذایی کنونی چین از محصولاتی است که از برّ جدید آمده‌اند».[۱۷۰] حال فکر می‌کنید کدام عامل تأثیر بیش‌تری در غذایی که شما می‌خورید داشته است: متخصصان امروزی ژنتیک گیاهی یا انسان‌های گردآورنده، از جمله سرخ‌پوستان امریکا، که گیاهان خوراکی را اهلی کردند؟ جواب روشن است: هزار به یک، به نفع انسان گردآورنده.[۱۷۱]

استفاده‌ی سرخ‌پوستان امریکا از کودهایی مثل گوانو [فضله‌ی پرندگان دریایی] برای احیای زمین هم قابل توجه است. صدها سال گذشت تا فاتحان اروپایی ارزش آن را بفهمند؛ اما سرانجام فهمیدند: «بعد از این‌که کشاورز اروپایی در قرن نوزدهم گوانو را کشف کرد، کشاورزی نوین در اروپا آغاز شد.... عصر گوانو آغازگر کشاورزی نوین بود و به دنبال آن کودهای مصنوعی از مواد دیگر ساخته شد.»[۱۷۲]

کشاورزی در افریقا: «انتقال علم» با برده‌گیری

افریقا یکی دیگر از منابع مهم علم کشاورزی برای استعمارگران اروپایی در قاره‌ی امریکا بود، منتها در این مورد آنچه که محترمانه به آن «انتقال علم» می‌گویند با برده‌گیری به انجام رسید. «زمیندارها محصولات را از افریقا وارد نمی‌کردند، غالباً آن‌ها را در باغچه‌های بردگان خود کشف می‌کردند. در مورد این محصولات، آزمایشگرها سیاه‌پوستان بودند.»

از رهگذر تجارت برده در اقیانوس اطلس، سیاهان کم‌کم گیاهان افریقایی (مثل کنجد و بامیه و ذرت گینه) و محصولات امریکایی تولید افریقا (بادام زمینی و فلفل کاپسیکوم) را به سرزمین‌هایی که در آن‌جا به بردگی می‌رفتند منتقل کردند. سفیدها موقعی به مصارف محصولات بردگان پی بردند که برای آن‌ها بازارهای خارجی پیدا کردند. به‌خصوص در مورد بادام زمینی این‌طور شد. سیاه‌ها خودشان بادام زمینی برداشت کرده و روانه‌ی بازار کرده بودند، اما سفیدها اهمیتی به آن نداده بودند تا این‌که شکلات‌سازهای اروپایی طالب روغن مطبوع آن شدند.[۱۷۳]

حضور محصولات افریقایی در قاره‌ی امریکا را معمولاً در «انتقال بذر» خلاصه کرده‌اند، گویی غیر از این نبوده که بذر را در زمین بپاشند و محصول را برداشت کنند. نقص این تصور را به‌خوبی در تاریخچه‌ی تولید برنج در امریکا می‌بینیم. جودیت آن کارنی[1] می‌نویسد: «شناخت افریقایی از کشت برنج ... پایه‌ی اقتصاد کارولینا شد.»

بازی روزگار بود که برده‌ای که کشت برنج را می‌دانست عاقبت باید به این رضا می‌داد که ببیند محصول «سنتی» او اولین کالای خوراکی‌ای می‌شود که سرمایه‌دارها آن را خروار خروار در ماورای بحار می‌فروشند و همه‌ی افتخار کشف چنین محصول «بکر»ی برای جلگه‌های آبرفتی کارولینا و جورجیا را نصیب خودشان می‌کنند.[۱۷۴]

1. Judith Ann Carney

برنج را بیش‌تر محصول آسیا می‌دانند تا افریقا، اما واقعیت این است که برنج در هر دو قاره به‌طور جداگانه به عمل آمد. بیش‌تر از بیست نوع برنج در طبیعت وجود دارد، ولی فقط دو نوع آن اهلی شده: «اوریزا ساتیوا» در آسیا و «اوریزا گلابریما» در افریقا. هزاران سال پیش مردم منطقه‌ی ساحل [در جنوب صحرای افریقا] برنج نوع دوم را کشف کردند؛ پی بردند که در زمین‌های باتلاقی رشد می‌کند و با آن «یکی از نبوغ‌آساترین روش‌های کشت را در دنیا» پدید آوردند. اوریزا گلابریما «در ناحیه‌ی وسیعی در غرب افریقا از سنگال به‌سمت جنوب تا لیبریا و بیش از هزار مایل در عمق قاره تا سواحل دریاچه‌ی چاد»[۱۷۵] کشت می‌شد.

کلید کشت برنج افریقایی در قاره‌ی امریکا نه بذر آن بلکه «دانش پیچیده‌ای بود که حکایت از کشت مانداب‌ِ بسیار پیشرفته‌ی برنج می‌کرد». در کارولینای جنوبی که صادرات برنجش تا زمان انقلاب امریکا بیش‌تر از شصت میلیون پوند در سال بود، «زمیندارها کشت برنج را از بردگان نواحی برنج‌خیز غرب افریقا می‌آموختند». اما این دانشی نبود که برده‌دارها راحت آن را از افریقایی‌ها یاد بگیرند و بعد خودشان آن را به کار ببرند.

> یک نظام علمی بومی بود که نیاز به افرادی داشت آشنا با کشت برنج، با دانش کشت در زمین‌های آبگیر و با طرز پوست‌گیری برنج بعد از برداشت آن. در کارولینای جنوبی تنها کسانی که این آشنایی را داشتند بردگانی بودند که آن‌ها را از نواحی برنج‌خیز غرب افریقا آورده بودند. پس سرآغاز کشت برنج را باید بین افریقایی‌ها جست‌وجو کنیم.[۱۷۶]

طبیعت‌شناسیِ لازم برای کشت برنج «تکیه بر ذخایری از دانش کشاورزی مبتنی بر نسل‌ها مشاهده و آزمون و خطا داشت». برنج‌کاران غرب افریقا

> اطلاعات زیادی در مورد شیب زمین، نوع خاک، رطوبت مطلوب، کشت آبی، کیفیت آب، حرکات آب و روش‌های حبس آب و حفظ جریان آن داشتند. نتیجه‌اش طیف وسیعی از اراضی کشت برنج با نحوه‌ی مدیریتی به‌مراتب متنوع‌تر از مشابه آسیایی‌اش و با تنوع بیش‌تری در عوامل زیست‌محیطی خاک و آب بود.[۱۷۷]

زمینداران کارولینای جنوبی می‌دانستند که هر برده‌ی افریقایی کشت خوب برنج را تضمین نمی‌کند. برای همین سعی می‌کردند برده‌هایی از اقوام خاصی بخرند که به تخصص در کشت برنج شهرت داشتند. در این مورد اسناد فراوانی از آگهی‌های روزنامه‌ها در دست است:

یک آگهی در چارلستون با افتخار اعلام می‌کرد که ۲۵۰ برده «از ویندوارد و ساحل برنج، وارد به کشت برنج» موجود است. آگهی دیگری به تاریخ ۱۱ ژوییه‌ی ۱۷۸۵ خبر از ورود یک کشتی دانمارکی می‌داد با «محموله‌ی مرغوبی از سیاهان ویندوارد و ساحل طلا که با کشت برنج آشنایی دارند».[۱۷۸]

تصادفی نبود که نسبت برده‌های وارداتی کارولینای جنوبی از نواحی برنج‌خیز سنگال و گامبیا و سیرالئون از ۱۲ درصد در دهه‌ی ۱۷۳۰ به ۵۴ درصد در سال‌های ۱۷۴۹ تا ۱۷۶۵ و بعد به ۶۴ درصد در ۱۷۶۹ تا ۱۷۷۴ رسید. زمان انقلاب امریکا برده‌های سِنِگامبیا و سیرالئون اکثریت مهاجران اجباری کارولینای جنوبی را تشکیل می‌دادند.[۱۷۹]

کشت برنج غرب افریقا یک ویژگی «جنسیتی» داشت. «از ابتدای تجارت برده در اقیانوس اطلس، اروپایی‌ها متوجه نقش مهم زنان در کشت برنج در افریقا شده بودند.» انتخاب بذر «مسئولیت زنان» بود و این نشان می‌دهد که «شاید اهلی کردن برنج را هم زن‌ها آغاز کرده باشند. تنوع برنج‌هایی که برای پوست‌گیری و پخت انتخاب می‌شدند از نقش سنتی زنان در پرورش این گیاه خبر می‌دهد». کار آسیاکردن و گرفتن پوست برنج هم «تخصص زنان» بود که «رکن توسعه‌ی کل اقتصاد برنج را در کارولینا تشکیل می‌داد؛ چون بدون آسیاکردن و پوست‌گرفتن برنج نمی‌شد محصول را صادر کرد». از آن‌جاکه برده‌دارها ارزش این دانش زنان را می‌دانستند، به کارولینای جنوبی زنان بیش‌تری حمل می‌شدند تا به جزایر کارائیب، و «برده‌های زن در کارولینای جنوبی قیمت بیش‌تری داشتند تا در دیگر اقتصادهای زراعی».[۱۸۰]

این گنجینه‌ی طبیعت‌شناسی افریقایی را مورخان همیشه نادیده گرفته‌اند.

کارنی می‌نویسد:

نبوغ افریقایی در کشت برنج کارولینا را رفته‌رفته به اروپایی‌ها نسبت دادند. روش ابتکاری آبیاری کشتزارهای برنج، که افریقایی‌ها آن را در شرایط ماندابی مختلف به وجود آورده بودند، افتخارش نصیب پرتغالی‌ها شد که افریقایی‌ها را به بردگی گرفته بودند و نصیب انگلیسی‌ها و فرانسوی‌ها که کشت برنجشان در کارولینا به افریقایی‌ها وابسته بود. زمیندارها در خاطراتشان به پدران خود که آن شیوه‌ی کشت نبوغ‌آسا را اختراع کرده بودند، آفرین می‌گفتند و نقش «وحشی‌ها»ی ساحل گینه را به نوکریِ محض در طرح‌های غرورآمیزشان تنزل می‌دادند.[۱۸۱]

خانم کارنی نتیجه می‌گیرد که «در عصر نژادپرستی و استعمارگری علمی، انکار نقش افریقاییان در تولید برنج نمونه‌ی حیرت‌انگیزی از دخالت مناسبات قدرت در نگارش تاریخ است».[۱۸۲]

با وجود دِینی که برنج‌کاران کارولینا به بردگانشان داشتند، «تا نیمه‌های قرن هجدهم مزارع برنج کم‌کم شبیه مزارع شکر شده بودند و شرایط بی‌رحمانه‌ای را به نیروی کارشان تحمیل می‌کردند».[۱۸۳] به‌این ترتیب شناخت بردگان از طبیعت به یغما رفت و تبدیل به وسیله‌ای شد برای حفظ همان نظام اجتماعی‌ای که آن‌ها را به بردگی گرفته بود.

دارو، درمان وگیاه‌شناسی بومی[1]

هرچند جست‌وجوی غذا انگیزه‌ی اصلی انسان اولیه در گیاه‌شناسی بود، تنها انگیزه نبود. انتخاب طبیعیِ گیاهان را مجهز به طیف وسیعی از مواد شیمیایی قوی برای جذب یا دفع حیوانات کرده است و انسان گردآورنده به امکان مداوا یا تسکین دردهای جسمانی با بعضی از این مواد پی برد. اطلاعاتی که او به دست آورد هنوز مورد استفاده‌ی ماست. «از علف‌هایی که مصرف سنتی داشته‌اند، طب جدید موادی به دست آورده مثل اسید سالیسیلیک، اپِکا، کینین، کوکایین، کولشیسین، اِفدرین،

1. ethnobotanist

دیژیتالین، اِرگوت، و داروهای دیگر.»[۱۸۴] حدود یک‌چهارم داروهای امروزی از مواد گیاهی‌اند و بیش‌تر آن‌ها «با مطالعه‌ی داروهای سنتی و دانسته‌های بومیان کشف شده‌اند».[۱۸۵]

مقدار زیادی از اطلاعات طبی اقوام بومی را مردم‌شناسانی که اسم خودشان را گیاه‌شناس بومی گذاشته‌اند مستند کرده‌اند. آن‌ها روش اصلی جمع‌آوری اطلاعاتشان «مصاحبه با شفاگران، بافندگان، کشتی‌سازان، و دیگر متخصصان بومی آشنا با کاربردهای گیاهان» است. برای مثال ریچارد اِوانز شولتس[1] چهارده سال را، در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰، در جنگل‌های پرباران آمازون گذراند و «با قبایل بسیاری در آمازون کار کرد و ده‌ها قلم از مواد توهم‌زا و صدها نوع از گیاهان دارویی و سمی آن‌ها را شناسایی کرد».[۱۸۶] شرح کار گیاه‌شناسان بومی جدید برای یک «تاریخ طب مردم» ضروری است، ولی باید گوشزد کرد که بانیان اصلی این علم نه خود آن‌ها بلکه موضوع مطالعه‌ی آن‌ها هستند، یعنی شفاگران بومی عامی.

روایت‌های قهرمانانه از تاریخ علم معمولاً دو نویسنده‌ی رومی از قرن اول میلادی، یعنی پلینی بزرگ و دیوسکوریدِس[2]، را پدران گیاه‌شناسی باستان و کارل فون لینه، دانشمند سوئدی قرن هجدهم، را همتای جدید آن‌ها معرفی می‌کنند. اما پلینی و دیوسکوریدس خیلی از اطلاعاتشان را مدیون **ریزوتومی**[3] بودند، جماعتی که با «تهیه و فروش ریشه‌ها و علف‌هایی که مصرف طبی داشتند» گذران زندگی می‌کردند.[۱۸۷] لینه هم با سفر به لاپلاند در شمال منطقه‌ی قطبی و بهره‌برداری از گیاه‌شناسی قوم گوزن‌پرور سامی[4] به علم گیاه‌شناسی بومی وسعت داد.[۱۸۸] این‌جا منظور البته تحقیر خدمات علمی پلینی و دیوسکوریدس و لینه نیست؛ منظور فقط تذکر اتکای دستاوردهای آن‌ها به دانش دیگران و شناسایی این دیگران تا حد ممکن است.

گیاه‌شناسان بومی می‌گویند: «اقوام بومی با گیاهان در محیط طبیعی‌شان، و اغلب طی صدها نسل، آزمایش می‌کنند؛ و آن‌هایی را که دارای قابلیت تأثیرگذاری در بافت زنده‌اند شناسایی می‌کنند.» مثلاً دانش گیاه‌شناسی شفاگران ساموآیی (که اکثر آن‌ها زن‌اند) «خارق‌العاده است: یک شفاگر متوسط بیش‌تر از ۲۰۰ نوع

1. Richard Evans Schultes 2. Dioscorides 3. rhizotomi 4. Sami

گیاه را به اسم می‌شناسد، بیش‌تر از ۱۸۰ بیماری را تشخیص می‌دهد، و بیش‌تر از ۱۰۰ داروی ترکیبی می‌سازد».[۱۸۹]

خدمات سرخ‌پوستان امریکا در این زمینه هم قابل ذکر است.[۱۹۰] «انبوه مواد دارویی جدید» که آن‌ها از گیاهان ساختند «شالوده‌ی پزشکی و داروسازی امروزی شد». در اوایل دوره‌ی بعد از ورود کریستوف کلمب به امریکا «دکترهای اروپایی می‌دانستند که سرخ‌پوست‌ها کلیددار پیشرفته‌ترین دانش دارویی جهان‌اند.»[۱۹۱] در قرن شانزدهم پزشکی در سِویل به نام نیکولاس موناردس[1] زبان به ستایش گشود از «آن‌همه مواد رنگی که از جزایر هند ما می‌آورند و هم در هنر کاربرد دارند و هم در پزشکی» و «خیلی از ناخوشی‌ها را برطرف و علاج می‌کنند که اگر آن‌ها را نداشتیم علاج نمی‌شدند و درمانی نداشتند».[۱۹۲]

اما دانش پزشکی سرخ‌پوستان امریکا یکباره با جستی وارد عرصه‌ی پزشکی غرب نشد؛ انتقال از طریق شفاگران عامی سفیدپوست صورت گرفت. درحالی‌که اطبای تحصیل‌کرده اول به داروهای بومی بی‌اعتماد بودند، شفاگران عامی از آن‌ها استفاده می‌کردند و ارزش درمانی آن‌ها را نشان می‌دادند و بنابراین سرانجام پذیرفته شدند. محبوبیت نمایش‌های پزشکی سیار «سرخ‌پوستی» از احترام فراوان درمان‌های بومی در فرهنگ عامیانه‌ی نوپای امریکا حکایت داشت.[۱۹۳]

سرگذشت کینین (جوهر گنه‌گنه)

یکی از اولین و مهم‌ترین کشف‌ها این بود که داروی تب‌بر سنتی قوم کِچوآ[2] (سرخ‌پوستان پرو) در درمان مالاریا مؤثر است و مالاریا مرضی بود که اروپایی‌ها با خودشان به برّ جدید برده بودند. دارو، یعنی کینین، از پوست درخت چینچونا، که در جنگل‌های کوهستانی پرباران پرو می‌رویید، به دست می‌آمد. چون خیلی تلخ بود، پوست درخت را معمولاً آسیا می‌کردند و در آب شیرین می‌ریختند و «شربتی مقوی» درست می‌کردند.

به نوشته‌ی ودرفورد «عرضه‌ی کینین را می‌توان آغاز داروسازی جدید به شمار آورد».[۱۹۴] البته شکل سرقت علمی را هم نشان می‌دهد: «کینین چنان قیمتی

1. Nicholas Monardes 2. Quechua

پیدا کرد که اروپایی‌ها دیگر نمی‌توانستند به سرخ‌پوست‌ها اجازه‌ی مصرف آن را بدهند. سفیدها برای ریشه‌کنی مالاریا در اروپا آن را به انحصار خود درآوردند و گذاشتند سرخ‌پوست‌ها از این بیماری، که خیلی زود صاحبِ خانه‌ای هم در منطقه‌ی حارّه‌ی قاره‌ی امریکا شد، بمیرند.»[۱۹۵]

بعدها که «کینین عامل عمده‌ی جلوگیری از این شد که افریقا گورستان سفیدها بشود»، راه را هم برای سلطه‌ی استعماری اروپاییان بر افریقا هموار کرد. «مثلاً در سال ۱۸۷۴، ۲۵۰۰ سرباز انگلیسیِ کینین‌گرفته از ساحل اقیانوس اطلس تا عمق امپراتوری آشانتی[1] در غرب افریقا را بدون تلفات جانی پیمودند. فرانسوی‌ها دسته‌دسته مسلح به کینین در الجزایر مستقر شدند.» فایده‌ی کینین این بود که «فرصت‌های تازه‌ای برای استعمارگران فراهم آورد تا به ساحل طلا، نیجریه و نقاط دیگر غرب افریقا هجوم ببرند، زمین‌های حاصلخیز را غصب کنند، احشام و محصولات جدید وارد قاره کنند، جاده و راه‌آهن بسازند، بومیان را به معدن‌ها سرازیر کنند، و زندگی‌های سنتی را با مصیبت‌های اقتصاد پولی خراب کنند».[۱۹۶]

ارزش کینین را تاریخ کوشش‌های جهانی برای در اختیار گرفتن منابع آن به‌خوبی نشان می‌دهد.[۱۹۷] در قرن هفدهم کشیش‌های یسوعی در پرو با خواص درمانی چیزی که اسمش را «پوست پرویی» گذاشتند آشنا شدند و مقداری از آن را به رم بردند و از رم شهرت آن در سرتاسر اروپا پیچید. در قرن نوزدهم هرساله میلیون‌ها پوند پوست چینچونا به اروپا حمل می‌شد. حکومت‌های پرو و کشورهای همسایه با غیرقانونی‌کردن صدور تخم یا نهال چینچونا سعی کردند انحصار این کالای گران‌بها را برای خودشان نگه دارند و در نتیجه قاچاق آن شروع شد. در سال ۱۸۵۲ یک استعمارگر هلندی در جاوه سفری پنهانی به امریکای جنوبی کرد و رشوه‌ای به یک مقام رسمی داد و مقداری تخم چینچونا گرفت، و دولت هلند برای این دزدی به او رتبه‌ی شهسواری داد. اما بعد که درخت‌هایی از آن تخم‌ها روییدند معلوم شد از یک گونه‌ی پست‌ترند که کینین از آن به دست نمی‌آید، و قاچاق ادامه پیدا کرد.

در سال ۱۸۶۱ فردی استرالیایی مبادرت به خرید غیرقانونی تخم چینچونای

1. Asante

مرغوبی از یک سرخ‌پوست آیمارا[1] به اسم مانوئل اینکرا[2] کرد و آن را مخفیانه از بولیوی خارج کرد. موقعی‌که قضیه برملا شد حکومت بولیوی اینکرا را گرفت و به حد مرگ شکنجه‌اش کرد. شخص استرالیایی هم از بخت بدش نتوانست خریدار تخم قاچاقش را قانع کند که جنس اصل است و آخرش ناچار شد یک پوند تخم را به دولت هلند بفروشد ــ چند؟ ۲۰ دلار! برای هلندی‌ها «شاید این پرسودترین سرمایه‌گذاری ۲۰ دلاری در تاریخ بود.... در سال ۱۹۳۰ کشتزارهای هلندی‌ها در جاوه ۲۲ میلیون پوند پوست درخت تولید می‌کردند که ۹۷ درصد کینین جهان از آن به دست می‌آمد».[۱۹۸]

در آغاز جنگ جهانی دوم، که آلمان‌ها هلند را اشغال کردند و ژاپنی‌ها اندونزی و فیلیپین را گرفتند، دست متفقین از منابع کینین کوتاه شد. ولی پیش از سقوط فیلیپین، امریکا توانسته بود چهار میلیون تخم چینچونا را به مریلند ببرد. تخم‌ها را سبز کردند و برای کاشت به کوستاریکا بردند، ولی دیگر دیر شده بود:

> بیش از ۶۰۰۰۰۰ سرباز امریکایی در افریقا و جنوب اقیانوس آرام مالاریا گرفته بودند و میزان مرگ و میر به ۱۰ درصد رسید. چون عده‌ی سربازان امریکایی که از مالاریا می‌مردند بیش‌تر از تعدادی بود که ژاپنی‌ها می‌کشتند، کمبود پوست چینچونا آناً تبدیل به یک مسئله‌ی امنیت ملی برای امریکایی‌ها شد.[۱۹۹]

موقعیت اضطراری زمان جنگ تا حدودی با خرید کینین از بازار سیاه و تا اندازه‌ای با تولید داروهای شیمیایی مثل کلروکینین، که در ۱۹۳۷ ساخته شده بود، فیصله پیدا کرد. داروهای شیمیایی در درمان مالاریا مؤثر بودند، اما «استفاده از کینین برای معالجه‌ی آریتمی (بی‌نظمی ضربان) قلب... نشان می‌دهد که این پوست... تا سال‌ها بعد یک کالای گیاهی مهم باقی خواهد ماند».[۲۰۰]

گواتر، اسکوربوت، یبوست وناخوشی‌های دیگر

کینین فقط یکی از کشف‌های مهم سرخ‌پوستان امریکا بود که به دانش دارویی جهان

1. Aymará 2. Manuel Incra

افـزود. ایـنکاها از بـرگ‌های کـوکا، مـاده‌ی اولیـه‌ی کـوکایین، داروی بـیهوشی می‌ساختند. علف‌های دریایی را، که معدن یُـد هسـتند، خشک مـی‌کردند و بـرای پیشگیری از گواتر به کار می‌بردند.[۲۰۱] اینکاها تمدن پیشرفته‌ای بـه وجـود آورده بودند، ولی دانش پزشکی آن‌ها ریشه در سنت‌های قدیمی‌تری داشت. پزشکی در انحصار «گیاه‌چین‌های دولتی» و عـطارهای دوره‌گـردی بـود کـه «بـا چـنته‌ای از داروهای معدنی و علفی دور کشور می‌گشتند».[۲۰۲]

اگرچه ایـنکاها را «پـیشرفته‌ترین تـمدن سـرخ‌پوستی امـریکا در پـزشکی» می‌دانند، آزتک‌ها و سرخ‌پوستان مکزیکی دیگر را هم می‌دانیم که نزدیک به ۱۲۰۰ قلم داروی گیاهی داشته‌اند. «قبایل سرخ‌پوست امریکای شمالی هم مواد دارویی مشابهی، ولو کم‌تعدادتر، داشته‌اند.»[۲۰۳]

> سرخ‌پوستان اورِگان و شمال کالیفرنیا پرمصرف‌ترین مسهل‌ها و ملین‌ها را تقدیم پزشکی جدید کردند. پوست ساقه‌ی «رامنوس پورشیانا» که آن‌هـا برای درمان یبوست به کار می‌بردند... از سال ۱۸۷۸ که صنعت داروسازی امریکا آن را معرفی کرد، پرمصرف‌ترین داروی ملین شده است.[۲۰۴]

درمان اسکوربوت مورد آموزنده‌ای برای مقایسه‌ی تمدن‌هاست. اسکوربوت بیماری کشنده‌ای است که از کمبود ویتامین C به وجود می‌آید؛ به «مرض ملوانان» هم معروف است چون خوراک روزانه‌ی دریانوردان، که معمولاً میوه و سبزیجات نداشت، آن‌ها را همیشه مستعد ابتلا به آن نگه می‌داشت. در سال ۱۵۳۵ اسکوربوت به هیئت اکتشافی ژاک کارتیه در کانادا حمله کرد و ۲۵ نفر را کشت و ۴۰ نفر را تا آستانه‌ی مرگ پیش برد. کارتیه متوجه شد سرخ‌پوستی از قـبیله‌ی هـورون[1] کـه اسکوربوت گرفته بود و او ده دوازده روز جلوتر به‌سختی بیمار دیده بودش، ظاهراً سلامت خودش را دوباره به دست آورده است. از سرخ‌پوست، که دُم آگایا نام داشت و کارتیه برای این‌که راهنمای هیئت بشود ربوده بودش، پرسید چطور بر بـیماری غلبه کرده است. کارتیه در سفرنامه‌اش، که در آن خودش را «کاپیتان» با ضمیر سوم شخص می‌خواند، دنباله‌ی داستان را این‌طور گزارش می‌کند:

1. Huron

دُم آگایا جواب داد که با آب برگ‌های یک درخت و دُرد آن‌ها خوب شده و تنها راه درمان بیماری همین است. کاپیتان از او خواست که اگر در آن حوالی از آن پیدا می‌شود، نشانشان بدهد.... آن‌وقت دُم آگایا دو زن را با کاپیتان ما به دنبال این گیاه فرستاد؛ و آن‌ها نُه ده شاخه‌ای از آن با خودشان آوردند. به ما یاد دادند چطور پوست‌ها و برگ‌ها را آسیا کنیم و همه را با هم در آب بجوشانیم.... فوراً کاپیتان دستور داد جوشانده را آماده کنند و به مریض‌ها بخورانند.... به‌محض این‌که آن را خوردند سرحال آمدند... و بعد از این‌که دو سه بار از آن نوشیدند تندرستی و بنیه‌شان را دوباره به دست آوردند و از همه‌ی امراض بهبود پیدا کردند.... دارو چنان مؤثر بود که اگر تمام اطبای لووَن[1] و مونپلیه با همه‌ی داروهای اسکندریه آن‌جا جمع می‌شدند و یک سال هم کار می‌کردند، نمی‌توانستند کاری را که آن درخت در هشت روز کرد انجام بدهند؛ چون به قدری برای ما مفید بود که هر کس از آن استفاده کرد سلامتی و بنیه‌اش را دوباره به دست آورد.[۲۰۵]

در تاریخ پزشکی اروپامحور، کشف داروی اسکوربوت به یک جراح اسکاتلندی قرن هجدهم به نام جیمز لیند[2] نسبت داده می‌شود. اما لیند از شیوه‌ی درمان هورون‌ها در دو قرن پیش‌تر خیلی خوب آگاه بود. خود او نوشته است:

از توصیفی که کارتیه از درخت آمِدا به دست می‌دهد، که جوشانده‌ی پوست و برگ‌هایش تندرستی افراد او را زود بازگردانده است، حدس می‌زنم که باید درخت امریکایی صنوبر آبی بوده باشد.... چوب و میوه‌ی مخروطی آن، که انواع زیادی هم دارد،... همه ظاهراً خواص دارویی مشابهی دارند و در درمان این بیماری بسیار مؤثرند.[۲۰۶]

لیند اضافه می‌کند: «موسیو شانپلَن، که همان زمان در شمال منطقه بود، دستور داده بود که بین سرخ‌پوست‌ها [به دنبال درخت آمِدا] بگردند و برای حفظ مستعمره‌شان از آن تهیه کنند.»[۲۰۷]

1. Louvain 2. James Lind

علم شفاگران عامی

خدمات سنت‌های عامیانه به علم طب چیزی نیست که منحصر به سرخ‌پوستان امریکا باشد. آسپیرین را که دارویی شیمیایی بر پایه‌ی اسید سالیسیلیک است شفاگران بومی در نقاط مختلفی از دنیا مستقلاً در گیاهان کشف کرده‌اند و به‌عنوان مسکن و تب‌بر به کار برده‌اند. سرخ‌پوستان امریکای شمالی آن را از پوست درخت بید گرفته‌اند، ولی اروپایی‌ها آن را در یک علف پیدا کرده‌اند. تیرهای زهرآلود سرخ‌پوستان آمازون و شکارچی‌های افریقایی داروهای باارزشی برای ما فراهم آورده‌اند (به‌ترتیب، کورار که برای رفع گرفتگی ماهیچه‌ها به کار می‌رود و استروفانتین که برای درمان نارسایی قلبی از آن استفاده می‌کنند).[۲۰۸]

یک مثال دیگر رِزِرپین است که در هند آن را از گیاهی می‌گرفتند و مصرف طبی داشت. دو گیاه‌شناس بومی می‌پرسند:

> کشف رزرپین را چطور می‌توان توضیح داد؟ آیا کشف این داروی مهم را مرهون علم « محض »، مثلاً شیمی ساختاری یا داروسازی، هستیم یا مدیون فرهنگ عوام و انتقال سینه به سینه؟ دانشمندان آزمایشگاهی ممکن است رزرپین را اختراع مبارکی قلمداد کنند، اما این حقیقت به قوت خود باقی است که یک گیاهِ مورد استفاده‌ی بومیان سرانجام منشأ یکی از مهم‌ترین مواد دارویی ما شد.[۲۰۹]

وانگهی «هر بار که یک شکارچی از قبیله‌ی شیپیبو » در جنگل‌های پرباران آمازون «سوزن زهرداری به یک حیوان شلیک می‌کند یا شفاگری در تاهیتی برای کودکی بیمار دارویی گیاهی تجویز می‌کند، کارایی سنت بومی عملاً محک می‌خورد. گویا سنت و علم بومی قرابت وجودی‌شان بیش‌تر از آن است که غربی‌ها تصور می‌کنند ».[۲۱۰]

کشف داروی قلبی دیژیتالین را، که اهمیت تاریخی زیادی دارد، معمولاً به یک پزشک انگلیسی قرن هجدهم به اسم ویلیام ویدِرینگ[1] نسبت می‌دهند. اما خود او در سال ۱۷۸۵ در گزارش یافته‌هایش نوشته است که یک شفاگر عامی

1. William Withering

بود که «اولین بار توجه مرا به گل انگشتانه جلب کرد»:

سال ۱۷۷۵ درباره‌ی دستوری خانگی برای درمان استسقا (اِدِم) از من نظر خواستند. گفتم رازی است که پیرزنی در شراپشر از قدیم پیش خودش نگه داشته. گاهی او بیمار را بعد از این‌که همه‌ی اطبا جوابش کرده بودند مداوا می‌کرد.[۲۱۱]

ویدرینگ بعد از این‌که با زن صحبت کرده و «دستور» (یعنی تجویز) او دستگیرش شده بود، نوشت که از میان حدود بیست ماده‌ی ترکیبات آن دارو «شخصِ وارد راحت می‌فهمید که علف اصلی آن چیزی نیست جز گل انگشتانه».[۲۱۲] اطلاعات قبلی او هم از گل انگشتانه (که به نام لاتینی‌اش دیژیتالیس هم معروف است) چیزهایی بود که از طب سنتی شنیده بود. «محسنات» این گیاه را ویدرینگ اولین بار در یک دانش‌نامه‌ی کوچک انگلیسی خوانده بود که جان جرارد[1] تقریباً دویست سال پیش‌تر در ۱۵۹۷ منتشر کرده بود.[۲۱۳] گیاه‌نامه‌ی جرارد می‌گفت از گل انگشتانه دارویی به دست می‌آید که در درمان استسقا به کار می‌رود.

این هم گفتنی است که «گونه‌ی امریکایی گل انگشتانه را [سرخ‌پوستان] صدها سال پیش از این‌که ویدرینگ دیژیتالین را در انگلستان کشف کند به‌عنوان محرک قلب به کار می‌برده‌اند.»[۲۱۴] داروهایی که از گل انگشتانه تهیه می‌شوند و گلیکوزیدهای قلبی که در قرن بیستم از آن گرفته‌اند هنوز در درمان نارسایی احتقانی قلب به کار می‌روند:

از برگ خشک گل انگشتانه بیش‌تر از ۳۰ نوع گلیکوزید قلبی گرفته‌اند که دو قلم از آن‌ها دیژیتوکسین و دیژوکسین است. هیچ‌کدام از آن‌ها ترکیبات مصنوعی ندارند و هر دو را هنوز از برگ‌های خشک انگشتانه می‌سازند. هرساله بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم دیژوکسین خالص و ۲۰۰ کیلوگرم دیژیتوکسین برای صدها هزار بیمار قلبی در سراسر دنیا تجویز می‌شود.[۲۱۵]

1. John Gerard

واریولاسیون، واکسیناسیون، مایه‌کوبی

رسم شده که یکی از معاصران ویدِرینگ، دکتر ادوارد جنر، را بزرگمردی بدانند که با ابداع مایه‌کوبی انسان را از شر آبله نجات داد. اما تاریخ مبارزه با آبله ــ «یک نمونه‌ی برجسته‌ی شکست بیماری در اوایل» ــ به‌خصوص در سنت‌های عامیانه، تاریخ پرباری است.[۲۱۶] چنان‌که صاحب‌نظری در قرن هجدهم می‌نویسد: «این اختراع اعجاب‌انگیز را اولین بار... نه اصحاب فرزانه‌ی معرفت بلکه مردمی عامی و جاهل و بی‌اصل و نسب یافتند.... تا پس از آغاز قرن حاضر بعید بود، بلکه امکان نداشت، که بزرگان از آن استفاده کنند.»[۲۱۷]

شفاگران در نقاط بسیاری از افریقا و آسیا قرن‌ها واریولاسیون یا مایه‌کوبی آبله کرده بودند؛ به‌عبارت‌دیگر چرک از تاول‌های بدن شخص مبتلا کشیده و وارد بدن فرد سالم کرده بودند.[۲۱۸] گیرنده‌ی ویروسِ «واریولا»[1]ی ضعیف‌شده معمولاً به آبله‌ی خفیف غیرکشنده‌ای مبتلا می‌شد و بعد تا پایان عمر در برابر آن مصونیت پیدا می‌کرد. ابداع منسوب به جنر تزریق مایعی بود که از شخص مبتلا به آبله‌ی گاوی می‌گرفت. آبله‌ی گاوی تأثیر کم‌تری در انسان دارد، ولی آن هم ایمنی در برابر آبله ایجاد می‌کند. (اصلاً ریشه‌ی واژه‌ی «واکسن» vacca است که به لاتینی یعنی «گاو».)

مبتکر پیشگیری از آبله را نمی‌شناسیم، اما نام مرد افریقایی‌ای را که آن را به امریکای شمالی شناساند می‌دانیم. کاتن مَدِر[2]، واعظ مسیحی مشهور، مایه‌کوبی را از برده‌اش اُنِسیموس یاد گرفت. (کتاب کاتن مدر: نخستین شخصیت برجسته در طب امریکا حق مطلب را درباره‌ی انسیموس ادا نکرده است.)[۲۱۹] ۱۲ ژوییه‌ی ۱۷۱۶ مدر در نامه‌ای به دوستانش در انگلستان نوشت:

> بدانید که من ماه‌ها پیش از این‌که اثری از معالجه‌ی آبله، یا روش مایه‌کوبی، در نقطه‌ای از اروپا دیده باشم، از خدمتکار خودم شنیده بودم که این کار را در افریقا می‌کنند. از سیاهم، اُنسیموس، که خیلی هم باهوش است، پرسیدم مگر تو هیچ‌وقت آبله داشته‌ای؟ جواب داد هم بله و هم خیر. بعد برایم توضیح داد تحت عملی قرار گرفته که تقریباً او را به آبله مبتلا کرده تا دیگر هیچ‌وقت

1. Variola 2. Cotton Mather

آبله نگیرد. اضافه کرد که بین گورامانته‌ها[1] معمول است و هر کس شهامت استفاده از آن را داشته باشد، دیگر تا آخر عمر واهمه‌ای از سرایت آن نخواهد داشت. عمل را برایم تشریح کرد و جای زخمی را که روی بازویش مانده بود نشانم داد.[۲۲۰]

بعد در گزارشی مدر اضافه می‌کند (درحالی‌که جا به جا از گویش افریقایی استفاده می‌کند):

بعد از آن عده‌ای از این افریقایی‌ها را دیده‌ام و همه در یک مورد توافق دارند: این‌که در دیارشان عده‌ی زیادی از آبله می‌میرند. ولی حالا این راه را یاد گرفته‌اند: عصاره‌ی آبله را می‌گیرند، پوست را می‌شکافند، و یک قطره از آن می‌ریزند. اول کمی بدحال می‌شوند. مقداری چیزهای ریز مثل آبله بیرون می‌زند. اما کسی از آن نمی‌میرد؛ و دیگر آبله نمی‌گیرد. به این ترتیب در افریقا که قبلاً موجودات بیچاره آبله می‌گرفتند و مثل گوسفند گوشتشان فاسد می‌شد و می‌مردند، پروردگار مهربان یک نگه‌دارنده‌ی خطاناپذیر به آن‌ها عطا کرده است. این الان یک عمل متداول است و بدون استثنا با موفقیت اجرا می‌شود.[۲۲۱]

مدر با تبلیغات وسیعی سعی کرد فواید مایه کوبی را به هموطنانش بقبولاند، ولی کوشش‌هایش با مقاومت شدیدی روبه‌رو شد. البته همه‌ی مخالفت‌ها نامعقول نبودند، ولی بزرگ‌ترین مخالفان او از دیدگاهی نژادپرستانه او را مسخره می‌کردند که از افریقایی‌ها تقلید می‌کند: «دغل‌تر از آن‌ها در دنیا پیدا نمی‌شود.»[۲۲۲] در پاسخ به منتقدان، مدر یادآوری می‌کرد که ارزش طب بومی به اثبات رسیده است: «من نمی‌دانم چه ایرادی دارد از افریقایی‌ها یاد بگیریم که چطور زهر آبله را چاره کنیم، وقتی از سرخ‌پوست‌ها یاد می‌گیریم که با زهر مار زنگی چه کنیم.»[۲۲۳]

دین امریکای شمالی به افریقا در مورد مایه کوبی زود فراموش شد، ولی یک

1. Guramantese

منتقد علمی به نام کادوالادر کولدن[1] در سال ۱۷۵۳ از نو آن را کشف کرد. او که در آن زمان اطلاعی از کشف قبلی مدر نداشت، نوشت:

> احتمال دارد که این روش ... اصلاً از افریقا آمده باشد. اخیراً از سیاهانم شنیدم که در وطن آن‌ها رایج است و کم‌تر پیری به این بیماری مبتلاست. ... ایراد گرفته خواهد شد که چطور زودتر کشف نشده، زیرا نزدیک به صد سال است که سیاهان بسیاری در سراسر مستعمرات بوده‌اند. اما تعجب ندارد، چون ما کم‌تر با سیاهانمان صحبت می‌کنیم، خصوصاً اگر بین ما متولد نشده باشند.[۲۲۴]

دانشی که به این ترتیب از بردگان افریقایی به دست آمد طولی نکشید که بلای جان خود آن‌ها شد. آزمایش ایمنی مایه کوبی را در انگلستان پیش‌تر بر روی زندانی‌های محکوم به مرگ انجام می‌دادند، اما تجارت برده عده‌ی بیش‌تری افراد غیرداوطلب برای این آزمایش فراهم آورد. بعد که فایده‌ی مایه کوبی معلوم شد، دلال‌های برده برای این‌که سود بیش‌تری ببرند شروع به مایه کوبی برده‌ها کردند. از آن‌جاکه برده‌هایی که دیگر آبله نمی‌گرفتند سرمایه‌های بی‌خطرتری بودند، قیمت بالاتری پیدا می‌کردند.[۲۲۵]

دانش مایه کوبی برای مقابله با آبله از راه دیگری به اروپا رسید. این‌جا بردگان افریقایی نقشی نداشتند و زنان روستایی ترکیه عامل آن بودند. در روایت‌های سنتی، یک زن اشراف‌زاده‌ی اروپایی، لِیدی مری ورتلی مانتگیو[2] ستاره‌ی داستان است؛ اما نامه‌ای که خود او در سال ۱۷۱۷ از قسطنطنیه فرستاده است نشان می‌دهد که قهرمان اصلی کیست:

> آبله، که بین ما آن‌قدر مهلک و شایع است، این‌جا با اختراع روشی که خودشان به آن پیوند می‌گویند کاملاً بی‌خطر شده است. عده‌ای پیرزن کارشان این است که هر پاییز در ماه سپتامبر، که هُرم هوا فروکش می‌کند، این عمل را انجام بدهند. ... هرکدام گروهی را برمی‌دارند. ... پیرزن با پیاله‌ای از بهترین نوع مایه‌ی آبله می‌آید و می‌پرسد می‌خواهید کدام رگتان باز شود.

1. Cadwallader Colden 2. Lady Mary Wortley Montagu

زود رگ را باز می‌کند ... و به اندازه‌ی یک سر سوزن مایه وارد رگ می‌کند.[۲۲۶]

موقعی‌که مایه کوبی باعث نجات جان بردگان و اعدامی‌ها شد، نزد عامه‌ی مردم مقبولیت پیدا کرد. اما پزشکان هنوز آن را روش گرانی می‌دانستند که فقط پولدارها از عهده‌ی هزینه‌اش برمی‌آمدند. ولی اگر تنها عده‌ی کمی مایه کوبی می‌شدند، جمعیت عظیمی که مایه را نگرفته بودند بیش‌تر در معرض خطر قرار می‌گرفتند. (مایه کوبی‌شده‌ها آبله را به صورت خفیف می‌گرفتند و بعد آن را به صورت مهلک به دیگران انتقال می‌دادند.) تعجبی ندارد که در امریکا بحثی طبقاتی در مورد آن درگرفت: ثروتمندان موافق مایه کوبی بودند و تهیدستان مخالف آن. بنجامین فرانکلین به دلایل علمی طرفدار مایه کوبی بود، ولی بی‌عدالتی اجتماعیِ همراهِ آن را نمی‌پسندید. او می‌نویسد: «هزینه‌ی اجرای آن به‌وسیله‌ی یک جراح در بعضی نقاط امریکا بسیار بالاست.» مایه کوبی خانواده‌ی یک کارگر «پولی می‌خواهد که او ندارد بدهد». در ۱۷۷۴ که آبله در فیلادلفیا جان تقریباً ۳۰۰ نفر را گرفت، فرانکلین نوشت عجیب نیست که «بیش‌تر آن‌ها بچه‌های خانواده‌های فقیر بوده‌اند».[۲۲۷]

در ۱۷۷۷ و ۱۷۷۸ ایمن‌سازی را به طبقه‌ی کارگر هم تعمیم دادند و به دستور جورج واشینگتن سربازان ارتش قاره را «برای اولین بار در تاریخ امریکا در یک طرح وسیع ایمن‌سازی به هزینه‌ی دولت» مایه کوبی کردند.[۲۲۸] الیزابت فِن[1] در تاریخ خود خواننده‌اش را متقاعد می‌کند که اگر واشینگتن این تصمیم را نمی‌گرفت و سربازانش را در برابر آبله ایمن نمی‌کرد، انقلاب امریکا پیروز نمی‌شد. اگر این ادعا درست باشد، اصولاً کشور امریکا موجودیت خود را مدیون دانش پزشکی است که اُنِسیموس و افریقایی‌های دیگر ناقل آن بودند.

آبله خطر بزرگی برای سربازان انگلیسی در امریکای شمالی نبود، چون مایه کوبی وسیع در انگلستان زودتر انجام گرفته بود. بعد از انتشار گزارش‌های لیدی مانتگیو درباره‌ی روش روستاییان ترکیه «چنان‌که انتظار می‌رفت، پزشکان

1. Elizabeth Fenn

نخبه راه‌های پیچیده و پرهزینه‌ای را در پیش گرفتند». اما نقطه‌ی عطف در حول و حوش سال ۱۷۵۰ بود که خانواده‌ای از «جراحان میانه‌حال»، رابرت ساتون[1] و پسرانش، «راه آسان و بی‌خطر و ارزانی پیدا کردند که مایه کوبی همگانی را به دنبال آورد».[۲۲۹] ابتکار مهم ساتون‌ها این بود که خیلی ساده مقدمات اضافی (و از نظر پزشکی، بی‌ارزش) مایه کوبی، از قبیل حجامت و تنقیه را که پزشکان اشرافی برای توجیه نرخ‌های هنگفت کارشان انجام می‌دادند، حذف کردند.

روش جدیدتر واکسیناسیون از مایه کوبی بهتر بود. با این‌که نویسندگان تاریخ طب اکثراً مخترع آن را ادوارد جنر می‌دانند، اصول واکسیناسیون در واقع ریشه‌ی عمیقی در طب سنتی داشت. اولاً، نوع ساده‌ای از همان مایه کوبی بود، که دیدیم بانی آن «نه اصحاب فرزانه‌ی معرفت بلکه مردمی عامی و جاهل و بی‌اصل و نسب» بودند. ثانیاً، روستاییان انگلیسی از قدیم می‌دانستند که زن‌های شیردوش به‌ندرت آبله می‌گیرند. خود جنر می‌نویسد که توجهش به موضوع

> اولین بار موقعی جلب شد که دیدم از میان روستایی‌هایی که برای مایه کوبی سراغم می‌فرستادند، خیلی‌ها در برابر آبله مقاومت می‌کنند. پی بردم که این بیماران قبلاً آبله‌ی گاوی گرفته‌اند، یعنی از گاوی که شیرش را می‌دوشیده‌اند و پستانش زخم بوده. بعد از پرس‌وجو معلوم شد که لبنیاتی‌ها از قدیم این را می‌دانسته‌اند و این عقیده وجود داشته که به نحوی مانع از ابتلا به آبله می‌شود.[۲۳۰]

تغییری در روش مایه کوبی به این صورت که به‌جای تاول آبله از زخم گاوِ مبتلا استفاده شود ارزش آزمایش داشت؛ و جنر اولین کسی نبود که به این آزمایش دست زد. راستش اولین مورد مستند واکسیناسیون را حتی یک پزشک هم انجام نداده است؛ کسی انجام داده که دائم با گاوها سر و کار داشته است. در ۱۷۷۴ مزرعه‌داری در یِتمینستر در شمال دورسِت، به نام بنجامین جِستی، مایه‌ی آبله‌ی گاوی را به همسرش الیزابت و دو تن از فرزندانش تزریق کرد. الیزابت سخت بیمار شد اما زنده ماند؛ و در دو کودک هیچ اثر سوئی از آزمایش مشاهده نشد.[۲۳۱] بیش‌تر

1. Robert Sutton

از دو دهه بعد، یعنی تازه در ۱۷۹۶ بود که جنر اولین واکسیناسیونش را انجام داد.

افسانه‌ی جنر از یک جای دیگر هم ضربه خورده است و آن این‌که بعضی از کسانی که او گمان می‌کرده مایه‌ی آبله‌ی گاوی را از آن‌ها می‌گیرد در حقیقت به خود آبله مبتلا بوده‌اند. در این صورت، او بدون این‌که خودش بداند واکسنش آلوده به ویروس آبله بوده و بنابراین بیمارانش نه با آبله‌ی گاوی بلکه با نوع خفیفی از خود آبله ایمن شده‌اند.[۲۳۲] هرچند این را به قطع و یقین نمی‌توان اثبات کرد، عکس آن را هم نمی‌توان ثابت کرد؛ پس به عبارت دیگر امکان مرزبندی تاریخی دقیقی بین مایه‌کوبی و واکسیناسیون وجود ندارد.

تحقیر و تمسخری که نظام پزشکی کشور به جنر به دلیل افکارش درباره‌ی آبله و آبله‌ی گاوی نثار کرد، نمونه‌ای از برخورد همیشگی عالمان نخبه بود که اغلب با بستن اذهان خود به روی علم مردم عادی باعث کندی پیشرفت علم می‌شدند. جنر با همکارانش از این نظر تفاوت داشت که خود را آماده‌ی گوش‌سپردن به روستاییان و زنان شیردوش و یادگرفتن از آن‌ها نشان داد. در ۱۷۹۸ که او از انجمن سلطنتی [= فرهنگستان علوم] در لندن اجازه خواست که یافته‌هایش را عرضه کند، رئیس انجمن به او توصیه کرد که «با ارائه‌ی چیزهایی که اختلاف زیادی با علم موجود دارند، و بنابراین باورنکردنی‌اند، شهرت خود را به خطر نیندازد».[۲۳۳] جنر خطر کرد و ضرر نکرد.

حاصل کلام

فصل حاضر ابداً مقاله‌ی جامعی درباره‌ی پیش‌ازتاریخ علم مردم نیست. برای چنین کاری به تألیف کتاب‌ها و یک عمر تحقیق و کار محققان بسیار نیاز است. مثلاً از حدود ۲۰ ماده‌ی ترکیبات داروی استسقا در شراپشر گل انگشتانه فقط یکی از آن‌ها بود. ۱۹ ماده‌ی دیگر چه بودند؟

من با تمرکز بر دانشی که «از گذر زمان سربلند» بیرون آمده است، کوشیده‌ام از ورای جوانب خرافی و آیینی و اتفاقی، که البته از آن جدایی‌ناپذیرند، نوری بر وجه عقلانی علم مردمان پیش‌ازتاریخ بیفکنم. بنابراین هرگز ادعای آن را ندارم که حرف آخر را زده‌ام. هدف من هدفی کوچک‌تر بوده و آن این‌که پیوندها را، هرجا که وجود داشته، بین علم پیش‌ازتاریخ و علم معاصر نشان بدهم. احاطه‌ی انسان

شکارچی-گیاه‌چین بر محیط طبیعی‌اش پیامدهای ماندگاری داشت. او با مشاهده و آزمایش، علوم بسیاری را از قبیل گیاه‌شناسی، جانورشناسی، نجوم، کانی‌شناسی، جغرافیا و اقیانوس‌شناسی پایه گذاری کرد.

سرانجام برای آن‌که دایره‌ی جست‌وجو در علم پیش‌ازتاریخ را کامل کنم، پاسخ مستقیم دو مردم‌شناس را می‌آورم به سؤالی که در عنوان این فصل پیش کشیدم:

> از نظر استعداد یا نبوغ فکری، ما از عصر سنگ به بعد چندان چیزی، یا مطلقاً چیزی، به دست نیاورده‌ایم. دستاورد ما فقط انباشت پیشینه‌ی توفیقات فکری‌مان بوده است. ما روی دوش یکدیگر سوار شده‌ایم. امروزه بیش‌تر می‌دانیم و بیش‌تر می‌فهمیم، ولی شعور ما همان است که بود.... همان‌طور که زندگی بدوی را دیگر نمی‌توان نکبت‌بار و وحشیانه و کوتاه دانست، نمی‌شود احمقانه و خرافی و ناآگاهانه هم قلمداد کرد.[۲۳۴]

پی‌نوشت‌ها

1. Jean-Jacques Rousseau, *Discourse in Inequality among Men*, p. 180.
2. Ibid., p. 156.
۳. این کلیشه را گویا اولین بار در ۱۹۵۷ در مورد انسان نئاندرتال به کار برده‌اند؛ رک:
   William L. Straus Jr. and A. J. E. Cave, "Pathology and the Posture of Neanderthal Man".
4. Quoted in John Noble Wilford, "Debate Is Fueled in When Humans Became Human".
۵. «در سال‌های اخیر عده‌ای جای اصطلاح شکارچی-گیاه‌چین را به اصطلاح کلی‌تر گردآورنده داده‌اند.» رک:
   Robert L. Kelly, *The Foraging Spectrum*, p. xiv.
۶. «این فرض که جوامع بشری در طول بیش از ۹۹ درصد تاریخ تمدنشان شکارچی و گیاه‌چین بوده‌اند یک حقیقت تقریباً بدیهی شده است.» رک:
   Geoff Bailey, ed., *Hunter-Gatherer Economy in Prehistory*, p. 1.
7. R. B. Lee and I. DeVore, *Man the Hunter*, p. 3.
8. Marshal Sahlins, "The Original Affluent Society".
9. Kelly, *The Foraging Spectrum*, p. 150.
   مأخذ کلی، به ترتیب در مورد نونامیوت و پینتوپی، بینفورد و لانگ است:
   Binford, *In Persuit of the Past* (1983); and J. Long, "Arid Region Aborigines: The Pintupi" (1971).
10. Susan Carol Rogers, "Woman's Place", p. 126.
11. Sarah Milledge Nelson, *Gender in Archaeology*, p. 72 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

گرچه به طور کلی می‌توان گفت که در جوامع گردآورنده، مردها شکار می‌کنند و زن‌ها گیاه می‌چینند، نلسون تأکید می‌کند که این تقسیم کار بر اساس جنسیت را نباید مطلق گرفت.

12. Frances Dahlberg, ed., *Woman the Gatherer*, 1981.
13. Nelson, *Gender in Archaeology*, p. 101.

به ریز سهم زن‌های پیش‌از تاریخ در همین فصل خواهیم پرداخت.

14. Stephen Jay Gould, "Posture Maketh the Man", pp. 208-210.
15. Ibid., p. 211.
16. Frederick Engels, *The Part Played by Labor in the Transition from Ape to Man*.
17. Gould, "Posture Maketh the Man", p. 212.
18. Engels, *Part Played by Labor in the Transition from Ape to Man*.
19. James McClellan and Harold Dorn, *Science and Technology in World History*, p. 5 (تأکید از ما).

چنان‌که در فصل اول گفتم، در تعریفی که این نویسندگان از علم به دست می‌دهند خطی بین علم و فناوری کشیده می‌شود که به گمان من بیش از حد پررنگ است.

20. V. Gordon Childe, *Man Makes Himself*, p. 106.
21. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 61.
22. Kelly, *The Foraging Spectrum*, p. xiii.
23. Ibid., p. 26.
24. Jared Diamond, *Guns, Germs, and Steel*, pp. 19-21.
25. Peter Worsley, *Knowledges*, p. 14.
26. Ibid., p. 66 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).
27. Donald F. Thompson, "Names and Naming among the Wik Monkan Tribe", *Journal of the Royal Anthropological Institute*, vol. LXXXVI (1946), quoted in Worsley, *Knowledges*, p. 66.
28. Worsley, *Knowledges*, pp. 66-67.
29. J. A. Waddy, *Classification of Plants and Animals from a Groote Eylandt Point of View* (1988), quoted in Worsley, *Knowledges*, p. 67.
30. Worsley, *Knowledges*, p. 69.
31. Ibid., pp. 71-72.
32. Ibid., p. 17. The Studies he cites are J. A. Waddy, *Classification of Plants and Animals from a Groote Eylandt Point of View*, and David H. Turner, *Tradition and Transformation: A Study of Aborigines in the Groote Eylandt Area, Northern Australis* (1974).
33. Worsley, *Knowledges*, p. 20.
34. Ibid., p. 23.
35. Ibid., p. 56. His source is Dulcie Levitt, *Plants and People: Aboriginal Uses of Plants on Groote Eylandt* (1981).

داروی ضدبارداری را از جمله از میوه و پوست زیرین درخت درواش می‌ساختند.

36. Worsley, *Knowledges*, p. 123 (تأکید از ما).
37. Ibid., pp. 72-73.
38. Richard Rudgley, *Lost Civilisations of the Stone Age*, p. 110.
39. Carlo Ginzburg, "Clues".
40. L. W. Liebenberg, *The Art of Tracking*. See esp. chap. 6: "Sientific Knowledge of Spoor

and Animal Behaviour".

41. Liebenberg, *Art of Tracking*, pp. 4, 29, 71, 87, 91.
42. Nicolas Blurton-Jones and Melvin J. Konner, "!Kung Knowledge of Animal Behavior", p. 343.
43. Liebenberg, *Art of Tracking*, pp. 156-157.

۴۴. سفر دوم دریایی به دور دنیا را سِر فرانسیس دریک در ۱۵۸۰ انجام داد.

۴۵. نگاه کنید به نقل‌قول اول فصل.

46. Quoted in Steve Thomas, *The Last Navigator*, p. 5.
47. See Diamond, *Guns, Germs, and Steel*, pp. 41-42.
48. J. C. Beaglehole, ed., *The Endeavour Journal of Joseph Banks 1768-1771* , vol. 1, p. 368.
49. Louis-Antoine de Bougainville, *A Voyage Round the World*, pp. 275-276.
50. Bolton Glanvill Corney, ed., *The Quest and Occupation of Tahiti by Emissaries of Spain during the Years 1772-1776* , vol. 2, p. 286.

۵۱. باز نگاه کنید به نقل‌قول اول فصل. برای یک مثال مخالف دیگر، نگاه کنید به بخش «جغرافی و نقشه‌نگاری در میان اقوام معروف به وحشی» در همین فصل.

52. David Lewis, *We the Navigators*, pp. 9, 342-345.
53. Ibid., p. 306. Lewis's source is J. Burney, *A Chronological History of the Discoveries in the South Seas or Pacific Ocean*, vol. 5 (1967).
54. Lewis, *We the Navigators*, p. 248.
55. Otto von Kotzebue, *A Voyage of Discovery*, vol. 2 (1821), pp. 144-146.
56. Antonio Pigafetta, *Magellan's Voyage*, p. 110.

در مورد کریستوف کلمب، نگاه کنید به بخش «جغرافی و نقشه‌نگاری در میان اقوام معروف به وحشی» در همین فصل.

57. Thomas, *The Last Navigator*; Lewis, *We the Navigators*; Thomas Gladwin, *East is a Big Bird*; Richard Feinberg, *Polynesian Seafaring and Navigation.*
58. Lewis, *We the Navigators*, pp. 23-24, 30.
59. Gladwin, *East is a Big Bird*; p. vi.
60. Feinberg, *Polynesian Seafaring and Navigation.*
61. Thomas, *Last Navigator*, p. viii.
62. Lewis, *We the Navigators*, p. 53.
63. Ibid., p. 7.
64. See, for example, Andrew Sharp, *Ancient Voyagers in the Pacific*, p. 153:

«هیچ بعید نیست مردمانی که در پولینزی و میکرونزی رحل اقامت افکندند راه گم‌کردگانی باشند که در پهنه‌ی بی‌کران اقیانوس آرام سرگردان بوده‌اند.»

65. Lewis, *We the Navigators*, p. 16. Lewis was summarizing results of a study by M. Levinson, R. G. Ward, and J. W. Webb, *The Settlement of Polynesia: A Computer Simulation* (1972).
66. Gladwin, *East Is a Big Bird*, p. 148.
67. Ibid., p. 154.
68. Lewis, *We the Navigators*, pp. 111, 284.
69. Gladwin, *East is a Big Bird*, pp. 131.

۷۰. نگاه کنید به فصل ۴.

71. Jacob Bronowsky, *The Ascent of Man*, p. 192.

72. Thomas, *Last Navigator*, p. 76.
73. Quoted in Lewis, *We the Navigators*, p. 127.
74. Lewis, *We the Navigators*, p. 3.
75. Ibid., pp. 206-207.
76. Louis De Vorsey, "Amerindian Contributions to the Mapping of North America", p. 211.

بیش‌تر مطالب بخش حاضر از این مأخذ است.

77. Ibid., p. 211.
78. Ibid., p. 212.
79. Ibid., p. 212.
80. Captain John Smith, "The Description of Virginia", in *Travels and Works of Captain John Smith*, ed. Edward Arber, vol. I, p. 55. Quoted in De Vorsey, p. 211 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).
81. J. Melver Weatherford, *Native Roots*, p. 21.
82. Samuel de Champlain, *The Works of Samuel de Champlain*, ed. H. P. Biggar, vol. II, p. 191. Quoted in De Vorsey, p. 211.
83. Herman Friis, "Geographical and Cartographical Contributions of the American Indian to Exploration of the United States Prior to 1860" (unpublished paper), pp. 6-7. Quoted in De Vorsey, p. 211.
84. J. McIver Weatherford, *Native Roots*, p. 21.
85. British Public Record Office, London, C.O. 700 Maps—Florida 3. Cited in De Vorsey, pp. 216-217.
86. Baron de Lahonatan, *New Voyages to North America*, ed. Reuben Gold Thwartes (New York, 1900 [Reprint of 1703 English ed.], vol. II, p. 427. Quoted in De Vorsey, p. 216.
87. Justin Winsor, *Christopher Columbus*, p. 442.
88. Jacques Cartier, *The Voyages of Jacques Cartier*.
89. J. B. Harley, "New England Cartography and the Native Americans", p. 174 and n.16, p. 271.
90. Weatherford, *Native Roots*, pp. 23-24.
91. The phrase, from Lewis Pyenson, "Cultural Imperialism and Exact Science: German Expansion Overseas, 1900-1930", *History of Science*, vol. 20 (1982), is quoted in Harley, "New England Cartography and the Native Americans", p. 188.
92. Harley, "New England Cartography and the Native Americans", pp. 170, 187, 195.
93. Ibid., pp. 187-190.
94. Ibid., pp. 187-188, 191.
95. Ibid., p. 195.
96. E. C. Krupp, *Skywatchers, Shamans & Kings*, p. 136.
97. Ibid., p. 135.
98. Gerald Hawkins, "Stonehenge", *Nature*, January 27, 1964. See also Gerald Hawkins, *Stonehenge Decoded*.
99. Krupp, *Skywatchers, Shamans & Kings*, p. 140.
100. E. C. Krupp, *Echoes of the Ancient Skies*, pp. 140.
101. Lloyd A. Brown, *Story of Maps*, pp. 35-37.

102. Krupp, *Echoes of the Ancient Skies*, p. 47.

103. Ibid., p. 165.

104. Alexander Marshack, "Lunar Notation on Upper Paleolithic Remains", p. 743. See also Marshack, *The Roots of Civilization*.

105. Anthony F. Aveni, *Ancient Astronomers*, pp. 32-33.

آونی به کار ویلیام برین موری باستان‌شناس اشاره می‌کند.

106. Krupp, *Echoes of the Ancient Skies*, p. 163.

107. Ibid., p. 145. Krupp cites John A. Eddy, "Medicine Wheels and Plains Indian Astronomy", in Kenneth Breecher and Michael Fiertag, eds., *Astronomy of the Ancients*.

۱۰۸. یکی از مخالفان دیوید وُگت است. او بعد از این‌که می‌گوید: «این قرائن و تحلیل‌ها نجومِ چرخ شفا را ثابت نمی‌کنند»، اضافه می‌کند: «همه‌ی شواهد نشان می‌دهند که قبایل دشت‌نشین مهارت فنی لازم را برای تنظیم تقویم شمسی-قمری داشته‌اند.» رک: David Vogt, "Medicine Wheel Astronomy".

109. Krupp, *Skywatchers, Shamans & Kings*, p. 156. See also Travis Hudson and Ernest Underhay, *Crystals in the Sky*.

110. E. C. Krupp, "As the World Turns", in E. C. Krupp, ed., *Archaeoastronomy and the Roots of Science*.

111. Krupp, *Skywatchers, Shamans & Kings*, pp. 149-150, 154, 228, 231, 234.

۱۱۲. منشأ دانش و نوشتن ظاهراً در این‌جاست: Marshack, *Roots of Civilization*, p. 57.

113. Georges Irfah, *The Universal History of Numbers*, p. 64.

۱۱۴. معلوم نیست که مخترع خط سومریان بودند یا نیاکان بین‌النهرینی آنان، سوباریان (Subarians)؛ رک: Denise Schmandt-Besserat, "On the Origins of Writing", p. 41.

115. Denise Schmandt-Besserat, *Before Writing*.

غیرمتخصص‌ها ممکن است خلاصه‌شده‌ی این اثر را ترجیح بدهند:

Denise Schmandt-Besserat, *How Writing Came About*.

یک نظر مخالف را هم بخوانید:

S. J. Liebermann, "Of Clay Pebbles, Hollow Clay Balls, and Writing."

۱۱۶. تاریخ‌ها از اشمانت‌ـبسرات است. رک: "On the Origins of Writing", p. 42.

در توضیح مختصر من، حق مطلب در مورد این کشف او به‌خوبی ادا نشده، ولی خواننده‌ی علاقه‌مند می‌تواند شرح کامل آن را در کتاب‌هایی که در پی‌نوشت ۱۱۵ نام برده‌ام بخواند.

117. Schmandt-Besserat, *How Writing Came About*, p. 17.

118. Ibid., p. 16.

119. Ibid., p. 83.

120. Ibid., p. 6; V. Gordon Childe, *What Happened in History*, p. 86.

121. Tobias Dantzig, *Number*, p. 21.

122. Schmandt-Besserat, *How Writing Came About*, p. 118.

۱۲۳. از تحول دیگر، شمارش موضعی، در ادامه بحث خواهیم کرد.

124. Edward Chiera, *They Wrote on Clay*, pp. 83-84.

125. Georges Charbonnier, *Conversations with Claude Levi-Strauss*, pp. 29-30.

126. Karl Kautsky, *Foundations of Christianity*, p. 204 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

127. Danzig, *Number*, p. 27.

128. Ibid., p. 36.

129. Ibid., p. 25.

130. Quoted in Dantzig, *Number*, p. 19.

شمارش موضعی را خیلی قبل‌تر در بابل به کار برده بودند، ولی نه در دستگاه ده‌دهی بلکه در دستگاه شصتی. در مورد دستگاه شمارشی که به هندی-عربی شهرت دارد شواهد زیادی از خاستگاه هندی آن در دست است، ولی با این حال همه آن را نپذیرفته‌اند. لام لای یونگ و آنگ تیان سه ادعا می‌کنند که دستگاه هندی-عربی در حقیقت از چین سرچشمه گرفته است. رک:

Lam Lay Yong and Ang Tian Se, *Fleetin Footsteps*.

131. Dantzig, *Number*, p. 84.

از فیبوناتچی در فصل ۵ بیش‌تر خواهد آمد.

132. Ibid., p. 33 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

133. Lancelot Hogben, *Mathematics in the Making*, p. 38.

134. Ifrah, *Universal History of Numbers*, pp. 416-418.

135. Ibid., p. 357.

افرا روش ارزش مکانی را خودش به «دانشمندان هندی» نسبت می‌دهد، ولی می‌پذیرد که هیچ سند و مدرکی در تأیید این حدس او وجود ندارد.

136. Lancelot Hogben, *Astronomer Priest and Ancient Mariner*, p. 62.

137. Childe, *Man Makes Himself*, p. 40.

138. Ibid., p. 68.

139. Theodore A. Wertime, "Pyrotechnology", in Denise Schmandt-Besserat, ed., *Early Technologies*, p. 18.

140. Henry Hodges, *Technology in the Ancient World*, p. 41.

141. See Nelson, *Gender in Archaeology*, pp. 106-108 and 118-120.

هرچند نلسون هشدار می‌دهد که «چیزی از سفالگری نباید ذاتاً جنسیتی باشد»، با شواهدی از تمدن‌های مختلف ــ مثلاً «بیش‌تر اقوام بومی امریکا» ــ نشان می‌دهد که سفال‌سازی دقیقاً «کار زن‌ها» بوده است.

142. Childe, *Man Makes Himself*, p. 73.

143. Ibid., p. 72.

۱۴۴. «منسوجات را تقریباً همیشه به زن‌ها نسبت می‌دهند، با این‌که در بعضی جوامع مردان هم بافندگی می‌کنند.» (Nelson, *Gender in Archaeology*, pp. 109-111.)

۱۴۵. بیش‌تر آهن خالص طبیعت منشأ شهابی دارد.

146. Robert Raymond, *Out of the Fiery Furnace*, p. xi.

147. Hodges, *Technology in the Ancient World*, p. 92.

148. Raymond, *Out of the Fiery Furnace*, pp. 21-22, 36-49.

149. Ibid., p. 40.

150. Wertime, "Pyrotechnology", p. 22.

151. Raymond, *Out of the Fiery Furnace*, p. 35.

152. Ibid., p. 55.

153. Ibid., pp. 56-57.

154. John Read, *Through Alchemy to Chemistry*, pp. 12-13.

155. George W. Beadle, "The Ancestry of Corn", p. 125.

156. Bruce D. Smith, *The Emergence of Agriculture*, pp. 17-18.

157. Ibid., p. 17.

158. Diamond, *Guns, Germs, and Steel*, p. 143.

159. See T. P. Denham et al., "Origins of Agriculture at Kulk Swamp in the Highlands of

New Guinea", *Science* (July 2003).

160. Smith, *Emergence of Agriculture*, p. 23.

اتفاقاً فصل اول کتاب پیدایش انواع داروین هم درباره‌ی انتخاب مصنوعی است نه طبیعی.

161. Patty Jo Watson, "Explaining the Transition to Agriculture", p. 35.

162. Smith, *Emergence of Agriculture*, p. 27.

163. Diamond, *Guns, Germs, and Steel*, pp. 132-133, 146.

164. Weatherford, *Native Roots*, p. 128.

165. Weatherford, *Indian Givers*, p. 88.

166. Beadle, "Ancestry of Corn", p. 125.

167. Weatherford, *Indian Givers*, pp. 84-85.

168. Michael J. Balick and Paul Alan Cox, *Plants, People and Culture*, p. 75.

169. Judity Ann Carney, *Black Rice*, p. 166.

170. Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, pp. 75-91.

۱۷۱. چنانچه خواننده مایل است مطالبی را که من در این بخش آورده‌ام با تفصیل بیش‌تری بخواند، می‌تواند به اثر پرمایه و مسحورکننده‌ی جارد دایموند مراجعه کند. منبع دیگری هم سرشار از اطلاعات فنی در این زمینه وجود دارد: Richard S. MacNeish, *The Origins of Agriculture and Settled Life.*

172. Weatherford, *Indian Givers*, p. 89.

173. Joyce Chaplin, *An Anxious Pursuit*, p. 156.

برای موارد متعددی که ناظران اروپایی در قرن هجدهم معرفی محصولاتی را به بردگان افریقایی نسبت داده‌اند، رک: William Grime, *Botany of the Black Americans*, pp. 19-27.

174. Carney, *Black Rice*, pp. 140-141.

175. Ibid., pp. 44, 38.

176. Ibid., pp. 2, 81.

177. Ibid., pp. 136, 97.

178. Ibid., p. 90.

179. Ibid., p. 89.

180. Ibid., pp. 50, 117, 107.

181. Ibid., p. 97.

برای مثال: «کشت برنج در جلگه‌های کارولینا به چنان توسعه و تکاملی رسید که دوهزار سال بود در هیچ سرزمینی سابقه نداشت.... تنها نیروی کاری که مهاجران با آن به این دستاورد رسیدند نیرویی غیرمتخصص بود، وحشیان افریقایی ساحل گینه.... زمیندار جنوبی‌ای که این توفیق را به دست آورد مردی بود که مغز خود را به کار انداخت.»

Sass and Smith, *A Carolina Rice Plantation of the Fifties* (1936), p. 23; Quoted in Carney, pp. 97-98.

182. Carney, *Black Rice*, p. 48.

183. Ibid., p. 141.

184. Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*, p. 35.

185. Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, p. 25.

186. Ibid., pp. vii, 20-21.

187. Quoted in Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, p. 14.

188. Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, p. 25.

189. Ibid., pp. 38-39, 53-54.

۱۹۰. نگاه کنید به اثر زیر که منبع اطلاعات فوق‌العاده‌ای در این زمینه است و ضمیمه‌ای ۱۴۷ صفحه‌ای دارد

تحت عنوان «خدمات سرخ‌پوستان امریکا به داروسازی»:

Virgil J. Vogel, *American Indian Medicine.*

191. Weatherford, *Indian Givers*, pp. 183-184.

192. Nicholas Monardes, *Joyfull Newes out of the Newe Founde Worlde*, vol. I, p. 10.

193. See Vogel, *American Indian Medicine*, pp. 263-265.

194. Weatherford, *Indian Givers*, p. 177.

195. Ibid., p. 195.

196. Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 465-466.

197. See Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, pp. 27-31.

198. Ibid., p. 29.

199. Ibid., p. 29.

200. Ibid., p. 31.

201. Weatherford, *Indian Givers*, pp. 183, 190.

202. Roderick E. McGrew, *Encyclopedia of Medical History*, p. 218.

203. Ibid., p. 218.

204. Weatherford, *Indian Givers*, p. 184.

205. Cartier, *Voyages of Jacques Cartier*, pp. 79-80.

206. James Lind, *A Treatise on the Scurvey*, pp. 177-178.

لیند می‌گوید که تجربه‌ی کارتیه را در کتاب زیر خوانده است:

Hackluit's collection of voyages, vol. 3, p. 225.

207. Lind, *Treatise on Scurvy*, p. 303.

208. Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, pp. 32, 118.

209. Ibid., p. 3.

210. Ibid., p. 3.

211. William Withering, *An Account of the Foxglove, and Some of Its Medical Uses*, p. 2.

اِدِم، که نام امروزی استسقاست، بر اثر تراکم بیش از حد مایع در بافت‌ها و اندام‌های بدن بروز می‌کند.

212. Ibid., p. 2.

213. John Gerard, *The Herball, or Gereral Histoire of Plants.*

214. Vogel, *American Indian Medicine*, pp. 10-11. Vogel's source is Harlow Brooks, "The Medicine of the American Indian", *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, vol. XIX, no. 1. (October, 1933).

215. Balick and Cox, *Plants, People and Culture*, pp. 17-18.

۲۱۶. «ابتدا مایه‌کوبی آبله و بعد واکسیناسیون... نه از طریق علم بلکه از مجرای سنت‌های طبی عامیانه پیدا شد.» (Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, p. 11.)

۲۱۷. منسوب به یاکوبوس پیلارینوس:

Jacobus Pylarinus, "the Venetian Consul at Smyrna", by Cotton Mather in *The Angel of Bethesda*, p. 109 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

نامه‌ی پیلارینوس در ۱۷۱۷ در «مکاتبات فلسفی» انجمن سلطنتی به چاپ رسیده است.

۲۱۸. در مورد ادعای پیشگامی چینی‌ها، رک: Joseph Needham, *The Grand Titration*, pp. 58-59.

219. Otho T. Beall and Richard Shryock, *Cotton Mather.*

220. George Lyman Kittredge, ed., "Lost Works of Cotton Mather", p. 422 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

221. Mather, *Angel of Bethesda*, p. 107 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

222. William Douglass, *Inoculation Consider'd* (1722), quoted in Kittredge, "Lost Works of Cotton Mather", p. 436 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

درباره‌ی مناقشه‌ی مایه‌کوبی نگاه کنید مثلاً به:

John B. Blake, "The Inoculation Controversy in Boston", pp. 489-506.

223. Kittredge, "Lost Works of Cotton Mather", p. 43 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

224. Ibid., pp. 439-440.

225. See Larry Stewart, "The Edge of Utility".

226. Quoted in Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, p. 275 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

227. Quoted in Elizabeth Anne Fenn, *Pox Americana*, pp. 41-42 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

228. Fenn, *Pox Americana*, p. 102.

229. Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 275-276.

230. Edward Jenner, 1801. Quoted in Herve Bazin, *The Eradication of Smallpox*, p. 180 (تأکید از ما).

231. Richard Horton, "Myths in Medicine", p. 62.

232. Peter Razzell, *Edward Jenner's Cowpox Vaccine*.

233. Quoted in C. N. B. Camac, ed., *Classics of Medicine and Surgery*, p. 211.

234. Blurton-Jones and Konner, "!Kung Knowledge of Animal Behavior", p. 348.

۳

کدام معجزه‌ی یونانی؟

از پیدایش ظاهراً ناگهانی یک فلسفه‌ی طبیعی یا علم عقلانی و شگفتا غیرمذهبی در مستعمرات یونانی ایونی در قرن ششم پ.م. بسیار نوشته‌اند. در واقع مورخان ... نام این پدیده را «معجزه‌ی یونانی» نهاده‌اند.
مارشال کلاگت[۱]، علم در یونان باستان[۲]

علم را به صورتی که ما می‌شناسیم یونانیان اختراع کردند.
آلیستر کامرون کرامبی[۳]، آگوستین تا گالیله[۴]

علم نهایتاً میراث‌برِ فلسفه‌ی یونان است.
چارلز کولستون جیلیسپی[۵]، مرز عینیت[۶]

علم طبیعی باستان از طالس ملطی (حدود ۶۰۰ پ.م.) آغاز می‌شود.
ادوارد یان دایکسترهویس[۷]، تصویر مکانیکی جهان[۸]

تصور عالم بی‌کران، مثل هر چیز دیگر، یا تقریباً هر چیز دیگر، البته از یونانیان سرچشمه می‌گیرد.
الکساندر کویره[۹]، از جهان بسته تا عالم بی‌کران[۱۰]

در ۱۹۵۷ الکساندر کویره با اطمینان، گویی که هیچ‌کس خواب مخالفت با او را هم نمی‌بیند، نوشت «تقریباً همه‌چیز» از یونان آغاز شد. طبق نظریه‌ی معجزه‌ی یونانی فلسفه، علم، ریاضیات، طب، سیاست، الاهیات ــ خلاصه هرچه که ارزش فکری

1. Marshall Clagett 2. *Greek Science in Antiquity* 3. Alistair Cameron Crombie
4. *Augustine to Galileo* 5. Charles Coulston Gillispie 6. *The Edge of Objectivity*
7. Eduard Jan Dijksterhuis 8. *The Mechanization of the World Picture*
9. Alexandre Koyré 10. *From the Closed World to the Infinite Universe*

دارد ــ اختراع یونانیان باستان است. و این‌ها را تنهایی هم اختراع کردند، بی هیچ تأثیرپذیری از دیگران. دیوید پینگری[1]، نویسنده‌ی تاریخ علم باستان، نام این تلقی را «هلنوفیلیا» (یونانی‌پرستی) می‌گذارد و در تعریفش این عقیده را می‌گنجاند که

> یکی از این چندین قضیه‌ی غلط درست است. اول این‌که علم را یونانیان اختراع کردند. دوم این‌که راه حقیقت، یعنی روش علمی، را آن‌ها کشف کردند و ما اکنون راه آن‌ها را می‌رویم. سوم این‌که تنها علوم حقیقی آن‌هایی هستند که در یونان آغاز شدند.(۱)

پینگری در این نوشته‌ی سال ۱۹۹۰ خود می‌گوید که این طرز تلقیِ «فوق‌العاده زیانبار» در میان مورخان علم در حال رشد است. اما من گمان می‌کنم که دیگر نیست. از برکت زحمات پینگری و پژوهشگران همفکر او، حالا به نظر می‌رسد دیگر کسی تردید ندارد که نهال علم در یونان بر بستر دستاوردهای مردمان بین‌النهرین و مصر روییده و تمدن‌های باستانی چین و هند هم نقش مهمی در پیشبرد علم ایفا کرده‌اند. امروزه اگر مورخی باز با همان هلنوفیلیایی که در نقل‌قول‌های اول فصل شاهدش بودیم صحبت کند، جز تمسخر چیزی عایدش نخواهد شد.

مفسر دیگری می‌نالد از این‌که «اما خبرش هنوز به همه نرسیده و جدایی دستاوردهای دانشمندان از آگاهی‌های عمومی همچنان چشمگیر است».(۲) در علمی‌نویسی عامیانه هنوز هلنوفیلیا غالب است. ولی ظاهراً وضع دارد بهتر می‌شود و ناشران بزرگ شروع به انتشار کتاب‌هایی برای مردم عادی کرده‌اند که «معجزه‌ی یونانی» را مورد تردید قرار می‌دهند.(۳)

یک نویسنده در این میان بیش‌ترین تلاش را برای افشای نادرستی تصور معجزه‌ی یونانی کرده است: مارتین برنال[2] که در کتاب آتنای سیاه‌پوست خود شواهد قانع‌کننده‌ای در مورد ریشه‌های افریقاسیایی تمدن یونان عرضه می‌کند.(۴) کار برنال البته با استقبال عالمان هلنوفیل روبه‌رو نشد،(۵) اما تأثیر آن را می‌توانیم در این اعتراف ناخرسندانه‌ی یکی از منتقدانش ببینیم: «آتنای سیاه‌پوست بعد از

1. David Pingree 2. Martin Bernal

کتاب مقدس باید بحث‌انگیزترین کتاب درباره‌ی تاریخ باستان شرق مدیترانه باشد.»[۶]

معجزه‌ی یونانی جایی در تاریخ علم مردم ندارد، چون نوابغی مثل طالس و فیثاغورس ــ و مهم‌تر از همه، افلاطون و ارسطو ــ را به عرش می‌رساند و همه‌ی افتخار تولید علم را به آن‌ها می‌دهد. البته نه این‌که هر کسی را هم که تازه پی برده‌اند که پیش از یونانیان خدمتی به علم کرده بتوانیم در تاریخ علم مردم بگنجانیم. پژوهشگرانی که دستاوردهای علمی کهن مصر و بین‌النهرین را مخصوصاً در نجوم و ریاضیات آشکار کرده‌اند، همه‌ی آن‌ها را تقریباً بدون استثنا به نخبگان فکری نسبت داده‌اند. اتو نویگِباور[1]، که بسیاری او را «بزرگ‌ترین مورخ ریاضی و نجوم باستان» می‌دانند، می‌نویسد: «علم باستان فرآورده‌ی مردانی انگشت‌شمار است.»[۷]

خجالت داشت اگر محققان جدیدتر این ادعای نویگباور را حقیقتی انکارناپذیر می‌گرفتند. اولین ستاره‌شناسان و ریاضی‌دانان بین‌النهرین و مصر گمنام‌اند و در آثار باستان‌شناسی جز اشارات مبهمی دراین‌باره که از کدام طبقات اجتماعی بوده‌اند وجود ندارد. آیا واقعاً عده‌ای انگشت‌شمار بوده‌اند؟ آیا اصلاً همه مرد بوده‌اند؟ پینگری می‌نویسد: «ما نمی‌دانیم نظریه‌ی بابلی درباره‌ی ماه یا سیارات را چه کسانی، کی، و کجا به وجود آوردند؛ همچنان‌که نمی‌دانیم چگونه رصد می‌کردند، یا کجا و چرا نتایج آن را ثبت می‌کردند.»[۸] می‌دانیم که بعدها ریاضیات و نجوم بابلی تحت سیطره‌ی نخبگان تحصیل‌کرده‌ای بوده است، ولی شاید پژوهش‌های بیش‌تر نشان بدهد که ریشه‌های اجتماعی «علوم دقیقه» در جهان باستان پیچیده‌تر از آنی بوده که نویگباور و دیگران تصور کرده‌اند.

اما به هر تقدیر، اجازه می‌خواهم که باز دو نکته‌ای را که در فصل گذشته هم گفتم یادآوری کنم. اول این‌که پیدایش نجوم و ریاضیات به قبل از پیدایش تمدن در بین‌النهرین و مصر و هرجای دیگر برمی‌گردد. دوم، و مهم‌تر، این‌که شناخت طبیعت یکسره در نجوم و ریاضیات خلاصه نمی‌شود. تاریخ‌نگاری که معتقد است این دو علم را «کاتبان روحانی مصر و بین‌النهرین» به وجود آورده‌اند، این را هم

1. Otto Neugebauer

اضافه می‌کند که کاتبان «کم‌تر مبادرت به ثبت اطلاعات در مورد فنون شیمیایی و فلزگری و رنگرزی و غیره می‌کردند که متعلق به سنت دیگری بودند؛ سنت صنعتگرانی که تجارب خود را شفاهاً منتقل می‌کردند».[۹] اما

> چون ما نوشته‌ای درباره‌ی نظریه‌ی شیمی در دوران باستان در دست نداریم، نمی‌توانیم نتیجه بگیریم که پس نظریه‌ای وجود نداشته است. ولو هرگز رسماً گفته نشده باشد، شیمی‌دانان باستان با ساخته‌های خود نشان می‌دهند که اصول کلی اکسیداسیون و احیا را می‌دانسته‌اند و توانایی افزودن و کاستن غیرفلزهایی مثل گوگرد و کلر را داشته‌اند.[۱۰]

در دوران باستانِ پیش‌ازکلاسیک، مثل دوران‌های دیگر، نقش صنعتگران بی‌سواد در شناخت طبیعت ازیک‌طرف بسیار تعیین‌کننده بود و از طرف دیگر غیرقابل‌اِسناد. بنجامین فارینگتون در توضیح مطلب می‌گوید که «فنونُ خاک حاصلخیز علم‌اند و گذار از تجربه‌ی محض به تجربه‌ی علمی چنان آهسته است که احساس نمی‌شود». حدوداً بین سال‌های ۳۰۰۰ و ۲۵۰۰ پ.م. که اهرام بزرگ مصر ساخته شدند

> مصری‌ها کشاورزی، دامپروری، سفالگری، شیشه‌گری، بافندگی، کشتی‌سازی و درودگری از همه رقم داشتند. این کار فنی به دانشی تجربی متکی بود. ... نامنصفانه است که آن را، چون به طور سنتی از استاد به شاگرد منتقل می‌شد و جایی نوشته نمی‌شد، از نام علم محروم کنیم. جواب برای مسائل فنی در هر زمینه‌ای جست‌وجو می‌شد؛ زرگری، بافندگی، سفالگری، شکار، ماهیگیری، دریانوردی، سبدسازی، کشت غله و پنبه، نان‌پزی و آبجوسازی، انگورکاری و شراب‌سازی، سنگ‌بری و سنگ‌سابی، چوب‌بری و چوب‌کاری، قایق‌سازی و خیلی کارهای دیگری که تصاویرشان را موبه‌مو روی دیوارهای آرامگاه‌های بزرگانشان در سَقّاره (۲۶۸۰ تا ۲۵۴۰ پ.م.) نقاشی کرده‌اند. نطفه‌ی علم در همه‌ی این فنون نهفته بود.[۱۱]

شواهد مستندی از یک جنبه‌ی بسیار مهم از علوم مصریان باستان بر جای مانده است. باقی‌ماندن تصادفی قسمتی از رساله‌ای در زمینه‌ی جراحی ــ که به اسم

کاشفش به پاپیروس ادوین اسمیت[1] معروف شده ــ برای ما دست‌کم دریچه‌ای است به «یک شاخه‌ی سنتی از علمی که هیچ بعید نیست قدمتش به هزاره‌ی چهارم پ.م. برگردد». این سند از کالبدشناسی‌ای حکایت دارد که «صحیح و در حجمی قابل توجه» است و همچنین «سرچشمه‌ی تن‌کارشناسی (فیزیولوژی)». آنچه روی‌هم‌رفته از آن می‌فهمیم «مجموعه‌ی اطلاعاتی است که فقط می‌تواند نتیجه‌ی یک سنت دیرینه‌ی مشاهده و تأمل باشد. در این صورت می‌توان آن را اثری علمی به معنی امروزی شمرد».[۱۲]

پیش از این‌که مستقیم به سراغ خود علم در یونان برویم، بگذارید اول نگاهی به تاریخچه‌ی نظریه‌ی «معجزه‌ی یونانی» بیندازیم. فکر می‌کنم غیرعلمی‌ترین توضیح هر پدیده‌ای توضیحی باشد که به اعتقاد انسان به معجزه متوسل شود. این فرضیه که یونانیان باستان در قرن ششم پ.م. یکباره از غیب ظاهر شدند، از ما انتظار دارد بپذیریم که با وجود تمدن‌های پیشرفته‌ای که قبل از آن‌ها هزاران سال در مصر و بین‌النهرین رونق داشتند، تمدن یونان تمدنی منحصربه‌فرد بود که هیچ دِینی به گذشتگان نداشت. اما کجا و چگونه این ادعای باورنکردنی شکل گرفت و چطور توانست دوام آورد؟

قفقازی‌ها و آریایی‌ها

قرائن زبانی نشان می‌دهد قوم سفیدپوستی که در آغاز تاریخ در اروپا ساکن شدند از قبایلی بودند که در کوه‌های قفقاز بین دریای سیاه و دریای خزر زندگی می‌کردند، و برای همین است که سفیدپوست‌ها را «قفقازی» می‌گویند. این قوم به زبانی حرف می‌زدند که زبان‌شناسان اسمش را «هند و اروپایی مادر» گذاشته‌اند. آن‌ها در اعصار پیش‌ازتاریخ از قفقاز پراکنده شدند و زبانشان امروزه نیای بسیاری از زبان‌هایی به شمار می‌رود که در هند و ایران و اروپا تکلم می‌شود.

این نیاکان قفقازی را آریایی هم می‌نامند و هاله‌ی راز و رمزِ حول آن‌ها، که قصه‌ی برتری نژاد سفید بر پایه‌ی آن ساخته شد، مورد استفاده‌ی نازی‌ها هم قرار گرفت. اما بیش‌تر از صد سال پیش از آن‌که مجیزگویان هیتلر این قصه را بی‌آبرو

1. Edwin Smith papyrus

کنند، محافل علمی در اروپا این فرض را مسلم می‌گرفتند که کمابیش هرچه در گذشته‌ی انسانْ باارزش است ثمره‌ی نبوغ آریایی‌هاست. یکی از پیشگامان مصرشناسی، جیمز برِستِد[1]، حتی در قرن بیستم، در سال ۱۹۲۶، مدعی بود که «تکامل تمدن بشری دستاورد این قوم بزرگ سفید است.»[۱۳]

تصور آریایی‌بودن مصری‌ها و سومری‌های باستان، وقتی مطالعات زبان‌شناسی نشان داد که زبان‌های آن‌ها از خانواده‌ی هند و اروپایی نیستند، اشتباه از کار درآمد. ولی حتی پیش از آن هم در آثار هنری باستانیِ آن‌ها پیدا بود که پوستی تیره‌تر از پوست اروپایی‌ها داشته‌اند، یعنی به بیان امروزی باید آن‌ها را «رنگین‌پوست» شمرد. یک راهی که برای توجیه این نکته پیدا شد «نظریه‌ی آفتاب‌سوختگی» بود: گفته شد که آن‌ها اصلاً سفیدپوست بوده‌اند اما از بس آفتاب خورده‌اند رنگ پوستشان تیره شده است.[۱۴]

ولی مهم‌ترین ترفندی که محققان اروپایی پیدا کردند، تا مجبور نشوند ریشه‌های افریقاسیایی تمدن بشری را به رسمیت بشناسند، کم‌اهمیت جلوه‌دادن دستاوردهای مصری‌ها و سومری‌ها و سامی‌ها و تقریباً یکسره چشم‌دوختن به یونانی‌ها بود. از این دیدگاه، مصری‌ها و سومری‌ها و سامی‌ها تمدن‌های نسبتاً ایستا و بی‌رونقی داشتند، اما پیشرفت‌های واقعاً تعیین‌کننده در رشد تمدن از برکت وجود یونانی‌های موشکاف و پرتکاپو بود که چون زبانشان از خانواده‌ی هند و اروپایی بود، از نژاد آریایی به شمار می‌رفتند. به‌علاوه ــ و نکته‌ی اصلی همین‌جاست ــ ادعا می‌شد یونانی‌ها تمدنشان را خودشان به وجود آورده‌اند و تقریباً هیچ کمکی از تمدن‌های دیگر نگرفته‌اند.

آیا خود یونانی‌ها به «معجزه‌ی یونانی» معتقد بودند؟

این تعبیر را خود یونانی‌ها نساختند. برعکس، نویسندگان یونان باستان تقریباً یکصدا می‌گویند تمدن آن‌ها ریشه در حکمت و توفیقات تمدن‌های قدیمی‌تر، مخصوصاً مصر، دارد. این یک احساس مشترک بود و مخالف نداشت. هرودوت، نویسنده‌ی قرن پنجم پ.م. که «پدر تاریخ» نام گرفته، نظرش همین بود؛

1. James Breasted

همین‌طور بقراط که به «پدر طب» معروف شده؛ و حتی افلاطون و ارسطو، فیلسوفان یونانی. هرودوت درباره‌ی سرچشمه‌ی اندیشه‌ی دینی یونانیان می‌نویسد:

> تقریباً همه‌ی نام‌های خدایان از مصر به یونان آمده. تحقیقات من نشان می‌دهد که همه‌ی آن‌ها منشأ خارجی دارند و نظر من این است که بیش‌تر آن‌ها مصری‌اند. اکثر آن‌ها از دیرباز در مصر مشهور بوده‌اند. ... علاوه بر آنچه ذکر شد، چیزهای بسیار دیگری هم هست که یونانیان از مصر گرفته‌اند.[۱۵]

در مورد فلسفه، ایسوکراتِس[1]، خطیبی که رقیب افلاطون بود، می‌نویسد که فیثاغورس به مصر رفت و وقتی برگشت، «اولین کسی بود که فلسفه را برای یونانیان آورد».[۱۶] البته خواهیم دید که هر گفته‌ای را درباره‌ی فیثاغورس نمی‌شود پذیرفت، اما نکته این‌جاست که او را در دوران باستان بیش‌تر ناقل فلسفه می‌شناخته‌اند تا خالق فلسفه.

طالس ملطی که هلنوفیل‌ها او را خالق علم می‌شناسند (نگاه کنید به نقل‌قول‌های اول فصل) گفته‌اند سال‌های بسیاری را در خارج به فراگیری حکمت باستانی مصری‌ها و بابلی‌ها و فنیقی‌ها گذراند. حتی کسانی گفته‌اند او خود اصلاً نسب فنیقی داشت.[۱۷] به نوشته‌ی مرجع بزرگی مثل ارسطو، «فنون ریاضی در مصر به وجود آمدند».[۱۸] افلاطون نه‌فقط اختراع «حساب و محاسبه و هندسه و نجوم»، بلکه «کشف استفاده از حروف» را هم به حکمت مصری نسبت می‌دهد.[۱۹]

هرودِوت می‌نویسد: «هندسه اول در مصر شناخته شد و از آن‌جا به یونان آمد.»[۲۰] استرابون در قرن اول میلادی نوشته است:

> می‌گویند هندسه به ضرورت اندازه‌گیری زمین‌ها، که طغیان رود نیل حدود آن‌ها را به هم می‌ریزد، اختراع شد. گمان می‌رود که بعداً این علم از مصر به یونان آمد؛ و نجوم و حساب از فنیقیه. در حال حاضر بزرگ‌ترین گنجینه‌ی معارف در هر شاخه‌ی دیگری از فلسفه را باید در این شهرها [صور و صیدا در فنیقیه] جست‌وجو کرد.[۲۱]

1. Isocrates

این سنت را نویسندگان باستان بیش‌تر از هزار سال حفظ کردند. در قرن پنجم میلادی پروکلوس[1] تکرار کرد که «باور همگان این است که هندسه را مصریان کشف کردند».(۲۲)

علم سیاست را چطور؟ شاید مشهورترین نمونه از اندیشه‌ی سیاسی یونانیان جمهوری افلاطون باشد. شارحی به نام کرانتور در اواخر قرن چهارم پ.م. می‌نویسد: «معاصران افلاطون او را مسخره می‌کردند و می‌گفتند جمهوری‌اش را خودش ابداع نکرده و آن را از نهادهای مصری اقتباس کرده است.»(۲۳)

این گفته‌ها ثابت نمی‌کنند که یونان باستان الاهیات و فلسفه و علم و ریاضیات و سیاست را از مصر گرفته است، ولی به طور قطع نشان می‌دهند که یونانیان خودشان این‌طور فکر می‌کردند. اما اگر خود یونانیان دِینشان را به پیشینیانشان فراموش یا انکار نمی‌کردند، این تصور «معجزه‌ی یونانی» از کجا پیدا شده است؟

معجزه‌ی یونانی و ایدئولوژی نژادی

حدود دو هزار سال بعد، در قرن نوزدهم میلادی، گروه کوچک ولی بانفوذی از اندیشمندان آلمانی به سرکردگی کارل اوتفرید مولر[2] به این نتیجه رسیدند که نویسندگان یونان باستان خودشان نمی‌فهمیده‌اند چه می‌گویند و روایت‌های آن‌ها از تأثیرهای خارجی صرفاً «افسانه» بوده است. این مکتب فکری در دانشگاه گوتینگن نطفه بست و از آن‌جا به‌سرعت در گوشه و کنار آلمان و انگلستان و فرانسه و امریکا پخش شد.(۲۴) این‌جا بحث از علمی خاص نیست که مفید به حال آیندگان بوده باشد؛ صحبت مجموعه‌ای از افکار است که زمانی علم به شمار می‌رفته و اکنون بی‌اعتبار شده است. این افکار دروغین به علت تأثیر منفی شدیدی که در زندگی رنگین‌پوستان داشته‌اند ــ و هنوز دارند ــ با «تاریخ علم مردم» کاملاً ارتباط پیدا می‌کنند.

کلید فهم آرای اندیشمندان گوتینگن، درباره‌ی نسبت یونان با تمدن‌های قدیمی‌تر، مفهوم «تاریخ علمی» در تفکر آن‌هاست. آن‌ها معتقد بودند که اصل علمی اول، در توضیح تاریخی، نژاد است؛ و گمان می‌کردند که «قوانین علمیِ نژاد»

1. Proclus Diadochus 2. Karl Otfried Müller

را کشف کرده‌اند. مطابق قوانین علم نژادی آن‌ها، فقط نژاد سفید، یعنی بازماندگان آریایی‌ها، از استعداد طبیعی ایجاد تمدن‌های پیشرفته برخوردارند. به عقیده‌ی آن‌ها نژاد سیاه در قعر سلسله مراتب نژادها بود و هیچ استعداد خلق تمدن نداشت. تصوری که پیش از داروین وجود داشت این نبود که نژاد سفید تکامل‌یافته‌تر است؛ این بود که بشر مخلوق خدا قفقازی بوده و اقوام دیگر صورت‌های انحطاط‌یافته‌ی آن نژاد ناب‌اند.

این «علم نژادی» محصول عصر پیروزی جهان‌خواران اروپایی بود و ایدئولوژی سودمندی بود که اروپایی‌های سفید با آن سلطه‌ی خودشان را بر اقوام رنگین‌پوست جهان «حق طبیعی» خودشان جلوه می‌دادند. جالب است که اندیشمندان گوتینگن، با همه‌ی ستایشی که از علم می‌کردند و تحقیقات تاریخی خودشان را کاملاً علمی نشان می‌دادند، لازم نمی‌دیدند با شواهد علمی ثابت کنند که سیاه‌پوست‌ها نژاد پستی‌اند. آن‌ها پستی نژاد سیاه را از ابتدا بدیهی می‌گرفتند.

هر مدرکی را که نشان می‌داد سیاهان افریقا تمدن‌ساز بوده‌اند جعلی فرض می‌کردند و اعتنایی به آن نمی‌کردند، چون فرض اولیه‌ی پستی نژاد سیاه را نقض می‌کرد. برای مثال در سال ۱۸۷۱ که کاشفان آلمانی به ویرانه‌های خیره‌کننده‌ی زیمبابوه‌ی بزرگ برخوردند، اول گمان کردند معادن گمشده‌ی حضرت سلیمان را پیدا کرده‌اند. بعد که فهمیدند اشتباه کرده‌اند، آن را به خارجی‌های دیگری نسبت دادند. بدیهی‌ترین توضیح ــ این‌که آن سازه‌های پیچیده را نیاکان بومی‌های همان‌جا ساخته‌اند ــ مسخره قلمداد شد، چون اروپایی‌ها شکی نداشتند که سیاهان افریقا نمی‌توانند چنان دستاوردهایی داشته باشند.

خلوص نژادی هم از مفاهیم بسیار مهم در این برنامه‌ی مسلکی (ایدئولوژیک) بود. یونانیان را خالص‌ترین آریایی‌ها و بنابراین نیاکان مستقیم آلمان‌ها می‌پنداشتند. پیشتازی، آفرینندگی، پویایی و هوش یونانی‌ها را ناشی از این می‌دانستند که خون آریایی آن‌ها ناخالصی نداشت. در مقابل، مصریان باستان را نژاد غیراصیلی می‌دیدند که مقدار زیادی خون سیاه با خونشان مخلوط شده بود. آن‌وقت از این مقدمات، این نتیجه‌ی «علمی» را می‌گرفتند که پس امکان ندارد مصری‌ها کمک با ارزشی به تمدن یونان کرده باشند. و باز هر مدرک مخالفی را غیرممکن وانمود می‌کردند چون با فرض انکارناپذیر «علم نژادی» نمی‌خواند.

یک جنبه‌ی دیگر جهان‌بینیِ نژادیِ این اندیشمندانِ اواخر قرن هجدهم تا اوایل قرن بیستم سامی‌ستیزیِ دیوانه‌وار این دوران بود. فنیقی‌ها مثل یهودی‌ها قومی سامی بودند (در واقع عبری و فنیقی دو گویش از یک زبان واحدند). اعتقاد به خلوص نژادی یونانیان باستان باعث شد که تأثیرپذیری آن‌ها از فنیقی‌ها هم مثل تأثیرپذیری آن‌ها از مصری‌ها نادیده گرفته شود. برای انکار این حقیقت انکارناپذیر که یونانی‌ها الفبای خودشان را از فنیقی‌ها گرفته بودند چه نبوغی لازم بود!

مارتین برنال می‌نویسد که دانشگاه گوتینگن

> در سال‌های ۱۷۷۵ تا ۱۸۰۰ نه‌فقط بسیاری از شکل‌های نهادین دانشگاه‌های بعدی را پدید آورد، بلکه استادان آن هم عمده‌ی چارچوب نهادینی را به وجود آوردند که بعدها تحقیقات و انتشارات رشته‌های درسی جدید در آن چارچوب صورت می‌گرفت. ... کانون جوشش فکری در فیلولوژی کلاسیک بود که بعد نام امروزی و دهان‌پرکن‌تر «علم باستان» را به آن دادند.

این علم باستان «بعد در بریتانیا و امریکا تبدیل شد به رشته‌ی جدید علوم کلاسیک». محور این رشته‌ی علمی جدید «قومیت و نژادپرستی بود».[۲۵]

اواخر قرن هجدهم یک استاد دانشگاه گوتینگن به نام یوهان فریدریش بلومنباخ[1] اولین اثر تحقیقی را در زمینه‌ی طبقه‌بندی نژادی انسان، تحت عنوان منشأ انواع طبیعی انسان (۱۷۷۵)، تألیف کرد.[۲۶] او بود که در ۱۷۹۵ اسم «قفقازی» را روی نژاد سفید گذاشت؛ نژادی که به اعتقاد او از نظر زیبایی و هوش بر دیگران برتری طبیعی داشت. او معتقد بود که نژادهای دیگر نتیجه‌ی تطور قهقرایی این نژاد اصیل قفقازی‌اند.[۲۷]

یک استاد دیگر دانشگاه گوتینگن، کریستوف ماینرس[2]، نقش مهمی در ایجاد روش‌شناسی تاریخیِ جدیدی، که خودشان اسم آن را «علمی» گذاشتند ایفا کرد. او معتقد بود که مطالعات تاریخی باید درباره‌ی «اقوام» باشد نه افراد؛ و خودش اقوام مختلف را در سلسله‌مراتبی جای داد که آلمان‌ها و سلت‌ها در رأس آن بودند

1. Johann Friedrich Blumenbach 2. Christoph Meiners

و هوتنتوت‌ها (یک قوم افریقایی سیاه‌پوست) و شمپانزه‌ها در قعر آن.[۲۸]

اولین مخالف بزرگ سنتی که یونانیان را مدیون مصری‌ها نشان می‌داد اندیشمندی از همان دانشگاه به نام کارل اوتفرید مولر بود که برنال او را «در شدت نژادپرستی و سامی‌ستیزی جلوتر از زمانه‌اش» می‌شناسد.[۲۹] این اشخاص به‌علاوه‌ی متفکران آلمانی دیگری، از جمله بارتولد نیبور[1]، کریستیان گوتلوب هاینه[2]، فریدریش شلِگِل[3] و فریدریش آگوست وولف[4]، بانیان مکتب «معجزه‌ی یونانی» بودند که همه‌ی هم و غمش انکار هرگونه نقش تمدن‌ساز برای رنگین‌پوستان بود، بر این اساس که آن‌ها استعداد فکری آن را ندارند.

بستر علمی «علم نژادی»

تعبیر «علم نژادی» اصطلاحی فرعی نبود و فقط مورخان و عتیقه‌شناسان هم از آن استفاده می‌کردند. دانشمندان بزرگ قرن نوزدهم علناً و دائم آن را به کار می‌بردند. در آغاز آن قرن، کانون علم اروپا پاریس بود و نهاد عمده‌ی آن « فرهنگستان علوم پاریس». سخنگوی اصلی فرهنگستان، ژرژ کوویه[5]، پدر کالبدشناسی تطبیقی و برجسته‌ترین دانشمند زمان خودش بود. کوویه سیاه‌پوستان را «پست‌ترین نژاد انسان» می‌دانست و می‌گفت «آن‌ها شباهت زیادی با حیوانات دارند و شعورشان آن‌قدر نیست که بتوانند خودشان را اداره کنند.»[۳۰] او در تعریفی از «نژاد سیاه» که خودش آن را کاملاً علمی گمان می‌کرد، نوشت: « پیشامدگی قسمت پایین صورت و کلفتی لب‌ها آشکارا او را به جماعت میمون شبیه می‌کنند که همیشه در حالت وحشیِ کامل به سر برده‌اند.»[۳۱]

یک دانشمند بزرگ دیگر قرن نوزدهم، چارلز لایِل[6]، که غالباً پی‌ریزی رشته‌ی جدید زمین‌شناسی را به او نسبت می‌دهند، درباره‌ی یک قوم افریقایی می‌نویسد: «مغز بوشمن‌ها... شبیه مغز سیمیادها [= میمون‌ها] است. این به معنی وجود نسبتی بین کسریِ شعور و شباهت بدنی است. هر نژادی از انسان جایگاه خود را دارد، مثل جانوران پست‌تر از انسان.»[۳۲]

سرشناس‌ترین دانشمند قرن نوزدهم، چارلز داروین، سخت مخالف

1. Barthold Niebuhr 2. Christopher Gottlob Heyne 3. Friedrich Schlegel
4. Friedrich August Wolf 5. Georges Cuvier 6. Charles Lyell

برده‌داری بود و با این حال او هم تصوری سلسله‌مراتبی از نژادهای انسان داشت که در آن جای سیاهان افریقا و بومیان استرالیا بین قفقازی‌ها و شمپانزه‌ها بود. او در کتاب تبار انسان فاصله‌ی انسان از میمون‌های آدم‌نما را به اندازه‌ی فاصله‌ی «بین سیاهان یا استرالیایی‌ها و گوریل» می‌شناسد.[۳۳]

یک شاگرد کوویه، لویی آگاسی[1]، در دهه‌ی ۱۸۴۰ به امریکا مهاجرت کرد و از برجسته‌ترین دانشمندان امریکاییِ دوران شد. او اولین بار افریقایی‌ها را در امریکا دید و هول کرد. در ۱۸۴۶ به مادرش در اروپا نوشت که از بودن در حضور آن بردگان سیاه که از یک «نژاد نازل و منحط»اند چندشش می‌شود:

> وقتی دست‌های کریه‌شان را به‌طرف بشقابم دراز می‌کردند تا برایم غذا بریزند، دلم می‌خواست بروم جای دیگری یک لقمه نان بخورم. برای سفیدها چه بدبختی است که در بعضی کشورها زندگی‌شان را به زندگی سیاه‌ها گره زده‌اند. خدا ما را از شر آن‌ها حفظ کند.[۳۴]

نفرت آگاسی از سیاهان به این نتیجه‌گیری «علمی» منجر شد که سیاه‌ها و قفقازی‌ها نه‌فقط دو نژاد مختلف بلکه دو نوع موجود کاملاً متفاوت‌اند. نتیجه‌گیری «علمی» او درباره‌ی نسبت افریقایی‌ها با تمدن از این قرار بود:

> این قاره‌ی متراکم افریقا جمعیتی دارد که مدام با نژاد سفید تماس داشته و از امتیاز الگوبرداری از تمدن مصر، تمدن فنیقی، تمدن عرب، ... برخوردار بوده و با این حال هرگز جامعه‌ی سیاه‌پوستِ به‌قاعده‌ای در آن به وجود نیامده است. آیا نمی‌توان نتیجه گرفت که این نژاد یک بی‌علاقگی خاصی، یک بی‌اعتنایی خاصی، به مزایای جامعه‌ی متمدن دارد؟[۳۵]

یک دانشمند برجسته‌ی دیگر قرن نوزدهم پل بروکا[2] بود که در دانشکده‌ی پزشکی پاریس درس می‌داد. او برای خودش این رسالت را قائل شده بود که مقایسه‌ی نژادهای انسان را شکلی کمّی بدهد تا «علمی»تر بشود. اگر قرار بود علم نژادی واقعاً علم باشد، باید با عدد و رقم کار می‌کرد. دیگرانی پیش از او هم سعی

1. Louis Agassiz 2. Paul Broca

کرده بودند با اندازه‌گیری و مقایسه‌ی حجم جمجمه‌ی نژادهای مختلف انسان این کار را بکنند. بروکا هم از همین راه رفت، ولی از روش‌های پیچیده‌تر و اندازه‌گیری‌های دقیق‌تری استفاده کرد. او هم مثل پیشینیانش گمان می‌کرد که شیوه‌ای کاملاً عینی برای اثبات برتری نژاد قفقازی و پستی نژاد سیاه پیدا کرده است. سرانجام او نتیجه گرفت که «نسبت قابل توجهی بین میزان هوش و حجم مغز وجود دارد». او مدعی شد که تحقیقاتش نشان می‌دهد «مغز در مردان نسبت به زنان و در نژادهای برتر نسبت به نژادهای پست‌تر بزرگ‌تر است».[۳۶]

بروکا نوشت لبّ مطلب این‌جاست: «گروهی با پوست سیاه و موی مجعد و پوزه‌ی پیش‌آمده هیچ‌وقت نتوانسته خودش تمدنی بسازد.»[۳۷] از نظر علم نخبه‌گرای قرن نوزدهم، خود عبارت «تمدن افریقا» جمع نقیضین بود. وجود چنین تمدنی اصلاً امکان نداشت.

موقعی‌که عده‌ای از معاصران بروکا با گفته‌های او درباره‌ی پستی نژاد سیاه مخالفت کردند، او آن‌ها را متهم کرد که اعتقادشان به برابری انسان‌ها نمی‌گذارد حقایق علمی را بپذیرند: «دخالت ملاحظات سیاسی و اجتماعیْ کم‌تر از عناصر مذهبی برای مردم‌شناسی زیانبار نبوده است.»[۳۸] ولی حالا در این بازنگری می‌بینیم اتفاقاً پیش‌فرض‌های اجتماعی خود بروکا بود که او را به نتیجه‌گیری‌های بی‌ارزشی درباره‌ی اندازه‌ی مغز، نژاد و هوش انسان کشاند.

ادعاهای علمی مورخان قرن نوزدهم را باید در این بستر ارزیابی کنیم. اگر بخواهیم منصف باشیم، باید بپذیریم که این محققان تقریباً هیچ سندی در مورد علم در بین‌النهرین یا مصر باستان در دست نداشتند. «همه‌ی اطلاعات ما از علم مکتوب مصر بر اساس یک یافته است» که در نیمه‌های قرن نوزدهم به دست آمد؛[۳۹] لوح‌های گلی بین‌النهرین را هم تا قرن بیستم نخوانده بودند. البته کسانی که در ابتدای فصل حاضر از آن‌ها نقل‌قول شد نمی‌توانند پشت این سپر از خود دفاع کنند.

گفتمان علمی قرن نوزدهم عناصر غیرنژادی هم داشت، که نمونه‌هایش مخالفان بروکا بودند؛ اما ایدئولوژی جریان اصلی تا مغزش نژادپرستانه بود. با این حال ما نباید به غرور متجددها دچار شویم و بر کسانی که عقایدشان را شرح دادیم احساس برتری فکری پیدا کنیم؛ مگر نه این‌که بین آن‌ها دانشمندان نامداری هم بودند مثل داروین و لایِل و کوویه! روشن است که اشتباه بزرگ آن‌ها ناشی از

بی‌سوادی آن‌ها نبود. اتفاقاً باید بیش‌تر فروتنی کنیم وقتی می‌بینیم که تعصبات اجتماعی چه آسان در «علم» جا خوش می‌کنند، و ببینیم کدام‌یک از باورهای ما به همین ترتیب ما را به بیراهه کشانده‌اند.

این نکته هم قابل توجه است که آنچه سرانجام شر نژادپرستیِ علنی را از سر علم کوتاه کرد نه اتفاقاتی در داخل خود علم، بلکه تحولاتی در متن وسیع‌تر جامعه بود که اهل علم را وادار به بازنگری در مفروضات نژادی‌شان کرد. هرچند شواهد علمی جدید عاقبت باعث ابطال نظریه‌های نژادپرستانه شدند، نابودی نهایی علم نژادیْ تازه بعد از خیزش موج بلند ضداستعماری، که جهان را پس از جنگ جهانی دوم درنوردید، اتفاق افتاد. هنگامی‌که دوران استعمار به سر رسید و دولت‌های جدید در افریقا و آسیا دانشگاه‌هایی از آنِ خود باز کردند، پژوهشگران رنگین‌پوستِ رسته از زیر سلطه‌ی اروپا دست به مبارزه با بنیان‌های نژادی علم استعماری زدند و آن را برانداختند.

سرانجام این‌که اگر «تاریخ علم مردم» نتواند ثابت کند این فرض علم نژادی قرن نوزدهم غلط است که سیاهان جنوب صحرای افریقا از تمدن‌سازی عاجزند، تاریخ بی‌کفایتی خواهد بود. تاریخ «کومبی صالح»[1] ــ بگذریم از گائو، جنّه، تیمبوکتو، و خیلی شهرهای دیگر افریقا ــ کافی است تا نادرستی آن فرض را نشان بدهد. بیش‌تر از هزار سال پیش، کومبی صالح مرکز اقتصادی پررونقی با ۱۵ـ۲۰ هزار نفر جمعیت در پادشاهی غنا، در غرب افریقا، بود. لندن و پاریس تازه صدها سال بعد به این اندازه رسیدند.

این نکته را هم باید در نظر داشت که بین تاریخ مصر باستان و تاریخ جنوب صحرای افریقا خط پررنگی نمی‌توان کشید. «تمدن مصر آشکارا تکیه بر تمدن‌های غنیِ پیش از پیدایش سلسله‌ها در مصر علیا و نوبیه دارد که منشأ افریقایی آن‌ها غیرقابل انکار است.»[۴۰] آبشخور پیش‌ازتاریخ تمدن مصر در قسمت‌های خیلی جنوبی ساحل رود نیل، یعنی از قلب صحرای افریقا، بود. افریقایی‌های جنوب صحرا بخش مهمی از جمعیت مصر در روزگار فراعنه را تشکیل می‌دادند و اغلب به اوج قدرت سیاسی هم دست پیدا می‌کردند. مجسمه‌ها، نقاشی‌های

1. Kumbi Saleh

دیواری و سندها نشان می‌دهند که بعضی از فرعون‌ها سیاه‌پوست بوده‌اند ــ مثلاً پپی اول[1] که حول و حوش سال ۲۳۶۰ پ.م. زندگی می‌کرد ــ و دوره‌هایی بوده که صفحات جنوب نیل بر سراسر مصر حاکم بوده‌اند.

هرودوت که در قرن پنجم پ.م. بارها به مصر سفر کرده است، می‌نویسد که مصری‌ها «سیاه‌پوست‌اند و موهای مجعد دارند».(۴۱) بعضی محققان می‌گویند که چون هرودوت زبان مصری نمی‌دانسته و بنابراین قادر به ارزیابی انتقادی اطلاعاتی که آن‌جا به او می‌داده‌اند نبوده است، به گزارش‌هایش درباره‌ی مصر نمی‌شود اعتماد کرد.(۴۲) اما گفته‌ی آن‌ها در این مورد صدق نمی‌کند، چون او درباره‌ی خصوصیات جسمانی مصری‌ها، آنچه را که با چشم‌های خودش دیده گزارش کرده است.(۴۳)

«علم یونان» دقیقاً چه بود؟

حالا که خودمان را علیه هلنوفیلیا واکسینه کردیم، یکسره برمی‌گردیم به سراغ علم در یونان باستان. با این‌که علم از یونان سرچشمه نگرفت، یونانی‌ها صاحب سهم بزرگی در پیشبرد آن بودند. دراین‌باره موزس فینلی[2] می‌نویسد:

> تا پایان دوره‌ی آرکائیک [= پیش‌ازتاریخ]، یونانی‌ها دانش تجربی فراوانی در زمینه‌ی کشاورزی، کالبدشناسی و تن‌کارشناسی انسان، مهندسی، فلزگری، کانی‌شناسی، ستاره‌شناسی و دریانوردی انباشته بودند. ما نه از کسانی که مشاهدات را انجام می‌دادند و اطلاعات را منتقل می‌کردند چیزی می‌دانیم و نه از روش‌های کار آنان؛ شاید به علت این‌که آن‌ها صنعتگرانی بودند که به شیوه‌ی دیرینه در خودِ کار تعلیم می‌دیدند و تعلیم می‌دادند و سر و کاری با خواندن و نوشتن نداشتند. اما نتایج عملی کار آن‌ها به‌وفور موجود است ــ سفالینه‌ها، ساختمان‌ها، مجسمه‌ها، انواع و اقسام ظروف غذاخوری، پیشرفت‌های دریانوردی. گرچه بسیاری از این‌ها از تمدن‌های قدیمی‌تر به ارث رسیده بود، خود یونانیان نیز بی‌گمان ابداعاتی به خرج داده بودند.(۴۴)

1. Pepy I 2. Moses Finley

در مقایسه‌ی علم یونان با علم پیشینیان آن‌ها، باید زیرساخت تکامل مادی را هم در نظر گرفت. تمدن‌های قدیمی‌تر در عصر مفرغ بودند، اما یونانیان در قرن هشتم پ.م. این امتیاز بزرگ را داشتند که پا به عصر آهن گذاشته بودند. از جمله پیشرفت‌های فرهنگیِ متعاقبِ این امر یکی هم بر جای ماندن شواهد بیش‌تری از تلاش‌های علمی آنان، از قرن ششم پ.م. به بعد، است. بر اثر این عدم توازن در ثبت تاریخی، این‌طور به نظر می‌آید که علم یونان جهشی بزرگ داشته است؛ بزرگ‌تر از آنچه در واقعِ امر بوده است.

علم یونان یک مقوله‌ی واحد نیست و نمی‌شود از آن مثل یک موضوع تاریخی مستقل بحث کرد؛ مرکب و چندوجهی است و در طول بیش از هزار سال به وجود آمده است. دوره‌بندی‌های دلبخواهی همیشه بحث‌انگیز بوده‌اند، ولی برای تجزیه و تحلیل خوب است دوره‌بندی را بر اساس یک نقطه‌ی عطف انجام داد. مهم‌ترین نقطه‌ی عطفش نقطه‌ای است که علم یونان را به دوره‌های پیش از سقراط و پس از سقراط تقسیم می‌کند.

دوره‌ی علم پیش‌ازسقراط تقریباً بخش اعظم قرن ششم و کل قرن پنجم پ.م. را در بر می‌گیرد و چنان‌که از نامش برمی‌آید تا زمانی‌که نفوذ سقراط به اوج رسیده است، یعنی کمابیش آغاز قرن چهارم، ادامه پیدا می‌کند. اسم آن نقطه‌ی عطف را «انقلاب سقراطی» گذاشته‌اند، چون باعث یک جابه‌جایی بزرگ در نگرش فلسفی از ماتریالیسم به ایدئالیسم شد. درحالی‌که خط فکری اصلی در دوره‌ی پیش‌ازسقراط بر اساس تقدم ماده بود، در دوره‌ی پس‌ازسقراط تفسیری از طبیعت غلبه کرد که ذهن در آن بر ماده مقدم بود. این تفاوت برای علم پیامدهای زیادی داشت.

دوره‌ی پیش‌ازسقراط برای «تاریخ علم مردم» اهمیت بیش‌تری دارد. گرچه معمولاً این دوره در قالب روایتی قهرمانانه به صورت زنجیره‌ای از افکار نبوغ‌آسای چند متفکر نابغه عرضه می‌شود، ارزش حقیقی آن در این واقعیت است که جریانی بر خلاف سلطه‌ی عده‌ای نخبه بر علم است. به قول بنجامین فارینگتون، «علوم نهادینه‌ی مصر و بابل را انجمن‌های روحانی به صورت یک سنت نسل به نسل منتقل کرده بودند. ولی آن جنبش علمی که در قرن ششم بین یونانی‌ها آغاز شد کاملاً غیرروحانی بود».[۴۵]

اندیشمندانی که روایت‌های سنتی از علم پیش‌ازسقراط زیر سایه‌ی سنگین آن‌هاست[۴۶] عبارت‌اند از طالس، آناکسیمنس[1]، آناکسیماندر[2] و هراکلیتوس[3]، که هیچ‌کدامشان در خود یونان نبودند و در مستعمرات یونان زندگی می‌کردند؛ در ساحل ایونیِ آسیای صغیر که امروزه بخشی از ترکیه است. سه نفر آن‌ها از یک شهرِ ایونی بودند، میلِتوس، و چهارمی اهل اِفِسوس بود. ما نگاهمان را به این چند نفر نمی‌دوزیم و فقط به آن بستر اجتماعی‌ای می‌پردازیم که سنت علمی مادیِ آن‌ها را به وجود آورد. لااقل در مورد طالس گفته‌اند که «پیشینیان بسیاری» در سواحل ایونی داشته است.[۴۷]

بستر اجتماعی ایونی

محیط جامعه‌ی یونانیان ایونی از زمین تا آسمان با محیط زندگی نیاکان مصری و بابلی آن‌ها تفاوت داشت. تمدن‌های زراعی قدیمی‌ترْ نظام‌های اجتماعی خودکامانه‌ای داشتند که دانش‌اندوزی، از جمله علم، در آن‌ها ملک طلق طبقات روحانی محافظه‌کاری بود که خود زیردست شاهان مستبد بودند. چنین جوّ اجتماعی‌ای سنت‌گرایی را تقویت می‌کند و خلاقیت را تضعیف.

در جهان یونانی و خاصه در کرانه‌ی ایونی، در حول و حوش قرن هشتم پ.م.، نظام اجتماعی بسیار متفاوتی جوانه زد. آن‌جا اقتصاد کاملاً زراعی نبود؛ فعالیت تجاری وسیعی، بر اساس اقتصاد فنیقی پیشین، شروع به رشد کرد. افزایش نقش تجارت باعث بالندگی طبقات اجتماعی غیرزارع شد: مغازه‌دار، کارخانه‌دار، صنعتگر، کشتی‌ساز، کشتیران. این طبقات اجتماعی، حتی در شهرها، فقط «کسری از جمعیت بودند، اما نفس وجود آن‌ها بُعد تازه‌ای به کیفیت جامعه و ساختار آن افزود».[۴۸] پلوتارک می‌نویسد که در جهان یونانی اوایل قرن ششم پ.م. «کار دیگر عار نبود و پیشه‌وری جایگاه اجتماعی پستی به شمار نمی‌رفت».[۴۹]

آبادی‌های یونانی تازه‌ای که در ساحل ایونی به وجود آمدند مراکز داد و ستد بودند. روغن و شراب و اسلحه و سفال و جواهر و پوشاک صادر می‌کردند و غله و ماهی و چوب و فلز و برده وارد می‌کردند. بخشی از سکنه‌ی این شهرهای ساحلی

1. Anaximenes 2. Anaximander 3. Heraclitus

مهاجرانی از سراسر یونان و اطراف آن و بخش دیگر از اهالی آسیای صغیر بودند. اینان پیشینه‌های گوناگون داشتند و به دور از محیط‌های سنتی خود در معرض انواع بینش‌ها و آداب «خارجی» بودند. وجود این جمعیت چندزبانه‌ی چندملیتی در یک اقتصاد بازرگانیِ پررونق زمینه‌ای برای جوشش فکری پدید آورد.

موقعی‌که طبقات کاسب و صنعتگر قدرت بیش‌تری پیدا کردند، شکل‌های جدیدی از حکومت به وجود آمد. اول، شاهان موروثی که بر دولت‌شهرهای مستقل ایونی حاکم بودند، جای خودشان را به آریستوکراسی‌های اشراف دادند. بعد در نیمه‌های قرن هفتم پ.م. ائتلاف‌هایی از مغازه‌دارها و تولیدکننده‌ها حکومت‌های اشرافی را برانداختند. آن‌وقت در قرن ششم «جبارهای اولیه» جانشین این الیگارشی‌های سوداگران شدند.

واژه‌های «جبار» (tyrant) و «جباری» (tyranny) امروزه معنی خوبی ندارد، ولی آن زمان فرق می‌کرد. حکومت جباری نوع تازه‌ای از حکومت بود که حکایت از بالا گرفتن جنگ طبقاتی بین بازرگانان ثروتمند و مردم عادی یا به‌اصطلاح عوام‌الناس (plebeians) می‌کرد. مردم یک نیروی سیاسی قوی شده بودند. برای منافعشان می‌جنگیدند و دست از کار می‌کشیدند و آشوب به پا می‌کردند. در ناآرامی‌ها معمولاً سیاستمدار سرشناسی پادرمیانی می‌کرد و مدعی نمایندگی منافع مردم می‌شد. اگر می‌توانست رهبری توده‌های مردم را به دست بگیرد، صاحب قدرت می‌شد و حکومتی تأسیس می‌کرد که اسمش را «حکومت جباری» می‌گذاشتند. این جبارهای اولیه اجداد معنوی دولتمردان عوامیِ امروزی بودند، کسانی مثل پرون[1] در آرژانتین یا ناصر در مصر. اما یکی دو نسل که گذشت، جبارها همانی شدند که امروزه از نامشان می‌فهمیم: سرکوبگر و منفور. ولی آن‌ها هم دوره‌ای داشتند و بعد سرنگون شدند و جای آن‌ها را در بعضی جاها دموکراسی‌ها گرفتند.

در ساحل ایونی، به‌خصوص یک شهر بود که بیش‌ترین جنب‌وجوش را داشت: میلِتوس. این شهر مخصوصاً توسعه‌ی دریایی بی‌سابقه‌ای پیدا کرده بود. ۹۰ مستعمره در دریای سیاه داشت و تقریباً کل تجارت در آن منطقه‌ی مهم را به

1. Juan Domingo Perón

انحصار خودش درآورده بود. استعمار این منطقه‌ی دریایی از حدود سال ۶۵۰ پ.م. شروع شد، یعنی تقریباً فقط ۵۰ سال پیش از زمانی که طالس، اولین فیلسوف مشهور، در میلتوس ظهور کرد.

کروسوس[1]، شاه لیدیه، مظهر ثروت در جهان باستان بود. با وجود این، رونق اقتصادی میلتوس چنان پولی به جیب طبقه‌ی کاسب سرازیر کرد که هر وقت شاه خودش نیاز به پول داشت، به سراغ بانکدارهای میلتوس می‌رفت و از آن‌ها قرض می‌کرد. ولی با ثروتمندشدن امیران کاسبکار میلتوس، قدرت سیاسی مردم هم بیش‌تر شد. در سال ۶۰۴ پ.م. یک حکومت جبار در میلتوس به وجود آمد؛ اما چند سال بعد برافتاد و شهرْ دو نسل گرفتار آشوب سیاسی شد. آن‌وقت یک حکومت مشروطه بر سر کار آمد؛ سپس یک حکومت جبار دیگر؛ و عاقبت یک دموکراسی، که تا ۵۴۶ پ.م.، که ایرانی‌ها میلتوس را گرفتند، بر شهر حاکم بود. این جابه‌جایی سریع حکومت‌ها از وجود جمعیت سیاسی فعالی خبر می‌دهد که سرکوب‌کردن یا مرعوب‌کردنش آسان نبوده است. این جوْ اجتماعی برای اندیشه و بیان هم یک آزادی نسبی به وجود می‌آورْد. شهر «آشفته‌بازار افکار» بود. طالس و آنا کسیماندر و آنا کسیمنس و هراکلیتوس را نباید نوابغی منزوی در نظر بگیریم. آن‌ها نمایندگان جنبش پرتکاپوی «علم مردم» بودند که از بطن یک مبارزه‌ی طبقاتی در جهان باستان به وجود آمده بود.

این دانشمندان- فیلسوفان [و به‌قولی حکیمان] یا خودشان تاجر بودند و یا شدیداً زیر نفوذ تاجرها؛ یعنی متفکرانی برج‌عاج‌نشین نبودند و شهروندانی سرشناس و پرجنب‌وجوش بودند. مثلاً گفته‌اند طالس سوداگر تیزهوشی بود. ارسطو درباره‌اش نوشته است:

> می‌گویند مهارتی که در علم نجوم داشت هنوز زمستان به سر نرسیده می‌دانست که سال بعد زیتون محصول خوبی خواهد داشت. بنابراین، به بهای اندکی ــ چون رقیبی نبود که قیمت را بالا ببرد ــ همه‌ی دستگاه‌های روغن‌کشی را از پیش کرایه می‌کرد. فصل برداشت که می‌رسید، ... پول هنگفتی به جیب می‌زد.[۵۰]

1. Croesus

این حکایت، حقیقت داشته باشد یا نه، نشان می‌دهد که تصور رابطه‌ای بین کسب‌وکار در ایونی و پیدایش علم در آن‌جا وجود داشته است.

تفسیرهای مادی اندیشمندان ایونی از طبیعتْ چیز تازه‌ی با ارزشی به درک علمی اضافه کرد. بسیاری از افکار آن‌ها را می‌شود مستقیم به فعالیت‌های اقتصادی جامعه‌ی آن‌ها ربط داد. به طور کلی، اقتصاد تجاری یونانیانِ ایونی تعیین‌کننده‌ی چگونگی شناخت ساز و کار طبیعت برای آن‌ها بود، چون تجارت در نوع نگاه انسان به دنیا و امور آن تأثیر می‌گذارد. چنان‌که کارل کاوتسکی می‌نویسد، عادت به دیدن همه‌چیز به صورت کالا و برحسب نسبت‌های پولیِ مجرد باعث می‌شود که تاجر «مقایسه انجام دهد و عنصر کلی را بین انبوهی از جزئیات منفرد پیدا کند، عنصر ضروری را در میان خیل عرضیّات و اتفاقات، عنصر تکرارشونده‌ای را که در شرایط معینی مکرراً حاصل می‌شود».[۵۱] دقیقاً به این شکل بود که طالس و آناکسیمنس و هراکلیتوس به مسئله‌ی مواد تشکیل‌دهنده‌ی جهان پرداختند و هرکدام در نظریه‌ای به این نتیجه رسیدند که کل ماده‌ی جهان از هوا و آب و آتش تشکیل شده است.

آناکسیمنس، در توضیح مادی پدیده‌های طبیعی، هوا را عنصر اصلی یا مادةالمواد عالم شناخت. او معتقد بود که ابرها در فرایندی شبیه «نمدمالی» از هوا تولید می‌شوند.[۵۲] در نمدمالی، نمدِ بافته تحت فشار زیادی قرار می‌گیرد. روشن است که آناکسیمنس نظرهایش درباره‌ی طبیعت را از شباهت‌هایی با کارهای تولیدی روزگارش نتیجه می‌گرفت.

هراکلیتوس هم به دنبال فهمی مادی از طبیعت بود، اما او آتش را مادةالمواد عالم شناخت. استعاره‌ای که او برای استدلال خودش به کار برد واقعاً گویاست: «همه‌چیز با آتش معاوضه می‌شود و آتش با همه‌چیز؛ همان‌طور که اجناس با طلا مبادله می‌شوند و طلا با اجناس.»[۵۳] با این‌که هراکلیتوس اشراف‌زاده بود ــ شاید حتی عضو خاندان سلطنت ــ تأثیر معاملات تجاری و واکنش‌های شیمیایی در تفکر او پیداست.

از طرف دیگر، این‌که آناکسیمنس و هراکلیتوس و بقیه‌ی فیلسوفان ایونی بیش‌تر متفکر بودند تا صنعتگر، از نقش آن‌ها در پیشبرد علم کم می‌کرد. اگرچه آن‌ها

نظر خودشان را در این مورد که طبیعت چگونه عمل می‌کند از کار صنعتگرها نتیجه می‌گرفتند، چندان آشنایی دست اولی با کار آن‌ها نداشتند و نیازی به اصلاح آن احساس نمی‌کردند و بنابراین نمی‌توانستند آن گنجینه‌ی مسائل و نظریاتی را از آن استخراج کنند که علم جدید را در دوره‌ی رنسانس به وجود آورد.[۵۴]

فیثاغورس و قضیه‌اش

همه‌ی رشته‌های علمِ پیش‌ازسقراط در ایونی پدید نیامدند. پایگاه فیثاغورس و پیروانش جنوب ایتالیا بود. هرچند معتقدان به «معجزه‌ی یونانی» طالس را پدر ریاضیات می‌دانند، نقش مهم فیثاغورس را در پیشبرد آن انکار نمی‌کنند؛ کسی که نامش تا ابد با قضیه‌ی مثلث قائم‌الزاویه مترادف شده است: مربعِ وتر برابر است با مجموع مربع‌های دو ضلع دیگر مثلث.

اما این انتساب دو ایراد بزرگ دارد. اول این‌که «قضیه‌ی منسوب به فیثاغورس را [ریاضی‌دانان بابل] بیش از هزار سال پیش از او می‌دانستند».[۵۵]

لوح بابلی که نشان می‌دهد ریاضی‌دان بابلی می‌توانسته طول قطر مربع را از روی طول ضلع آن حساب کند. پس او قضیه‌ی منسوب به فیثاغورس را پیش از او می‌دانسته.

تقریباً شکی نیست که این قضیه‌ی ریاضی را یونانی‌ها از بابلی‌ها گرفته‌اند؛ ولی حتی اگر خودشان هم آن را دوباره کشف کرده باشند، دیگر نمی‌شود آن را در اصل ابتکار یونانی‌ها دانست.

مهم‌تر این‌که واقعاً هیچ مدرک محکمی وجود ندارد که ثابت کند «مؤسس نیمه‌اسطوره‌ای فرقه‌ی فیثاغورس» اصلاً رابطه‌ای با ریاضیات داشته است. تصور فیثاغورس به‌عنوان ریاضی‌دان گویا اولین بار در اواخر قرن چهارم پ.م. پیدا شده.[۵۶] به قول والتر بورکِرت، «گزارش‌های ظاهراً باستانی درباره‌ی اهمیت فیثاغورس و شاگردانش در پایه‌گذاری ریاضیات با تلنگری می‌شکند». اولین نویسندگانی که فیثاغورس را با ریاضیات ارتباط داده‌اند هکاتایوس[1] و آنتیکلیدِس بوده‌اند که هر دو در حول و حوش سال ۳۰۰ پ.م.، یعنی بیش‌تر از دو قرن بعد از زمان فیثاغورس، می‌زیسته‌اند. شهرت ریاضی او را خیلی بعدتر نویسندگان دیگری از جمله یامبلیخوس (اواخر قرن سوم تا اوایل قرن چهارم میلادی) و پروکلوس (قرن پنجم) تحکیم کرده‌اند. بورکرت این‌طور نتیجه می‌گیرد که «ریاضیات یونانی نه حاصل مکاشفه‌ی حکیمی بود، نه در نهانخانه‌ی فرقه‌ای به وجود آمد که به این قصد تأسیس شده باشد».[۵۷] ادعای پیشگامی فیثاغورس در علم طب از این هم بی‌پایه‌تر است.[۵۸]

فیثاغورسی‌ها بذر نگاهی غیرمادی به طبیعت را پاشیدند که بعدها انقلابِ به‌اصطلاح سقراطی را به وجود آورد؛ انقلابی که از دیدگاه «تاریخ علم مردم» بیش‌تر برازنده‌ی نام ضدانقلاب است. میراث آن‌ها تأکید بر این نکته بود که شناخت طبیعت را باید نه با مشاهده بلکه با استدلال‌های مقدم بر تجربه به دست آورد. فارینگتون می‌نویسد: «بنابراین روش فیثاغورسی به فاجعه‌بارترین نتایج انجامید. موقعی‌که معلوم شد ریاضیات فیثاغورسی با طبیعت کاری ندارد،... کسانی که پیرو سنت فیثاغورس بودند طبیعت را کنار گذاشتند و به ریاضیات چسبیدند. ریاضیات به‌جای این‌که خادم باشد، مخدوم شد.» افلاطون، شارح عمده‌ی سقراط، مقصر اصلی این «پرستش ریاضیات» بود که «قرن‌ها بر تفکر اروپایی سایه افکند» و برای بشر بسیار گران تمام شد.[۵۹]

1. Hecataeus of Abdera

مفسری می‌نویسد که اگرچه «شکی نیست که افکار فیثاغورسی عواقبی ارتجاعی داشته‌اند، متعلق به عصری بعد از دوره‌ی خود فیثاغورس‌اند». فیثاغورسی‌های متقدم گویا بانی «اولین بیان اندیشه‌ی دموکراتیک بوده‌اند، یعنی عقل‌گرایی طبقه‌ی متوسط تاجر در مقابل سنت‌گرایی اشراف زمیندار»؛ و برای همین سرکوب شده‌اند.[۶۰] در این صورت شاید فیثاغورسی‌های متأخر اولین جنبش سیاسی‌ای باشند که طرز فکر خود را عوض کردند تا قدرت حاکم نابودشان نکند.

مکتب فکری پیش‌ازسقراطیِ دیگری که در جنوب ایتالیا پا گرفت جدایی عقل از طبیعت را به نهایت منطقی‌اش رساند. این مکتب را پارمِنیدِس در اِلِئا[1] تأسیس کرد. او مبلّغ «فلسفه‌ی جدیدی بود که به نام عقل، کل واقعیت دنیای محسوس را انکار می‌کرد».[۶۱] زِنون الئایی[2]، یکی از شاگردان پارمنیدس، چهار پارادوکس مشهور طرح کرد تا نشان بدهد که بعضی ادراکات حسی ما از جهان مادی با حقایق بدیهی ریاضی نمی‌خوانند. پارمنیدس و زنون هر دو از هواداران حزب اشرافی محافظه‌کار شهرشان بودند. حمله‌ی آن‌ها به علم تجربی و عشق آن‌ها به حقایق مطلق ریاضیات محض «حاکی از نیاز شدیدی به ثبات است که در زمان‌های ناامنی معمولاً در طرف بازنده بروز می‌کند».[۶۲]

معروف‌ترین پارادوکس زنون درباره‌ی مسابقه‌ی آشیل با لاک‌پشت است. برای لاک‌پشت این امتیاز را قائل می‌شوند که کمی جلوتر از آشیل مسابقه را آغاز کند. تا آشیل به نقطه‌ای برسد که لاک‌پشت از آن‌جا شروع کرده، لاک‌پشت تا نقطه‌ی X جلو رفته. تا آشیل به نقطه‌ی X برسد، لاک‌پشت به نقطه‌ی Y رسیده. تا آشیل به نقطه‌ی Y برسد، لاک‌پشت به نقطه‌ی Z رسیده. اگر این مراحل را بی‌نهایت دفعه هم تکرار کنید، می‌بینید که آشیل همیشه از لاک‌پشت عقب است. ولی البته در واقعیت، آشیل چنان سریع از لاک‌پشت جلو می‌زند که حیوان به گرد او هم نمی‌رسد. چگونه می‌شود این اختلاف «حقیقت» ریاضی با واقعیت مادی را رفع و رجوع کرد؟ زنون و مریدانش مثل فیثاغورسی‌ها تصمیم گرفتند واقعیت ریاضی را نگه دارند و جهان مادی را رها کنند. بنابراین اعلام کردند دنیایی که ما با حواسمان می‌شناسیم ــ یعنی

1. Elea 2. Zeno of Elea

هرچه می‌بینیم و لمس می‌کنیم ــ خیال است. به این ترتیب، از دانش‌پژوهان خواسته شد که در طبیعت سرک نکشند و طبیعت را تحقیر کنند.

اثر پارادوکس‌های زنون در حوزه‌ی ریاضیات این بود که «عدد از هندسه اخراج شد». اودوکسوس[1]، ریاضی‌دان دیگری که به مکتب افلاطون پیوست، هندسه‌ای به وجود آورد که «در آن می‌توان نسبت‌های فضایی را به صورت نمادین و کاملاً غیرعددی بیان کرد و بدون اندازه گیری مورد مطالعه قرار داد». افلاطون این نوع هندسه را شالوده‌ی «جهان مستقلی که از عقل محض خلق می‌شود» گرفت.(۶۳) این اوج ضدانقلابی بود که سنت علمیِ ایونی را برانداخت؛ سنتی را که برای شناخت طبیعت از مشاهده و تجربه با حواس استفاده می‌کرد. به نوشته‌ی فارینگتون، افلاطون «نماینده‌ی یک ارتجاع سیاسی در مقابل روشن‌بینی ایونیایی است؛ ارتجاعی که آرمانش دولت‌شهر برده‌دار، طبقاتی و میهن‌پرست افراطی بود که دیگر دوره‌اش گذشته بود».(۶۴)

اما در این بین چه بر سر حساب آمد که سر و کارش با عدد و رقم و محاسبات روزمره بود؟ تحت تأثیر نگاه تحقیرآمیز افلاطون به هرچه «آلوده به امور عملی بود»، حساب از چشم نخبگان فکری جهان یونانی افتاد و تبدیل شد به «رشته‌ای برازنده‌ی کاسبان فنیقی، نه یونانیان».(۶۵)

مکالمه‌ای افلاطونی، که پلوتارک نوشته است، نشان می‌دهد که افلاطون با چه انگیزه‌های اجتماعی و سیاسی، هندسه را به حساب ترجیح می‌داد. یکی از گویندگان، فلوروس، می‌گوید افلاطون اغلب سقراط را با لوکورگوس[2]، قانون‌نویس اسپارتی، مقایسه می‌کرد؛ و ادامه می‌دهد:

> می‌گویند لوکورگوس در اسپارت مطالعه‌ی حساب را به این عنوان که اثر دموکراتیک و مردمی دارد قدغن کرده بود و هندسه را برای حکومت الیگارشی معقول و سلطنت مشروطه بهتر می‌دانست. چون حساب، با استفاده‌ای که از اعداد می‌کند، همه‌چیز را برابر توزیع می‌کند؛ حال آن‌که هندسه، با استفاده‌اش از نسبت‌ها، چیزها را برحسب شایستگی توزیع می‌کند.

1. Eudoxus 2. Lycurgus

در توضیح این‌که منظور افلاطون چیست که می‌گوید «خدا همیشه کارش با هندسه است»، فلوروس یادآور می‌شود که هندسه به ما می‌آموزد برابری اجتماعی عین بی‌عدالتی است:

> چون آن چیزی که خیلی‌ها پی‌اش هستند بزرگ‌ترین بی‌عدالتی است و خدا از دنیا حذفش کرده تا دست کسی به آن نرسد؛ اما او توزیع چیزها را برحسب شایستگی نگه می‌دارد و حفظ می‌کند و آن را به طور هندسی، یعنی بر اساس تناسب و قانون، تعیین می‌کند.[۶۶]

بنابراین حساب را می‌توانیم ریاضیات «جبران بی‌عدالتی» بنامیم، درحالی‌که هندسه به اسم «شایستگی» از امتیازها دفاع می‌کند. توزیع چیزها «بر اساس تناسب» یعنی هر کس جیبش بزرگ‌تر است، سهم بیش‌تری از منابع جامعه می‌برد. اگر منطق فلوروس را نفهمیدید از خودتان ناامید نشوید؛ تقصیر از شما نیست. استدلال او به‌خوبی نشان می‌دهد که چرا علم افلاطون را نمی‌شود از نخبه‌گرایی شدید او و فلسفه‌ی سیاسی‌اش، که برخاسته از تحقیر «خیلی‌ها»ست، جدا کرد.

نخبه‌گرایی افلاطون

یکی از موضوع‌های همیشگی «تاریخ علم مردم» عقب‌ماندگی‌ای است که علتش اغلب سلطه‌ی نخبگان فکری بر علم بوده است. نابودی علم یونان بیش‌تر به سبب ساختار جامعه‌ی برده‌دارش بود نه افکار افلاطون. آتنی که افلاطون در آن زندگی می‌کرد علمی تجملی می‌پرورد که هیچ سهمی در فعالیت تولیدی نداشت. یک طبقه‌ی برده‌دار بزرگ، که خودش در شهر بود و درآمدش از کار بردگان در زمین‌های روستایی‌اش تأمین می‌شد، وقت آزاد برای سرگرمی‌هایی مثل نظریه‌پردازی انتزاعی زیاد داشت. وانگهی چون طبقات ممتاز «از برده‌ها مثل ماشین کار می‌کشیدند»، دیگر انگیزه‌ی اقتصادی برای پیشبرد فناوری نداشتند و هر دانشی هم که جنبه‌ی عملی پیدا می‌کرد با نگاه تحقیرآمیز آن‌ها روبه‌رو می‌شد.[۶۷] اما اگرچه جهان‌بینی افلاطون بازتاب نیروهای اجتماعی عمقی‌تری بود، از عوامل عمده‌ی دوهزار سال عقب‌ماندگی علمی بشر شد. شاید هیچ اندیشمندی در تاریخ بشر به اندازه‌ی افلاطون به علم آسیب نرسانده باشد.

افلاطون یکی از رک‌گوترین اندیشمندان تاریخ است. جالب این‌که خیلی‌ها او را بزرگ‌ترین اندیشمند آفریده‌ی دموکراسی آتن می‌دانند، درحالی‌که کم‌تر کسی به اندازه‌ی او از دموکراسی ابراز نفرت کرده است. نویسنده‌ی برجسته‌ی تاریخ علم، جورج سارتون، با دلیل و مدرک افلاطون را «پیرمردی غرغرو، سیاسی‌کاری کینه‌توز، و بیمناک و بیزار از توده‌ی مردم» معرفی می‌کند. سارتون او را به علت تمجیدش از فضایل اسپارتِ مستبد به باد انتقاد می‌گیرد و با امریکایی‌های دست‌راستی در جنگ جهانی دوم مقایسه‌اش می‌کند که «از فرط نفرت از حکومت خودشان حاضر به ستایش از فاشیست‌ها و نازی‌ها می‌شدند».[۶۸]

نخبه‌گرایی افلاطون دست‌کم به دو شکل مهم در علم تأثیر گذاشت. یک، او نظریه‌ی کاملی درباره‌ی نخبه‌گرایی علمی به وجود آورد که به کلی منکر شد که علم باید سودمند باشد و درعین‌حال حسابِ کار بدنی را یکسره از حساب علم جدا کرد. دو، برای این‌که برنامه‌اش پایگاه نهادین مستحکمی داشته باشد، مدرسه‌ای به اسم آکادمی باز کرد که بیش‌تر از ۹ قرن بی‌وقفه ناشر ارزش‌های علم نخبه‌گرا شد. با این‌که نهادهای علمیِ مهمِ دیگری هم در جهان یونانی به وجود آمدند، پرنفوذترین آن‌ها ــ لوکیون ارسطو و موسیون اسکندریه ــ همین بینش نخبه‌گرایانه را در پیش گرفتند و در این زمینه آکادمی را سرمشق خود قرار دادند.

یک عنصر اصلی دیگرِ نخبه‌گراییِ علمیِ افلاطون این ادعای او در کتاب جمهوری است که «کسی که شناخت علمی واقعی از چیزی دارد کسی نیست که آن را می‌سازد، کسی است که آن را به کار می‌برد». معنی و مصرف سیاسی این نظریه را آسان می‌شود فهمید: «برده‌ی سازنده‌ی چیزها نباید اجازه پیدا کند صاحب علمی بالاتر از علم ارباب مصرف‌کننده‌ی چیزها بشود.» افلاطون تاریخ علم نخبه‌گرا را با این «نظریه‌ی غیرتاریخی مضحک که بعد در دوران باستان شایع شد» آغاز کرد که «فنون را فیلسوفان اختراع کردند و به دست بردگان دادند».[۶۹]

استدلال‌های نخبه‌گرایانه‌ای که افلاطون علیه سوفسطاییان ــ معلمانی که او رقیب خودش می‌دید ــ مطرح کرد از این نظر قابل توجه‌اند که اسباب بی‌عدالتی تاریخی دیرپایی شدند. حمله‌های او به سوفسطاییان به‌اندازه‌ای کاری بود که

واژه‌ی «سوفسطایی» یا سفسطه‌گر تبدیل به صفتی شده است برای روشنفکرانی که با بحث‌های انحرافی حقیقت را تحریف می‌کنند. بسیاری از آن‌ها ــ مثل هیپیاس اهل اِلیس[1]، گورگیاس اهل لئونتینی[2]، و پروتاگوراس از آبدِرا ــ «کمک‌های بزرگی به علم کردند»، ولی به علت این‌که برای تدریس پول می‌گرفتند «از افلاطون که خودش ممر درآمد دیگری داشت سرزنش شنیدند».[۷۰] این عقیده‌ی اشرافی، که هر کس برای کارش پول می‌گیرد نمی‌تواند صاحب‌نظرِ بی‌طرفی درباره‌ی علم باشد، بدبختانه وارد بینش سردمداران «انقلاب علمی» هم شد.[۷۱]

دروغ مصلحتی

طنزِ دیگر تصویری است که از افلاطون در اذهان وجود دارد در مقام فیلسوفی که مظهر حقیقت و صداقت به‌عنوان عالی‌ترین فضیلت‌ها بود. واقعیت این است که افلاطون اعتقاد داشت حکومت فقط با دروغ می‌تواند حکومت کند و خودش «عمرش را وقف تزیین آن دروغ کرد».[۷۲] برای حفظ آن دروغ، افلاطون خواست که کتاب‌های مادّیون ایونی را نابود کنند و «دولت استفاده از کتاب کذاب خود او [قوانین] را به‌عنوان تنها اعتقادنامه‌ی رسمی کشور اجباری کند».[۷۳] او برای مخالفانِ نقشه‌های خودش خواستار مجازات مرگ شد. این بود آن آرمان‌شهر سیاسی که افلاطون در کتاب جمهوری تبلیغش را می‌کند. فارینگتون می‌پرسد: «کیست که به ۲۳ قرن فاجعه‌ی انسانی، بین ما و افلاطون، فکر کند و از خواندن پیشنهادهای او وحشت نکند؟»[۷۴]

اما این «دروغ مصلحتی» چه بود که افلاطون می‌خواست مرام رسمی کشور شود؟ خود او در مکالماتش او را این‌طور توصیف می‌کند؛ از قول یکی از هم‌سخنانش از خودش می‌پرسد: «پس ما چگونه می‌توانیم یکی از آن دروغ‌های لازم را که هم‌اکنون از آن سخن گفتیم طرح کنیم ــ فقط یک دروغ شاهانه؟» افلاطون جواب می‌دهد:

> پیشنهاد من این است که آن [دروغ بزرگ] را آهسته‌آهسته، نخست به حاکمان، سپس به سربازان، و آنگاه به مردم بگوییم.... در قصه‌مان به

1. Hippias of Elis 2. Gorgias of Leontini

شهروندان می‌گوییم شما برادرید، اما خدا همه را یکسان نساخته است. برخی از شما استعداد فرماندهی دارند و او در ترکیب اینان طلا آمیخته است و از این‌رو بیش‌ترین افتخار از آن ایشان است. گروهی دیگر را از نقره ساخته تا دستیار باشند. دسته‌ای دیگر را هم که باید به زراعت و صنعت بپردازند از برنج و آهن ساخته است. و انواع عموماً در فرزندان ادامه خواهند یافت.[۷۵]

به این ترتیب، «دروغ مصلحتی» افلاطون توجیه فکری نهایی نخبه‌گرایی شد: سلسله‌مراتب اجتماعی تغییرناپذیر است چون خدا آن را به وجود آورده و طبقه‌ی حاکم سزاوار حکومت است چون خدا آن را از جنس مرغوب‌تری آفریده. اشراف مردان طلایی‌اند اما کشاورز و صنعتگر از برنج و آهن. در همین برنامه‌ی ایدئولوژیک، افلاطون دو دین جداگانه هم اختراع کرد: یک دین انتزاعی پیچیده برای اهل فکر، یک دین زمخت با خدایان انسان‌نمای مذکر و مؤنث برای مردم عادی. آن‌وقت برای این‌که مردم به این دین دومی پایبند بمانند، پیشنهاد کرد که هر کس از آن روگردان شد، بار اول به پنج سال زندان و بار دوم به مرگ محکوم شود. فارینگتون می‌نویسد: «به این شکل، تجویز مجازات برای دگراندیشی در اروپا ظاهر شد».[۷۶] بعد از افلاطون، ارسطو هم به ارزش سیاسی دین پی برد. او دین را «افسانه»‌ای دید که ترویج آن «به‌خاطر اقناع مردم و به‌خاطر فواید قانونی و عملی آن» است.[۷۷]

بدبختانه نخبه‌گرایی افلاطون در دوران باستان محدود نماند. آثار آن را هنوز، حتی در قرن بیست و یکم، به‌وضوح می‌بینیم. معماران سیاست خارجی امریکا، که به افغانستان و عراق لشکرکشی کردند، از مریدان پر و پا قرص فیلسوف سیاسی لئو اشتراوس[1] اند که خودش از ارادتمندان افلاطون بود. شِیدیا دروری[2] که تألیفات بسیاری درباره‌ی عقاید اشتراوس و عواقب آن‌ها دارد می‌گوید: «اشتراوس می‌خواهد یارانش را متقاعد کند که حکومت آن‌ها طبیعی است.»[۷۸] دروری اضافه می‌کند که «لئو اشتراوس اعتقاد زیادی به تأثیر و فایده‌ی دروغ در

1. Leo Strauss 2. Shadia Drury

سیاست داشت» و «موضعش را با توسل به تعبیر افلاطونیِ دروغ مصلحتی توجیه می‌کرد». نفوذ اشتراوس بیش‌تر از همه‌جا در استفاده‌ی دولت بوش از فریبکاری و دروغ‌های شاخدار برای قبولاندن لزوم جنگ با عراق به مردم امریکا خودش را نشان داد. «آن فیلسوفان باستانی که اشتراوس بیش‌ترین دلبستگی را به آن‌ها داشت، معتقد بودند که مردم بی‌سر و پا شایستگی حقیقت یا آزادی را ندارند و دادن این گوهرهای گران‌بها به آن‌ها مروارید در پای خوکان ریختن است.»[۷۹]

ارزیابی سهم افلاطون در علم

افلاطون مطلقاً چیزی به ریاضیات اضافه نکرد، اما در نقش یک مدیر فکری، سهم عمده در دادن شکل ریاضی به علم داشت. با این‌که او کار عملی را تحقیر می‌کرد، استفاده‌های بعدی یونانیان از ریاضیات در علم بیش‌تر بر اساس معلومات صنعتگران بود. مثلاً در قرن سوم پ.م. که ارشمیدس شالوده‌ای ریاضی برای علم استاتیک سیالات فراهم آورد، «قبلاً کارهای عملی بسیاری در زمینه‌ی لوله‌های زانویی، ساعت‌های آبی و ابزارهای شناوری انجام گرفته بود».[۸۰]

از ریاضیات که بگذریم، بسیاری از مورخان بر این باورند که افلاطون تأثیر واقعاً مخربی در علم به طور کلی داشته است. فارینگتون در مورد او و سقراط می‌نویسد که «نگاه تحقیرآمیز آن‌ها به دنیای مادی از عوامل اصلی مرگ علم در جهان یونانی بود». «مخالفت شدید آن‌ها با تحقیق مادیْ یک‌جانبه و ارتجاعی بود و عواقب شومی داشت.» از آن پس «ریاضیات و اخلاق و الاهیات با هم کلاف سردرگمی ساختند به اسم علوم پیشینی (a priori) یعنی مقدم بر تجربه و مستقل از تجربه».[۸۱]

گفتیم که ایدئالیسم افلاطون نمودار واکنشی اشرافی به ماتریالیسم ایونی بود. ایونیایی‌ها علم را با مراجعه‌ی مستقیم به طبیعت و نتیجه‌گیری از محسوسات جست‌وجو می‌کردند. افلاطون درست در جهت مخالف حرکت می‌کرد و فقط با نتیجه‌گیری از حقایق پیشینی به علم می‌رسید، و این روشی است که شناخت علمی طبیعت را به کلی منتفی می‌کند. به گفته‌ی جورج سارتون

دیدگاه افلاطونی برای شاعران و مابعدالطبیعه‌دانان دلربا بود، چون گمان

می‌کردند شناخت خدا را ممکن می‌کند؛ اما بدبختانه شناخت علمی دنیوی‌تر را غیرممکن کرد. روش افلاطونیِ حرکت از کلّی به جزئی، از مجرد به مشخص، شهودی و سریع و سترون است.... روش عکس آن... یعنی حرکت از جزئیات معلوم به کلیات مجرد، آهسته ولی پربار است. همین روش بود که کم‌کم راه را برای علم جدید باز کرد.[۸۲]

تلقی ضدتجربی افلاطون از شناخت طبیعت رفته‌رفته بر جهان یونانی حاکم شد و بعد به اروپای قرون وسطا به ارث رسید. هرچند امروزه افلاطون را صاحب تألیفات بسیاری از جمله جمهوری و قوانین می‌دانیم، علمای اروپایی تا پیش از نیمه‌های قرن دوازدهم میلادی فقط یک مکالمه‌ی عجیب او به نام تیمایوس را می‌شناختند. این اثر در اروپای قدیم نفوذی «فراوان و بیش‌تر زیانبار» داشت و «تا امروز منبع تاریک‌اندیشی و خرافه‌پرستی» و «مظهر نابخردی و کوته‌بینی» مانده است.[۸۳]

تیمایوس نظریه‌ای درباره‌ی عالم مطرح کرد برای توجیه آرای سیاسی‌ای که در جمهوری مطرح شده بود. افلاطون در آن برای توضیح دین عُلوی (نجومی) خودش از استدلالی شبه‌ریاضی استفاده کرد که عالمان زودباور آن را با نجوم واقعی اشتباه گرفتند:

توفیق نجوم افلاطون، مثل ریاضیاتش، از برکت مجموعه‌ای از بدفهمی‌ها بود. فیلسوفان گمان می‌کردند او جواب‌هایش را با نبوغ ریاضی‌اش به دست آورده.... او معما می‌گفت و آن‌ها از ترس این‌که متهم شوند که ریاضیاتشان ضعیف است، نمی‌گفتند که آن را نمی‌فهمند.... تقریباً همه فریب می‌خوردند، یا از جهل و کبر خودشان یا از سرسپردگی به مراجع نادان. سنت افلاطونی تا حد زیادی خلاصه می‌شود در زنجیره‌ای از کلی‌گویی‌ها.[۸۴]

طب یونانی و سنت بقراط

میراث افلاطون باعث شده است که بسیاری از مورخان ادعا کنند رویکرد یونانیان به تحقیق در طبیعت همیشه رویکردی نظری بوده و کار تجربی و روش‌های تجربی جایی در علم یونان نداشته است. یکی از استثناهای فراوانی که این تعمیم را

نادرست نشان می‌دهند علم طب یونان است. مدرسه‌ی پزشکی معروف کوس[1] که کانون سنت بقراط بود، «اولین نهاد علمی‌ای است که رساله‌های کاملی از آن به ما رسیده است».[۸۵] حدود ۶۰ رساله‌ای که مجموعه‌ی منسوب به بقراط را تشکیل می‌دهند، حکایت از دانش وسیعی بر اساس مشاهده و تحقیق و تجربه می‌کنند که اهل طب در طول نسل‌ها ثبت کرده‌اند. در این رساله‌ها، «شاهد دفاع از علم، علم متکی به تجربه و مشاهده، در مقابل تاخت و تاز فیلسوفانی هستیم که با نظریه‌های حاضر و آماده‌ی خودشان درباره‌ی طبیعت انسان ــ که با گمانه‌زنی درباره‌ی جهان به آن‌ها رسیده‌اند ــ وارد میدان می‌شوند و سعی می‌کنند که طب را هم به مدار آن‌ها بکشانند».[۸۶]

مجموعه‌ی آثار بقراطی «کاملاً شایستگی نام علم را دارد». این تألیفات بیانگر «درک روشنی از پزشکی بر اساس مشاهده‌ی رفتار بدن انسان در هر دو حالت تندرستی و بیماری، بر مبنای تجربه و ثبت نتایج» است.[۸۷] از قرار معلوم، نویسندگان آن‌ها خودشان را جزئی از کوششی دسته‌جمعی می‌دیدند که در گرو همکاری نسل‌های بسیاری از پزشکان و پژوهشگران بود. این آگاهی در قالب مثلی لاتینی ماندگار شد: «زندگی کوتاه است، ولی علم بلند.»[۸۸]

اما نسبت‌دادن این سنت علمی به فقط یک مرد به اسم بقراط و مشهورشدن او به «پدر طب» بیش‌تر از آن‌که تاریخ باشد، قصه است. مدرسه‌ی کوس (که البته همه درسی داشت و مخصوص پزشکی نبود) در اوایل قرن ششم پ.م.، یعنی بیش‌تر از یک قرن پیش از تولد بقراط، دایر بود و قدیمی‌ترین نوشته‌هایی، که مجموعاً به بقراط منسوب شده‌اند، متعلق به قبل از او هستند. حتی سوگند مشهور به «سوگند بقراط» ــ بیانیه‌ی اصول اخلاقی‌ای که پزشکان قسم می‌خورند آن‌ها را رعایت کنند ــ «حالا معلوم شده که نویسنده‌اش از پزشکان پیرو بقراط نبوده، بلکه از مریدان فرقه‌ی دینی فیثاغورسیان بوده است» در قرن چهارم پ.م..[۸۹] خود مجموعه‌ی بقراطی هم گواهی می‌دهد که در زمان قدیم‌تری به وجود آمده. نویسنده‌ی کتاب طب قدیم[2] می‌گوید که کشفیات «صورت‌گرفته در طی دوره‌ای طولانی» نشان داده است که «طب از دیرباز کیفیت‌های لازم برای تبدیل‌شدن به علم را داشته است.»[۹۰]

1. Cos 2. *On Ancient Medicine*

در واقع سرچشمه‌ی طب یونانی همان‌قدر از بقراط دور بوده که بقراط از ما دور است.

بزرگ‌ترین رقیب مدرسه‌ی کوس در کنیدوس[1] بود که فاصله‌ی زیادی با آن نداشت. کوس و کنیدوس هر دو در حوالی میلتوس بودند و طبی را که آن‌جا در قرن‌های ششم و پنجم پ.م. پا گرفت مطمئناً باید به حساب جنبش روشنگری ایونی گذاشت. در مورد این‌که چه‌جور کسانی دانش پزشکی را به وجود آوردند، اِروین آکِرنِکت[2]، مورخ برجسته‌ی طب، به «موقعیت اجتماعی غیرعادی و ناامن طبیب یونانی» اشاره می‌کند که «مثل فروشنده‌ی دوره‌گردی باید از این شهر به آن شهر می‌رفت» تا نان بخور و نمیری برای خودش فراهم کند. «قشر بالایی، که او از قِبلش گذران زندگی می‌کرد، معمولاً آن‌قدر نازک بود که او نمی‌توانست به اتکای آن همیشه یک جا بماند.» به همین علت است که در شرح حال‌هایی که در مدرسه‌ی کوس از بیماران می‌گرفتند، کم‌تر اثری از مردم خود این شهر می‌بینیم. پزشک یونانی هم مثل صنعتگرها «بیش‌تر با شاگردی پیش یک استاد آموزش می‌دید تا با حضور در مدرسه».[(۹۱)] این پزشکان دوره‌گرد را نمی‌توانیم از نخبگان جامعه بدانیم، ولی گرایش آن‌ها به خدمت به «قشر بالایی» نشان می‌دهد که بدشان نمی‌آمده به نخبگان بپیوندند. آن‌ها در نوشته‌های خودشان سعی دارند صاحبان قدرت و ثروت را قانع کنند که طب آن‌ها برتر از طب شفاگران سنتی است.

گذشته از پزشکان، گروه شغلی دیگری ــ مربیان ورزشی و معلم‌های ورزش و مدیران ورزشگاه‌ها ــ هم سهم مؤثری در سنت بقراطی داشتند. همین‌ها بودند که

> طرز معالجه‌ی شکستگی و دررفتگی را یاد گرفتند و سطح بالای رساله‌های جراحیِ مجموعه‌ی آثار بقراطی تا حدود زیادی نتیجه‌ی تجربه‌اندوزی آن‌هاست.... اهمیت این راه‌های تجربی و تحقیقی برای تکامل طب بقراطی جای اغراق ندارد.[(۹۲)]

پس علم پزشکی در یونان با کار عملی و حرفه‌ای به وجود آمد؛ و همین مسیر را دنبال کرد تا دست‌کم قرن سوم پ.م. که هِروفیلوس[3] و اِراسیستراتوس[4]، در

1. Cnidos 2. Erwin Ackernecht 3. Herophilus 4. Erasistratus

موسیون اسکندریه، کالبدشناسی و تن‌کارشناسی (آناتومی و فیزیولوژی) را به زیر پرچم علم نخبه‌گرا کشاندند. اساس مطالعه‌ی آن‌ها تشریح منظم جسد انسان بود. (گفته‌اند کالبدشناسان اسکندرانی هم بدن محکومان به مرگ را زنده‌زنده تشریح می‌کردند، اما این قبیل ادعاها از چند قرن بعد شروع شده است.)

اواخر دوران باستان، سنت پزشکی در زیر سایه‌ی جالینوس از اهالی پرگامون قرار گرفت که زمانی بین سال‌های ۱۶۱ و ۱۸۰ میلادی طبیب مخصوص مارکوس آورلیوس[1]، امپراتور روم، بود. اگرچه جالینوس شخصاً کمک‌های بزرگی به علم پزشکی کرد، سایه‌ی سنگین او مانعی در راه پیشرفت بیش‌تر این علم شد. آکرنکت بر «تأثیر فلج‌کننده‌ی تألیفات او در طب قرون وسطا و اوایل عصر جدید» تأکید کرده است.[۹۳]

اولین توفیقات جالینوس در کالبدشناسی و تن‌کارشناسی انسان «به بهای کار دشوار و ناخوشایند کالبدشکافی جانوران مرده و زنده به دست آمد».[۹۴] اما وقتی‌که او رهسپار رم شد و به کار در دربار امپراتور پرداخت، گویا ترفیع مقامش باعث تغییر روش کارش شد:

> جداشدن جراحی از طب موقعی شروع شد که جالینوس در رم جراحی را تقریباً کنار گذاشت. در جامعه‌ی برده‌دار رم، کار یدی را دون شأن بزرگان می‌دانستند و جراحی یک کار یدی به شمار می‌رفت.[۹۵]

جداشدن جراحی از طب ــ که به ضرر هر دوشان تمام شد ــ تقصیر جالینوس تنها نبود؛ جامعه هم آن را اقتضا می‌کرد. طب را حرفه‌ی خواص می‌دانستند، ولی جراحی را صدها سال بود که « سلمانی‌ها، دلاک‌ها، جلادها، خوک‌اخته کن‌ها، و شیادها و شارلاتان‌ها انجام می‌دادند». با وجود این، «جراحی کمابیش کیفیت خود را حفظ کرد تا قرن شانزدهم که همان سلمانی‌های بی‌نام و نشان آن‌قدر قدرت و مهارت به دست آوردند که بزرگ‌ترین جراحان تاریخ را تقدیم جامعه‌ی بشری کردند».[۹۶] پس یادمان باشد همین « سلمانی‌های بی‌نام و نشان» بودند که این رشته‌ی مهم علمی را از اول تا قرن شانزدهم حفظ کردند.

1. Marcus Aurelius

این‌که چطور از قرن شانزدهم فلج طب خواص رو به بهبود گذاشت، در فصل ۵ قصه‌اش را خواهیم گفت.[۹۷] در این بین توجه داشته باشید که سایه‌ی سنگین مرجعیت جالینوس بر سر علم پزشکی باز کم‌تر سد راه علم شد تا مرجعیت مرد دیگری که حکمای قرون وسطا هیچ‌کس را به اندازه‌ی او شایسته‌ی نام «فیلسوف» نمی‌دانستند: ارسطو.

ارسطو

میراث ضدتجربی افلاطون را نامی‌ترین شاگرد او، ارسطو، تا حدودی تعدیل کرد. نفوذ او در معارف اروپایی و اسلامی بر نفوذ خود افلاطون پیشی گرفت. ارسطو در نوجوانی به آکادمی افلاطون پیوست و نزدیک بیست سال را در زیر سایه‌ی استاد گذراند. بعد از مرگ افلاطون، ارسطو از آکادمی جدا شد و مدرسه‌ی لوکیون را باز کرد و آن‌جا به نقد تأثیر مخرب بعضی از افکار افلاطون در علم پرداخت. ارسطو در پژوهش‌های زیست‌شناختی گسترده‌اش خاکی‌تر عمل کرد و برای مطالعه‌ی طبیعت از حواس استفاده کرد، که مورد تنفر افلاطون بود.

ولی از طرفی دیگر، ارسطو در دو زمینه‌ی مهم وفادارترین جانشین افلاطون بود. اولاً، او پرچمدار علم نخبه‌گرا شد، که در سازماندهی لوکیون خودش را نشان داد. فارینگتون توضیح می‌دهد که چگونه بر اثر نفوذ ارسطو، این تعبیر از علم به‌عنوان «حریم فرهنگی گلچینی از شهروندان با اتکای به کار رعایا و بردگان» تقویت شد و در نتیجه، علم «کاملاً صورت نظری به خود گرفت و مصارف عملی خودش را از دست داد».[۹۸]

ارسطو کارگران یدیِ تأمین‌کننده‌ی مایحتاج زندگی را لایق شهروندی نمی‌دانست:

> او برای این‌که تولیدکنندگان را از شهروندان مستثنی کند دلیل جالبی می‌آورد. می‌گوید تولیدکنندگان برای دولت لازم‌اند اما جزو آن نیستند، مثل مزرعه‌ای که برای نگهداری گاو لازم است ولی جزو گاو نیست. در جامعه‌ای که این‌جور استدلال‌ها را جدی می‌گرفتند، علم از انحصارات و امتیازهای آدم‌هایی بود که از نظر اقتصادی مستقل بودند، و دارای کارکرد اجتماعی

تصور نمی‌شد؛ ارزش آن بیش‌تر به‌عنوان رشته‌ای بود مخصوص افرادی که طبیعت ساخته بودشان برای این‌که متفکر شوند.[۹۹]

ثانیاً، ارسطو ادامه‌دهنده‌ی اصلی انقلاب سقراطی علیه طبیعت‌شناسی مادی ایونی بود. هرچند او زیر بار این نظر افلاطون نرفت که واقعیت غایی در روابط ریاضی مجرد نهفته است، نگاهی غایت‌شناسانه به طبیعت را پیش کشید که نهایتاً نتایج فلسفی‌اش کم‌تر از آن ایدئالیستی نبود. این تلقی غایت‌شناسانه را او از مشاهدات زیست‌شناختی‌اش به دست آورد. توجه کرد که از میوه‌ی بلوط همیشه درخت بلوط می‌روید و از تخم‌مرغ همیشه مرغ به وجود می‌آید. نتیجه گرفت که تکوین آن‌ها باید تابع تدبیر ذاتی آن‌ها باشد. سپس این فرض را بسط داد و استدلال کرد که پس کل طبیعت باید پیرو طرحی ذاتی باشد. آن‌وقت ایمان آورد که هرچه در عالم رخ می‌دهد متوجه یک هدفِ مقدر (از پیش تعیین‌شده) است. ولی آیا طرحی کیهانی یک طراح کیهانی لازم ندارد، یک عقل کل که زمام همه‌چیز به دست او باشد؟ ارسطو خودش معتقد بود که فلسفه‌اش نیاز به یک موجود متعالی ذی‌شعور ندارد، اما اعتقاد او به پیروی طبیعت از منطقی درونی باعث می‌شد که برای توضیح پدیده‌های طبیعی از قیاس با اعمال ذهنی استفاده شود. بنابراین در فلسفه‌ی طبیعی ارسطو هم، مثل فلسفه‌ی افلاطون، ذهن به ماده اولویت پیدا کرد.

میراث علمی ارسطو، هرچند تمامش ارزش یکسان نداشت، بالقوه بسیار سازنده‌تر از میراث معلم او بود. از معایب آن این بود که تکیه به همان نوع روش مقدم بر تجربه داشت که دانش‌پژوهی افلاطون را هم سترون می‌کرد. اما او برخلاف افلاطون ابایی از پذیرفتن شواهد چشم و دست و اندام‌های حسی دیگرش در کسب اطلاعات زیستی و اجتماعی نداشت. ولی در نهایت، نوشته‌های ارسطو در زمینه‌ی زیست‌شناسی و جامعه‌شناسی «فقط همان چیزهایی را که هر کشاورز و ماهیگیر یا سیاستمداری می‌دانست با نظم و ترتیب برای اهل علم توضیح می‌دادند».[۱۰۰]

اما ماهیگیرهای ارسطو گاهی هم او را گمراه می‌کردند. این نتیجه‌گیری او که آب گرم زودتر از آب سرد یخ می‌بندد به «اهالی پونتوس» نسبت داده می‌شد «که وقتی روی یخ برای ماهیگیری چادر می‌زنند (یعنی یخ را سوراخ می‌کنند و ماهی

می‌گیرند)، روی قلابشان آب گرم می‌ریزند تا زودتر یخ بزند، چون از یخ مثل سرب برای ثابت نگه‌داشتن قلاب استفاده می‌کنند».[۱۰۱]

بعد از ارسطو چند نفر از نخبگان علمی اسکندریه روش تجربی او را خصوصاً در طب به کار بستند. اما علم ارسطویی در سفر تاریخی خود از مسیر بیزانس و جهان اسلام وقتی سرانجام به اروپای قرون وسطا برگشت، تبدیل به عقایدی جزمی شد که تحقیق در ساز و کار طبیعت را تقریباً فلج کرد. نخبگان فکری اروپای قرون وسطا ارسطو را عالی‌ترین مرجع دنیا در هر زمینه‌ای از شناخت طبیعت می‌دانستند. آن‌ها اختلاف‌های خودشان را در مورد مسائل علمی نه با استفاده از مشاهده یا تجربه، بلکه با مراجعه به «متون مقدس فیلسوف» حل می‌کردند.

گرچه مقصر آن بیش‌تر از این‌که خود ارسطو باشد جانشینان متعصب و محافظه کار او، یعنی عالمان مدرسی اروپای قرون وسطا بودند، فلسفه‌ی ارسطو حکم بیراهه‌ای توان‌فرسا را در تاریخ علم پیدا کرد. گمان می‌رفت که فلسفه‌ی ارسطو همه‌ی مسائل کلی علم را جواب داده باشد، اما «اولین کار علم جدید در دوره‌ی بعد از رنسانس این بود که نشان بدهد بیش‌تر این جواب‌ها یا غلط‌اند یا مهمل. چون این روند نصف بیش‌تر یک دوره‌ی ۱۴۰۰ ساله را اشغال کرد، به‌جرئت می‌شود گفت که علم یونان بیش‌تر از این‌که کمک‌رسان باشد، نقش ترمز را بازی کرد».[۱۰۲]

کلبی‌ها، رواقی‌ها، اپیکوری‌ها

لوکیون ارسطو رقیب آکادمی افلاطون شد، ولی آن هم مدرسه‌ای نخبه‌گرا بود و فقط جوانان طبقات ممتاز را می‌پذیرفت. اما در مقابل آن‌ها سه مدرسه‌ی غیرنخبه‌گرا هم در آتن باز شد که سعی کردند پشتیبانی مردم کوچه و بازار را به دست آورند. این مدرسه‌ها متعلق به کلبی‌ها، رواقی‌ها و اپیکوری‌ها بودند. کلبی‌ها به‌خصوص گرایش به پابرهنگان و ستم‌کشان داشتند. برای همین، اسم تفکر آن‌ها را «فلسفه‌ی پرولتاریای یونان» گذاشته‌اند.[۱۰۳]

کلبی‌ها اجداد معنوی بیت‌نیک‌ها و هیپی‌های دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ بودند. اعتراض اجتماعی آن‌ها شکل مخالفت متظاهرانه با هنجارهای حاکم را به خودش

گرفت. آن‌ها هم مثل هیپی‌ها مخالف‌خوان‌هایی بودند که برای از خواب پراندن شهروندان خوش‌خیال به طور تحریک‌آمیزی به زندگی قراردادی پشت پا زدند. کلبی‌ها مثل هیپی‌ها توجه زیادی هم جلب کردند، ولی روی‌هم‌رفته پدیده‌ای گذرا بودند. معلم‌های کلبی دست‌کم تا پایان قرن دوم میلادی به تعلیم عقاید خودشان ادامه دادند، و معروف‌ترین آن‌ها، دیوژنِ سینوپی[1]، تا مدتی بعد هم قهرمانی محبوب در قلوب مردم باقی ماند. اما هنوز چیزی از مرگ او (حدود ۳۲۰ پ.م.) نگذشته بود که رواقی‌ها گوی سبقت را از کلبی‌ها ربودند. بنیان‌گذار رواقی‌گری، زنون از اهالی کیتیون[2]، خودش از شاگردان یک شاگرد نورچشمی دیوژن، به اسم کراتِس[3]، بود.

توجه رواقی‌ها به طبیعت با خاستگاه اجتماعی آن‌ها بی‌ارتباط نبود. دومین رهبر برجسته‌ی مکتب آن‌ها، کلِئانتِس از آسوس[4]، «نه‌فقط از پرولتاریا بود بلکه به آن افتخار هم می‌کرد.»[۱۰۴] معلم‌های رواقی بیش‌تر آسیایی بودند و قابل درک بود که از میهن‌پرستی افراطی مکتب‌های افلاطون و ارسطو منزجر باشند. ویلیام تارن[5] درباره‌ی آن میهن‌پرستی می‌نویسد:

> افلاطون می‌گفت بربرها همه به حکم طبیعت دشمن‌اند و باید با آن‌ها جنگید و حتی اسیر یا نابودشان کرد. ارسطو می‌گفت بربرها همه به حکم طبیعت بَرده‌اند، خصوصاً اگر آسیایی باشند؛ آن‌ها صفات برازنده‌ی آزادی را ندارند و باید مثل برده با آن‌ها رفتار کرد.[۱۰۵]

جواب رواقی‌ها مبتنی بر نظر مخالفی درباره‌ی طبیعت بود. آن‌ها بر یکسانی فطری انسان‌ها تأکید داشتند و آرمانشان همبستگی نوع بشر بود.

افسوس که رواقی‌ها به اصولشان وفادار نماندند. آن‌ها فعالیتشان را با ستیزه‌جویی با وضع موجود آغاز کرده بودند، ولی با رشد نهضتشان و استقرار آن رفته‌رفته برای کسب احترام و مقبولیت به قدرت‌های حاکم نزدیک شدند. در نهایت، «سرنوشت رواقیگری، مثل مسیحیت در دوره‌های بعد، این بود که تکیه‌گاه همان نوع جامعه‌ای بشود که اول کمر به نابودی‌اش بسته بود».[۱۰۶]

1. Diogenes of Sinope 2. Zeno of Citium 3. Crates 4. Cleanthes of Assos
5. William Tarn

مکتب سوم، مکتب اپیکور، آرزو داشت که منادی «علم برای مردم» باشد. اپیکوری‌ها می‌خواستند «نهضتی باشند که به ضعفا، به مردم عادی، شهامت و اعتمادبه‌نفس بدهند».[۱۰۷] حربه‌ی مسلکی (ایدئولوژیک) آن‌ها علم بود.

اپیکوری‌ها مخالفان عمده‌ی انقلاب سقراطی در اواخر دوران باستان بودند. رئیس مکتب، اپیکور، می‌گفت افلاطون از خرافات مذهبی استفاده‌ی سیاسی کرده است. او افلاطون را به‌تمسخر «مرد طلایی» می‌خواند و اشاره‌اش در این گفته به دروغ مصلحتی افلاطون بود.[۱۰۸] دراین‌باره جورج سارتون می‌نویسد: «تفاوت بزرگ افلاطون با اپیکور در این بود که اولی ابایی از بهره‌برداری از ناآگاهی و زودباوری مردم نداشت، درحالی‌که دومی همه‌ی تلاش خودش را کرد تا ناآگاهی و زودباوری مردم را ریشه‌کن کند.»[۱۰۹]

اپیکور «اولین کسی در تاریخ است که جنبشی برای رهایی بشر از بند خرافه به وجود آورد».[۱۱۰] بعدها در قرن دوم پ.م. مورخی به اسم پولوبیوس[1] مدعی شد که دین اصولاً دروغی ساختگی برای رام‌کردن توده‌های سرکش است:

> چون دیده‌اند مردم دمدمی‌مزاج‌اند و مالامال از امیال غیرقانونی و عصبیت نامعقول و سوداهای افسارگسیخته، تنها چاره را در این دیده‌اند که با خلق لولوهای اسرارآمیزی آن‌ها را مهار کنند.... زیرا، به گمان من، قدما آن افکار مبتذل درباره‌ی خدایان و اعتقاد به مجازات در هادِس [دوزخ] را بی‌غرض و بدون نقشه پیش نکشیده‌اند.[۱۱۱]

البته این تصور خامی بود. دین توطئه‌ی حاکمان نبود، اما استفاده‌ی ابزاری از دین در پایان قرن چهارم پ.م. یک واقعیت سیاسی بود. در بستر کشمکش‌ها و آشوب‌های اجتماعیِ پیامد فروپاشی امپراتوری اسکندر، بعد از مرگ او در سال ۳۲۳ پ.م.، محافل حکومتی به طور بی‌سابقه‌ای به استفاده‌ی ابزاری از دین روی آوردند.

اپیکوری‌ها با این جریان درافتادند، ولی آن‌ها انقلابی‌های سیاسی نبودند. آن‌ها خرافات را افشا کردند، اما سر به سر حکومتی‌ها نگذاشتند و برای همین مکتب

1. Polybius

آن‌ها هفت قرن زنده ماند. انفعال سیاسی و بینش نسبتاً بدبینانه‌ی مکتب اپیکور از جذابیت آن کم می‌کرد و نمی‌گذاشت که جنبش مردمی اصیلی بشود. اگرچه مدرسه‌ی آن‌ها برخلاف مدارس دیگر آتن زن‌ها و برده‌ها را هم می‌پذیرفت، پایگاه اجتماعی آن نه عوامی بود و نه اشرافی، بلکه «مردمی بودند که در دولت‌شهرهای ناپایدار امپراتوری اسکندر و امپراتوری روم در شکاف بین طبقات حاکم و قشرهای فرودست گیر افتاده بودند و در مقابل نابسامانی‌ها و خطرهای زمانه پناهگاهی اخلاقی می‌جستند».[۱۱۲]

برعکس رواقی‌ها، اپیکوری‌ها از اصولشان کوتاه نیامدند. ثبات اندیشه‌ی آن‌ها در طول بیش از هفتصد سالی که مکتب آن‌ها دوام آورد حیرت‌انگیز است. نوع علمی که آن‌ها طرفدارش بودند علم ایونیایی مادیونی از قبیل لئوکیپّوس[1] و دموکریتوس بود، واضعان نظریه‌ی اتمی ماده، که افلاطون و ارسطو از آن بیزار بودند.[۱۱۳] اپیکوری‌ها اشتغال علمی نداشتند و اطلاعی از مشارکت مستقیم آن‌ها در شناخت طبیعت در دست نیست، ولی مخالفت آن‌ها با مرجعیت علمی افلاطون و ارسطو ابعاد چشمگیری داشت. هرچند این مخالفت آن‌ها تقریباً هیچ تأثیری در محافل علمی نخبگان تا بیش از هزار سال بعد بر جای نگذاشت، سرانجام در قرن هفدهم میلادی «فیلسوفان مکانیکی» به جایگاه آن‌ها پی بردند و از آن‌ها قدرشناسی کردند.

علم نخبه‌گرای پس از ارسطو

بعد از مرگ ارسطو در سال ۳۲۲ پ.م.، مدرسه‌ی لوکیون به مدیریت یکی از شاگردان ممتاز او به نام تئوفراستوس همچنان کانون علم در یونان باقی ماند. اما کمی پس از مرگ تئوفراستوس لوکیون بسته شد و پرچم رهبری علم نخبه‌گرا به موسیون در اسکندریه انتقال یافت. موسیون معرف ورود علم تحت‌الحمایه‌ی دولت در مقیاس وسیع به جهان یونانی شد. بطالسه، سلسله‌ی مقدونی‌ای که نزدیک سیصد سال از زمان فروپاشی امپراتوری اسکندر تا ظهور دولت روم (۳۳۰ـ۳۰۵ پ.م.) در مصر فرمانروایی داشت، از هیچ خرجی برای جذب «برترین مغزها» به

1. Leucippus

موسیون مضایقه نکرد «و از حدود صد استاد کرسی‌های سلطنتی که تحت حمایت دستگاه بودند عده‌ی واقعاً قابل توجهی نامشان را به‌عنوان نیک‌خواهان بشر برای آیندگان باقی گذاشتند».[۱۱۴]

> کار علمی موسیون... بسیار تخصصی بود و این تخصص علاوه بر آن‌که سابقه نداشت، تا دو هزار سال بعد هم نظیری نیافت. تک‌بودن شهروند یونانی بیش از پیش در آن منعکس بود. جهان علم اکنون چندان وسعت داشت که بتواند جمع نخبه‌ی فهیم قدرشناسی برای کارهای نجومی و ریاضی فراهم آورد، در حدی چنان تخصصی که حتی شهروند باسواد متوسط هم آن را نمی‌فهمید و قشرهای پایین‌تر با حیرتی توأم با سوءظن به آن نگاه می‌کردند.[۱۱۵]

هزینه‌ی خواهر موسیون، کتابخانه‌ی اسکندریه، را هم دولت تأمین می‌کرد. ولی بسیاری از دانش‌های نهفته در آن سرقتی بود. بطالسه «هر کتابی در کشتی‌های پهلوگرفته در اسکندریه می‌یافتند مصادره می‌کردند. به صاحبش نسخه‌ای از آن می‌دادند... و اصل‌ها را به کتابخانه می‌فرستادند». جایگاه اجتماعی کسانی هم که در این دو سنگر علم نخبه‌گرا کار می‌کردند قابل توجه است: «در جهان یونانی، کارهای اداری را هم، مثل خیلی از انواع دیگر کار برده‌ها می‌کردند.»[۱۱۶]

برخلاف شعار افلاطون که علم نباید کارکردی داشته باشد، بطالسه از تحقیقاتی که هزینه‌شان را می‌پرداختند، انتظار نتایج عملی داشتند. ولی بیش‌تر علاقه‌مند به رشته‌های مهندسی نظامی و غیرنظامی بودند تا به یافتن راه‌هایی برای بالابردن سطح عمومی زندگی. به همین علت، علم یونانیِ رسمی در دوره‌ی موسیون، با این‌که کاملاً عقیم نبود، در چارچوبی قرار داشت که بیش‌تر در خدمت منافع یک طبقه‌ی حاکم توسعه‌طلب بود و در دوره‌ی رومی‌ها هم به همین منوال ماند. با وجود خدمات ارزشمندی که در قرن دوم میلادی کلادیوس بطلمیوس (که البته نسبتی با سلسله‌ی مصری قبلی نداشت) به نجوم و جغرافیا کرد و جالینوس در کالبدشناسی و تن‌کارشناسی انجام داد، تا این زمان

> علم یا دیگر آن توان را از کف داده بود یا از ابتدا نتوانسته بود نیروی مؤثری در زندگی جامعه بشود. در عوض، تصوری از علم به وجود آمده بود که آن را

در یک مجموعه مطالعات انسانی برای اقلیتی ممتاز خلاصه می‌کرد. علم شده بود یک استراحت، یک زینت، یک موضوع تفکر. دیگر وسیله‌ای برای تغییردادن شرایط زندگی نبود.[۱۱۷]

از طرف دیگر، همه‌ی شناخت طبیعت در اسکندریه منحصر به موسیون و کتابخانه نبود:

در مکانیک بود که عصر هلنیستی [عصر بعد از اسکندر] بیش‌ترین کمک را به علوم طبیعی کرد. اولین انگیزه را احتمالاً وجه فنی آن فراهم آورد. صنعت یونان، خصوصاً در کار با فلزات، پیش از اسکندر به قله‌ی مرتفعی رسیده بود.... می‌دانیم که انبوهی از ابزارهای ظاهراً جدید در حول و حوش قرن سوم پ.م. پیدا شدند، ولی از زادگاه آن‌ها بی‌خبریم. احتمالش زیاد است که از یافته‌های مهاجمان در میان ماشین‌آلات سنتی پیشرفته‌ی صنعتگران محلی بوده باشند، که بعد مهندسان باسواد یونانی درباره‌شان نوشته‌اند و آن‌ها را بیش‌تر تکامل بخشیده‌اند.[۱۱۸]

اما در علم مواد، اندیشمندان اسکندرانی «چون اکراه داشتند کاری انجام بدهند که دستانشان را آلوده کند، چندان پیشرفتی در شیمی نکردند».[۱۱۹] ولی در این بین، صنعتگران هلنیستی در حال پیشرفت چشمگیری در این زمینه بودند. بعضی از اطلاعات آن‌ها در مورد شیمی در پاپیروس‌هایی که «نشان می‌دهند برای استفاده‌ی کارگران ماهر تهیه شده‌اند»[۱۲۰] ثبت شده است. این اسناد در قرن سوم میلادی نوشته شده‌اند، اما از کار کیمیاگری در دو قرن قبل از آن هم حکایت می‌کنند.

روی‌هم‌رفته «شیمی‌دانان اسکندرانی نبوغ حیرت‌انگیزی در اختراع قرع و انبیق و کوره و تشتک و تُنگ و صافی و دیگر تجهیزات آزمایشگاهی، مشابه آنچه امروزه به کار می‌رود، از خود نشان داده‌اند». گفتنی است که «نام‌های زنانه هم در میان این کیمیاگران پیدا می‌شود». به‌خصوص یکی از آن‌ها، مریم یهودی[1]، «گفته می‌شود وسایل زیادی اختراع کرده». نام او روی ظرف آب گرمِ بَن‌ماری[2] که هنوز به

1. Mary the Jewess 2. bain-marie

کار می‌رود، باقی مانده است. «اسکندرانی‌هایی که کیمیاگری را به وجود آوردند و هزار و پانصد سال علاقه‌مندان به تغییرات شیمیایی را تحت تأثیر قرار دادند» بی‌گمان سزاوار جایگاه بلندی در تاریخ علم‌اند.[۱۲۱] سیر تداومی که کیمیاگران اسکندرانی را به علم جدید وصل می‌کند از اروپای اوایل عصر جدید می‌گذرد؛ اروپایی که کیمیاگری در آن هنوز «از آنچه ما امروزه به اسم متالورژی، شیمی، یا علم مواد می‌شناسیم غیرقابل تفکیک بود».[۱۲۲]

پیش از بستن این مبحث، کمی هم از روی تاریک آن ــ جنبه‌ی رازآمیز آن ــ بگوییم. کیمیاگری همیشه با رازورزی پیوند خورده و این پیوند در اسکندریه‌ی هلنیستی محکم‌تر از همیشه بوده است. تبدیل‌های ظاهراً معجزآسایی که صنعتگران در کوره‌های سوزان خود انجام می‌دادند، چنان تأثیر نیرومندی در تخیل فیلسوفان نوافلاطونی داشت که آن‌ها را به بافتن نظامات مابعدالطبیعی خیال‌انگیزی با استعاره‌های کیمیایی وامی‌داشت. در نتیجه «به اصطلاحات کیمیاگری، که خود به اندازه‌ی کافی گیج‌کننده بودند، انبوهی از نظریات فلسفی هم اضافه شد که گرچه از اصطلاحات شیمیایی استفاده می‌کردند، تقریباً هیچ معنای شیمیایی‌ای از آن به دست نمی‌آمد». فیلسوفان رازورز کیمیاگران کارورز را خوار می‌داشتند و آنان را «پفو» می‌خواندند (که اشاره به استفاده‌ی آن‌ها از دَمی بود که با آن در آتش می‌دمیدند). اما همین کیمیاگران بودند که «کیمیاگری را حفظ کردند و پیش بردند تا تبدیل به علم شیمی شد، حال آن‌که دیگران، غرقه در بحر نام‌گذاری‌ها و نظریه‌بافی‌های گنگ، هیچ کمکی به شیمی نکردند».[۱۲۳]

علم رومی؟

«علم رومی» را مورخان عموماً ترکیبی ضد و نقیض شمرده‌اند، اما دستاوردهای خیره‌کننده‌ی رومیان در زمینه‌ی فناوری از شناخت فراوانی از فرایندهای طبیعی خبر می‌دهد. به‌جز چند معمار و مهندس مشهور آن‌ها، مثل ویتروویوس[1] و فرونتیوس[2]، اکثر دارندگانِ این شناخت از طبقات زیردست بوده‌اند و خدمات آن‌ها جایی ثبت نشده است.

1. Vitruvius 2. Frontinus

عمده اثر علمی مستند در روم باستان تاریخ طبیعی پلینی بزرگ بود. نویسندگان تاریخ علم برای این‌که ببینند در قرن اول میلادی چه اطلاعاتی در چه زمینه‌ای وجود داشته، به این کتاب وزین پلینی مراجعه می‌کنند. اما پلینی، دیودوروس سیکولوس[1] (سیسیلی)، و دیگر دانش‌نامه‌نویسان رومی همه متکی به اطلاعاتی بودند که از اهل فن می‌گرفتند. به قول جان برنال، « تألیفات آن‌ها بیش از فهرست‌هایی پراکنده از مشاهدات عادی آهنگرها و آشپزها و کشاورزها و ماهیگیرها و طبیبان نبود ».[۱۲۴] غالباً « این نویسندگان فقط همان چیزی را که می‌خواندند یا می‌شنیدند می‌نوشتند، بدون این‌که خودشان واقعاً شناختی از آنچه توصیف می‌کردند داشته باشند ».[۱۲۵] ولی ایراد سنت دانش‌نامه‌نویسی فقط این نبود که **تولید علم نمی‌کرد**؛ این هم بود که « چون علم را به صورت حقیقتی انکارناپذیر بی هیچ روش‌شناسی‌ای به دیگران منتقل می‌کرد، **علم را تحلیل می‌برد** ».[۱۲۶]

حکیمان یونانی- رومی، بطلمیوس و جالینوس، نمایندگان اوج علم نخبه‌گرا در اواخر عهد باستان کلاسیک بودند، که بعد از آن در سراشیب افتاد. علم « تقریباً ملک طلق اشراف شده بود و در نتیجه صورت انتزاعی و ادبی پیدا کرده بود، چون خودپسندی فکری آن‌ها مانع از دستیابی فرزانگان به گنجینه‌ی عظیم دانش عملی‌ای می‌شد که در سنت‌های صنعتگرانِ کم و بیش بی‌سواد محبوس بود ».[۱۲۷]

در قرن پنجم میلادی که قربانیان امپراتوری روم سر به شورش برداشتند و آن را نابود کردند، فرهنگ باسوادها از جمله علم آن‌ها تقریباً به طور کامل در جهان غرب از میان رفت. اما فناوری باستانی « برخلاف علوم، بیش‌تر دوام آورد و کم‌تر چیزی از دست داد. در واقع به‌جز جاهایی که پای مقیاس به میان می‌آمد، مثلاً در ساختن جاده یا آبگذر، اصول آن کامل منتقل شد ».[۱۲۸] بنابراین سنت‌های شفاهی صنعتگران بی‌سواد از کتب علما بادوام‌تر درآمد و علم استمرار خودش را بیش‌تر مدیون اولی شد تا دومی. در مورد به‌اصطلاح « بربرها »یی که امپراتوری روم غربی را فتح کردند، به نظر می‌رسد که آن‌ها نسبت به رومی‌ها فناوری زراعی پیشرفته‌تری داشته‌اند.[۱۲۹]

علم نظری در بخش یونانی‌زبان شرقی امپراتوری روم از بین نرفت، اما

1. Diodorus Siculus

زیر فشار بنیادگرایی افلاطونی و ارسطویی دچار رکود شد. علمای بیزانس [= امپراتوری روم شرقی] سنت‌های علم یونانی را حفظ کردند، تا این‌که ظهور انفجاری اسلام در قرن هفتم راه را برای احیای آن‌ها هموار کرد.

علم در جهان اسلام

از نظریه‌ی «معجزه‌ی یونانی» نظریه‌ی دیگری نتیجه می‌شود که ادعا می‌کند هیچ اتفاق علمی مهمی در دوره‌ی معروف به «قرون تاریک» یعنی «قرون وسطا» نیفتاده است ــ بگذریم که خود همین اصطلاح‌ها در مورد قرن‌های ۶ـ۷ تا ۱۱ـ۱۲ میلادی را بر فرض محوریت اروپا ساخته‌اند. قصه این‌طور ادامه پیدا می‌کند که میراث یونانی را غیرآریایی‌هایی در جهان اسلام حفظ کردند و بعد دوباره به اروپای آریایی تحویلش دادند و کارشان چیزی نبود جز این حفظ و انتقال. آن‌وقت علم یونانی دومرتبه در اروپا، جایی که مردمان بانبوغش قدر آن را می‌دانستند، ریشه گرفت و رشد کرد.

این تصویر کاملاً غلط است. علوم اسلامی صرفاً بازتابی انفعالی از دستاوردهای یونانیان نبود؛ از ایران و هندوستان و چین هم بسیار مایه داشت و خود یک سهامدار بزرگ در عرصه‌ی علم بود. روشن‌تر از هرجا می‌توان آن را در زمینه‌ی ریاضیات دید اما نه‌فقط در ریاضیات. درحالی‌که یونانی‌ها تقریباً تنها به هندسه چسبیده بودند و حساب را فقط مناسب کارهای حقیر عملی می‌دیدند، ریاضی‌دانان مسلمان شیوه‌ی شمارش موضعی بر پایه‌ی ده را از هند وارد کردند و چنان به پردازش آن پرداختند که به فکر یونانی‌ها هم نمی‌رسید. شواهد آن در زبان‌های اروپایی پیداست: واژه‌های الگوریتم (که در اروپای اوایل عصر جدید معنی «حساب» پیدا کرد) و الگبرا هر دو ریشه‌ی عربی دارند. واژه‌های سینوس (جَیب) و کسینوس (جیب تمام)، که آن‌ها هم برساخته از لغات عربی‌اند، از مشارکت مسلمانان در توسعه‌ی مثلثات گواهی می‌دهند.

البته حقیقت دارد که علم نخبه‌گرا در جهان اسلام ارکان یونانی داشت و با ترجمه‌ی آثار شاخص علم یونانی به زبان عربی آغاز شد. گسترش خلافت اسلامی به مصر و سوریه و سرزمین‌های یونانی‌مآب دیگر دسترسی مستقیم به متون اصلی معارف یونانی را ممکن ساخت. نهضت ترجمه، که در عهد بنی‌امیه در قرن هفتم

میلادی شروع شد، پس از روی کار آمدن بنی‌عباس در نیمه‌های قرن هشتم شتاب گرفت. در سال ۸۳۲ میلادی / ۲۱۶ قمری، بنی‌عباس مرکز علمی بزرگی در بغداد به نام بیت‌الحکمه دایر کردند و فرهیختگانی از سراسر جهان اسلام را به آن‌جا کشاندند و آن‌ها را به ترجمه‌ی آثار یونانی در زمینه‌ی طب و نجوم و ریاضیات گماشتند.

بنی‌عباس در سال ۱۲۵۸ میلادی / ۶۵۳ قمری با استیلای مغول‌های نامسلمان بر بغداد سرنگون شدند، ولی حمایت از علم اسلامی با همان قوت ادامه پیدا کرد. هلاکو، خان مغول، رصدخانه‌ای با دانشمندان مسلمان در مراغه‌ی ایران تأسیس کرد و «این واقعه آغازگر فصول مهم دیرپاتری در تاریخ علم مسلمانان بود».[۱۳۰] حامیان علم در جهان اسلام همان انگیزه‌ای را داشتند که بطالسه قرن‌ها پیش‌تر در اسکندریه داشتند: امید به دستاوردهایی عملی برای تسهیل کار کشورداری.

اما علمای مسلمان صرفاً مترجم یا محرر نبودند. آن‌ها از خودشان هم تفسیرهای نقادانه‌ی مفصلی، گاهی بر اساس مطالعات علمی خودشان، به پیکره‌ی علم یونانی افزودند. در قرن دوازدهم که دانش‌پژوهی در اروپا کم‌کم جان تازه‌ای گرفت، آثاری از ارسطو و جالینوس که از منابع عربی بازیابی شدند از صافی ذهن تفسیرگر ابن‌رشد و ابن‌سینا و رازی و دیگران گذشته بودند. اما این معارفِ تازه به‌سرعت در قالب نوعی بنیادگرایی که مانع از کسب دانش بیش‌تر درباره‌ی طبیعت می‌شد متصلب شدند. متفکران اروپایی از بعضی از این حکیمان مسلمان هم مثل ارسطو و جالینوس بت ساختند و آن‌ها را تبدیل به مراجع مقدس خود کردند. برای مثال، مدرسان طب و پزشکان اشرافی اوایل عصر جدید اروپا نوشته‌های ابن‌سینا و رازی را عملاً وحی منزل می‌دانستند.

معمولاً تصور می‌شود که علم اسلامی فقط با کار مسالمت‌آمیز مترجمان دانشمند به غرب منتقل شده است؛ ولی مصادره‌ی خشونت‌آمیز هم در آن جای خود را داشت. مصادره به دنبال جنگی که منجر به نابودی حکومت اسلامی در اسپانیا شد اتفاق افتاد. «هرچند جاذبه‌ی فلسفه‌ی کهن انگیزه‌ی اصلی جنگ صلیبی غرب در اَندلُس نبود ــ چون جنون جهاد و حرص غنیمت‌گیری انگیزه‌های قوی‌تری بودند ــ کسب معارف عرب از مهم‌ترین نتایج **رِکونکوئیستا** [بازپس‌گیری اسپانیا] بود.»[۱۳۱]

این مختصر در مورد علم اسلامی فقط برای نشان‌دادن نادرستی این ادعای هلنوفیلی که جهان اسلام صرفاً حکم دایه را برای علم داشته است، گفته شد؛ ولی ارتباط مستقیمی با تاریخ علم مردم ندارد. بیش‌تر علم مستند جهان اسلام کار نخبگان فکری تحصیل‌کرده‌ای در خدمت طبقات حاکم بود و یک گروه اندیشمند بزرگ بر سراسر تاریخ آن سایه افکنده‌اند. اما برای مثال طب اسلامی با ابن‌سینا و رازی یا با ترجمه‌ی جالینوس به عربی آغاز نشد:

> خاور نزدیک و خاور میانه، پیش از اسلام، طبی سنتی مشابه طب مدیترانه داشتند. ... برای خون‌گرفتن (حجامت)، بادکش می‌کردند و زالو می‌انداختند و بعد جای آن را با میل می‌سوزاندند. زخم‌ها را با علف شورآبِ قلیایی ضدعفونی می‌کردند و با خاکستر جلوی خون‌ریزی را می‌گرفتند. ... طب عملی می‌توانست کار هر کسی باشد، ولی آن‌هایی که مثل حجّام‌ها تخصص بیش‌تری داشتند برای کارشان دستمزد می‌گرفتند. ... تازه در اوایل قرن نهم بود که طب علمی در جهان اسلام به وجود آمد.[۱۳۲]

کیمیاگری (alchemy) ــ واژه‌ی دیگری که ریشه‌ی عربی دارد و واژه‌ی «شیمی» از آن ساخته شده[۱۳۳] ــ بیش‌تر علمِ صنعتگرانِ گمنام بود. در یونان، این علم « زندگی زیرزمینی داشت، چون شاغلان آن ــ نمدمال‌ها، رنگرزها، شیشه‌گرها، سفالگرها، داروسازها ــ مطرود جامعه بودند ».[۱۳۴] ولی در جهان اسلام خیلی از اطلاعات آن‌ها ثبت می‌شد و اولین نوشته‌ها در این زمینه به کیمیاگری به نام جابر بن حیان از قرن هشتم میلادی منسوب است.[۱۳۵]

این‌که آیا جابر یک شخصیت حقیقی بوده است یا اسم مستعار مشترکی برای عده‌ای کیمیاگر دقیقاً معلوم نیست.[۱۳۶] در هر دو صورت، بیش‌تر از دوهزار کتابی که به این «پدر شیمی عرب» نسبت می‌دهند حکایت از همکاری کیمیاگران بسیاری در طول قرن‌ها دارد.[۱۳۷] در کتاب‌ها این نظریه جلب توجه می‌کند که تفاوت فلزات با یکدیگر به سبب نسبت جیوه و گوگرد آن‌هاست؛ فرضیه‌ای که نفوذ زیادی در تاریخ علم مواد داشت.[۱۳۸] اطلاعاتی هم در آن‌ها هست از واکنش‌هایی شیمیایی که کیمیاگران به‌وسیله‌ی آن‌ها می‌توانند برای مثال آرسنیک یا آنتیموان را از سولفیدهای آن‌ها جدا کنند یا مثلاً کربنات سرب به دست بیاورند.

شناخت نهفته در شیمی عربی-اسلامی را بعدها نخبگان دانشمندی از قبیل رازی، پزشک ایرانی، مستند کردند. مشهورترین اثر رازی، کتاب سرّالاسرار، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های شیمیایی است که فقط می‌توانسته در کارگاه‌های عده‌ای صنعتگر به دست آمده باشد. شوق دانشمندان مسلمان به شناخت صناعت‌ها پیش‌زمینه‌ی برنامه‌ی فرانسیس بیکن بود که بعدها از محورهای اصلی «انقلاب علمی» شد.

ظهور شیمی را نمی‌توان جدای از کاربردهای عملی آن فهمید. این علم «در صنایع شیمیایی محلی کشورهای اسلامی با اولین تولید گسترده‌ی موادی از قبیل سود و زاج سفید و زاج سبز و شوره و نمک‌های دیگری که، به‌ویژه در صنعت پارچه، قابل صدور و مصرف در سراسر جهان بودند» نضج گرفت.[۱۳۹] کیمیاگران «نشادر را کشف کردند و قلیاهای سوزآور را تهیه کردند». (واژه‌ی لاتینی alkali هم آوانگاشته‌ی واژه‌ی عربی «القلی» است که نام کربنات سدیم بود.) همچنین

> آن‌ها به خواص مواد حیوانی و اهمیتشان برای شیمی پی بردند و در مقیاس وسیعی از تقطیر تخریبی این مواد برای تجزیه‌ی آن‌ها به «اجزای اصلی»شان استفاده کردند. روش آن‌ها برای طبقه‌بندی کانی‌ها پایه‌ای شد برای اغلب نظام‌هایی که بعدها در غرب به کار رفتند. شیمی بیش‌تر از آن‌که معمولاً تصور می‌شود به کیمیاگران مسلمان مدیون است. آن‌ها سهم بزرگی در پیشبرد این علم داشتند.[۱۴۰]

جان برنال نتیجه‌گیری می‌کند که «اطبا، عطاران، و فلزکاران مسلمان بزرگ‌ترین خدمتشان را به علم در زمینه‌ی شیمی انجام دادند. توفیق آن‌ها در این مورد تا اندازه‌ای به علت رهاییِ نسبتاً زیاد آن‌ها از قید تعصبات طبقاتی بود که یونانی‌ها را از کار بدنی به دور نگه می‌داشت».[۱۴۱]

علم در چین سنتی

کیمیاگران مسلمان نه‌فقط از پیشینیان هلنیستی بلکه از وام‌گیری‌های خود از چینیان نیز بهره‌مند بودند. به طور کلی اگر نقش سازنده‌ی فناوری در تاریخ علم چنان‌که باید و شاید درک شود، جای تردید باقی نمی‌ماند که «رود علم چین به دریای علم

جدید ریخته است».[۱۴۲] اهمیت آن رود جای اغراق ندارد. چین سرچشمه‌ی انبوهی از نوآوری‌های فنی بسیار مهم بود که سرانجام به اروپا راه یافتند و انقلاب علمی را پدید آوردند:

> نه‌فقط آن سه تایی که لرد بیکن نام برده (چاپ، باروت، قطب‌نمای مغناطیسی) بلکه صد تای دیگر ــ ساعت مکانیکی، قالب‌ریزی آهن، رکاب و دهنه‌ی اسب، پایه‌ی معلق کاردان و مثلث پاسکال، پل قوسی و آب‌بند برای آبراه‌ها، باله‌ی عقب و بادبان طولی کشتی، نقشه‌نگاری کمّی ــ نیز همه در اروپایی که شرایط اجتماعی بی‌ثباتی داشت تأثیر داشتند و گاهی تأثیر تکان‌دهنده.[۱۴۳]

بعداً دراین‌باره بیش‌تر خواهیم گفت که چگونه بی‌ثباتی اجتماعیِ نسبی اروپا این امکان را فراهم آورد تا نوآوری‌های فنی چینی‌ها باعث انقلاب علمی در اروپا بشود، اما نه در خود چین (و نه در جهان اسلام که مسیر عبور آن‌ها بود). فعلاً به ذکر این نکته اکتفا می‌کنیم که رشد علم در چین سنتی، از اعصار دور تا اوایل قرن بیستم، مانع بزرگی در مقابلش داشت که عبارت بود از «طبقه‌ی زمیندار دیوان‌سالاری که علم را به انحصار خودش درآورده و تا حد زیادی آن را نازا کرده بود».[۱۴۴] ماندارین‌ها ــ خواص روشنفکری که بر دستگاه دولتی امپراتوری حاکم بودند ــ نه علاقه‌ای به پیشبرد فنون و صنایع داشتند و نه تمایلی به ارتقای جایگاه اجتماعی بازرگانان: «دبیر جماعت مرتباً جوانه‌های سرمایه‌ی تجاری را لگدمال می‌کرد».[۱۴۵] در این بستر، پیشرفت‌های فناوری را با احتیاط می‌پاییدند تامبادا پیامدهای انقلابی برای جامعه داشته باشند.

طبیعتاً «بعضی علوم، از نظر قشر دبیر، مقبول بودند و بقیه نه». نجوم، ریاضیات و «تا اندازه‌ای» طبیعیات (فیزیک) از علوم مقبول بودند. با طب برخورد دوگانه‌ای داشتند؛ به اطبای کنفوسیوسی احترام می‌گذاشتند، اما «از طرف دیگر، ارتباط ضروری پزشکی با داروسازیْ آن را با دائوییست‌ها و کیمیاگران و علفی‌ها پیوند می‌داد». کیمیاگری «مشخصاً نامقبول بود»، مثل رشته‌های دیگری که نیاز به کار با دست داشتند.[۱۴۶]

ولی مورد نظر ما، در تاریخ علم مردم، صنعتگران چینی‌اند که شناخت آن‌ها از

طبیعت در پیشرفت‌های فنی مهمی که نام بردیم نهفته بود. چنان‌که جوزف نیدم[1] نویسنده‌ی پیشاهنگ تاریخ علم چین می‌گوید، «در فهم طبیعت و استفاده از شناخت طبیعت به سود بشر، در طول تقریباً چهارده قرنی که تا انقلاب علمی مانده بود، تمدن چین بسیار کارآمدتر از اروپا عمل کرده بود».[۱۴۷] گفتیم که بزرگ‌ترین خدمت عصر هلنیستی به علم فیزیک در زمینه‌ی مکانیک بود، ولی «دنیا بیش‌تر به صنعتگرانِ نسبتاً خاموش چین باستان و میانه مدیون است تا به مکانیک‌دان‌های اسکندرانی که نظریه‌پردازان تَرزَبانی بودند.»[۱۴۸]

نیدم می‌نویسد:

> این‌جا ما با فیلسوف‌ها و امیران و منجمان یا ریاضی‌دان‌ها، که بخش تحصیل‌کرده‌ی جمعیت چین بودند، کاری نداریم؛ صاحبان حِرَف و مشاغل گمنام را در نظر داریم.... دیگر نمی‌توانیم توده‌ی زحمتکشان و شرایط کار آن‌ها را نادیده بگیریم. این‌ها مصالح انسانی‌ای بودند که بدون آن‌ها، طراحان مجاری آبرسانی یا پل‌ها یا کارگاه‌های ساخت وسایل نقلیه یا حتی طراحان ادوات نجومی نمی‌توانستند کاری انجام بدهند؛ و گاه از میان همین‌ها بود که مخترعی نابغه یا مهندسی قابل پیدا می‌شد و نامش در تاریخ می‌ماند.[۱۴۹]

صنعتگران چینی، بیش‌تر از هرجای دیگر دنیا، زیر نظر مستقیم دیوان‌سالاری دولتی بودند:

> هم به علت این‌که تقریباً در همه‌ی دوران‌ها، امپراتوری کارگاه‌ها و زرادخانه‌های عریض و طویلی از آنِ خودش داشت و هم بدین سبب که در بعضی دوره‌ها دست‌کم آن مشاغلی که پیشرفته‌ترین فنون را داشتند، مثل «دیوان نمک و آهن» در عهد هان متقدم، «ملی» می‌شدند.... درعین‌حال شکی نیست که در طول اعصار همیشه مقدار زیادی از تولید دستی را مردم عادی مستقلاً برای خودشان انجام می‌دادند.[۱۵۰]

نیدم به‌خصوص این تصور را که دستاوردهای چینی‌ها صرفاً فنی بودند و

1. Joseph Needham

گویی شایستگی نام علم را نداشتند رد می‌کند: «برعکس، مجموعه‌ی عظیمی از نظریات طبیعت‌گرایانه در چین باستان و میانه وجود داشت؛ آزمایش‌ها مرتب ثبت می‌شد؛ و اندازه‌گیری‌های بسیاری، اغلب با دقتی شگفت‌آور، انجام می‌گرفت.»[۱۵۱]

به نوشته‌ی او، کشف باروت در قرن نهم را کیمیاگران دائوییستی که پی اکسیر حیات می‌گشتند، «در خلال کشف خواص شیمیایی و دارویی مواد» انجام دادند. فهمیدن این‌که عقربه‌ی قطب‌نمای مغناطیسی دقیقاً در امتداد قطب‌های نجومی زمین نمی‌ایستد «بدون توجه دقیق غیبگوهای خاک‌بین به وضعیت سوزن‌هایشان اتفاق نمی‌افتاد». دستاوردهای سفالگران چینی «بدون اندازه‌گیری و نگهداری نسبتاً دقیق دما و بازتولید اختیاری شرایط اکسیداسیون و احیا در داخل بوته، امکان‌پذیر نمی‌شد».[۱۵۲] مثال کم نیست:

> زنجیره‌ای از آزمایش‌های دارویی که کیمیاگران، از کو هونگ[1] گرفته تا چن چی-شو[2]، با حیوانات انجام دادند، یا آزمایش‌های بسیاری که صوت‌شناسان درباره‌ی طنین صدای زنگ‌ها و زه‌ها کردند، یا آزمایش‌های مقاومت موادی که باید پی‌درپی انجام گرفته باشد، اگر نبودند، امکان ساخت پل‌های داربستی بلند دهانه‌های فوکین فراهم نمی‌آمد. آیا می‌شود باور کرد که چنان دستگاه‌های پیچیده‌ای، مثل ساعت‌های آبی با زنجیر و چرخ دنگ یا خیلی از آن ماشین‌آلات بافندگی، بدون مدت‌های مدیدی کار آزمایشی ساخته شده باشند؟[۱۵۳]

مثل دیگر نقاط دنیا در چین هم چندان سندی از این نوآوری‌های تاریخی باقی نمانده است، چون بانیان آن‌ها اغلب بی‌سواد بودند و کارهای خودشان را فقط به کمک کاتبان می‌توانستند ثبت کنند:

> این‌که اطلاعات زیادی از این جزئیات فنی به دست ما نرسیده ناشی از عواملی اجتماعی است که مانع از انتشار اسنادی می‌شد که صنعتگران خبره به احتمال قوی از سوابق کارشان نگه می‌داشتند؛ هرچند گهگاه نمونه‌هایی از این اسناد را به دست می‌آوریم. برای مثال، مو چینگ[3] (راهنمای الوارکاری)

1. Ko Hung 2. Chhen Chih-Hsü 3. *Mu Ching*

را داریم که بر اساس آن، در سال ۱۱۰۲، یِنگ تسائوفا شیه[1] نوشته شد که اثر نفیسی درباره‌ی معماری بود. مو چینگ اثر پاگوداساز بلندآوازه‌ای به نام یو هائو[2] بود، ولی کس دیگری باید آن را برای او نوشته باشد، چون خود او بدون شک سواد خواندن و نوشتن نداشته. مثال دیگر راهنمای کشتی‌سازان فوکِین[3] است، کتاب خطی کمیابی که نشان می‌دهد صنعتگرها دوستانی داشته‌اند که خواندن و نوشتن را می‌دانسته‌اند و اصطلاحات فنی را می‌فهمیده‌اند و هرچه را صنعتگر می‌گفته برایش می‌نوشته‌اند.(۱۵۴)

اما صنعتگران پیشتاز چین به اندازه‌ی همتایانشان در جاهای دیگر گمنام نیستند: «در هیچ ادبیات کهنِ هیچ تمدنی بیش‌تر از چین به ثبت و تجلیل مخترعان و مبتکران توجه نشده است»، تا حدی که عملاً از آن‌ها خدا می‌ساختند. خیلی از صفات آن‌ها افسانه‌ای است، ولی بعضی از کسانی که به این صورت تجلیل شده‌اند «بی‌تردید اشخاص واقعی بوده‌اند».(۱۵۵) در هر حال موقعی‌که ما از این اشخاص نام می‌بریم، باید به خاطر داشته باشیم که نسبت‌دادن دستاوردهای بزرگ به آن‌ها، قطع‌نظر از جایگاه اجتماعی آن‌ها، کمابیش همیشه به معنی بی‌انصافی در حق پیشینیان و همکاران آن‌هاست.

آن «اشخاص واقعی» که وقایع‌نویسان چینی از آن‌ها به سبب خلاقیتشان ستایش می‌کنند از هر قشر جامعه، درباری تا برده، ممکن است باشند؛ اما «بزرگ‌ترین گروه مخترعان را مردم عادی، استادکاران و صنعتگرانی تشکیل می‌دهند که نه از مقامات ــ حتی مقامات جزء ــ بوده‌اند و نه از طبقه‌ی رعیت». اختراع چاپ با حروف قابل انتقال را همیشه به مردی عامی («مردی با جامه‌ی کنفی»، یعنی که لباس ابریشمی نداشت) به نام پی شِنگ[4] در حدود سال ۱۰۴۵ نسبت داده‌اند. افسر جزئی به اسم چیوو هوآی‌ـوِن[5] که شمشیر هم می‌ساخت «اگر نه مخترع، دست‌کم از اولین بانیان اختراعِ روش هم‌گدازی در فولادسازی بود». مثال سوم یو هائو است، معمار بی‌سوادی که قبلاً هم از او یاد کردیم:

یو هائو در قرن دهم زندگی می‌کرد. اما مشابه او را در هر دورانی پیدا

1. *Ying Tsao Fa Shih* 2. Yü Hao 3. *Fukien Shipbuilders' Manual* 4. Pi Shêng
5. Chhiwu Huai-Wên

می‌کنیم. قرن دوم شاهد ظهور تینگ هوان[1] بود، مردی که او را اولین مخترع پایه‌ی معلق کاردان می‌دانند. در قرن هفتم "لی چون"[2] پیدا شد، سازنده‌ی پل قوسی داربستی.... در قرن دوازدهم بزرگ‌ترین کشتی‌ساز تاریخ چین پا به عرصه‌ی وجود گذاشت: کائو شوان[3]، که در ساخت کشتی‌های جنگی با چند چرخ پروانه تخصص داشت.[۱۵۶]

گاهی وقایع‌نگارها از مخترعی یاد می‌کنند اما نام کامل او را نمی‌گویند. این غفلت باعث می‌شود انسان از خودش بپرسد آیا این قبیل افراد از حاشیه‌ی مردم رعیتی نبودند که نام خانوادگی نداشتند؟ مثلاً لائو کونگ (به معنی پیرمرد صنعتگر) در قرن اول ابزارهای نجومی می‌ساخت؛ یا «صنعتگر هایچویی» در سال ۶۹۲ چیزی به ملکه تقدیم کرد که به احتمال زیاد یک ساعت نجومی پیچیده بود.[۱۵۷]

اندک کسانی هم هستند که «به نبوغ علمی یا فنی در تاریخ شناخته شده‌اند، اما در روزگار خودشان فرومایه و گمنام بوده‌اند.» یکی از این‌ها شینتو فانگ[4] بود در قرن ششم؛ رعیتی که «با وجود رعیتی، نام بلندی از خودش در تاریخ علم چین باقی گذاشت». نمونه‌ی دیگر غلامی بود به اسم کِنگ شون[5]، باز از قرن ششم. «کنگ شون یک ذات‌الحَلَق یا کره‌ی آسمان‌نما ساخت که با جریان آب شبانه‌روز دور خودش می‌چرخید. امپراتور برای تشویقش به او مقام غلام خاصه داد و در دیوان نجوم و تقویم به کار گماشت.»[۱۵۸]

سرگذشت مهندس "ما چون"[6] نشان می‌دهد که عالمان نخبه چه اثر بازدارنده‌ای در علم و فناوری داشتند. نیدم می‌گوید که "ما چون" «مردی بانبوغ بود»؛ مثلاً «دستگاه بافندگی را تکامل بخشید» و «تلمبه‌ی زنجیری پلکانی را اختراع کرد که بعد از آن کاربرد بسیاری در زمین‌های کشاورزی در چین پیدا کرد». ولی او با همه‌ی هوش سرشارش هرگز در مدارس کنفوسیوسی درس نخوانده بود. بنابراین

1. Ting Huan 2. Li Chhun 3. Kao Hsüan 4. Hsintu Fang 5. Kêng Hsün 6. Ma Chün

"ما چون" از عهده‌ی بحث با عالمان نازک‌اندیشی که با سنت‌های ادبی کهن مأنوس بودند برنمی‌آمد و به‌رغم تلاش‌های ستایشگرانش هرگز نه مقام مهمی در ادارات دولتی به دست آورد و نه حتی امکان اثبات ارزش اختراعاتش را با آزمایش‌های عملی پیدا کرد.(۱۵۹)

مگر استثنائاً «مهندس بزرگی پیدا می‌شد که در وزارت ابنیه هم منصب مهمی داشت، لااقل پیش از عهد مینگ[1]»(یعنی پیش از ۱۳۶۸ میلادی). «علتش شاید این بود که کار اصلی را همیشه صنعتگرها و استادکارهای بی‌سواد یا کم‌سواد انجام می‌دادند و این‌ها هرگز نمی‌توانستند از شکاف عمیقی که آن‌ها را از کارمندان "اتوکشیده"ی ادارات آن وزارتخانه جدا می‌کرد عبور کنند.»(۱۶۰)

اگرچه صنعتگرها تولیدکنندگان اصلی علوم طبیعی در چین باستان و میانه بودند، انتقال علوم را بیش‌تر تاجران انجام می‌دادند. برای مثال، اصول کیمیاگری چینی از طریق بازرگانان هو[2] در عهد تانگ[3]، یعنی قرون هفتم تا نهم، به جهان اسلام منتقل شد. بازرگانان هو سوداگران ایرانی و عربی بودند که در جاده‌ی ابریشم بین چین و ممالک خودشان رفت و آمد می‌کردند. نیدم توضیح می‌دهد:

چون در دوره‌ی تانگ اقبال زیادی نسبت به مردمان و کالاهای خارجی وجود داشت، کم‌تر شهری در چین بازرگانان هو را نمی‌شناخت. ... در مورد چانگ‌آن[4] می‌گفتند که اگر کسی مدتی آن‌جا می‌ماند، از هر کشور دنیای شناخته‌شده کسی را می‌دید. نه‌فقط پارت‌ها، مادها، عیلامی‌ها و اهالی بین‌النهرین آن‌جا پیدا می‌شدند، بلکه به اشخاصی کره‌ای، ژاپنی، ویتنامی، تبتی، هندی، برمه‌ای و سینهالی هم آن‌جا برمی‌خوردی. و هرکدام از این‌ها چیزی از طبیعت جهان و شگفتی‌های آن داشتند که عرضه کنند.(۱۶۱)

در عهد تانگ «دنیای شناخته‌شده» گویا شامل ممالک وحشی اروپا نمی‌شد، اما سرانجام ــ قرن‌ها بعد ــ علم کیمیا را هم بازرگانان هو از همان راه به غرب بردند. اما یقیناً بازرگان‌ها یگانه ناقلان علم و فناوری چینی به غرب نبودند؛ برده‌های

1. Ming 2. Hu 3. T'ang 4. Ch'ang-an

صادراتی هم احتمالاً نقش مهمی در این بین داشته‌اند. نیدم از ظهور تقریباً همزمان خیلی از ابداعات چینی‌ها در اروپا با عنوان «انتقال خوشه‌ای» یاد می‌کند و می‌گوید در قرن‌های چهاردهم و پانزدهم «خوشه‌ها بی‌ارتباط با تجارت برده نبودند که هزاران خدمتکار خانگی تاتار (مغول) را در قرون وسطا به ایتالیا آورد و در نیمه‌ی اول قرن پانزدهم به اوج خودش رسید. ممکن است آن‌ها انواع و اقسام فوت و فن را هم با خودشان برده باشند».[۱۶۲]

خدمات صنعتگران چینی به علم جدید

چنان‌که گفتیم، بسیاری از پیشرفت‌های فنی که محرک انقلاب علمی در اروپای قرون شانزدهم و هفدهم شدند محصول کار صنعتگران چینی در ادوار باستان و میانه بودند. رابرت تِمپل[1] با نتیجه‌گیری از پژوهش‌های نیدم حدس می‌زند که «بیش از نیمی از اختراعات و اکتشافات مهمی که جهان معاصر را ساخته‌اند از چین آمده باشد». خیلی از این دستاوردها ــ و شناخت علمی همراه آن‌ها ــ اغلب به غربی‌ها نسبت داده می‌شوند، ولی

> حروف قابل انتقال را یوهان گوتنبرگ اختراع نکرد؛ چینی‌ها اختراع کردند. گردش خون در بدن را ویلیام هاروی کشف نکرد؛ چینی‌ها کشف کردند ــ در واقع همیشه فرضشان همین بود. قانون اول حرکت را آیزاک نیوتن کشف نکرد؛ چینی‌ها کشف کردند.[۱۶۳]

اختراع حروف قابل انتقال به همت «فرد عامی بی‌کس‌وکاری» به نام پی شِنگ در قرن یازدهم[۱۶۴] را بی‌گمان باید نقطه‌ی عطفی در تاریخ علم به شمار آورد. در اروپای قرن شانزدهم، چنان‌که جان برنال توضیح می‌دهد،

> چاپ محملی برای تحولات فنی و علمی بزرگ شد، زیرا امکان خواندن و دیدن اوصاف جهان طبیعت، به‌ویژه گوشه‌های تازه کشف‌شده‌ی آن، و همچنین فرایندهای صنایع و هنرها را برای همگان فراهم آورد، و این دومی اولین بار بود که اتفاق می‌افتاد تا این زمان فوت و فن کارها سینه به سینه نقل

1. Robert Temple

شده بود و کسی آن‌ها را ننوشته بود. شاگردْ با تجربه‌ی مستقیم از استاد آموخته بود. کتاب چاپیْ اول این را ممکن و بعد ضروری ساخت که صنعتگر سواد بیاموزد. توضیحات صنعتگران درباره‌ی مراحل فنی کارشان و حتی مصورساختن آن‌ها کمک کرد که برای اولین بار روابط نزدیکی بین پیشه‌ها و هنرها و تخصص‌ها برقرار شود.[۱۶۵]

هرچند که اولین حروف چاپیِ چینی‌ها چوبی بودند نه فلزی، اشتباه است که تصور کنیم آن‌ها نمی‌توانستند نسخه‌های زیادی چاپ کنند. برعکس حتی خیلی پیش از اختراع پی شنگ، چاپچی‌های چینی موفق شده بودند «صنعت چاپ قالبیِ چوبی را ایجاد کنند و در تعداد نسخه‌ها به شمارگانی برسند که قابل رقابت با جدیدترین تلاش‌های زمانه‌ی ما بود».

آثار معروف کنفوسیوس را در سال ۹۵۳ به چاپ رساندند، که در ۱۳۰ جلد، اولین کتب چاپی رسمی دنیا بودند و فرهنگستان ملی چین آن‌ها را به مردم فروخت. دیگر چاپ نضج گرفته بود. چاپِ مقادیر بسیاری از بعضی آثار ادامه یافت و شمارگان آن‌ها روی‌هم‌رفته به میلیون‌ها نسخه بالغ شد. از یک مجموعه‌ی بودایی از قرن دهم، بیش‌تر از ۴۰۰۰۰ نسخه تا امروز مانده است. می‌توان تصور کرد که چه تعداد از آن چاپ شده بوده![۱۶۶]

دقیقاً روشن نیست که چاپ مُهردار در قرن چهاردهم چگونه به اروپا رسید، اما «شواهد ضمنی به قدر کفایت هست» که در اصالت چینی آن جای تردید باقی نگذارد.[۱۶۷]

چند مثالی که خواهم آورد و آن‌ها را تحت عناوین **زیست‌شناسی، مکانیک، زمین‌شناسی، متالورژی، شیمی، کشاورزی و دریانوردی** گروه‌بندی کرده‌ام، فقط مشتی نمونه‌ی خروار است از شناختی که صنعتگران چینی از طبیعت فراهم آوردند؛ با این حال، وسعت و قدمت آن را به‌خوبی نشان می‌دهد. نیدم و تمپل در مواردی نتوانسته‌اند مسیر سفر دانش فنی یا علمی از چین به اروپا را دقیقاً مشخص کنند، ولی برای اثبات این‌که انتقال مسلماً صورت گرفته است دلایل قانع‌کننده‌ای اقامه کرده‌اند.

زیست‌شناسی

اولین چاپچی‌ها و حکاک‌های چینی از روش‌های تجربی برای به‌دست‌آوردن دانش گیاهیِ مربوط به کارشان سود می‌بردند:

> قالب‌های مورد استفاده‌ی چینی‌ها در چاپ معمولاً از چوب درختان میوه بودند. چوب مخروطی‌ها مناسب نبود، چون صمغ آن باعث ناهمواری سطح جوهرخور می‌شد. برای درآوردن خطوط و طرح‌های ظریف، چوب سخت لالَکی چینی انتخاب خوبی بود. برای متن‌های معمولی غالباً چوب نرم و آسان‌تراش شمشاد به کار می‌رفت. ولی روی‌هم‌رفته بهترین چوب برای چاپ مُهردار چوب درخت گلابی بود، که بافت هموار و یکنواختی دارد با سختی متوسط.[۱۶۸]

چینی‌ها با مشاهدات دقیق خود در طبیعت به رابطه‌ی قابل استفاده‌ای بین کانی‌شناسی و گیاه‌شناسی پی بردند، که به کانی‌یابی گیاه‌شناختی مشهور است. آن‌ها متوجه شدند که وجود بعضی گیاهان در محل می‌تواند دال بر وجود ذخایر روی، سلنیوم، نیکل یا مس در زیر زمین باشد.[۱۶۹]

گستردگی دانش زیست‌شناختی در چین باستان را از رشد صنعت ابریشم در ۳۵۰۰ سال پیش نیز می‌توان نتیجه گرفت، زیرا این صنعت بدون اطلاعات دقیق از زیست‌شناسی کرم ابریشم به وجود نمی‌آمد. شاهد دیگرْ طرز مبارزه با آفات گیاهی بود. در قرن سوم میلادی برای نگهداری درخت نارنگی از آسیب حشرات موذی، از مورچه‌ی گوشت‌خوار درخت لیمو استفاده می‌کردند.[۱۷۰]

مکانیک

صنعت ابریشم به دستگاه‌هایی هم برای کار با الیاف بلند ابریشم نیاز داشت و این نیاز انگیزه‌ی تفکر در زمینه‌ی مکانیک و پیدایش علم مکانیک شد. در نیمه‌ی دوم قرن سیزدهم، چرخ ریسندگی و ماشین‌آلات دیگر نساجی، شبیه آن‌هایی که از دو قرن پیش‌تر در چین وجود داشت، ناگهان در لوکا و شهرهای دیگر ایتالیا پیدا شد. نیدم می‌گوید که تاجر ایتالیایی گمنامی باید «نقشه‌ی دستگاه‌ها را در زین اسبش آورده باشد».[۱۷۱]

ساعت مکانیکی و پل معلق هم اختراعاتی بودند که نقش مهمی در علم مکانیک بازی کردند. اولین ساعت‌های مکانیکی در قرن هشتم در چین ساخته شدند، اما در اروپا تازه در اوایل قرن چهاردهم ظهور کردند. انگیزه این بار «به نظر می‌رسد قصه‌های بی‌سر و تهی بوده باشد که تاجران اروپایی درباره‌ی ساعت‌های مکانیکی چینی‌ها سرهم می‌کردند».[۱۷۲] اختراع کلیدیْ چرخ دنگ ساعت بود، قطعه‌ای که تنظیم‌کننده‌ی سرعت گردش چرخ‌دنده‌های ساعت است. از آن‌جا که اولین نمونه‌ی این قطعه را برای چرخ آسیاهای آبی ساخته بودند، «می‌شود گفت که ساعت مکانیکی تا حد زیادی وجودش را مدیون آسیاسازان چینی بود».[۱۷۳]

اما پل معلق:

> در مورد این اختراع می‌توانیم مسیر انتقال آن را تقریباً به‌خوبی تعیین کنیم. پل‌های معلق گوئیچو ... در قرن هفدهم مورد توجه یسوعیان و غربی‌های دیگری که به چین سفر می‌کردند قرار گرفت. در ۱۶۵۵ مارتین مارتینی[1] از یک پل زنجیری آهنی بر روی رودخانه‌ای در گوئیچو صحبت کرد، که همان زمان در اطلس جدید چین بلاو[2] درج شد.... اظهارات مارتینی... موجب جلب توجه وسیعی در اروپا به پل معلق شد.[۱۷۴]

زمین‌شناسی

دانش زمین‌شناسی را چینی‌های باستان در جست‌وجوی منابع زیرزمینی به وجود آوردند و بسط دادند. آن‌ها در حفاری برای رسیدن به آب شور، که از آن نمک می‌گرفتند، به ذخایر گاز طبیعی (متان) و نفت رسیدند. تمپل می‌نویسد: «با تخمینی شاید محافظه کارانه می‌توان گفت که در قرن چهارم پ.م. چینی‌ها سوخت و روشنایی خود را از گاز طبیعی تأمین می‌کردند. هم آب‌شور و هم گاز طبیعی را با لوله‌های نیی تا فرسنگ‌ها دورتر می‌بردند و لوله‌ها گاهی از زیر جاده‌ها رد می‌شدند و گاهی روی چوب‌بست‌هایی از بالای سر.»[۱۷۵] در قرن اول پ.م.، چینی‌ها می‌توانستند چاه‌هایی به عمق ۴۸۰۰ فوت حفر کنند. عمق ۳۰۰۰ فوت چیز معمولی شده بود.

1. Martin Martini 2. Johannes Blaeu

سیاحان هلندی ظاهراً در قرن هفدهم از این حفاری عمیق چینی‌ها مطلع شدند، «اما اولین شرح کامل روش چینی‌ها را مبلّغی فرانسوی به اسم اَمبِر[1] در ۱۸۲۸ در قالب یک نامه به اروپا فرستاد». کمی بعد مهندسی فرانسوی به نام ژوبار[2] روش چینی را به کار بست و ظرف پانزده سال «فنون حفاری چینی‌ها در اروپا کاملاً جا افتاد». در انتقال این‌ها از چین به امریکا احتمالاً اروپا نقشی نداشت:

> در ۱۸۵۹ سرهنگ درِیک[3] با استفاده از روش کابلی چینی‌ها، چاهی مخصوص نفت در «اویل کریک» پنسیلوانیا حفر کرد.... دریک و نفت‌جویان دیگر در امریکا احتمالاً روش کار را نه از فرانسه بلکه از کارگرهای پیمانی چینی، که در قرن نوزدهم خطوط آهن را در امریکا می‌ساختند، گرفته بودند.

راه انتقال دانش هرچه بوده، روش حفر چاه نفت در امریکا «دقیقاً مشابه طریقه‌ی چینی بود». پس تردیدی نیست که «روش حفاری عمیق از چین به غرب وارد شد».(۱۷۶)

چینی‌آلات مثال خوب دیگری است از این‌که چگونه فناوری چینی در اروپا محرکِ علم شد، و در این مورد، محرکِ نظریه‌ی زمین‌شناسی. حداکثر در قرن سوم میلادی، سفالگران چینی نوعی سفال شیشه‌ای اختراع کرده بودند که بسیار مرغوب‌تر از سفال معمولی بود. هزار سال بعد، چینی‌آلات چینی در اروپا قیمت بالایی داشت، ولی تاجران اروپایی نتوانسته بودند به رموز ساخت آن ــ که چینی‌ها پنهان نگهش می‌داشتند ــ پی ببرند.

> صنعتگران اروپایی آزمایش‌های بی‌شماری با انواع خاک‌ها و مواد جامد در کوره‌ها انجام دادند، اما به نتایج دلخواه نرسیدند. چیزی که نظر دانشمندان و صنعتگران را جلب می‌کرد این بود که کانی‌های مذاب بعد از سردشدن امکان داشت شکل بلوری پیدا کنند. تا قبل از آن، دانشمندان در غرب گمان می‌کردند که فقط مایعات تشکیل بلور می‌دهند. در نیمه‌های قرن هجدهم، در

1. Laurence Imbert 2. Jobard 3. Colonel Edwin L. Drake

اروپا کم‌کم این باور شکل گرفت که شاید سنگ‌ها در طبیعت از سردشدن گدازه‌های مذاب به وجود آمده باشند.[۱۷۷]

در ۱۷۷۶ جیمز کِیر[1] نظر داد که «خاصیت تبلور در شیشه» نشان می‌دهد «بلورهای طبیعی درشت بازالت‌ها از تبلور گدازه‌ای شیشه‌ای، که بر اثر آتش در آتش‌فشان‌ها سیال شده است، به وجود آمده‌اند».[۱۷۸] آزمایش‌های بیش‌تر نظر او را تأیید کرد. «بنابراین» به نوشته‌ی تمپل «یکی از پیشرفت‌های علمی بزرگ در جهان غرب نتیجه‌ی مستقیم تلاش‌های اروپاییان برای پی‌بردن به رموز ساخت چینی‌آلات بود.»[۱۷۹]

فلزگری (متالورژی)

روش چینی ساخت فولاد از چدن، که به قرن دوم پ.م. برمی‌گردد، عاقبت در ۱۸۵۶ به اختراع روش بِسِمِر در غرب منجر شد. ولی در ۱۸۵۲ ویلیام کِلی[2]، از شهر کوچکی نزدیک اِدی‌ویل در کنتاکی، بر هنری بسمر[3] پیشدستی کرده بود. او در ۱۸۴۵ چهار نفر چینی متخصص فولاد را به کنتاکی آورد و اصول تولید فولاد را، که بیش‌تر از دوهزار سال در چین سابقه داشت، از آن‌ها یاد گرفت.[۱۸۰]

شیمی

تاریخی‌ترین یافته‌ی شیمیایی چینی‌ها باروت بود. در حوالی سال ۸۵۰ میلادی، تحقیقات منظم کیمیاگران دائوییست آن‌ها را به فکر ترکیب شوره (نیترات پتاسیم)، گوگرد و زغال چوب (کربن) انداخت. خاصیت انفجاری این مخلوط به آزمایش‌های بیش‌تری دامن زد که منجر به اختراع و سپس تولید انبوه جنگ‌افزار شد، که اول در چین و بعد در سرتاسر دنیا شکل جنگ‌ها را عوض کرد.

ماده‌ی اصلی باروت، یعنی شوره، «چیزی نیست که حاضر و آماده بشود

1. James Keir 2. William Kelly 3. Henry Bessemer

برداشت کرد. باید آن را شناخت و از نمک‌های مشابهش تشخیص داد و تصفیه‌اش کرد».

از کجا معلوم ماده‌ای که پیدا کرده‌ای و شباهت زیادی با خیلی مواد دیگر دارد، واقعاً شوره باشد؟ آزمایش احتراق پتاسیم برای تشخیص شوره بسیار مهم است، چون با شعله‌ی بنفش یا ارغوانی‌رنگی می‌سوزد. در چین دست‌کم از قرن سوم میلادی برای آزمایش شوره از این روش استفاده می‌کردند.... بعدها آزمایش بهتری هم ابداع شد که آن را شِنگ شوان تزو[1] در سال ۱۱۵۰ در کتابش، راهنمای مصور مهار جیوه[2]، شرح داد: «اگر قطعه‌ای کوارتز سفید را حرارت بدهید و قطره‌ای شوره روی آن بریزید، سوراخش می‌کند.»[۱۸۱]

لاکر [= لاک چینی]، که ماده‌ای شیمیایی با منشأ زیست‌شناختی و «قدیمی‌ترین پلاستیک صنعتیِ شناخته‌شده» است، بیش‌تر از سه‌هزار سال پیش در چین کشف شد.[۱۸۲] «تا قرن دوم پ.م. چینی‌ها به کشفیات شیمیایی مهمی درباره‌ی لاکر رسیده بودند.»[۱۸۳] صنعتگرها می‌دانستند که با انداختن خرچنگ به داخل محلول آن می‌توانند از تبخیرشدن یا سفت‌شدن آن جلوگیری کنند. آن‌ها به‌تجربه پی برده بودند که در بدن سخت‌پوستان چیزی هست که مانع از ماسیدن لاکر می‌شود.

همین‌طور در قرن دوم پ.م.، چینی‌ها می‌توانستند «هورمون‌های جنسی و نُخامی [= مربوط به غده‌ی هیپوفیز] را از ادرار انسان به دست بیاورند و آن‌ها را در پزشکی به کار ببرند»؛ آن‌هم نه در ابعاد کوچک آزمایشگاهی، چون برای هر پیمانه ته‌نشین، باید صدها لیتر ادرار را می‌جوشاندند و تبخیر می‌کردند.[۱۸۴]

اختراع کبریت با «آغشتن خلال‌های چوب کاج به گوگرد و نگهداری آن‌ها برای مصرف» نمونه‌ی چشمگیر دیگری از اطلاعات شیمیایی چینی‌ها بود.[۱۸۵] مخترع کبریت «گروهی زن گمنام چینی در قرن ششم میلادی» بودند که سختی‌های زندگی در حلقه‌ی محاصره‌ی نظامیْ فکرشان را به کار انداخت.[۱۸۶]

1. Sheng Hsüan Tzu 2. *Illustrated Manual on the subduing of Mercury*

کشاورزی

انقلاب صنعتی اروپا نتیجه‌ی افزایش فراوان تولید زراعی بود که مورخان همیشه آن را ناشی از روحیه‌ی علمی «زمینداران آبادگر»ی دانسته‌اند که دست به روش‌های آزمایشی برای پرورش محصولات و احشام زدند. اما جهش بزرگ بعد از ورود افکار و اختراعات چینی‌ها اتفاق افتاد. کاشت ردیفی، ریشه کنی علف‌های هرز، کشت شیاری «امروزی»، خیش آهنی، خاک‌برگردان تیغه‌ی شخم‌زنی و ساز و برگ کامل حیوان، همه از چین وارد شدند. پیش از این‌که یراق و دهنه از چین وارد شود، غربی‌ها طوری بندها را به دور گردن اسب می‌بستند که حیوان خفه می‌شد.[۱۸۷]

«هیچ وسیله‌ی وارداتی‌ای از چین به اندازه‌ی خیش مجهز به خاک‌برگردان برای انقلاب زراعی اروپا اهمیت نداشت.» اولین نمونه‌ی آن را دریانوردان هلندی در قرن هفدهم به کشورشان بردند:

و چون آن زمان انگلیسی‌ها برای زه‌کشی باتلاق‌های ایست آنگلیا و سامِرسِت، هلندی‌ها را استخدام می‌کردند، هلندی‌ها خیش‌های چینی را با خودشان می‌بردند و این نوع خیش در انگلستان به «خیش رادِرهام» معروف شد. به این ترتیب، هلندی‌ها و انگلیسی‌ها اولین ملت‌هایی بودند که کارایی شخم را در اروپا بالا بردند.... آن‌وقت این خیش‌ها از انگلستان به اسکاتلند راه پیدا کرد و از هلند به امریکا و فرانسه رفت.[۱۸۸]

یک نوآوری دوران‌ساز دیگر کشت شیاری بود. تا پیش از معمول‌شدن آن در قرن شانزدهم، در اروپا بذر را با دست می‌پاشیدند. تمپل تخمین می‌زند «قبل از این‌که کشت شیاری چینی‌ها مورد توجه اروپاییان قرار بگیرد، احتمالاً هرساله نیمی از بذر آن‌ها به هدر می‌رفت».[۱۸۹]

دریانوردی

علوم دریانوردی و جایگاه آن‌ها در تاریخ عمومی علم موضوع فصل ۴ کتاب است، ولی ابتدا باید سهم چینی‌ها را شناسایی کرد: «بدون دستاوردهای چینی‌ها در

کشتیرانی و دریانوردی از قبیل سکان و قطب‌نما و دکل‌های چندگانه، سفرهای اکتشافی بزرگ اروپاییان هرگز عملی نمی‌شد.»[۱۹۰]

طرز کار قطب‌نمای مغناطیسی حداکثر در قرن چهارم پ.م. در چین کشف شد. ولی قدیمی‌ترین سند استفاده‌ی دریانوردان چینی از آن به سال ۱۱۱۷ میلادی برمی‌گردد، درحالی‌که سند مشابه آن در مورد استفاده‌ی اروپایی‌ها از این نوع قطب‌نما مربوط به هفتاد سال بعد است.[۱۹۱] سکان کشتی را چینی‌ها در قرن اول میلادی به کار می‌بردند، اما «غربی‌ها هنوز با پارو کشتی را هدایت می‌کردند»، تا این‌که در قرن دوازدهم کار با سکان را از چینی‌ها آموختند.[۱۹۲] اولین موارد استفاده از تخته‌ی بادپناه در چین، تخته‌ای که مانع از چپه‌شدن کشتی بر اثر باد نامساعد می‌شود، در کتابی از سال ۷۵۹ میلادی بیان شده است؛ حال آن‌که در اروپا ناشناخته بود تا این‌که در حدود سال ۱۵۷۰ دریانوردان هلندی و پرتغالی در مراوده‌ی تجاری با چینی‌ها آن را شناختند و به کار بستند.[۱۹۳]

ابتکار مهم دیگر چینی‌ها در ساختمان کشتی ــ که به قرن دوم میلادی برمی‌گردد ــ تقسیم بدنه‌ی کشتی به چند محفظه‌ی آب‌بندی‌شده‌ی مجزا بود تا اگر جایی از آن سوراخ می‌شد فقط یک محفظه را آب می‌گرفت و کشتی باز روی آب می‌ماند. هرچند فکر آن را مارکو پولو در اواخر قرن سیزدهم از چین به اروپا برد، اروپایی‌ها تا حدود پانصد سال بعد آن را اجرا نکردند. در ۱۷۸۷ بنجامین فرانکلین پیشنهادی برای طرح قایق‌های نامه‌رسان امریکایی نوشت که در آن عنوان کرد: «شکم آن‌ها را می‌شود راحت به چند اتاقک جداگانه تقسیم کرد، مثل چینی‌ها، و هر اتاقک را خوب درزگیری کرد تا آب به داخلش نفوذ نکند.»[۱۹۴]

چرا اروپا؟

چرا بسیاری از نوآوری‌های فنی که در چین صورت گرفتند و از ممالک اسلامی عبور کردند، نه در تمدن‌های پیشرفته‌تر چین و اسلام بلکه در اروپای عقب‌مانده به «انقلاب علمی» منجر شدند؟[۱۹۵] از قضا همین عقب‌ماندگی اروپایی‌ها بود که امتیازشان نسبت به تمدن‌های کهن‌تر شد. نخست این‌که تا قرن پانزدهم پختگی فرهنگی این تمدن‌ها رفته‌رفته متحجر شده و نخبگان سنت‌گرایی را بر آن‌ها مسلط کرده بود که زیر بار افکار تازه درباره‌ی طبیعت نمی‌رفتند. اما علمای محافظه‌کار نه

علت بلکه از نشانه‌های عقب‌ماندگی علمی بودند؛ دوم و مهم‌تر ناتوانی نسبی نهادهای سیاسی در اروپا بود.

فئودالیسم اروپایی نظام سیاسی فوق‌العاده نامتمرکزی بود. پراکندگی قدرت سیاسی به طبقه‌ی تاجر آزادی‌ای می‌داد که تجار نقاط دیگر جهان از آن برخوردار نبودند. کم‌تر کسی در اروپا از امپراتورِ اسمی حساب می‌برد. ولتر در لطیفه‌ی مشهوری به ریش «امپراتور مقدس روم» می‌خندید و می‌گفت که او نه امپراتور است و نه مقدس و نه رومی. پادشاهان، اشراف زمیندار و کلیسای کاتولیک در اواخر قرون وسطا هر یک به‌تنهایی قدرت سیاسی زیادی داشتند، ولی یکسره درگیر جنگ قدرت سه‌جانبه‌ای بودند که فرجه‌ی کافی برای رشد تجار در شهرهای نسبتاً آزادشان فراهم می‌آورد.

طبقات حاکم سنتی در اروپا نمی‌توانستند مانع از بالندگی طبقه‌ای شوند که تولید ثروت می‌کرد و پیشرفت فناوری جدید نظامی و دریانوردی را سرعت می‌بخشید و اروپاییان را حاکم بر تجارت جهانی نگه می‌داشت. از قرن پانزدهم، نظام اقتصادی جدید اروپا با تولید برای بازار کم‌کم به چهارگوشه‌ی دنیا رخنه کرد و نظام‌های اقتصادی سنتی را از میان برد و نظام جهانیِ یکپارچه‌ی تازه‌ای به وجود آورد. اروپایی‌ها و اروپایی‌تبارها همچنان اکثر مناصب کلیدی را در نظام جهان‌خوارانه‌ی تازه در دست خود نگه داشتند.

در این بین با پیدایش نظام سرمایه‌داری، شرایط اجتماعی برای «انقلاب علمی» مهیا شد. گسترش بازار کالاهای تولیدی برای خلاقیت صنعتگرها انگیزه‌ی بیش‌تری فراهم آورد و مشوق روش‌های تجربی شناخت طبیعت شد. سودجویی بازرگانان و تولیدکنندگانِ رقیب باعث جست‌وجوی نوآوری‌های فنی کارکاه شد، که مستلزم شناخت بیش‌تر بود و به نوبه‌ی خود احاطه‌ی بیش‌تر بر فرایندهای طبیعی را طلب می‌کرد.

نقش سازنده‌ی تجار در تاریخ علم بسیار مطرح شده است، اما در اروپای اوایل عصر جدید بود که آن‌ها مشترکاً بزرگ‌ترین خدمت خود را به علم انجام دادند. با ایجاد نظام اقتصادی جدید، آن‌ها برای صنعتگر امکان آزمایش فراهم آوردند. توفیق صنعتگران در تولیدِ شناخت تازه از طبیعت به معدودی دانشمند تیزبین انگیزه داد تا از سنت‌های نوآوری‌ستیز خود بِبُرند و دریچه‌های تازه‌ای برای نگرش

به جهان باز کنند. به این ترتیب، «فلسفه‌ی مکانیکی» و «فلسفه‌ی تجربی» و انقلاب علمی به وجود آمد.

بازرگانیِ راهِ دورِ دریایی برای تاریخ علم بیش‌ترین اهمیت را داشت. سفرهای ماورای بحار بازرگانان یک «عصر اکتشاف» پدید آورد که زمینه‌ساز انقلاب علمی شد. افسوس که این قصه را مورخان سنت‌گرایی که فقط امثال شاهزاده انریکه‌ی «دریانورد» و کریستوف کلمب را می‌بینند تحریف می‌کنند. روایت‌های قهرمانانه را باید دقیق‌تر بررسی کرد.

پی‌نوشت‌ها

1. David Pingree, "Hellenophilia versus the History of Science", pp. 30-31.
2. Michael H. Shank, "Introduction" to *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages*, pp. 4-5.
3. See, e.g., Dick Teresi, *Lost Discoveries*.

   از طرف دیگر می‌بینیم پرستش نبوغ یونانی هنوز ادامه دارد. برای شواهد آن، رک:

   Charles Murray, *Human Accomplishment*.
4. Martin Bernal, *Black Athena*, vol. 1: *The Fabrication of Ancient Greece*, 1785-1985.

   ضمناً مارتین برنال پسر جان برنال است که من از تاریخ علم او بسیار نقل کرده‌ام.
5. See esp. Mary Lefkowitz, *Not Out of Africa*; and Mary Lefkowitz and Guy MacLean Rogers, eds., *Black Athena Revisited*.
6. Mario Liverani, "The Bathwater and the Baby", p. 421.
7. نظر راجع‌به نویگباور از نوشته‌ی رابرت پالتر است:

   Robert Palter, "*Black Athena*, Afrocentrism, and the History of Science", p. 213.

   قول نویگباور را مارتین برنال در این اثر آورده:

   "Animadversions on the Origins of Western Science", p. 77 (تأکید از ما).
8. Pingree, "Hellenophilia versus the History of Science", p. 38.
9. Stephen F. Mason, *A History of the Sciences*, p. 23.
10. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 127.
11. Benjamin Farrington, *Science in Antiquity*, pp. 3-4.
12. Ibid., p. 8. For the text of the treatise, see James H. Breasted, *The Edwin Smith Surgical Papyrus*.
13. James H. Breasted, *The Conquest of Civilization*, p. 112.
14. Ibid., p. 113:

   «قوم سفید بزرگ... همیشه شامل... قوم مدیترانه‌ایِ مومشکیِ درازسر هم بوده است.... مصری‌ها (به‌رغم پوست آفتاب‌سوخته‌شان) از این نوع بودند.»
15. Herodotus, *The History*, book II, 50-51.

16. Isocrates, *Busiris*, section 28 (Loeb Classical Library, vol. 3, p. 119).

۱۷. نگاه کنید به گفته‌های نویسندگان باستان که در کتاب زیر آمده است:

G. S. Kirk, J. E. Raven, and M. Schofield, eds., *The Presocratic Philosophers*, pp. 76-86.

18. Aristotle, *Metaphysics*, book I, chapter 1, 981b.
19. Plato, *Phaedrus*, 274.
20. Herodotus, *History*, book II, 109.
21. Strabo, *The Geography of Strabo*, vol. VII, pp. 269-271.
22. Proclus Diadochus, *Commentary on Euclid's Elements*, quoted in Morris R. Cohen and I. E. Drabkin, *A Source Book in Greek Science*, p. 34.
23. Quoted in M. Bernal, *Black Athena*, p. 106.

همین را مارکس هم گفته است: «جمهوری افلاطون صرفاً شکل آرمانی آتنی نظام طبقاتی مصری‌هاست.» (Marx, *Capital*, vol. 1, p. 306.)

24. M. Bernal, *Black Athena*, pp. 215-223.
25. Ibid., p. 215.
26. Johann Friedrich Blumenbach, *On the Natural Varieties of Mankind.*
27. M. Bernal, *Black Athena*, p. 219.
28. Ibid., pp. 218-219.

تصویر ماینرس از «تاریخ مردم» به‌کلی متفاوت از «تاریخ مردم» در نظر ماست. او به تاریخ «اقوام» نظر داشت.

29. Ibid., p. 33.
30. Quoted in Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, p. 36.
31. Quoted in M. Bernal, p. 241.
32. Quoted in Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, p. 36.
33. Quoted in ibid., p. 36.
34. Quoted in ibid., p. 45.
35. Quoted in ibid., p. 47.
36. Quoted in ibid., pp. 83-84.
37. Quoted in ibid., p. 84.
38. Quoted in ibid., p. 84.
39. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 6.

اشاره‌ی فارینگتون به پاپیروس رند (Rhind papyrus) در زمینه‌ی ریاضیات و پاپیروس ادوین اسمیت در مورد پزشکی است که با هم پیدا شدند. رک:

Breasted, *Edwin Smith Papyrus;* and T. Eric Peet, *The Rhind Mathematical Papyrus.*

40. M. Bernal, *Black Athena*, p. 15.
41. Herodotus, *History*, book II, p. 104.
42. See, e.g., Mary R. Lefkowitz, "Ancient History, Modern Myths", pp. 11-12.

۴۳. آیا مردم مصر باستان سیاه‌پوست بوده‌اند؟ اصلاً معنی این پرسش چیست؟ نگاه کنید به گفت‌وگوی فرانک اسنودِن و مارتین برنال در شماره‌ی پاییز ۱۹۸۹ *Arethusa*.

44. M. I. Finley, *The Ancient Greeks*, p. 121.
45. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 18.

۴۶. «در منابع دست‌اول شاهد گرایشی به دستاوردهای علمی افرادیم (که بعد بسیاری از مفسران جدید هم با تأکید بر اهمیت این متون بدان دامن زده‌اند).»

O. A. Dilke, "Cartography in the Ancient World: An Introduction", p. 140.

۴۷. از جمله سیمپلیکیوس و پیش از او تئوفراستوس؛ رک:

Kirk, Raven, and Schofield, *Presocratic Philosophers*, p. 86.

48. Finley, *Ancient Greeks*, p. 34.
49. Quoted in Bejamin Farrington, *Greek Science*, p. 80.
50. Aristotle, *Politics*, book I, chapter 11, 1259a.

روایت ارسطو نشان می‌دهد که طالس از علم احکام نجوم هم سررشته داشته است. این علم تا همین اواخر علم کاملاً موجهی به شمار می‌رفت.

51. Karl Kautsky, *Foundations of Christianity*, p. 205.
52. See Kirk, Raven, and Schofield, *Presocratic Philosophers*, pp. 144-145.
53. Ibid., pp. 197-198.
54. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 167.
55. Otto Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity*, p. 36.
56. Palter, "*Black Athena*, Afrocentrism, and the History of Science", p. 233.
57. Walter Burkert, *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*, pp. 216, 426.
58. Ibid., pp. 292-294.
59. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 32.
60. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 181, citing G. Thomson, *Studies in Ancient Greek Society* (London, 1949; تأکید از نویسنده‌ی اصلی).
61. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 34.
62. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, pp. 181-183.

برنال اضافه می‌کند: «ایدئالیسم پارمنیدس بهترین دستاویز فلسفی برای اقلیت حاکمی بود که ادعا می‌کرد بر اساس حقی الاهی حکومت می‌کند.»

63. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 36.
64. Benjamin Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, p. 119.
65. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 36.
66. Quoted in Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, pp. 29-30.
67. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 114.
68. George Sarton, *A History of Science*, vol. I, p. 409.

شرحی درباره‌ی بیزاری افلاطون از دموکراسی در این کتاب هم آمده است:

Karl Popper, *The Open Society and Its Enemies.*

69. Farrington, *Greek Science*, p. 106.
70. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 58.

۷۱. از آن‌ها در فصل‌های ۵ و ۶ خواهیم گفت.

72. Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, p. 126.
73. Ibid., p. 127.
74. Ibid., p. 94.
75. Plato, *The Republic*, book III, 414-415.
76. Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, p. 105.
77. Aristotle, *Metaphysics*, book XII, chapter 8, 1074b.
78. See Shadia Drury, *The Political Ideas of Leo Strauss*; and Drury, *Leo Strauss and the American Right.*
79. Shadia Drury, "Noble Lies and Perpetual War".

80. J. G. Landels, *Engineering in the Ancient World*, p. 189.
81. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 7.
82. Sarton, *A History of Science*, vol. 1, pp. 403-404.
83. Ibid., pp. 420, 423, 430.
84. Ibid., p. 451.
85. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 49.
86. Ibid., p. 52.
87. Ibid., p. 52.
88. "Aphorism", in Hippocrates, *Hippocratic Writings*, p. 206.
89. John Henry, "Doctors and Healers", p. 193.
این نکته را که سوگند بقراط در واقع «بیانیه‌ای از فیثاغورسیان» است اولین بار لودویگ اِدِلستاین، در کتاب سوگند بقراط (*The Hippocratic Oath*, 1943)، اعلام کرد.
90. "Tradition in Medicine", in Hippocrates, *Writings*, p. 71.
91. Erwin H. Ackerknecht, *A Short History of Medicine*, p. 50.
92. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 51.
93. Ackerknecht, *Short History of Medicine*, p. 72.
94. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 134.
95. Ackerknecht, *Short History of Medicine*, pp. 89-90.
واژه‌ی انگلیسی *surgeon* (جراح) مشتق از واژه‌ی فرانسوی *chirurgien* است و این واژه مشتق از *cheir ourgos* یونانی به معنی «کارگر یدی». (در فارسی هم «عمل» به معنای «جراحی» کوتاه‌شده‌ی «عمل الید» در متون قدیمی است، یعنی «کار یدی»، «کارِ دستی» و این ترجمه‌ی همان لفظ یونانی است. م.)
96. Ackerknecht, *Short History of Medicine*, pp. 89-90.
۹۷. نگاه کنید به بخش «طبیبان، جراحان، عطارها و شیادها» در فصل ۵.
98. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 142.
99. Ibid., p. 114. See Aristotle, *Politics*, book III, chapter 5, 1278a, and book VI, chapter 4, 1319b.
در این‌جا ارسطو نظرش را درباره‌ی شهروندی «پیشه‌وران و بازرگانان و کارگران» توضیح می‌دهد.
100. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 44.
101. Aristotle, *Meteorology*, book I, chapter 12, 348b-349a.
102. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, pp. 167, 169.
103. T. Gomperz, *Greek Thinkers*, vol. 2, p. 148.
واژه‌ی پرولتاریا در روزگار باستان بیش‌تر به معنی تنگدستان شهری بود تا طبقه‌ی کارگر.
104. Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, p. 122.
105. W. W. Tarn, *Alexander the Great and the Unity of Mankind*, p. 4 (تأکید از ما). See Aristotle, *Politics*, book I, chapter 5, 1254b.
106. Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, p. 113.
107. Ibid., p. 155.
108. Ibid., p. 98.
109. Sarton, *A History of Science*, vol. 1, p. 592.
110. Farrington, *Science and Politics in the Ancient World*, pp. 125-126.
111. Polybius, *The Histories* (book 6, section 56), vol. 1, p. 506.
112. George Novack, *The Origins of Materialism*, pp. 258-259.

۱۱۳. لئوکیپّوس و دموکریتوس (قرن پنجم پ.م.) نظریه‌ی اتمی ماده را در جواب نظریه‌ی ایدئالیستی مطرح کردند که می‌گفت چون جهان مادی ناپایدار است (سنگ‌ها فرسوده می‌شوند، آب بخار می‌شود، انسان می‌میرد) نمی‌تواند واقعی باشد. در مقابل، اتمیست‌ها معتقد بودند که همه‌ی مواد از ذرات ریز ناپیدایی به نام اتم تشکیل شده‌اند که پایدار و جاودانی و بنابراین واقعی‌اند. به اعتقاد آن‌ها، چیزی که در نظرِ حواس ما ناپایداری جهان مادی است صرفاً تغییر آرایش اتم‌هاست.

114. Farrington, *Science in Antiquity*, p. 102.

115. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 212.

116. Lionel Casson, *Libraries in the Ancient World*, pp. 35, 70.

117. Farrington, *Greek Science*, p. 302.

118. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 218.

119. Ibid., p. 222.

120. Henry M. Leicester, *The Historical Background of Chemistry*, p. 38.

121. Ibid., pp. 41, 44, 46.

122. Pamela H. Smith, *The Body of the Artisan*, p. 16.

123. Leicester, *Historical Background of Chemistry*, p. 47.

124. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 235.

125. Leicester, *Historical Background of Chemistry*, p. 38.

126. Edward Peters, "Science and the Culture of Early Europe", p. 9 (تأکید از ما).

127. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 267.

128. Ibid., p. 235.

129. Ibid., p. 234.

130. A. I. Sabra, "Situating Arabic Science", p. 226.

131. William Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 39.

132. Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*, pp. 93-94.

۱۳۳. ولی گویا کلمه‌ی عربی خود به khem مصری برمی‌گردد و نشان می‌دهد که علم مواد ریشه‌های دیرین‌تری دارد. ریشه‌های چینی هم برای این لغت پیشنهاد کرده‌اند؛ رک:

Needham, *Science in Traditional China*, p. 59.

134. Farrington, *Greek Science*, p. 309.

۱۳۵. سنت اسلامی هم تاریخ علم «مردان بزرگ» خودش را دارد، که خاستگاه کیمیاگری را به خالد ابن یزید اموی و امام ششم شیعیان، امام جعفر صادق (ع) که می‌گویند معلم جابر بوده است، می‌رساند. اما «سندی در مورد ارتباط خالد یا امام با کیمیاگری وجود ندارد»؛ رک:

Leicester, *Historical Background of Chemistry*, pp. 62-63.

۱۳۶. ابهام در وجود حقیقی جابر به حدی است که هر نویسنده‌ای او را به قرنی ــ هشتم، نهم، دهم ــ متعلق دانسته است و بسیاری او را با گِبر (معادل لاتینی جابر)، نویسنده‌ی لاتینی‌زبان قرن سیزدهم که نام او را روی خود گذاشته بود، خلط کرده‌اند.

137. P. Kraus, *Jabir ibn Hayyan*, vol. 1.

۱۳۸. جیوه و گوگرد در این نظریه عناصر خاصی نبودند و فقط کیفیاتی انتزاعی بودند. مثلاً گوگرد «اصل اشتعال» تلقی می‌شد.

139. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 279.

140. Leicester, *Historical Background of Chemistry*, p. 72.

141. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 279.

142. Needham, *Science in Traditional China*, p. 9.

اثر جامع چندجلدی نیدم، علم و تمدن در چین، بی‌گمان تا مدت‌ها مرجع پیشتازی در جهان غرب

درباره‌ی تاریخ علم چین خواهد ماند. به نوشته‌ی سوزان بِنِت (Susan Bennett) در مکاتبه‌ای با نگارنده در سال ۲۰۰۳، «تاکنون ۲۱ جلد از مجموعه منتشر شده است و کار مجلداتی که دکتر نیدم در زمان حیاتش برنامه‌ریزی کرده بود ادامه دارد.... انتظار می‌رود که تعداد آن‌ها در مجموع به ۲۸ جلد برسد.» چکیده‌ای از آن هم با نام مختصر علم و تمدن در چین به بازار آمده است. سه کتاب فشرده نیز که نیدم نتایج کار یک عمر خود را در آن‌ها خلاصه کرده است عبارت‌اند از: سنت کیر، علم در چین سنتی، و دبیران و پیشه‌وران در چین و غرب. نیدم پیوسته به شکل گروهی تحقیقاتش اذعان کرده و از دستیاران چینی پرشمارش نام برده، از جمله به‌خصوص، لو گویی‌ـدجن (Lu Gwei-Djen)، وانگ چینگ‌ـنینگ (Wang Ching-Ning)، تشائو تی‌ین‌ـچین (Tshao Thien-Chhin)، و هو پینگ‌ـیو (Ho Ping-yü). او خانم لو گویی‌ـدجن را که در نخستین ملاقاتشان دانشجوی جوانی بود، «همکار اصلی من» خوانده است. نیدم می‌گوید ابتدا او بود که مرا با تاریخ علم چین آشنا کرد.

143. Joseph Needham, *The Grand Titration*, p. 11.

پایه‌ی معلق کاردان «مجموعه‌ای از حلقه‌های پیوسته و لولاشده به یکدیگر» که به جیرولامو کاردانو (جروم کاردان) ایتالیایی منسوب است، «از هزار سال پیش از زمان کاردانو در چین مصرف عمومی داشت». همچنین «مثلث منتسب به پاسکال در ۱۳۰۰ میلادی در چین چیز تازه‌ای نبود» (p. 17).

144. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 157.

ولی قشر ماندارین هم «آن‌طور که گاهی تصور می‌شود بی‌طبقه نبوده است، چون حتی در بهترین و بازترین دوره‌های تاریخ چین، پسران خانواده‌های فرهیخته‌ای که کتابخانه‌های خوبی در منزل داشتند از امتیاز بیش‌تری برخوردار بودند». (Needham, *Science in Traditional China*, p. 24.)

145. Needham, *Grand Titration*, p. 117.

146. Needham, *Science in Traditional China*, p. 24-25.

147. Ibid., p. 3.

148. Needham, *Grand Titration*, p. 58.

149. Needham, *The Shorter Science and Civilisation in China*, vol. 4, pp. 3-4.

150. Needham, *Grand Titration*, p. 24.

151. Ibid., p. 62.

152. Ibid., p. 70.

153. Ibid., p. 50.

154. Needham, *Grand Titration*, p. 267.

155. Needham, *Grand Titration*, p. 267.

156. Ibid., p. 28.

برای مطالعه‌ی مشروح موقعیت اجتماعی صنعتگران و مهندسان قدیم چین، رک:

Needham, *Science and Civilisation in China*, vol. 7, part 1.

157. Needham, *Grand Titration*, p. 28.

158. Ibid., pp. 29-30.

159. Ibid., p. 31.

160. Ibid., p. 27.

161. Needham, *Science in Traditional China*, pp. 73-74.

جهان‌گرایی چین در دوران تانگ را مقایسه کنید با گوشه‌گیری پاریس در هزار سال بعد، که جاناتان اسپنس در کتاب مسئله‌ی هو (*Question of Hu*) به آن اشاره می‌کند. پاریسی‌ها در قرن هجدهم مردی چینی به اسم هو را طوری نگاه می‌کردند که انگار مسافری از سیاره‌ای دیگر است. آن‌ها درک متفاوت او از جهان را به حساب نقص عقل می‌گذاشتند.

162. Needham, *Clerks and Craftsmen in China and the West*, pp. 61-62.

163. Robert Temple, *The Genius of China*, p. 9.

در پیش‌گفتار آن، نیدم کتاب تمپل را «چکیده‌ی درخشانی از علم و تمدن در چین من» توصیف می‌کند.

164. Temple, *Genius of Chian*, p. 114. Temple's source is Shen Kua, *Dream Pool Essays* (1086 C.E.).

165. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 327.

سهم چاپ در تاریخ علم را در فصل ۵ بیش‌تر خواهیم کاوید.

166. Temple, *Genius of China*, p. 112.

167. Ibid., p. 115.

168. Ibid., pp. 112-113.

169. Ibid., p. 59.

170. Ibid., pp 94-95. Temple's source is Hsi Han, *Records of the Plants and Trees of the Southern Regions* (304 C.E.).

171. Quoted in Temple, *Genius of China*, p. 120.

172. Temple, *Genius of China*, p. 103.

173. Needham, *Clerks and Craftsmen in China and the West*, p. 204.

نقدی در مورد این ادعای نیدم که ساعت‌های مکانیکی چینی و اروپایی خویشاوند یکدیگرند در اثر زیر آمده است: David Landes, *Revolution in Time*, pp. 17-25.

لندیز منکر جامعیت و وثوق تحقیقات نیدم نیست، ولی اعتقاد دارد که او در مورد انتقال ساعت‌های مکانیکی، نتیجه گیری ناموجهی کرده است.

174. Temple, *Genius of China*, pp. 61-62.

175. Ibid., p. 78.

176. Ibid., p. 54.

177. Ibid., p. 93.

178. Quoted in Temple, *Genius of China*, p. 93.

179. Temple, *Genius of China*, p. 94.

180. Ibid., p. 49.

181. Ibid., pp. 224-225.

182. Ibid., p. 75.

183. Ibid., p. 76.

184. Ibid., p. 127.

185. T'ao Ku, *Records of the Unworldly and the Strange* (c.950), quoted in Temple, *Genius of China*, p. 98.

186. Temple, *Genius of China*, p. 99.

زن‌ها «بانوان درباریِ فلک‌زده‌ای... در دوران کوتاه حکومت خاندانِ چیِ شمالی» بودند.

187. Ibid., p. 11.

188. Ibid., p. 20.

189. Ibid., pp. 11, 25.

190. Ibid., p. 9.

191. Ibid., pp. 149-150.

192. Ibid., p. 188.

193. Ibid., p. 188.

194. Quoted in Temple, *Genius of China*, p. 190.

۱۹۵. اسم این را گذاشته‌اند «مسئله‌ی نیدم»، چون سؤال اصلی‌ای است که جوزف نیدم درصدد پاسخگویی به آن برآمد. رک: Kenneth Boulding, "Great Laws of Change", p. 9.

۴

دریانوردان و علوم دریانوردی

شرح حال شاهزاده اِنریکه... شکوه و انسجام نمایشی منظومه‌ها را دارد. می‌بینیم که قهرمان شاهزاده، صبورانه، شرایط لازم برای کار سترگش را به دست می‌آورد و آنگاه زندگی‌اش را وقف کشف راه هندوستان از جنوب افریقا می‌کند... می‌بینیم که علم‌آموزی می‌کند، اطلاعات گرد می‌آورد، نفرات تعلیم می‌دهد، و الهام‌بخش هرکسی می‌شود که سر راهش قرار می‌گیرد.

کلمنتس مارکام[1]، پدران دریایی[2]

از آغاز، شاهزاده انریکه‌ی دریانورد برای حل مسئله‌ها ریاضی‌دانان و ستاره‌شناسان را فراخواند؛ و در طول سه قرنِ بعد، همین گروه از مردان، نه ملوان‌هایی که عملاً کشتی را می‌راندند بلکه همیشه ستاره‌شناسان و ریاضی‌دانان بودند، که دریانورد تربیت می‌کردند.

ریچارد وستفال، «علم و فناوری در انقلاب علمی»

یکی از سمج‌ترین افسانه‌های علمیِ قهرمانانه این است که ما دانش دریانوردی را مدیون شاهزاده انریکه‌ی پرتغالی (۱۳۹۴ـ۱۴۶۰) مشهور به «انریکه‌ی دریانورد» هستیم؛ دانشی که درنوردیدن اقیانوس‌ها را ممکن ساخت و دریانوردی را در جایی که خشکی‌ای به چشم نمی‌آید به کشتیرانان آموخت. افسانه در زمان خود او ساخته شد. سرچشمه‌اش مدح‌نامه‌هایی بود که گومیش اِینش زورارا[3]، وقایع‌نگار دربار شاهزاده انریکه، می‌نوشت.(۱) با مدیحه‌سرایی برای شاهزاده، زورارا وظیفه‌اش را انجام می‌داد، ولی زندگی‌نامه‌نویسان و تاریخ‌نگاران بعدی ــ از ریچارد هَکلوت[4]

1. Clements Markham 2. *The Sea Fathers* 3. Gomes Eanes Zurara
4. Richard Hakluyt

و سمیوئل پِرچس[1] گرفته تا مِیجر[2] و بیزلی[3] ــ باید بیش‌تر احتیاط می‌کردند و هر ادعای او را بی‌چون و چرا نمی‌پذیرفتند. اما متأسفانه تقریباً هرچه در طول پانصد سال درباره‌ی شاهکارهای انریکه نوشته‌اند بر اساس گفته‌های زورارا بوده است. تازه در قرن بیستم بود که اقدامات و دستاوردهای فرضی او مورد تجزیه و تحلیل نقادانه گرفت.

تنها چیزی که مقصرش زورارا نیست، لقب «دریانورد» انریکه است که آن را جغرافی‌دانی آلمانی در قرن نوزدهم به او داد.(۲) و چه لقب بی‌مسمایی! انریکه دریانورد نبود که هیچ، به‌ندرت هم پا در کشتی گذاشته بود. اگر پا در کشتی می‌گذاشت نه برای راندن آن در دریاهای ناشناخته، بلکه در مقام سرنشینی درباری در سفرهای روزمره بود.

ستایشگران انگلیسیِ انریکه تا همین اواخر از نقالان قصه‌ی نبوغ علمی او بوده‌اند. خوشبختانه در قرن بیست و یکم، پیتر راسل[4] زندگی‌نامه‌ی باورکردنی‌تری درباره‌ی او نوشته و چگونگی جعل اسطوره‌ی او را شرح داده است. راسل می‌نویسد: «کیش پرستش شخصیت شاهزاده انریکه، که همیشه ساختگی بوده است، در طول قرن‌ها نشان داده که به مقتضای اهداف نخبگان حاکم در پرتغال می‌تواند پیوسته رنگ عوض کند.»

این پرستش اول در زمان خود انریکه، در قالب تجلیل زورارا از فتوحات او، خودنمایی می‌کند. در این تجلیل و تکریم، نویسنده اقدامات او را مایه‌ی خوشبختی کشور قلمداد می‌کند. بعد در قرن شانزدهم ژوائو دو بارّوش[5]، مورخ پرتغالی، انریکه را «پژوهشگر فرزانه‌ی جغرافی و علم دریانوردی» معرفی می‌کند. همین نویسنده یک «دروغ شورانگیز» را هم از خودش درمی‌آورد که انریکه «در ساگریش، نزدیک دماغه‌ی سانو ویسنته[6]، رحل اقامت افکند... تا بتواند فارغ از دنیا به مطالعاتش در زمینه‌ی کیهان‌شناسی و دریانوردی نجومی بپردازد». شکل نهایی را نویسندگان بعدی به داستان می‌دهند، که می‌گوید: «شاهزاده در یکی از دماغه‌های ساگریش مدرسه‌ای رسمی دایر کرد و خودش مدیریت آن را به عهده گرفت و شخصاً به ناخداها و سکان‌بان‌ها علم اقیانوس‌نوردی آموزش می‌داد.»(۳) کسانی

1. Samuel Purchas 2. Richard Major 3. C. R. Beasley 4. Peter Russell
5. João de Barros 6. St Vincent

هم بی هیچ مدرکی ادعا کرده‌اند که انریکه برای پیشبرد علوم دریـایی یک کـرسی ریاضیات در دانشگاه لیسبون تأسیس کرد.[۴]

انریکه در وصیت‌نامه‌اش ارث زیادی برای نهادهای مـذهبی گـذاشت و یک کرسی الاهیات هم در دانشگاه به وجود آورد، ولی مطلقاً نامی از هیچ کار علمی‌ای نبرد.[۵] اگر سـرسوزنی حـقیقت در ایـن قـصه نـهفته بـاشد کـه او یک مـدرسه‌ی دریانوردی در ساگریش دایر کرد، آن حقیقت این است که یحتمل او هزینه‌ی آن را تأمین کرده و مکانی فراهم آورده برای جذب دریانوردان پیشتاز، تا با هم بنشینند و دانسته‌های خود را رد و بدل کنند و مجموعه‌ای از اطلاعات دریانوردی حاصل شود. اما اگر آموزشی در کار بوده، یقیناً انریکه نبوده که بـه دریـانوردان آمـوزش می‌داده؛ آموزش را آن‌ها به او می‌داده‌اند، یا اطلاعاتی را که لازم داشته در اختیارش می‌گذاشته‌اند. خدمت انریکه به علم دریانوردی خلاصه مـی‌شده در پشـتیبانی از دریانوردان و نقشه‌نگاران و ریاضی‌دانان و ستاره‌شناسان.

ولی همان‌طور که حمایت مالی خانواده‌ی مدیچی از میکل‌آنژ باعث نشد که آن‌ها هنرمند بشوند، حمایت شاهزاده انریکه هم او را دانشمند نمی‌کند. وانگـهی، درحالی‌که تأمین‌کنندگان مالی هنرمندان گاهی واقعاً قصد حمایت از خلق زیبایی هنری را داشته‌اند، حمایت انریکه ناشی از علاقه‌ای به حقیقت علمیِ محض نبود. او انگیزه‌ی نهفته‌ای داشت که هرچند در منشور ایدئولوژی صلیبیان در جـهاد بـا مسلمانان تجزیه می‌شد، عبارت بود از فتوحات استعماری و افتخارات مـلوکانه. کشتی‌هایی که او به دریاهای دور می‌فرستاد برای توسعه‌ی امپراتوری پرتغال بود و علمی که او جست‌وجو می‌کرد فقط وسیله‌ای بود برای رسیدن به هـدفی، و آن هدف عبارت بود از تسلط بر جزایر اقیانوس اطلس و اراضی افریقا. جـانشینان او دامنه‌ی جاه‌طلبی پرتغالی را به اندازه‌ای گسترش دادند که جزایر هند شرقی را هـم در بر گرفت.

انریکه آن شناخت علمی‌ای را که به‌خاطرش ستایش شده است **تولید نکـرد**؛ آن را **خریداری کرد**. اما برای این کار هم چندان سزاوار ستایش نیست، چون بـرای آن پول نداد. مقداری از آن را سرقت کرد، و آن‌هم به وحشیانه‌ترین شکل: کسانی را که چشم طمع به معلوماتشان داشت به دستور او ربودند و برای گرفتن اطـلاعات باارزش‌شان بازجویی کردند.

معروف‌ترین دستاورد ادعایی انریکه عبور از دماغه‌ی بوخادور[1] در ساحل افریقا بود. در قصه‌ی او آورده‌اند که دریانوردان از سفر به جنوب آن نقطه پروا داشتند تا این‌که او بر جهل و ترس آن‌ها غلبه کرد و به آن سفر تشویقشان کرد و نشانشان داد که از عهده‌اش برمی‌آیند. اما واقعیت این است که انریکه در ۱۴۴۳ با صدور فرمانی عبور از دماغه‌ی بوخادور را **بدون اجازه‌ی او ممنوع کرد.** «این نشان می‌دهد که در دریانوردها میلی به اکتشاف مستقلانه بدون گزارش به شاهزاده انریکه وجود داشته است و به‌خاطر مصالح کشور باید آن‌ها **مهار می‌شدند.**»[۶] از فرمان انریکه برمی‌آید که قصد داشته اطلاعاتی را که دریانوردان او به دست می‌آورده‌اند انحصاری کند.

البته هیچ‌کدام از این‌ها برای کسی که شرح حال انریکه را با دقت مطالعه کرده باشد، کشف تازه‌ای نیستند. در پایان قرن نوزدهم چند پژوهشگر شروع به انتشار اسناد انبوهی از دوره‌ی اکتشافات پرتغالی‌ها کردند که نهایتاً امکان ارزیابی واقع‌بینانه‌ی کارهایی را که انریکه کرده بود و نکرده بود فراهم می‌آورد.[۷] با وجود این، «معرفی سنتی مداحانه»ی انریکه تا قرن بیستم هم ادامه پیدا کرد و «همچنان، بدون چندان قید و شرطی، او را مظهر ... توفیقات فکری قلمداد می‌کردند».[۸]

شاهزاده انریکه فقط یکی از آن انگشت‌شمار «مردان بزرگ» است که از قدیم تأسیس علوم دریانوردی را به آن‌ها نسبت داده‌اند. مشهورترین آن‌ها البته کریستوف کلمب است. کلمب برعکس انریکه واقعاً دریانورد بود و سفر پیشتازانه‌ی او به کرانه‌ی دیگر اقیانوس اطلس شاهکاری درخور ستایش است. با این حال، توصیف او به‌عنوان فوق‌نابغه‌ای که در علم و عمل یک سر و گردن بلندتر از معاصرانش بود به‌هیچ‌وجه قابل توجیه نیست. دستاورد او را نمی‌شود از بستر عمومی دریانوردی، که هزاران نظیر و سلف دریانورد او در ایجاد آن سهیم بودند، جدا کرد. آن‌ها به‌جز چند استثنا همه از لایه‌های کم‌تر برخوردار جامعه بودند و بنابراین به «تاریخ علم مردم» ربط بیش‌تری پیدا می‌کنند. اگرچه ناخداهای کشتی‌های بزرگ گاهی از طبقه‌ی اشراف بودند ــ کشتی‌دار یا بازرگان ثروتمندی که نمی‌توانست چشم از سرمایه‌اش بردارد، یا صاحب‌منصبی در دولت ــ کم‌تر

1. Bojador

پیش می‌آمد که اشراف‌زاده‌ها شخصاً دست به دریانوردی بزنند. آن‌هایی که به این کار دست می‌زدند ناخداها و فرماندهان کشتی‌ها بودند ــ معادل‌های دریایی صنعتگران خبره. پرتعدادترین قشر، در میان دریانوردان، ملوان‌ها بودند که می‌شد آن‌ها را با کارگران صنعتی نیمه‌ماهر مقایسه کرد.

دریانوردی در نزدیکی ساحل

در قصه‌ی انریکه‌ی دریانورد بر این نکته تأکید می‌شود که دریانوردان تا پیش از این‌که شاهزاده آگاهشان کند، «همیشه نزدیک ساحل می‌ماندند و از ورود به دریای ناشناخته وحشت داشتند».[۹] به این ترتیب دریانوردها مردانی ناآگاه و بزدل و محافظه‌کار وانمود می‌شوند، درحالی‌که این همان‌قدر دروغ است که قصه‌ی مهمل ترس ملوان‌های کریستوف کلمب از افتادن از لبه‌ی زمین.[۱۰] تحقیر رایج دریانوردان به‌عنوان کهنه‌گرایان لجبازی که در مقابل طرح‌های خلاقانه‌ی فرزانگانِ پشت‌میزنشین مقاومت می‌کردند، به‌کلی نارواست. دریانوردها ناچار بودند هر زمان که با طرح تازه‌ای روبه‌رو می‌شدند مخاطرات آن را بسنجند و ببینند آیا ارزش دارد که جانشان را برای آن به خطر بیندازند. کار آن‌ها به خودی خود خطر داشت. احتیاط آن‌ها در سنت‌شکنی کاملاً منطقی بود.

دریادار کالینز[1] از نیروی دریایی بریتانیا، در صحبت از «آن افسانه‌ی جان‌سخت که اولین دریانوردها در آغوش ساحل دریانوردی می‌کردند»، معلوم می‌کند که در حقیقت چه کسانی از دریا ناآگاه بودند:

> آن مطلب را امکان ندارد یک دریانورد نوشته باشد. چیزی خطرناک‌تر، و بنابراین در ساحلی ناشناخته قابل احترازتر، از دریانوردی نزدیک ساحل نیست. آن قصه را با این فرض ساخته‌اند که دریانورد نه راهش را می‌دانسته نه توانایی‌اش را داشته که از ساحل دور بشود. حالا می‌بینیم که این فرض بی‌پایه است.... کم‌ترین شکی وجود ندارد که دریانوردها در همه‌ی دوران‌ها، به هر طریقی که توانسته‌اند، در آب‌های عمیق دریانوردی کرده‌اند.[۱۱]

1. K. St. B. Collins

«موقعی‌که شاهزاده انریکه درگذشت»، به نوشته‌ی یکی از مجیزگوهای او، «تازه توانسته بود مردم را قانع کند که یکی دو روز از ساحل دور شوند، به اندازه‌ی فاصله‌ی جزایر قناری از ساحل افریقا.»[۱۲] اما واقعیت این است که انریکه هنوز به دنیا نیامده بود که سفر به جزایر قناری کار روزمره‌ای شده بود. دریانوردان فنیقی دوهزار سال قبل‌ترش آن‌جا بودند و در قرن دوم میلادی کلادیوس بطلمیوس گفته بود موقعیت آن جزایر را به این علت می‌دانیم که «مسافرها مرتب این مسافت را اندازه گرفته‌اند».[۱۳] بعد آن‌ها از حافظه‌ی اروپایی‌ها پاک شدند، تا حدود سال ۱۲۷۰ که دریانوردان جنووایی در راه جزایر لاجورد (آسور) و اَلوار (مادیرا) دوباره کشفشان کردند. دست‌کم ۹ سفرِ رفت و برگشت بین سال‌های ۱۳۳۶ و ۱۳۹۳ به جزایر قناری انجام گرفت.[۱۴] بی‌گمان سفرهایی از این دست بودند که دریانوردهای شبه‌جزیره‌ی ایبِری[1] را سرانجام به اطلاعات و مهارت‌های ضروری برای عبور از اقیانوس اطلس تجهیز کردند. شمال اقیانوس اطلس را خیلی زودتر، پیش از سال ۱۰۰۰ میلادی، وایکینگ‌ها درنوردیده بودند. جالب است که «این سفرهای اقیانوسی را دریانوردان نورس[2] (اسکاندیناوی) بدون ربع و اسطرلاب، بدون قطب‌نمای مغناطیسی و بدون نقشه انجام می‌دادند».[۱۵]

شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که دریانوردان در دریای سرخ از قریب چهارهزار سال پیش بدون مشاهده‌ی ساحل دریانوردی می‌کردند. در هزاره‌ی دوم پ.م. دریانوردهای مینوسیِ کرِت مرتب از دریای مدیترانه عبور می‌کردند. اودیسه گواه ادبی آن است. اگرچه اودوسئوس شخصیتی اسطوره‌ای است، توضیحات دقیق هومر درباره‌ی این‌که او چگونه هفده روز در دریا مسیرش را از روی ستاره‌ها پیدا می‌کند نشان می‌دهد که سنت دریانوردی ریشه‌داری وجود داشته است. حدود سال ۶۰۰ پ.م. ناخدایی کارتاژی به اسم هامیلکار گزارش می‌دهد که بومیان بروتانی [در شمال غربی فرانسه‌ی کنونی] با قایق‌هایی بسیار پست‌تر از قایق او مرتب به ایرلند، که سیصد مایل دورتر است، می‌روند و برمی‌گردند.[۱۶] دریانوردان فنیقی در مسیرهای تجارتی دریای مدیترانه و دریای سیاه مرتب تردد داشتند و در اقیانوس هند و اقیانوس اطلس هم رفت و آمد می‌کردند و حتی گفته‌اند افریقا را هم دور

1. Iberia 2. Norse

زده‌اند.[۱۷] و در سر دیگر زمین، چنان‌که در فصل ۲ گفتیم، مسکون‌شدن جزایر اقیانوس آرام در اعصار پیش‌ازتاریخ گواهی می‌دهد که به‌رغم نبودِ کتابت و فلز، فنون دریانوردی پیشرفته‌ای در این نواحی وجود داشته است. مدت‌ها پیش از این‌که ناخدا کوک جزایر هاوایی را به خیال خودش «کشف» کند، اهالی پولینزی با پیمودن حدود دوهزار مایلِ دریایی از تاهیتی و جزایر مارکیز به آن‌جا رفته بودند.

قصه‌ی دریانوردی در آغوش ساحل از این حقیقت سرچشمه گرفت که انریکه‌ی دریانورد از دریانوردان پرتغالی خواست که راهی دریایی به گینه ــ در غرب افریقا و جنوب صحرا ــ پیدا کنند و آن‌ها در امتداد ساحل افریقا راهی جنوب شدند؛ ولی ابداً این‌طور نبود که هرگز چشم از ساحل برندارند. شیوه‌ی «ناوبری کرانه‌ای»[1] مستلزم این بود که گهگاه ساحل را ببینند تا موقعیت کشتی حفظ شود، اما نه این‌که یکسره چسبیده به ساحل حرکت کنند.[۱۸] سکاندارها قطب‌نمای مغناطیسی داشتند و گاه‌به گاه از وزنه و طنابِ عمق‌سنجی هم استفاده می‌کردند تا از دماغه یا نشانه‌ی ساحلیِ مشخصی به دماغه یا نشانه‌ی دیگری برسند.

این ادعا که دریانوردهای پیش از زمان انریکه قادر به دریانوردی دور از ساحل نبودند صیادان دریایی را، که کارشان در آن زمان جزء لاینفکی از اقتصاد پرتغال بود، از خنده روده‌بر می‌کرد. معاش آن‌ها بستگی به این داشت که بتوانند صید را در اقیانوس تعقیب کنند ــ ضرب‌المثل «ماهی از جلو و ماهیگیر به دنبالش» بیخود نبود. پس آن‌ها باید آب‌های شرق اقیانوس اطلس شمالی را مثل کف دستشان می‌شناختند.[۱۹]

بادها و جریان‌های دریایی

دانشی که بیش‌ترین ارزش را برای دریانوردی در اقیانوس‌ها داشت فهم نظم و ترتیب بادها و جریان‌های دریایی بود. پی‌بردن به این‌که الگوی بادها و جریان‌های دریایی تا حد زیادی قابل پیش‌بینی است، شناخت اولیه‌ای بود که به دریانوردان امکان داد آن‌ها را در نقشه‌هایی ثبت کنند و برای رسیدن به مقصدشان به کار ببرند. قابل اتکابودن بادهای دریای سرخ، «هم از نظر سمت و هم از لحاظ شدت»،

1. coasting

یکی از علت‌های پیدایش زودهنگام دریانوردیِ دور از ساحل در آن‌جا بود.[۲۰]

مثل روز روشن است که این‌جور اطلاعات را علمای در خشکی‌نشسته نمی‌توانستند به دست آورده باشند. ابتدا کسانی باید آن‌ها را به دست آورده و تفسیر کرده باشند که عمرشان را در دریا می‌گذراندند:

> این کشف بادها، که راه‌های بازرگانی جهان را پیش از ظهور ماشین بخار تثبیت کرد، شاید کم‌اهمیت‌تر از کشف سرزمین‌های جدید نبود. و این کشف را فقط در دریا و فقط دریانوردانی می‌توانستند کرده باشند که مدام در حال آموختن بودند و مشاهداتشان را ثبت می‌کردند و به دیگران انتقال می‌دادند. ... وقتی با روش‌هایی آن‌قدر ابتدایی کارهایی چنان سترگ انجام می‌گرفت، ما فقط می‌توانیم افسوس بخوریم که چیز زیادی از عاملان آن‌ها نمی‌دانیم.[۲۱]

تا قرون اخیر، این شناخت به طور شفاهی حفظ و منتقل می‌شد، «چون دریانورد مثل صنعتگری بود که از نوجوانی، با شاگردی در خدمت استاد، طرز هدایت کشتی را یاد می‌گرفت؛ چیزی نوشته نمی‌شد».[۲۲] مشکلی که این روش برای مورخ به وجود می‌آورد روشن است. یک نویسنده‌ی تاریخ نقشه‌نگاری می‌نویسد:

> گذشته از قانون‌شکنان حرفه‌ای، هیچ گروهی از مردم در تاریخ بشر بیش‌تر از دریانوردان حرفه‌ای اکراه نداشته است که سوابق کارش را نگه دارد. آن‌ها فیلسوفانی بودند بدون امتیاز وابستگی مکتبی؛ ریاضی‌دانانی بودند از روی ضرورت نه تقید؛ منجمانی بودند بدون رصدخانه‌ای مگر عرشه‌ی کشتی. آن‌ها علمشان را برای خودشان نگه می‌داشتند.[۲۳]

فقط کسی که تجربه‌ی عملی دریانوردی داشت می‌توانست بداند که بهترین و سریع‌ترین راه بازگشت از جزایر قناری به شبه‌جزیره‌ی ایبری این است که اول به‌سمت شمال غربی برود، نه این‌که مستقیم راه شمال شرقی را پیش بگیرد. در مسیر مستقیم باید مدام با بادهای بسامانِ شمال شرقی و جریان آب می‌جنگید و قیقاج می‌رفت، درحالی‌که اگر با بادهای غربی همراه می‌شد و راه شمال غربی را در

پیش می‌گرفت ــ روشی که دریانوردان پرتغالی اسمش را «وُلتا دو مار»[1] (قوس دریا) گذاشته بودند ــ زودتر و آسان‌تر به خانه می‌رسید. ما کسانی را که این راهِ ظاهراً دور از عقل را کشف کردند نمی‌شناسیم، ولی تردید نداریم که آن‌ها دریانورد بودند نه ریاضی‌دان یا ستاره‌شناس.

همین آشنایی با «ولتا دو مار» و به تبع آن، الگوی دَوَرانیِ بزرگ‌تر بادهای اقیانوس اطلس شمالی، که ساعت‌سو (در جهت گردش عقربه‌های ساعت) است و اقیانوس‌شناس‌ها نام آن را گَردا[2] گذاشته‌اند، امکان سفرهای اقیانوسی کلمب و جانشینانش را در نیمکره‌ی غربی فراهم ساخت. به‌علاوه، «الگوهای تفکر غالب پا به پای الگوهای بادهای غالب رشد کردند و دریانوردان ایبری از ولتا مثل الگویی برای تعیین مسیر سفرهای خود به آسیا و امریکا و دور دنیا استفاده کردند».[۲۴] زیر خط استوا، در اقیانوس اطلس جنوبی، گردایی واساعت‌سو، یعنی درست عکس گردای شمالی، یافتند و نسل بعد از آن‌ها گرداهایی در شمال و جنوب اقیانوس آرام مشابه همین الگو پیدا کردند.

مجسم کنید که دریانوردان پرتغالی می‌خواهند با دور زدن نوک جنوبی افریقا به هندوستان بروند و ناگهان از برزیل سر در می‌آورند! اگر تصور کنید (چنان‌که مورخان بسیاری تصور کرده‌اند) که آن‌ها راه را اشتباه رفته‌اند، شمایید که اشتباه می‌کنید. در سال ۱۵۰۰ پدرو آلوارس کابرال[3] با خدمه‌ی کشتی‌اش از مسیری که سه سال قبلش کاملاً درست درآمده بود، اول صدها مایل به غرب رفتند تا بعد به کمک گردای اقیانوس اطلس جنوبی افریقا را دور بزنند و وارد اقیانوس هند بشوند. بین راه از این‌که دیدند پرندگان خشکی در بالای سرشان چرخ می‌زنند تعجب کردند و دنبال آن‌ها رفتند. برزیل را اروپایی‌ها به این ترتیب «کشف» کردند و البته لقمه‌ی چربی برای جهان‌خواران پرتغالی بود. اما اگر برزیل را کابرال هم کشف نکرده بود، طولی نمی‌کشید که دریانوردان دیگر کشف می‌کردند.[۲۵]

اولین دریانوردان ایبریایی، که در ۱۴۹۷ با استفاده از گردای اقیانوس اطلس جنوبی به هند رفتند، تحت فرماندهی واسکو [پرتغالی: واشکو] دا گاما[4] بودند. هرچند او را برای پیشتازی‌اش در این سفرِ جسورانه همیشه دریانوردی نابغه

1. Volta do mar 2. gyre 3. Pedro Alvares Cabral 4. Vasco da Gama

دانسته‌اند، سندی در دست نیست که نشان دهد دانش لازم برای آن سفر را خود او به دست آورده است. او نجیب‌زاده‌ای درباری بود که چندان تجربه‌ی دریانوردی نداشت، تا این‌که ناوگانی را به او سپردند. مورخی پرتغالی می‌نویسد که اگرچه کاستانِدا[1]ی وقایع‌نگار ادعا می‌کند واسکو دا گاما برای آن مأموریت انتخاب شد «چون در خدمات دریایی‌ای که به دون ژوائوی دوم کرده بود تجربه‌ی زیادی داشت، در وقایع‌نگاری‌ها یا سندها حتی یک اشاره به چنین تجربه‌ای، یا خدمت شایان ذکری، نیست».[۲۶] چیزی که واسکو دا گاما را در دل شاه پرتغالی جا کرد ورزیدگی‌اش در دریانوردی نبود، وابستگی تیولش به شاه و سنگدلی‌اش در چپاولگری و کشورگشایی بود.

بعد از سفر شناسایی اولیه‌اش واسکو دا گاما در سال ۱۵۰۲ راهی سفر استعماری به هند شد. یکی از خدمه‌ی او درباره‌ی برخورد آن‌ها با کشتی مسلمانانی که از سفر حج برمی‌گشتند، می‌نویسد: «یک کشتیِ کاروان حج را گرفتیم که ۳۸۰ نفر مرد و عده‌ی زیادی زن و بچه سرنشین داشت. لااقل ۱۲۰۰۰ سکه و دست‌کم به اندازه‌ی ۱۰۰۰۰ سکه مال و اموال از آن‌ها گرفتیم. بعد کشتی و همه‌ی سرنشینانش را با باروت آتش زدیم.» واسکو دا گاما برای این‌که حکام محلی حساب کار دستشان بیاید، صیادان بی‌سلاح را می‌گرفت و مثله می‌کرد و سر و دست و پای آن‌ها را با پیغامی کتبی برای حاکم می‌فرستاد تا بفهمد مقاومت بی‌فایده است».[۲۷] آقاییِ پرتغال در اقیانوس هند با روشی به دست آمد که امروزه اسمش را می‌گذارند «تروریسم دولتی».

فردیناند ماژلان [پرتغالی: فرنائو ماگالیش] اولین دریانورد اروپایی بود که در اقیانوس آرام به‌خوبی از گَرداها استفاده کرد. ماژلان را معمولاً نخستین کسی می‌دانند که کره‌ی زمین را دور زد؛ ولی این شاهکار را در واقع سکاندار باسکی او، خوان سباستیان دل کانو[2]، انجام داد، «فردی عادی که نه ثروتی داشت و نه نبوغی که کمکش کند».[۲۸] ماژلان پیش از این‌که سفر به پایان برسد در فیلیپین کشته شد. دل کانو «از هر درسی درباره‌ی بادها که دریانوردان گمنام اقیانوس اطلس مدیترانه‌ای... و اولین دریانوردان ناشناس دریاهای آسیایی آموخته بودند

1. Fernão Lopes de Castanheda 2. Juan Sebastián Del Cano

بهرهبرداری کرد».[۲۹] در یکی از فصول قبل دیدیم که یکی از روش‌های اصلی «**بهره**برداری» اروپایی‌ها از معلومات آسیایی‌ها آدم‌ربایی بود.

دل کانو اولین دریانوردی بود که سفر دور دنیا را به آخر رساند؛ اما نخستین **کسی** که زمین را دور زد و به نقطه‌ی شروع حرکتش برگشت احتمالاً انریکه[۱]، غلام **ماژلان**، بود. سفر انریکه در اروپا شروع و ختم نشد. ماژلان ده سال پیش از آغاز سفر معروفش انریکه را در بازار برده‌ی مالزی خرید و از راه افریقا به پرتغال برد و بعد به اسپانیا. در اسپانیا بود که سفر دور دنیایش را به‌سمت غرب آغاز کرد. موقعی‌که به فیلیپین رسیدند، انریکه با بومی‌ها شروع به صحبت به زبان خودشان کرد و صاحبش متعجب شد. ظاهراً او بعد از غیبت طولانیِ ناخواسته‌ای به وطنش برگشته بود.[۳۰]

ماژلان جان خودش را به‌خاطر ستیزه‌جویی جهان‌خوارانه‌اش از دست داد. موقعی‌که عازم تصرف جزیره‌ی ماکتان در فیلیپین بود، «انتظار داشت با جماعت بی‌سر و پایی از جنگجویان لخت و عور روبه‌رو بشود که با اولین شلیک توپ‌های او پا به فرار بگذارند و نیزه‌های نیی شکننده‌شان از نفوذ در زره‌های اسپانیایی عاجز باشند». اما جزیره‌نشین‌ها او را غافلگیر کردند. رئیس‌شان، لاپو لاپو[۲]، ۱۵۰۰ نفر به جنگ نیروی تقریباً ۵۰ نفره‌ی اروپایی‌ها فرستاد؛ ماژلان را تکه‌تکه کردند.

> اکنون در فیلیپین ... از ماژلان نه همچون کاشفی دلاور بلکه به‌عنوان مهاجم و جانی یاد می‌کنند؛ و لاپو لاپو ابعاد حماسی دور از دسترسی پیدا کرده. امروزه دیدنی‌ترین منظره در بندر ماکتان مجسمه‌ی غول‌پیکر نیزه‌به‌دستی از لاپو لاپوست، درحالی‌که چشم مراقبت به اقیانوس آرام دوخته است.[۳۱]

انریکه بعد از مرگ صاحبش خود را مطابق وصیت او آزاد اعلام کرد؛ اما چون جانشینان ماژلان می‌گفتند حالا ما صاحب توئیم، انریکه با خشم از آن‌ها جدا شد و دیگر اثری از او در تاریخ نیست.

نتایج علمی اولین سفر دور دنیا بسیار بیش‌تر از افزایش شناخت انسان از الگوی بادهای اقیانوس‌ها بود:

1. Enrique 2. Lapu Lapu

هرچند ماژلان و ملوانانش خیلی از آنچه را که تجربه کرده بودند نمی‌فهمیدند، یادداشت‌هایی از خودشان باقی گذاشتند که دیگران مطالعه کردند و شناخت اروپایی‌ها را از جهان بالا بردند. آن‌ها زمین را دور زده بودند و معلوم شده بود که دنیا بزرگ‌تر از آنی است که تصور می‌کردند. هفت‌هزار مایل و پهنه‌ی آب وسیعی ــ اقیانوس آرام ــ به محیط زمین اضافه شده بود. آن‌ها پی برده بودند که بیرون از اروپا مردمانی زندگی می‌کنند بسیار پرشمار و گوناگون، به بلندی غول‌های پاتاگونیا و کوتاهی بومیان فیلیپین.[۳۲]

این سفر نه‌فقط با افزودن، بلکه با کاستن هم، شناخت انسان را از جهان طبیعت بالا برد. گزارش‌های این سفر کمک کردند تا خیلی از تصورات غلط تصحیح شود. «پدیده‌هایی مثل پریان دریایی، جوشش آب در نواحی استوایی و جزیره‌ای آهنربا که میخ‌های کشتی‌های عبوری را می‌کشد، کنار گذاشته شدند.» مهم‌تر از همه، نمایان‌شدن بسیاری از خطاها و کاستی‌های فاحش فلسفه‌ی طبیعی ارسطو زمینه را برای مرگ علم نخبه‌گرای روز آماده کرد. نویسنده‌ای می‌گوید: «همه‌ی این اکتشافات به قیمت جان بیش‌تر از دویست نفر حاصل شد.»[۳۳] اما دویست نفر فقط ماژلان و افرادش بودند. خدا می‌داند چه تعداد از غیراروپایی‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو شدند جان باختند.

هیپّالوس[1] و بادهای موسمی اقیانوس هند

غالب موارد کشف الگوی بادهای اقیانوس‌ها ثبت نشده است، اما یکی از اولین و مهم‌ترینِ آن‌ها را به دریانوردی یونانی از اسکندریه به نام هیپالوس نسبت داده‌اند. از سندی از قرن اول میلادی، تحت عنوان پریپلوس ماریس‌اِروترایی[2] [= دریانوردی در گرد دریای اروترایوم][۳۴]، سر می‌آید که هیپالوس پی برده بود که چگونه به کمک بادهای موسمی اقیانوس هند یک‌ساله از کرانه‌ی شرقی افریقا به هند برود و برگردد، درحالی‌که بازرگانان یونانی این سفر را هرگز در کم‌تر از سه سال به انجام

1. Hippalos 2. *Periplus Maris Erythraei*

نرسانده بودند. هیپالوس فهمیده بود که به‌جای تعقیب کناره‌ی قاره‌ها می‌توان با استفاده‌ی به‌موقع از بادهای موسمی، مستقیم از اقیانوس هند عبور کرد. تابستان‌ها باد موسمی از جنوب غربی به شمال شرقی می‌وزد و دریانورد می‌تواند با باد از افریقا به هندوستان برود. زمستان‌ها جهت باد برعکس می‌شود و سفر بازگشت را آسان می‌کند. نویسنده‌ی ناشناسِ پریپلوس ماریس‌اروترایی توضیح می‌دهد:

> سابقاً کشتی‌ها کوچک‌تر بودند و خط ساحل را دنبال می‌کردند. ناخدا هیپّالوس اولین کسی بود که با تعیین موقعیت بندرها و ترکیب دریاها راه آب‌های آزاد را پیدا کرد. ... این‌جا بادهایی که ما اسمشان را «سالانه» می‌گذاریم، به صورت فصلی از سمت اقیانوس می‌وزند. همین‌طور یک باد جنوب غربی هم در اقیانوس هند می‌وزد.[۳۵]

کاری که هیپالوس در مورد اقیانوس هند کرد مشابه اولین عبور کریستوف کلمب از اقیانوس اطلس در قرن‌ها بعد بود. او راه اقیانوس هند را برای بازرگانان اروپا باز کرد. موقعی‌که هیپالوس امکان‌پذیری آن را نشان داد، دریانوردان یونانی و رومی دیگر به‌سرعت از او پیروی کردند. این‌که او دقیقاً چه زمانی به این موفقیت انقلابی دست یافته روشن نیست، ولی باید حدود یک و نیم قرن پیش از نگارش پریپلوس ماریس‌اروترایی بوده باشد. استرابون، جغرافی‌دان یونانی، می‌نویسد که در حوالی سال ۱۱۶ پ.م. اودوکسوسِ کوزیکوسی[1] با استفاده از بادهای موسمی به هند رفت و برگشت.[۳۶] شاید هیپالوس ناخدا یا ملوانی در آن سفر بوده ــ استرابون نامی از او نمی‌برد ــ ولی شروع سفرهای مرتب دوسره در این مسیر نشان می‌دهد که اگر هیپالوس واقعاً اولین فرد یونانی بوده که اقیانوس هند را پیموده، سفرش باید در زمان اودوکسوس انجام گرفته باشد.[۳۷] طولی نکشید که دریانوردان یونانیِ دیگر هم آغاز به نتیجه‌گیری از اطلاعات جدیدشان درباره‌ی بادهای موسمی و سفر به نقاط دورتری در کرانه‌ی شرقی افریقا کردند. در نیمه‌های قرن اول میلادی «آن‌ها مسیر بازرگانی در جنوب را تا راپتا، جایی در نزدیکی دارالسلام، پیش برده بودند».[۳۸]

1. Eudoxus of Cyzicus

جدا از این‌که هیپالوس اولین یونانی‌ای بود یا نبود که الگوهای هوای اقیانوس هند را فهمید، مسلم است که تولیدکننده‌ی این دانش او نبود. وی آن را از دریانوردان عرب و هندی گمنامی گرفت که تکیه‌شان به بادهای موسمی در سنتی ریشه داشت که به دوهزار سال قبل از او برمی‌گشت. هنگامی‌که یونانی‌ها شروع به تجارت در اقیانوس هند کردند، رقیب کسانی شدند که در آن‌جا حق آب و گل داشتند. دریانوردان عرب و هندی توانستند شناختشان از بادها را از همتایان یونانی خود پنهان کنند، تا روزی که هیپالوس یا اودوکسوس به راز تجاری آن‌ها پی بردند. به نوشته‌ی پوسِیدونیوس[1] و استرابون این اتفاق زمانی افتاد که

> پاسداران خلیج عرب (یعنی دریای سرخ) فردی هندی را پیش شاه بردند و گفتند او را نیمه‌جان و تک و تنها در کشتی سرگردانی پیدا کرده‌اند. ... او برای سپاسگزاری از مهمان‌نوازی آن‌ها اعلام کرد که حاضر است راه دریایی هند را به هر کس که شاه تعیین کند نشان بدهد و اودوکسوس یکی از این افراد بود.[۳۹]

با نابودشدن امپراتوری روم غربی، دانسته‌های راجع‌به بادهای موسمی تا قرن‌ها در اروپا از یادها رفت.[۴۰] سال ۱۴۹۷ که واسکو دا گاما وارد آب‌های ناآشنای اقیانوس هند شد، مثل پیشینیان یونانی‌اش، در آن‌جا به دانش دریانوردی پیشرفته‌ای برخورد که رغبتی به افشای اسرارش نداشت. اما برتری تسلیحاتی واسکو دا گاما امکان کسب اطلاعات مورد نیازش را برایش فراهم آورد ــ باز با روش آدم‌ربایی. به کشتی‌های عربی حمله کرد، سکانداری را گرفت و اسیرش را وادار به هدایت پرتغالی‌ها به‌سمت شمال کرد. در مِلیندی (در کنیای امروزی) توانست دریانورد دیگری را که بادهای موسمی را خوب می‌شناخت بخرد یا به‌زور اطلاعاتش را بگیرد.[۴۱] این دریانورد ورزیده به پرتغالی‌ها «راه غلبه بر ناآگاهی از بادها و جریان‌های دریایی را که مانع از دستیابی آن‌ها به ثروت‌های هند بود»[۴۲] آموخت. آن‌ها به مقصد رسیدند و بنا بر گزارش‌ها، واسکو دا گاما از حمل باری که از هند به پرتغال برد ۱۰۰۰۰ درصد سود برد.[۴۳] از نظر ارزش علمی،

1. Poseidonius

«ورود پرتغالی‌ها به اقیانوس هند بیش‌تر حالت اشغالگری داشت تا اکتشاف علمی. آن‌ها دانش موجود را غصب کردند؛ گسترش ندادند».[۴۴]

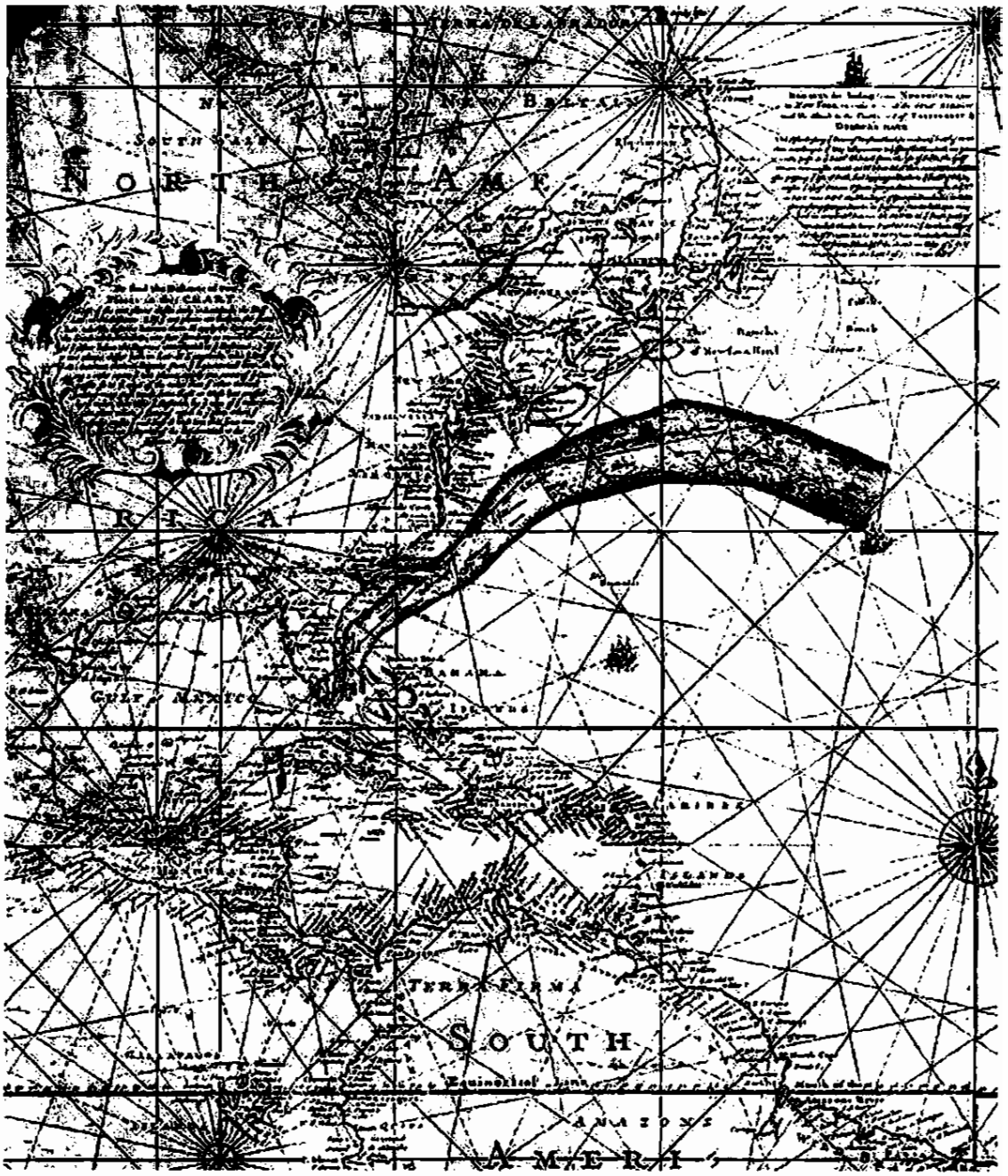
نقشه‌ی گلف استریم

نظم جریان‌های دریایی را هم، مثل بادهای اقیانوسی، دریانوردان کشف کردند. بادها عامل اصلی، ولی نه یگانه عاملِ جریان‌های سطح اقیانوس‌ها هستند، و نسبت باد با جریان تابعش همیشه نسبتی ساده و مستقیم نیست. هرچند عین حقیقت است که جریان‌ها را بادها تولید می‌کنند، عوامل دیگری ــ مخصوصاً خشکی‌های بزرگ ــ می‌توانند باعث بشوند که جریان‌ها و بادها همدیگر را خنثی کنند.

برای این‌که بدانیم شناخت جریان‌های دریایی چگونه به‌دست آمد کافی است ببینیم که بنجامین فرانکلین اولین نقشه‌ی جریان گلف استریم را چطور تهیه کرد. گلف استریم جریان پرقدرتی است که از تنگه‌ی بین ایالت فلوریدا و جزایر باهاما سرچشمه می‌گیرد، در امتداد ساحل شرقی امریکا به‌سمت شمال می‌رود و در شمال اقیانوس اطلس آب گرمی تولید می‌کند که گرمای آن را باد تا سواحل ایرلند و انگلستان می‌برد. دریانوردها دست‌کم از اوایل قرن شانزدهم پی برده بودند که از گلف استریم چطور استفاده کنند، اما این دانش آن‌ها فوت محرمانه‌ی کارشان ماند تا بیش‌تر از دو و نیم قرن بعد که فرانکلین، یکی از همان «مردان بزرگ» علم، لطف کرد و صادقانه گزارش داد که اطلاعات نقشه‌اش را از کجا به دست آورده است.

در ۱۷۶۹ که بنجامین فرانکلین رئیس پُست مستعمرات در امریکا بود، شکایتی به دستش رسید حاکی از این‌که قایق‌های پستی که از فالموت به نیویورک می‌روند دو هفته بیش‌تر در راه‌اند تا کشتی‌های تجارتی‌ای که از لندن به رودآیلند می‌روند. فرانکلین متحیر ماند که

> چطور ممکن است بین دو نقطه‌ای که بیش‌تر از یک روز راه از هم فاصله ندارند چنین اختلافی باشد، با این‌که کشتی‌های تجارتی معمولاً سنگین‌ترند و خدمه‌اش هم ورزیدگی خدمه‌ی قایق‌های پستی را ندارند؛ تازه از لندن هم باید تمام طول رودخانه و کانال را طی کنند تا از انگلستان دور شوند، درحالی‌که قایق‌های پستی مستقیم از فالموت حرکت می‌کنند.[۴۵]



نقشه‌ی گلف استریم از بنجامین فرانکلین

فرانکلین «فکر کرد شاید حقیقت چیز دیگری است یا شاید آن را درست بیان نکرده‌اند»، ولی بیش‌تر که تحقیق کرد با تعجب دید که نه، عین حقیقت را گفته‌اند. از قضا فرانکلین قوم و خویشی داشت به اسم تیموتی فالجر[1] که ناخدای کشتی صید نهنگ در نَنتاکِت[2] بود. فالجر قضیه‌ی گلف استریم را برایش توضیح داد:

1. Timothy Folger 2. Nantucket

او می‌گوید: «ما این جریان را خوب می‌شناسیم، چون وقتی دنبال نهنگ‌ها هستیم ــ که پهلوی آن می‌مانند ولی داخل آن نمی‌شوند ــ ما هم از کنار آن می‌رویم و خیلی‌وقت‌ها برای تغییر جهت از آن عبور می‌کنیم. موقع عبور از آن گاهی به قایق‌های پست برمی‌خوریم و می‌بینیم وسط آن افتاده‌اند و سینه به سینه‌اش داده‌اند. می‌گوییم شما خلاف جریان می‌رانید و ساعتی سه مایل عقب می‌افتید. توصیه می‌کنیم از آن عبور کنند و خارج بشوند. ولی آن‌ها عاقل‌تر از آن‌اند که از صیادهای ساده‌ی امریکایی حرف بشنوند.» او می‌گوید: «موقعی‌که باد شدید نیست، بیش‌تر از این‌که باد آن‌ها را جلو ببرد، این جریان آن‌ها را عقب می‌آورد. حتی وقتی‌که باد مساعد است، کسر هفتاد مایل در روز از سرعت آن‌ها کم نیست.»[۴۶]

فرانکلین به فالجر گفت چه بد که این جریان در هیچ نقشه‌ای نیست. «از او خواست که آن را برایش مشخص کند و او با کمال میل اطاعت کرد.»[۴۷] فالجر «ابعاد و مسیر و سرعت جریان [= استریم] را از سرچشمه‌اش در خلیج [= گلف]، موقعی‌که عرضش کم‌تر و زورش بیش‌تر است، تا جایی که به‌سمت جزایر غربی [= هبرید] در جنوب می‌پیچد و عریض‌تر و ضعیف‌تر می‌شود، برای او کشید» و «دستورهایی هم نوشت تا کشتی‌های عازم از سواحل نیوفاوندلند به نیویورک در راه به جریان یادشده برخورد نکنند».[۴۸] فرانکلین این اطلاعات را منتشر کرد «تا همه‌ی دریانوردها از آن بهره‌مند شوند»، درحالی‌که می‌دانست مدیون «صیادان نهنگ ننتاکت» است که «گلف استریم، مسیر آن و قدرت و وسعت آن را به علت این‌که دائم در کناره‌های آن، از جزیره‌ی خودشان تا جزایر باهاما، نهنگ شکار کرده بودند، مثل کف دستشان می‌شناختند».[۴۹]

ارزش اقتصادی این شناخت طبیعی معلوم بود. حالا «کشتی‌ای که می‌خواست از اروپا به امریکای شمالی برود، می‌توانست با خودداری از مواجهه با آن جریان مسیرش را کوتاه‌تر کند... و کشتی‌ای که از امریکا به اروپا می‌رفت می‌توانست با نگه‌داشتن خودش در آن... به همین نتیجه برسد».[۵۰] این نمونه‌ی نسبتاً جدید (از اواخر قرن هجدهم) در مورد آن‌که نقشه‌ی یک جریان دریایی مهم چگونه با اطلاعات «صیادهای ساده» تهیه شد، نباید به شاهد مثالی در حد یک قصه تنزل داده

شود؛ باید آن را از موارد نادری در نظر گرفت که مأخذ اطلاعاتی مهم به شکل مستند به دست ما رسیده است.

جزر و مد

شناخت بادها و جریان‌های دریایی که امکان دریانوردی در اقیانوس‌ها را برای دریانوردان فراهم می‌کرد، اگر آن‌ها نمی‌توانستند بدون برخورد با صخره‌ها یا به گل‌نشستن کشتی‌شان پهلو بگیرند، چندان ارزشی نداشت. برای همین لازم بود که بدانند دقیقاً چه وقت‌هایی، در کجاها، به چه سرعتی و با چقدر افت و خیز جزر و مد اتفاق می‌افتد. بعضی از قاعده‌مندی‌های آن ــ مثل دو بار رخ‌دادنش در طول شبانه‌روز ــ را دریانوردان و ساحل‌نشین‌ها حتماً از خیلی قدیم می‌دانسته‌اند. مائوری‌ها[1]ی پیش‌ازتاریخ نیوزیلند از تأثیر ماه در جزر و مد خبر داشتند. آن‌ها زنی را که در ماه می‌دیدند و اسمش را رونا گذاشته بودند، مسبب جزر و مد می‌دانستند.[۵۱] همین‌طور بیش‌تر از چهارهزار سال قبل، بابلی‌ها جزر و مد را به ایشتار/عشتَر، الاهه‌ی ماه، نسبت می‌دادند.

ولی پیش‌بینی قابل استفاده‌ی جزر و مد در گرو فهم دقیق ارتباط آن با موقعیت ماه بود. دریانوردان در نقاط بسیاری از جهان باستان بی‌تردید مستقلاً به این رابطه پی برده بودند، اما اولین اشاره‌ی مستند به آن از قرن چهارم پ.م. است، از دیکایارخوس[2]، شاگرد ارسطو که او هم آن را از دریانوردی به نام پوتیاس از اهالی ماسالیا[3] آموخته بود.[۵۲] دو قرن بعد، پوسِیدونیوس، فیلسوف رواقی، و سِلوکوس[4]، منجم بابلی، بیان کامل‌تری از آن به دست دادند.[۵۳] سلوکوس پدیده‌ی جزر و مد در اقیانوس هند را به اهِلّه‌ی ماه نسبت داد؛ استنباطی که امکان نداشت بدون سال‌ها دریانوردی یا تماس با دریانوردان صورت گرفته باشد. پوسیدونیوس مشاهدات منظم خود را درباره‌ی اثر ماه بر جزر و مد در قادس (کادیث امروزی در اسپانیا) انجام داد، اما بعد از این‌که در مورد آن از اهالی محل شنیده بود. استرابون نتایج کار او را گزارش کرده است:

پوسیدونیوس می‌گوید جنبش اقیانوس مراحلی دارد مثل دوره‌های اجرام

1. Maoris 2. Dicaearchus 3. Pytheas of Massalia 4. Seleucus

آسمانی، چون رفتارش مطابق ماه است و جنبش آن اول دوره‌ی روزانه، دوم ماهانه و سوم سالانه را به نمایش می‌گذارد؛ زیرا وقتی‌که ماه به اندازه‌ی یک برج (۳۰ درجه) از افق بالا می‌رود، دریا شروع به بالاآمدن می‌کند و به طور محسوسی به خشکی حمله‌ور می‌شود، تا این‌که ماه به نصف‌النهار می‌رسد؛ ولی موقعی‌که جسم آسمانی آغاز به افول می‌کند، دریا باز تدریجاً عقب می‌رود.(۵۴)

این‌که پوتیاس دریانورد از اولین یونانیانی بود که فکر اثر ماه بر جزر و مد را جدی گرفت، شاید به علت پیشتازی او در اقیانوس اطلس بود. در مدیترانه «دامنه‌ی جزر و مد کم بود و جلب توجه نمی‌کرد»، اما در سواحل اقیانوس اطلس «دامنه‌ی جزر و مد زیاد بود و چون مردمان قدیم (نه‌فقط درس‌خوانده‌ها بلکه حتی کشاورزان و چوپان‌ها) ماه را دقیق زیر نظر می‌گرفتند، امکان نداشت متوجه نشوند که ممکن است بین چرخه‌ی ماه و چرخه‌ی جزر و مد رابطه‌ای باشد».(۵۵)

به سبب بزرگی جزر و مد اقیانوس اطلس در سواحل شمال اروپا، شناخت آن برای دریانوردانی که به بندرها رفت و آمد داشتند بسیار ضروری بود. دریانوردان اقیانوس اطلس در اوایل عصر جدید توانستند رابطه‌ی اوقات مد با موضع ماه را پیدا کنند و الگوی جزر و مد را برای هر روز از ماه قمری به‌دقت حساب کنند. این دریانوردان اکثراً بی‌سواد بودند و حتی ساعتی برای محاسبه‌ی زمان نداشتند، ولی به‌رغم این کمبودها روش‌هایی پیدا کردند که به‌خوبی اهدافشان را برآورده می‌کرد. آن‌ها چون ساعت نداشتند که زمان مد را روی ساعت تعیین کنند، اوقات آن را برحسب سن ماه و موضع قطب‌نما مشخص می‌کردند. جان هوراس پری[1]، نویسنده‌ی تاریخ دریانوردی، روش آن‌ها را توضیح می‌دهد:

انعکاس نور ماه بر روی سطح دریا ردِ آشکار چشمگیری بود که موقعیت آن را می‌شد راحت زیر نظر گرفت؛ و چون بالاترین ارتفاع مد، مد بهاره، در هنگام بدر و ماه نو اتفاق می‌افتاد، موضع ماه در این زمان‌ها شاخص مد بندر می‌شد. مثلاً شاخص مد بندر دیپ را این‌طور می‌گفتند: «دیپ، ماهِ شمالِ

1. John Horace Parry

شمال غربی و جنوبِ جنوب شرقی، تمام دریا» که یعنی «بلندترین مد دیپ در هنگام بدر و ماه نو اتفاق می‌افتد که ماه در شمال شمال غربی یا جنوب جنوب شرقی است.»

دریانورد با این اطلاعات می‌توانست تاریخ دقیق وقوع بلندترین مد را در مورد هر روز سال یا هر بندر دنیا حساب کند؛ کافی بود به ازای هر روزی که از آخرین ماه کامل یا نو می‌گذشت یک «ضریب تأخیر» را اضافه می‌کرد. خوشبختانه این ضریب برحسب دقیقه در شمال اقیانوس اطلس «تقریباً درست معادل یک درجه‌ی قطب‌نمای مغناطیسی بود.... به شاخص بندر، که برحسب موضع قطب‌نما بیان می‌شد، یک درجه به ازای هر روز از سن ماه اضافه می‌کردند».[۵۶] همان‌طور که این روش محاسبه‌ی جزر و مد نشان می‌دهد، قطب‌نمای مغناطیسی در کشتی‌ها فقط وسیله‌ای برای جهت‌یابی نبود.

هیچ نمودار مستند جزر و مدی از پیش از قرن دوازدهم در دست نیست، ولی می‌دانیم که از خیلی قبل از آن وجود داشته است. اطلس کاتالان[1] (حدود ۱۳۷۵) نمودار پیشرفته‌ای دارد که احتمالاً کار نقشه‌نگار و ابزارساز ورزیده‌ای به نام ابراهیم کرِسکاس[2] بوده است، که «امکان جمع‌آوری اطلاعات دقیق درباره‌ی جزر و مد بندرهای مختلف را از دریانوردانی که به آن‌ها رفت و آمد داشتند: در اختیار داشت». این نمودار که بر اساس مشاهدات وسیع دریانوردان تهیه شد بهتر از نمودارهای دیگری بود که عالمان ریاضی‌دان «به شکلی مکانیکی از روی یک مشاهده‌ی تنها» می‌ساختند.[۵۷]

قرن‌ها مشاهدات دریانوردان با چنان دقتی جزر و مد را با ماه ارتباط می‌داد که گالیله متحیر ماند و با لجاجت از قبول وجود رابطه‌ای علت و معلولی بین آن‌ها سر باز زد. این نظریه‌ی نادرستِ او که جزر و مد فقط ناشی از حرکات زمین است مبنای دفاع او از نجوم کپرنیکی بود ــ تا حدی که عنوان اثر عمده‌ی او درباره‌ی آن، گفت‌وگو درباره‌ی دو منظومه‌ی بزرگ جهان[3]، ابتدا گفت‌وگو درباره‌ی جزر و مد[4] بود.[۵۸] او برای خنده به ریش «خیلی‌ها که جزر و مد را به ماه نسبت می‌دهند»، در

1. *Catalan Atlas* 2. Abraham Cresques
3. *Dialoque Concerning the Two Chief World Systems* 4. *Dialogue on the Tides*

کتابش این نظر را در دهان شخصیتی به اسم سیمپلیکیو (ساده‌لوح) می‌گذارد و از زبان شخصیت دیگر، سالویاتی، که نماینده‌ی خود گالیله است، می‌گوید: «این نظر حال مرا به هم می‌زند.»[۵۹]

گالیله از بس اشتیاق دارد که «رفت و آمد دریا» را فقط ناشی از «حرکات سالانه و روزانه‌ای که متعلق به کل کره‌ی زمین است» قلمداد کند، زحمت زیادی به خودش می‌دهد تا ارتباط با ماه را در نمودارهای جزر و مد به نحوی لاپوشانی کند. او بعد از این‌که یک «بی‌نظمی» در حرکت مدارِی مشترک زمین و ماه را یک علت احتمالی رابطه‌ی ظاهری جزر و مد با ماه فرض می‌کند، از دهان شخصیت دیگری در گفت‌وگویش معترض می‌شود که «این بی‌نظمی را باید منجم‌ها دیده باشند و رصد کرده باشند، ولی تا جایی که من می‌دانم این اتفاق نیفتاده». جواب نسبتاً ضعیف او این است که «گرچه نجوم پیشرفت زیادی در طول قرون کرده»، «هنوز خیلی چیزها نامعلوم است». در این بین، او با تکبر در ارزش خدمات دریانوردان هم تردید می‌کند و با لحنی تحقیرآمیز می‌گوید: «البته می‌دانم که علت‌هایی ضمنی هم در طبیعت پیدا می‌شوند. رصد دقیق آن‌ها را می‌گذارم برای کسانی که در اقیانوس‌ها پرسه می‌زنند.»[۶۰]

جغرافی و نقشه‌نگاری: از پریپلوس‌ها[1] تا پورتولان‌ها[2]

مورخی که به «معجزه‌ی یونانی» اعتقاد دارد می‌نویسد که دو نفر از اهالی میلِتوس به نام‌های آنا کسیماندر و هکاتایوس در قرن ششم پ.م. «علوم دوگانه‌ی نقشه‌نگاری و جغرافی را پی افکندند». گفته می‌شود که این دو آن‌قدر در «باراندازهای شلوغ» بندر گشتند و «به تعریف‌های دریانوردان از سفرهایشان گوش سپردند» تا «مطالب را جمع کردند».[۶۱] این‌که به نقش دریانوردها اعتراف می‌شود قابل توجه است، ولی همچون بیش‌تر داستان‌های مربوط به سرچشمه‌ی علم‌ها این‌جا هم موضوع به این سادگی نیست.

مورخ برجسته‌ای در مورد همین علم می‌نویسد: «نقشه‌نگاری به صورت علم تام و تمامی پا به عرصه‌ی وجود نگذاشت. کُند و دردناک از سرچشمه‌های

1. Periploi 2. Portolani

نامعلومی جوشید.»[۶۲] اطلاعات را ماهیگیران و دریانوردها فراهم می‌کردند؛ نه‌فقط برای ترسیم نمودار جزر و مد و جریان‌های دریایی بلکه همچنین برای نقشه‌برداری دریاها که از عوامل مهم پیشرفت نقشه‌نگاری بود. نمونه‌ی بارزش مناطقی از جهان، به‌خصوص نواحی قطبی، است که جدیداً نقشه‌برداری شده‌اند و تاریخ آن‌ها کم‌تر ابهام دارد. مثل مورد گلف استریم، ناخداهای کشتی‌های صید نهنگ مأخذ اصلی اطلاعات برای نقشه‌ی سال ۱۷۱۴ گِرارد وان کویلن[1] از جزایر نامسکون اسپیتس‌برگن در قطب شمال بودند. نقشه‌نگاران سوئدی، که بعدها همین منطقه را نقشه‌برداری کردند، استفاده‌ی بسیاری از اطلاعات محلی تله گذارها و شکارچیان روسیِ فیل دریایی و صیادان نروژیِ شیر دریایی کردند. حتی در اواخر قرن نوزدهم جغرافی‌دان‌هایی که اندازه گیری‌های زمینی و نجومی را انجام دادند و مقدمات تهیه‌ی نقشه‌های دقیق را فراهم آوردند، وابسته به تخصص ناخداها بودند.[۶۳]

اما سرچشمه‌های نقشه‌نگاری هزاران سال بر تخصص علمی آن تقدم دارد؛ و هرچه بیش‌تر در زمان به عقب برویم، سهم کشتیرانان و بازرگانان دریایی در آن تعیین‌کننده‌تر است. پریپلوس ماریس‌اروترایی، سندی که پیش‌تر به آن اشاره کردیم، از نقش فروشندگان دوره‌گرد قدیم در تاریخ علم پرده برمی‌دارد. این اثر کتاب راهنمایی برای بازرگانان بود از نویسنده‌ای ناشناس که خود در مصر و شرق افریقا و هند و عربستان به تجارت دریایی اشتغال داشت و قصدش از نگارش آن انتقال اطلاعات ذی‌قیمت جغرافیایی و قومی به همکارانش بود. پریپلوس ماریس‌اروترایی نمونه‌ای اولیه از سفرنامه‌هایی بود که مشهورترینشان را مارکو پولو، تاجر ونیزی، نوشت.

یک نمونه‌ی قدیمی‌تر ــ که این یکی اسم نویسنده را هم داشت ــ کتاب معروفی بود تحت عنوان درباره‌ی اقیانوس، نوشته‌ی پوتیاس ماسالیایی[۶۴] که بازرگان دریانوردی در قرن چهارم پ.م. بود. از پوتیاس ضمن بحث از تأثیر ماه در جزر و مد صحبت کردیم؛ ولی بزرگ‌ترین خدمت او اشاعه‌ی دانش جغرافیایی بود. پوتیاس از سفرش به شمال اقیانوس اطلس نوشت، به جایی که بعدها «جزایر

1. Gerard Van Keulen

بریتانیا» نام گرفت و به «اولتیما توله»[1] [= جزیره‌ی آخر دنیا] که احتمالاً ایسلند بوده است. روایت او بر اساس تجربه‌ی دست‌اول خود او در دریانوردی بود، اما مشاهداتش تجربه‌ی مشترک دریانوردان محلی را هم منعکس می‌کرد که اقیانوس اطلس را خیلی بهتر از او می‌شناختند. کتاب او برای مردم دور و بر مدیترانه حکم اولین دریچه را به ورای خاک اروپا داشت و پرده از این راز که اجناس مهمی چون قلع و عنبر از کجا می‌آمدند برمی‌داشت. بدبختانه اصل کتاب باقی نمانده است، ولی نویسندگان باستان بسیار از آن اسم برده و نقل‌قول کرده‌اند.(۶۵)

البته حرف پوتیاس برای همه‌ی خوانندگانش حجت نبود. او می‌گفت سرزمین‌های دور شمالی، که علما همیشه گفته بودند خالی از سکنه‌اند، ساکنانی دارند. مفسری در زمان ما می‌نویسد: «جغرافی‌دانان خانه‌نشین، که چیزی از تأثیر گلف استریم و بادهای مرطوب اقیانوس اطلس در آب و هوا نمی‌دانستند، حقایقی را که او گزارش کرده بود باور نمی‌کردند.»(۶۶)

هیپّارخوس[2] و اِراتوستنس[3]، اولین نویسندگان بزرگی که به کتاب پوتیاس اشاره کردند، نظر مثبت درباره‌اش داشتند؛ ولی پولوبیوسِ مورخ شهرت او را خراب کرد. پولوبیوس با این ادعا که پوتیاس «فردی منزوی و مردی یک‌لاقبا» بوده است، سخت در راستگویی او تردید کرد.(۶۷) معنی حرف پولوبیوس این بود که باید فقط به نویسندگان نخبه‌ای مثل خود او، که پشت‌گرم به بزرگان جامعه بود، اعتماد می‌شد. بدتر از آن، به‌زعم او، پوتیاس از طبقه‌ی تاجر بود که او ذاتاً آن را ریاکار می‌دانست.

استرابون که کتاب جغرافی‌اش «تألیفی از آثار دیگران» بود و بیش‌تر قصد داشت اطلاعاتی جمع کند که در کار حفظ و توسعه‌ی امپراتوری به درد امپراتوران روم بخورد، فقط به نظر منفی پولوبیوس درباره‌ی پوتیاس توجه کرد و خود هم لگدی به پوتیاس انداخت. ولی بیش‌تر مشاهدات و توصیفات پوتیاس را شواهد باستان‌شناسی تأیید کرده‌اند و «دانشمندان امروزه یکصدا راستی و درستی او را می‌پذیرند».(۶۸)

پوتیاس، هیپّالوس و مارکو پولو فقط مشتی نمونه‌ی خروار از هزاران

1. Ultima Thule 2. Hipparchus 3. Eratosthenes

دریانورد و بازرگان‌اند که اطلاعاتی از نقاط دوردست گردآوری کردند و گزارش دادند و با این کارشان مواد خام برای جغرافیا و نقشه‌نگاری و همچنین علوم دیگر فراهم آوردند. بطلمیوس در کتاب جغرافی‌اش می‌نویسد که «رکن اول» این علم «ارجاع به سفرنامه‌ها و گنجینه‌ی بزرگ اطلاعات برگرفته از گزارش‌های کسانی است که پیگیرانه مناطقی را گشته‌اند».[۶۹] او از بازرگانان و دریانوردان، گاهی به اسم، یاد می‌کند: «فردی مقدونی به نام مائن[۱]، که به تیتیان[۲] هم مشهور است و فرزند یک بازرگان است، با خود بازرگان، طول این سفر را ذکر کرده‌اند»؛ «فیلِمون[۳] بازرگان که محاسباتش طول جزیره‌ی هیبرنیا را، از شرق تا غرب، برابر بیست روز راه نشان می‌دهد»؛ «همه‌ی کسانی که در این قسمت‌ها دریانوردی کرده‌اند متفق‌القول‌اند که ....»[۷۰]

پریپلوس ماریس اروترایی یک پریپلوس معمولی نبود. پریپلوس‌ها را معمولاً بازرگان‌ها نمی‌نوشتند؛ دریانوردها می‌نوشتند. پریپلوس‌ها یا «بندرنامه‌ها»[۴] کتاب‌های راهنمایی با دستورات مشروح برای دریانوردها و مخصوصاً سکاندارها بودند. پریپلوس‌های زیادی از دوران باستان باقی نمانده، ولی آن‌هایی که باقی مانده‌اند منبع نادری برای «تاریخ علم مردم»اند: منبع شواهد مستند. آن‌ها انباشت اطلاعات دریایی و جغرافیایی را در زمان و مکان معینی نشان می‌دهند و از نقش دریانوردان در گردآوری آن اطلاعات پرده برمی‌دارند. چند پریپلوسِ باقی‌مانده بی‌گمان نماینده‌ی طبقه‌ی بزرگی از اسنادند که منابع اصلی اطلاعات برای جغرافی‌دانان نظری دوران باستان بودند، کسانی مانند هیپّارخوس که بسیاری از اطلاعاتش را از برکت «اعتماد به دریانوردان» داشت.[۷۱] استرابون، مارینوس صوری[۵]، و بطلمیوس همه متکی به پریپلوس‌های منسوب به تیموستنس[۶]، دریانورد قرن سوم پ.م.، بودند.[۷۲]

قدیمی‌ترین پریپلوسِ شناخته‌شده ظاهراً اثر اسکولاکسِ کاروانداییِ است که قدمتش به قرن چهارم پ.م. برمی‌گردد.[۷۳] هرچند آن را به اسکولاکس نسبت داده‌اند، ناخدایی که شهرتش به خاطر سفرهایی بود که بیش از یک قرن قبل‌تر کرده بود ــ این گزارش دریانوردی او در مدیترانه ثمره‌ی همکاری دریانوردان گمنام

1. Maen, a.k.a. Titian 2. Titian 3. Philemon 4. port-books
5. Marinus of Tyre 6. Timosthenes

بسیاری بوده است. مطالب آن شامل اطلاعاتی درباره‌ی آب‌ها و بندرهای شمال افریقا، از دهانه‌ی نیل تا ستون‌های هرکولس (جبل‌الطارق کنونی) در مدخل اقیانوس اطلس، بوده است. برای مثال «از هرمایا تا کارتاژ یک و نیم روز راه است. جزایری در نزدیکی دماغه‌ی هرمایا وجود دارند که عبارت‌اند از پونتیا و کاسوروس. از هرمایا تا کاسوروس یک روز راه است».[۷۴]

دست‌کم پنج قرن، و شاید بیش‌تر، پریپلوس منسوب به اسکولاکس[1] را از استادیاسموس دریای کبیر[2] جدا می‌کند. استادیاسموس یکی دیگر از نمونه‌های باقی‌مانده از این نوع کتاب‌هاست. استادیاسموس کمی مفصل‌تر بود و همان‌طور که از نامش برمی‌آید مسافت بین بندرها را برحسب «استادیا» [جمعِ استادیوم] می‌داد:

> از هرمایا تا لئوکه آکته، ۲۰ استادیا؛ این‌جا جزیره‌ی کوچک مسطحی هست که دو استادیا از خشکی فاصله دارد؛ و لنگرگاهی برای قایق‌های باری، که با باد غربی می‌شود پهلو گرفت؛ ولی در ساحلِ پای صخره، لنگرگاه بزرگی برای همه‌جور کشتی هست.[۷۵]

معلم یا «سکاندار در دریای عرب»، که سندی به زبان سانسکریت از سال ۴۳۴ میلادی است، نشان می‌دهد که دریانوردان دیرینه‌ی تمدنی به‌جز تمدن یونانی-رومی هم شناخت گسترده‌ای از طبیعت داشته‌اند. سند می‌گوید که دریانورد

> مواضع ستارگان را می‌شناسد و همیشه می‌تواند جهت خودش را پیدا کند. او ارزش نشانه‌های عادی، تصادفی یا غیرعادی را در هوای خوب یا بد می‌داند. او هر منطقه‌ی اقیانوس را از روی ماهی‌ها، رنگ آب، بستر دریا، پرندگان، کوه‌ها و علامت‌های دیگر تشخیص می‌دهد.[۷۶]

اگرچه پریپلوس‌های باقی‌مانده نقشه و نموداری ندارند، شکی نیست که کتابچه‌های سکاندارها همراه با نقاشی‌هایی به کار می‌رفتند. یادمان نرود که اسناد باستانی به صورت‌های اصلی خودشان به دست ما نرسیده‌اند. آن‌ها نسخه‌هایی از نسخه‌هایی از نسخه‌هایی‌اند که در طول قرن‌ها تهیه شده‌اند. چون کم‌تر کاتبی در

1. Scylax of Caryanda 2. *Stadiasmus of the Great Sea*

تصویرگری هم مهارت داشت، بیش‌تر تصویرها در دست‌نوشته‌های قدیمی از بین رفته‌اند و فقط متن‌ها باقی مانده‌اند.

کمیابی پریپلوس‌های باقی‌مانده و نبودِ کامل تصویر در آن‌ها طبیعی است. چنان‌که یک نویسنده‌ی تاریخ نقشه‌نگاری می‌گوید، اطلاعات آن‌ها «در قدیم حکم پول نقد» را داشت:

> اوایل، دریانوردها با کار شاق و به‌خطرانداختن جانشان برای خودشان نقشه می‌ساختند. نقشه‌ها مثل اسرار تجاری بودند و برای همین آن‌ها را مخفی می‌کردند. نقشه‌های دریاییِ اولیه یا از فرط استفاده تکه‌پاره می‌شدند، یا ــ به‌عمد و با بدجنسی ــ نابود می‌شدند. چرا نباید می‌شدند؟[۷۷]

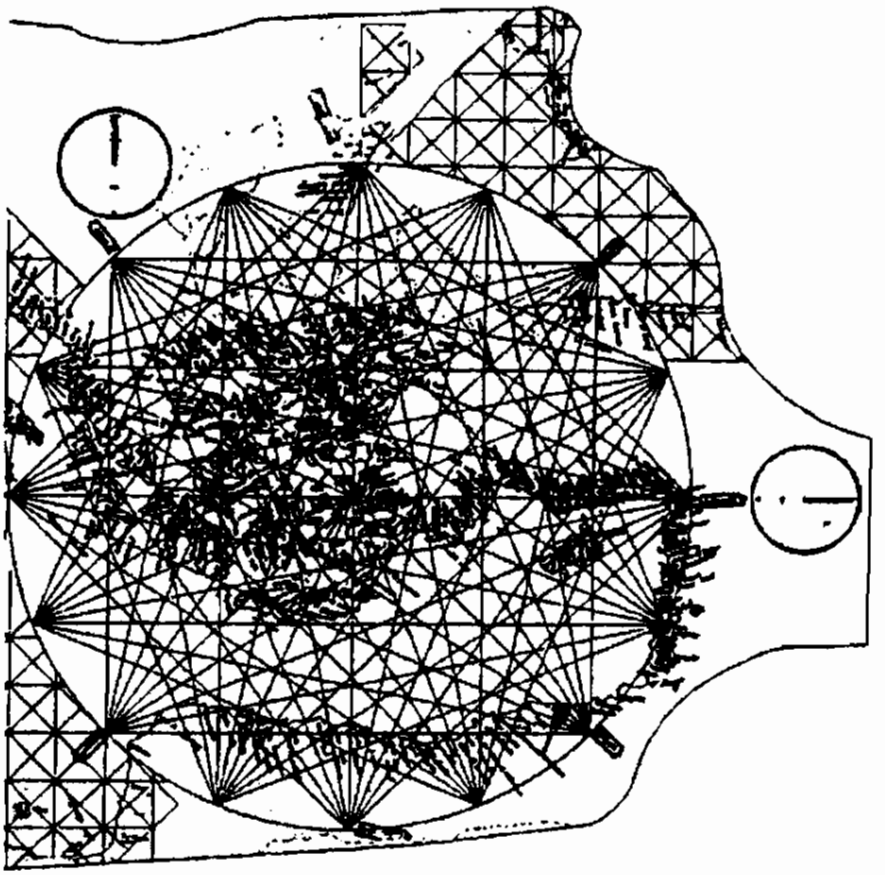
مگر همین اسرار نبودند که شاهزاده انریکه‌ی دریانورد ثروت و قدرت خود را صرف مصادره‌ی آن‌ها می‌کرد. اما تا این نقشه‌های دریایی به دست حکومت‌ها افتادند، اسرار تجارتی تبدیل به اسرار دولتی شدند:

> آن‌ها فقط وسیله‌ی دریانوردی نبودند؛ عملاً کلید امپراتوری، کلید گنج بودند. بنابراین تکامل آن‌ها در مراحل اولیه در هاله‌ای از رمز و راز پیچید، چون راه ثروت را معمولاً تنها طی می‌کنند. شک نیست که ناپدیدشدن کامل همه‌ی نقشه‌های قدیمی به علت سرّی‌بودن آن‌ها و به سبب اهمیت فراوانی بوده است که به‌عنوان اسلحه‌ی سیاسی و اقتصادی داشته‌اند.[۷۸]

رقابت جهانی بر سر دانش نقشه‌نگاری در قرن شانزدهم به اوج رسید «و دقیق‌ترین واژه‌ای که می‌شود در توصیف روش به‌دست‌آوردن آن به کار برد **راهزنی** است». برای مزدورها، «نقشه‌های اصیل اسپانیایی از هر نقطه‌ی قاره‌ی امریکا مثل گنجی واقعی بودند و به اندازه‌ی شمش‌های طلایی که در صندوق‌خانه‌های کشتی‌ها پیدا می‌شدند برای فرانسوی‌ها و انگلیسی‌ها می‌ارزیدند».[۷۹]

در ۱۵۰۳ پادشاهی اسپانیا برای نهادینه کردن سرقت اطلاعات دریانوردها دست به کار بزرگی زد و «اداره‌ی استخدام جزایر هند» یا کاسا[1] را تأسیس کرد که

1. Casa



بازسازی «کارتا پیسانا»، کهن‌ترین نقشه‌ی دریایی از حدود سال ۱۲۷۵.

کارش تنظیم روابط بازرگانی با مستعمرات اسپانیا در قاره‌ی امریکا، با نظارت کامل بر کلیه‌ی فعالیت‌های دریایی بود. یکی از اهداف اصلی کاسا ایجاد انحصار بر اطلاعات گران‌بهای نقشه‌های دریایی بود. طبق قانون، دریانورد تا از کاسا پروانه نمی‌گرفت اجازه‌ی سفر از اسپانیا را نداشت و اگر از نقشه‌ای به‌جز نقشه‌های رسمی کاسا استفاده می‌کرد، جریمه می‌شد. موقعی هم که از سفر برمی‌گشت ملزم بود که نقشه‌اش را همراه با اطلاعات «هر خشکی، جزیره، خلیج، لنگرگاه و هر چیز تازه‌ی قابل ذکر دیگر» تسلیم کاسا کند.[۸۰] اطلاعات را جمع می‌کردند و قفل و بست می‌کردند و کلید قفل را فقط سرکشتیران یا نقشه‌دار کاسا داشت. ولی مقررات دست‌وپاگیر بودند و دریانوردها آن‌ها را دور می‌زدند:

> دریانوردها مایل نبودند که هرچه را کشف می‌کردند روی کاغذ بیاورند. در نتیجه، نقشه‌ها و نمودارهای چاپی همیشه کمیاب بودند و خیلی‌وقت‌ها بین یک کشف تازه و زمانی که وارد نقشه می‌شد دو تا بیست سال فاصله می‌افتاد.[۸۱]

اما رابطه‌ی نقشه‌نگاری با کشورگشایی را پرتغالی‌ها و اسپانیایی‌ها شروع نکرده بودند. قدیمی‌ترین نقشه‌های باقی‌مانده، که روی الواح گلی حک شده‌اند، به غلبه‌ی سارگون، سرکرده‌ی سامی که امپراتوری اَکّد را به وجود آورد و اولین امپریالیست دنیا شد، بر دولت‌شهرهای مستقل بین‌النهرین در حدود ۲۳۰۰ پ.م. مربوط می‌شوند. موقعی‌که اسکندر مقدونی کشورگشایی‌اش را آغاز کرد، «لشکرکشی‌اش کلاً با هدف آگاهانه‌ی افزایش دانش جغرافیایی موجود طرح‌ریزی شد».[۸۲] امپراتوری روم هم به همین نوع دانش نیازمند بود، ولی استرابون ارتباطات مفیدی داشت که رعایت سرّنگهداری نظامی را منتفی می‌کرد:

> چون رومیان به‌تازگی با سپاهی که آیلیوس گالّوس[1]، یار و همراه من، فرماندهش بود به آرابیا فلیکس [= عربستان سعید، مطابق یمن امروزی] تاختند، و چون تجار اسکندریه هم‌اکنون از راه نیل و خلیج عرب [= دریای سرخ] تا هند می‌روند، این نواحی را ما اکنون بهتر از گذشتگانمان می‌شناسیم.[۸۳]

با این‌که دریانوردان فنیقی در سفرهای سه‌هزار سال پیش خود به احتمال زیاد از نوعی نقشه استفاده می‌کرده‌اند، قدیمی‌ترین نقشه‌های دریاییِ باقی‌مانده تا امروز فقط کمی بیش‌تر از هفتصد سال سن دارند. سال‌دارترین آن‌ها کارتا پیسانا[2] [= نقشه‌ی پیزایی] در ۱۲۷۵ تولید شده. چند نسخه‌ی نقشه‌ای از دریای مدیترانه و دریای سیاه ناگهان در حول و حوش سال ۱۳۰۰ ظاهر می‌شوند، ولی پیشرفتگی و پیچیدگی این نقشه نشان می‌دهد که ثمره‌ی همکاری افراد بسیاری در سال‌های بسیار است: «چنان دقیق و مفصل بود که امکان نداشت کار یک نفر یا حتی یک گروه دریانورد باشد، چنان‌که بعید بود در عمر یک نسل نقشه‌برداری شده باشد؛ منطقه‌اش بسیار وسیع است و جزئیاتش فوق‌العاده پیچیده.» شواهد نشان می‌دهند که این نقشه «در جنووا تولید شده و تألیفی است از خرده‌نقشه‌های سواحل محدود که صیادان محلی و ناخداهای قایق‌های باری کناره‌پیما تهیه کرده‌اند».[۸۴]

1. Aelius Gallus 2. *Carta Pisana*

جنووا، ونیز و نقشه‌های پورتولان

در پایان قرن چهاردهم پیشرفته‌ترین دریانوردان جهان چینی‌ها بودند. ناوگان دریایی چینی‌ها از آن زمان تا قرن بیستم بزرگ‌ترین ناوگان دنیا بود و میدان عمل آن‌ها از تایوان و دریای چین به اقیانوس هند و دریای سرخ می‌رسید و تا جنوب کرانه‌ی شرقی افریقا را در بر می‌گرفت. بعضی کشتی‌های آن‌ها بیش‌تر از ۴۰۰ پا درازی داشتند ــ یعنی سه کشتی «نینیا»[1] و «پینتا»[2] و «سانتا ماریا»[3]ی کریستوف کلمب با هم روی عرشه‌ی یکی از آن‌ها جا می‌گرفتند و مقداری هم جا اضافه می‌آمد. پیش‌تر در فصل ۳ از خدمات دریانوردان و کشتی‌سازان چینی به دانش دریانوردی در اروپا یاد کردیم. ولی در سال ۱۴۳۳ امپراتورِ مینگ، گائوزونگ[4]، به این نتیجه رسید که از تجارت با «بربرها» (یعنی بقیه‌ی دنیا) چیزی عاید چین نمی‌شود و دستور داد همه‌ی ناوگان را اوراق کردند. به این ترتیب چین اقیانوس‌ها را تقریباً دربست به دیگران سپرد و بعد از آن پیشرفت علوم دریایی در نقاط دیگری اتفاق افتاد.[۸۵]

در دریای مدیترانه، بزرگ‌ترین دریانوردان قرن چهاردهم از جنووا و ونیز بودند. در ۱۳۱۷، مدت‌ها پیش از تولد شاهزاده انریکه، پادشاه پرتغال نیروی دریایی کشورش را با استخدام دریانوردان و ملوانانی از جنووا به وجود آورد؛ به عبارت دیگر دانش آن‌ها را خریداری کرد. طولی نکشید که «علم دریانوردی پرتغالی‌ها را... اسپانیا هم به دست آورد، ولو فقط از این راه که سکاندارها و کشتیران‌های پرتغالی بسیاری کمر به خدمت شاه رقیب بستند».[۸۶] علم دریانوردی نه از طریق کتاب‌های درسی و دوره‌های دانشگاهی، بلکه با کار هرروزه‌ی دریانوردان منتقل می‌شد.

جغرافی‌دان‌های دانشگاهی اوایل عصر جدید اروپا ــ که خودشان را «کیهان‌نگار» یا «کیهان‌شناس» می‌نامیدند ــ کم‌تر از همتایان قدیمشان مایل به «اعتماد به دریانوردان» بودند. در نتیجه، «نقشه‌های کیهان‌نگاران از دنیا پر از گمانه‌زنی‌های گمراه کننده بودند و خیلی‌وقت‌ها هیچ به درد دریانوردی نمی‌خوردند».

1. Niña 2. Pinta 3. Santa María 4. Gaozong

اگرچه انتظار می‌رفت که کیهان‌شناسان و سکاندارها با هم کار کنند، ابداً این‌طور نبود. سکاندارها کارگران مزدبگیری از قشر اجتماعی پایین‌تری بودند و بسیاری از آن‌ها سواد نداشتند. ساحل‌ها و بندرهای آشنا را از روی نقشه‌های ساده پیدا می‌کردند و از بادها و آب‌ها شناخت غریزی داشتند. کیهان‌شناسان سکاندارها را «مردان بی‌سر و پا»یی می‌دیدند که «چندان شعوری» نداشتند. سکانداران هم که در دریاها جانشان کف دستشان بود، به کیهان‌شناس‌ها بیش‌تر به چشم خیال‌بافانی بی‌دست و پا نگاه می‌کردند.[۸۷]

کتابچه‌های سکانداران در این دوره، که به آن‌ها پورتولان می‌گفتند، در مقام مقایسه، دریانوردان را مطلع‌تر از کیهان‌شناسان نشان می‌دهند. پورتولان‌ها به‌عنوان چکیده‌ی «انبوهی از جزئیات و ریزه کاری‌های سَمت‌ها، که حالا در یادداشت‌های دریانوردان باسواد یا سفرنامه‌های سکانداران محلی انباشته می‌شدند».[۸۸] مخصوص استفاده در دریا برای پیداکردن لنگرگاه‌های مقصد و برخوردنکردن با صخره‌های زیر آب و بسترهای کم‌عمق در زمان ورود به لنگرگاه بودند.

جوّ اجتماعی ناشی از رونق بازار اقتصادی در بندرگاه‌های ایتالیا این امکان را به وجود می‌آورد که

کسانی به فکر پی‌ریزی ریاضی برای دریانوردی بیفتند. نام این افراد را نمی‌دانیم؛ فقط می‌دانیم سه اقدام مهم صورت گرفت که بعید است اتفاقی باشد. اول، دستورالعمل‌های دریانوردی پراکنده در سرتاسر مدیترانه و دریای سیاه را در یک مجموعه‌ی واحد منسجم گرد آوردند. دوم، نقشه‌ی مدرجی از منطقه ترسیم کردند تا با قطب‌نمای مغناطیسی پیشرفته‌ی موجود از آن استفاده کنند. و سوم، روشی اندیشیدند که به کمک آن، کشتیرانی که این دستورات و نقشه و قطب‌نما را به کار می‌برد از راه ریاضی می‌توانست مسیرش را تعیین کند. هر سه‌ی آن‌ها ظاهراً کار ایتالیایی‌ها بوده است.[۸۹]

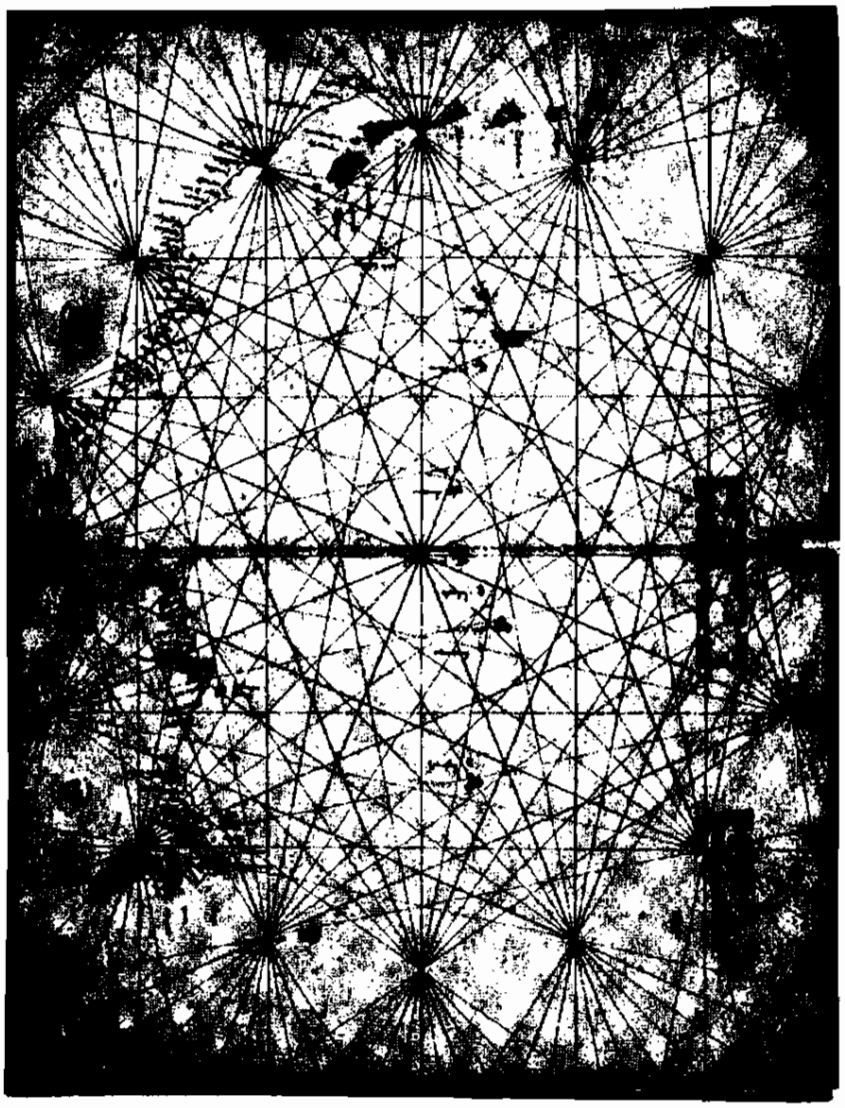
نقشه‌های همراه پورتولان‌ها نمودارهای فوق‌العاده دقیقی از خطوط ساحلی با مقیاس فواصل و خط‌های جهت‌نما(rhumb lines در اصطلاح امروزی) بودند که سکاندار با آن‌ها می‌توانست سمت‌های مطلوب برای رسیدن به مقصدش را پیدا

کند. استفاده از این نقشه‌ها نیاز به مقداری مهارت ریاضی داشت و سکاندار باید می‌توانست با «دو ابزاری که همیشه کنار دست مهندس‌ها ــ و تا آن زمان فقط وسایل کار معمار و مساح ــ بودند، یعنی خط‌کش و پرگار، کار کند».[۹۰]

دانش ریاضی دریانوردان، برخلاف تصور رایج، صرفاً زائده‌ی نازلی از ریاضیات عالی دانشگاهی نبود. برعکس، ریاضیات عملیِ اولیه تقریباً هیچ رگه‌ی نظری عالمانه‌ای نداشت.[۹۱] درباره‌ی کاربرد ریاضیات در «امور عالی دریانوردی، فن نظام و غیره»، مفسری در اواخر قرن هفدهم می‌نویسد: «می‌بینیم این امور را کسانی در دست دارند و پیش می‌برند که ریاضی‌دانان بزرگی نیستند، کسانی مثل دریانورد و مهندس و مساح و مالیاتچی و ساعت‌ساز و شیشه‌گر و غیره». درحالی‌که «ریاضی‌دان‌ها معمولاً مردان گوشه‌گیری اهل نظر و مطالعه‌اند و زندگی پرجنب‌وجوشی ندارند و فقط به این دلخوش‌اند که در کتابخانه‌شان بنشینند و خود را به بررسی طرح و محاسبه‌ای مشغول کنند».[۹۲]

نقشه‌های پورتولان «محصول کار دریانوردان بودند و کاملاً مبتنی بر آشنایی با موقعیت محل، یعنی با سواحل و لنگرگاه‌هایی که دریانوردان عملاً برای رفتن از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر از آن‌ها استفاده می‌کردند».[۹۳] آن‌ها «نمودار انباشت دهه‌ها، بلکه قرن‌ها، مشاهده‌ی تجربی دریانوردان بودند».[۹۴] سرانجام در قرن شانزدهم نقشه‌نگاران متخصص به تولید انتفاعی نقشه‌های دریایی می‌پرداختند، ولی «آن‌ها هم اطلاعات دقیق را برای کارشان از کشتی‌های بازرگانی می‌گرفتند».[۹۵] دریانوردان ایتالیایی اولین کسانی بودند که نقشه‌های دقیقی از سواحل مدیترانه و دریای سیاه تهیه کردند. سپس «دریانوردان هلندی به شکل بی‌سابقه‌ای ساحل‌ها و بندرها و بادهای غالب و جریان‌های دریایی و صخره‌ها و آب‌های کم‌عمق غرب اروپا را شناختند» و «طبیعی بود که اولین مجموعه‌ی اسلوبمند نقشه‌های دریایی به صورت کتاب را هلندی‌ها تولید کنند».[۹۶]

نقشه‌های پورتولان آجرهایی بودند که بر روی هم شکل واقعی قاره‌ها را می‌ساختند، و این پیش‌نیاز بدیهی تولید نقشه‌ی دقیق جهان بود. ولی خدمات دریانوردان به نقشه‌نگاری با مقاومت کیهان‌شناسان نخبه‌گرا روبه‌رو می‌شد که حتی بعد از کشف قاره‌های جدید در سمت دیگر اقیانوس اطلس، هنوز رغبتی به ترک سرسپردگی به مراجع باستانی نداشتند: «جغرافی‌دان‌های قرون پانزدهم و



نقشه‌ی پورتولان سواحل پرتغال و غرب افریقا و جزایر اقیانوس اطلس.
گراتسیوسو بنینکاسا (Grazioso Benincasa)، ۱۴۶۲.

شانزدهم چنان متکی [به جغرافی بطلمیوس] بودند و کشف‌های مکتشفان دریانورد را نادیده می‌گرفتند که باعث تأخیر زیادی در پیشرفت نقشه‌نگاری شد.»[۹۷] بی‌شک به همین علت بود که راه رشد نقشه‌سازی علمی نه از دانشگاه‌ها بلکه از کارگاه‌های صنعتگران ماهری می‌گذشت که راحت‌تر می‌توانستند اطلاعات تازه را هضم کنند. بعضی از این «کارگران یدیِ عالی»، مثل گرارد مرکاتور[۱] و آبراهام اورتلیوس[۲]، با دانش جغرافیایی‌ای که از دریانوردان جمع کرده بودند و ارزش اقتصادی و نظامی فوق‌العاده‌ای برای طبقات حاکم داشت، حمایت و ثروت و شهرت به دست آوردند.

1. Gerard Mercator 2. Abraham Ortelius

اما کار نقشه‌نگاری که مرکاتور و اورتلیوس در قرن شانزدهم انجام دادند وامدار کار پیشینیان پرشماری بود. انبوه نقشه‌سازهای نه‌چندان مشهور قرن‌های چهاردهم و پانزدهم چه کسانی بودند؟ اسامی ۴۶ نفر از آن‌ها را می‌دانیم که دست‌کم یکی از آن‌ها، گراتسیوسو بِنینکاسا، نجیب‌زاده بوده و یکی دیگر، پی‌یترو وِسکونته[1]، از خاندان حاکم جنووا. اما اشتباه است که تصور کنیم

همه‌ی نقشه‌سازهای نامدار و گمنام این دوره به همین ترتیب از تبار عالی و جایگاه اجتماعی بلندی بوده‌اند. دقیقاً بزرگ‌زادگانی از قبیل بنینکاسا را تاریخ به خاطر می‌آورد. از همکاران فرودست‌تر او یادگاری جز نقشه‌هایشان نمی‌ماند. تصویر منصفانه‌تری از جایگاه اجتماعی واقعی نقشه‌سازها را شاید در عرض‌حال سال ۱۴۳۸ آگوستینو نولی[2] پیدا کنیم. نولی که خودش را «خیلی فقیر» معرفی می‌کند، موفق می‌شود مقامات جنووا را راضی کند که ده سال او را از پرداخت مالیات معاف کنند. یکی از علت‌های قبول درخواست او این است که کار او، با همه‌ی وقتی که می‌بُرد، چندان سودآور نیست.[۹۸]

کلید پیشرفت نقشه‌نگاری دست‌کم تا دو قرن بعد از مرکاتور و اورتلیوس در دست دریانوردان ماند. ولی به نوشته‌ی دیوید لَندیز[3]، با این‌که نقشه‌سازها همه‌ی تلاش خود را می‌کردند، «بی‌دقتی نقشه‌ها تا قرن نوزدهم ادامه داشت. فقط دریانوردها می‌توانستند این مشکل خطاها را اصلاح کنند؛ چون منجمان شایسته کم بودند و کم‌تر از آن‌ها منجمانی که حاضر باشند آسایش و جان خودشان را در سفرهای طولانی به نقاط دور و ناشناخته به خطر بیندازند».[۹۹]

لازم نیست صرفاً فرض کنیم که اصلاح نقشه‌ها با اطلاعات دریانوردان صورت می‌گرفته است. در ۱۴۰۳ نقشه‌سازی به نام فرانچسکو بِکّاری[4] صریحاً «رسیدن به کنه حقیقت» را نسبت داد به

تجربه‌ی کارساز و گزارش‌های بی‌شک و شبهه‌ی کسان بسیاری از جمله کشتی‌بان‌ها و کشتی‌دارها و ناخداها و سکاندارهای دریاهای اسپانیا و

1. Pietro Vesconte 2. Agostino Noli 3. David Landes 4. Francesco Beccari

اطراف و همچنین خیلی از اشخاصی که در امور دریایی تجربه دارند و به کرات و مدت‌های طولانی در آن نواحی و دریاها دریانوردی کرده‌اند.[۱۰۰]

پیش از این‌که از موضوع نقشه‌نگاری خارج شویم، نگاهی هم به خدمات یک گروه شغلی غیردریانورد بیندازیم. داده‌های مورد نیاز برای ترسیم خطوط محیطیِ خشکی‌ها را دریانوردان فراهم می‌آوردند؛ اما چه کسانی داخل خشکی‌ها را نقشه‌برداری می‌کردند؟ این جای خالی را چه کسانی پر می‌کردند؟ ریز اطلاعات لازم برای ساخت نقشه‌های جامع از سرزمین‌ها را انبوهی از مساحان گمنام تولید می‌کردند. «برنامه‌ی وسیع استعمار» که امپراتوری روم در پیش گرفت، انگیزه‌ی ایجاد شغل مساحی شد و با گسترش امپراتوری «نقش مساحان[1] مستخدم دولت روم و همچنین مساحانی که کارشان نقشه‌برداری در مقیاس وسیع در شهرها و طرح‌های مهندسی بود، ارتقا پیدا کرد». اشراف ثروتمند هم گروه‌های مساحی را برای نقشه‌برداری املاکشان به خدمت گرفتند. «طبیعی بود که این نقشه‌های تفصیلیِ محوطه‌های جداگانه مجموعاً نقشه‌ی بزرگ کل یک شهر را بسازند.»[۱۰۱]

یک نمونه‌ی کاملاً مستند دیگر، از دوره‌ای خیلی جدیدتر، نقشه‌برداری قاره‌ی امریکای شمالی است: «کافی است به تعداد غیرعادی خط‌های مستقیم در نقشه‌ی ایالات متحده، هم در جاده‌ها و هم در مرزهای ایالت‌ها، توجه کنیم تا پی ببریم که این کشور بیش‌تر از هر کشور دیگری مدیون کار مساحان است.»[۱۰۲] همان‌طور که در فصل ۲ گفتیم، بسیاری از اطلاعات اولیه را سرخ‌پوستان امریکا فراهم آوردند؛ ولی کار را «مردان خودآموخته‌ای از رشته‌های علمی مختلف» بر عهده گرفتند و به انجام رساندند. نقشه‌سازان و مساحان مستعمره‌ی امریکا در زمان خودشان قدر ندیدند چون «علوم عملی اموری پیش‌پاافتاده و فاقد ارزش علمی» به شمار می‌رفتند:

با وجود این، آن‌ها بودند که سرزمین وحشی را نقشه‌برداری کردند، آب‌های ناآشنای داخلی و ساحلی را درنوردیدند، مرزهای املاک و نواحی را تثبیت کردند، ابزارهای لازم برای این کارها را ساختند و این مهارت‌ها را به دیگران

1. agrimensores

آموختند. ... چون تلاش‌های مشترک همه‌ی این «مردان کوچک علم» تأثیر زیادی در شکل‌گیری اولین مهاجرنشین‌ها و اتحاد آن‌ها ــ ابتدا در قالب مستعمرات و بعد به صورت یک ملت ــ داشتند و چون حقیقتاً آن‌ها اعضای سهیم در یک جامعه‌ی علمی متنوع بودند، حقشان بیش‌تر از یک پانوشت در تاریخ علم است.[۱۰۳]

دریانوردان و اخترشناسی

یکی از اصیل‌ترین علوم مردم علم نجوم است، زیرا نخستین داده‌های آن زمانی تولید شدند که هنوز خواص و عوام از هم جدا نشده بودند.[۱۰۴] با این حال اغلب آن را نخبه‌گراترین علم به شمار می‌آورند چون، به علت این‌که از دخل و تصرف تجربه متأثر نمی‌شد، از معدود علوم غیرتجربی در دوره‌ی انقلاب علمی بود. پیشرفت‌های بزرگ علم نجوم را دانشمندانی رقم زدند که گرایش ریاضی داشتند. اما قبل از کپرنیک و حتی پیش از بطلمیوس و ارسطو، پیش‌ازتاریخِ طولانی نجوم را تا حد زیادی کار روزانه‌ی دریانوردان شکل داد.

دریانوردان در دوران باستان از غالب مردم تحرک بیش‌تری داشتند. حرفه‌ی آن‌ها مستلزم پیمودن نسبتاً سریع مسافت‌های طولانی بود و در نتیجه این فرصت را به دست می‌آوردند که پیوسته متوجه تغییرات آسمان شب باشند تا جای خودشان را در زمین گم نکنند. دریانوردانِ دریای سرخ در چهارهزار سال پیش «باید نقش مهمی در پیشبرد علم نجوم ایفا کرده باشند»، چون سفرهای شمالی-جنوبی آن‌ها «مستلزم تغییر عرض جغرافیایی، و بنابراین جابه‌جایی خورشید و ستارگان، دست‌کم به اندازه‌ی ۲۰ درجه بود، که به آن باید ۵-۶ درجه سفر شمالی دریانوردان مصری را هم اضافه کنیم، که می‌دانیم از زمان‌های دور به بوبلوس در سوریه رفت و آمد داشته‌اند».[۱۰۵] پلینی، دانش‌نامه‌نویس رومی، با توجه به این نکته که حرکات آسمانی «مسلماً در سفرهای دریانوردان کشف می‌شوند»، می‌نویسد که با گذشت ساعات شب «ستارگانی که پشت قوس کره پنهان‌اند ناگهان، گویی که از دریا بیرون می‌آیند، نمایان می‌شوند».[۱۰۶]

این‌گونه مشاهدات نشان می‌داد که زمین تخت نیست و گرد است. به اکثر ما در دبستان آموخته‌اند که «تا سال ۱۴۹۲ که کلمب اقیانوس را درنوردید»، او عملاً تنها

کسی بود که می‌گفت زمین گرد است. این قصه (که مخترعش واشینگتن ایروینگ[1]، نویسنده‌ی زندگی‌نامه‌ی کلمب، بود) حالا مدام در کتاب‌های درس تاریخ تکذیب می‌شود، ولی جای آن را باز یک دروغ دیگر گرفته است. اکنون به دانش‌آموز می‌گویند کریستوف کلمب از دانشگاهیان آموخت که زمین گرد است و آن‌ها هم این را از ارسطو و نویسندگان باستانی دیگر آموخته بودند؛ اما چون ملوان‌های همراه کلمب به اندازه‌ی دانشگاهیان نمی‌دانستند، می‌ترسیدند از لبه‌ی زمین سقوط کنند.

از بحث‌های نویسندگان باستان هم پیداست که آن‌ها خودشان از تجربه‌ی دریانوردان پی برده‌اند که زمین گرد است؛ و دلیلی ندارد که تصور کنیم دریانوردهای اعصار بعد این را فراموش کرده‌اند. استرابون می‌نویسد:

> شکل کروی زمین در پدیده‌های دریایی و آسمانی مشهود است. برای مثال، بی‌شک انحنای زمین است که نمی‌گذارد دریانورد چراغی را که در ارتفاع چشم او قرار دارد از دور ببیند؛ اما اگر چراغ از چشم بالاتر باشد دیده می‌شود، ولو دورتر باشد؛ و به همین ترتیب اگر چشم بالاتر باشد چیزی را که قبلاً نمی‌دید حالا می‌بیند.... و به همین علت است که وقتی دریانورد به خشکی نزدیک می‌شود، نقاط مختلف ساحل به‌تدریج نمایان می‌شوند و جایی که قبلاً پایین به نظر می‌رسید کم‌کم بالا می‌رود.[۱۰۷]

ارسطو هم از تجربه‌ی دریانوردان استفاده کرد و کرویت زمین را از این حقیقت نتیجه گرفت که «ستاره‌های بالای سر ما مقدار زیادی تغییر موضع می‌دهند و موقعی‌که ما به شمال یا جنوب می‌رویم دیگر همان ستاره‌ها را نمی‌بینیم».[۱۰۸] پس بعید است که دریانوردهای زمان کریستوف کلمب از کرویت زمین بی‌خبر بوده باشند. اما خود کلمب؛ او پیش از این‌که سواد بیاموزد، دریانوردی آموخته بود و به احتمال قوی پیش از این‌که کرویت زمین را در کتاب‌های دانشمندان بخواند، از معلم‌های دریانوردی‌اش شنیده بود.

البته حقیقت دارد که کریستوف کلمب به‌سختی توانست دیگران را متقاعد کند که می‌شود به‌سمت غرب رفت و از آسیا سر در آورد، اما علت سختی کار او این نبود

1. Washington Irving

که دیگران فکر می‌کردند زمین تخت است. مشکل این بود که اکثراً زمین را خیلی بزرگ‌تر از آنی که او گمان می‌کرد می‌دانستند. ترس ملوان‌ها از این نبود که مبادا از لبه‌ی زمین بیفتند؛ علت قابل فهم اکراه آن‌ها این بود که چون زمین را بسیار بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی‌اش تصور می‌کردند، می‌ترسیدند که آذوقه‌ی آن‌ها پیش از رسیدنشان به خشکی تمام شود. ولی آخرش هم معلوم شد که کلمب اشتباه کرده و حق با کسانی بوده که زمین را بزرگ‌تر از آنی که او فکر می‌کرد می‌دانستند. اما یک چیز را نه او می‌دانست و نه معاصرانش: این‌که بین اروپا و آسیا یک خشکی دیگر وجود دارد.

سمت و عرض جغرافیایی

مهم‌ترین سود دانش نجومی برای نخستین دریانوردان اروپایی این بود که می‌توانستند جهتشان را در میان دریای پهناور پیدا کنند. جایی که خشکی به چشم نمی‌آمد تا با آن جهت‌یابی کنند، به خورشید و ستارگان متوسل می‌شدند. روزها حرکت شرق به غرب خورشید را داشتند و شب‌ها صورت‌های فلکی‌ای را نگاه می‌کردند که همیشه در آسمان شمال حضور داشتند. اگر به‌سمت خوشه‌ی ستارگان می‌راندند راهیِ شمال بودند؛ اگر آن‌ها همچنان در سمت راستشان قرار داشتند رهسپار غرب بودند؛ اگر آن‌ها در سمت چپشان قرار می‌گرفتند عازم شرق بودند. هومر می‌گوید که اودوسئوس «هرگز نمی‌خوابید؛ چشم می‌دوخت به پروین، به عوّای دیرآفل، و به خرس [بزرگ]»، چون الاههٔ کالوپسو گفته بود در دریا که می‌رانَد همیشه آن ستارگان را در سمت چپش دارد.[۱۰۹]

اما بهتر از خرس بزرگ، برای جهت‌یابی، خرس کوچک بود که استرابون درباره‌اش می‌گوید: «یونانی‌ها به‌درستی با آن آشنا نبودند تا این‌که فنیقی‌ها آن را نام‌گذاری کردند و برای دریانوردی به کار بردند.»[۱۱۰] به نوشته‌ی کالّیماخوسِ[1] شاعر، طالس بود که «ستارگان کوچک عرابه را که فنیقیان به کمک آن‌ها دریانوردی می‌کنند نشانه گذاری کرد».[۱۱۱] به نظر می‌رسد اشتباهی رخ داده باشد، چون عرابه را معمولاً نام دیگر خرس بزرگ می‌گیرند، ولی «ستارگان کوچک» آن ظاهراً خرس کوچک را تشکیل می‌دادند و گفته‌اند طالس بود که یونانی‌ها را از این تفاوت آگاه

1. Callimachus

کرد. به‌هرحال، این شهادت‌ها حکایت از تأثیر بسیار قوی دریانوردان فنیقی در نجوم یونانیان می‌کنند. دریانوردان در کشیک شب همچنین متوجه نظم گردش دو خرس به دور یک مرکز ثابت شدند و آموختند که از آن‌ها همچون ساعتی آسمانی برای تعیین زمان استفاده کنند.

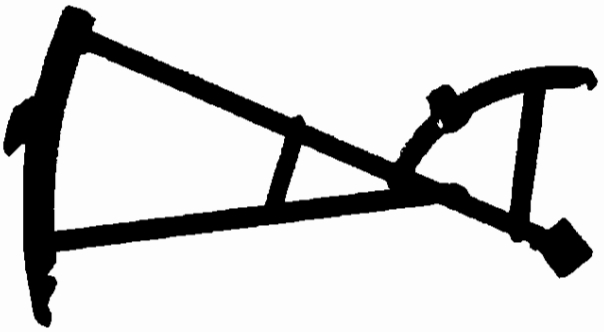
دومین کشف مهم این بود که طول سفر کشتی به شمال یا جنوب از نقطه‌ی مبدأ آن را می‌شود از الگوی ظاهری حرکت ستاره‌های بالاسر کشتی در طول سفر تخمین زد. از این‌جا نتیجه گرفته شد که عرض جغرافیایی را می‌توان با رصد ستارگان به دست آورد. اهمیت این روش فقط در تعیین موقعیت آنی کشتی نبود؛ یک طریقه‌ی مهم اقیانوس‌پیمایی تحت عنوان «حفظ عرض» بر اساس آن انجام می‌گرفت. کشتی را تا عرض جغرافیایی بندر مقصد به شمال یا جنوب می‌بردند و آن‌وقت به شرق یا غرب می‌پیچیدند و عرض را می‌گرفتند و جلو می‌رفتند تا به مقصد می‌رسیدند. برای مثال اگر می‌خواستند از شبه‌جزیره‌ی ایبِری به سانتو دومینگو[1] بروند، اول راه جنوب را در پیش می‌گرفتند تا به عرض حدود ۱۸ درجه‌ی شمالی می‌رسیدند و بعد راهی غرب می‌شدند.

بهترین روش تعیین عرض جغرافیایی اندازه‌گیری فاصله‌ی زاویه‌ای ستاره‌ی قطبی در بالای افق است. هرچه زاویه بزرگ‌تر باشد، فاصله‌ی شمالی ناظر از استوا بیش‌تر است. نسبتْ کاملاً دقیق است. برای تعیین عرض از خورشید و ستارگان دیگر هم می‌توان استفاده کرد(و در جنوب استوا چاره‌ای جز این نیست)، اما رصد و محاسبه مشکل‌تر است چون متغیرهای دیگری دخیل‌اند.

ستاره‌ی قطبی (که یونانی‌ها به علت این‌که دریانوردان فنیقی را تداعی می‌کرد به آن «ستاره‌ی فنیقی» می‌گفتند) بهترین نقطه‌ی مرجع بود، چون در آسمان شب تقریباً ساکن به نظر می‌رسید. چون ستاره‌ی قطبی حدوداً در امتداد محور زمین قرار دارد، با گردش زمین به نظر می‌آید که همه‌ی ستارگان دیگر به دور آن می‌چرخند. می‌گوییم حدوداً، نه کاملاً؛ و بنابراین چون دریانوردها نیاز به اطلاع دقیق از عرض جغرافیایی داشتند، باید در نجوم به قدری پیشرفت می‌کردند که می‌توانستند مقدار ناچیز ولی مهم فاصله‌ی ستاره‌ی قطبی از محور زمین را اندازه

1. Santo Domingo

بگیرند.[۱۱۲] برای دقت بیش‌تر همچنین نیاز به ابزارهای جدید و جدول‌های ریاضی بود. نخستین خدمات دریانوردان به علم نجوم خدمات ماندگاری بودند: «تنها خدمات علمی به این رشته طی ۲۰۰۰ سال بعد عبارت بود از ارتقا»ی ابزارها و جدول‌ها.[۱۱۳] پس این را می‌توان اصلاحیه‌ای در نظر گرفت بر این ادعا که انریکه‌ی «دریانورد» آغازگر دریانوردی نجومی بود و امکان تعیین عرض جغرافیایی در دریا را او برای دریانوردان فراهم آورد. البته رصدهایی که مرتب در مقر انریکه در ساگریش انجام می‌گرفت دقت جدول‌ها را بالا برد، ولی روش‌های پایه را از دیرباز شناخته بودند.



ارتفاع‌سنج. ۱۶۷۶، مستعمرات امریکا.

کوادران‌ها و سِکستان‌ها و اوکتان‌های پیشرفته‌ی قرن هجدهم نتیجه‌ی تکامل اسطرلاب قدیم و شاخص صلیبی بودند و حکایت از خلاقیت جمعیِ دریانوردان و صنعتگران بی‌شمار می‌کردند. گرچه غالب آن‌ها گمنام بودند، یک ابتکار بخصوص را می‌توان به دریانوردی انگلیسی به اسم جان دیویس[1] نسبت داد؛ «دریانورد خلاقی با ذوق عملی که از بس برای پیداکردن عرض جغرافیایی به خورشید خیره شد، حوصله‌اش سر رفت».[۱۱۴] در ۱۶۰۷ او مقاله‌ای منتشر کرد درباره‌ی ابزار ابتکاری‌اش، ارتفاع‌سنج، که حلال مشکل دیرینه‌ی دریانوردانی شد که با رصد خورشید به بینایی خود آسیب می‌رساندند.[۱۱۵]

یک ابزار مهم دیگر به نام ربعِ (کوادران) انعکاسی را دست‌کم سه نفر جداگانه اختراع کردند. یکی از آن‌ها «شیشه‌بر فقیری در فیلادلفیا» به اسم تامس گادفری[2] بود.[۱۱۶]

1. John Davis 2. Thomas Godfrey

مسئله‌ی طول جغرافیایی

دریـانورد از روی سـتاره‌ها مـی‌توانست بگـوید در کـجای نـصف‌النـهاری شمالی- جنوبی قرار دارد، اما نه در کجای شرق یا غرب. برای تعیین دقیق مکانش در اقیانوس، او باید هم عرض جغرافیایی را می‌دانست و هم طول جغرافیایی را. البته تخمین مسافت را به روش «ناوبری کور» انجام می‌دادند، یعنی مدت زمان سفر را ضرب در میانگین سرعت کشتی می‌کردند؛ ولی مشکل این‌جا بود که راه مطمئنی برای اندازه‌گیری سرعت کشتی در دریای مواج وجود نداشت. ناخداهای کهنه کار سرعت کشتی را از این راه تخمین می‌زدند که آب دهان در دریا می‌انداختند و تعداد دفعاتی را که می‌گفتند «سلام بر مریم» تا آب دهان از چشم دور می‌شد می‌شمردند؛ اما روشن است که این راه دقت چندانی نداشت.

در طول قرن‌ها روش‌های پیشرفته‌تری برای «ناوبری کـور» پـیدا شـد، ولی اندازه‌گیری کاملاً دقیق طول جغرافیایی عملاً امکان نداشت. این مسـئلْ مسـئله‌ی علمی اصلی عصر اکتشاف بود. دولت‌های اسپانیا و فرانسه و هلند و انگلیس منابع خود را برای حل آن بسیج کردند و رهبران انقلاب علمی از هیچ کوششی برای حل آن فـروگذار نکـردند. ولی بـا ایـن‌که بـزرگانی از قـبیل گـالیله، نـیوتن، گـیلبرت، هویگنس[1] و هالی[2] عقل‌هایشان را روی هم گذاشتند،[۱۱۷] کسی کـه سـرانـجام در قرن هجدهم جواب مسئله‌ی طول جغرافیایی را پیدا کرد نـه یک دانشـمند بـلکه ساعت‌سازی به اسم جان هریسون بود.[۱۱۸]

در قرن‌های شانزدهم و هفدهم روش‌های بسیاری پیشنهاد و آزمـایش شـد. یکی از آن‌ها که عملی‌تر به نظر می‌آمد روش گالیله بود با اسـتفاده از چـهار قـمر مشتری که او با تلسکوپش پـیدا کـرده بـود. پـیش‌بینی‌پذیری و بسـامدِ گـرفتگی سیاره‌ی مادر در زیر سایه‌ی آن‌ها امکان تنظیم جدول‌هایی را فراهم می‌آورد که به رصدگرِ تلسکوپ‌دار نشان می‌دادند دقیقاً در چه زمانی به نقطه‌ی دیگری می‌رسید که می‌توانست نصف‌النهار مبدأ یا «نقطه‌ی صفر» برای طول جـغرافـیایی فـرض شود. آنگاه با اندازه‌گیری‌های نجومی می‌شد وقت محلی دقیق رصدگر را در هـر مکانی، حتی در میان اقیانوس، تعیین کرد. یک زمان را از زمان دیگر کم مـی‌کردی

1. Christian Huygens 2. Edmund Halley

و... کار تمام بود: طول جغرافیایی معلوم شده بود، چون زمان ساعت تابع حرکت وضعی زمین است و اختلاف ساعت معادل یک مسافت معین شرقی-غربی است. محیط زمین، طبق قرارداد، به ۳۶۰ درجه‌ی طول جغرافیایی تقسیم می‌شود و زمین در ۲۴ ساعت ۳۶۰ درجه به دور خودش می‌چرخد. بنابراین، هر یک ساعت اختلاف زمان برابر ۱۵ درجه‌ی طول جغرافیایی است. اگر در نصف‌النهار مبدأ ظهر باشد و وقت محلی شما دقیقاً سه‌ی بعدازظهر باشد، طول جغرافیایی محل شما ۴۵ درجه به شرق نصف‌النهار مبدأ است.

روش گالیله را عاقبت برای خشکی قابل استفاده دیدند، اما نه برای دریا؛ چون رصد دقیق قمرهای مشتری با تلسکوپ در کشتیِ پرنوسان، شدنی نبود. روش مشابهی بر اساس تعیین موقعیت کره‌ی ماه را نیوتن بررسی کرد. تحقیق او درباره‌ی «فواصل قمری» ثمرات علمی زیادی داشت: او را به بیان علمیِ قانون جاذبه‌ی عمومی رساند و حسابان او را جلوتر برد. اما او نتوانست حرکت‌های نامنظم ماه را خوب پیش‌بینی کند. به گفته‌ی خودش این تنها مسئله‌ای بود که باعث سردرد او می‌شد.[۱۱۹] در نیمه‌ی قرن هجدهم جدول‌های سودمندی از مواضع ماه عرضه کردند، ولی کاملاً قابل استفاده برای محاسبه‌ی طول جغرافیایی در دریا نبودند.

روش سوم، که ادموند هالی (کسی که ستاره‌ی دنباله‌داری به نام اوست) آن را معرفی کرد، هیچ نسبتی با نجوم نداشت و تکیه‌اش بر خواص میدان مغناطیسی زمین بود. دریانوردان از مدت‌ها پیش از آن می‌دانستند که عقربه‌ی قطب‌نمای آن‌ها دقیقاً آن شمال حقیقی را نشان نمی‌دهد که ستارگان نشان می‌دهند. (این اختلاف را، که به آن زاویه‌ی انحراف می‌گویند، چینی‌ها در قرن نهم می‌دانستند. قدیمی‌ترین سند قطعی آگاهی اروپایی‌ها از آن به حدود سال ۱۴۵۰ برمی‌گردد، که باز ثابت می‌کند این قصه دروغ است که کریستوف کلمب آن را کشف کرد.[۱۲۰]) همین‌طور دریانوردها متوجه بودند که زاویه‌ی انحراف در همه‌جا یکی نیست. از این مشاهده نتیجه می‌گرفتند که شاید بشود فرمولی ریاضی پیدا کرد که بین زاویه‌ی انحراف و طول جغرافیایی نسبتی برقرار کند. هالی از دریانوردان خواست که قرائت‌های خودشان از قطب‌نما را دقیقاً ثبت کنند تا بتواند آن‌ها را جمع‌آوری و از آن‌ها نتیجه‌گیری کند. راه منطقی و مفیدی بود، ولی جواب مورد انتظار را به دست نداد، چون معلوم شد که میدان مغناطیسی زمین چندان ثابت و پیش‌بینی‌پذیر نیست. این

نتیجه‌ای بود که از مشاهدات صنعتگری به اسم رابرت نورمن[1] گرفتند.

نورمن که کارش ابزارسازی بود، این را هم کشف کرد که عقربه‌های قطب‌نمای مغناطیسی به دور دو محور ــ نه‌فقط یک محور ــ می‌چرخند و می‌ایستند.[۱۲۱] عقربه نه‌فقط تقریباً در امتداد شمال می‌ایستد بلکه یک «افت» هم دارد و کمی رو به پایین می‌ایستد. مقدار افت عقربه به طول جغرافیایی بستگی داشت و یک متغیر قابل اندازه‌گیری دیگر بود که با آن می‌شد طول را در دریا به دست آورد. ویلیام گیلبرت این نظر نورمن را به اطلاع اهل علم رساند[۱۲۲]، و این باز با همکاری دریانوردان مورد بررسی قرار گرفت، ولی دوباره بی‌ثباتی میدان مغناطیسی زمین امیدها را بر باد داد. اما اگرچه این دو تلاش برای تعیین طول جغرافیایی به‌وسیله‌ی قطب‌نمای مغناطیسی راه به جایی نبرد، شناخت انسان از نیروی مغناطیسی زمین را افزایش داد.

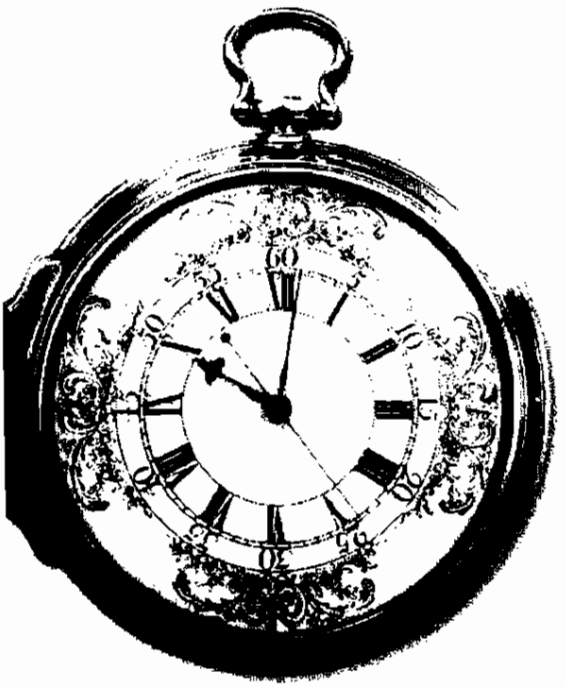
نظراً ساده‌ترین راه اندازه‌گیری طول جغرافیایی در دریا این بود که ساعت دقیقی را با زمان نصف‌النهار مبدأ میزان کنند و در کشتی با خودشان ببرند. بعد کافی بود آن را با وقت محلی، که از روی خورشید تعیین می‌کردند، بسنجند تا طول جغرافیایی محل معلوم شود. ولی گرفتاری بر سر همین کلمه‌ی «دقیق» بود. هیچ ساعت موجودی آن‌قدر دقیق نبود که به درد این کار بخورد. حتی در خشکی، بهترین ساعت‌های قابل حمل معمولاً چند دقیقه‌ای در روز عقب و جلو می‌رفتند. تازه در دریا حرکات کشتی و تغییرات دما و رطوبت هم مزید بر علت بود و نگه‌داشتن دقیق وقت را عملاً غیرممکن می‌کرد. ساعتی که در روز فقط یک دقیقه جلو می‌رفت یا عقب می‌ماند بعد از فقط چند روز راه در دریا باعث صدها مایل خطا می‌شد؛ خاصه آن‌که عبور از اقیانوس اطلس معمولاً کم‌تر از دو ماه به طول نمی‌کشید.

این مسئله‌ی دشوار انگیزه‌ای شد برای کریستیان هویگنس و دانشمندان دیگر تا به مطالعه‌ی مکانیک نظری ساعت‌ها بپردازند و کار آن‌ها منجر شد به پیدایش ساعت آونگی.[۱۲۳] افسوس که آونگ هم وسیله‌ای قابل استفاده در کشتی شناور نیست؛ بنابراین اهل علم به جست‌وجوی راه‌حل برای مسئله‌ی طول جغرافیایی

1. Robert Norman

ادامه دادند. آیزاک نیوتن با غرور گفته بود جواب مسئله را «نه ساعت‌سازها یا معلمان دریانوردی... بلکه قابل‌ترین منجم‌ها» خواهند یافت.[۱۲۴] البته او اشتباه می‌کرد و آخرش یک «ساعت‌ساز» سمج به اسم جان هریسون بود که در دهه‌ی ۱۷۶۰ شاخ غول را شکست. اما او فقط تفننی ساعت‌سازی می‌کرد و شغلش نجاری بود. اولین ساعت‌های دقیق خودش را هم نه با فلز که با مصالح کار نجار یعنی چوب ساخت.

گرایش‌های نظری دانشمندان نخبه‌ای مثل هویگنس کوشش‌های آن‌ها را برای ساخت ساعت‌های دقیق‌تر خنثی می‌کرد. «قدر مسلم این‌که آن‌ها اثر دما در جامدات را قبول نمی‌کردند... صنعتگرها، که منع نظری نداشتند، بهتر می‌فهمیدند. شاخه‌هایی از صنعت بر این مشاهده‌ی تجربی مبتنی بودند که سرما باعث انقباض فلز داغ می‌شود.» به‌تدریج که دقت ساعت‌ها بالا رفت «ساعت‌سازها پی بردند که دما مؤثر است».[۱۲۵]



کرونومتر شماره‌ی ۴ جان هریسون، ۱۷۶۰.

هریسون بعد از این‌که شاخ غول را شکست و ساعتی ساخت که در سفر دریایی ۸۱روزه‌ای به جامائیکا فقط پنج ثانیه عقب ماند، با مقاومت شدید آقایان دانشمندان روبه‌رو شد و آن‌ها از پذیرفتن دستاورد او سر باز زدند. عاقبت پس از

این‌که بارها اثرش را نمایش داد و پیروزی‌اش را انکارناپذیر کرد، جایزه‌ی نقدی هنگفتی را گرفت که پارلمان انگلیس از بیش‌تر از نیم قرن قبلش تعیین کرده بود. این جایزه به کسانی تعلق می‌گرفت که راهی جهت اندازه‌گیری دقیق طول جغرافیایی در دریا پیدا می‌کردند. اما این ساعت یا کرونومتر هریسون وسیله‌ی بسیار گرانی بود و برای همین حتی بعد از این‌که با پذیرش همگانی روبه‌رو شد، سال‌ها گذشت تا اندازه‌گیری دقیق طول جغرافیایی در دریا معمول شد. روش خسته‌کننده و نامطمئن تعیین طول از روی موقعیت ماه تا اوایل قرن بیستم هنوز به کار می‌رفت.

در این بین جست‌وجوی جواب برای مسئله‌ی طول جغرافیایی انگیزه‌ی تحقیقاتی شد که امکان اندازه‌گیری طول در خشکی را فراهم آورد و همین خود باعث پیشرفت‌هایی در نقشه‌سازی شد. با ممکن‌شدن تعیین موقعیت دقیق نقاط به‌وسیله‌ی هم عرض و هم طول جغرافیایی در سطح زمین، نقشه‌نگاری علمی‌ای که بطلمیوس قرن‌ها پیش‌تر خوابش را دیده بود به واقعیت پیوست؛ اما به‌وسیله‌ی دو ابزاری که صنعتگرها ساخته بودند: ساعت دقیق و تلسکوپ. هرچند افتخار اختراع تلسکوپ را اغلب به گالیله می‌دهند، او خودش می‌دانست که این حقیقت ندارد، چنان‌که نوشته است:

> البته می‌دانیم فرد هلندی‌ای که اولین تلسکوپ را اختراع کرد یک عینک‌ساز ساده بود که هنگام کار با عدسی‌های مختلف تصادفاً دوتای آن‌ها را، که یکی محدب و دیگری مقعر بود، در فواصل مختلف از چشمش گرفت و از داخل آن‌ها نگاه کرد. به این ترتیب نتیجه‌ی آن توجهش را جلب کرد و این وسیله این‌طور به وجود آمد.[۱۲۶]

بد نیست این را هم بدانیم که انگیزه‌ی اولیه‌ی استفاده از دو عدسی در وسیله‌ای برای مشاهده‌ی اشیای دور نه در نجوم بلکه در دریانوردی شکل گرفت؛ نه برای رصد ستاره‌ها، که برای دیدبانی و شناسایی کشتی‌ها. کاربردهای تجاری و نظامی آن روشن است. خود گالیله در آغاز با تأکید بر همین جنبه‌ی آن توانست نظر حامیانش را به تلسکوپ پیشرفته‌ترش جلب کند. در نامه‌ای به تاریخ ۲۹ اوت ۱۶۰۹، جریان نمایش آن برای «کل سنا»ی ونیز را شرح داد و نوشت:

خیلی از نجبا و سناتورها، با همه‌ی کهولت سن، بارها از پله‌های بلندترین برج‌های ونیز بالا رفته‌اند و کشتی‌ها و قایق‌هایی را نگاه کرده‌اند که با باد موافق به‌سمت بندر می‌آمده‌اند و از بس دور بوده‌اند دست‌کم دو ساعت به درازا کشیده تا بدون دوربین من دیده شده‌اند.[۱۲۷]

این‌که تلسکوپ با عدسی‌های یک عینک‌ساز ساخته شد یک پرسش دیگر پیش می‌آورد. می‌دانیم که عینک، با عدسی محدب، بیش‌تر از سه قرن جلوتر، یعنی در دهه‌ی ۱۲۸۰، اختراع شد؛ اما چگونه؟ نویسندگانی نظر داده‌اند که با استفاده‌ی آگاهانه از اصول علمی‌ای که دو استاد دانشگاه آکسفورد، رابرت گروس‌تست[1] و راجر بیکن، مطرح کردند. ولی شواهد حاکی است که «عینک نه از طریق الهام علمی بلکه از دنیای شیشه‌گرها و شیشه‌برها و جواهری‌ها و بلورسازها پیدا شده است» (یعنی از علم تجربی صنعتگرها نه از علم نظری دانشگاهیان).[۱۲۸]

قطب‌نمای مغناطیسی

به ابزارهای دریانوردی که فکر کنید، اولین وسیله‌ای که به ذهنتان می‌آید بی‌شک قطب‌نمای مغناطیسی است. دیدیم که هزاران سال دریانوردان توانسته بودند دریاهای آزاد را بدون آن هم طی کنند؛ با وجود این، ورود آن به صحنه منجر به انقلاب فنی بزرگی در دریانوردی شد که گسترش تاریخی بازرگانی جهانی را به دنبال آورد و راه را برای چیرگی اروپا بر جهان هموار کرد. در قرن سیزدهم، بعد از این‌که دریانوردان مدیترانه‌ای شروع به استفاده‌ی روزمره از عقربه‌ی مغناطیسی برای جهت‌یابی کردند، «دیگر لازم نبود در خشکی صبر کنند تا زمستان بگذرد». آسمانِ همیشه‌ابریِ دریای مدیترانه عملاً دریانوردی از روی ستارگان را ناشدنی می‌کرد، ولی با قطب‌نما کشتی‌های ونیزی می‌توانستند «به‌جای سالی یک بار دو بار بروند و برگردند، و دیگر نیازی نبود که زمستان را در آن‌سوی آب‌ها سپری کنند».[۱۲۹]

1. Robert Grosseteste

منشأ قطب‌نمای مغناطیسی معلوم نیست، ولی البته در مورد آن هم حکایتی قهرمانانه وجود دارد که به نابغه‌ای تنها نسبتش می‌دهد. اگر به آمالفیِ ایتالیا بروید، در مرکز شهر مجسمه‌ی مفرغی بزرگی از فلاویو جویا[1] می‌بینید که روی کتیبه‌اش نوشته‌اند او در ۱۳۰۲ قطب‌نما را اختراع کرد. اما بیش‌تر از یک قرن پیش مورخی ایتالیایی نوشت: «کسی به اسم فلاویو جویا هرگز وجود نداشته. او نمودار یک‌جور اسطوره است که دیرگاهی پس از زمان حیات فرضی‌اش خلق شده و بنابراین مشکوک است. او خیالی است محصول تخیل جنوبی حاصلخیز مردم آمالفی و نقاط دیگر.»(۱۳۰)

این‌که بعضی سنگ‌های کشیده (مشهور به ماگنتیت) امتداد شمالی-جنوبی دارند اولین بار بیش‌تر از دوهزار سال پیش در چین کشف شد. قطب‌نمای مغناطیسی را در آغاز در چین در فال‌بینی و آیین‌های مذهبی به کار می‌بردند، ولی مدارک مستند نشان می‌دهد که دریانوردان چینی دست‌کم از سال ۱۱۱۷ شروع به کشتیرانی به کمک «عقربه‌ی جنوب‌نما» کرده‌اند.(۱۳۱) احتمالش هست که دانش این ابزار شگفت‌آور با قوای ظاهراً فوق‌طبیعی آن را بازرگانان ــ پیشینیان گمنام مارکو پولو ــ از چین به مدیترانه برده باشند. اولین اشاره‌ی مستند در اروپا به یک قطب‌نمای مغناطیسی که دریانوردان برای جهت‌یابی به کار می‌برده‌اند در ۱۱۸۷ در کتابی از مردی انگلیسی به اسم الکساندر نِکام[2] آمده است، اما شکل گذرای اشاره این نکته را به ذهن متبادر می‌کند که شاید در این زمان استفاده از آن امری متداول و روزمره بوده است.(۱۳۲)

اولین قطب‌نماهای مغناطیسی صرفاً سوزن‌هایی شناور در آب یا آویزان از نخ بودند و جهت را تقریبی نشان می‌دادند. به‌مرور این ابزارهای ابتدایی به وسیله‌ای تکامل پیدا کردند که ما امروزه می‌شناسیم: عقربه‌ی مغناطیسی چرخانی متصل به کارت چاپی گردی موسوم به گُلباد که به ۳۶۰ درجه تقسیم شده است. این تکامل با نوآوری‌هایی در طول سالیان دراز رخ داد. به‌اصطلاح «اختراع» قطب‌نمای مغناطیسی دستاورد دسته‌جمعی نسل‌های بسیاری از دریانوردان و ابزارسازان بود.

1. Flavio Gioia 2. Alexander Neckam

اقیانوس‌شناسی: در اعماق

از میان همه‌ی نقاط زمین، آن نقطه‌ای که بیش‌ترین فاصله را از تجربه‌ی روزمره‌ی ما دارد دنیای زیر سطح دریاهاست. عمق آب آن و آنچه در کف اقیانوس است اسراری بودند که ابتدا نظر ماهیگیران و دریانوردان را به خود جلب کردند. فقط از سر کنجکاوی نبود؛ برای آن‌ها بیش‌ترین اهمیت را داشت که بدانند در جایی که به خشکی نزدیک می‌شوند کف قایق یا کشتی آن‌ها چقدر با زمین سفت فاصله دارد، و چون مواد کف اقیانوس‌ها همه‌جا یکی نبودند، ناخداهای کارکشته با شناسایی آن‌ها می‌توانستند محل خودشان را حدس بزنند.

هر دوی این اطلاعات را با وزنه و طناب عمق‌سنجی به دست می‌آوردند. در سال ۱۹۵۵ آب‌نگار رسمی نیروی دریایی بریتانیا نوشت:

> امروزه دریانوردی وجود ندارد که این گفته‌ی نقل‌شده از صدها سال پیش را تأیید نکند که «ابزار کار دریانوردی نقشه و قطب‌نما نیست، وزنه و طناب عمق‌سنجی است». ولو دور تا دور افسر نگهبان را همه‌جور تجهیزات علمی جدید گرفته باشد، این سخن به قوت خود باقی است؛ و او داناتر از آن است که حتی یک لحظه فراموش کند اگر آبخور کشتی از عمق آب بیش‌تر بشود، ردخور ندارد که کشتی به گل نشسته است![۱۳۳]

امکان مستندسازی سرمنشأ و سیر تحول این مسئله‌ی علمی مهم وجود ندارد، چرا که بین اولین اشاره‌ی هرودوت به آن در قرن پنجم پ.م. و اولین مورد بعدی توصیف آن، دو هزار سال فاصله هست. هرودوت آن‌جا که از دریانوردی تا مصر می‌نویسد، می‌گوید: «موقعی‌که هنوز یک روز راه با خشکی فاصله دارید اگر عمق‌سنجی کنید، گِل بالا می‌آید و می‌فهمید که آب یازده قامت[۱] عمق دارد.»[۱۳۴] دلیلی ندارد تصور کنیم که دریانوردهای یونانیِ زمان او اولین کسانی بودند که عمق‌سنجی می‌کردند. بی‌گمان فنیقی‌ها هم این کار را می‌کردند؛ و احتمالاً حتی پیشینیان مینوسی آن‌ها.

روایت‌های دیگری هم از عمق‌سنجی دریانوردان وجود دارد ــ مثلاً در

۱. fathom برابر ۱/۸۲ متر.

انجیل[۱۳۵] ــ ولی از جزئیات کار با وزنه و طناب تا اواخر قرن شانزدهم ذکری نیست. ابزار رایج، که در قرن‌های بعد هم چندان تغییری نکرد، خیلی ساده بود: یک وزنه‌ی سربی ۱۴ پوندی با طنابی به طول ۲۰۰ قامت.[۱۳۶] طناب در هر ده قامت و بیست قامت علامتی داشت. با این روش بود که وجود و ابعاد فلات قاره‌ها کشف شد. در داخل فلات، وزنه به کف دریا می‌رسد؛ اگر نرسد، یعنی کشتی از فلات قاره بیرون رفته است. مجموعه‌ی اطلاعاتی که این روش فراهم آورد تهیه‌ی نقشه‌ی محیطی بسیاری از نقاط پنهان در زیر آب اقیانوس‌ها را امکان‌پذیر کرد.

وزنه‌ی سربی را طوری می‌ساختند که نمونه‌ای از مواد کف اقیانوس را هم با خودش بالا می‌آورد (دیدیم که دریانوردهای هرودوت گل بالا آورده بودند). مواد هرچه بودند ــ گل، ماسه، گل‌ماسه، مرجان، جلبک، گوش‌ماهی، سنگ‌های مختلف ــ معمولاً در هرجا زمان‌های طولانی ثابت می‌ماندند و ناخداها با نمونه‌برداری از کف اقیانوس‌ها محل‌های آن‌ها را به خاطر می‌سپردند. اطلاعاتی که آن‌ها گرد می‌آوردند و در کتابچه‌هایشان وارد می‌کردند از هیچ راه دیگری به دست نمی‌آمد.

آدم‌ربایی و قوم‌شناسی

سیاحان و ملاحان به‌جز اطلاعاتی که از ویژگی‌های طبیعی زمین به دست می‌آوردند، اطلاعاتی از جوامعی هم که در نقاط دوردست می‌دیدند کسب و منتقل می‌کردند. مشاهدات آن‌ها از رسوم ناآشنای تمدن‌های بیگانه آجرهای بنای قوم‌شناسی و قوم‌نگاری را پدید آورد. عجایبی که آن‌ها به چشم می‌دیدند البته به‌خودی‌خود دیدنی بودند، ولی انگیزه‌ی اصلی آن‌ها برای گردآوری اطلاعات قومی انگیزه‌ی تجاری بود. بازرگانان بیش‌تر علاقه‌مند بودند بدانند که آن بیگانگان چه اجناسی را می‌پسندیدند و چه کالای باارزشی در مقابل عرضه می‌کردند.

در دوره‌ی انریکه‌ی دریانورد، اروپایی‌ها خیلی طالب اطلاعاتی از سیاه‌پوستان گینه بودند که تجار عرب از آن‌ها طلا می‌گرفتند. شاهزاده انریکه اولین کسی نبود که از آدم‌ربایی برای کسب اطلاعات استفاده کرد، اما یقیناً یکی از پروپا قرص‌ترین طرفداران این روش بود. به نوشته‌ی پیتر راسل، انریکه «مشتاق هرجور اطلاعاتی بود که مردمش می‌توانستند از اوضاع اقتصادی و قومی و سیاسی در گینه به دست بیاورند» و «زود پی برد که منبعی بهتر از شاهدان پرتغالی برای این اطلاعات...

خود اهالی بومی آن مناطق‌اند». به همین علت، یکی از دستوراتی که به دریانوردان خود داد این بود که «هروقت کشور تازه‌ای کشف می‌کردند، یکی دو نفر بومی را به‌زور یا با نیرنگ بگیرند و به پرتغال ببرند تا او یا مقاماتش بتوانند سر فرصت از او درباره‌ی سرزمینی که از آن‌جا ربوده شده بود پرس‌وجو کنند».[۱۳۷]

یک بار اسرا دهانه‌ی رود سنگال را چنان مو به مو برای او توصیف کردند که دریانوردان پرتغالی تا رسیدند آن‌جا را شناختند. انریکه همچنین برای استفاده از زبان افریقایی‌ها فرمان داد که آن‌ها را بربایند و وادارشان کنند تا در داد و ستدِ پرتغالی‌ها با افریقایی‌ها کار ترجمه را به عهده بگیرند.

پرتغالی‌ها علاوه بر ربودن بومیان بی‌آزار برای گرفتن اطلاعات از آن‌ها به شهروندان شوربخت خودشان ــ محکومان به مرگ یا تبعید ــ هم رحم نمی‌کردند و از آن‌ها به‌عنوان سپر گوشتی در برابر بومی‌های نه‌چندان بی‌آزار استفاده می‌کردند: «کابرال بیست نفر از آن‌ها را با خودش برد، گاما ده دوازده نفر. آن‌ها را مثل موش آزمایشگاهی برای سنجش خلق‌وخوی بومی‌های احتمالاً ستیزه‌جو به کار می‌بردند، یا در ساحل رهایشان می‌کردند تا اگر کشتی ناچار شد دوباره به خشکی برگردد، آب و غذا پیدا کرده باشند.»[۱۳۸]

آلویزه دا کا دا موستو (مختصراً کاداموستو)[1]، دریانورد ونیزی که در استخدام انریکه بود، گزارشی دارد از دو سفر دریایی که در ۱۴۵۵ و ۱۴۵۶ برای انریکه به گینه رفته است. سفرنامه‌ی کاداموستو با عنوان ناویگاتسیونی[2] اطلاعات گیاهی و جانوری ارزشمندی شامل مشاهدات او از عادات فیل‌ها و کرگدن‌ها دارد که «اهمیت آن‌ها در دقت و جامعیتی است که مشاهده‌ی عینی این حیوانات و دیگر حیوانات برای او فراهم آورده بود». ولی چیزی که برای انریکه بیش‌تر اهمیت داشت تحقیقات کاداموستو در مورد طرز خاص داد و ستد عرب‌های خریدار طلا با سیاه‌پوستانی بود که طلا را استخراج می‌کردند. کاداموستو می‌نویسد که تاجران و معدنچی‌ها در سکوت شب معامله می‌کردند، بدون این‌که یکدیگر را ببینند و با هم حرف بزنند. او تجربه‌ی مستقیم‌اش را با بازجویی از بومی‌ها و دیگرانی که به بردگی گرفته و به پرتغال برده بودند، فربه‌تر کرده بود.[۱۳۹]

1. Alvise de Cadamosto 2. *Navigazioni*

اقدامات جهان‌خوارانه‌ی انریکه، که شروع تجارت دریاییِ برده را هم شامل می‌شد، با حمایت معنوی کلیسا صورت می‌گرفت. با درک این‌که علم یکی از ستون‌های قدرت است و این‌که سیاهان هم می‌توانند از آن استفاده کنند، پاپ‌ها فتواهایی داده بودند که به طور ضمنی «مخصوصاً پرتغالی‌ها را از هرگونه آموزش دریانوردی به افریقایی‌ها منع می‌کرد. ترس واتیکان از این بود که موقعیت اروپایی‌ها متزلزل شود».[۱۴۰]

آدم‌ربایی تنها روش دانش‌اندوزی انریکه نبود. یکی از ملازمان او، ژوائو فرناندس[1]، استعدادهایی داشت که کسب اطلاعات قومی را از راه انسانی‌تری هم امکان‌پذیر می‌کرد. چون او عربی می‌دانست و کمی آشنایی با رسوم اسلامی داشت، توانست خودش به میان صحرانشینان برود و بین آن‌ها زندگی کند. هفت ماه، این «مشاهده‌گر هوشیار و واقع‌بین» با سفر در صحرای غربی و پرس‌وجو از هرکه جوابش را می‌داد برای انریکه اطلاعات جمع‌آوری کرد. او پی برد که کاروان‌ها مسیرشان را در صحرا با قطب‌نمای مغناطیسی پیدا می‌کنند. او گزارش داد که قوت غالب چادرنشین‌ها شیر شتر است ولی گندم هم مصرف می‌کنند؛ کالایی که پرتغالی‌ها می‌توانستند با سود خوبی به آن‌ها بفروشند. انریکه بیش‌تر به این قبیل اطلاعات علاقه‌مند بود.[۱۴۱]

بعد از مرگ انریکه در ۱۴۶۰، برنامه‌ی گردآوری اطلاعات را حاکمان دیگر پرتغال ادامه دادند. لشکری در ۱۴۶۱ یا ۱۴۶۲ به سیرالئون گسیل شد که از شاه آلفونسوِ پنجم[2] دستور داشت که حتی اگر شده به‌زور «یکی از سیاهان آن سرزمین را با خودشان بیاورند تا گزارشی از کشورش بدهد؛ یا از طریق مترجمان سیاه‌پوست بسیاری که در پرتغال پیدا می‌شدند، یا بعد از مدتی خودش می‌ماند و پرتغالی یاد می‌گرفت.»[۱۴۲] از برکت روایت کاداموستو، بقیه‌ی ماجرا را هم می‌دانیم: یک افریقایی دزدیدند و بعد از جست‌وجوی زیاد در لیسبون کنیزی پیدا کردند که توانست با او حرف بزند. «انتقال علم» در زندگی واقعی به این شکل صورت می‌گرفت.

1. João Fernandes 2. Afonso V

خدمتکار مونتنی[1]

اما اطلاعات قومی چگونه به نخبگان فکری اروپا منتقل می‌شد و در آن‌ها تأثیر می‌گذاشت؟ تأملات مؤثر مونتنی درباره‌ی اقوام بومی امریکا، و این‌که شیوه‌ی زندگی آن‌ها از طبیعت بشری چه می‌گوید، پاسخ زیبنده‌ای به این پرسش است. مونتنی مو به مو شرح می‌دهد که از یکی از خدمتکارانش چه چیزهایی آموخته است. خدمتکارش دورانی دریانوردی کرده بود و «ده دوازده سال در آن دنیای دیگری که در قرن ما کشف شد» به سر برده بود؛ بین بومیان سرزمینی که امروزه نامش برزیل است. مونتنی برای این‌که به همپالکی‌هایش توضیح بدهد چگونه می‌تواند سخنان مردی بی‌سر و پا را بپذیرد، نسبت مستقیم بزرگ‌زادگی با راستگویی در باور رایج را معکوس می‌کند. می‌گوید منبع خبرش موثق است، دقیقاً به این علت که «مردی ساده‌اندیش و ناآگاه است». یعنی به او «بیش‌تر می‌آید که عین حقیقت را بگوید؛ چون مردان پخته‌ی شما... ناخواسته روایتشان را کمی تغییر می‌دهند. آن‌ها هیچ‌چیز را همان‌طور که هست نمی‌گویند».[۱۴۳]

مونتنی ادامه می‌دهد که خدمتکارش «به قدری ساده است که از عهده‌ی جعل‌کردن و محتمل‌نشان‌دادن خیالات برنمی‌آید و سرسپرده‌ی هیچ نظریه‌ای هم نیست». وانگهی، گفته‌های او را «چند دریانورد و بازرگان»، که در همان سفر حضور داشته‌اند، تأیید می‌کنند. از نگاه تحقیرآمیز مونتنی به خدمتکارش که بگذریم، نکته این‌جاست که او دانش آن خدمتکار «ناآگاه» را برتر از علم فضلا می‌داند: «من به اطلاعات او بسنده می‌کنم؛ کاری ندارم که کیهان‌شناسان چه می‌گویند.»[۱۴۴]

این فقط نمونه‌ای از ارزش عمومی دانش دریانوردان به‌عنوان پیش‌نیاز تاریخی علم جدید بود. موقعی‌که کریستوف کلمب و خدمه‌اش با خبر خوشِ رسیدنشان به جزایر هند به اروپا برگشتند، قصه‌های آن‌ها انگیزه‌ی هجوم دیوانه‌واری شد که، ظرف چند سال، سفرهای ماورای بحار را تبدیل به کاری پیش‌پاافتاده کرد. پس از کشف مردمان، مکان‌ها، گیاهان و جانورانی که برای ارسطو

1. Michel de Montaigne

و بطلمیوس ناشناخته مانده بودند، شناختِ طبیعی رشدی انفجاری پیدا کرد. اهل علم در اروپا

> ناچار شدند بسیاری از پدیده‌هایی را که باستانیان با اطمینان گفته بودند امکان ندارد مشاهده شوند، زیرا امکان ندارد وجود داشته باشند، به‌عنوان حقیقت بپذیرند. نمونه‌اش امکان زندگی در مناطق حاره بود که ارسطو آن را انکار می‌کرد. نمونه‌ی دیگرش این‌که خشکی‌های زمین فقط در نیمکره‌ی شمالی نیستند، حال آن‌که بطلمیوس از راه‌های ریاضی به عکس این اعتقاد پیدا کرده بود.[۱۴۵]

«دنیای کوچک» فیلسوفان طبیعی قدیم که محصول «گمانه‌زنی‌های زیاده‌عقلانی» آن‌ها بود «اکنون متلاشی می‌شد، و عاملش نه الهام درونی فیلسوفان طبیعیِ دیگر بلکه نیشتر دریانوردهای ندرتاً باسواد بود».[۱۴۶] این دریانوردان «ناخواسته با تضعیف مرجعیت مقامات علمی، و تقویت ایمان به روش تجربیِ طبیعیِ تاریخی، نقش مهمی در پیدایش علم جدید ایفا کردند».[۱۴۷]

> دگرگونی بزرگ (نه‌فقط در نجوم یا فیزیک بلکه در همه‌ی علوم) هنگامی رخ داد که دانشمندان، نه تصادفاً، بلکه اصولاً، عملاً و قطعاً، به اولویت تجربه پی بردند. تغییر نگرش، در پی سفرهای اکتشافی، نقطه‌ی عطفی است که نه‌فقط جغرافی و نقشه‌نگاری بلکه کل «تاریخ طبیعی» را تحت تأثیر قرار داد.[۱۴۸]

اما گرچه حجیت نویسندگان باستان در مقام داور کل شناخت علمی به‌وضوح و به‌شدت تضعیف شده بود، یکباره فرو نریخت. آن‌قدر مشاغل دانشگاهی، طبی، کلیسایی و حقوقی بر پایه‌ی آن به وجود آمده بودند که اجازه نمی‌دادند این مرجع بدون این‌که دست و پایی بزنند میدان را خالی کند. رجال علمی با همه‌ی توانِ خود در برابر آمیزش با شناخت طبیعی جدید ایستادگی کردند؛ اما در بلندمدت، اقدامات دفاعی آن‌ها بی‌ثمر بود. خدمتکار مونتنی سرانجام معتبرتر از کیهان‌شناسان درآمد. عقل سلیم زحمتکشان چیره شد و تغییراتی در جهان‌بینی پدید آورد که «انقلاب علمی» نام گرفت.

پی‌نوشت‌ها

1. See Virginia de Castro e Almeida, ed., *Conquests and Discoveries of Henry the Navigator; Being the Chronicles of Azurara.*
2. See Peter Russell, *Prince Henry "the Navigator"*, p. 374, n. 15.
جغرافی‌دان آلمانی یوهان ادوارد واپئوس (Johann Edward Wappäus) بود.
3. Russell, *Prince Henry*, pp. 6-7.
۴. یکی از آن‌کسان ریچارد مِیجر بود؛ رک:
Edward Gaylord Bourne, "Prince Henry the Navigator", p. 185.
5. Ibid., p. 185. On Henry's will, see Russell, *Prince Henry*, pp. 346-353.
6. Lloyd Brown, *The Story of Maps*, p. 109 (تأکید از ما).
۷. «قابل‌توجه‌ترین آن‌ها... سه مجلد قطور *Descobrimentos Portugueses* به ویرایش سیلوا مارکز (۱۹۴۴ـ۱۹۷۱) و پانزده مجلد *Monumenta Henricina* (۱۹۶۰ـ۱۹۷۴) است.» رک:
Russell, *Prince Henry*, p. 9.
8. Ibid., pp. 6-8.
9. Clements R. Markham, *Sea Fathers*, p. 6.
۱۰. بعداً در همین فصل درباره‌ی این ادعا که ملوان‌های کلمب زمین را مسطح گمان می‌کردند بیش‌تر خواهیم گفت.
11. K. St. B. Collins, "Introduction", to E. G. R. Taylor, *The Haven-Finding Art*, pp. x-xi.
12. Markham, *Sea Fathers*, p. 56.
13. Claudius Ptolemy, *The Geography*, book 1, chap. XI (Dover ed., p. 33).
بطلمیوس آن‌ها را به اسم «جزایر سعادت» می‌شناخت و نصف‌النهار آن‌ها را مبدئی گرفت که موقعیت همه‌ی نقاط دیگر دنیا را برحسب آن تعیین می‌کرد.
14. J. R. Hale, *Renaissance Exploration*, p. 19.
این ۹ سفر آن‌هایی هستند که اسنادشان مانده است. بدون شک سفرهای دیگری هم بوده‌اند. سال ۱۳۳۶ که پرتغالی‌ها جزایر قناری را از نو کشف کردند، ساکنان آن‌ها مردمانی کشاورز و دامدار بودند که پرتغالی‌ها نامشان را گوانچه (Guanche) گذاشتند. «تا ۱۴۹۶ دیگر نشانی از گوانچه‌ها باقی نمانده بود. آن‌ها اولین قوم بومی بودند که بر اثر توسعه‌ی دریایی اروپایی‌ها نابود شدند.» رک:
Judith Ann Carney, *Black Rice*, p. 9.
15. R. A. Skelton, Thomas E. Marston, and George D. Painter, *The Vinland Map and the Tartar Relation*, p. 168.
16. E. G. R. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 65.
17. See Herodotus, *The History*, book IV, 42-43; and Lloyd Brown's comment on that passage in *Story of Maps*, p. 119.
18. See J. H. Parry, *The Age of Reconnaissance*, p. 84.
19. Brown, *Story of Maps*, p. 114.
20. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 38.
21. Hale, *Renaissance Exploration*, p. 99.
22. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 3.

23. Brown, *Story of Maps*, p. 114.
24. Alfred W. Crosby, *Ecological Imperialism*, p. 114.

۲۵. در واقع یک کاشف اسپانیایی به نام بیسنته یانِس پینسون (Vicente Yáñez Pinzón) احتمالاً چند ماه هم زودتر از کابرال به برزیل رسیده بود، ولی به نوشته‌ی سمیوئل الیوت ماریسون «تصرف تدریجی برزیل از بعد از کشف کابرال شروع شد.» رک:
Morison, *The European Discovery of America: The Southern Voyages*, p. 224.

26. Armando Cortesão, *The Mistery of Vasco da Gama*.
جالب آن‌که کورتسائو سعی کرده از این بی‌سندی مثل چک سفیدی برای تقویت قصه‌ی «نبوغ» واسکو دا گاما استفاده کند. ولی به قول ماریسون، این ادعا «شاید مضحک‌ترین ادعا در تاریخ معاصر باشد، چون از بی‌سندی مثل سندی برای اثبات این‌که پرتغالی‌ها همه‌چیز را کشف کردند استفاده می‌کند». رک:
Morison, *The European Discovery of America: The Northern Voyages*, p. 110.

27. Anonymous, *Caloen: A Dutch Narrative of the Second Voyage of Vasco da Gama to Calicut.*
صفحات کتاب شماره ندارند. شرح این وقایع در صفحات هفتم و هشتم آن آمده است.

28. Markham, *Sea Fathers*, p. 46.
نام این ملوان را در تاریخ‌ها اِلکانو و دِ الکانو هم نوشته‌اند. نظر مارکام در مورد بی‌نبوغی او باید مبالغه باشد.

29. Crosby, *Ecological Imperialism*, p. 122.
30. Laurence Bergreen, *Over the Edge of the World*, pp. 242-243. See also Morison, *European Discovery of America: Southern Voyages*, p. 435.
31. Bergreen, *Over the Edge of the World*, pp. 278, 286.
32. Ibid., p. 394.
33. Ibid., p. 394.
34. Lionel Casson, ed. and trans., *The Periplus Maris Erythraei.*
35. Ibid., p. 87.
36. Strabo, *The Geogrphy*, vol. I, pp. 377-385.

۳۷. برای اطلاع از جزئیات این نظر درباره‌ی ارتباط بین اودوکسوس و هیپالوس، رک:
J. H. Thiel, "Eudoxus of Cyzicus"; and Lionel Casson, *Ancient Mariners*, p. 187.

38. Casson, *Periplus Maris Erythraei*, translator's notes, pp. 12, 224.

۳۹. از قطعه‌ای نقل‌شده از پوسیدونیوس در:
Thiel, "Eudoxus of Cyzicus", p. 13. See also Strabo, *Geography*, vol. I, pp. 377-379.

۴۰. در قرن سیزدهم مارکو پولو بادهای موسمی را دقیق توصیف کرد، ولی گویا آن اطلاعات به واسکو دا گاما کمکی نکرد.

۴۱. خبره‌ای که واسکو دا گاما از کمکش استفاده کرد احتمالاً احمد ابن مجید بود، پیرمردی که با نگارش رساله‌ها و جزوات دریانوردی در جهان اسلام به شهرت رسیده بود. این‌که واسکو دا گاما دقیقاً چگونه از همکاری او برخوردار شد ــ اگر که او واقعاً احمد ابن مجید بوده ــ معلوم نیست.

42. Crosby, *Ecological Imperialism*, p. 120.
43. Jack Beeching,"Introduction" to Richard Hakluyt, *Voyages & Discoveries*, p. 10.
44. Hale, *Renaissance Exploration*, p. 42 (تأکید از ما).
45. Benjamin Franklin, *The Ingenious Dr. Franklin: Selected Scientific Letters of Benjamin Franklin*, p. 129.
46. Ibid., p. 131 (تأکید از ما).
47. Ibid., p. 131.

48. Ibid., p. 133.
49. American Philosophical Society, *Transactions* (Philadelphia, 1786), vol. 2, opposite p. 315.
50. Franklin, *Ingenious Dr. Franklin*, p. 132.
51. E. C. Krupp, *Skywatchers, Shamans & Kings*, p. 51.

۵۲. «همین مشاهده را جای دیگری به اوتومِنِس (Euthymenes) از همشهری‌های پوتیاس نسبت می‌دهند که حدود یک قرن قبل‌تر در ماسالیا زندگی می‌کرد.» رک:

Barry Cunliffe, *The Extraordinary Voyage of Pytheas the Greek*, p. 102.

53. Strabo, *Geography*, vol II, pp. 149, 153.
54. Ibid., p. 149.
55. George Sarton, *A History of Science*, vol. 1, p. 524.
56. Parry, *Age of Reconnaissance*, p. 86.
57. Taylor, *The Haven-Finding Art*, pp. 136-137.
58. Stilman Drake, *Cause, Experiment and Science*, p. 210.
59. Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, pp. 419, 445.
60. Ibid., pp. 446, 454-455, 460.
61. Casson, *Ancient Mariners*, p. 77.
62. Brown, *Story of Maps*, p. 12.

از برکت اثری چندجلدی، که نتیجه‌ی کار پژوهشی مشترکی است، اکنون منشأ علم نقشه‌نگاری به‌مراتب روشن‌تر از قبل است؛ رک:

J. B. Harley and David Woodward, eds. *The History of Cartography*.

با این حال ادعای لوید براون هنوز معتبر است: اولین نقشه‌سازها اشخاص گمنامی در اعصار پیش‌از تاریخ بوده‌اند.

63. Urban Wrakberg, "The Northern Space".

۶۴. ماسالیا (Massalia) جایی بود که امروزه مارسی فرانسه است.

۶۵. همه‌ی بخش‌های باقی‌مانده از کتاب پوتیاس در آثار نویسندگان دیگر را گردآوری و منتشر کرده‌اند؛ رک: *Pytheas of Massalia, On the Ocean*, C. H. Roseman, ed.

66. Casson, *Ancient Mariners*, p. 139.
67. See Strabo, *Geogrphy*, vol. I, pp. 399-401.
68. Cunliffe, *Extraordinary Voyage of Pytheas the Greek*, pp. 168, 173.
69. Ptolemy, *Geography*, book 1, chap. II, p. 26.
70. Ibid., book 1, chaps. XI and XVII, pp. 33, 37.

گفتنی است که یکی از منابع اصلیِ بطلمیوس مارینوس از اهالی صور بود و «کار مارینوس خلاصه می‌شد در استفاده از گزارش‌های سیاحان و تاجران».

O. A. W. Dilke, "The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy", p. 179.

71. Strabo, *Geography*, vol. I, p. 267.

۷۲. با نظر به بطلمیوس، هیپارخوس و اراتوستنس، ویراستاران تاریخ نقشه‌نگاری می‌نویسند: «در نگاه نخست، منابع رشد نقشه‌نگاری در یونان هلنیستی قویاً این تصور را تداعی می‌کنند که علم و عمل نقشه‌نگاری در انحصار عده‌ی انگشت‌شماری از نخبگان تحصیل‌کرده بود. یقیناً بسیاری از نام‌های مرتبط با تاریخ نقشه‌برداری از میان اسامی مشتی اندیشمند برجسته آمده‌اند که از قدیم به تاریخ علم یونان به‌طور کلی گره خورده‌اند. ولی از منابع دیگر، با این‌که کامل به دست ما نرسیده‌اند، تصویر کامل‌تری می‌توان به دست آورد.» رک:

Harley and Woodward, eds., *History of Cartography*, vol. I, p. 157.

73. Aurelio Peretti, *Il Periplo di Scilace: Studio sul primo portolano del Mediterraneo.*
74. A. E. Nordenskiold, *Periplus*, p. 7.
75. Ibid., pp. 11-12.
76. Quoted in Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 85.
77. Brown, *Story of Maps*, p. 114.
78. Ibid., p. 121.
79. Ibid., p. 9 (تأکید از ما).
80. Quoted in Brown, *Story of Maps*, p. 143.
81. Brown, *Story of Maps*, p. 144.
82. J. B. Harley and David Woodward, "The Growth of an Empirical Cartography in Hellenistic Greece", p. 149.
83. Strabo, *Geography*, vol. I, pp. 453-455.
84. Brown, *Story of Maps*, p. 139.
85. Louise Levathes, *When China Ruled the Seas.*
86. Taylor, *The Haven-Finding Art*, pp. 184-185.
87. Bergreen, *Over the Edge of the World*, p. 11.
88. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 103.
89. Ibid., p. 104.

«مجموعه‌ی واحد منسجم» که «دستورالعمل‌های دریانوردی پراکنده در سرتاسر مدیترانه و دریای سیاه» را یک‌کاسه کرد کُمپاسّو دا ناویگاره (پرگار دریانوردی) در اواخر قرن سیزدهم بود. رک:

B. R. Motzo, ed., *Il Compasso da navigare.*

90. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 111.
91. See J. A. Bennett, "The Challenge of Practical Mathematics".
92. Anonymous, *An Essay on the Usefulness of Mathematical Learning.*

تاریخ این نوشته ۲۵ نوامبر ۱۷۰۰ است و آن را به مارتین استرانگ(Martin Strong)، جان آربوتنات (John Arbuthnot)و جان کیل(John Keill) نسبت داده‌اند. گفتنی است که نویسنده امیدوار بوده با این ادعا که ریاضیات باید از دسترس دریانوردان و دیگر قشرهای نازل دور نگه داشته شود، احترام آن را بالا ببرد.

93. Brown, *Story of Maps*, p. 113.
94. Zvi Dor-Net, *Columbus and the Age of Discovery*, p. 62.
95. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 112.
96. Brown, *Story of Maps*, p. 144.
97. Ibid., p. 74.
98. Tony Campbell, "Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500", p. 434.
99. David S. Landes, *Revolution in Time*, p. 111.
100. Quoted in Campbell, "Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500", pp. 427-428.

کمپبل اضافه می‌کند که بدون این شهادت، «ما فقط می‌توانستیم حدس بزنیم که چطور اکثر اطلاعات جدید به دست نقشه‌سازها می‌رسید».

101. O. A. W. Dilke,"Roman Large-Scale Mapping in the Early Empire", pp. 212, 226.

مأخذ اصلی دیلک اثری است تحت عنوان *Corpus agrimensorum*، «مجموعه‌ای از آثار کوتاه باقی‌مانده به زبان لاتین از زمان‌های مختلف، که اصیل‌ترین اسناد مکتوب از مساحی رومی شناخته شده‌اند». رک: Dilke, "Roman Large-Scale Mapping", p. 217.

102. Derek J. de Solla Price, *Science since Babylon*, p. 64.

103. Silvio A. Bedini, *Thinkers and Tinkers*, pp. xv-xvii.

۱۰۴. نگاه کنید به بخش «دیرین‌اخترشناسی» در فصل ۲.

105. Taylor, *The Haven-Finding Art*, p. 40.

گفته‌اند اسنِفرو، فرعون مصر، در حدود ۳۲۰۰ پ.م. به بوبلوس رفت و آمد داشته است.

106. Pliny the Elder, *Natural History*, book 2, chap. 71 (Loeb Classical Library, vol. 1, p. 313).

107. Strabo, *Geography*, vol. 1, pp. 41-43.

108. Aristotle, *On the Heavens*, book 2, chap. 14, 298a.

109. Homer, *The Odyssey*, book V, 262.

عوّاء به سِماک رامِح مشهورتر است.

110. Strabo, *Geography*, vol. I, p. 9.

خرس بزرگ و خرس کوچک به ملاقه‌ی بزرگ و ملاقه‌ی کوچک نیز مشهورند.

111. Callimachus, *Iambus*, trans. by and quoted in Kirk, Raven, and Schofield, *The Presocratic Philosophers*, p. 84.

۱۱۲. این فاصله در قدیم بیش‌تر بود. در آغاز تاریخ میلادی، آن‌قدر بود که باعث ۴ درجه خطا در اندازه‌گیری عرض جغرافیایی بشود؛ حال آن‌که امروزه بیش‌تر از ۱ درجه نیست. این تفاوت ناشی از پدیده‌ی تقدیم اعتدالین است.

113. Brown, *Story of Maps*, p. 180.

114. Ibid., p. 184.

115. John Davis, *The Seaman's Secrets*.

۱۱۶. دو نفر دیگر آیزاک نیوتن و «نجیب‌زاده‌ای روستایی» به نام جان هَدلی (John Hadley) بودند. گادفری و هدلی اختراعشان را در ۳۱ / ۱۷۳۰ اعلام کردند. ابزار نیوتن در ۱۷۴۲ بعد از مرگ او شناخته شد. رک: Brown, *Story of Maps*, pp. 192-193.

۱۱۷. نخبگان علمی دیگری از جمله لایب‌نیتس، پاسکال، هوک، برنویی (Daniel Bernoulli) و اویلر (Leonhard Euler) را هم می‌توان به این فهرست اضافه کرد.

118. Dava Sobel, *Longitude*. See also David W. Waters, "Nautical Astronomy and the Problem of Longitude"; and Landers, *Revolution in Time*, chap. 9.

119. Richard S. Westfall, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*. p. 544.

120. Robert Temple, *The Genius of China*, pp. 153-155.

121. Robert Norman, *The Newe Attractive*.

محوری که نورمن کشف کرد عمود بر محور آشناتر قطب‌نماست.

122. William Gilbert, *De magnete magneticisque corporibus et de magno magneto tellure physiologia nova*.

از ارتباط کار گیلبرت با کار نورمن در فصل ۵ بیش‌تر خواهیم گفت.

123. See Christiaan Huygens, *Horologium oscillatorium*.

124. Quoted in Landes, *Revolution in Time*, p. 146.

125. Landes, *Revolution in Time*, pp. 133-134.

126. Galileo Galilei, *Il Saggiatore*, p. 212. See also Galileo Galilei, *Siderus nuncidus*, pp. 36-37.

از هویت دقیق آن «عینک‌ساز ساده» در فصل ۵ بیش‌تر خواهیم گفت.

127. Galileo Galilei, *Siderus nuncius*, p. 7.

128. Lynn White, Jr. "Pumps and Pendula", p. 104.

129. Amir D. Aczel, *The Riddle of the Compass*, p. 103. See also Lionel Casson, *Ships and Seamanship in the Ancient World*, pp. 270-271.

130. Timoteo Bertelli, *Discussione della legenda di Flavio Gioia, inventore della bussola* (Pavia,1901), quoted in and trans. by Aczel, *Riddle of the Compass*, p. 7.

131. Chu Yu, *P'ingchow Table Talk*, 1117; cited in Temple, *Genius of China*, p.150.

132. Alexander Neckam, *De naturis rerum libri duo*, p. 183.

133. Collins, "Introduction", p. x.

134. Herodotus, *The History*, book II, 5.

رقم یازده قامت تقریباً به طور قطع اشتباه نسخه‌بردار است.

۱۳۵. کتاب اعمال رسولان، ۲۷: ۲۸: «پس پیمایش کرده بیست قامت یافتند و قدری پیش‌تر رفته، باز پیمایش کرده پانزده قامت یافتند.»

136. See Parry, *Age of Renaissance*, p. 80.

هر فاتوم (قامت) برابر شش فوت (پا) است.

137. Russell, *Prince Henry*, p. 131.

138. Hale, *Renaissance Exploration*, p. 87.

139. Russell, *Prince Henry*, pp. 210, 301-302.

140. Ibid., p. 232.

راسل مثالی می‌آورد از یک فتوای پاپ نیکولاس پنجم تحت عنوان رومانوس پونتیفکس (*Romanus pontifex*) به تاریخ ۸ ژانویه‌ی ۱۴۵۵.

141. Russell, *Prince Henry*, pp. 210, 301-302.

142. Cadamosto, *Navigazioni*, quoted in Russell, *Prince Henry*, pp. 340-341.

143. Michel Eyquem de Montaigne, *The Essays*, book I, no. 30, "Of Cannibals", pp. 173, 175.

144. Ibid., p. 176.

145. H. Floris Cohen, *The Scientific Revolution*, p. 355.

146. Ibid., p. 355.

147. R. Hooykaas, "The Portuguese Discoveries and the Rise of Modern Science", p. 580.

148. R. Hooykaas, "The Rise of Modern Science", p. 472 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).

۵

انقلابی‌های انقلاب علمی چه کسانی بودند؟

قرن پانزدهم تا قرن هفدهم

انقلاب علمی مهم‌ترین «واقعه»ی تاریخ غرب بود.
ریچارد وستفال، «انقلاب علمی»

انقلاب علمی بر هر چیزی از بدو ظهور مسیحیت سایه می‌افکند و رنسانس و نهضت اصلاحات دینی را به صِرفِ فصل‌هایی، صِرفِ حرکت‌هایی، در نظام مسیحیت قرون وسطا تقلیل می‌دهد.
هربرت باترفیلد[1]، ریشه‌های علم جدید[2]

از میان همه‌ی انواع شناختی که غرب به جهان داده است، ارزشمندترین آن‌ها روشی برای کسب شناخت تازه است. این روش را، که «روش علمی» نام گرفت، سلسله‌ای از اندیشمندان اروپایی از حدود سال ۱۵۵۰ تا ۱۷۰۰ اختراع کردند.
چارلز وَن دورِن[3]، تاریخ شناخت[4]

ظاهراً تنها چیز انقلاب علمی ــ از جمله نفس وجود آن ــ که مورخان بر سرش توافق دارند این است که انقلاب علمی، هرچه بود یا نبود، خیلی‌خیلی مهم بود. مغلطه‌بازانی که ادعا می‌کنند «اصلاً چنین چیزی وجود نداشته است» و آن‌وقت خودشان درباره‌اش کتاب می‌نویسند[۱]، دست‌کم نشان می‌دهند که **چیز مهمی** حدوداً بین سال‌های ۱۴۵۰ و ۱۷۰۰ در اروپا اتفاق افتاده، که علم جدید را به وجود آورده. شاید روندش بیش‌تر از آن به درازا کشیده که بشود اسمش را **انقلاب** گذاشت، اما یکسره طرز فکر ما آدم‌ها را درباره‌ی دنیای اطرافمان دگرگون کرده است.[۲]

1. Herbert Butterfield 2. *The Origins of Modern Science* 3. Charles Van Doren
4. *A History of Knowledge*

گفته‌ی چارلز وَن دورِن در یکی از سرفصل‌های بالا تصویر دقیقی از توضیح آشنای کتاب‌های درسی درباره‌ی علت اهمیت انقلاب علمی است. آن «سلسله‌ای از اندیشمندان اروپایی» که او افتخار کار را نصیبشان می‌کند عبارت‌اند از فرانسیس بیکن، نیکولاس کپرنیک، تیکو براهه، ویلیام گیلبرت، یوهانس کپلر، گالیلئو گالیلئی، رنه دکارت و آیزاک نیوتن.[۳] روایت سنتیِ عرصه‌ی افکار و فعالیت‌های این مردان است و خدمات مهم‌ترِ خیل گمنامِ اهل حرفه و فن جایی در آن ندارد.

با این حال مورخانی که دید وسیع‌تری دارند تأکید می‌کنند که برای درک انقلاب علمی، «باید روایتمان را از نام همه‌ی مردان بزرگ پاک کنیم»[۴] و «هر بحثی از سرچشمه‌های انقلاب علمی باید به خاستگاهی بسیار بزرگ‌تر از آن توجه کند که مورخان علم تاکنون بدان پرداخته‌اند».[۵] فصل حاضر هدفش کند و کاو در آن خاستگاه بزرگ‌تر است. آنگاه خواهیم توانست معنی این سخن پاسکال را دریابیم که زمانه‌اش را دورانی توصیف می‌کند که در آن «کارگر ساده‌ای می‌تواند مردی به بزرگی یک فیلسوف را به ارتکاب خطا متهم کند».[۶]

اگرچه مفهوم «انقلاب علمی» از قرن هفدهم وجود داشته، اصطلاح آن نسبتاً جدید است و اولین بار آن را الکساندر کویره در دهه‌ی ۱۹۳۰ به کار برد. کار این مورخ امتیازات بسیار دارد، ولی از دیدگاه «تاریخ علم مردم» تأثیر نامبارکی در مورخان بعدی داشته است. کویره تحلیل خود را بر اساس تعریف محدودی از علم پیش برد و علم را به وجوه نظریش منحصر کرد. او انقلاب علمی را آغاز و پیروزی چیزی می‌دانست که اسم آن را «ریاضی کردن طبیعت» گذاشت. درعین‌حال او تجربه‌گری را جنبه‌ی نسبتاً بی‌اهمیتی از علم جدید شناخت.

اما ستایش کویره از عناصر «افلاطونی و فیثاغورسیِ» انقلاب علمی بر اساس فهم کاملاً نادرستی از چگونگی پاسخ‌یابی گالیله برای مسئله‌هایش استوار بود. کویره ادعا می‌کرد که گالیله ابتدا با استدلال ریاضی به نظریه‌اش می‌رسید و بعد فقط برای آزمایش نظریه دست به تجربه می‌زد. ولی تحقیقات جدیدتر به طور قطع نشان داده‌اند که برعکس، کار تجربیِ گالیله مقدم بر استدلال ریاضی او بود.[۷] درحالی‌که کویره تصور می‌کند گالیله اول مغزش را به کار می‌گرفت و بعد دست‌ها و چشمانش را، معلوم شده که واقعیت دقیقاً عکس این بوده است. به‌این ترتیب، آنچه کویره درباره‌ی انکار تقدم وجه تجربی انقلاب علمی گفته ابطال شده است و

فقط کسانی ناخرسند شده‌اند که هنوز می‌گویند فقط کار نظری شایسته‌ی نام «علم» است و بس.

تصویر کویره از انقلاب علمی یک نقص بزرگ دیگر هم دارد. فلوریس کوهن[1] در تحقیق تاریخی مبسوطش در این زمینه می‌گوید: «سهم غالبی که در این نگاه ریاضی به سرچشمه‌های علم جدید، ناگزیر به نجوم و مکانیک داده می‌شود این پرسش را بی‌پاسخ می‌گذارد که پس نقش فیزیک غیرریاضی و شیمی و علوم زیستی، اگر نقشی برای آن‌ها قائل باشیم، در پیدایش علم جدید چه بوده است.» او می‌گوید کویره «از کنار مسئله گذشته است».(۸) کویره علوم غیرریاضی را نادیده گرفته و انقلاب علمی را در افکار کپرنیک و کپلر و گالیله و نیوتن خلاصه کرده است. برای حل این مشکل، تامس کون[2] تفسیری دوگانه را پیشنهاد کرده و انقلاب علمی را قصه‌ی دو نوع علم مختلف به حساب آورده است: علم «بیکنی»[3] و علم «طبیعی کلاسیک».(۹) با این حال کون هم مثل کویره دست بالا را به علوم ریاضی داده است.

علوم «بیکنی» علومی بودند که وقتی فرانسیس بیکن خواهان تجدید حیات علم بر اساس شناخت صنعتگر از طبیعت شد، آن‌ها را در نظر داشت. از بیکن در مقام اثرگذارترین منتقد معارف سنتی که نهادهای نخبه‌گرای عصر او سنگش را به سینه می‌زدند، یاد می‌شود. او می‌گفت علوم دانشگاهی «مثل مجسمه ایستاده‌اند و پرستش و ستایش می‌شوند، ولی حرکت نمی‌کنند و پیش نمی‌روند»، حال آن‌که «علوم مکانیکی... نشانی از حیات دارند و پیوسته در حال رشدند».(۱۰)

بنابراین، بیکن خواستار تألیف یک «تاریخ فنون» یا دانش‌نامه‌ی معارف فنی شد و اعلام کرد که در آن «ترجیح با فنونی است که اجسام طبیعی و مواد اشیا را نشان می‌دهند، تغییر می‌دهند، یا فراهم می‌کنند؛ مثل کشاورزی، آشپزی، شیمی، رنگ‌سازی، تولید شیشه، مینا، قند، باروت، مواد محترقه‌ی مصنوعی، کاغذ و مانند آن.» از طرف دیگر، «بافندگی، درودگری، معماری، ساخت آسیا، ساعت و امثال آن» را کم‌فایده (اما نه کاملاً بی‌فایده) دانست.(۱۱) سپس دانشمند برجسته‌ی دیگری از هواداران بیکن، رابرت هوک[4]، مشتاقانه فهرست «تواریخ» را گسترش داد و

1. Floris Cohen 2. Thomas Kuhn 3. Baconian 4. Robert Hooke

یادآور شد که او خدمات صنعتگران به علم را بیش‌تر می‌داند. بخشی از صدها نوع اهل فنی که او برشمرد عبارت بودند از:

نقشه‌بردار، معدنچی، سفالگر، چپق‌ساز، شیشه‌گر، شیشه‌بر، شیشه‌تراش، آینه‌ساز، عینک‌ساز، دوربین‌ساز، سازنده‌ی مرواریـد و جـواهـر بـدلی، منجوق‌ساز، چراغ‌ساز، رنگ‌ساز، رنگ‌ساب، نقاش روی شیشه، میناساز، صیقل‌کار، رنگ‌فروش، نقاش، تذهیب‌کار، تصویرگر، گوی‌ساز و تیله‌ساز، آجرپز، کاشی‌ساز، آهک‌سـاز، گـچ‌کار، اجـاق‌ساز، چـینی‌پز، کـوره‌ساز، سنگ‌کار، سنگ‌بر، پـیکرتراش، مـعمار، بـلورساز، حکـاک، جـواهـری، قفل‌ساز، تـفنگ‌ساز، لبـه‌بر، تـیزکن و چکش‌کـار، روی‌گـر، سـوزن‌ساز، ابزارساز، فـنرساز، کـمان‌ساز، لوله‌سـاز، حـروف‌ریز، چـاپچی، مسگـر و ریخته‌گر، ساعت‌ساز، سازنده‌ی ابزارهـای ریـاضی، فـلزگر و پـالایشگر، چغندرکار، توتون‌کار، شمع‌ساز، توری‌ساز، توری‌دوز و یراق‌دوز، بـافنده، مخمرساز، آسیابان، آبجوساز، نانوا، شراب‌ساز، عرق‌کش.[۱۲]

در این بین، رنه دکارت هم در فرانسه خواستار آن شد که دانش فنی مدون شود. او پیشنهاد کرد که تحقیق را از «فنون کم‌اهمیت‌تر» آغاز کنند، یعنی «آن‌هـایی کـه آسان‌تر و ساده‌ترند و آن‌هایی که مخصوصاً نظم در آن‌ها اهمیت بیش‌تری دارد. از این دسته‌اند فنون مردانی که پارچه و فرشینه مـی‌بافند و زنـانی کـه سـوزن‌دوزی می‌کنند یا، در همین کار، نخ را به هزاران نقش درمی‌آورند».[۱۳]

برنامه‌ی بیکنی فهرست‌برداری همه‌ی معارف تجربی، بیش از یک قرن بعد، گراند آنسیکلوپدی [= دایرةالمعارف کبیر] به قلم «فیلوزوف»های فرانسوی را به ارمغان آورد. اما نهضت پایه‌ریزی علم بر اساس دانش فنی از دیری پیش از ورود بیکن به صحنه آغاز شده بود: «در واقع او فقط نامی‌ترین مبلّغ روشی بود که ده‌ها سال قبل از او نطفه بسته بود.»[۱۴] برای مثال یک لندنی به اسم هیو پلات[1] در دهه‌ی ۱۵۷۰ پیگیرانه سرگرم گردآوری اطلاعات درباره‌ی اهل فن و انتشار کتاب بر پایه‌ی یافته‌هایش بود.[۱۵] بعید است که بیکن از فعالیت‌های پلات بی‌خبر بوده باشد.

1. Hugh Plat

او یقیناً از حضور کورنلیوس درِبِل[1] در لندن هم تأثیر می‌پذیرفت. دربل مکانیک‌دان و کیمیاگر هلندی مهاجری بود که کارهای تجربی‌اش توجه زیادی به خود جلب کرده بود. معروف‌ترین نمایش عمومی او در ۱۶۲۰ برگزار شد که او زیردریایی اختراع خودش را سه ساعت در زیر آب رود تِمز نگه داشت. سرنشینان زیردریایی راحت نفس می‌کشیدند، چون او بطری‌های اکسیژنی در اختیارشان گذاشته بود که در صورت نیاز از آن‌ها استفاده می‌کردند. هرچند مفهوم و واژه‌ی «اکسیژن» حدود دو قرن بعد به وجود آمد، دربل به طور تجربی یاد گرفته بود که چطور آن را با حرارت‌دادن شوره تولید کند.[۱۶] رابرت بویل بعدها افتخار پی‌بردن به این نکته را که هوایی که ما تنفس می‌کنیم مخلوطی از «هواها»ی مختلف است که یکی از آن‌ها برای حیات ما ضروری است از آنِ دربل دانست.[۱۷]

دربل در زمینه‌ی نورشناسی، سامانه‌های مکانیکی، گرما، مواد منفجره و خیلی چیزهای دیگر هم به فیزیک و شیمی خدمت کرد. او که از شاگردی یک کلیشه‌ساز آغاز کرده بود و هیچ تحصیلات دانشگاهی‌ای نداشت، نماینده‌ی جریان اجتماعی مهمی بود که ویلیام ایمون آن را این‌طور معرفی می‌کند:

> غیردانشگاهیان، غیرحرفه‌ای‌ها و صنعتگرها سهم بزرگی در پیشبرد علوم بیکنی داشتند.... رابرت بویل در طراحی آزمایش‌های شیمیایی‌اش استفاده‌ی فراوانی از اطلاعات تجربی فلزگران و رنگرزها و شراب‌سازان برد. پیشرفت این علوم بستگی مستقیم به انتقال اطلاعات این گروه‌های شغلی داشت که کار آن‌ها، برای علمای دانشگاهی، نامربوط یا ناشناخته بود.[۱۸]

روشن است که تعبیر کویره از «ریاضی‌کردن طبیعت» در مورد بسیاری از علوم انقلاب علمی صدق نمی‌کند. ولی ما ضمن این‌که اهمیت سزاوار علوم «بیکنیِ» غیرریاضی را برای آن‌ها قائل می‌شویم، می‌کوشیم علوم «طبیعی کلاسیک» را تابع تفسیر کویره نکنیم، زیرا دانش و مهارت‌های فنی هم نقش مهمی

1. Cornelius Drebbel

در پیشرفت آن‌ها داشته‌اند. برای مثال، گالیله می‌گفت که پژوهش‌هایش در علم مکانیک را از کارگران زرادخانه‌ی ونیز الهام گرفته است.[۱۹] لئوناردو اولْشکی[1] می‌نویسد:

> چیزی که گالیله را قادر ساخت از دانش اندوخته‌ی پیشینیانش در علم فراتر برود سنت نوپای تعمیم مفاهیم ریاضی به امور عملی فنی بود، که وی آن را از تألیفات موجود در زبان مادری‌اش آموخته بود. به عبارت دیگر، موضوع‌هایی از قبیل ژرفانمایی، معدن‌کاری، سنگربندی و پرتابه‌شناسی انگیزه‌ای فراهم آوردند برای چرخش به‌سوی امور تجربی که بدون آن نوزایی سرنوشت‌ساز علم در قرن هفدهم هرگز اتفاق نمی‌افتاد.[۲۰]

منظور اولْشکی از «تألیفات موجود در زبان مادری‌اش» نوشته‌های صنعتگران است.[۲۱]

طبیعت چگونه «ریاضی» شد؟

ستایش کویره از ریاضیات گالیله نه‌فقط تصویر یک‌جانبه‌ای از انقلاب علمی به دست می‌دهد، بلکه تاریخ خود ریاضیات را هم جلوه‌ای آرمانی می‌بخشد. ریاضیاتی که گالیله در فلسفه‌ی طبیعی به کار بست محصول بکر ذهن اندیشمندان گوشه‌گیر نبود؛ در طول قرن‌ها کسانی آن را به وجود آورده بودند که از شیوه‌های کمّی و هندسی در حِرَف و مشاغل خود استفاده می‌کردند. به طور کلی

> رنسانس ریاضیات عملی بر تحولات فکری فلسفه‌ی طبیعی [یعنی خدمات نظری کپرنیک و کپلر و گالیله] تقدم زمانی داشت. ... به یمن توفیقات [ریاضی‌دان‌های عملی] در دریانوردی و نقشه‌نگاری و مساحی، آن‌ها دامنه‌ی اهمیت و موضوعیت آن را گسترش دادند. دیر یا زود دست‌اندازی این دعاوی به فلسفه‌ی طبیعی آغاز شد و روزی رسید که فلسفه‌ی طبیعیِ اصلاح‌شدهٔ شیوه‌های ریاضیات عملی را در میان روش‌های تازه‌ی خود پذیرفت.[۲۲]

1. Leonardo Olschki

گروه‌های شغلی‌ای که بیش‌ترین انگیزه را برای پیشرفت ریاضیات فراهم کردند عبارت بودند از: بازرگانان، ابزارسازان، دریانوردان، معدنچیان، مهندسان، معماران و تصویرگران. نخست تجارت «باعث شد که دقت مورد توجه قرار گیرد و اندازه‌گیری درستِ زمان و مسافت و مقدار اهمیت پیدا کند».

جست‌وجوی جواب از میان داده‌های عددی برای مسائل تجاری سبب ارتقای محاسبه‌ی محض به مقام یک علم تجربی شد. بدین‌ترتیب این سنت‌ها را غیردانشمندانی مدت‌ها پیش از گالیله و کپرنیک و دکارت و جهان‌بینی مکانیکی آن‌ها پایه‌گذاری کردند. همچنین جست‌وجوی بازارهای تازه و سودهای بیش‌تر زمینه‌ساز مطالعات جغرافیایی و نجومی شد و پیشرفت نقشه‌نگاری و دریانوردی و معماری دریایی را به دنبال آورد.[۲۳]

اگرچه «نقش بازرگانان در قرون وسطا و اوایل رنسانس در انگیزش... نوآوری علمی چندان که باید و شاید مورد توجه قرار نگرفته است»، سهم اساسی آن‌ها را در پیشرفت ریاضیات نمی‌توان انکار کرد.[۲۴] در فصل گذشته یادآور شدیم که به کارگیری اعداد امروزی از پیش‌نیازهای ضروری پیشرفت بیش‌تر ریاضیات بود. «تصادفی نیست که فیبوناتچی، از ناقلان اصلی دستگاه شمارش هندی-عربی به اروپا، یک بازرگان بود.»[۲۵]

در مراودات تجاری اطراف مدیترانه و ممالک بربر [در شمال افریقا]، تجار ایتالیایی با دستگاه شمارش هندی-عربی و طرز محاسبه با آن آشنا شدند. لئوناردویِ پیسایی[1] (۱۱۸۰-۱۲۵۰) که در مستعمره‌ی تجاریِ پیساییِ بوجا (بوژی)، بجایه‌ی کنونی در الجزایر، بزرگ شده بود، این روش جدید حساب را از استادی عرب آموخت. او متقاعد شد که اعداد جدید و روش کار آن‌ها به‌مراتب بهتر از اعداد رومی رایج در اروپاست. لئوناردو، مشهور به فیبوناتچی، ... مبشر این دانش جدید شد و افکارش را در کتابی به نام لیبِر آباکی[2] [= کتاب چرتکه] (۱۲۰۲) منتشر کرد. ... کتاب و پیام آن ... با اقبال

1. Leonardo of Pisa 2. *Liber abaci*

بازرگانان پیسا و جنووا و ونیز روبه‌رو شد و چیزی نگذشت که نمادهای هندی-عربی جانشین اعداد رومی در دفاتر حساب شدند و چرتکه جای قلم و دوات را گرفت.[۲۶]

در کتاب‌های تاریخ ریاضیات، معمولاً اوایل رنسانس را دوره‌ی رکودی می‌شناسند که جز جرقه‌هایی از نبوغ در آن به چشم نمی‌خورد؛ به قول پل رُز[1] «بیابان برهوتی که این‌جا و آن‌جا قله‌هایی مثل کاردانو[2] و کپرنیک و گالیله در آن خودنمایی می‌کنند».[۲۷] مورخان دیگری مدعی شده‌اند که «اروپا از زمان مرگ فیبوناتچی (۱۲۵۰) تا اوایل قرن شانزدهم ریاضیات مهمی به خود ندیده است». ولی منتقد فهیمی می‌پرسد این‌جا «مهم» یعنی چه؟

مهم برای چه و مهم برای که؟ ... ریاضیات در نظریه خلاصه نمی‌شود، زیرا نظریه به‌تنهایی، بدون شیوه‌ی طرح یا بیان، عقیم می‌ماند. دستاوردهای ریاضی قرون چهاردهم و پانزدهم، هرچند به معنای جدید، نظریات چشمگیری نیستند، از جنبه‌ی باریک‌تری عمیق و چشمگیرند.[۲۸]

در نیمه‌ی قرن سیزدهم که فیبوناتچی درگذشت، «حساب به‌عنوان یک علم در دانشگاه‌های اروپا تدریس می‌شد»، اما «درسی بیش‌تر نظری و فارغ از کاربردهای عملی بود». برای همین، دانش‌آموزی که علاقه به ریاضیات عملی داشت «معمولاً دانشگاه نمی‌رفت و پی معلم محاسبه می‌گشت، کسی که حساب بازرگانی می‌دانست». رشد انفجاری بازرگانی اروپا منجر به افزایش سریع تعداد معلمان محاسبه ــ که در ایتالیایی maestri d'abbaco، در فرانسه maistres d'algorisme، و در آلمانی Rechenmeister نام گرفتند ــ و مدارس آموزش چرتکه شد.[۲۹]

مسئله‌های بازرگانی‌ای که فیبوناتچی به‌عنوان نمونه در لیبر آباکی آورده بود، «سرِ یک رشته‌ی نزولی کامل بود که بیش‌تر اختصاص به نیازهای ریاضی بازرگانان داشت»؛ رشته‌ای که «از قرن سیزدهم تا قرن شانزدهم ادامه پیدا کرد»،[۳۰] با ظهور

1. Paul Rose 2. Girolamo Cardano

چاپ در قرن پانزدهم، انتشار کتاب‌های درسی حساب به زبان مادری موجب شد که «این علم در دسترس عوام قرار بگیرد».[۳۱] حساب تِرویزو[1] [منسوب به شهر ترویزو در ایتالیا] اولین کتاب ریاضیاتی که از چاپش در اروپا خبر داریم، در ۱۴۷۸، چهار سال زودتر از اولین نسخه‌ی چاپی هندسه‌ی اُقلیدس به بازار آمد ــ نکته‌ای که «حال و هوای ریاضیات واقعی این زمان را نشان می‌دهد». نویسنده‌ی ناشناس آن یک maestri d'abbaco بود که کتابش را به گویش ونیزی نوشت ــ و این باز حکایت از «نیت برابری‌خواهانه‌ی انتقال علم به مخاطبان بسیار» می‌کند. از این نمونه در نقاط دیگر پیروی شد. «در آلمان نخستین کتاب حسابی که تاریخ چاپ دارد در ۱۴۸۲ بیرون آمد؛ در فرانسه و اسپانیا، ۱۵۱۲؛ پرتغال، ۱۵۱۹؛ و انگلستان، ۱۵۳۷. این کتاب‌ها همه از نوع حساب بازرگانی بودند و بسیاری از آن‌ها را معلم‌های محاسبه نوشته بودند».[۳۲] مطالب آن‌ها از منابع دانشگاهی نیامده بودند؛ برعکس

> اگر ارتقای جبر را به مقام شاخه‌ای از ریاضیات عالی ریشه‌یابی کنیم، به کتاب‌های درسی مقدماتی مدارسِ چرتکه‌ی قرن شانزدهم می‌رسیم. دیگر این‌که به نظر می‌رسد استفاده از ریاضیات در صنعت‌ها مشوق تجسم سه‌بعدی شده باشد که برای حل بسیاری از مسائل عملی ضروری بود، حال آن‌که تقریباً همه‌ی قضایای اقلیدس دوبعدی‌اند. این عادات حرفه‌ای سرانجام باعث تغییرات بزرگی در هندسه‌ی سنتی اهل علم شد.[۳۳]

رونق صنعت معدن به افزایش تقاضا برای ریاضیات عملی منجر شد. ساخت آلیاژهای فلزات،

> از جهت نیاز به محاسبات ریاضی، اولین بار در کتاب‌های حساب قرن پانزدهم در بحث متالورژی مطرح شد. ... هنگامی‌که شناسایی متالورژی به عنوان یک علم به اقتضای کاربردش در ریخته‌گری ناقوس و توپ و ضرب سکه آغاز شد، بررسی روش‌های تعدید آن از حوزه‌ی کار کیمیاگران به قلمرو معلم‌های محاسبه انتقال یافت.[۳۴]

1. *Treviso Arithmetic*

ابزارسازان و ریاضیات عملی (کاربردی)

در قرن شانزدهم «صنعتگران ریاضی‌دان» انقلابی در مساحی به وجود آوردند و جای روش سنتی اندازه‌گیری خطی زمین را به شیوه‌ی مثلث‌سازی دادند که نیازمند اندازه‌گیری مثلث‌ها و اِعمال اصول مثلثات است. گِما فریسیوس[1]، صاحب کارگاهی در لووَن که تبدیل به کانون ریاضیات عملی شد، نوآور بزرگی بود. «کارگاه لوون را بیش از بیست سال گرارد مرکاتور می‌گرداند که ابزارساز و نقشه‌نگار بود... و سپس جای او را خواهرزاده‌ی گما، والتر آرسنیوس[2]، گرفت که ابزارساز سرشناسی شد.»[۳۵] کارگاه آن‌ها شهرت جهانی پیدا کرد و همه‌جا ریاضیات عملی را ارتقا داد:

> جان دی[3] شکوه می‌کرد که در دهه‌ی ۱۵۴۰ چون تخصص مطلوبش را در انگلستان نیافته بود، ناچار برای فراگیری ریاضیات آن راهی خارج شده و مدتی را خصوصاً نزد گما فریسیوس و گرارد مرکاتور گذرانده بود. تبلیغات پرشور او یکی از عوامل رشد ریاضیات در انگلستان در اواخر قرن شد و کتاب‌های بسیاری به زبان بومی انتشار پیدا کرد و کانون ابزارسازی جدیدی در لندن به وجود آمد.[۳۶]

جان دی پی برد که «انگلیسی‌ها در علم از رقیبان اروپایی‌شان بسیار عقب مانده‌اند»، مخصوصاً در ریاضیات. ایوا ژرمن تِیلر[4] علت را چنین توضیح می‌دهد که «دلیلش ساده بود؛ ایتالیایی‌ها و فرانسوی‌ها و آلمان‌ها یک قاموس علمی در زبان مادری خود داشتند، ولی پسربچه‌ی انگلیسی همین‌که الفبا را یاد می‌گرفت مجبور می‌شد دستور زبان لاتین را بخواند و دروسش منحصر می‌شد به ادبیات کلاسیک». در اواسط قرن شانزدهم، «دانشگاه‌ها روی‌هم‌رفته نسبت به هر ریاضیاتی که فراتر از مواد درسی لاغر قرون وسطا می‌رفت، ماده‌ای که در کمبریج به صورت یک درس‌گفتار تنها عرضه می‌شد، بی‌علاقه و حتی بیزار بودند». در این بین، «جز نشانه‌ی ناچیزی از مصرف ریاضیات در امور کشوری و لشکری و دریایی در انگلستان به چشم نمی‌خورد».[۳۷]

1. Gemma Frisius 2. Walter Arsenius 3. John Dee 4. Eva Germaine Taylor

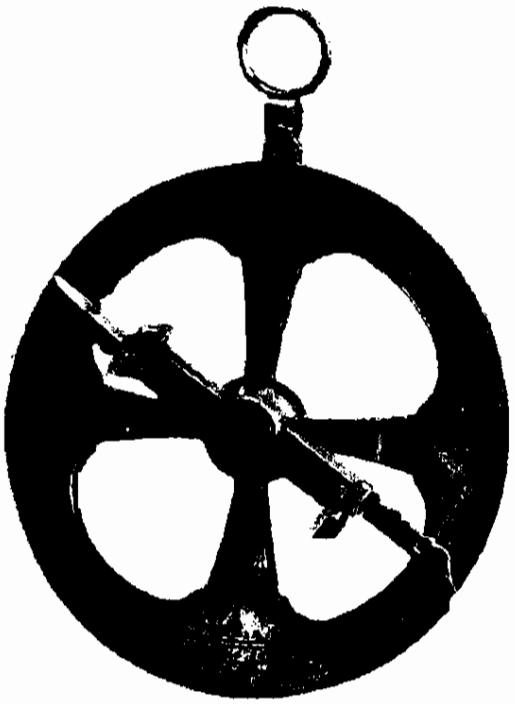
ولی نیاز روزافزون به «آموزش هندسه و نجوم که برای استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر در دریانوردی و مساحی و زمان‌سنجی و نقشه‌نگاری و اسلحه‌سازی و سنگربندی لازم بود»، پاره‌ای از اهل فن را به‌سمتی سوق داد که در مقام «استاد ریاضیات» به کار پرداختند:

> انگشت‌شماری از آن‌ها تحصیلات دانشگاهی داشتند، اما بیش‌ترشان نه. آن‌ها سال‌نامه‌نویس، طالع‌بین، دریانورد بازنشسته، مساح، توپچی یا ارزیاب مالیاتی بودند. در واقع دستی در ریاضیات داشتند و همین ریاضیات عملی را منتقل می‌کردند. ولی به طور طبیعی همه‌ی آن‌ها همکاری نزدیکی هم با ابزارسازها داشتند... و کار با ابزار حکم نشانِ این حرفه‌ی جدید را پیدا کرد.[۳۸]

بعضی از این «استادها» برای درسشان کتاب هم نوشتند. لئونارد دیگز[1] «با نوشتن اولین کتاب هندسه‌ی عملی برای مردم عادی به شهرت رسید». او مدعی بود که قصد دارد «شناختی از فنون ریاضی برای اهل حرفه و فن فراهم آورد». حدود سال ۱۵۷۱ ویلیام بورن[2] یک راهنمای دریانوردی با عنوان رهنمودی برای دریا منتشر کرد. او در پاسخ به «نقد سرزنش‌آمیزی ناظر بر این‌که پا در کفش اهل علم کرده» اذعان کرد که «حقیقتاً فرد تحصیل‌کرده‌ای نیست، اما نیتش نوشتن برای تحصیل‌کردگان نبوده بلکه فقط می‌خواسته برای مردم عامی و بی‌سواد بنویسد.» جان بلاگریو[3] در کتاب جواهر ریاضی (۱۵۸۵)، که توصیف یک اسطرلاب نجومی بود، کوشید دانش ریاضی را «به هر پیشه‌ور مبتکری بیاموزد... چون بسیاری از اختراعاتی که هنوز به فکر کسی هم خطور نکرده‌اند ممکن است از زیر دست صنعتگر و کارگر عادی بیرون بیایند».[۳۹]

اسطرلاب «خودش ابزار خیلی مهمی نیست؛ یک نقشه‌ی نجومیِ گردان است»، ولی «مایه‌ی پیشرفت کار» ابزارسازی است: «ابزاری است که محصول عمده، وسیله‌ی اصلی آموزش و شاهکار یک سنت مستمر در کار صنعتگرانی است که فنون بسیار پیچیده‌ای مثل کلیشه‌سازی علمی را حفظ کرده‌اند.»[۴۰]

1. Leonard Digges 2. William Bourne 3. John Blagrave



اسطرلاب، ساخت ۱۶۰۳. (مشهور به این‌که متعلق به ساموئل دو شانپلَن بوده)

صنعت‌هایی که فلزکاری دقیقی داشتند بستر این حرفه‌ی جدید بودند. «سازندگان ابزارهای مکانیکی از میان کلیشه‌سازها برخاستند که معنی اصطلاح باریک‌تر از مو را خوب می‌فهمیدند.» دیگرانی هم به آن‌ها پیوستند: «ساعت‌سازها، که خودشان از بین آهنگرها و قفل‌سازها پیدا شده بودند، و آخر از همه سازندگان ابزارهای بصری، که از طایفه‌ی شیشه‌تراش‌ها و عینک‌سازها بودند.»[۴۱]

اسطرلابی که تامس لامبریت[1] کلیشه‌ساز، ملقب به جِمینی، در ۱۵۵۲ ساخت، «می‌تواند اولین مدرک قطعی وجود یک کارگاه ابزارسازی در لندن محسوب شود».[۴۲] اولین نسل ابزارسازان انگلیسی را شاید همین جمینی بار آورده باشد که مهاجری بلژیکی بود. کلیشه‌ساز دیگر، هامفری کول[2] که معمولاً «نخستین ابزارساز بزرگ انگلستان»[۴۳] به شمار می‌رود، شاید شاگرد جمینی بوده است.

جان اوبری[3] در ۱۶۹۰ نوشت که یکی از عوامل مهم نشر بی‌وقفه‌ی ریاضیات در انگلستان کتابی به زبان بومی است که یک «ابزارساز ریاضی‌دان» به نام ادموند گانتر[4] پیش‌تر در همین قرن منتشر کرده است. او مدعی شد که گانتر

1. Thomas Lambritt (Gemini) 2. Hamphrey Cole 3. John Aubrey
4. Edmund Gunter

اولین کسی بود که ابزارهای ریاضی را به درجه‌ی کمال رساند. کتاب ربع و زاویه‌سنج و شاخص صلیبی[1] او ذهن آدمی را باز کرد و جوانان را به این رشته علاقه‌مند نمود. سابقاً علوم ریاضی اسیر زبان‌های یونانی و لاتینی بودند و لذا دست‌نخورده و امن و امان در کتابخانه‌ها می‌ماندند. بعد از این‌که جناب گانتر کتابش را منتشر کرد، این علوم ناگهان برخاستند و رفته‌رفته به آن اوجی رسیدند که اکنون قرار دارند.(۴۴)

پیداست که از لوون تا لندن ابزارسازها پرچمداران «ریاضی‌کردن طبیعت» بودند.(۴۵) علوم ریاضی‌شده بستگی زیادی به دقت و ظرافت در اندازه‌گیری داشتند و این‌ها به نوبه‌ی خود در گرو پیشرفت در ابزارسازی بودند. ریاضی‌دان‌های عملی ــ «اولین جنبش توده‌ای در علم» ــ کمابیش کارشان بی‌اجر ماند: «به گواهی اسناد، غالب آن‌ها در فقر شدید به سر می‌بردند و از گرسنگی می‌مردند.»(۴۶)

حتی گالیله و نیوتن که ادعا می‌کردند ابزارهایشان را خودشان ساخته‌اند، امکان نداشت این کار را بدون فراگیری مطالب بسیاری از صنعتگران ورزیده کرده باشند. دیوید لَندیز می‌نویسد نوعی همکاری بین «بزرگ‌ترین دانشمندان» و «بهترین صنعتگران» وجود داشت که «سرانجام ساعت‌های دقیقی برای اندازه‌گیری‌های نجومی و دریایی به بار آورد؛ اما اواخر کار، موقعی‌که دانشمندان احساس می‌کردند آنچه از دستشان ساخته بوده انجام داده‌اند، صنعتگرها بودند که پشت کار را می‌گرفتند و تمامش می‌کردند». این صنعتگرها «دانش نظری و قدرت تجسم حیرت‌انگیزی داشتند».(۴۷)

علم ریاضی‌شده‌ای که نقش مرکزی در تاریخ‌های سنتی انقلاب علمی دارد، علم نجوم است که اغلب همچون زنجیره‌ای از تجریدهای ریاضی (در کار کپرنیک) که جانشین زنجیره‌ی دیگری (در کار بطلمیوس) می‌گردد عرضه می‌شود. اما راه کپرنیک را منجمانی در دوره‌ی رنسانس از قبیل گئورگ پویرباخ[2] و یوهان رِگیومونتانوس[3] هموار کردند:

جنبه‌ی عملی علوم ریاضی بخشی از این جنبش رنسانس از بدو

1. *Booke of the Quadrant, Sector and Crosse-staffe* 2. Georg Peurbach
3. Johann Regiomontanus

شکل‌گیری‌اش بود. پویرباخ و رگیومونتانوس هر دو طراح ابزار بودند.... در واقع رگیومونتانوس خودش ابزار هم می‌ساخت و یک کارگاه ابزارسازی هم در کنار چاپخانه‌اش به راه انداخت. طبیعتاً او مجذوب نورنبرگ شد که مهم‌ترین مرکز فلزکاری و صنایع دیگر در اروپا بود و هنگامی‌که در ۱۴۷۱ به آن‌جا نقل مکان کرد گفت برای این رفته که دسترس به ابزار داشته باشد.[۴۸]

سنت رصد نجومیِ «پیش از تلسکوپ» به دستاوردهایی انجامید که از نام تیکو براهه جدایی‌ناپذیر بودند. هرچند مورخان غالباً کار او را «از نظر اصالت آن، چیزی شبیه معجزه» توصیف کرده‌اند، باید آن را «در کنار فعالیت‌های منجمان عملیِ قدیمی‌تر دید. به‌خصوص ویلهلم چهارم، حاکم هسه[1]، رصدخانه‌ی مجهزی در کاسل برای تهیه‌ی زیج تازه‌ای تأسیس کرد و آن‌جا یوست بورگی[2] را به خدمت گرفت که طراح و سازنده‌ی ابزار بود».[۴۹] در صفحات بعد به کار تیکو براهه و ارتباطش با «تاریخ علم مردم» خواهیم پرداخت. در این میان، سهم یک گروه صنعتگر برجسته‌ی دیگر در «ریاضی‌کردن طبیعت» نیز قابل توجه است.

کشف پرسپکتیو (ژرفانمایی)

نقاشان و مجسمه‌سازان و معماران دوره‌ی رنسانس را معمولاً نمایندگان «فرهنگ فاخر» می‌شمارند تا کارگران زحمتکشی که برای سیرکردن شکمشان کار می‌کردند. مطالعه‌ی فعالیت‌های آن‌ها را هم البته مربوط به تاریخ هنر می‌دانند نه تاریخ علم. اما این هر دو فرض به جرح و تعدیلی نیاز دارند. اول، باید یادمان باشد که این هنرمندان از میان کارگران یدی پیدا شدند: «در قرن پانزدهم نقاشان و مجسمه‌سازان و معماران ایتالیایی آهسته‌آهسته از گچ‌کارها و نماسازها و سنگ‌کارها جدا شدند. چون تقسیم کار هنوز چندان پیش نرفته بود، همان هنرمند معمولاً در چند رشته‌ی هنری و حتی مهندسی کار می‌کرد.»[۵۰]

باید بدانیم که در آن دوره معمارها نقش مهمی در پیشبرد علم مکانیک ایفا

1. Hesse 2. Joost Bürgi

کردند، ولی معمولاً آن‌ها را در جایگاه اجتماعی بالاتری نسبت به صنعتگران ماهر قرار نمی‌دادند:

امروزه ما چنان به تجلیل از نبوغ معمارانی چون میکل‌آنژ، آندرئا پالّادیو[1]، و سر کریستوفر رِن[2] عادت کرده‌ایم که به‌سختی می‌توانیم زمانی را تصور کنیم که معماری و معماران ارج و قربی نداشته‌اند. اما واقعیت این است که معماران بزرگ در قرون وسطا کمابیش گمنام بودند.... یکی از علل این گمنامی آن بود که کار بدنی در چشم نویسندگان دوران باستان و قرون وسطا قدر و قیمتی نداشت. آن‌ها معماری را دستاورد بزرگی برای بشر نمی‌شناختند و اشتغال به آن را کسر شأن انسان تحصیل‌کرده می‌دیدند. سیسِرون معماری را صناعتی دستی در ردیف کشاورزی و دوزندگی و فلزکاری می‌دانست و سِنِکا در نامه‌های اخلاقی[3] خویش آن را به قعر تقسیمات چهارگانه‌ی صنایعش انداخت؛ مشاغلی که آن‌ها را «پست و پیش‌پاافتاده»[4] می‌خواند. سنکا معتقد بود که این فنون صرفاً کار یدی‌اند و مطلقاً ادعایی نسبت به زیبایی و افتخار ندارند.(۵۱)

در برنامه‌ی درسی ثابت دانشگاه‌ها در اواخر قرون وسطا «نقاشی و مجسمه‌سازی جایی ندارند. هنرهای تجسمی بنده‌ی صِرف‌اند و دون شأن انسان آزاد به نظر می‌رسند». در آغاز قرن پانزدهم «چیزی که ما اسمش را علم می‌گذاریم هنوز مقوله‌ای حاشیه‌ای بود و شخصیتی از آنِ خودش نداشت». نقاش‌ها و پیکره‌سازها «جماعتی بودند که هیچ ارتباطی با دانشگاه و هیچ دسترسی‌ای به کتاب نداشتند؛ کم‌تر لباس شهری‌ها را می‌پوشیدند و بیش‌تر با پیش‌بند چرمیِ کارشان می‌گشتند».(۵۲)

لئوناردو داوینچی را امروزه نمونه‌ی عالی انسان رنسانسی می‌شناسیم که بر دانش‌های گوناگون احاطه داشت و دستاوردهای هنری و علمی خود را چنان با یکدیگر ترکیب کرد که از عهده‌ی هیچ فردی پیش از او یا بعد از او ساخته نبوده است. ولی از شوخ‌چشمی روزگار این‌که او در زمان خود هرگز هم‌شأن فرزانگان

1. Andrea Palladio 2. Christopher Wren 3. *Moral Letters*
4. volgares et sordidae

شناخته نشد، زیرا آموزش رسمی ندیده بود و زبان لاتین نمی‌دانست. اما به نوشته‌ی یک مورخ سرشناس علم، اصالت او «تا حدی ناشی از همین ناآگاهی او و آزادی‌اش از قیود دانشگاهی بود».[۵۳]

لئوناردو «بعضی اشخاص گستاخ» را که «از مخترع‌بودن من ایراد می‌گیرند» و جار می‌زنند که «من اهل علم نیستم» به باد حمله گرفت و پاسخ داد:

> اگر به‌راستی من نمی‌توانم مثل آن‌ها از نویسنده‌ها نقل‌قول کنم، از قضا بهتر است، چون می‌توانم با چراغ تجربه که معلمه‌ی استادان آن‌هاست راهم را پیدا کنم. آن‌ها با کرّ و فرّ و یال و کوپالی که مال خودشان نیست و حاصل دسترنج دیگران است باد به غبغب می‌اندازند و منم‌منم می‌زنند.[۵۴]

رنجش خاطر صنعتگر از این‌که می‌بیند به دیده‌ی تحقیر نگاهش می‌کنند در پاسخ خشم‌آلود لئوناردو به دانشگاهیانی که نقاش را کارگر یدی محسوب می‌کنند نمایان است:

> شما نقاشی را در زمره‌ی صنایع مکانیکی گذاشته‌اید! به‌راستی چنانچه نقاشان قادر بودند که مثل شما کتباً از کارشان تعریف کنند، بعید می‌دانم که تاب این نام‌گذاری خبیثانه را می‌آوردند. اگر شما بدین سبب آن را مکانیکی می‌خوانید که آفریده‌ی خیال با کار دست بیان می‌گردد، نویسندگان شما هم آنچه را از ذهن سرچشمه می‌گیرد با کار دست بر روی کاغذ قلمی می‌کنند. اگر آن را مکانیکی می‌نامید چون کاری است که برای پول انجام می‌گیرد، کیست که بدین خطا گرفتار شود ــ اگر بتوان خطا نامیدش ــ مگر خود شما؟ غیر از این است که شما هم اگر تدریس می‌کنید، اولویت را به مدرسه‌ای می‌دهید که پول بیش‌تری می‌پردازد؟[۵۵]

شأن صنعتی نقاشان و پیکرتراشان و معماران را کتاب جورجو وازاری[1]، شرح احوال هنرمندان، به‌خوبی نشان می‌دهد. این اثر که در ۱۵۵۰ منتشر شد دیرزمانی مرجع اصلی مورخان هنر رنسانس بود. وازاری مثلاً دوناتلّو[2] و

1. Giorgio Vasari 2. Donatello

برونلّسکی را «دو صنعتگر برجسته» معرفی می‌کند و میکل‌آنژ را «داناترین همه‌ی صنعتگران».[۵۶] هنرمند معمولاً در کارگاه کار می‌کرد و مشتری خواسته‌ی خود را سفارش می‌داد. دانش فنی هنرمند به شیوه‌ی استاد-شاگردی نسل به نسل منتقل می‌شد. میکل‌آنژ را پدرش سه سال به «یکی از بزرگ‌ترین استادان زنده»، یعنی دومنیکو گیرلاندایو[1]، سپرد و بعدها وازاری خودش شاگرد میکل‌آنژ شد.[۵۷]

ساندرو بوتیچلّی[2]، لورنتسو گیبرتی[3]، فیلیپّو برونلّسکی، پائولو اوتْچلّو[4]، آندرئا دل وِرّوکیو[5] و لئوناردو داوینچی فقط تعدادی از هنرمندان نامداری بودند که با شاگردی پیش زرگرها کارشان را شروع کردند. ساندرو شهرتش، بوتیچلّی، را نه از پدر بلکه از استادش گرفت. پدرش ماریانو فیلیپِپی[6]

> او را به زرگری از دوستانش به نام بوتیچلّی سپرد که صنعتگر بسیار ورزیده‌ای بود. آن زمان رابطه‌ی خیلی نزدیکی ــ مثل رفت و آمد خانوادگی ــ بین زرگرها و نقاش‌ها وجود داشت و ساندرو... شیفته‌ی نقاشی شد و خود را وقف آن کرد.[۵۸]

اگرچه زرگرها گاهی توانسته بودند احترامی برای هنرشان به دست بیاورند، شرایط کاریِ معمولاً ناخوشایندشان آن‌ها را از طبقات ممتاز جدا می‌کرد. بوته‌ی ذوب فلزات آن‌ها

> باید روزهای پیاپی یکسر روشن می‌ماند، حتی در گرمای تابستان؛ و دود هم می‌کرد و خطر انفجار و آتش‌سوزی هم داشت. برای کنده کاری روی نقره از موادی سمی مثل گوگرد و سرب استفاده می‌شد و برای ریخته گری فلزات در قالب‌های گِلی به پهن گاو و شاخ نیم‌سوز گاو نیاز بود.

پس عجیب نیست که

> کارگاه‌های بیش‌تر زرگرها در بدنام‌ترین محله‌ی فلورانس یعنی سانتا کروچه[7] بود، منطقه‌ی آب‌گیر و مردابی در ساحل شمالی آرنو[8]. در آن

1. Domenico Ghirlandaio 2. Sandro Botticelli 3. Lorenzo Ghiberti
4. Paolo Uccello 5. Andrea del Verrocchio 6. Mariano Filipepi 7. Santa Croce
8. Arno

ناحیه‌ی کارگرنشین، رنگ‌سازها و پشم‌باف‌ها و روسپی‌ها توی هم می‌لولیدند و همه با هم در خانه‌های چوبی زهواردررفته‌ای کار و زندگی می‌کردند.[۵۹]

همین‌طور برونلّسکی را پدرش گذاشت «پیش زرگری از رفقایش تا طراحی یاد بگیرد.... هنوز چند سالی نگذشته بود که او سنگ‌های قیمتی را بهتر از صنعتگران مجرب می‌نشاند». روزی برونلّسکی «بی‌پول شد و برای رفع نیازش مجبور شد برای دوستان دیگری هم که زرگر بودند جواهر بسازد».[۶۰]

برونلّسکی هم مثل خیلی از معاصرانش «در فنون بسیاری ذوق‌آزمایی کرد». یکی از آن‌ها مساحی بود، شاخه‌ی پیشرفته‌ای از ریاضیات عملی که فکر او را متوجه پرسپکتیو کرد: «آخر، کشیدن پرسپکتیو شباهت زیادی با مساحی دارد، از این نظر که هر دوی آن‌ها مستلزم تعیین مواضع نسبی اجسام سه‌بعدی برای ترسیم آن‌ها بر روی کاغذ یا بوم‌اند».[۶۱] از موفقیت‌های دیگر برونلّسکی این بود که «ساعت‌های بسیار نفیس و زیبایی با دست خودش می‌ساخت» و پانزده سال با ساعت‌سازی گذران زندگی می‌کرد.[۶۲] او بعدها با شهرتش در معماری و مهندسی حامیان پرنفوذی به دست آورد و به محافل اجتماعی بالا راه پیدا کرد، اما هنوز باطناً همان «کارگر یدی چیره‌دست» بود.[۶۳]

همچون دیگر عرصه‌های فعالیت بشر، در این‌جا نیز فقط زندگی چند نقاش و پیکره‌ساز و معمار نامدار نسبتاً به‌خوبی مستند شده است، درحالی‌که از زندگی هزاران نفر از همکاران گمنام آن‌ها اطلاعی در دست نیست. اما هنرمندان صنعتگر دوره‌ی رنسانس معمولاً گروهی کار می‌کردند. بسیاری از آثار آن‌ها را نمی‌توان به شخص واحدی نسبت داد و باید کار یک «مکتب» هنری دانست. چه‌بسا اثری هم که به فردی مشهور نسبت داده می‌شود محصولی دسته‌جمعی باشد. درهای معروف تعمیدگاه در فلورانس ــ که میکل‌آنژ اسمشان را «درهای بهشت» می‌گذارد و وازاری آن‌ها را «زیباترین شاهکاری که بشر خلق کرده، چه در روزگار باستان و چه در دوران معاصر» توصیف می‌کند ــ با این‌که همیشه به یک نفر طراح اصلی آن‌ها، لورنتسو گیبرتی، نسبت داده شده، در واقع بیش‌تر کاری گروهی بوده است. وازاری می‌نویسد:

لورنتسو، بعد از قالب‌ریزی آن، در مرحله‌ی سوهان‌کاری و صیقل‌کاری آن از کمک جوانان بسیاری بهره‌مند بود که بعدها خودشان هنرمندان زبردستی شدند.... آن‌ها با همکاری صمیمانه در ساخت درها و مشورت گروهی با یکدیگر به خودشان هم مثل لورنتسو فایده رساندند.[۶۴]

مخصوصاً نوه‌ی گیبرتی، بوناکورسو[1]، «با پشتکار خودش کتیبه و تزیینات آن را به انجام رساند، که به اعتقاد من کمیاب‌ترین و اعجاب‌انگیزترین کار مفرغی است که در جایی دیده شده.»[۶۵]

مثال دیگر؛ هنگامی‌که رافائل سرگرم آفرینش شاهکارش در واتیکان بود، پاپ لئوی دهم

از رافائل خواست که طرح‌هایی هم برای گچ‌بری‌ها و نقاشی‌های آن‌جا و همچنین اتاقک‌ها بدهد. رافائل مسئولیت گچ‌بری‌ها و نقوش تزیینی را به جووانّی دا اودینه[2] سپرد و (با این‌که او فقط کمی آن‌جا کار کرد) پیکره‌ها را هم به او داد. رافائل... نقاشان بسیار دیگری را هم به خدمت گرفت و آن‌ها انواع منظره‌ها و بدن‌ها و جزئیات دیگری را که لازم بود تهیه کردند.[۶۶]

یک بار رافائل «از شاگردش، جووانّی دا اودینه که در نقاشی حیوانات نظیر ندارد، خواست که همه‌ی حیوانات پاپ لئو را بکِشد».[۶۷]

این‌که رافائل مرتب از طرح‌های دیگر هنرمندان الهام می‌گیرد از نظر وازاری گویا هیچ ایراد اخلاقی‌ای ندارد، چنان‌که جایی گذرا می‌گوید: «رافائل مقامی داشت که می‌توانست کارش را به کسانی در هر جای ایتالیا، پوتسوئولو[3]، و حتی یونان بسپارد. او همیشه پی طرح‌های خوبی می‌گشت که در کارش از آن‌ها استفاده کند.»[۶۸]

گیبرتی در مورد قبلی و رافائل در این مورد یقیناً برای آثاری که طراحی کرده‌اند، سازماندهی کرده‌اند، یا سرپرستی کرده‌اند مستحق تحسین‌اند ولی آن‌ها خالقان تنهایی نبودند؛ چنین است در مورد هنرمندانی که در دوره‌ی رنسانس

1. Niccolá di Bonaccorso 2. Giovanni da Udine 3. Pozzuolo

پرسپکتیو ریاضی را اختراع کردند. عزم جمعی آن‌ها به نمایش واقع‌گرایانه‌ی طبیعت بود که آن‌ها را در صف مقدم جست‌وجو برای شناخت طبیعت قرار داد.

> زمانی‌که آنچه ما علم می‌نامیم هنوز در فراسوی افق بود، زمانی‌که نام علم در انحصار مقامات مدرسی بود که هرگونه نسبت ریاضیات با واقعیت مادی را انکار می‌کردند، این مردان به سرنمونه‌ی اصیلی از علم بر پایه‌ی ریاضیات رسیده بودند که بعدها شناخت خلاقانه‌ای از واقعیت برای آن‌ها فراهم آورد.[۶۹]

پیشینیان آن‌ها، نقاشان پساکلاسیک قرون وسطا، بیش‌تر از واقع‌گرایی به نمادگرایی مذهبی علاقه نشان داده و بنابراین چندان نیازی به کار سه‌بعدی ندیده بودند. اما در قرن پانزدهم، نقاش‌ها سخت در جست‌وجوی راه‌هایی بودند که بتوانند اشیای سه‌بعدی فضای مادی را روی سطوح تخت دوبعدی به تصویر بکشند. برای همین، ریاضیات پرسپکتیو خطی را به وجود آوردند. داوینچی در رساله‌هایی که برای نقاشان و طراحان جوان جویای نام نوشته است توضیح می‌دهد که «پرسپکتیو خطی درباره‌ی نقش شعاع‌های دید است و با اندازه‌گیری نشان می‌دهد که شیء دوم چقدر کوچک‌تر از شیء اول است، شیء سوم چقدر کوچک‌تر از شیء دوم، و الی آخر تا جایی که چشم می‌بیند». بعد اضافه می‌کند که تصاویر اشیا «به‌وسیله‌ی خطوط هرمی» به چشم منتقل می‌شوند، ولی شعاع‌های دید «وقتی به سطح نقاشی می‌رسند، همگی در محیط یکپارچه‌ای یکدیگر را قطع می‌کنند».[۷۰]

ریاضی‌دان‌های نظری به نوآوری‌های هنرمندان خیلی کُند پاسخ دادند. لودوویکو چیگولیِ[1] نقاش می‌نویسد: «ریاضی‌دانی که نقاشی را درک نکند، هرقدر هم بزرگ باشد، نه‌فقط یک نصفه‌ریاضی‌دان است بلکه انسانی است که اصلاً چشم ندارد.»[۷۱] تازه در نیمه‌های قرن شانزدهم بود که ریاضی‌دان‌های فرهیخته‌ای کم‌کم به پرسپکتیو توجه پیدا کردند و تازه در اواخر قرن هفدهم بود که سرانجام پرسپکتیو «از نظر ریاضی‌دان‌ها جزو ریاضیات شد».[۷۲] (این در حالی بود که به

1. Ludovico Cigoli

گفته‌ی جان والیس تا خود قرن هفدهم «ریاضیات ... هنوز بیش‌تر رشته‌ای **مکانیکی** محسوب می‌شد تا رشته‌ای **دانشگاهی**».[۷۳])

اگرچه نضج‌گیری پرسپکتیو ریاضی مرهون جنبش‌های هنری گسترده‌ای در چهارگوشه‌ی اروپا ــ «هنرمندان فلورانسی قرن چهاردهم و، به نسبت کم‌تری، فلاندری‌ها و آلمان‌ها» ــ بود، اختراع آن را اغلب کار عده‌ی انگشت‌شماری می‌دانند که در قرن بعد به شهرت و ثروت رسیدند. از ایتالیایی‌ها، فیلیپّو برونلّسکی را «می‌گویند اولین کسی بود که به مطالعه‌ی اسلوبمند پرسپکتیو پرداخت»؛ لئون باتّیستا آلبرتی[۱]، پائولو اوتچلّو، و پی‌یرو دلّا فرانچسکا[۲] رساله‌های بسیار پرنفوذی درباره‌ی آن نوشتند؛ و لئوناردو داوینچی گفته می‌شود «این آرا را به اوجشان رساند». آلبرشت دورِر[۳] نماینده‌ی هنرمندان شمالی بسیاری است ــ دقت کنید، تا حد زیادی مستقل از فلورانسی‌ها ــ که در پی‌ریزی پرسپکتیو ریاضی کوشیدند.[۷۴] منصفانه‌تر بود که مستقیم به خدمات دسته‌جمعی هزاران نقاش و پیکرتراش و معمار گمنام در این زمینه می‌پرداختیم، ولی اسنادی که در دست داریم فقط از همکاران سرشناس‌تر آن‌هاست.

رساله‌های لئون باتیستا آلبرتی و پی‌یرو دلّا فرانچسکا به‌روشنی از خاستگاه صنعتی پرسپکتیو حکایت می‌کنند. آلبرتی درباره‌ی روش کلی جمع‌آوری اطلاعاتش می‌گوید که «از همه می‌آموخت و از آهنگر و بنا و کشتی‌ساز و حتی کفاش می‌پرسید، مبادا فوت و فنی مخصوص یا محرمانه از او پنهان ماند؛ و خیلی‌وقت‌ها خود را به نادانی می‌زد تا به رمز موفقیت دیگران پی ببرد».[۷۵] اما پی‌یرو «حرفه‌ی نقاشی‌اش در حیطه‌ی کار صنعتگران است(و سبک ریاضیات او... جنبه‌ی هنری دارد)». رساله‌ی او تحت عنوان **پرسپکتیو در نقاشی**[۴]

> هدف آموزشی داشت و خطاب به یک نوآموز بود: خواننده «تو» خطاب می‌شود و قدم‌به‌قدم رهنمودهایی می‌گیرد دراین‌باره که نمودارها را چگونه رسم کند. شیوه‌ی نگارش ــ کمابیش همه‌جا ــ درست همان شیوه‌ی کتاب‌های درسی به زبان بومی است که در مدارس چرتکه به کار می‌رفت.... از شیوه‌ی مشابهی برای تربیت شاگرد در کارگاه‌های هنرمندان استفاده

1. Leon Battista Alberti 2. Piero della Francesca 3. Albrecht Dürer
4. *De Prospettiva pingendi*

می‌شد. ... همه‌ی رساله‌های بعدی درباره‌ی پرسپکتیو در نقاشی تقریباً موبه‌مو از الگویی پیروی می‌کنند که پی‌یرو ارائه کرد.[۷۶]

سابقه‌ی کاری که گفتیم برونلّسکی در ساعت‌سازی داشت بی‌ارتباط با خدمات او در مورد نظریه‌ی پرسپکتیو نبود، و این خود مبتنی بر آزمایش‌هایی بود که با دستگاهی انجام می‌شد که خودش طراحی کرده و ساخته بود. برونلّسکی را مخترع «اولین ابزار بصری بعد از عینک» دانسته‌اند. این ابزار دستگاه پرسپکتیوی بود که از نخستین نمونه‌های «کامرا اُبسکورا»[1] به شمار می‌رود.[۷۷] «کامرا اُبسکورا» اتاقی کاملاً تاریک است که نور خورشید فقط از روزنه‌ی کوچکی در کرکره‌ی پنجره‌اش به درون آن می‌تابد و جلوه‌ی بصری چشمگیری تولید می‌کند. اگر آفتاب تند باشد، تصویر وارونه‌ای از منظره‌ی بیرون بر روی دیوار مقابل روزنه تشکیل می‌شود. اختراع آن را به هیچ شخص واحدی نمی‌شود نسبت داد، اما داوینچی و آلبرتی از اولین کسانی بودند که از خاصیت آن بهره‌برداری کردند.

نسل‌های بعدْ «کامرا اُبسکورا» را تکامل دادند و عدسی محدب کوچکی در روزنه کار گذاشتند تا تصویر واضح‌تری به دست بیاورند. بیش‌تر از دو قرن بعد از ظهور آن در ایتالیا، یوهانس وِرمیر[2] (۱۶۳۲ـ۱۶۷۵) گویا شاهکارهای نقاشی‌اش را با استفاده از آن خلق می‌کرد.[۷۸]

«دستگاه پرسپکتیو برونلّسکی (حدود ۱۴۱۳) و کامرا اُبسکورای آلبرتی (حدود ۱۴۳۰)، که هر دو نه به اسم ابزارهایی علمی بلکه برای استفاده‌ی هنری تولید شده بودند، راه گشای نظریات علمی تازه‌ای درباره‌ی چیستی نور و چگونگی بینایی شدند.»[۷۹] آن‌ها به لحاظ تأثیری که در علم نورشناسی گذاشتند «از هر نظر به اندازه‌ی تلسکوپ مهم بودند». پدیده‌های بصری که با «کامرا اُبسکورا» به نمایش درآمدند

گام بلندی در فلسفه‌ی طبیعی به‌سوی نظریه‌ی جدیدی درباره‌ی ماهیت نور بودند ... نظریه‌ای که نشان می‌داد بینایی حسی انفعالی است و در نتیجه، زیر

1. camera obscura 2. Johannes Vermeer

پای طیف وسیعی از نظریات دیگر را خالی می‌کرد. در این نظریات ابتدایی که منشأ افلاطونی هم داشتند، بینایی «کنشی فاعلی» تصور می‌شد؛ گویا چیزی مثل دست دراز کردن نفْس به خارج از بدن.[۸۰]

خلاصه این‌که هنرمندان دوره‌ی رنسانس با اختراع پرسپکتیو یک «علم جدید نور و فضا»[۸۱] به وجود آوردند. این‌که معلوم شد از ریاضیات می‌توان برای نمایش فضای مادی استفاده کرد، قدم مهمی در جهت بیان عمومی پدیده‌های طبیعی به زبان ریاضی بود. همیشه گالیله را پرچمدار این حرکت شمرده‌اند، اما او معلومات ریاضی‌اش را از کجا آورده بود؟

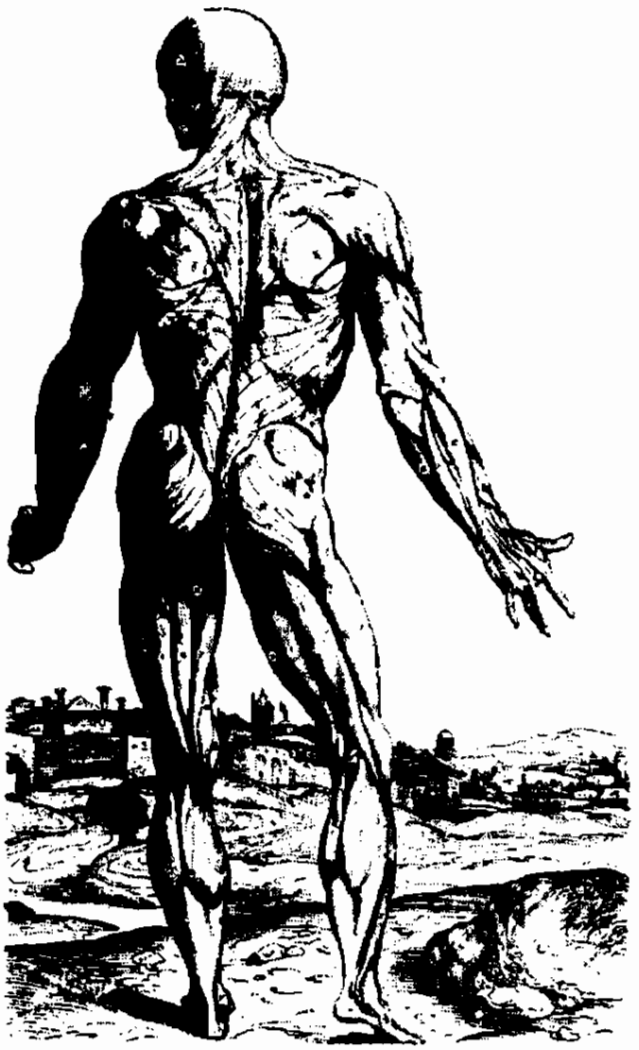
در دوره‌ی تحصیل او ریاضیاتی در پیسا/ پیزا تدریس نمی‌شد. ریاضیات را او از معلم خصوصی‌اش، اوستیلیو ریتچی[1]، آموخت که معمار بود و در «آکادمیا دل دیزِنیو» (مدرسه‌ی طراحی) تدریس می‌کرد، مدرسه‌ای که وازاریِ نقاش در ۱۵۶۲ باز کرده بود و چیزی بین هنرکده‌های امروزی و هنرستان‌های فنی بود. پس گالیله اولین درس‌های ریاضی‌اش را از اشخاصی گرفت که مهندس-هنرمند بودند.[۸۲]

بنابراین نباید تردیدی باقی مانده باشد که «ریاضی‌کردن طبیعت» برخلاف نظر الکساندر کویره حاصل «اندیشه‌ی ناب بی‌غش»[۸۳] نبوده است. علوم «طبیعی کلاسیک» دِین زیادی به ریاضیات عملی تجارت و صنعت داشتند.

در علوم «بیکنی» غیرریاضی که از کویره و پیروانش بی‌مهری دیده‌اند، به‌جای وجه ریاضی، وجه تجربی ابداع علمی برجسته می‌شود. گرایش هنرمندان دوره‌ی رنسانس به ترسیم دقیق طبیعت موجب رشد دانش پزشکی و گیاهی در کنار علوم ریاضی شد. «در واقع نه اطبا بلکه نقاش‌ها بودند، و پیش از همه پُلّایولو[2]،» که علم کالبدشناسی را با کالبدشکافی انسان، «به قصد کاوش نه نمایش»، پیش بردند.[۸۴] میکل‌آنژ در ادامه‌ی سنت هنرمندان نسل‌های گذشته‌اش بود که «برای رسیدن به کمال، مطالعات کالبدشناختی بی‌پایانی انجام داد و جسدهای بسیاری را شکافت تا

1. Ostilio Ricci 2. Antonio Pollaiuolo

به اصول ساختمان آن‌ها و اتصالات استخوان‌ها و ماهیچه‌ها و اعصاب و رگ‌ها و همه‌ی حرکات و حالات مختلف بدن انسان پی ببرد».[۸۵]



ترسیم از وسالیوس

انتشار شاهکار کالبدشناختی آندرئاس وِسالیوس[1]، درباره‌ی ساختمان بدن انسان[2]، در ۱۵۴۳ را اغلب یکی از نقاط عطف انقلاب علمی می‌شمارند، اما تأثیر آن بیش از این‌که ناشی از متن لاتینی کتاب وسالیوس باشد مرهون طرح‌های خیره کننده‌ی طراحان گمنامی بود که گمان می‌رود در کارگاه تیسیَن کار می‌کرده‌اند.[۸۶] در مورد ۴۲۰ تصویر کتاب وسالیوس، ویویَن ناتون[3] مورخ می‌نویسد: «آن‌ها از بس که اُسّ اساس کتاب به شمار رفته‌اند، توجه‌ها را از متن

1. Andreas Vesalius 2. *De humani corporis fabrica* 3. Vivian Nutton

کتاب منحرف کرده‌اند و باعث شده‌اند که سندی ناشناخته باقی بماند.» درحالی‌که تصویرها بیش‌تر از چهار قرن تجدید چاپ شده‌اند، متن کتاب وسالیوس «حتی یک بار به طور کامل به یک زبان غربی امروزی ترجمه نشده است». نقاشانی که طرح‌ها را کشیده‌اند به این علت گمنام مانده‌اند که وسالیوس به خودش زحمت معرفی آن‌ها را نداده است:

> وسالیوس اسم رئیس شعبه‌ی تجارتخانه‌ی بومبرگ[1] در ونیز را که کمکش کرده باسمه‌ها را بسته‌بندی کند می‌گوید (نیکولاس استوپیوس[2])؛ همین‌طور اسم تاجرهای میلانی را که باسمه‌ها را از کوه‌های آلپ رد کرده‌اند (خانواده‌ی دانونی[3])؛ ولی نامی از نقاش یا باسمه‌ساز خودش نمی‌برد.

ناتون این‌طور نتیجه‌گیری می‌کند که هنرمند ناشناس «هر که بود، شاهکاری آفرید که تقریباً در یک چشم‌به‌هم‌زدن، بیش‌تر مشکلات فنی نمایش واقعیت سه‌بعدی در تصویر چاپی دوبعدی را حل کرد».[۸۷] اما چاپ تصویرها فقط به یمن وجود کلیشه‌سازهای فوق‌العاده ماهری امکان‌پذیر بود که آن‌ها را به سطح ورق‌های مس منتقل می‌کردند. یکی از این صنعتگرها تامس جمینی [لامبریت؛ توماس گمینوس] کلیشه‌ساز بلژیکی بود که پیش‌تر به پیشگامی‌اش در ابزارسازی در کشور انگلستان اشاره کردیم.[۸۸]

اما در مورد گیاه‌شناسی؛ جورج سارتون زمانی را که هنرمندان شروع به ترسیم طرح‌های تفصیلی واقع‌گرایانه‌ای از گیاهان بر اساس مشاهدات دقیق خود کردند «یکی از مسرت‌بخش‌ترین فصل‌های تاریخ علم» توصیف می‌کند. «موقعی‌که بعضی طبیعی‌دان‌ها نیاز به ترسیم مستقیم از روی خود طبیعت را احساس کردند، طبقه‌ای از رسام‌ها و باسمه‌سازها به وجود آمدند که یاد گرفتند این کار را انجام بدهند و به‌خوبی هم انجام بدهند. هنر و علم دست به دست هم دادند و نتیجه عالی از کار درآمد». نگاره‌های گیاهان زنده[4] که در سال ۱۵۳۰ منتشر شد «اولین گیاه‌نامه‌ی مصور بود که از روی خود طبیعت فراهم آمد». این اثر حاصل همکاری یک طبیعی‌دان به نام اتو برونفلس[5] با یک تصویرگر و باسمه‌ساز به اسم هانس

1. Bomberg 2. Nicolaus Stopius 3. Danoni 4. *Herbarum vivae eicones*
5. Otto Brunfels

وایدیتس[1] بود.[۸۹] وایدیتس از شاگردان آلبرشت دورر بود و «ریز مشاهدات او و باسمه‌های واقع‌گرایانه‌اش در این کتاب حکایت از یک نگاه کاملاً نو به طبیعت می‌کنند، برعکسِ کتاب درسی اتو برونفلسِ عالم که از مراجع سنتی اقتباس شده است».[۹۰]

چهره‌های سه تصویرگر گیاه‌نامه‌ی لئونهارت فوکس
درباره‌ی تاریخ گیاهان (۱۵۴۲).

درباره‌ی تاریخ گیاهان[2] (۱۵۴۲) لئونهارت فوکس[3] هم بر اساس متون باستانی است، ولی تصویرهایی از حدود ۴۰۰ نوع گیاه اهلی و وحشی دارد. در این کتاب

1. Hans Weiditz 2. De historia stirpium 3. Leonhard Fuchs

از تصویرگران، هاینریش فولماور[1] و آلبرت مایر[2]، و باسمه‌ساز، فایت رودولف اشپِکله[3]، نام برده شده و چهره‌های آن‌ها در پایان کتاب آمده است.

اولین گیاه‌نامه‌ها همه به زبان لاتین بودند و همین باعث می‌شد «فقط برای دکترهای دانشگاهی قابل استفاده باشند»، ولی تصویرهای آن‌ها را عده‌ی بسیار بیش‌تری می‌فهمیدند. «علاقه به گیاهان و علف‌ها و ریشه‌ها ابداً مختص اهل علم نبود. حتی زنان میل داشتند آن‌ها را بهتر بشناسند تا در صحرا تشخیصشان دهند.»(۹۱)

«حتی زنان»؟ بله، زنان سهم بزرگی در پیدایش علم گیاه‌شناسی داشتند. اما چنان‌که پاملا اسمیت[4] می‌نویسد، «قصه‌ی... پیرزن‌ها و عطارها، که تقریباً هر گیاه‌شناسی در اوایل عصر جدید از آن‌ها به‌عنوان سرچشمه‌ی اطلاعاتش از نمونه‌های گیاهی و گیاهان محلی یاد می‌کند، قصه‌ای است که سر دراز دارد.»(۹۲) تامس سیدِنهم[5]، پزشکی که در قرن هفدهم به «بقراط انگلیس» معروف بود، در مورد رشته‌ی گیاه‌شناسی دانشگاه می‌گوید: «مزخرف است! آقا، من پیرزنی را در کاوِنت گاردن می‌شناسم که گیاه‌شناسی را بهتر می‌فهمد.» (و اضافه می‌کند: «در کالبدشناسی هم قصاب محله‌ی ما می‌تواند یک شقه گوشت را جزءبه‌جزء تشریح کند.»)(۹۳)

هرچند کالبدشناسی و گیاه‌شناسی علومی تجربی‌اند، روش‌شناسی آن‌ها بیش‌تر بر اساس مشاهده است؛ یعنی بررسی «کتاب طبیعت» همان‌طور که خودش را مستقیم به حواس ما عرضه می‌کند. آزمایشگری نه منفعلانه بلکه فعالانه است و بنابراین نمودار سطح عالی‌تری از کار تجربی. آزمایش‌کردن مستلزم ایجاد شرایطی مصنوعی است برای مشاهده‌ی پدیده‌هایی طبیعی که خودشان را در محیط‌های روزمره نشان نمی‌دهند. پس برای این‌که به سرچشمه‌های علم جدید پی ببریم، لازم است بدانیم که عادت به آزمایش‌کردن از کجا پیدا شد.

منشأ «فلسفه‌ی تجربی»

کوهن، مورخ تاریخ علم، تصوری را که خودش آن را «تصویر ساده‌لوحانه‌ای

1. Heinrich Füllmauer 2. Albert Meyer 3. Veit Rudolf Speckle
4. Pamela Smith 5. Thomas Sydenham

از انقلاب علمی» می‌نامد به تمسخر می‌گیرد:

> تا پیش از گالیله چنانچه کسی می‌خواست طبیعت را بشناسد، بیش‌ترین کاری که می‌کرد این بود که به سراغ تنها مرجع موجود برای این‌جور موارد می‌رفت؛ یعنی ارسطو. تا این‌که گالیله آمد و یک بار برای همیشه به ما یاد داد که برای خودمان فکر کنیم؛ و به این ترتیب سنگ بنای علم جدید را گذاشت و راه را برای پیشرفت آن باز کرد.[۹۴]

این تصویر، از هر نظر، هجوی عمدی است؛ ولی نامنصفانه نیست که بگوییم پیش از رنسانس، علمای اروپا غالباً بهترین راه کسب شناخت از طبیعت را دقت در تألیفات ارسطو می‌دانستند. اما این هم نامعقول نیست که ادعا کنیم در زمان گالیله یک راه تازه برای کسب شناخت ــ به‌وسیله‌ی آزمایش ــ در بعضی محافل نخبه‌ی روشنفکری مورد توجه بود. اگرچه گالیله از مبلغان عمده‌ی این تغییر مهم بود، مطمئناً عامل آن نبود.

قصه‌ی پندآموز معروفی درباره‌ی گالیله، که از همین «تصویر ساده‌لوحانه» گرفته شده، حکایت انداختن دو شیء ناهم‌وزن از بالای برج کج پیسا است. مخالفان مدرسی گالیله می‌گفتند جسم سنگین‌تر باید سریع‌تر از جسم سبک‌تر سقوط کند. چرا؟ چون ارسطو این‌طور گفته بود. گالیله گویا پیشنهاد کرد که همزمان یک گوی سنگین و یک گوی سبک را از بالای برج رها کنند تا ببینند آیا واقعاً جسم سنگین‌تر زودتر به زمین می‌رسد. استادان فلسفه این پیشنهاد او را اتلاف وقت دانستند. ولی گالیله کار خودش را کرد و البته نشان داد که ارسطو اشتباه می‌کرده. هر دو گوی با هم به زمین خوردند و معلوم شد که هر دو با یک سرعت سقوط کرده‌اند.

این قصه‌ی مشکوک ــ «که شاید از بیخ و بن دروغ باشد» ــ یکی از ارکان اسطوره‌ای علم جدید است.[۹۵] از آن می‌توان نتیجه گرفت که آزمایشگری از قرن هفدهم در علم معمول شد، اما این برداشت غلط را هم القا می‌کند که آن را «گروهی از اندیشمندان اروپایی اختراع کردند». به‌جز گالیله، عادتاً کسان دیگری هم پایه‌گذار روش تجربی در علم شناخته شده‌اند، مثل فرانسیس بیکن (برای معرفی منطق استقرایی در مقابل منطق استنتاجی ارسطو) و ویلیام گیلبرت (برای انتشار

کتاب لاتینی درباره‌ی مغناطیس[1] در سال ۱۶۰۰ که شرح آزمایش‌های او با آهنربا و اولین اثر محققانه در فیزیک تجربی بود).

گرچه در بیش‌تر روایت‌ها از انقلاب علمی هنوز همان داستان کهنه‌ی «اندیشمندان بزرگ» بازگو می‌شود، تردیدهایی هم در مورد آن به وجود آمده است. بیش‌تر از نیم قرن پیش، ادگار زیلسِل، مورخ ناراضی، یک نظر دیگر مطرح کرد: «روش تجربی از آرای مابعدطبیعی فیلسوفان طبیعی منتج نشده و نمی‌توانسته بشود. باید سوابق آن را جای دیگری و در لایه‌های اجتماعی دیگری جست‌وجو کنیم.»[۹۶] زیلسل می‌گوید مدت‌ها از پیدایش تجربه‌گری گذشته بود که کم‌کم انگشت‌شماری از اهل علم به آن توجه یافتند و شروع به استفاده از آن برای مقاصد خود کردند. گالیله، بیکن و گیلبرت در نوشته‌های خودشان پنهان نمی‌کنند که از معدنچی‌ها، دریانوردها، آهنگرها، ریخته‌گرها، مکانیک‌دان‌ها، عدسی‌تراش‌ها، شیشه‌گرها، ساعت‌سازها و کشتی‌سازها ــ یعنی کارگران یدی روزگارشان ــ الهام گرفته‌اند.

در همه‌ی صنعت‌ها دست‌اندرکاران اصلی آن‌ها مهارت‌های خودشان را با تجربه‌ی طولانی به دست آورده بودند و در بسیاری از آن‌ها با اندازه‌گیری‌های مکرر به قواعدی عددی برای فعالیت‌های تولیدی خود رسیده بودند. به گفته‌ی زیلسل، «این قواعد کمّیِ صنعتگرهای اوایل دوران سرمایه‌داری، گرچه هرگز به این نام خوانده نمی‌شوند، نخستین نمونه‌های قوانین فیزیک جدید بودند».[۹۷] دستاورد ویلیام گیلبرت این نبود که روش تجربی را ابداع کرد؛ این بود که «او اولین محقق با تحصیلات دانشگاهی بود که به خود جرئت داد از روش تجربی استادکاران استفاده کند و نتایجش را در کتابی... به اطلاع عموم فضلا برساند».[۹۸]

عالِم در مقابل صنعتگر؟

دور از انتظار نبود که مخالف‌خوانی زیلسل با واکنش شدید روبه‌رو شود. «جماعت زیادی از دانشمندان و مورخان این فکر که جامعه، از طریق فناوری، تعیین‌کننده‌ی شکل علم باشد به تریج قبایشان برخورد.» و «ضدانقلاب ناب‌گرا» در زیر پرچم

1. *De Magnete*

الکساندر کویره جمع شد؛ کسی که نظرش «آن‌قدر بین مورخان علم، به‌خصوص در امریکا،... مُد شده بود که حکم یک اصل جزمی را پیدا کرده بود».[۹۹]

مُد کویره یک هوس گذرا نبود. اواخر دهه‌ی ۱۹۵۰ همایشی برای بحث درباره‌ی «مسائل حساس در تاریخ علم» برگزار شد که مسئله‌ی «عالم در مقابل صنعتگر» اولین دستور جلسه‌اش بود.[۱۰۰] هرچند وزن نسبی دانشگاهیان و صنعتگران در ساختن علم جدید را مقوله‌ای قابل بحث دانسته بودند، در همایش، کاملاً یک‌جانبه به آن پرداخته شد. روپرت هال[1] ارزیابی خود را این‌طور نوشت:

> سهم عالم و سهم صنعتگر در انقلاب علمی مکمل یکدیگرند.... عالم نقش اول را در داستان آن دارد.... عملکرد عالم صورت فعال داشت، برای تغییر شکل دادن علم؛ عملکرد صنعتگر انفعالی بود، برای فراهم‌کردن بعضی از مواد خامی که برای تغییر شکل ضرورت داشت.[۱۰۱]

گفته‌ی هال ما را به یاد نظر ارسطو درباره‌ی تولید مثل انسان می‌اندازد. ارسطو معتقد بود که زن در آن نقشی انفعالی دارد و فقط «ماده‌ی خام را فراهم می‌کند»، درحالی‌که سهم فعال و واقعاً سازنده را مرد دارد: مرد است که آن ماده‌ی خام را به موجود زنده «تبدیل می‌کند». همان‌طور که نظر ارسطو برخاسته از تعصب مردانه است، موضع هال در مقام فردی دانشگاهی هم بدون شک او را به پیشینیان عالمش متمایل می‌کند. اهل فکر را فعال نامیدن و کارگر مولد را منفعل خواندن به نظر خیلی‌ها تناقض‌آلود می‌رسد، اما نه به نظر روشنفکری حرفه‌ای که اعتقاد دارد «انقلاب علمی در ذهن رخ می‌دهد».[۱۰۲]

آلیستر کرامبی خودش را صددرصد موافق هال اعلام کرد:

> معتقدم که دکتر هال به‌درستی بر ویژگی فکری و نظری انقلاب علمی تأکید کرده است و عجیب نیست که معماران انقلاب را «عالمانی» دانسته است که فقط آن‌ها قادر به تفکر در آن سطح بوده‌اند و هم مسائل و هم فنون مخصوص صنعتگران را در دستگاه بسیار پیشرفته‌ی تفکر علمی خود جذب کرده‌اند.[۱۰۳]

1. Rupert Hall

تنها قیدی که کرامبی به این نظرش زد قید زمانی بود. او اعتقاد داشت که بعضی علمای قرون سیزدهم و چهاردهم به اندازه‌ی علمای مشهورتر قرون شانزدهم و هفدهم در این روند اهمیت داشته‌اند.[۱۰۴] یک شرکت‌کننده‌ی دیگر، فرانسیس جانسون[1]، معتقد بود که هال باید بر نقش علما بیش‌تر تأکید می‌کرد. او می‌گفت که هال «اغلب در حق اهل علم و نهادی که آن‌ها را نمایندگی می‌کند، یعنی دانشگاه، بی‌انصافی کرده است».[۱۰۵] در این بین، صدایی در دفاع از تقدم صنعتگران شنیده نمی‌شد.

اما اگر همه‌ی بحث‌ها در طرفداری از اهل علم بود، اصلاً چرا بحثی وجود داشت؟ کرامبی در اواخر صحبت خود، عاقبت به ادگار زیلسل اشاره کرد؛ مورخی که خواستار توجه به نقش ضروری صنعتگران در انقلاب علمی شده بود.[۱۰۶] استدلال‌های زیلسل چنان کوبنده بودند که سنت‌گرایان نمی‌توانستند آن‌ها را نشنیده بگیرند، ولی مرگ نابهنگام او در ۱۹۴۴ دیگر لزوم رویارویی با خود او را از بین برد و در همایش «مسائل حساس» هم کسی رأی او را عرضه نکرد.

پس از مرگ زیلسل هیچ مورخ دیگری آناً پا پیش نگذاشت تا دنباله‌ی تحلیل ابتکاری او را درباره‌ی انقلاب علمی بگیرد. او در دهه‌ی ۱۹۳۰ با تاریخ سنتی علم درافتاده بود و انقلابیگری سیاسیِ آن سال‌ها امکان طرح افکار نو را در دانشگاه‌های امریکا فراهم می‌کرد. اما کمی بعد از مرگ او جنگ سرد آغاز شد و فضای سیاسی دانشگاه‌ها به صورتی درآمد که هیچ فکری با رنگ و بوی مارکسیستی را برنمی‌تابید. زیلسل که از چنگ نازی‌ها گریخته بود گرایش مارکسیستی آشکاری داشت و تأکیدش بر خدمات کارگران به علم از همین گرایش آب می‌خورد.

طنین صدای زیلسل دیگر به گوش نرسید تا بعد از این‌که سرکوب دگراندیشان در دوره‌ی مک‌کارتی پایان گرفت.[۱۰۷] اگرچه همایش «مسائل حساس» کاملاً به سود «علما» مصادره شد، تلاشی که برای تکذیب نتیجه‌گیری‌های زیلسل صورت گرفت ناخواسته اعتراف به قدرت صدای مخالف او بود. همایش بنا داشت که ردّیه‌ای باشد بر «تفسیرهایی که دگرگونی‌های اجتماعیِ افزایش‌دهنده‌ی اهمیت

1. Francis Johnson

نقش صنعتگر و فناوری را عامل عمده‌ی انقلاب علمی قلمداد می‌کنند».[۱۰۸] اما روی پورتر[1] با صراحت بیش‌تری آن را اقدامی خواند از جانب مورخان محافظه کاری که «در مواجهه با دعاوی مارکسیستی و جامعه‌شناختی، لجوجانه خواسته‌اند انکار کنند که تأثیرهای بیرونی شکل‌دهنده‌ی تاریخِ فکریِ علم بوده است؛ تاریخی که دوست داشته‌اند آن را **حقایقی عقلی و عینی** ببینند که **مغزهای متفکر** کشفشان کرده‌اند».[۱۰۹]

کسانی که عالمان را در صف مقدم انقلاب علمی قرار می‌دادند، این انقلاب را مثل الکساندر کویره «بیش‌تر انقلابی نظری» می‌دیدند. روپرت هال آن را خلاصه کرد در «ابداعات و انتقاداتی در علوم دانشگاهی ــ نجوم، فیزیک، کالبدشناسی».[۱۱۰] موقعی‌که فقط به علوم **دانشگاهی** اهمیت می‌دادند، طبیعی بود که خدمات صنعتگران ناچیز شمرده شود. اما در خلال بحث، هال و کرامبی هر دو ناچار شدند جای بیش‌تری به خدمات علمی صنعتگران بدهند.

برای مثال، هال پذیرفت که علومی **غیردانشگاهی** هم وجود داشته‌اند ــ علوم «بیکنی» که «جای ثابتی در رشته‌های دانشگاهی نداشتند»، از جمله شیمی، متالورژی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی و فیزیک تجربی (در مقابل نظری). در شیمی،

> تجربه‌گریِ صنعتی نفوذ قدرتمندی داشت. نمی‌توان تردید کرد که طیف پدیده‌های شیمیایی شناخته‌شده برای صنعتگران در حول و حوش سال ۱۵۵۰ بسیار بزرگ‌تر از طیف معلوم برای عالمان بود؛ و چنان‌که پروفسور اسمیت[2] خاطرنشان می‌کند، صنعتگرها به فنونی کمّی و کیفی دست پیدا کرده بودند که برای رشد شیمی در مقام یکی از علوم دقیقه ضرورت حیاتی داشت.[۱۱۱]

روی‌هم‌رفته، به عقیده‌ی هال «پیشرفت فناوری در اروپا در قرون وسطا ناشی از انتقالی بود که در حوزه‌ی صنعتگری روی داد نه در عرصه‌ی دانش‌پژوهی». اگر فیلسوف طبیعی در آن زمان بیش‌تر به کار صنعتگران توجه می‌کرد «و کم‌تر

1. Roy Porter 2. Cyril Stanley Smith

به شعور خود و افق بسته‌ی دانشگاه محدود می‌شد، بیش‌تر پی می‌برد که جهان به‌راستی چگونه است. هنگامی‌که قرون وسطا در آستانه‌ی رنسانس بود، تجربه‌ی فنیِ فزایندهٔ انبوهی از مسائل برای تحقیق فراهم می‌کرد و آگاهی علمی و فنیِ بسیار پدید می‌آورد».[۱۱۲]

از جمله‌ی دستاوردهای فنی مهم ــ که نهایتاً ریشه‌ی چینی داشتند ــ «روش‌های پیشرفته‌ی مال‌بندی اسب و یابو، آسیاهای آبی و بادی، اره‌ی دستی، شیشه‌ی پنجره، عینک، خیش چرخ‌دار، باله‌ی سکان، تیغه‌ی آب‌بند، ساعت قدی و سرانجام چاپ بود».[۱۱۳] این فنون جدید محرک‌هایی ضروری برای «فلسفه‌ی مکانیکی» بودند که خود ویژگی انقلاب علمی بود.[۱۱۴] برای مثال:

> ساخت و تعمیر آسیاهای بادی و آبی از عهده‌ی کم‌تر آهنگر روستایی برمی‌آمد. بنابراین، یک صنف آسیاساز دوره‌گرد پیدا شد که آسیاها را می‌ساخت و تعمیر می‌کرد. این مردان اولین متخصصان مکانیک به معنی امروزی کلمه بودند. ... آن‌ها معدن نبوغی بودند که رنسانس، و حتی «انقلاب صنعتی» که به دنبال آن اتفاق افتاد، اهل فن را از درون آن استخراج کرد؛ اهل فنی که می‌توانستند به آرای فلسفه‌ی جدید جامه‌ی عمل بپوشانند.[۱۱۵]

از قرن چهاردهم، ساعت‌سازان حرفه‌ای «همان نقشی را برای علم پیدا کردند که آسیاسازها برای صنعت داشتند ــ معدنی غنی از نبوغ و خلاقیت». همین‌طور «نیاز به قطب‌نما و وسایل دیگر دریانوردی یک صنعت تخصصی تازه به وجود آورد برای ساخت گلباد و صفحات مدرج که بعد، به‌خصوص با بالابردن معیار دقت سنجش، تأثیر زیادی در علم بر جای گذاشت».[۱۱۶]

اما در مورد روش‌شناسی علمی؛ هال می‌پذیرد که «مداقه‌ی اولیه در مشاهده و آزمایش، که روش پژوهش علمی‌اند، مخصوصاً اتکای زیادی به کارگاهی داشت». با وجود این، او افتخار ابداع روش تجربی را به اهل علم می‌دهد، چون «ابتکار عمل در این وام‌گیری ظاهراً به دست عالمان بوده است نه صنعتگران».[۱۱۷] قطع‌نظر از این‌که روش تجربی به وام گرفته شد یا به یغما رفت، بی‌گمان سرچشمه‌ی آن در صنعت بود و نوشته‌های منتشرشده‌ی صنعتگرهای دست‌به‌قلم از قرن پانزدهم به بعد گواه آن است.[۱۱۸] و چون صنعتگرها دانشی داشتند که عالمان

به آن نیازمند بودند، طبیعی بود که این دومی‌ها پیشقدم بشوند و به سراغ اولی‌ها بروند.

نظریه‌ی زیلسِل

کسی بیش‌تر از ادگار زیلسل به «تاریخ علم مردم» خدمت نکرده است. اولین بار نظریه‌ی زیلسل بود که از نقش ضروری صنعتگران در پی‌ریزی علم جدید پرده برداشت. ویراستاران آثار او در زندگی‌نامه‌اش می‌نویسند: «پیشگامی زیلسل در پژوهش‌هایش را امروزه آسان‌تر از زمان حیات خودش می‌توان دریافت. تاریخ‌نگاران، جامعه‌شناسان و فیلسوفان علم به‌خوبی تأثیر آزمایش، مداخله، ابزار و در یک کلمه، عمل را در شکل‌گیری شناخت علمی نشان داده‌اند.»[۱۱۹] افسوس که نوشته‌های زیلسل در این زمینه با مرگ او ناتمام ماندند. همه‌ی چیزی که از او باقی مانده چند مقاله‌ی کوتاه است و سرفصل‌هایی از کتابی که قصد تألیفش را داشته است.

نظریه‌ی زیلسل صنعتگر را با تحقیر عالم بالا نمی‌بَرد و ستیزگاه «عالم در مقابل صنعتگر» نیست. زیلسل هم مثل هال معتقد است که عالم و صنعتگر مکمل یکدیگر بوده‌اند و صنعتگر فقط شرکت‌کننده‌ای منفعل نبوده است. در نظریه‌ی زیلسل، علم جدید در اوایل عصر جدید اروپا از رهگذر اثرگذاری متقابل صنعتگران و روشنفکران در یکدیگر پدیدار می‌شود. هر دو آن‌ها برای فرایند ضروری بوده‌اند. در اثر حاضر، ما کم‌تر به نقش اندیشمندان می‌پردازیم، چون تاریخ‌های سنتی علم بیش‌تر از حد کفایت به آن‌ها پرداخته‌اند. رسالت «تاریخ علم مردم» پرتوافکندن بر سهم معمولاً قدرندیده‌ی صنعتگرها لااقل برای تغییر ذائقه است.

اهل فن البته «ماده‌ی خام» را فراهم می‌کردند ــ اطلاعات عینی را که آجرهای زیرساخت شناخت علمی بودند ــ اما زیلسل تأکید دارد که همه‌چیز در این خلاصه نمی‌شد. «صنعتگر، دریانورد، کشتی‌ساز، درودگر، ریخته‌گر و معدنچیِ پیشاهنگان واقعی مشاهده‌ی تجربی، آزمایشگری و تحقیق اتفاقی» هم بودند. از طرف دیگر، تفکر اسلوبمند منطقی و ریاضی «می‌مانْد برای دانش‌آموختگان بزرگ‌زاده، استادان دانشگاهی، و اومانیست‌ها». اما «سرانجام دیوار اجتماعی بین دو بخش روش

علمی فرو ریخت و روش‌های صنعتگران استادکار مورد استفاده‌ی عالمان دانشگاه‌رفته هم قرار گرفت». این‌جا بود که «علم واقعی پا به عرصه‌ی وجود نهاد».[۱۲۰]

در سال‌های اخیر، پاملا اسمیت به شیوایی تمام از نظریه‌ی زیلسل دفاع کرده و در تنقیح آن کوشیده است. تحقیقات او این دیدگاه را تقویت کرده است که انقلاب علمی «انقلابی فکری از پایین به بالا» بود که در آن صنعتگران «یک معرفت‌شناسی تازه، یک علم جدید بر اساس طبیعت، را پایه گذاری کردند». مفروضات اولیه‌ی این «معرفت‌شناسی صنعتگرانه» عبارت بودند از این‌که «شناخت طبیعت با مشاهده‌ی مستقیم اشیای مشخص به دست می‌آید و طبیعت با دست‌ها و حواس شناخته می‌شود نه از طریق متن‌ها و اذهان».[۱۲۱] پرنفوذترین نماینده‌ی این راهِ تازه‌ی شناختِ طبیعت پاراسلسوس بود که تألیفات و کار او را در صفحات بعد بررسی خواهیم کرد.

ناگفته نماند عالمانی که در اوایل عصر جدید کوشیدند گنجینه‌ی دانش صنعتگرها را باز کنند فقط اقلیت کوچکی از نخبگان تحصیل‌کرده بودند. تا این زمان اکثریت با مخالفان «اصلاحات علمیِ» پیشنهادی فرانسیس بیکن و انگشت‌شماری دیگر بود که از محافظه کاری دانشگاه‌ها به ستوه آمده بودند؛ زیرا به گفته‌ی هال «تا مدت‌ها بعد از این‌که اندیشمندان غیردانشگاهی از پیروزی‌های انقلاب در هر علمی به وجد می‌آمدند، دانشگاه‌ها از به‌رسمیت‌شناختن و به کارگیری آن‌ها سر باز می‌زدند».[۱۲۲]

خلاصه‌ی مطلب این‌که روش تجربی که ویژگی علم جدید شد در اذهان چند نخبه‌ی دانشگاهی به وجود نیامد؛ در کار روزانه‌ی هزاران صنعتگر گمنام شکل گرفت که مدام درگیر آزمون و خطا با مواد و ابزارهای مختلف برای رسیدن به کمال در کارشان بودند. جوزف گلانویل[1]، فیلسوف بیکنی، در ۱۶۶۸ اعلام کرد که «فلسفه‌ی تجربی» مبتنی است بر «چیزهایی که پیشه‌وران بی‌سواد پیدا کرده‌اند».[۱۲۳]

1. Joseph Glanvill

جست‌وجوی دانایی درخیابان‌ها وکارگاه‌ها

هرچند فرانسیس بیکن را همیشه نخستین کسی دانسته‌اند که پی برد علم واقعی و بنابراین «احاطه‌ی حقیقی» بر طبیعت را باید در کارگاه‌های صنعتی جست، او فقط یکی از فیلسوفانی بود که در اوایل عصر جدید شروع به تفکر در این زمینه کردند. در حوالی سال ۱۴۵۰ کتابی از فیلسوف آلمانی، نیکولاسِ کوزایی[1]، دانش سخنوران را بیهوده خواند و اعلام کرد که «دانایی را می‌توان در کوچه و بازار یافت، جایی که توزین و اندازه‌گیری معمول است».[۱۲۴] در ۱۵۳۱ خوان لوئیس بیِس[2] به همکاران دانشگاهی‌اش گفت که نباید «شرم کنید از این‌که به دکان‌ها و کارخانه‌ها بروید و از پیشه‌وران بپرسید و از کار آن‌ها سر در بیاورید».[۱۲۵] نظرِ طبق معمول صریحِ مارتین لوتر هم درباره‌ی ارزش آثار ارسطو این بود که «هر سفالگری بیش‌تر از این کتاب‌ها از طبیعت شناخت دارد».[۱۲۶] بیکن که نماینده‌ی اوج این سنت بود، نظر تازه‌ای درباره‌ی کسب شناخت علمی ابراز نکرد؛ او فقط پدیده‌ای اجتماعی را توصیف کرد که قرن‌ها پیش‌تر آغاز شده بود، و خواستار بهره‌برداری اسلوبمند از آن شد.

کرامبی می‌نویسد که «پیوند فناوری و دانش‌اندوزی» از قرن‌های دوازدهم و سیزدهم، یعنی دیرزمانی پیش از رنسانس، آغاز شد. نوشته‌های اوگِ سن‌ویکتوری[3] و دومینگو گوندیسالوو[4] در قرن دوازدهم مشوق «مطالعه‌ی موضوعات فنی بودند که زمام طبیعت را به دست می‌دهند»، مخصوصاً «هندسه‌ی عملی که شامل کار مساح‌ها و نجارها و بناها و آهنگرها می‌شود». همین‌طور «توجه علمای قرن سیزدهم، مثل آلبرتوس ماگنوس[5] (آلبرت کبیر)، ونسانِ بووه‌ای[6] و رامون لول[7] به کارهای صاحبان مشاغلی از قبیل کشاورزان و ماهیگیران و معدنچیان» حائز اهمیت بود. از این‌رو «تماس‌های بین اهل علم و اهل فن رفته‌رفته تا نیمه‌های قرن سیزدهم به بار می‌نشست».[۱۲۷]

کرامبی همچنین خواستار توجه به «بیکن پیشکسوت» می‌شود، یعنی راجر بیکن، راهب فرانسیسی و استاد آکسفورد در قرن سیزدهم که «سخت طرفدار

1. Nicolas of Cusa 2. Juan Luis Vives 3. Hugh of St. Victor
4. Domingo Gundisalvo 5. Albertus Magnus 6. Vincent of Beauvais
7. Raymond Lulle

آزمایش و ریاضیات به معنایی که خود از آن‌ها می‌فهمید، یعنی کسب اقتدار کامل بر طبیعت» بود.[۱۲۸] راجر بیکن را در شناسایی ارزش علمی کارهای فنی اغلب پیشرو فرانسیس بیکن دانسته‌اند، ــ سیصد سال قبل از او ــ چون در کتاب اکبر[1] خود اعلام می‌کند:

> رموز معرفت را بیش‌تر مردان ساده‌ی گمنام آشکار کرده‌اند تا مردان محبوب نامدار؛ و من چندان‌که مطالب سودمند و ممتاز و بی‌مثال از افراد عادی ناشناس آموخته‌ام، از آموزگاران پرآوازه‌ی خود نیاموخته‌ام.[۱۲۹]

تقریباً در همین زمان نیکولاس لهستانی[2]، که راهب دانشگاهی دیگری (منتها از فرقه‌ی دومینیکی) است، افکار مشابهی را در مورد دانش پزشکی مطرح می‌کند:

> نیکولاس گفت خداوند فروتنی را دوست می‌دارد. او بر آن شد که نهانی‌ترین اسرارش را بر مردم عادی نمایان سازد، چنان‌که معجزآساترین هنرهای طبی را به حقیرترین موجودات طبیعت داد. بدین‌سان مردم عادی روستاها بیش از داناترین اطبا به اسرار طبیعت آگاه‌اند. نیکولاس گفت که «مردم به امور تجربی علاقه‌مندند زیرا هیچ‌یک زیان ندارند، اما اطبا شرمنده‌اند که اعمال بزرگ دهات را ترجیح می‌دهند و کوی و برزن آن‌ها آکنده از غریو ستایش از درمان‌های تجربی است».[۱۳۰]

حرف کلی کرامبی روشن است، ولی تأکید او تقریباً به طور کامل بر نخبگان فکری بود. او و مورخان هم‌نظرش سعی کرده‌اند سرچشمه‌های انقلاب علمی را در کار برخی از فیلسوفان طبیعی قرون وسطا مانند راجر بیکن، رابرت گروس‌تست، تامس برادواردین[3] و ژان بوریدان[4] پیدا کنند.[۱۳۱] هرچند حقیقت دارد که این علما شروع به تشکیک در جزم‌های ارسطویی حوزه‌ی فیزیک نظری کردند، علم آن‌ها «خیلی جنبه‌ی کتابی داشت... و هنوز بوی مرکّب و پوست می‌داد».[۱۳۲] مخالفت آن‌ها بیش‌تر کاری فکری در چارچوب سنت مدرسی بود ــ بیش‌تر مابعدطبیعی تا

1. *Opus majus* 2. Nicholas of Poland 3. Thomas Bradwardine 4. Jean Buridan

طبیعی ــ و نه تلاشی جدی برای فهم ساز و کار واقعی طبیعت. پیشرفت‌های اصیل در شناخت طبیعت در دست زحمتکشان ماند و این‌ها نیز تا قرن پانزدهم آغاز به نگارش دانسته‌های خود نکردند.

گالیله و صنعتگران

گالیله احتیاج به نوشته‌های بیکن نداشت که به او بگویند از کار با صنعتگران چقدر سود می‌برد. او در پرنفوذترین کتابش، گفت‌وگو درباره‌ی دو علم جدید، نوشت که «فعالیت مستمر» در کارخانه‌ی اسلحه‌سازی ونیز، «زرادخانه‌ی معروف»،

> عرصه‌ی پهناوری برای پژوهش به ذهن کوشا عرضه می‌کند، خصوصاً آن بخش از کار که مکانیکی است؛ زیرا در این قسمت، انواع و اقسام ابزارها و دستگاه‌ها را می‌سازند؛ صنعتگران بسیاری که لابد هستند کسانی در میانشان که چه با تجربه‌ی اکتسابی و چه با مشاهدات خودشان تخصص و مهارت فوق‌العاده‌ای در تفسیر پیدا کرده‌اند.[۱۳۳]

او از جانب هم‌سخنش پاسخ می‌دهد:

> حق با شماست. راستش من هم که ذاتاً انسان کنجکاوی هستم، زیاد به دیدن این محل می‌روم؛ محض لذت از مشاهده‌ی کار کسانی که به جهت برتری‌شان بر دیگر صنعتگرها، ما اسمشان را «مردان درجه‌یک» می‌گذاریم. هم‌اندیشی با آن‌ها اغلب در بررسی بعضی تأثیرات به من کمک کرده است؛ هم در آن تأثیراتی که چشمگیرترند، و هم آثاری که پوشیده و بیش و کم باورنکردنی‌اند.[۱۳۴]

آیا این‌ها همه «تمهیدات بلاغی» است، به قول کسانی که گالیله را «مغز بزرگ تپنده‌ای در قلمرو نظریات نابِ... نیالوده به ملاحظات عملی و نامتأثر از دنیای خارجی که صورت‌حساب‌ها را می‌پردازد» شناخته‌اند؟ این حقیقتِ مستند که در اوایل کارِ او، «محیط و علایق او بیش‌تر فنی بودند» خط بطلان بر آن تفسیر می‌کشد. در فلورانس او مهندسی خواند و «طراحی ماشین‌آلات و ساخت آبراه و آب‌بند و استحکامات آموخت»؛ دوره‌ی تدریس در پادووا

را با حمایت‌های مالی گوئیدوبالدو دل مونته[1]، که مهندس ارتش بود، پشت سر گذاشت؛ در ونیز اختراع دستگاهی مکانیکی برای بالا کشیدن آب را به ثبت رساند.[۱۳۵]

قصه‌ی معروفی که می‌گوید گالیله همزمانی نوسان‌های آونگ را روزی فهمید که در کلیسایی نشسته بود و حوصله‌اش از موعظه‌ی ملال‌آور کشیش سر رفته بود و چشم به حرکت چلچراغ شبستان دوخته بود، یکی از قصه‌هایی است که برای او ساخته‌اند. چیزی که خدمات او به علم را «از نظر تاریخی قابل فهم» می‌کند «گسترش شتابان فنون مکانیکی در روزگار گالیله» بود. به گفته‌ی یک نویسنده‌ی تاریخ فناوری، «محیط ابداعات فنی‌ای از قبیل تلمبه و آونگ برای گالیله شرایط جدید تحت تنظیمی، مثل شرایط آزمایشگاهی، فراهم آورد که به او امکان داد از اولین کسانی باشد که پدیده‌هایی طبیعی مانند همزمانی نوسان‌های آونگ یا شکستن ستون آب را، که در طبیعت محض به‌سختی دیده می‌شوند، مشاهده کردند.»[۱۳۶]

گالیله مقدار زیادی از شهرت علمی‌اش را مدیون تحقیقاتش درباره‌ی حرکتِ پرتابه‌هاست؛ موضوعی که بالقوه کاربردهای نظامی مهمی داشت. او از راه ریاضی نشان داد که «اگر پرتابه‌ها... همه با یک سرعت ولی با زاویه‌های مختلف پرتاب شوند، حداکثر بُرد... زمانی حاصل خواهد شد که زاویه ۴۵ درجه باشد؛ و گلوله‌های دیگر، با زاویه‌های کم‌تر یا بیش‌تر، برد کوتاه‌تری خواهند داشت». ولی خود او وقتی نقل می‌کرد که از کجا به این نتیجه رسیده است، می‌گفت که در بحث‌های زرادخانه به او الهام شده است: «از گزارش‌های توپچی‌ها پیشاپیش می‌دانستم که در استفاده از توپ و خمپاره‌انداز، حداکثر بُرد ــ یعنی دورترین نقطه‌ی فرود گلوله ــ موقعی به دست می‌آید که زاویه‌ی پرتاب ۴۵ درجه باشد.»[۱۳۷] هرچند تحلیل ریاضی‌ای که گالیله از مسئله به دست داد کار اصیل ارزشمندی بود، چیزی به کارگران زرادخانه نمی‌گفت که خودشان قبلاً به‌تجربه نفهمیده باشند؛ برای همین عملاً چندان تأثیری در فن توپخانه نداشت.[۱۳۸]

1. Jean-Claude del Monte

ویلیام گیلبرت و مغناطیس

بعضی مورخان علم به‌غلط ویلیام گیلبرت را شاگرد بیکن شمرده‌اند[۱۳۹] یا کار تجربی او را «موافق تعلیمات فرانسیس بیکن» یافته‌اند.[۱۴۰] اما واقعیت این است که وقتی گیلبرت سرگرم آزمایش‌هایش بود، بیکن در دوران کودکی به سر می‌برد. شهرتی که گیلبرت به‌عنوان نخستین دانشمند تجربی به دست آورد به سبب کتابی بود که در سال ۱۶۰۰ منتشر کرد؛ درباره‌ی مغناطیس: «اولین اثر بزرگ علم جدید در انگلستان»[۱۴۱]؛ «نقطه‌ی عطفی در انقلاب علمی»[۱۴۲]؛ کتابی که از نظر «شکل و محتوا... همچون گسلی در پهنه‌ی اندیشه خودنمایی می‌کند».[۱۴۳]

گیلبرت که از اطبای مخصوص ملکه الیزابت اول بود، تصمیم گرفت برای راززدایی سنگ ماگنتیت، که ظاهراً با نیروی مرموزی اشیای آهنی را بدون تماس با آن‌ها حرکت می‌داد، تحقیق کند. کتاب درباره‌ی مغناطیس گزارش کار اوست و چنان موبه‌مو آزمایش‌های او را تشریح می‌کند که خواننده می‌تواند آن‌ها را خودش هم انجام بدهد. اگر به زبان لاتین نبود، شاید این تصور را به وجود می‌آورد که کتابی علمی برای خواننده‌ی عام است. اولین برگردان انگلیسی آن حدوداً سیصد سال بعد در ۱۸۹۳ بیرون آمد. پیداست که روی سخن گیلبرت با صنعتگر و کارگر نیست و برعکس سعی دارد اطلاعات و روش‌ها و فنونی را که از خود آن‌ها آموخته است در اختیار همه‌ی دنیای اهل علم ــ «جمهوری قلم»[۱۴۴] ــ بگذارد.

با توجه به سطح دانش و ابزارهای موجود در اواخر قرن شانزدهم، بعید می‌دانیم که گیلبرت می‌توانست کار بیش‌تری برای ارتقای کیفیت آزمایش‌هایش انجام بدهد. به عبارت دیگر، در کتاب درباره‌ی مغناطیس، آزمایشگری ناگهان بدون هیچ مراحل مقدماتی یا بینابینی در متکامل‌ترین شکلش ظاهر می‌شود. رویکرد گیلبرت «چنان نسبت به دوره‌ی او استثنایی است که این سؤال را پیش می‌آورد که از کجا پیدا شده است».[۱۴۵] جواب را می‌توانیم در خود کتاب، اگر دقیق بخوانیمش، پیدا کنیم؛ چون نشان می‌دهد که گیلبرت استفاده‌ی زیادی از معلومات آهنگرها و معدنچی‌ها و دریانوردان و ابزارسازان کرده است. به نوشته‌ی زیلسل، آزمایش‌های گیلبرت اغلب «تکرار ساده‌ی مراحل کار تولید آهن در آن روزگارند». جان کلام این‌که در مورد گیلبرت «روحیه‌ی مشاهده و آزمایش نه از اهل علم بلکه از کارگران یدی گرفته شده است».[۱۴۶]

توصیف گیلبرت از یک آزمایش مهمش درباره‌ی همراستایی سنگ‌های مغناطیسی با محور شمالی-جنوبی زمین به اندازه‌ی کافی گویاست:

> یک بار ما تکه‌ای سنگ ماگنتیت ۲۰ پوندی را با اسکنه از داخل رگه‌اش کنده بودیم و قبلاً به جهت سر و ته آن دقت کرده بودیم. وقتی از زمین بیرونش آوردیم، روی سطح شناوری در آب گذاشتیمش تا بتواند آزادانه بچرخد. فوراً همان طرفش که در معدن به‌سمت شمال بود در آب هم رو به شمال ایستاد.[۱۴۷]

ظاهراً گیلبرت برای این آزمایش از کتابخانه‌ی دنجش بیرون زده بود. لابد برای پیداکردن ماگنتیت از معدن هم پایین رفته و با معدنچی‌ها از نزدیک صحبت کرده بود.

بحث او در مورد پدیده‌ی آهنربایی، که بر اثر کار آهنگری با آهن در امتداد شمالی-جنوبی به وجود آمده بود، جای شک باقی نمی‌گذارد که او مدتی را با آهنگرها گذرانده بوده و از آن‌ها اطلاعات گرفته بوده است. متن آزمایش‌های او تصویری باسمه‌ای هم از یک کارگاه آهنگری و ابزارهای آهنگری دارد.[۱۴۸] با همه‌ی اهمیت آن‌ها در تاریخ علم، «چون معدنچی‌ها و ریخته‌گرها آن زمان از لایه‌های پایین جامعه بودند و سواد نداشتند، ما نه اسامی آن‌ها را داریم و نه چیزی از افکار آن‌ها می‌دانیم».[۱۴۹]

اما «بیش‌تر از معدن‌کاری و فلزگری، دریانوردی و ابزارهای دریانوردی در درباره‌ی مغناطیس سهم دارند».[۱۵۰] گیلبرت برای ردکردن این فرضیه که حرکت عقربه‌ی قطب‌نمای مغناطیسی به علت اختلاف مقادیر ماگنتیت پراکنده در نقاط مختلف سطح زمین است، دریانوردان را گواه می‌گیرد که می‌گویند وقتی از نزدیکی اِلب می‌گذرند، که معادن ماگنتیت نیرومندش معروف است، عقربه‌ی قطب‌نما هرگز به‌سمت جزیره نمی‌چرخد.[۱۵۱] دراین‌باره که او چگونه آن اندازه‌گیری‌های دقیقی را انجام داده که دقت علمی او را بر سر زبان‌ها انداخته‌اند، زیلسل می‌نویسد: «همه‌ی ابزارهای فیزیکی او در واقع یا ابزارهای دریانوردی‌اند یا دست‌کم با قطب‌نمای دریانوردی ارتباط دارند. موقعی‌که دریانوردهای قرن شانزدهم راهی دریا شدند، امپراتوری بریتانیا را پی‌ریزی کردند و وقتی‌که

بازنشسته شدند و قطب‌نما ساختند، علم تجربی جدید را پی افکندند.»[۱۵۲]

اگرچه کتاب گیلبرت نشانه‌های زیادی از دِین او به کارگران یدی دارد، تقریباً هیچ نامی از دستیارهای کارگر او نمی‌برد. برای مثال در بحثی راجع‌به عرض‌هایی که در آن‌ها قطب‌نمای مغناطیسی کار می‌کند، او مأخذش را «سرشناس‌ترین ناخداها و همچنین ملوان‌های تیزهوش بسیاری» ذکر می‌کند، اما فقط اسامی دو دریانورد نجیب‌زاده را می‌گوید ــ تامس کاوِندیش[۱] و سر فرانسیس دریک[۲] ــ و دریانوردان عامی را معرفی نمی‌کند.

تصویری از کتاب درباره‌ی مغناطیس ویلیام گیلبرت.
آهنگرها یک منبع اصلی اطلاعات گیلبرت بودند.

شاید قابل درک باشد که گیلبرت فقط اسم «سرشناس‌ترین ناخداها» را گفته است که برای خوانندگانش آشنا بوده‌اند، اما نام‌بردن سرسری او به‌خصوص از رابرت نورمنِ صنعتگر کم‌تر قابل توجیه است. نورمن دریانوردی بود که

1. Thomas Cavendish 2. Francis Drake

حالا قطب‌نما می‌ساخت. او کتابی با عنوان جاذبه‌ی جدید درباره‌ی خاصیت آهنربایی نوشت ــ به انگلیسی، چون لاتین نمی‌دانست ــ که در ۱۵۸۱ بیرون آمد و هدفش بیش‌تر انتقال اطلاعات عملی او به صنعتگران دیگر بود. همان‌طور که در فصل گذشته یادآور شدیم، بزرگ‌ترین دستاورد نورمن کشف «افت» عقربه‌ی قطب‌نما بود. او در کتابش خود را «مکانیک‌دانی مدرسه‌نرفته» توصیف می‌کند و از «۱۸ تا ۲۰ سالی که دریانوردی کرده‌ام» یاد می‌کند و از بابت «زبان قاصر» خودش عذرخواهی می‌کند. اما ضمناً می‌گوید صنعتگرانی مثل او که «این‌جور فنون را فوت آب‌اند»، شاید بتوانند بیش‌تر از «متخصص‌های این علوم که در کتابخانه‌هاشان بین کتاب‌ها می‌لولند»[۱۵۳] به ریاضیات خدمت کنند.

گیلبرت چند بار از نورمن اسم برده و او را «دریانورد کارکشته و صنعتگر نابغه»[۱۵۴] معرفی کرده است. ولی به‌رغم تأثیر تعیین‌کننده‌ی نورمن در پژوهش‌های گیلبرت، «او مطلقاً روی آن تأکید نمی‌کند و بلکه پنهانش می‌کند.... اگر می‌خواهیم بدانیم که گیلبرت واقعاً چقدر مدیون او بوده، باید رساله‌ی نورمن را بخوانیم».[۱۵۵]

بسیاری از مهم‌ترین نتیجه‌گیری‌های گیلبرت در زمینه‌ی مغناطیس، خیلی از شواهدی که او در تأیید آن‌ها آورده و روشی که برای رسیدن به آن‌ها به کار بسته، ۱۹ سال جلوتر از انتشار درباره‌ی مغناطیس، در کتاب جاذبه‌ی جدید آمده است. نورمن آزمایش‌هایش با آهنرباهای آویزان به ریسمان یا سوار بر چوب‌پنبه‌ی شناور در آب را توضیح داده است. این «تمهیدات آزمایشی جدید را گیلبرت اقتباس کرد». زیلسل «آزمایشی با تمام جزئیات» را شرح می‌دهد که گیلبرت «از کتاب نورمن برداشته است». همین‌طور «دو آزمایش خیره‌کننده‌ای که با نهایت دقت اجرا شده‌اند» در اصل متعلق به نورمن بوده‌اند.[۱۵۶] گیلبرت «بهترین آزمایش کمّی‌اش» را(برای اثبات این‌که خاصیت مغناطیسی وزن ندارد) بی‌کم و کاست، ولی بی‌آن‌که نام ببرد، از نورمن گرفته است.[۱۵۷]

اثر نورمن تنها کتابی نبود که از نظر «برخورد تجربی و ابزاری با مسائل ژئومغناطیسی» بر رساله‌ی گیلبرت تقدم داشت. گفتاری درباره‌ی انواع قطب‌نما، یا عقربه‌ی مغناطیسی[۱] (۱۵۸۱) نوشته‌ی ویلیام بارو[۲]، تمرینات[۳] (۱۵۹۴) از تامس

1. *A discovrs of the variation of the cumpas, or magneticall needle* 2. William Borough
3. *Exercises*

بلاندویل[1] و اندوخته‌ی دریانورد[2] (۱۵۹۷) اثر ویلیام بارلو[3] از کتاب‌های دیگر بودند. اما اثر نورمن تنها کتاب به زبان مادری آن‌ها بود که گیلبرت بی‌تعارف از آن وام گرفت.[۱۵۸] به‌جز «زبان لاتین، نقل‌قول‌ها و بحث‌ها و فلسفه‌ی طبیعت مابعدطبیعی»، گیلبرت هرچه دارد از کتاب نورمن است.[۱۵۹] برای همین است که می‌گوییم بی‌انصافی است که «امروزه نورمن کمابیش ناشناس باشد و گیلبرت از جلوداران علم طبیعت شمرده شود».[۱۶۰]

صنعتگر نویسنده

اگر بگوییم عالمان «به کارگاه‌ها می‌رفتند» تا از صنعتگران بیاموزند، به‌مجاز سخن گفته‌ایم. البته گالیله و گیلبرت به‌معنای حقیقی هم به سراغ صنعتگرها می‌رفتند و کارهای آن‌ها را تماشا می‌کردند، ولی مجرای ارتباطی متداول‌تر آن‌ها آثار چاپی بود.

گفتیم که رابرت نورمن تنها صنعتگر نویسنده نبود. موقعی‌که نورمن کتابش را درباره‌ی نیروی مغناطیسی منتشر کرد، صدها سال بود که صنعتگران اروپایی اطلاعات علمی و فنی‌شان را انتشار داده بودند. کتاب‌های حساب معلمان محاسبه و رساله‌های پرسپکتیو نقاشان نمایندگان این جریان بودند. به گفته‌ی ویلیام ایمون، «از یک و نیم قرن پیش از ۱۶۴۶، اروپا پر از رساله‌هایی شده بود که ادعا داشتند اسرار طبیعت را برای هر کس که بتواند بخواند فاش می‌کنند».[۱۶۱] مورخ دیگر، پاملا لانگ[4]، از نشر چشمگیر آثار خطی صنعتگرها درباره‌ی فنون مکانیکی در «دهه‌های اول قرن پانزدهم» ــ یعنی حتی پیش از ظهور چاپ در اروپا ــ صحبت می‌کند.[۱۶۲] اگرچه زیلسل یادآور می‌شود که مبانی «علم به آن مفهومی که ما بیکنی می‌نامیم... ابتدا در رساله‌های صنعتگران قرن پانزدهم ظاهر می‌شود»،[۱۶۳] این مجموعه‌ی تألیفات صنعتی را مورخان اغلب نادیده گرفته بودند تا این‌که ایمون و لانگ از نو توجه‌ها را به آن‌ها جلب کردند.[۱۶۴]

به گفته‌ی زیلسل، «طبیعتاً فقط اعضای تخصصی‌ترین صنف‌ها رساله

1. Thomas Blundeville 2. *Navigator's supply* 3. William Barlow 4. Pamela Long

می‌نوشتند. حتی در قرن شانزدهم هنوز عده‌ی بسیاری از کارگران یدی، خصوصاً در خارج از ایتالیا، بی‌سواد بودند».[۱۶۵] ولی آن‌هایی که از عهده‌ی نگارش به «زبان‌های عامیانه‌ی» خودشان برمی‌آمدند غالباً پر اثر هم بودند و «موقعی‌که عطار و سفالگر و ملوان و عرق‌کش و قابله در کنار عالم و ادیب و روحانی دست‌به‌کار چاپ آثارشان شدند، جمهوری قلم برای همیشه تغییر کرد».[۱۶۶] این تغییر برای «تاریخ علم مردم» یک نقطه‌ی عطف مهم است، چون سرانجام این امکان را برای آن فراهم می‌آورد که تکیه به اسناد محکمی بدهد.[۱۶۷]

جسم محتضر علم عالمانه ــ علم «اسیر زبان‌های یونانی و لاتینی» به قول جان اوبری[۱۶۸] ــ بدون «ابزار زنده‌ی» زبان مادری قابل علاج نبود؛ «زبانی که انسان از مادرش می‌آموزد و کاملاً معصومانه و آزادانه به کار می‌برد». اشاره به مادر صرفاً استعاره‌ای توخالی نیست. «واقعیت این است که زبانی را که زنان به کار نبرند نمی‌توان زبان زنده‌ای دانست.» اما زن‌ها از تحصیلات رسمی محروم بودند و بنابراین «زبان لاتین را فقط مردها می‌دانستند و عده‌ی مردهای قادر به تکلم به این زبان هم در حال کاهش بود».[۱۶۹] پس علم جدید به یک عنصر اساسی انتقال فرهنگی اتکا داشت که نقش زنان در آن حیاتی بود.

تا پیش از این‌که ویلیام گیلبرت از کتاب رابرت نورمن الهام بگیرد، نوشته‌های صنعتگران را عالمان دانشگاهی تا حد زیادی نادیده می‌گرفتند و برای همین، این نوشته‌ها چندان تأثیر مستقیمی در روند علم نخبه‌گرا نداشت.[۱۷۰] با این حال سهم نهفته‌ی این‌ها در تولید شناخت علمی سهم تعیین‌کننده‌ای بود. پاملا لانگ توضیح می‌دهد که «با پرداخت نوشتاری و تصویریِ فنون مکانیکی، این امکان به وجود می‌آمد که دانش عملیِ قابل استفاده برای ساخت اشیا تبدیل به شناخت بر پایه‌ی اصول عقلانی و ریاضی شود.»[۱۷۱] به عبارت دیگر، با کار نوشتاری صنعتگر، جوهر علمیِ چیزی که غالباً تحت عنوان «صِرف فناوری» تحقیرش می‌کنند آشکار می‌شود. ولی اگرچه نویسندگی صنعتگر «کمک می‌کرد که بعضی فنون عملی به شناخت نظری تبدیل شوند، صنعتگر را تبدیل به عالم نمی‌کرد. درست‌تر این است که بگوییم برخی فنون مکانیکی را آماده می‌کرد تا فرهنگ‌های نظری مصادره‌شان کنند».[۱۷۲]

یکی از مصادره کننده‌ها گالیله بود. او هم مثل گیلبرت از ارزش کتاب‌های علمی‌ای که به زبان‌های بومی نوشته می‌شدند آگاه بود. سؤال‌هایی که این کتاب‌ها مطرح می‌کردند دستور کار پژوهشی او را می‌ساختند: «مسئله‌ی صرفه‌جویی در نیرو و این‌که چه کارهایی از ماشین ساخته است، مسئله‌ی دقت هدف‌گیری توپ، مسئله‌ی مقاومت استحکامات، همه مسائلی بودند که تألیفات فنی از دو قرن قبل از گالیله آن‌ها را بررسی کرده بودند.»[۱۷۳]

مطالعه‌ی ایمون در مورد «اسرارنامه»های صنعتگران نشان می‌دهد این تألیفات «آثار علمی عامیانه»ای بوده‌اند که «نقش مهمی در رساندن اطلاعات فنی» به دست نخبگان علمی داشته‌اند. این آثار «بیانگر مفهوم تازه‌ای از تجربه گری بودند» که بعدها مترادف بیکنیسم شناخته شد. آن‌ها

> مبتنی بر دیدگاه تجربی واقع‌بینانه‌ای بودند.... آنچه آن‌ها بیان می‌کردند دستورها، فرمول‌ها و «تجربه»هایی مربوط به یک صنعت یا پزشکی بودند؛ مثلاً دستورهایی برای آب‌دادن آهن و فولاد، دستورهایی برای مخلوط کردن رنگ‌ها و رنگیزه‌ها، داروهای «تجربی»، دستورهای آشپزی و فرمول‌های عملی کیمیاگری از آن قبیل که یک زرگر یا حلبی‌ساز ممکن است به کار ببرد.[۱۷۴]

می‌دانیم که دستورها «سند آزمون و خطاهای تجربی‌اند. آن‌ها تجربه‌ی اندوخته‌ی اهل حِرَف‌اند، چکیده در قالب یک قانون».[۱۷۵]

«انقلاب چاپ» و علم جدید

با ظهور چاپ، «جهان دانش که تاکنون ملک طلق جمع ممتاز کوچکی بود، ناگهان در دسترس مردم عادی هم قرار گرفت».[۱۷۶] همنشینی صنعتگر و دانشگاهی، که زیلسل آن را بستر پیدایش علم جدید می‌داند، شتاب فراوان پیدا کرد. الیزابت آیزنستاین[1]، که جامع‌ترین تحقیق را درباره‌ی تأثیر تاریخی چاپ انجام داده است، می‌گوید که همکاری عالم و صنعتگر اگر شکل فزاینده و پیوسته‌ای نیافته بود،

1. Elizabeth Eisenstein

میوه‌ی ماندگاری نمی‌داد؛ و این به نوبه‌ی خود در گرو تثبیت نتایج همکاری آن‌ها از راه ثبت و تکثیر اسنادشان در هزاران نسخه‌ی چاپی یکسان بود. آیزنستاین معتقد است که «انقلاب چاپ» **شرط لازم** پیشرفت علم بود.(۱۷۷)

اما در این صورت باید صنعتگران بسیار دیگری را هم لازمه‌ی تاریخ علم به حساب بیاوریم. اول از همه مکانیک‌دان یا مکانیک‌دان‌هایی که مستقیماً بانی این اختراع بودند. افسوس که «این دستاورد شگفت‌آور از منشأ و رشد خودش چندان سندی، به‌جز انبوه مطالبی که تکثیر کرده، بر جای نگذاشته» و «هویت مکانیک‌دان بزرگی که چاپ را اختراع کرده در هاله‌ای از رمز و راز باقی مانده است.... معلوم نیست که نام او گوتنبرگ بوده، یا فوست[1]، یا شوفر[2]، یا کاستر[3]، یا چیز دیگری».(۱۷۸) معمولاً فقط آن را به گوتنبرگ نسبت می‌دهند، ولی بهتر نیست آن را دستاوردی جمعی به شمار بیاوریم؟

وانگهی، رشد سریع صنعت چاپ به دنبالش مجموعه‌ای از مشاغل وابسته پدید آورد که دست‌اندرکارانش عبارت بودند از «چاپچی‌ها، حروف‌ریزها، کلیشه‌سازها، حروف‌چین‌ها، قالب‌بُرها، نمونه‌خوان‌ها، کتاب‌فروش‌ها و حتی دستفروش‌ها.» علاوه بر این، می‌توان گفت که حتی یک **فرهنگ تازه** به وجود آورد که «عالم، صنعتگر، تاجر و ادیب را به علایق مشترکی مشغول کرد».(۱۷۹) اتاق‌های نمونه‌خوانی چاپخانه‌های اولیه، که نمونه‌خوان‌ها و نویسنده‌ها و نمونه‌خوان‌ـ نویسنده‌ها آن‌جا تبادل افکار می‌کردند و به نقد آثار یکدیگر می‌پرداختند، در اروپای قرن شانزدهم به‌عنوان کانون‌های فعالیت خلاق فکری ــ اعم از علمی و غیرعلمی ــ اهمیت بسیار بیش‌تری از دانشگاه‌های بی‌روح پیدا کردند.

ولی با این‌که «چاپ باعث ایجاد راه‌های ارتباطی جدیدی بین عالم و صنعتگر و مردم عادی شد»، کاملاً «شکاف میان دانشگاهی و غیردانشگاهی را پر نکرد». نگاه تحقیرآمیز دانشگاهی به کارگر به قوت خود باقی ماند، اما «رشد انفجاری نشر به زبان‌های بومی» سبب شد که «دیگر سد سواد با سد زبان لاتین مترادف نباشد» و نیروی تعصبات دیرینه‌ی مزاحم علم به‌تدریج تحلیل برود.(۱۸۰)

1. Johann Fust 2. Peter Schöffer 3. Laurens Janszoon Coster

همان‌طور که قبلاً گفتیم، هنوز دوران چاپ فرانرسیده انتشار رساله‌های صنعتگر ـ نویسنده‌ها به صورت دست‌نوشته آغاز شده بود. ولی موقعی‌که تکثیر چاپی آن‌ها شروع شد، آن‌ها تغییر شکل دادند. وقتی‌که انتشار کتاب‌های علمی برای مردم عادی رواج پیدا کرد، «یک سنت علمی دیگر در کنار علم دانشگاهی به وجود آمد. چاپخانه‌دار با قبول مخاطرات چاپ کتاب به زبان بومی، در بازار رقابتیِ پیش‌بینی‌ناپذیر، علم عامیانه را واقعیت بخشید». بستر اجتماعی این رده‌ی شغلیِ جدید «ترکیبی از خرده‌بورژوازی دوره‌ی رنسانس» بود. اولین ناشرها خیلی‌هاشان «سال‌ها در شغل چاپچی، حروف‌ریز یا نمونه‌خوان کار کرده بودند. بعضی از آن‌ها کار زرگری یا قالب‌بری کرده بودند و عده‌ای دیگر نقاشی، صحافی، آرایشگری، حتی میخانه‌داری».[۱۸۱]

اولین ناشرها از برکت روابط اجتماعی‌شان با دیگر صنعتگرها، کمبود کتاب برای چاپ و مشتری برای خرید کتاب نداشتند. «انبوهی از کتاب‌های خودآموز و رساله‌های فنی» در ده‌ها هزار نسخه بیرون آمدند:

> بیش‌ترین شمارگان از این خودآموزها را دفترچه‌های راهنمایی داشتند که به آن‌ها Kunstbuchlein (کتابچه‌های مهارت‌آموزی) می‌گفتند و از اوایل دهه‌ی ۱۵۳۰ در شهرهای مختلف آلمان به بازار آمدند. این کتابچه‌ها، که ابتدا به صورت چهار جزوه‌ی جداگانه منتشر شدند، آناً تبدیل به آثار پرفروشی شدند.... این آثار همه بدون امضا بودند و آن‌ها را خود ناشرها تدوین می‌کردند. ناشران معروفی از قبیل کریستیان اِگِنولف[1] آن‌ها را از روی یادداشت‌های کارگاهی، از منابع شفاهی و از روی رساله‌های «تجربی» گوناگون تألیف می‌کردند.[۱۸۲]

والتر هرمان ریف[2]

تقریباً در همین زمان، طبقه‌ی جدیدی از نویسندگان، که والتر هرمان ریف (حدود ۱۵۰۰ـ۱۵۴۸) در رأس آن‌ها بود، «نوع تازه‌ای از آثار علمی به وجود آوردند.» ریف که عطاری آموخته بود، «پرکارترین و سرشناس‌ترین علمی‌نویس آلمان»

1. Christian Egenolff 2. Walther Herman Ryff

شد. او با این‌که دانشگاه نرفته بود، لاتینی می‌دانست و از آن برای ترجمه‌ی آثار علمی کهن به آلمانی استفاده می‌کرد. منابعی که او برای تألیفات خودش به کار می‌برد، عبارت بودند از «طبیبان تجربی، جراحان پیشه‌ور، عرق‌کش‌ها، کحال‌ها، و معلم‌های حساب».[۱۸۳]

کتاب‌های ریف «سهم بزرگی در نشر اطلاعات علمی بین مردم آلمان داشتند»، هرچند نظام دانشگاهیِ آن‌ها را آثاری «مبتذل» می‌دانست.[۱۸۴] اما او دلسرد نمی‌شد؛ می‌نویسد: «خوب می‌دانم که این اثر و دیگر آثار من، که به زبان آلمانی برای مردم عادی به چاپ سپرده‌ام، خشم و سرزنش بسیاری از علما را بر سرم هوار کرده‌اند.»[۱۸۵]

نوع نگاه ریف به مخاطبش نشان می‌دهد که او خلق اثری در زمینه‌ی «علم مردم» را آگاهانه انجام می‌داد:

> این وجیزه را برای افراد تحصیل‌کرده نوشته‌ام؛ آن‌ها خودشان این فن را می‌دانند. آن را برای آن کله‌پوک‌های نادانی هم نوشته‌ام که مغزشان فقط به درد این می‌خورد که آخور خوک از آن بسازی. برای پاپتی‌های شریف باایمانی نوشته‌ام که به فضل خدا تا امروز از من کمک و راهنمایی خواسته‌اند. بعضی از آن‌ها دستشان به من نمی‌رسد چون از این‌جا دورند، یا فقر نمی‌گذارد که به داد خودشان برسند و باری از دوششان بردارند.[۱۸۶]

آن‌جا که ریف می‌گوید ــ و بارها هم می‌گوید ــ که برای مردم عادی می‌نویسد، به‌زعم ایمون می‌توانیم فرض کنیم که نظرش به «کارگر و استادکار، بازرگان، دکان‌دار و عده‌ی روزافزونی از زنان هم هست. ریف مردم عادی را باسواد ولی بدون سواد دانشگاهی در نظر می‌گیرد؛ مردمی که آلمانی می‌دانند اما لاتینی نه». با وجود این، مخاطبان ریف دقیقاً پایین‌ترین قشرهای اجتماعی‌ـ‌اقتصادی نیستند. اگرچه او توصیه‌های فراوانی برای دوا و درمان فقرا دارد، «آن‌ها را خوانندگان اصلی کتاب‌هایش نمی‌داند و البته آن‌ها هم معمولاً پول خرید کتاب را نداشته‌اند. او بیش‌تر تمایل به عرضه‌ی راهنمایی‌های پزشکی برای عطارها و جراح‌ها و شفاگرها دارد... که فقرا را ممکن است آن‌ها درمان کنند».[۱۸۷]

پالیسی[1] سفالگر

برنار پالیسی، به نوشته‌ی جورج سارتون، یکی از دو زمین‌شناس برجسته‌ی دوره‌ی رنسانس بود.[۱۸۸] سارتون می‌نویسد که او «بعد از لئوناردو داوینچی، بهترین نماینده‌ی مردان علمی است که دانشگاهی نبودند و دانش خود را نه از کتاب‌ها بلکه در دامان طبیعت به دست آوردند».[۱۸۹] دو کتاب علمی خود پالیسی از باارزش‌ترین آثار نویسندگان صنعتگرند.

پالیسی حدود سال ۱۵۱۰ در یک خانواده‌ی روستایی فرانسوی به دنیا آمد.[۱۹۰] از نوجوانی شاگرد استادی شیشه‌بر شد و بعد شروع به ساخت شیشه‌های رنگی کرد. در ۱۵۳۹ شغل دیگری داشت و مساحی می‌کرد. کمابیش در همین زمان یک فنجان چینی به قدری نظر او را به خودش جلب کرد که دیوانه‌وار درصدد فراگیری ساخت اشیای ظریف سفالی برآمد. درحالی‌که تقریباً هیچ از سفالگری نمی‌دانست، شروع به آزمایش با مواد مختلف کرد تا این‌که، پس از شانزده سال، بر کار مسلط شد و سرانجام از بزرگ‌ترین هنرمندان سفالگر دوره‌ی رنسانس شناخته شد. ساخته‌های او که rustiques figulines (سفال‌های روستایی) نام گرفتند توجه ملکه‌ی مادر، کاترین دو مدیچی، را جلب کردند و او پالیسی را طراح رسمی ظروف چینی دربار نامید.

پالیسی از رهگذر آزمایش‌هایی که برای دستیابی به «لعاب کامل» انجام داد، اطلاعات تجربی وسیعی در زمینه‌ی شیمی به دست آورد:

> او حدود ۳۰۰ مخلوط را آزمایش کرده و انواع گِل و ماسه را با قلع، سرب، آهن، فولاد، آنتیموان، سولفات مس، خاکستر تارتار، مردارسنگ، سنگ پریگور (منگنز) و غیره ترکیب کرده بود. هنر سفالگری به آزمایش‌های فیزیکی هم نیاز داشت. سفالگر باید می‌فهمید که کوره‌اش چقدر حرارت می‌خواهد و مواد باید با چه سرعتی داغ شوند و بعد خنک شوند. پالیسی نمک‌های بسیاری را می‌شناخت و می‌دانست که نمک محلول با نمک جامد از زمین تا آسمان فرق می‌کند.[۱۹۱]

1. Bernard Palissy

نمونه‌ای از ظروف سفالی برنار پالیسی.

هرچند پالیسی شهرت و ثروتش را از سفالگری به دست آورد، علایق علمی بسیار گسترده‌تری داشت. او «نه‌فقط به دکان‌های صنعتگران سر می‌زد بلکه سرِ زمین‌های کشاورزان هم می‌رفت. هر گوشه‌ای از طبیعت برایش جالب بود، دشت‌ها و جنگل‌ها، کوه‌ها و دره‌ها، چشمه‌ها و رودها». اولین کتاب او، **رهنمود حقیقی**[1] (۱۵۶۳)، «معجونی از نظرها و اطلاعات درباره‌ی کشاورزی و زمین‌شناسی، شیمی و کانی‌شناسی، فلسفه و کلام و جز این‌هاست که از یک‌سو تجربه‌ی وسیع او را نشان می‌دهد و از سوی دیگر این نکته را که او هرگز تحصیلات رسمی نداشته است».[۱۹۲] کتاب دوم او، **گفتارهای ستودنی** (۱۵۸۰)، از لحاظ تنوع موضوعات علمی از اولی خیره کننده‌تر است: «فلسفه، زمین‌شناسی، دیرین‌شناسی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، مهندسی، آب‌شناسی، شیمی، فیزیک، پزشکی، کیمیاگری، فلزکاری، کشاورزی، کانی‌شناسی، مومیاگری، سم‌شناسی، هواشناسی و سفالگری.»[۱۹۳]

چشمگیرتر از وسعت معلومات پالیسی، مخالف‌خوانی بی‌پرده‌ی او در مورد مراجع علمی رسمی روزگارش بود؛ چنان‌که نوشت:

1. *Recepte véritable*

می‌دانم که بعضی‌ها به ریشم می‌خندند و می‌گویند محال است کسی که لاتین نمی‌داند چیزی از طبیعت سرش بشود؛ می‌گویند گستاخی است که چیزی بنویسم برخلاف نظر آن‌همه فلاسفه‌ی بزرگ قدیم که از طبیعت نوشته‌اند. ... می‌دانم که عده‌ای هم ظاهر را می‌بینند و می‌گویند تو صنعتگر یک‌لاقبا را چه به این حرف‌ها؛ و با این اظهاراتشان سعی می‌کنند نوشته‌های مرا مضر جلوه بدهند.[۱۹۴]

راست می‌گفت. مترجم کتابش می‌نویسد آن زمان

که ابراز تردید در حجیت علم قرون وسطایی داشت تازه نرم‌نرمک شروع می‌شد، چنین طرز فکری مثل پتک بر سر دکترهای علامه‌ی دانشگاه پاریس فرود می‌آمد. ریش‌سفیدها از این بی‌حرمتی خونشان به جوش می‌آمد و خیلی از استادان فلسفه، قیم‌مآبانه، برای این سنت‌شکن بی‌شرم پاپتی شاخ و شانه می‌کشیدند.[۱۹۵]

اما پالیسی هم ککش نمی‌گزید و دست از تحقیر کتاب‌های «حاصل تخیل کسانی که به عمرشان کار نکرده‌اند» و تأکید بر تقدم عمل بر نظر برنمی‌داشت و هشدار می‌داد که

مواظب باشید گول حرف کسانی را که می‌گویند و معتقدند که عمل از نظر به وجود می‌آید نخورید. آن‌هایی که این چیزها را تعلیم می‌دهند اشتباه می‌کنند که می‌گویند انسان کاری را که می‌خواهد بکند اول باید در ذهنش مجسم کند و بعد دنبالش برود. ... اگر نظریه‌ای که یک فرمانده نظامی در سرش دارد عملی بود، او هیچ‌وقت جنگ را نمی‌باخت. من برخلاف نظر کسانی که این حرف به تریج قبایشان برمی‌خورد، می‌خواهم بگویم که آن‌ها همه‌ی نظریه‌های دنیا را هم در سرشان داشته باشند نمی‌توانند یک کفش، حتی یک پاشنه‌ی کفش، با آن‌ها بسازند.[۱۹۶]

اما نه این مخالف‌خوانی علمی بلکه دگراندیشی دینی بود که برای پالیسی گران تمام شد. او پیرو فرقه‌ی اوگِنی بود و در ۱۵۸۸ که فرانسه دچار جنگ داخلی شد

پالیسی در طرف بازنده گیر افتاد. در باستیل به زنجیرش کشیدند و همان‌جا در ۱۵۹۰ از دنیا رفت.

آرای علمی پالیسی چندان تأثیر آنی‌ای در علم نداشتند؛ حتی در فرانسه، «چون به کتاب‌های دانشگاهی راه پیدا نکردند».[۱۹۷] بیش‌تر از صد سال گذشت تا این‌که دانشمندانی در قرن هجدهم، از جمله آنتوان دو ژوسیو[1] و برنار دو فونتنل[2] و رنه آنتوان رئامور[3]، به ارزش آن‌ها پی بردند.[۱۹۸] ولی کار پالیسی نمودار آن شور علمی در صنایع است که، یک نسل بعد، آن تأثیر شگرف را در فرانسیس بیکن بر جای نهاد.[۱۹۹]

هیو پلات

هیو پلات (۱۵۵۲-۱۶۰۸)، که پدرش آبجوساز پردرآمدی در لندن بود، با تحصیلات عالی‌اش در کمبریج در زمره‌ی نخبگان شهری قرار می‌گیرد، اما درعین‌حال او نماینده‌ی یک نوعِ انتقالی بین صنعتگر-نویسندگان محض و اشراف علمیِ بیکنی است. درحالی‌که بیکن و پیروانش خواهان کسب دانش صنعتگرها بدون ازبین‌بردن فاصله‌ی طبقاتی خودشان با آن‌ها بودند، پلات ابایی از بالازدن آستین‌ها و پرداختن به کارهای یدی صنعتگران نداشت.

پلات درس وکالت خواند، اما عشق عجیبی به فلسفه‌ی طبیعی پیدا کرد. او که تقریباً ده سال بزرگ‌تر از بیکن بود در تحصیلات دانشگاهی روزگارشان چیز باارزشی ندید و «همه‌ی وقت آزادش را صرف آزمایش‌ها و اختراعاتش در کشاورزی و گل‌پروری و شیمی کرد». ولی زود به معایب کار انفرادی پی برد و درصدد جلب همکاری صاحبان مشاغل برآمد. از آهنگرها ذوب فلز را آموخت و «با باغبان‌ها و کشاورزان مکاتبه کرد و از چهارگوشه‌ی انگلستان اطلاعات کشاورزی و گل‌پروری گرد آورد».[۲۰۰]

پلات ده کتاب بر اساس کارهای تجربی خودش و اطلاعاتی که خرده‌خرده از اهل فن گرفته بود انتشار داد. علاوه بر این آثار، او کتاب قطوری هم از دست‌نوشته‌هایش باقی گذاشته است. این یادداشت‌های او، که در کتابخانه‌ی

1. Antoine de Jussieu 2. Bernard de Fontenelle 3. René-Antoine Réamur

مرکزی بریتانیا نگهداری می‌شوند، اسناد بی‌نظیری برای مورخان اجتماعی‌اند، زیرا پلات، برخلاف گیلبرت و اغلب نویسندگان اعیان‌زاده‌ی دیگر، از زحمتکشانِ مأخذ اطلاعات خودش نام برده است. یکی از مورخان، دِبورا هارکنِس[1]، یادداشت‌ها را کاویده و اسامی حدود ۱۷۰۰ نفر پیشه‌ور را در آن‌ها پیدا کرده که پلات اطلاعاتش را از آن‌ها گرفته بوده است.[۲۰۱]

کار پلات را نباید طلایه‌دار بی‌رمقی از کار بیکن تلقی کرد، چراکه در واقع انگیزه‌ای بسیار قوی برای فلسفه‌ی علم بیکن بوده است. هارکنس با دلیل و مدرک می‌گوید که آثار بیکن بعضاً واکنشی در برابر نویسندگانی از قماش پلات بوده‌اند. بیکن با آگاهی از نیروی بالقوه‌ی دانش فنی‌ای که پلات و امثال او گردآوری می‌کردند، مراقب بود که این دانش بی‌توجه به پیامدهای سیاسی‌اش منتشر نشود، بلکه در خدمت منافع طبقه‌ی حاکم قرار بگیرد که او نماینده‌اش بود.[۲۰۲] همان‌طور که از عناوین آثار پلات برمی‌آید (پرفروش‌ترین آن‌ها دو کتاب گنجینه‌ی هنر و طبیعت[2] و تحفه‌هایی برای خانم‌ها جهت زینت خودشان و سفره و صندوق‌خانه و خُم‌خانه‌شان[3] بودند)، مخاطبان آن‌ها عموم مردم بودند نه اهالی «جمهوری قلم». بیکن قصد داشت که دانش نو را به فرمان‌برداری از نخبگان فکری وادارد تا بتواند نیروی آن را مهار کند.

بیکن در مقابل پاراسلسوس

مخالفت کلی بیکن با استقلال در دانش‌اندوزی را شاید بتوان بهتر از همه‌جا در شیوه‌ی برخورد او با حرکتی دید که پاراسلسوس آغاز کرد؛ حرکتی که باعث تغییری انقلابی در علم شیمی و علم پزشکی شد. نفوذ پاراسلسوس رقیبی برای نفوذ بیکن در جلب روشنفکران و نخبگان اقتصادیِ غیرروحانی شد. هرچند بیکنیسم سرانجام جریان فکری اصلی انقلاب علمی شد، چالش پاراسلسوس ــ که از بسیاری جنبه‌ها حرکتی در قالب «علم مردم» بود ــ حکم جریان مخالف عمده را پیدا کرد.

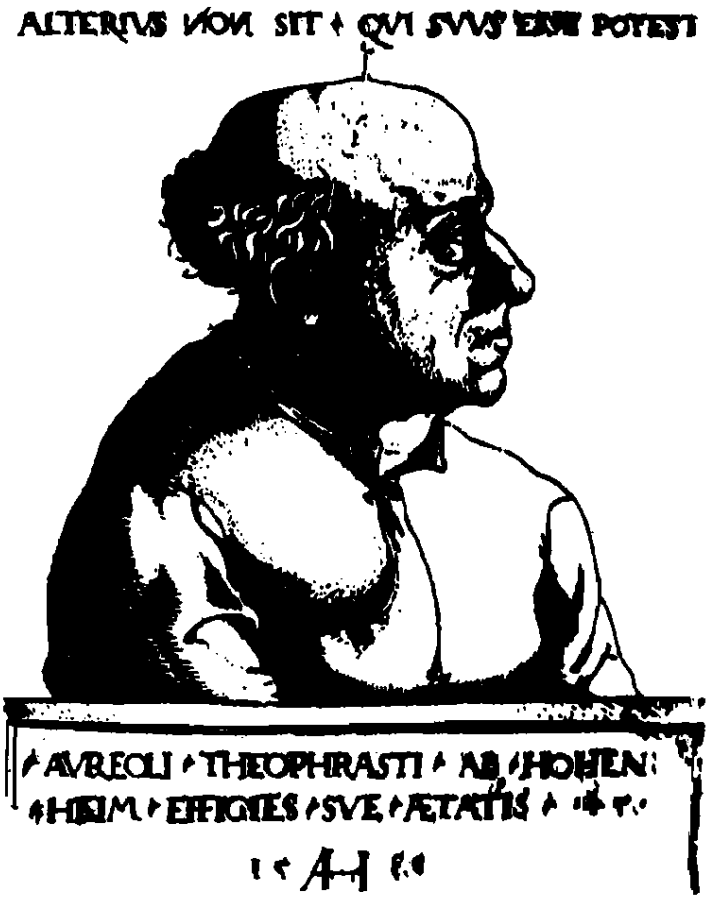
شخص صاحبِ نام این حرکت یعنی پاراسلسوس[۲۰۳] انسانی نامتعارف بود که

1. Deborah Harkness 2. *Jewell House of Art and Nature*
3. *Delights for Ladies, to Adorn Their Persons, Tables, Closets, and Distillatories*

گرایش‌اش به کارهای برجسته، هرجا که می‌رفت، بحث‌انگیز می‌شد و به سنت‌شکنی‌های پزشکی او ابعادی می‌داد که چشم‌پوشی از آن‌ها ناممکن بود. این «لوترِ پزشکی» آب‌های راکد نظری را به تلاطم درمی‌آورد و مطالعه و کار طبابت را، ضمن ایجاد انگیزه برای آن، دوقطبی می‌کرد.

بیکن و پاراسلسوس هر دو به دنبال اصلاح علم بودند، ولی جواب‌های مختلف آن‌ها برای مسئله از انگیزه‌ها و نگرش‌های انحصارطلبانه‌ای آب می‌خورد. درحالی‌که بیکن دانش فنی را ماده‌ی خامی برای بهره‌برداری اهل علم می‌دید، پاراسلسوس

> روش کار صنعتگر را بهترین حالت تحصیل علم می‌دانست، چون صنعتگر مستقیماً با اجسام طبیعت کار می‌کرد. پاراسلسوس این کار و تجربه‌ی بی‌واسطه در طبیعت را موجب ارتقای روحی و فکری صنعتگر به مقامی بالاتر از مقام عالم دانشگاهی می‌پنداشت.[۲۰۲]



پاراسلسوس.

پاملا اسمیت می‌نویسد با این‌که پاراسلسوس خودش عالم دانشگاهی نبود، «اولین کسی در فرهنگ اروپایی بود که بیانی عالمانه به فهم فنی از جهان مادی داد. خدمتی که بیکن کرد تنظیم فنی ساختار علمی بود که اطراف او موج می‌زد»، ولی «چون بیکن برای صنعتگر و مکانیک‌دان سهمی در فلسفه‌ی اصلاح‌شده قائل نبود، سرمشق فیلسوفان خودخوانده‌ی جدید شد».[۲۰۵]

بیکن «خرده‌فرهنگ نجبای پیوریتن (طرفدار کالوَن) و کشاورز و پیشه‌ور» را از لحاظ سیاسی خطرناک می‌دید، چون پشتوانه‌ی آن «تألیفات طبی پاراسلسوس بود که تأکید داشت علم شفا در دست طبیبان و روحانی‌های دانشگاه‌رفته نیست بلکه از تجربه‌ی بی‌واسطه‌ی طبیعت برمی‌خیزد.... بیکن چنان این نظر را ویرانگر یافت که بخشی از فلسفه‌ی طبیعی خود را در پاسخ به آن بنا کرد».[۲۰۶]

> همسویی کاملی بین آرای پاراسلسوس و نهضت افراطی اصلاحات دینی وجود داشت. اصلاح‌طلبان تندرو قدیسانی خودخوانده بودند، معروف به آناباپتیست‌ها، که در رستگاری خود تردید نداشتند و ادعا می‌کردند که چون بندگان برگزیده‌ی خداوندند،... نیازی به مفسران زمینی ندارند. در نتیجه گاه تا بدان‌جا پیش می‌رفتند که... به نام عدالت و برابری اجتماعی به مرجعیت رسمی می‌تاختند. برای مثال دهقانان آلمانی با الهام از همین اندیشه‌ی انقلابی در ۱۵۲۵ سر به شورش علیه کشیشان و ملاکان برداشتند و «قیام دهقانی» بزرگ را پدید آوردند.[۲۰۷]

در این مبارزه‌ی سرنوشت‌ساز، پاراسلسوس جانب دهقانان را گرفت. نظر انقلابی او در مورد فلسفه‌ی طبیعی را ضمن حمله‌ی شدیدش به نخبگان روحانی و پزشکی می‌بینیم. در آن‌جا او آن‌ها را این‌گونه توصیف می‌کند:

> مغرور و حریص، ورشکسته در مغز و قلب. آن‌ها با تظاهر به داشتن علمی که ندارند فقرا را استثمار می‌کنند. مردم عادی از نظر روحی و فکری از سران جامعه سرند. اگر بزرگانْ خودشان را اصلاح می‌کردند، خوب بود که به دهقان و صنعتگر متوسل می‌شدند... تا شناختی حقیقی از طبیعت به دست می‌آوردند.[۲۰۸]

پاراسلسوس و پاراسلسیان

پاراسلسوس خود را مردی از میان مردم می‌دید که علیه سلطه‌ی دیرینه‌ی پزشکان ثروتمند گوساله‌پرستی که عوام‌الناس را فریب می‌دادند قیام کرده است. سبک بیان پرطمطراق (بُمباستیک[۲۰۹]) و ستیزه‌جویانه‌ی او برایش دشمن می‌تراشید، ولی مخالفت کینه‌توزانه‌ای که در برابر او شکل گرفت علت اصلی‌اش بیزاری از آرای نامتعارف و رفتار ناپسند او نبود. کارهای او تهدید آشکاری برای موقعیت اجتماعی و اقتصادی عالمان و عاملان طبِ رسمی بود.

پاراسلسوس کوتاه‌زمانی امکان آن را پیدا کرد که از درون به جنگ نظام پزشکی حاکم برود. به علت توفیقی که در معالجه‌ی ناشر پرنفوذ، یوهان فروبین[1]، به دست آورد، در ۱۵۲۶ از او دعوت شد ــ و قبول کرد ــ که طبیب مخصوص شهر بازل و استاد دانشگاه آن شود. او از این کرسی‌ها برای حملات جانانه به طب دانشگاهی استفاده کرد و در ۱۵۲۷، در اقدامی نمایشی برای تحقیر مراجع طب قدیم، نسخه‌ای از کتاب قانون ابن‌سینا را که متن درسی اصلی طب جالینوس بود در برابر دیدگان همگان به داخل آتشی که به مناسبت عید یوحنای حواری افروخته بودند افکند. شیرین‌کاری او نامش را بیش از پیش بر سر زبان‌ها انداخت، ولی البته طولی نکشید که به عمر اشتغال او در دانشگاه هم پایان داد و بعد از آن او تا پایان زندگی، طبیب فقیر دوره‌گردی شد که افکار مخالفش را همه‌جا جار می‌زد.

استادان نخبه‌ی دانشکده‌های پزشکی نیروهای سیاسی خود را بسیج کردند و با حذف او از همایش‌های دانشگاهی و جلوگیری از انتشار آثارش توانستند نفوذ او را محدود کنند. هرچند تلاش پاراسلسوس برای براندازی طب جالینوسی با موفقیت زیادی در زمان حیات او همراه نبود، قیام روحیه‌بخش او مریدان وفادار معدودی به دست آورد که بعد از مرگ او پیامش را پیش بردند.

تأثیر پاراسلسوس در تاریخ ناچیز می‌ماند، اگر نبود کوشش‌های مشترک جمع خستگی‌ناپذیری که آرمان او را در نسل‌های بعد از مرگش زنده نگاه داشتند. تاریخ پاراسلسیان گواه دیگری بر این مدعاست که علم ــ از جمله «علم متفاوت» یا «علم مردم» ــ اجتماعی رشد می‌کند و فرآورده‌ی نبوغ‌های تنها نیست.

1. Johann Frobin

پاراسلسیانیسم ابتدا نهضت فقرا بود، اما بعد با جذب اعضای باسواد پرنفوذ از چارچوب اولیه‌ی خود بیرون زد. دو سه دهه بعد از مرگ پاراسلسوس در ۱۵۴۱، پیروان او مثل قارچ از زمین روییده بودند. علاوه بر شفاگران کیمیاگر دوره‌گردی که هسته‌ی نهضت را تشکیل می‌دادند، پزشکان برجسته‌ای مانند آدام فون بودنشتاین[1] و یوهانِس هوزِر[2] نیز به آن پیوسته بودند. بودنشتاین خود را این‌گونه توصیف می‌کرد: «اولین پزشکی که با مدرک دانشگاهی به عقاید صائب و صادقانه‌ی تئوفراستوس [پاراسلسوس] روی آورد و علناً از آن‌ها دفاع کرد.»(۲۱۰) پتروس سِورینوس[3]، پزشک سرشناس پادشاه دانمارک، تعالیم پاراسلسوس را با جان و دل پذیرفت و در ۱۵۷۱ به علاقه‌مندان واقعی شناخت طبیعت توصیه کرد:

> هرچه دارید بفروشید، زمین، خانه، لباس، جواهر. کتاب‌هایتان را بسوزانید. به‌جای آن‌ها کفش‌های آهنی برای خودتان بخرید و سر به بیابان بگذارید و دره‌ها و صحراها و ساحل‌ها و همه‌ی سوراخ‌سمبه‌های زمین را بگردید. دقت کنید به تفاوت‌های جانوران، فرق‌های گیاهان، انواع سنگ‌ها، خواص و طرز پیدایش هر چیزی که هست. از مطالعه‌ی موشکافانه‌ی نجوم و فلسفه‌ی زمینی دهقانان خجالت نکشید. دست آخر، زغال بخرید و کوره بسازید و دقیق شوید و بدون ترس با آتش کار کنید. از این راه و فقط از این راه است که به شناختی از اشیا و خواص آن‌ها می‌رسید.(۲۱۱)

پاراسلسوس و معدنچی‌ها

آرای طبی و اجتماعی پاراسلسیان سخت متأثر از ارتباط مادام‌العمر پیشوای آن‌ها با معدن‌ها و معدنچی‌ها بود. البته رابطه‌ی پاراسلسوس با آن‌ها یک‌طرفه نبود؛ او خیلی از اطلاعاتش در مورد طبیعت را از معدنچی‌ها می‌گرفت و در عوض به بیماری‌های آن‌ها رسیدگی می‌کرد. مخصوصاً یکی از تألیفات او به اسم درباره‌ی بیماری معدنچی‌ها و دیگر امراض آن‌ها[4] گواه این توجه اوست. این اثر، به‌خصوص

1. Adam von Bodenstein 2. Johannes Huser 3. Peter Severinus
4. *Von der Bergsucht und anderen Bergkrankheiten*

در حکم نخستین نمونه‌ی چیزی که بعدها «طب کار»[1] نام گرفت، حائز اهمیت است: «اولین رساله‌ی پزشکی‌ای که یک بیماری شغلی را شناسایی می‌کند و اسلوبمندانه به آن می‌پردازد.»[۲۱۲]

آشنایی پاراسلسوس با طب و معدن از طریق پدرش صورت گرفت، ویلهلم بمباست فون هوهنهایم[2] که پزشکی بود در یک روستای فقیر سوییس. در ۱۵۰۲ که پاراسلسوس نُه سال بیش‌تر نداشت، خانواده به دهکده‌ی ویلاخ در ولایت کارینتیای اتریش نقل مکان کرد و نوشته‌اند پدرش آن‌جا به کیمیاگری روی آورد و در کنار آن به تدریس در یک آموزشگاه معدن‌کاری پرداخت که خانواده‌ی بانکدار فوگر[3] در هوتنبرگ[4] دایر کرده بودند.

پاراسلسوس خود از کودکی آغاز به کار در معدن‌های نزدیک ویلاخ کرد و سپس در نوجوانی سر از معدن‌های فوگرها در حوالی شوارتس درآورد.[۲۱۳] بعدها هم که پزشکی دوره‌گرد شد باز گهگاه این‌جا و آن‌جا در معدن‌ها کار می‌کرد. در کتاب جراحی کبیر[5] خود می‌گوید که از ۲۰ تا ۲۵ سالگی در استخدام کارخانه‌ی ذوب آهنی در شوارتس بوده است. «در سفرهایی که به دانمارک و سوئد و بعدها به مایسن و مجارستان کرد، اطلاعاتی درباره‌ی معدن‌های این کشورها به دست آورد.» در ۱۵۳۷ یک بار دیگر «به صنعت معدن پیوست، چون مدیریت معادن فوگر برای سرپرستی متالورژی آن‌جا از او دعوت به کار کرد».[۲۱۴]

گویا پاراسلسوس کمی تحصیلات دانشگاهی در فِرّارا و یحتمل جای دیگری داشته است، ولی میزان آن را نمی‌دانیم. «معلوم نیست او پزشکی را کجا خوانده و دکتری‌اش را از کجا گرفته ــ اگر اصلاً گرفته باشد. احتمالاً مقدمات طب را از پدرش آموخته است.»[۲۱۵] اگر لاتین می‌دانسته، سندی از آن در دست نیست. قدر مسلم این‌که «از زبان آلمانی برای حمله‌ی سیاسی بی‌امان به استبداد زبان لاتین که در نظام پزشکی اعمال می‌شد استفاده کرد».[۲۱۶] زمانی‌که در دانشگاه درس می‌داد، نه به لاتین بلکه به آلمانی، گویش سوییسیِ آلمانی، تدریس می‌کرد. شاید چون در محیط‌های معدنی بزرگ شده بود و انسی با محیط‌های علمی نداشت، غیر از این نمی‌توانست باشد؛ اما همین هم باعث تحریک

1. occupational medicine 2. Wilhelm Bombast von Hohenheim 3. Fugger
4. Hutenberg 5. *Von der Grossen Wundarzney*

همکارانش می‌شد. مثل این بود که امروزه دکتری به زبان لاتی صحبت کند. از طرفی هم حکم افشای اسرار حرفه‌ای را داشت. لاتین زبانی رمزی بود برای جلوگیری از رسیدن علم به دست مردمی که شایسته‌ی آن به شمار نمی‌رفتند یا امکان داشت از آن سوءاستفاده کنند.[۲۱۷]

اوقاتی که پاراسلسوس در معدن‌ها می‌گذراند او را در معرض پیشرفته‌ترین دانش متالورژی روزگارش قرار می‌داد. تأثیر آن را در پزشکی نظری و عملی او هم می‌بینیم: ویژگی طب پاراسلسوس استفاده‌ی دارویی از فلزات بود. طب سنتی تقریباً یکسره تکیه به داروهای گیاهی داشت. هرچند پاراسلسوس اولین کسی نبود که از روش‌های شیمیایی در پزشکی و از مواد فلزی در داروسازی استفاده کرد، در بحث بین «علفی‌ها» و «فلزی‌ها» بی‌گمان در رأس گروه دوم قرار می‌گیرد.

فنون متالورژی که پاراسلسوس در معدن‌ها و کارگاه‌های ذوب فلزات آموخت شالوده‌ی دانش کیمیاگری او را فراهم کرد و این دانش بستر نظریه‌های پزشکی او را به وجود آورد. از نظر پاراسلسوس، هدف مشخص علم کیمیا نه تبدیل فلزات پایه به طلا بلکه تبدیل فلزات به داروهای سودمند بود. درحالی‌که اطبای سنتی مواد کمیابی را با هم مخلوط می‌کردند و معجون‌های عجیب و غریبی از آن‌ها می‌ساختند، پاراسلسوس عکس این کار را می‌کرد؛ ترکیب را از راه‌های کیمیایی به ساده‌ترین جزء آن، اسطقس آن، تقلیل می‌داد که به‌زعم او در آن فقط ماده‌ی طبی فعال باقی می‌ماند. طبق اصل هومئوپاتی (شبیهْ شبیه را علاج می‌کند)، داروی مؤثر برای علاج کل بیماری‌های کارگران معادن سرب را می‌توان از تقلیل (احیای) سرب به دست آورد، داروی امراض نقره را از نقره، و الی آخر.

دفاع او از اصل هومئوپاتی، که از اصول عقاید شفاگران عامی بود، از اشتیاق او به فراگیری از آن‌ها و استفاده از نکات مهم دانش آن‌ها در نظام پزشکی‌اش حکایت می‌کرد. طب جالینوسی برعکس به اصل «علاج‌به‌ضد» اعتقاد داشت. مثلاً برای بیمار تب‌داری که طبعش «گرم و خشک» بود، پزشک جالینوسی دارویی تجویز می‌کرد که مرکب از مواد «سرد و مرطوب» بود.

پاراسلسوس دین خودش را به طب عوام پنهان نمی‌کرد، چنان‌که می‌نویسد: «طبیب نباید به آن دانش محضی که در دانشگاه آموزش می‌دهند بسنده کند؛ باید از

پیرزن‌ها، مصری‌ها و این‌جور اشخاص هم بیاموزد، چون این‌ها بیش‌تر از همه‌ی دانشگاهیان دنیا تجربه دارند.»[۲۱۸] او اطلاعاتش را «نه‌فقط از دکترهای دانشگاهی، بلکه همچنین از سلمانی‌ها، دلاک‌ها، پزشکان دانشمند، پیرزن‌ها، شعبده‌بازها (که خودشان اسم هنرشان را «جادوی سیاه» می‌گذارند)، از کیمیاگرها در دخمه‌ها، از بزرگ‌زادگان، مردم عادی، از تیزهوشان و ساده‌اندیشان»[۲۱۹] می‌گرفت.

اگر با حساسیت‌های امروزی به تألیفات فلسفی و کیمیایی پاراسلسوس نگاه کنیم، بسیاری از آن‌ها را مرموز و «غیرعلمی» می‌بینیم. بخشی از این را می‌شود ناشی از لزوم حفظ اسرار حرفه‌ای دانست و مقداری را به سبب این‌که در زبان آلمانیِ سوییسیِ قرن شانزدهم هنوز واژگان علمی رسایی به وجود نیامده بود و او اغلب چاره‌ای جز این نداشت که به‌مرور برای خودش واژه‌سازی کند. اما علت عمده‌ی آن برمی‌گشت به بینش فلسفی پیشامدرن او که با نگرش امروزی ما زمین تا آسمان تفاوت دارد. با این‌همه، هرچه هم که انگیزه‌ها و طرز بیان او به نظر خواننده‌ی امروزی نامأنوس باشد، باز او و پیروانش بی‌تردید سالکان طریق گسترش شناختشان از طبیعت بودند.

محتوای مشخص طب پاراسلسوس تا حد زیادی منسوخ شده است، اما تأکید آن بر اهمیت شیمی در پزشکی خدمتی ماندگار بود. مهم‌تر از همه این‌که حمله‌ی مستقیم آن به سنت جالینوسی نقش انکارناپذیری در بازکردن راه برای روش‌های درمانی متفاوت داشت که بدون آن‌ها رشد طب امروزی عملی نمی‌شد.

طبیبان، جراحان، عطارها و شیادها

یک نکته‌ی مهمی که پاراسلسوس را از جامعه‌ی پزشکی طرد کرد اصرار او بود بر این‌که «جراح نمی‌شود طبیب نباشد»، حال آن‌که در قوانین این حرفه از قدیم بر جدایی جراحی از پزشکی تأکید شده بود.[۲۲۰] روی پورتر می‌نویسد که «درمانگران از قرون وسطا صنفشان را به صورت هرمی در نظر گرفته بودند که اطبا در بالای آن جای داشتند، جراحان و عطارها نزدیک قاعده‌اش بودند و شفاگران در حاشیه‌اش قرار می‌گرفتند یا متهم به شیادی می‌شدند».[۲۲۱]

در روزگار جالینوس، اطبا جراحی را به چشم حقارت می‌نگریستند و آن را هنری دستی می‌شمردند؛ اما در ۱۱۶۳، زمانی‌که پزشکان نخبه همه روحانی بودند

و حرف کلیسا قانون بود، شورای کلیسای تور[1] با اعلام این‌که «کلیسا خون نمی‌ریزد» به جدایی جراحی از پزشکی رسمیت بخشید. این جدایی ــ «که به ضرر هر دو رشته تمام شد» ــ هفت قرن دوام آورد.[۲۲۲]

پاراسلسوس یگانه مخالف این تقسیم‌بندی تحمیلی در پزشکی نبود. آندرئاس وسالیوس نامدار هم که معاصر او بود می‌نالید که «فن مداوا چه مصیبت‌بار به تفرقه دچار آمده است» و ایراد می‌گرفت از «دکترهایی که به اسم طبابت خودفروشی می‌کنند» و پزشکی‌ترین کارها را می‌گذارند برای «کسانی که به آن‌ها جراح می‌گویند و به چشم نوکرانشان به آن‌ها نگاه می‌کنند». او «دکترهای نازک‌طبع» را متهم می‌کرد به این‌که «از کارکردن با دستانشان عار دارند» و بنابراین «هر عملی را که باید بر روی بیمار انجام بدهند به نوکرانشان می‌سپارند و خود کنار می‌ایستند».[۲۲۳]

به‌رغم این اعتراض‌ها، پزشکی و جراحی تا «عصر انقلاب» در اواخر قرن هجدهم از هم جدا ماندند. «یکی از خدمات بزرگ انقلاب کبیر فرانسه ازبین‌بردن جدایی بین پزشک و جراح و سپس ایجاد یک جامعه‌ی پزشکی متحد بود.» در این میان، انقلاب امریکا هم همین کار را کرده بود. «جدایی زشت بین پزشک و جراح هرگز [در امریکا] پا نگرفت.... بی‌شک یکی از علل برتری جراحی امریکا در اوایل همین بود.»[۲۲۴] به این ترتیب پزشکی جدید در بوته‌ی انقلاب اجتماعی شکل گرفت.

در دوران انقلاب علمی، نحوه‌ی آموزش و سازماندهی جراح‌ها و عطارها نشان می‌داد که کار آن‌ها کاری فنی تلقی می‌شود:

> در غالب نقاط اروپا جراحی هنوز به شیوه‌ی استاد-شاگردی آموخته می‌شد و تشکیلات صنفی داشت. در لندن صنف جراحان استادکار در سال ۱۳۶۸ تأسیس شد؛ فرقه یا صنف سلمانی‌های لندن منشورش را در ۱۴۶۲ از دست ادوارد چهارم گرفت؛ و در ۱۵۴۰ به موجب قانونی که به تصویب مجلس رسید، صنف جراحان در صنف سلمانی‌ها ادغام شد و اتحادیه‌ی سلمانی-جراح‌ها به وجود آمد.

1. Tours

عطاری‌های انگلستان در ۱۶۰۷ شعبه‌ای از صنف بقالی‌ها شدند، اما در ۱۶۱۷ اجازه پیدا کردند تشکیلات مستقل خود را ایجاد کنند.[۲۲۵]

و پایین‌تر از سلمانی-جراح‌ها و بقال-عطارها در سلسله‌مراتب تشکیلات پزشکی،

> انواع و اقسام متخصصان آزادْ کارهایی را انجام می‌دادند ــ گاهی کاملاً تخصصی ــ که معمولاً صنفی‌ها انجام نمی‌دادند. اعضای این گروه، که چشم‌پزشک و دندان‌پزشک و سنگ‌مثانه‌کش و مرهم‌گذار از جمله‌ی آن‌ها بودند، باید با پرداخت وجهی از صنف‌ها اجازه‌ی کار می‌گرفتند.[۲۲۶]

اما این «دکترهای تجربی» و شفاگران عامی هم دست‌کم به اندازه‌ی پزشکان نخبه به کارشان وارد بودند. تامس هابز تنها کسی نبود که می‌گفت «ترجیح می‌دهم دوا و درمانم را از پیرزن باتجربه‌ای بگیرم که با مریض‌های زیادی سر و کار داشته، تا از پزشک درس‌خوانده‌ای که هیچ تجربه‌ی کاری ندارد».[۲۲۷] ارزش اجتماعی این درمانگران بی‌صنف با تصویب قانونی در عهد هنری هشتم به رسمیت شناخته شد. طبق این قانون، «اشخاص درستکار مختلف، اعم از مرد و زن، که خداوند به ایشان علم به طبیعت، نوع و تأثیر بعضی علف‌ها، ریشه‌ها و آب‌ها و استفاده و استعمال آن‌ها برای مبتلایان به امراض رایج را عطا فرموده است»،[۲۲۸] تحت حمایت قانونی قرار گرفتند. حتی مدت‌ها بعد، در سال ۱۷۸۴، جان بِرکِنهوت[1] می‌گوید: «هزار و یک حقیقت انکارناپذیر برای من جای تردید باقی نمی‌گذارند که حرفه‌ی رسمی فعلی طب در انگلستان بی‌نهایت برای جان رعایای اعلی‌حضرت زیانبار است. من کار پیرزن‌ها را ترجیح می‌دهم، چون آن‌ها با وسایل تیز بازی نمی‌کنند و اقلام قوی **موادِ دارویی**[2] را نمی‌شناسند.»[۲۲۹]

منظور برکنهوت از وسایل تیز و داروهای قویْ اتکای زیاد پزشکان نخبه به «مداخلات دلیرانه» [= پرخطر] از قبیل شوک‌درمانی بود که معمولاً بیش‌تر آسیب می‌رساند تا سود. حجامت و تنقیه با مقدار زیادی کالومل[3] (کلرور جیوه) از اولین روش‌های درمانی طب سنتی حتی در قرن نوزدهم بودند. (حجامت به‌وسیله‌ی

1. John Berkenhout 2. Materia Medica 3. Calomel

رگ‌زدن یا زالوانداختن را پزشک **تجویز می‌کرد**، سلمانی یا جراح- سلمانی **انجام می‌داد**.) ولی با همه‌ی درد و اضطرابی که این روش‌های خشن در بیمار تولید می‌کردند، اثر شفابخش یا تسکین‌دهنده‌ی آن‌ها تقریباً صفر بود. اگر معالجاتی که شفاگران بی‌سواد انجام می‌دادند از راه‌های درمانی پزشکان دانشگاه‌رفته تأثیر بیش‌تری داشت، به این علت بود که اولی‌ها از اعمال دلیرانه‌ی مضر پرهیز می‌کردند و اجازه می‌دادند طبیعت کار خودش را بکند. عجیب نبود که بیماران ــ از همه‌ی طبقات جامعه ــ اغلب به سراغ «پیرزن‌ها» می‌رفتند که داروها و روش‌های ملایم‌تری داشتند.

جراح‌ها ــ مخصوصاً آن‌هایی که آرزو داشتند روزی به جرگه‌ی نخبگان بپیوندند ــ مداخلات دلیرانه‌ی دیگری به‌جز رگ‌زدن هم داشتند. در فرانسه‌ی قرن شانزدهم، سنت جراحی را علمای «جامعه‌ی جراحان سَن‌کاسمه» نمایندگی می‌کردند. روش متداول برای بندآوردن خونْ سوزاندن جای زخم با میل آهنی داغ بود. برای زخم گلوله از روش دردناک دیگری استفاده می‌کردند: سوزاندن با روغن داغ. نظریه‌ی پشت این روش‌های خشن از این باور نادرست آب می‌خورد که باید «سموم» را دفع کرد و مانع از گندیدن گوشت اطراف زخم شد. خوشبختانه یک جراح ارتش فرانسه به اسم آمبرواز پاره[1] توانست آن نظریه را رد کند.

پاره در ۱۵۱۰ به دنیا آمد. پدرش سلمانی-جراح بود و او شاگرد پدر شد. سپس با مهارتی که در مقام جراح ارتش در میدان‌های جنگ از خود نشان داد، مورد لطف شاه قرار گرفت و در ۱۵۵۲ جراح مخصوص هانری دوم شد. چند سال بعد، «جراحان نخبه‌ی کالج سن‌کاسمه ناچار شدند این سلمانی را که زبان لاتین هم نمی‌دانست به میان خود بپذیرند».(۲۳۰)

اتفاق مبارکی که باعث شد پاره به تأثیر روش سوزاندن شک کند در ۱۵۳۶ افتاد، سال‌ها پیش از ترقی او. در اولین سفرش با ارتش فرانسه روغن مخصوص سوزاندنش تمام شد و برای بستن زخم‌های سربازان از «مخلوط زرده‌ی تخم‌مرغ و گلاب و تربانتین» استفاده کرد. روز بعد با تعجب دید کسانی که با این مرهم ملایم زخم‌بندی شده بودند به‌مراتب از سربازانی که زخمشان با روغن سوزانده شده بود

1. Ambroise Paré

وضع بهتری دارند. او می‌نویسد: «آن‌وقت با خودم عهد کردم دیگر هیچ بنده‌ی خدایی را که تیر خورده است آن‌طور بی‌رحمانه نسوزانم.»[۲۳۱]

پاره با همین دید به مخالفت با شیوه‌ی سنتیِ سوزاندن برای جلوگیری از خون‌ریزیِ بعد از قطع عضو برخاست. تصور دردِ بریدن عضو بدون بیهوشی برای ما دشوار است؛ مجسم کنید که بلافاصله بعدش هم جای آن را با میل داغ بسوزانند. پاره توانست ثابت بکند که با بستن دقیق رگ‌ها دیگر نیازی به سوزاندن نیست.

پاره هم مثل پاراسلسوس احساس می‌کرد که از طب عامیانه خیلی چیزها می‌شود آموخت. یک بار اشراف‌زاده‌ای از او خواستار درمان سوختگی «شاگردآشپز»ش شد که در دیگ روغنِ تقریباً جوشانی افتاده بود. پاره به مغازه‌ی عطاری رفت و آن‌جا به «پیرزنی روستایی» برخورد. پیرزن طرز ساخت مرهمی از پیاز و نمک را به او یاد داد و پاره آن را به تن پسربچه مالید و از تأثیر آن در کاهش تاول‌ها حیرت کرد.[۲۳۲]

یک نوآوری بزرگ دیگر در جراحی قرن شانزدهم را درمانگری سوییسی به نام یاکوب نوفِر انجام داد که منزلت اجتماعی پاره را نداشت. نوفر چون از راه اخته‌کردن احشام گذران زندگی می‌کرد، مهارت بسیاری در کار با چاقو داشت. اولین عمل سزارین بر روی مادری زنده در حول و حوش سال ۱۵۰۰ به نام نوفر ثبت شده است. سزارین را در روم باستان همیشه بر روی زن باردار مرده انجام داده بودند، چون قانون تجویز می‌کرد که مادر و جنین جدا از هم دفن شوند. خوک‌اخته‌کن سوییسی یک کودک زنده از شکم مادر زنده بیرون آورد و گفته‌اند که زنُ فرزندان دیگری هم به دنیا آورد و ۷۷ سال زندگی کرد.[۲۳۳] پیروزی نوفر زیاد تکرار نشد و آن‌قدر هم که شد به کمک بخت و اقبال بود، تا قرن بیستم که ضدعفونی‌کردن معمول شد؛ اما اهمیتش در آن بود که نشان می‌داد جراح در شرایط آرمانی به چه هدفی می‌تواند امید ببندد.

تا تقریباً سیصد سال بعد هم پیشرفت‌های مهم در جراحی هنوز در دور از انتظارترین جاها به دست می‌آمد. در مارس ۱۷۹۳، تامس کروسو[1] و جیمز ترندلی[2]، دو جراح دولت استعماری بریتانیا در پونای هند، شاهد جراحی

1. Thomas Cruso 2. James Trindlay

پلاستیک موفقیت‌آمیز یک آجرپز بی‌اصل و نسب بر روی گاوران بدبختی بودند که بینی‌اش را بریده بودند. کروسو و ترینذلی گزارشی در مورد عمل به همراه نمودارهایی منتشر کردند. «آجرپز بی‌نام و نشان، به گزارش جراحان انگلیسی، با روشی که آن‌ها به عمرشان بهتر از آن ندیده بودند یک عمل فوق‌العاده‌ی پیوند پوست و بازسازی بینی انجام داده بود. در اروپا از آن اقتباس شد و روش هندی نام گرفت.» آجرپز احتمالاً بی‌سواد بود و روشش «ظاهراً مستقل از کار پزشکان تحصیل‌کرده آموخته شده بود». (۲۳۴)

هومئوپات‌ها، هیدروپات‌ها و تامسونی‌ها

تنش بین نظام پزشکی و طب متفاوتی که می‌خواست جانشین آن شود تا مدت‌ها بعد از «انقلاب علمی» هم ادامه پیدا کرد. در قرن‌های هجدهم و نوزدهم صنف پزشکی متعارف بیش‌تر از پیش کوشید که با ادعای مالکیت انحصاری طب علمی، حساب خود را از حساب درمانگران نامتعارف جدا کند. ولی «کم‌تر پیشرفت علمی‌ای در قرن هجدهم توانست مستقیماً دردی را درمان کند». برای همین «سهم خالص پزشکان در تسکین و علاج بیماران از مقدار ناچیزی تجاوز نکرد». از اواخر قرن نوزدهم، علم شروع به دقت در علل بیماری‌ها کرد، اما هنوز قادر به مداوای آن‌ها نبود. «در نیم قرنِ بعد از ۱۸۸۰ پزشک از عهده‌ی تشخیص علمی بیماری برمی‌آمد ولی هنوز توانایی درمان آن را نداشت.» ادعاهای علمی پزشکان سنتی با ناتوانی عملی آن‌ها جمع می‌شد و «جریان‌های مخالفی به وجود می‌آورد که در واقع واکنش‌های عوامانه‌ای در برابر نخبگان بودند». (۲۳۵)

یکی از اولین نشانه‌ها پرفروش‌شدن کتاب‌های ارزانی مثل **قفسه‌ی داروی فقرا**[1] (۱۷۹۱) بود که اصول طب نخبگان را در دسترس توده‌های مردم قرار می‌داد. در انگلستان **طب خانگی**[2] ویلیام باکَن[3] به بازار آمد (۱۷۶۹)؛ در فرانسه **راهنمای پزشکی همگانی**[4] ساموئل تیسو[5] (۱۷۶۱)؛ و در مستعمرات امریکای شمالی **هر کس دکتر خودش**[6] (دهه‌ی ۱۷۳۰) از جان تِنِت[7]. «کتاب باکن، مثل بسیاری از این آثار،

1. *The Poor Man's Medicine Chest* 2. *Domestic Medicine* 3. William Buchan
4. *Avis au people sur la santé* 5. Samuel Tissot 6. *Every Man His Own Doctor*
7. John Tennent

پیام تندی داشت. او که خودش پزشک درس‌خوانده‌ای بود نظام پزشکی را انحصارطلب می‌دانست. هدفش گشودن درهای طب به روی همگان بود و از مردم‌سالاری در پزشکی به‌عنوان یکی از حقوق بشر دفاع می‌کرد.»[۲۳۶]

یک تحول تندتر به‌وجودآمدن جریان‌هایی اجتماعی بود که مانند سلفشان، پاراسلسیان، نه‌فقط طب سنتی بلکه پایه‌ی نظری آن را هم مورد حمله قرار می‌دادند. از میان فرقه‌های طب متفاوت، «الهام‌بخش و پیشکسوت» هومئوپاتی بود. به‌محض این‌که ساموئل هانِمان[1] نظریه‌ی پزشکی تازه‌اش را در لایپزیک اعلام کرد، «دانشکده‌ی لایپزیک و عطارها با عصبانیت خواستار ممنوعیت کار او شدند و سپس او هرجا که رفت با کارشکنی نخبگان روبه‌رو شد».[۲۳۷] ولی هانمان ایستادگی کرد تا این‌که در پاریس مردم را قدرشناس دید. در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، هومئوپاتی در اروپا و امریکا مقبولیت بسیار پیدا کرد. «طبقات میانه و بالا به این طب معتدل هجوم آوردند و آن را راه نجاتی از دست تنقیه‌های دردناک و داروهای سمّی و حجامت‌های مهلک طب سنتی دیدند.»[۲۳۸]

بعد از توفیق هومئوپاتی، جریان‌های دیگری هم در طب متفاوت پیدا شدند که درمان‌های ملایم‌تری را با استفاده از نیروهای شفابخش طبیعت عرضه می‌کردند. یکی از آن‌ها هیدروپاتی (آب‌درمانی) بود که کشاورز شفاگری در سیلزیای اتریش به نام وینسنت پریس‌نیتس[2] در دهه‌ی ۱۸۲۰ مطرح کرد. او یک حمام آب معدنی باز کرد و از فواید طبی نوشیدن مقادیر زیادی آب سرد، شناورکردن بدن در آب سرد و گرفتن دوش آب سرد داد سخن داد. هرچند آب‌درمانی در آغاز به بهانه‌ی این‌که غیرعلمی است با مخالفت طب سنتی روبه‌رو شد، سرانجام حمایت وسیع پزشکان عادی و دانشمندان نامداری از قبیل چارلز داروین را به دست آورد.

فرقه‌های طبی اروپایی بیش‌ترین توفیق را در امریکا پیدا کردند؛ بنابراین طبیعی بود که انواع محلی آن‌ها هم در امریکا به وجود بیاید. اولین آن‌ها تامسونیسم بود، یک «جریان طبیِ مردمی» که بانی آن، سمیوئل تامسون[3]، «دکترهای کتابی» را با داروهای شیمیایی خرواری‌شان به باد انتقاد گرفت. تامسون که همه‌ی اطلاعاتش از علف‌ها را مدیون «یک پیرزن» بود، استفاده از داروهای گیاهی را تبلیغ می‌کرد.[۲۳۹]

1. Samuel Hahnemann 2. Vincent Priessnitz 3. Samuel Thomson

دو جریان امریکایی پرنفوذ دیگر اُستئوپاتی (استخوان‌درمانی) و کایروپراکتیک (مشت‌مالی) بودند که اولی را دکتر آندرو تِیلر استیل[1] در ۱۸۷۴ در ایالت میسوری و دومی را دانیل دیوید پالمر[2] در ۱۸۹۵ در آیووا معرفی کرد.

یک تاریخ جامع علم طب مردم نه‌فقط این سنت‌شکنی‌های بزرگ بلکه کوچک‌ترهای ازیادنرفتنی را هم ملحوظ می‌کند. چالش‌هایی که در چارچوب طب متفاوت در قرن نوزدهم صورت گرفتند روی‌هم‌رفته باعث بهبود طب «علاج‌به‌ضد» نخبه‌گرا شدند. علاج‌به‌ضدیون یا آلوپات‌ها نمی‌توانستند رقیبان محبوبشان را به‌سادگی نادیده بگیرند؛ ازاین‌رو یک همگرایی اتفاق افتاد. بسیاری از پزشکان سنتی تک‌تک تسلیم باورهای نو شدند و در مقابل، برخی از نوآورها هم در ازای برخورداری از اعتبار علمی با نظام پزشکی رسمی کنار آمدند. وقتی «طب علمی» عاقبت از دخالت‌های قهرمانانه‌ی زیان‌آورش ــ که همیشه در آستین داشت ــ دست کشید، عامل تغییر یافته‌های علمی تازه نبود، بلکه رقابت فرقه‌های طب متفاوت بود.

آگریکولا[3]، بیرینگوتچو[4] و معدنچی‌ها

دراین بین، باز اگر به قرن شانزدهم برگردیم، گذشته از پاراسلسوس به کسان دیگری هم برمی‌خوریم که برای شناخت طبیعت از معدنچیان الهام می‌گرفتند. کتاب درباره‌ی فلزات[5] گئورگ باوِر[6] «یکی از متون علمی بزرگ»[۲۴۰] شناخته شد. باوِر که در تاریخ با صورت لاتینی نامش آگریکولا شهرت دارد [باوِر در آلمانی و آگریکولا در لاتین به معنی «کشاورز» است]، صنعتگر-نویسنده نبود؛ دکتری در طب بود که یونانی و لاتینی در دانشگاه تدریس می‌کرد.[۲۴۱] اما کتاب معروف او در زمینه‌ی متالورژی، که در ۱۵۵۶ به زبان لاتینی منتشر شد، وجودش را مرهون اطلاعاتی است که او از تماس مستقیم با معدنچی‌ها و فلزکاران و از نوشته‌های قدیمی‌تر غیردانشگاهیان به زبان‌های بومی خودشان به دست آورد.

1. Andrew Taylor Still 2. Daniel David Palmer 3. Agricola
4. Vannoccio Biringuccio 5. *De re metallica* 6. Georg Bauer

یک مأخذ مهم برای آگریکولا کتاب درباره‌ی پیروتکنیک[1] (۱۵۴۰) از وانّوتچو بیرینگوتچو بود که آن را «اولین متن درسیِ جامع» در زمینه‌ی متالورژی شناخته‌اند. به قول یک نویسنده‌ی تاریخ علم، «با نظر به قدمت دیرینه‌ی متالورژی» قابل توجه است که اثری مثل کتاب بیرینگوتچو «تا سال ۱۵۴۰ به وجود نیامده بود. البته علتش ساده است: متالورژیست‌ها کارگر یا حداکثر صنعتگر بودند که یا نوشتن نمی‌دانستند یا در قید آن نبودند، درحالی‌که اهل علم هم در قید متالورژی نبودند».[۲۴۲]

بیرینگوتچو دانشگاه نرفته بود. او «یک متخصص و کارخانه‌دار بود و در دوره‌ی رنسانس آموزش رسمی برای این‌جور آدم‌ها وجود نداشت؛ خودش باید در کارگاه‌های فنی یا هنری تعلیم می‌دید».[۲۴۳] البته رساله‌ی ایتالیایی او هم کاملاً بی‌سابقه نبود و دست‌کم دو کتاب کوچک آلمانی در این زمینه در بازار وجود داشت. «اولین کتاب چاپی در رشته‌ی معدن»، با عنوان یک کتابچه‌ی مفید درباره‌ی معدن[2]، بین سال‌های ۱۵۰۵ و ۱۵۱۰ منتشر شد. «این اثر به زبان ساده اطلاعات و وسایل مورد نیاز معدن‌جویان، سنگ‌های فلزات هفت‌گانه، مکان‌ها و همجواری‌های آن‌ها و مانند آن را معرفی می‌کند.» اثر دیگر کتابچه‌ی عیارسنجی[3] (۱۵۲۴) بود «برای استفاده‌ی همه‌ی سکه‌زن‌ها، عیارگیرها، زرگرها، معدنچی‌ها و دلالان فلزات». مؤلف ناشناس آن «معلوم است که مردی باتجربه ولی کم‌سواد بوده».[۲۴۴]

آگریکولا درباره‌ی فلزات را از نوع اقتصاد وطنش الهام گرفت. «شهرهای آلمانی‌ای که او بیش‌تر زندگی‌اش را در آن‌ها گذراند ــ یوئاخیمستال، کِمنیتس، فرایبرگ و غیره ــ همه مراکز معدنی بودند. این یکی از علل کنجکاوی فراوان او در مورد زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و مقولات فیزیکی و شیمیایی مربوط به آن‌ها بود.» اما او چون خودش تجربه‌ی مستقیم در متالورژی نداشت، اطلاعات کتابش را از کسانی گرفت که در این زمینه تجربه داشتند.

در واقع او از روی دست بیرینگوتچو و همین‌طور از روی کتاب‌های آلمانی کوچکی که در دوره‌ی او درمی‌آمدند می‌نوشت. از کتاب‌های راجع‌به

1. *De la pirotechnia* 2. *Eyn Nützlich Bergbüchlein* 3. *Probierbüchlein*

کیمیاگری هم با این‌که آن را به دیده‌ی خواری و بدگمانی نگاه می‌کرد زیاد استفاده برد. با این‌همه، مأخذ عمده‌ی اطلاعات او سنت کار بدنی‌ای بود که به چشم خودش در آلمان دیده بود و سنت شفاهی‌ای که به گوش خودش شنیده بود.[۲۲۵]

A, B—Two furnaces. C—Tap-holes of furnaces. D—Forehearths. E—Their tap-holes. F—Dipping-pots. G—At the one furnace stands the smelter carrying a wicker basket full of charcoal. At the other furnace stands a smelter who with the third hooked bar breaks away the material which has frozen the tap-hole of the furnace. H—Hooked bar. I—Heap of charcoal. K—Barrow on which is a box made of wicker work in which the coals are measured. L—Iron spade.

روش‌های ذوب فلزات. تصویری از کتاب درباره‌ی فلزات آگریکولا.

آگریکولا اعتراف می‌کند که وقت بسیاری را صرف «بازدید از معدن‌ها و ریخته‌گری‌ها» و «صحبت با داناترین معدنچی‌ها» کرده‌است.[۲۴۶] او در گفت‌وگویی تحت عنوان برمانوس[1] که در ۱۵۳۰ انتشار داد نقش اول را به یک «معدنچی فرهیخته» به نام لورنتس بِرمان[2] محول کرد.[۲۴۷] جورج سارتون درباره‌ی آگریکولا می‌نویسد: «او از برکت معاشرتش با کارگرها گرایش تجربی پیدا کرد و دانش معدنچی‌ها و ریخته‌گران و آهنگران معاصرش را با همه‌ی وضوحی که از عهده‌اش برمی‌آمد بیان کرد و روش‌ها و ترفندهای کارشان را توضیح داد.»[۲۴۸]

خدماتی هم که یک قرن بعد رنه دکارت و پیروانش در زمینه‌ی فلزشناسی انجام دادند، و «یک متالورژیست فیزیکی معاصر» آن را «تقریباً آینده‌نگرانه» توصیف می‌کند، به همین ترتیب حاصل تماس مستقیم با صنعتگران بود. «احتمالاً دکارت چند صباحی را پای کوره‌ی آهنگری گذرانده بود، چون در نامه‌ای به مارتین مِرسِن[3] در ۹ ژانویه‌ی ۱۶۳۹ از آب‌دادن فولاد صحبت می‌کند.»[۲۴۹] وانگهی «توضیحی که او در کتابش، اصول فلسفه[4] (۱۹۴۴)، درباره‌ی ساختن فولاد می‌دهد فقط ممکن است نوشته‌ی کسی باشد که شکل حبه‌ای آهن ورزیده‌ای را که از ذوب چدن خام در آتش کوره به دست می‌آید به چشم دیده باشد».[۲۵۰]

نقش معدنچی‌ها در پیشبرد علم مواد تا بعد از قرون شانزدهم و هفدهم هم ادامه پیدا کرد و گواهش سهم آن‌ها در «شیمی جدید» است که به نام آنتوان لوران لاووازیه پیوند خورده است. چنان‌که تئودور پورتر[5] می‌نویسد، «یکی از بنیادی‌ترین دستاوردهای شیمی قرن هجدهم، یعنی عرضه‌ی تعریف تحلیلی از عناصر ساده،» برخاسته از «تجربه‌ی دیرینه‌ی معدنچی‌ها و عیارگیرها» بود. لاووازیه و همکارانش «مفروضات تحلیلیِ عملی معدنچی‌ها را در قالب مجموعه‌ای از اصول سودمند برای شیمی تجربی و نظری» ریختند. آن‌ها «از مفهوم عملی عنصر ساده، که عیارگیرها و کانی‌شناس‌ها مطرح کرده بودند، به‌عنوان روشی تجربی برای تثبیت مبانی نظریه‌ی شیمی استفاده کردند».[۲۵۱]

1. *Bermannus* 2. Lorenz Berman 3. Marin Mersenne 4. *Principia philosophiae*
5. Theodore Porter

سرچشمه‌های صنعتی فرهنگ علمی جدید

تامس اسپرات[1]، از مبلغان برجسته‌ی علم جدید در قرن هفدهم، به دانشمندان توصیه می‌کند که «سادگی ریاضی»ای را یاد بگیرند که صنعتگران و کسبه و روستایی‌ها با آن مقصود خودشان را بیان می‌کنند: «صحبت صمیمانه و بی‌پیرایه و طبیعی.»[۲۵۲] اما چیزی که این ساده‌گوها می‌گفتند از طرز گفتنش به‌مراتب مهم‌تر بود. کتاب‌هایی که صنعتگر-نویسنده‌ها می‌نوشتند «فقط محمل‌هایی منفعل برای انتقال داده‌های خام به فیلسوفان طبیعی نبودند؛ حاملان بینش‌ها و ارزش‌هایی هم بودند که نقش تعیین‌کننده‌ای در ایجاد فرهنگ علمی در اوایل عصر جدید داشتند».[۲۵۳] ارزش‌گذاری مثبت بر کار تجربیِ مسلم بود، ولی نگرش‌های تازه‌ی دیگری هم وجود داشت. برخی از آن‌ها، که اغلب به‌غلط به فرانسیس بیکن نسبت داده می‌شوند، عبارت بودند از این‌که علم مظهر **پیشرفت** است؛ علم **سودمند** است و می‌تواند **سود همگانی** داشته باشد؛ و این‌که علم کاری **اشتراکی و دسته‌جمعی و دامنه‌دار** است.

همان‌طور که این نظر از بیکن نبود که اهل علم می‌توانند اطلاعاتشان را از صنعتگرها و مکانیک‌دان‌های خرده‌پا بگیرند، غالب نوآوری‌های فلسفی‌ای هم که معمولاً به او نسبت داده می‌شوند از او نبودند. آرای او همه تعلق به خود او نداشتند، اما او موفق‌ترین ناقل آن‌ها به دانشمندان نخبه‌ی نسل‌های بعد بود و برای همین کارش می‌توان پایه‌گذاری اسلوبمند علم جدید را به او نسبت داد.

ولی آرمان‌های به‌اصطلاح بیکنیِ بنیادینی مثل سودمندبودن و سود همگانی داشتن دستاوردهای علمی، که امروزه بدیهی فرض می‌شود، پیش از بیکن هم مطرح بودند. این آرمان‌ها پیش‌تر

> در رساله‌های متعددی از استادان صنعتگر، مثل نگارگران و ابزارسازان و تفنگ‌سازان، بیان شده بودند. چه‌بسا نویسندگان می‌نوشتند که مایل‌اند رساله‌های آن‌ها در پیشبرد صنعت همکارانشان مؤثر افتد. این گونه گفته‌ها ریشه‌های اجتماعی آرمان امروزی پیشرفت را نشان می‌دهند ــ ولو به گوش امروزی پیش‌پاافتاده جلوه کنند. اما نباید از یاد ببریم که در تألیفات

1. Thomas Sprat

کلاسیک، مدرسی و اومانیستی ... چنین اظهاراتی در مورد ضرورت ارتقای تدریجی علم وجود ندارد.[۲۵۴]

مفهوم علم «در حکم فرآورده‌ی همکاری‌ای برای هدف‌های غیرشخصی، همکاری‌ای که در آن همه‌ی دانشمندان گذشته و حال و آینده شرکت دارند» یکی دیگر از آرای بنیادینی است که معمولاً به بیکن نسبت می‌دهند. به نوشته‌ی زیلسل

> امروزه این معنا کمابیش بدیهی شمرده می‌شود. اما هیچ عالم برهمن، بودایی، مسلمان یا کاتولیک، هیچ عالم کنفوسیوسی یا اومانیست دوره‌ی رنسانس، هیچ فیلسوف یا خطیب دوران باستان از این معنا خبر نداشت. این مفهوم یک ویژگی خاص روح علمی و تمدن معاصر غرب است.[۲۵۵]

ولی سفارش بیکن به همکاری علمی «چیزی نبود جز تعمیم روش همیشگی کار [صنعتگرها]». هرچند این مفهوم «به نظر می‌رسید که اولین بار در آثار فرانسیس بیکن کاملاً پخته شده باشد»، در نهایت «مانند بسیاری دیگر از عناصر روش علمی جدید از استادان صنعتگر قرون پانزدهم و شانزدهم» اقتباس شده بود.[۲۵۶] تعجب نداشت که بیکن رنگی نخبه‌گرایانه به آن زد. او در رساله‌ی اتوپیایی‌اش، آتلانتیس نو، تصورش را از نهاد آرمانی علم در آینده تشریح کرد. «کاخ سلیمان» خیالی او نشان می‌دهد که او طبیعت اشتراکی کار علمی را خوب می‌فهمد، اما شکل همکاری پیشنهادی بیکن بازتاب آن طبقه‌بندی اجتماعی است که او آن را وحی منزل تلقی می‌کرد:

> بیکن در برنامه‌ای که برای اصلاح فلسفه‌ی طبیعی داشت تأکیدش بر تقسیم کار و سلسله‌مراتب مسئولیت بود. گرچه او تردیدی نداشت که توفیق کارش در گرو همکاری یاریگران بسیار بود، این یاریگران از دو نوع متفاوت بودند: انبوهی کارگر ساده و مشتی «مفسر طبیعت». ... سازماندهی کار در «کاخ سلیمان» به‌خوبی نشان‌دهنده‌ی اعتماد بیکن به تشکیلات دیوانی است. این‌جا کار دستیاران متعدد در تحت نظارت «برادران» نخبه‌ای بود که تدبیرِ «تجربه‌ها [= آزمایش‌ها]» فقط برعهده‌ی آنان بود، نتایج را آن‌ها می‌سنجیدند، علم اصول طبیعت را آن‌ها کشف و تصاحب می‌کردند و آنگاه

فـناوری‌های سـودمندی بـرای دولت (در درجـه‌ی اول) یـا بـرای مـلت می‌اندیشیدند.[۲۵۷]

علم جدید بیکن مستلزم وجود نخبگان علمی جدید هم بود. صنعتگری کـه دانش پایه را فراهم می‌آورد نباید نقش دیگری هم در تولید یـا تـصدی عـلم پـیدا می‌کرد. به گواهی رصدخانه‌های معروف تیکو براهه در جزیره‌ی دانمارکی وِین[1]، حتی پیش از این‌که بیکن خواستار آن بشـود، سـازماندهی پـژوهش‌های عـلمی صورت سلسله‌مراتبی داشت. بعد از آن هم آزمـایشگاه رابـرت بـویل حکـایت از پیشبرد آگاهانه‌ی علم اشرافی بر طبق تجویز بیکن می‌کرد.

تیکو براهه و «دستیاران» او

کسانی که استدلال ریاضی را جوهر انقلاب علمی می‌دانند، علم نجوم را هم محور آن می‌شناسند. هرچند برجسته‌ترین ویژگی نظریه‌ی کپرنیک تعویض طرح ریـاضی زمین‌مرکز با الگوی خورشیدمرکز بود، پیروزی نهایی این نظریه را فقط شالوده‌ی تجربی نیرومندی می‌توانست تضمین کند: رصد طولانی و دقیق اجرام آسمانی.

یوهانس کپلر «قوانین» مشهورش را که از مدارهای سیارات بـیانی ریـاضی به دست می‌دادند، با اندازه‌گیری توان‌فرسای مواضع سـیارات پـیدا کـرد. افـتخار تولید اطلاعاتی که کپلر بـه کـار بست هـمیشه بـه تـیکو بـراهـه داده مـی‌شود کـه بنیان‌گذار پیشرفته‌ترین مؤسسه‌ی تحقیقاتی نـجوم در عـصر پـیش از تـلسکوپ بود، ولی براهه کار را تنها انجام نـداد. هـرچـند او سـازمان‌دهنده‌ی اصـلی بـرنامه بود، ده‌ها صنعتگر فوق‌ماهر در سـاخت ابـزارهـای دقـیق او و انـدازه‌گـیری‌هایی که زمینه‌ی کامیابی کپلر را فراهـم آوردنـد مشـارکت داشـتند. از دیـدگاه «تـاریخ علم مردم»، جای خوشوقتی است کـه گـرچـه خـود بـراهـه «هـرگز نـامی از ایـن صنعتگرها یا حتی تـخصص‌های آن‌هـا نـبرد»،[۲۵۸] جـان رابـرت کـریسچنسون[2] در کتابش به کمک‌های بسیاری از مردان و زنـانی کـه در اسـتخدام بـراهـه بـودند اشاره کرده است. او به «سرگذشت دسـتیاران تـیکو بـراهـه» مـی‌پردازد تـا نشـان

1. Hven 2. John Robert Christianson

بدهد که «کار گروهی... برای تولد علم جدید ضرورت داشت».[۲۵۹]

یکی از عوامل تشخص تاریخی براهه طبقه‌ی اجتماعی ممتاز او بود:

> از میان انبوه جزئیاتی که پس‌زمینه‌ی شخصی، اجتماعی، فرهنگی و فکریِ توفیق علمی تیکو براهه را تشکیل می‌دهند یک حقیقت انکارناپذیر این است که او یک براهه به دنیا آمد، یعنی نه‌فقط اشراف‌زاده بلکه متعلق به آن بخش کوچکی از طبقه‌ی اشراف دانمارک که در طول تاریخ همواره نقش‌های مهمی در مدیریت و حاکمیت و حفظ کشور ایفا کرده بود.[۲۶۰]

مؤسسه‌ی پژوهشی براهه با هدیه‌ی هنگفت حامی او، فردریک دوم پادشاه دانمارک، تأسیس شد. ۲۳ مه‌ی ۱۵۷۸ فردریک مادام‌العمر «کل جزیره‌ی وِین را نقداً با همه‌ی سکنه‌ی زارعان و رعایای شاه و تمام درآمدها و حقوق سلطنت، مفت و مجانی» به تیکو داد و او عملاً ارباب ۱۸۵۰ جریب جزیره شد.[۲۶۱] به‌جز این، شاه یک کمک نقدی کلان هم برای تأمین هزینه‌ی ساختمان رصدخانه‌ها به او داد.

کریسچنسون می‌نویسد: «تیکو براهه نفوذش را برای تغییر زندگی صدها نفر به‌سمت هدفی که مهم می‌دانست به کار انداخت، یعنی به‌سمت فهم تازه‌ای از کیهان.» نخست «مقام اربابی به او اجازه می‌داد که از کار کشاورزان وین به‌رایگان استفاده کند». به این ترتیب، «دویست کشاورز جزیره‌ی وِین، با صدها نفر دیگر در املاک تیکو در اسکونه، شِلان و نورفیور، و در املاک پدری‌اش در کنوتستورپ، به خدمت علم درآمدند». سکنه‌ی وِین تبدیل شدند از «کشاورز زمیندار به مستأجر و رعیت؛ و طبیعتاً با همه‌ی وجود مقاومت کردند». در مورد زمینی که او تصمیم گرفت آن‌جا «تیولش را، با کاخ و باغ و حیاط و اصطبل و مزارعش، دایر کند... روشی که تیکو براهه به کار بست عبارت بود از مصادره‌ی بخشی از اراضی مشاع دهکده». البته این اراضی خودشان دوسوم جزیره بودند.[۲۶۲]

اما رتق و فتق امور املاک او نیاز به چند نفر و چه افرادی داشت؟ فهرست دقیقی از دست‌اندرکاران آن وجود ندارد، ولی مشابهش منزل دخترعموی او سوفی آکسلسداتر براهه[1]

1. Sophie Axelsdatter Brahe

یک کشیش، تعدادی معلم سرخانه، میرزابنویس، پرستار بچه، خدمتکار زن و مرد، یک سرآشپز، چند نفر کمک‌آشپز، نانوا، آبجوساز، باغبان، یک خیاط، یک دگمه‌ساز، عده‌ای نگهبان، کالسکه‌ران، پیشکار، سرپرست، شیردوش، ماهیگیر، انگورچین، آهنگر و کارگر و کشاورز در داخل املاکش داشت. غیر از این‌ها، سوفی آکسلسداتر براهه و شوهرش خیلی‌وقت‌ها زرگر و ساعت‌ساز و باسمه‌چی و صحاف و نقاش و قفسه‌ساز و تفنگ‌ساز و عطار و نساج و کفاش و زین‌دوز و توربافو و طناب‌باف و چرخ‌ساز و سفالگر و آجرپز و بام‌ساز و چوب‌بر و آهک‌پز و زغال‌ساز و... هم استخدام می‌کردند.[۲۶۳]

براهه برای ساخت و نگهداری قلعه‌های اورانیبورگ و استیرنبورگ، که محل رصدخانه‌ها و آزمایشگاه‌های کیمیای او بودند، نیاز به عده‌ی زیادی متخصص داشت. «سنگ‌کار، شیشه‌بر، قفسه‌ساز، نقاش، تذهیب‌کار و صنعتگران دیگر با کارگرها و شاگردهایشان به جزیره‌ی تیکو آمدند.»[۲۶۴]

شهرت علمی براهه تا حد زیادی در گرو مجموعه‌ای از ابزارهای نجومی ابتکاری و فوق‌العاده بزرگ بود:

نخست، یک کوادران یا ربع بزرگ (به شعاع ۱۵۵ سانتی‌متر) با پایه‌ی مفصلیِ ساچمه‌ای که با آن می‌توانستند فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی حداکثر ۹۰ درجه دور از هم در آسمان را اندازه بگیرند. بعد، یک ربع سمت‌یاب فولادی با قوس برنجی که بیش‌تر از شش پا (۱۹۴ سانتی‌متر) شعاعش بود.... دیگر... یک سِکستان دوشاخه‌ی بزرگ (به شعاع ۱۵۵ سانتی‌متر) ولی به‌دردنخور برای دو رصد توأمان؛ یک سکستان سه‌گوش عالی به همان بزرگی؛ یک کمان چاک‌دار دقیق برای رصد همزمان اجرام نزدیک؛ یک ربع دیواری عظیم (به شعاع ۱۹۴ سانتی‌متر)... و یک مثلث از آن عظیم‌تر (به ارتفاع ۳۳۰ سانتی‌متر)... به‌علاوه‌ی یک ربع سمت‌یاب قابل حمل (به شعاع ۵۸ سانتی‌متر) برای نقشه‌برداری.[۲۶۵]

همه‌ی این‌ها را صنعتگران ورزیده‌ای برای براهه ساختند. «استادکارانی مثل

اشتفن برِنِر[1]، هانس کنیپر[2]، کریستوفر شیسلر[3]، گئورگ لابِنوولف[4] و خیلی‌های دیگر در کارگاه‌های خودشان در کپنهاگ، السینور، نورنبرگ و آکسبورگ قراردادی کار می‌کردند.» مثلاً ارزش خدمات شیسلر به براهه، واقعاً چشمگیر بود: «مهم‌ترین وسیله‌ای که تیکو موقع برپایی کارگاهش از او گرفت... کره‌ی بزرگ یک و نیم متری‌اش بود. شیسلر ساخت آن را در ۱۵۷۰ در آکسبورگ شروع کرد و **تیکو آن را ندید (چه رسد به این‌که بر ساختش نظارت کند)** تا ۱۵۷۵ که به آن‌جا برگشت.»[۲۶۶]

براهه «یک کارگاه ابزارسازی هم خودش به راه انداخت. در آن‌جا می‌توانست صنعتگران چیره‌دست را، با استخدام تمام‌وقت برای طرح‌هایش، به متخصص تبدیل کند».[۲۶۷] یک زرگر و ابزارساز آلمانی او سزاوار توجه ویژه است:

> مردی که گویا سمت ریاست در میان متخصصان تیکو داشته است، یعنی هانس کرول[5]، یکی از رصدگرهای معتمد او هم بوده است. حتی اگر تیکو اطمینان داشت که هیچ‌کدام از ابزارهایش دیگر به تنظیم یا تعمیر نیاز پیدا نمی‌کنند، بعید بود او را از دست بدهد؛ و هرگز هم از دست نداد. کرول در نوامبر ۱۵۹۱ در وِین از دنیا رفت و از قضا در همین سال هم تیکو آخرین ابزار جدیدش را به ثبت رساند.[۲۶۸]

اشاره به کار رصدگری کرول ما را به جنبه‌ی دیگری از همکاری در دستاوردهای براهه می‌رساند. برای کار با ابزارهای بزرگ رصدخانه‌ها، «نیاز به یک رصدگر کارکشته، یک سرگروه برای تفسیر مواضع رصدها یک منشی برای ثبت رصدها و گاهی یک ساعت‌بان بود».[۲۶۹]

کار علمی در وِین بسیار وابسته به «گروه دستیاران بااستعداد» براهه بود. اوایل براهه خودش مشارکت مستقیم داشت، ولی رفته‌رفته توجهش بیش‌تر جلب مسئولیت‌های دیگرش شد. نقش او در مقام دانشمند رنگ باخت و بیش‌تر «مدیر، طراح، نویسنده، ناظر» شد و همین‌طور کسی که «ضامن استمرار حمایت مالی» از رصدها بود. در نتیجه، «خیلی از کار علمی روزانه به گردن... عالمان و صنعتگرانش

1. Steffen Brenner 2. Hans Knieper 3. Christopher Schissler
4. Georg Labenwolf 5. Hans Crol

افتاد».[۲۷۰] برای نمونه، یکی از موفقیت‌های برجسته‌ی رصدخانه‌های براهه این بود که در سال ۱۵۹۲ «سیاهه‌ای از ۷۷۷ ستاره، که اولین زیج نجومی مستقل از بعد از دوران باستان بود،» تهیه شد. آن را گروه رصدگرانی که زیر نظر کریستیان سورنسن لونگومونتانوس[1] و «بدون نظارت تیکو، جز در ابتدا»[۲۷۱] کار می‌کردند، فراهم آوردند.

سهم تیکو براهه در انقلاب علمی بی‌گمان سهم کوچکی نبود. او نقشی فراتر از یک حامی صِرف علم داشت، اما همه‌ی افتخار دستاوردهای علمی او در رصدخانه‌هایش از آن او نیست. شاید منصفانه‌ترین برآورد سهم تیکو چنین باشد: «استادی در حمایت از اهل علم که توانست بسیاری از عرصه‌های زندگی اجتماعی و فرهنگی را یک‌کاسه کند، الگوی سازمانی تازه‌ای برای تحقیقات علمی در مقیاس وسیع به وجود آورد و گروه‌های بزرگی از دانشگاهیان و دانشمندان و متخصصان را وارد کار کند.»[۲۷۲]

تلسکوپ و میکروسکوپ

گروه براهه نجوم ارصادی را به چنان درجه‌ای از دقت رساندند که بعید بود بدون استفاده از عدسی‌های بزرگ‌نمایی از آن درگذشت. اختراع ابزارهایی که دامنه‌ی دید انسان را به قلمروهایی از طبیعت گسترش می‌دادند که از فرط کوچکی یا دوری با چشم غیرمسلح قابل مشاهده نبودند، بی‌شک محرکی بی‌نهایت مهم برای پژوهش‌های علمی بود. تلسکوپ و میکروسکوپ تقریباً با یکدیگر پیدا شدند و هر دو محصول خلاقیت عینک‌سازها بودند، صنعتگرانی که کارشان تراش عدسی بود.

ناممکن است که فرد واحدی را به قطع و یقین مخترع تلسکوپ بدانیم، «چون ظاهراً فکر آن همزمان به مغز خیلی‌ها خطور کرده است». اما نامزدی که اولویت دارد هانس لیپرسهای[2] است، «عینک‌ساز بی‌اصل و نسبی در میدلبورگِ زلاند» که کریستیان هویگِنس، دانشمند پرآوازه، بی‌تعارف او را یک «مکانیک‌دان بی‌سواد» معرفی می‌کند.

1. Christian Sørensen Longomontanus 2. Hans Lippershey

قصه از این قرار است ــ و روایت‌های مختلفی هم از آن هست ــ که دو بچه در مغازه‌ی لیپرسهای سرگرم بازی با چند عدسی بودند که متوجه شدند وقتی دو تای آن‌ها را یک جور خاصی جلوی چشمشان می‌گیرند، بادنمای کلیسای مجاور را خیلی بزرگ‌تر می‌بینند. لیپرسهای فوراً خودش امتحان کرد و بعد عدسی‌ها را با هم در لوله‌ای کار گذاشت. بعضی روایت‌ها می‌گویند عدسی‌ها در دست شاگرد او بود و بعضی دیگر ادعا می‌کنند که لیپرسهای در مغازه تنها بود یا این‌که فکر آن را از یک عینک‌ساز دیگر گرفت. کسانی گفته‌اند او یک عدسی محدب را با یک عدسی مقعر ترکیب کرد. عده‌ای هم این‌جور روایت کرده‌اند که هر دو عدسی محدب بودند و او برج کلیسا را وارونه دید. خلاصه این‌که لیپرسهای تلسکوپی درست کرد و لحظه‌ای را برای بهره‌برداری مالی از آن از دست نداد.[۲۷۳]

هلندی دیگری به اسم یاکوب آدریانسون[1] (که به جیمز مِتیوس هم مشهور است) از مدعیان دیگر اختراع تلسکوپ بود، اما وقتی کار را به دعوای حقوقی با لیپرسهای کشاند، دادگاه به نفع دومی رأی داد. سندی در بایگانی‌های مجلس هلند، به تاریخ ۱۲ اکتبر ۱۶۰۸، اعلام می‌کند:

به استدعای هانس لیپرسهای، اهل وِیزل و ساکن میدلبورگ، عینک‌ساز و مخترع آلتی جهت رؤیت فواصل دور، که برای این مجلس به اثبات رسید، مقرر می‌گردد که آلت مزبور سرّی نگاه داشته شود و امتیاز سی‌ساله‌ی آن به مشارالیه اعطا گردد، که به موجب آن اشخاص از ساخت مشابه این آلت منع شوند، والّا مستمری سالانه‌ای به او پرداخت کنند تا او بتواند این آلات را فقط برای استفاده‌ی این کشور بسازد.[۲۷۴]

عینک‌ساز میدلبورگی دیگری به نام زاخاریاس یانسِن[2] را هم مخترع تلسکوپ شناخته‌اند. گفته می‌شود که او و پدرش هانس یانسن[3] از سال ۱۵۹۰ آزمایش‌هایی با عدسی‌های تعبیه‌شده در لوله انجام می‌داده‌اند. اما از این ادعا که

1. Jacob Adriaanzoon 2. Zacharias Jansen 3. Hans Jansen

آن‌ها نه تلسکوپ بلکه میکروسکوپ را اختراع کردند بهتر می‌شود دفاع کرد. شخصی به اسم ویلیام بوریل[1]، که یانسن‌ها را دیده و ابزار آن‌ها را امتحان کرده است، می‌نویسد: «اجسام ریزی که از بالا نگاهشان می‌کردیم به طور معجزآسایی بزرگ می‌شدند.»[۲۷۵]

دانشمندان نخبه‌ای از قبیل تامس هاریوت[2] در انگلستان و گالیله در ونیز آناً به ارزش تلسکوپ پی بردند و یک سال از اختراعش نگذشته به استفاده‌ی مؤثر از آن در تحقیقات نجومی خود پرداختند. موقعی‌که گالیله شباهت ماه به زمین و وجود سیاراتی در اطراف مشتری را کشف کرد، اجل جهان ارسطویی فرا رسید و هرچند فرضیه‌ی کپرنیک هنوز به اثبات نرسیده بود اعتبار آن بی‌گمان افزایش یافت.

آنتونی وان لِیوِنهوک

از طرف دیگر، مدت زمان بیش‌تری دقت برد تا اهمیت علمی میکروسکوپ معلوم شود. اولین میکروسکوپ‌ها توان بزرگ‌نمایی زیادی نداشتند و بیش‌تر برای ارضای کنجکاوی به کار می‌رفتند تا برای رسیدن به شناخت تازه‌ای از طبیعت. مثل مورد تلسکوپ، دانشمندان نخبه سعی کردند میکروسکوپ را ارتقا بدهند و آن را به وسیله‌ی مفیدی تبدیل کنند، ولی چندان توفیق پیدا نکردند.

اما در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم، یک پارچه‌فروش در هلند شروع به استفاده از عدسی‌های ریزبینی برای وارسی الیاف پارچه‌ها کرد و در ادامه‌ی راهش ریزبینی را به مقام یک کار علمی مهم رساند. این پارچه‌فروش، آنتونی وان لیونهوک، «نه فیلسوف بود، نه طبیب، نه اشراف‌زاده... نه دانشگاه رفته بود، نه زبان لاتین می‌دانست، نه فرانسوی، نه انگلیسی؛ از تاریخ طبیعی یا فلسفه‌ی طبیعی هم چندان سررشته‌ای نداشت».[۲۷۶] جالب آن‌که این «مغازه‌دار معمولی که سوادی به‌جز آنچه خودش آموخته بود نداشت»،[۲۷۷] بزرگ‌ترین خدمت‌ها را به علم طبیعت در دوران انقلاب علمی کرد. یک ارزیابی معقول از دستاوردهای او نشان می‌دهد که «او اولین کسی بوده که با یک عدسی تک‌یاخته‌ها و باکتری‌ها را دیده و با تفسیر و توصیف روشن مشاهداتش علم‌های کنونی تک‌یاخته‌شناسی

1. William Boreel 2. Thomas Harriot

و باکتری‌شناسی را به وجود آورده است».[۲۷۸]

لیونهوک «در اوقات فراغتش، وقتی‌که دگمه و نوار نمی‌فروخت... یاد گرفته بود که چطور عدسی‌هایی با بزرگ‌نمایی‌های زیاد بتراشد و صیقل دهد و سوار کند».[۲۷۹] معلوم نیست که او دقیقاً از چه زمانی شروع به استفاده‌ی مرتب از عدسی‌هایش برای وارسی انواع و اقسام اجسام طبیعی فوق‌العاده ریز کرد، اما قرائن نشان می‌دهند که این کار دیرتر از سال ۱۶۶۸ نبوده است. اولین سند قطعی مشاهدات او نامه‌ای به «انجمن سلطنتی» در لندن است که پنج سال بعد در ۲۸ آوریل ۱۶۷۳ نوشته شده.[۲۸۰] او در آغاز از بابت زبان علمی و ادبی قاصرش از هنری اُلدنبورگ[1]، که گیرنده‌ی نامه‌اش بود، عذرخواهی کرد و نوشت که «قلم و لسان من از بیان شایسته‌ی افکارم عاجز است، زیرا زبان و هنری جز کاسبی نیاموخته‌ام».[۲۸۱]

اما او با همه‌ی شکسته‌نفسی‌اش سرانجام به اسم دانشمند شهرت عام یافت. دانشگاهیان و دولتمردان و حتی درباریان به دِلْفت سفر می‌کردند تا دنیا را با عدسی‌های او نگاه کنند. او «که آدمی معمولی بود طبعاً لذت می‌برد که می‌دید شاه یا ملکه‌ی انگلستان، امپراتور آلمان یا تزار روسیه به دیدنش می‌رفتند».[۲۸۲]

اولین نامه‌ی لیونهوک به انجمن سلطنتی با یک توصیه‌نامه از کالبدشناس بلندآوازه، رجینالد دو گراف[2]، همراه بود که شهادتش در مورد شایستگی مرد کاسب ضروری بود، چون در غیر این صورت ممکن بود به نامه‌ی او توجهی نکنند. لیونهوک بیش‌تر از پنجاه سال، یعنی تا ۱۷۲۳ که درگذشت، گزارش‌های مصوری از مشاهداتش برای انجمن فرستاد. اگرچه کار او گشایشگر عرصه‌های گسترده‌ی نوینی از تحقیقات علمی بود، خود در رشته‌های تازه‌ای که به وجود آورد عملاً تنها ماند. در پایان قرن هفدهم،

> لیونهوک در واقع تنها میکروسکوپیست جدی در تمام دنیا بود. جالب است که او هیچ رقیب و تقریباً هیچ مقلدی پیدا نکرد. مشاهدات او بیش‌ترین توجه را جلب کرد، اما همین و دیگر هیچ. کسی به طور جدی درصدد تکرار یا توسعه‌ی آن‌ها برنیامد. کیفیت فوق‌العاده‌ی عدسی‌های او وقتی با دقت استثنایی چشمان او همراه شد جایی برای رقابت باقی نگذاشت. در ۱۶۹۲

1. Henry Oldenburg 2. Reginald de Graaf

رابرت هوک در گفتاری تحت عنوان «سرنوشت میکروسکوپ» گفته بود که این وسیله «حالا تقریباً فقط یک سرسپرده دارد و آن‌هم جناب لیونهوک است. غیر از او من کسی را نمی‌شناسم که از این ابزار استفاده‌ی دیگری جز برای سرگرمی و وقت‌گذرانی کرده باشد».[۲۸۳]

دستاوردهای لیونهوک به‌خصوص از این نظر چشمگیرند که او از میکروسکوپ، که طبق تعریف، ابزاری با عدسی‌های مرکب است، استفاده نمی‌کرد و فقط با عدسی‌های ساده‌ای با قدرت بزرگ‌نمایی بسیار بالا کار می‌کرد. بنابراین، اختراع میکروسکوپ که چند دهه جلوتر اتفاق افتاده بود «مطلقاً ارتباطی با کار و کشفیات او ندارد».[۲۸۴] اما یافته‌های او ــ بعد از مرگش ــ انگیزه‌ای برای ساخت میکروسکوپ‌هایی برابر و برتر از عدسی‌های او فراهم آوردند.

گزارش‌های لیونهوک از مشاهداتش با تصویرهایی کامل می‌شدند که او همراهشان می‌کرد. یک بار او به اُلدنبورگ نوشت: «چون من نقاشی نمی‌دانم، داده‌ام آن‌ها را برایم کشیده‌اند.»[۲۸۵] اما همان‌طور که وسالیوس از نقاش‌های کالبدشناسش نام نبرده بود، لیونهوک هم با این‌که از تصویرگرها یاد می‌کند نامشان را نمی‌گوید. او در طول نیم‌قرن مشاهداتش باید با نقاش‌های زیادی کار کرده باشد، ولی ما فقط می‌توانیم ویلِم وان دِر ویلت[1] را تقریباً با اطمینان شناسایی کنیم. وان دِر ویلت آفریننده‌ی بسیاری از تصویرهای جدیدتر او بود. خیلی از تصویرهای قدیمی‌تر را احتمال می‌دهیم که پدر ویلم، توماس وان دِر ویلت[2]، خلق کرده باشد.[۲۸۶]

اما تصویرگرها هرکه بودند، همکاری آن‌ها به ثبت تصویرها خلاصه نمی‌شد. «رسام‌های بی‌نام دِلفت در مشاهدات اکتشافی لیونهوک سهیم بودند، بدین معنا که ابتدا در تشخیص و تعیین جزئیات آنچه دیده بودند با هم به توافق می‌رسیدند و بعد آن را می‌کشیدند؛ زمانی‌که لیونهوک تصویرهای میکروسکوپی‌اش را تجزیه و تحلیل می‌کرد، آن‌ها منتقدانی بودند در کنار دستش.»[۲۸۷]

قصه‌ی لیونهوک ما را به اوایل قرن هجدهم می‌رساند، ولی باید دوباره به نیمه‌های قرن هفدهم برگردیم و یک تحول مهم دیگر تاریخ علم را بررسی کنیم.

1. Willem Van der Wilt 2. Thomas Van der Wilt

قبلاً از سرچشمه‌های کیمیاگری در کار معدنچی‌ها و رنگ‌سازها و عرق‌کش‌های دوران باستان تا دوره‌ی رنسانس صحبت کردیم، اما در انقلاب علمی، «شیمی» یکی از ارکان علم تجربی جدید شد.

رابرت بویل: آزمایش به دست دیگران

در قاموس انقلاب علمی، افتخار رابرت بویل این است که از دو جهت قهرمان اصلی علوم «بیکنی» است.[۲۸۸] او را نخستین کسی می‌دانند که آرای فرانسیس بیکن درباره‌ی روش تجربی را به عمل درآورد؛ و همچنین نخستین شیمی‌دان به معنی امروزی، یعنی اولین کسی که به شیمی علمی در مقابل کیمیاگری پرداخت. اما همیشه چنان جامه‌ی آرمانی‌ای به تن بویل کرده‌اند که برای بسیاری کسان دیگر محلی از اعراب باقی نمی‌گذارد.

بویل نجیب‌زاده‌ای ثروتمند بود. پدرش، ریچارد بویل[1]، اولین اِرل ولایت کورک، «تیول‌دار چپاولگری در لباس قهرمانان بود که با استفاده از موقعیت خود... حقوق مالکیت زمینداران ایرلندی را به ثمن بخس از چنگ آن‌ها درمی‌آورد و آن‌ها را اجاره‌دار خودش می‌کرد و بعد مستأجر ایرلندی را از ملک خود می‌راند و جای او را به مهاجر انگلیسی حرف‌شنوتر و پرمنفعت‌تری می‌داد». در دهه‌ی ۱۶۳۰ او سالیانه ۲۰۰۰۰ پوند درآمد از زمین‌هایش داشت «که بیش‌ترین اجاره‌بهایی بود که یک رعیت شاه دریافت می‌کرد».[۲۸۹] با این‌که ریچارد بویل عنوان اشرافی‌اش را خریده بود، امتیازات آن را فرزندانش به ارث بردند.[۲۹۰] ولی چون رابرت بویل پسر بزرگ خانواده نبود، بار مسئولیت اداره‌ی املاک وسیع آن‌ها بعد از مرگ پدرش به دوش او نیفتاد؛ اما او پول و مجال آن را به دست آورد که به دنبال علایق خودش در فلسفه‌ی طبیعی برود.

بویل تعهد کاملی به برنامه‌ی بیکنی دانش‌اندوزی از طریق پیشه‌ها داشت. خودش می‌نویسد: «اقرار می‌کنم آن‌قدر که من انواع و تفاوت‌ها و خواص و نتیجتاً ماهیت سنگ‌ها را از گفت‌وگو با دو سه سنگ‌کار و سنگ‌بُر آموختم، از پلینی و ارسطو و شارحانشان نیاموختم.» و اضافه می‌کند: «کسی که عارش می‌آید با

1. Richard Boyle

اشخاص بی‌اصل و نسب صحبت کند، لیاقت شناخت طبیعت را ندارد» و «اغلب از همین اشخاص که نه بیان زیبا دارند و نه لباس زیبا، طبیعی‌دان می‌تواند اطلاعاتی بگیرد که به کارش بیایند.»[۲۹۱]

بویل شکوه می‌کند که «فکر می‌کنم تعصب محض است که فرزانگان و نوابغ را با کارها و کارگاه‌های پیشه‌وران چنین بیگانه نگاه داشته است.»

> پدیده‌هایی که در حوزه‌ی کاری پیشه‌وران‌اند غالباً بخشی از تاریخ طبیعت‌اند و بنابراین می‌توانند هم کنجکاوی طبیعی‌دان را برانگیزند و هم به دانش او بیفزایند. همچنین این بهانه، برای تحقیر و غفلت از این بخش تاریخ طبیعی، از فرزانگان پذیرفتنی نیست که کسانی که باید آن را از ایشان آموخت مکانیک‌دان‌هایی بی‌سوادند. ... این واقعاً بچگانه است و از یک فیلسوف به قدری ناپسند است که نیازی به پاسخ جدی ندارد.[۲۹۲]

بویل در توضیح ادعای خودش اشاره می‌کند به تعدادی از فرایندهای شیمیایی و گیاهی که با دخالت اهل فن انجام می‌گیرند و لازم است که دقیقاً بررسی شوند:

> در بسیاری از کارهایی که پیشه‌وران می‌کنند نقش مهم طبیعت آشکار است: مثلاً در تخمیر، آبجوسازی، نانوایی، تهیه‌ی کشمش، مویز و خشکبار دیگر؛ همین‌طور عسل‌آب، سرکه، آهک و غیره، که برای آن‌ها پیشه‌ور اجسام مادی را به شکل خام در کنار هم می‌گذارد و اجازه می‌دهد که با هم مطابق طبایعشان وارد فعل و انفعال شوند؛ مثلاً در ساختن شیشه‌ی سبز یا خام، صنعتگر ماسه و خاکستر را با یکدیگر مخلوط می‌کند و میعان و ترکیب آن‌ها به‌وسیله‌ی آتش صورت می‌گیرد، به همان شکل طبیعی و با همان آتشی که چوب را خاکستر می‌کند و دودش نمک فرّار و خاک و بلغم را تبدیل به دوده می‌کند؛ و بعید است کسی بیندیشد که از پیوند گلابی به زالزالک میوه‌ای که حاصل می‌شود طبیعی نیست، هرچند از آمیزش دو جسمِ طبعاً متفاوت و به کوشش انسان تولید شده و بدون دستکاری و فعالیت مصنوعی باغبان فراهم نیامده است.[۲۹۳]

بویل «ابایی نداشت از این‌که اکراهش را از بده‌بستان لازم فلسفی با طبقات

صنعتگر و کاسب ابراز کند»،[۲۹۴] ولی مکرر از آقایان جویای علم تقاضا می‌کرد که اکراهشان را از معاشرت با افراد دون‌پایه کنار بگذارند. جایی می‌نویسد: «شناخت بسیاری از حقایق مکتوم جز از رهگذر آشنایی با اشخاص پست و سایر ارفاق‌هایی که طبع بلند بزرگمردان نمی‌پسندد و شرم‌آور می‌شمارد میسر نیست.»[۲۹۵] بویل تأکید داشت که بزرگ‌زاده، اگر می‌خواهد فیلسوف طبیعی بشود، باید برود «سراغ مکانیک‌دان‌های مختلف (عرق‌کش، داروساز، آهنگر، خراط، و غیره) و بسیاری از اوقاتش را و شاید همه‌ی حوصله‌اش را خرج محضر پیشه‌وران کند... که رنجی است بزرگ‌تر از حد قابل تصور برای کسی که نیازموده باشدش».[۲۹۶]

ولی بیکنیسم بویل از نوع تیکو براهه‌ای بود: او به‌جای این‌که خودش سروقت صنعتگران برود، آن‌ها را پیش خودش آورد ــ به قول خودش برای «آزمایش به دست دیگران».[۲۹۷] او آزمایشگاه‌های خودش را ساخت و صنعتگران خبره‌ای را به‌عنوان تکنیسین[۲۹۸] به خدمت گرفت: ماشین‌ساز، شیشه‌گر، عدسی‌تراش، کیمیاگر، و مانند آن‌ها. به این ترتیب دانش‌اندوزی به طور منظم‌تر و مؤثرتری انجام می‌گرفت (و زحمت اجرای عملی کار علمی را تکنیسین‌ها می‌کشیدند و برای کارشان مزد می‌گرفتند).

شهرتی که بویل به‌عنوان سرنمونه‌ی «فیلسوف تجربی» قرن هفدهم به دست آورد تا حد زیادی در گرو گزارش‌های فراوانی بود که از مراحل و نتایج کارهای آزمایشگاهی خود انتشار داد. مورخان بسیاری به صورت ظاهر این گزارش‌ها توجه کرده‌اند و چون او آزمایش‌ها را قدم به قدم شرح داده است گمان کرده‌اند که آن‌ها را خود او انجام داده است. اما استیون شاپین پس از بازنگری آن‌ها به این نتیجه رسیده که «شواهد نشان می‌دهند از کار عملی و توضیحی که در آزمایش‌های بویل صورت گرفته است فقط مقدار نسبتاً کمی را خود او انجام داده است». حجم بسیاری ظاهراً «دسترنج افرادی است که بویل استخدام کرده بوده تا کارهای فنی را برایش انجام بدهند».[۲۹۹]

علت اختلاف گفته‌ها را نباید حمل بر ریاکاری بویل کرد. فرضی اجتماعی در میان بویل و هم‌قطارانش وجود داشت که امروزه دیگر وجود ندارد و آن این بود که آزمایش‌ها را چون اشخاص اجیر بویل انجام می‌دادند متعلق به او تلقی می‌شدند و بی‌چون و چرا به حساب او گذاشته می‌شدند. چنان‌که شاپین می‌نویسد، «در اقتصاد

سیاسی و اخلاقی کار علمی در انگلستان قرن هفدهم» اعتقادی به «تولید جمعی شناخت تجربی» وجود نداشت. اگرچه در آزمایشگاه بویل «شناخت را یک نفر تولید نمی‌کرد، به شهادت یک نفر اثبات می‌شد».[۳۰۰]

حتی شهادت‌نامه را(یعنی گزارش‌های آزمایش‌ها را که با امضای بویل منتشر می‌شدند) لزوماً خود او نمی‌نوشت. اما غافلگیرکننده‌ترین نکته ــ چون مربوط می‌شود به قضیه‌ی علمی معروفی که نام او را یدک می‌کشد ــ وجود این احتمال است که « قانون بویل [این‌که در گازها بین فشار و حجم نسبت معکوسی برقرار است] تا حدود زیادی ثمره‌ی کار فکری دستیاران او بوده باشد.... تقریباً شکی نیست که این مطلب را [دُنی] پاپَن[۱] تألیف کرده که آن زمان دستیار مزدبگیر بویل بوده است». وانگهی «[رابرت] هوک، که آن موقع در استخدام بویل بود، نقش مهمی در نحوه‌ی طرح آن در اثر بویل داشت».[۳۰۱]

شاپین می‌نویسد:

> احتمالاً بویل خودش دخالت کمی در آزمایش‌هایش داشته است. دستگاه مشهور به ماکینا بویلیانا[۲] [= ماشین بویل] را [که یک محفظه‌ی خلأ یا تلمبه‌ی هوا بود] تقریباً به طور قطع دستیاران مزدبگیر او، رالف گرِیتورِکس[۳] و رابرت هوک، برایش ساخته‌اند و اصلاً معلوم نیست که خود او چه اندازه در طراحی آن دست داشته است. لوله‌ی شیشه‌ای Jشکلی را که قانون فشار و حجم او را به نمایش می‌گذاشت باز تقریباً بدون شک دستیارانش برای او ساختند و همان‌ها هم باید با آن کار می‌کردند، یا دست‌کم در کار با آن به او کمک می‌کردند. کوره‌های آزمایشگاه و قرع و انبیقی هم که تقطیرهای بلندمدت را با آن انجام می‌دادند احتمالاً زیر نظر دستیاران او بودند.[۳۰۲]

یکی از معروف‌ترین کارهای بویل رشته تحقیقاتی درباره‌ی فشار هوا یا به قول خودش «فنریت و وزن هوا» بود. او در پیش‌گفتار گزارشش اذعان می‌کند که آزمایش‌ها را در واقع دستیارش، دنی پاپن، انجام داده است.[۳۰۳] به‌علاوه، به نوشته‌ی شاپین:

1. Denis Papin 2. machina Boyleana 3. Ralph Greatorex

لااقل مقداری، و شاید بیش‌ترین مقدار، از طراحی آزمایش هم مرهون همین دستیار بود. ... کارهای فنی منتج به پدیده‌های آزمایشی را او انجام داد. پدیده‌هایی را هم که از کار فنی او به وجود آمد خود او ثبت کرد. سپس این مدارک را در قالب ادبی می‌ریخت و هر استنباطی هم که از آن‌ها می‌شد باز محصول اندیشه‌ی او بود.[۳۰۴]

پاپن و هوک شاید «یگانه دستیاران فنی» بودند که بویل «در کل مجموعه‌ی گزارش‌هایش، از ۱۶۶۰ تا نشریاتی که در ۱۶۹۲ بعد از مرگش بیرون آمدند، ... نامشان را کامل گفته است».[۳۰۵] به طور کلی، «بسیار استثنایی بود که در قرن هفدهم کارفرمایی از تکنیسین مزدبگیرش نام ببرد. می‌شود گفت ناشناسیْ یک خصیصه‌ی اصلی این تکنیسین‌ها در آن زمان بود.»

تکنیسین‌ها از سه جهت ناپیدا مانده‌اند. یک، مورخان و جامعه‌شناسان علم هیچ‌وقت آن‌ها را ندیده‌اند. ... دو، آن‌ها تا حد زیادی ــ اگرنه به طور کامل ــ در گزارش‌های رسمی دانشمندان مغفول مانده‌اند؛ حتی اگر کسی عزمش را جزم کرده که آن‌ها را شناسایی کند، بازیابی اطلاعات درباره‌ی این‌که آن‌ها که بودند و چه کردند فوق‌العاده دشوار است. سه، تکنیسین‌ها به‌عنوان بازیگرانی مطرح، احتمالاً در چشم کسانی که صاحب‌اختیار کارگاه‌های محل تولید شناخت علمی بوده‌اند، محلی از اعراب نداشته‌اند. ... در صحبت‌های مستخدمان خانگیِ دوره‌ی ویکتوریا، خدمتکارها حضور نداشتند و نباید می‌داشتند؛ تکنیسین‌ها هم تقریباً به همین وجه حضور خارجی نداشته‌اند.[۳۰۶]

مری بواس هال[1]، که از مدافعان تصویر قهرمانانه‌ی سنتی از بویل است، ادعا می‌کند که «اسامی غالب دستیاران... بویل به این علت فراموش شده است که آن‌ها مستقلاً صلاحیت علمی نداشته‌اند».[۳۰۷] اما بی‌اعتنایی به آن‌ها هم پسندیده نیست، چون همان‌طور که شاپین می‌گوید، «**بویل مبانی تجربی علمش را مدیون آن‌ها بود**». گزارش‌هایی که بویل از آزمایش‌هایش می‌داد «روی‌هم‌رفته بیانگر

1. Marie Boas Hall

و مؤید اقدامات و مشاهدات و کشفیات دیگران بودند».[۳۰۸]

شاپین مطالعه‌اش را منحصر به تکنیسین‌های آزمایشگاه بویل می‌کند و می‌پذیرد که کیفیت جمعی تحقیقات بویل جای سخن بیش‌تری دارد. مثلاً، او فقط اشاره‌ای کلی می‌کند به «کمک مهم ابزارسازان و داروسازانی مانند جان کراس[۱] (عطاری که چند سالی در آکسفورد با بویل زندگی کرد) و تامس اسمیت[۲] (عطار دیگری که سال‌ها در خانه‌ی پال‌مالِ بویل سکونت داشت و بعد از مرگ بویل یکی از ورثه‌ی او بود)». با این حال خود شاپین می‌افزاید که «بدون کار این قبیل افراد، علم بویل امکان تحقق نمی‌یافت».[۳۰۹]

ثروت هنگفت بویل این امکان را برای او فراهم کرد تا دستیاران بیش‌تری استخدام کند و آزمایشگاه‌های بزرگ‌تری بسازد، اما تفاوت در کمیت بود نه در کیفیت. به قول شاپین، «البته ممکن است بگویند که آزمایشگاه پال‌مالِ بویل آزمایشگاهی استثنایی بود، ولی من فرق زیادی بین شواهد کار در آزمایشگاه‌های بویل و کارگاه‌های (شاید خلوت‌تر) سایر حضرات دانشمند ندیده‌ام».[۳۱۰]

بازتاب‌هایی از روابط آزمایشگاهی‌ای که شاپین توصیف می‌کند حتی در قرن بیستم هم وجود داشت، به‌رغم افزایش کیفی در جنبه‌ی تخصصی و حرفه‌ای علم که در این بین رخ داده بود. دِرِک دِ سولا پرایس می‌نویسد: «در عصر طلایی فیزیک تجربی»، یعنی دهه‌ی ۱۹۲۰،

> گویا پیشرفت تماماً وابسته به صنعتگرانی نابغه ــ که مغزشان در نوک انگشتانشان بود ــ و معدن عظیمی از خواص کم‌تر شناخته‌شده‌ی مواد و دیگر ترفندهای کار بود. همین‌ها بودند که بین آنچه در آزمایشگاهْ عملی بود و آنچه نبود تفاوت ایجاد می‌کردند و بعضاً تعیین می‌کردند که چه چیزی کشف شود.

از جمله‌ی این صنعتگران بودند «دستیاران آزمایشگاهیِ کمابیش گمنام و قدرندیده‌ای مثل جورج کرو[۳]، دستیار لرد رادرفورد[۴]، یا ابنیزِر اِورِت[۵] و ویلیام پای[۶]، کمک‌های جوزف جان تامسون[۷]. این سه دستیار با هم شرکت ابزار کمبریج را تأسیس کردند که از اولین شرکت‌های فناوری پیشرفته در بریتانیا بود».[۳۱۱]

1. John Cross 2. Thomas Smith 3. George Crowe 4. Ernest Rutherford
5. Ebeneezer Everett 6. William Pye 7. Joseph John Thomson

منظور از این صحبت‌ها پس‌گرفتن افتخار برنامه‌ریزی آن پژوهش‌ها و آزمایش‌های پرثمر از رابرت بویل، لرد رادرفورد، یا جوزف جان تامسون نیست؛ فقط تأکید دوباره بر حرف اصلی کتاب حاضر است: این‌که تولید شناخت علمی یک کار اجتماعی دسته‌جمعی است؛ این‌که بیش‌ترین خدمت را در این راه زحمتکشانی کرده‌اند که به دنبال نان شب خود بوده‌اند؛ و این‌که نظریه‌پردازان نخبه‌گرا، اغلب به‌ناحق، همه‌ی افتخار تولید علمی را، که محصول دست‌ها و مغزهای بسیار بوده است، از آن خود کرده‌اند.

انقلابی‌های انقلاب علمی، کسانی که این انقلاب را به وجود آوردند، صنعتگران و کسبه و دیگر مردم عادی بودند. اما چه کسانی انقلاب را به پایان بردند؟ موقعی‌که سر و صداها خوابید، چه کسانی سروران و چه کسانی نوکران دنیای جدید علم بودند؟ کی برد و کی باخت؟

پی‌نوشت‌ها

1. See esp. Steven Shapin, *The Scientific Revolution*, p. 1.

۲. این‌که آیا حروف اول کلمات «انقلاب علمی» را [در انگلیسی] باید بزرگ نوشت یا کوچک، صرفاً به نسخه‌پردازی مربوط نمی‌شود و موضوع بحثی شده است بین بتی دابز و ریچارد وستفال. هرچند من بیش‌تر با دابز موافقم که از بزرگ‌نویسی پرهیز دارد، در کتاب حاضر به خلاف آن عمل کرده‌ام. رک:
Dobbs, "Newton as Final Cause and First Mover", and Westfall, "The Scientific Revolution Reasserted" in Margaret J. Oslet, ed., *Rethinking the Scientific Revolution*.

3. Charles Van Doren, *A History of Knowledge*, pp. 139-142, 184, 195-209.
4. Derek de Solla Price, *Science Since Babylon*, p. 47.
5. William Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 11.
6. Quoted in Reijer Hooykaas, "Science and Reformation", p. 59.

۷. کتاب در این زمینه فراوان است. به‌خصوص رک:
Stillman Drake, *Galileo at Work*; and James MacLachlan, "A Test of an 'Imaginary' Experiment of Galileo's".

8. H. Floris Cohen, *The Scientific Revolution*, p. 99.
9. Thomas Kuhn, "Alexandre Koyre and the History of Science", pp. 67-69.
10. Francis Bacon, *The Great Instauration*, p. 8.
11. Bacon, "Aphorisms on the Composition of the Primary History", Aphorism 5, in *The New Organon*, p. 278.
12. Robert Hooke, *General Scheme or Idea of the Present State of Natural Philosophy* (1705), pp. 24-26.

13. Descartes, *Rules for the Direction of the Mind*, rule X.
14. Price, *Science Since Babylon*, p. 46.

۱۵. نگاه کنید به بخش «هیو پلات» در همین فصل.

16. Anthony F. C. Wallace, *The Social Context of Innovation*, pp. 21-23. See also L. E. Harris, *The Two Netherlanders*, pp. 171-181.

۱۷. بویل می‌نویسد: «دربل فهمید که نه همه‌ی حجم هوا بلکه یک اسطقس معین (به قول شیمی‌دان‌ها) یا قسمت فرّار آن است که آن را برای تنفس مناسب می‌کند.» رک:

Boyle, *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air*, p. 107.

18. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 8.

۱۹. نگاه کنید به بخش «گالیله و صنعتگران» در همین فصل.

20. H. F. Cohen, *The Scientific Revolution*, p. 323 (تأکید از ما).

این اثر کوهن بیان دیگری از مضمون محوری کتاب سه‌جلدی اولشکی است:

Geschichte der neusprachlichen wissenschaftlichen Literatur (1919-1927).

۲۱. نگاه کنید به بخش «صنعتگر نویسنده» در همین فصل.

22. J. A. Bennett, "The Challenge of Practical Mathematics", p. 176 (تأکید از ما).
23. Frank J. Swetz, *Capitalism and Arithmetic*, p. 295.
24. Ibid., p. 291.
25. Ibid., p. 292.
26. Ibid., pp. 11-12.
27. Paul Rose, *The Italian Renaissance of Mathematics*; quoted in Swetz, *Capitalism and Arithmetic*, p. 289.
28. Swetz, *Capitalism and Arithmetic*, p. 289 (تأکید از ما).
29. Ibid., pp. 14-16.
30. Ibid., p. 292.
31. Ibid., p. 33.
32. Ibid., pp. 24-25, 33.
33. J. V. Field, "Mathematics and the Craft of Painting", p. 74 (تأکید از ما).
34. Swetz, *Capitalism and Arithmetic*, p. 240.
35. Bennett, "Challenge of Practical Mathematics", p. 178.
36. Ibid., pp. 184-185.
37. E. G. R. Taylor, *The Mathematical Practitioners of Tudor & Stuart England*. pp. 16-17.

تیلر کتابش را «سرگذشت مردان کوچکی از قبیل معلم مدرسه و نویسنده‌ی کتاب درسی و تعمیرکار و صنعتگر که در مقابل آن‌ها دانشمندان بزرگ همیشه نسلی سترون بودند» توصیف می‌کند. او مختصراً شرح حال ۵۸۲ ریاضی‌دان عملی را در کتابش آورده است. دنباله‌ی کتاب او نیز خواندنی است؛ رک:

The Mathematical Practitioners of Hanoverian England, 1714-1840.

38. Taylor, *Mathematical Practitioners of Tudor and Stuart England*, pp. 9-10.
39. Ibid., pp. 22-23, 33, 41-42.
40. Derek de Solla Price, "Proto-Astrolabes, Proto-Clocks and Proto-Calculators", p. 61.
41. Taylor, *Mathematical Practitioners of Tudor & Stuart England*, p. 162.
42. Ibid., p. 20.
43. Price, *Science Since Babylon*, p. 54. For more on Humphrey Cole, see R. T. Gunther, "The Great Astrolabe and Other Scientific Instruments of Humphrey Cole."
44. John Aubrey, *Aubrey's Brief Lives*, p. 116. For more on Gunter's contribution to

surveying, see Andro Linklater, *Measuring America*, pp. 5, 13-20.

45. In addition to the cited books by E. G. R. Taylor, see Silvio A. Bedini, *Patrons, Artisans and Instruments of Science, 1600-1750.*
46. Price, *Science Since Babylon*, pp. 53-55.
47. David Landes, *Revolution in Time*, p. 113.
48. Bennett, "Challenge of Practical Mathematics", p. 177. See also Pamela H. Smith, *The Body of the Artisan*, pp. 65-66.
49. Bennett, "Challenge of Practical Mathematics", p. 178.
50. Edgar Zilsel, "The Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 91.
51. Ross King, *Brunelleschi's Dome*, pp. 157-158.
52. Giorgio de Santillana, "The Role of Art in the Scientific Revolution", pp. 41-42.
53. George Sarton, *Six Wings*, p. 113.
54. Leonardo da Vinci, *The Notebooks of Leonardo da Vinci*, pp. 57-58.
55. Ibid., p. 853.
56. Giorgio Vasari, *The Lives of the Artists*, pp. 105, 393.
57. Ibid., pp. 327, 365.
58. Ibid., p. 224.
59. King, *Brunelleschi's Dome*, p. 13.
60. Vasari, *Lives of the Artists*, pp. 134, 140.
61. King, *Brunelleschi's Dome*, p. 35.
62. Vasari, *Lives of the Artists*, pp. 135, 140.
63. See Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 91.
64. Vasari, *Lives of the Artists*, p. 120 (تأکید از ما).
65. Ibid., p. 121.
66. Ibid., p. 311.
67. Ibid., p. 310.
68. Ibid., p. 310.
69. Santillana, "Role of Art in the Scientific Revolution", pp. 60-61 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).
70. Leonardo da Vinci, *Notebooks*, pp. 875, 867, 993.
رساله‌های آموزشی لئوناردو در زمان حیات او و تا دیرزمانی بعد هم منتشر نشدند.
71. Quoted in Santillana, "Role of Art in the Scientific Revolution", p. 34.
72. William Barclay Parsons, *Engineers and Engineering in the Renaissance*, pp. 94-95.
73. Christoph J. Scriba, ed., "The Autobiography of John Wallis, F.R.S.", p. 27 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).
74. Sarton, *Six Wings*, pp. 24-25.
75. Alberti, *Trattato della pittura* (1434), quoted in J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 2, p. 390.
76. Field, "Mathematics and the Craft of Painting", pp. 74, 82-83.
77. Santillana, "Role of Art in the Scientific Revolution", p. 35.
King, *Brunelleschi's Dome*, pp. 35-36. برای آشنایی با دستگاه پرسپکتیو برونلّسکی، رک:

۷۸. گرچه همه‌ی مورخان هنر نمی‌پذیرند که ورمیر از «کامرا ابسکورا» استفاده می‌کرد، به گمان من فیلیپ استِدمن در کتاب جدیدش، دوربین ورمیر (*Vermeer's Camera*)، جای شکی در این مورد باقی

نگذاشته است. عدسی‌های دستگاه را ورمیر احتمالاً از آنتونی وان لیونهوک می‌گرفت که پیشگام در استفاده از میکروسکوپ بود. ورمیر و لیونهوک هر دو در ۱۶۳۲ به دنیا آمده بودند و هر دو در دِلفت از شهرهای هلند زندگی می‌کردند و هنگامی‌که ورمیر درگذشت، مجری وصیت‌نامه‌اش لیونهوک بود.

79. Lynn White, Jr., "Pumps and Pendula", p. 101.
80. Santillana, "Role of Art in the Scientific Revolution", p. 36.
81. Ibid., p. 56.
82. Edgar Zilsel, "Problems of Empiricism", p. 174.
83. Alexander Koyre, *Metaphysics and Measurement*, p. 13.
84. Santillana, "Role of Art in the Scientific Revolution", p. 33.
85. Vasari, *Lives of the Artists*, p. 418.

۸۶. به گواهی وازاری، نویسندگان تاریخ پزشکی غالباً تصویرها را به نقاشی فلاندری به نام یان اشتفن وان کالکار (Jan Stephen van Kalkar)، که شاگرد تیسین بوده است، نسبت داده‌اند. اما درستی سخن وازاری بسیار جای تردید دارد؛ رک:

"Introduction" by Saunders and O'Malley to Andreas Vesalius, *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels*, pp. 25-29.

87. Vivian Nutton, "Historical Introduction" to Vesalius, *On the Fabric of the Human Body*.

ناتون می‌گوید این اثر هنری را نباید فقط به هنرمند نسبت داد، بلکه باید «محصول مشترک کالبدشناس و نقاش و باسمه‌ساز و چاپچی» به شمار آورد.

88. Price, *Science Since Babylon*, p. 54.
89. Sarton, *Six Wings*, pp. 130-132.
90. Smith, *Body of the Artisan*, p. 99.
91. Sarton, *Six Wings*, p. 135.
92. Smith, *Body of the Artisan*, pp. 240-241.
93. Quoted in Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*, p. 229.
94. H. F. Cohen, *Scientific Revolution*, p. 157.
95. See Price, *Science Since Babylon*, p. 46; and Lane Cooper, *Aristotle, Galileo and the Tower of Pisa*.

کلاگت یادآوری می‌کند که نتیجه‌ی آزمایش (سقوط تقریباً همزمان وزنه‌های نابرابر) را قبلاً در ۱۵۵۴ جانباتیستا بِنِدِتّی (Giambattista Benedetti) منتشر کرده بود. همچنین شواهدی می‌آورد که نشان می‌دهند یوحنا فیلوپونوس (John Philoponus) [یحیی نحوی] همین آزمایش را در قرن ششم انجام داده است (Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, p. 665).

96. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 79.
97. Zilsel, "The Genesis of the Concept of Physical Laws", p. 110.
98. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 92.
99. White, "Pumps and Pendula", pp. 97-98.

۱۰۰. همایش در سپتامبر ۱۹۵۷ در دانشگاه ویسکانسین برگزار شد و سپس مقاله‌های عرضه شده در آن انتشار یافت؛ رک: Marshall Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

101. A. Rupert Hall, "The Scholar and the Craftsman in the Scientific Revolution", p. 21.
102. Ibid., p. 22.
103. A. C. Crombie, "Commentary on the Papers of Rupert Hall and Giorgio de Santillana", p. 67.

۱۰۴. کلاً کرامبی طرفدار پی‌یر دوئم (Pierre Duhem) بود که در ۱۹۱۳ با این ادعا که انقلاب علمی نه در قرن شانزدهم بلکه در قرن چهاردهم آغاز شده بود بحث پردامنه‌ای را آغاز کرد. ولی درحالی‌که دوئم

منحصراً به دانشگاه پاریس نظر داشت، کرامبی دایره‌ی تحقیق را گسترش داد و استادان دانشگاه آکسفورد را هم در آن گنجاند.

105. Francis R. Johnson, "Commentary on the Papers of Rupert Hall", p. 30.

106. Crombie, "Commentary on the Papers of Rupert Hall and Giorgio de Santillana", p. 68.

۱۰۷. کتاب علم در تاریخ (۱۹۵۴) از جان برنال یک استثنا بود.

108. Crombie, "Commentary on the Papers of Rupert Hall and Giorgio de Santillana", p. 68.

109. Roy Porter, "Introduction" to Stephen Pumphrey, Paolo L. Rossi, and Maurice Slawinski, eds., *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*, p. 2.

110. Hall, "Scholar and Craftsman in the Scientific Revolution", pp. 7, 21.

111. Ibid., pp. 18-19. Hall cited *Lazarus Ercker's Treatise on Ores and Assaying*, trans. Anneliese Grunhaldt Sisco and Cyril Stanley Smith (Chicago, 1951).

112. Hall, "Scholar and Craftsman in the Scientific Revolution", pp. 18, 23.

113. Benjamin Farrington, *Science in Antiquity*, p. 145.

۱۱۴. برای اطلاع از نقش مکانیک‌دانان و ریاضی‌دان‌های عملی در خلق فلسفه‌ی مکانیکی، رک:
J. A. Bennett, "The Mechanics' Philosophy and the Mechanical Philosophy".

115. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 1, p. 315.

116. Ibid., pp. 317, 320.

117. Hall, "Scholar and Craftsman in the Scientific Revolution", p. 21.

۱۱۸. رک: بخش «صنعتگر نویسنده» در همین فصل.

119. Diederick Raven and Wolfgang Krohn, "Edgar Zilsel", p. lv.

120. Edgar Zilsel, "The Sociological Roots of Science", pp. 12-15.

121. Smith, *Body of the Artisan*, pp. 151, 239.

122. Hall, "Scholar and Craftsman in the Scientific Revolution", p. 7.

123. Joseph Glanvill, *Plus Ultra, or, The Progress and Advancement of Knowledge Since the Days of Aristotle*, p. 105.

124. Pamela O. Long, "Power, Patronage, and the Authorship of *Ars*", p. 419, commenting on Nicholas of Cusa's *Idiota: De sapientia, De mente, De staticis, experimentis* (c. 1450).

125. Juan Luis Vives, *De tradendis disciplines*; quoted in Smith, *Body of the Artisan*, p. 66.

126. Quoted in James R. Jacob, *The Scientific Revolution*, p. 27.

127. Crombie, "Commentary on the Papers of Rupert Hall and Giorgio de Santillana", pp. 72-74.

128. Ibid., p. 73.

129. Roger Bacon, *Opus majus*; quoted in Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 86.
ایمون می‌نویسد، چنان‌که از متن اثر برمی‌آید، منظور از این سخن «تمجید از فنون مکانیکی» نبوده بلکه «تحذیر از عُجب فکری» بوده است.

130. Nicholas of Poland, *Antipocras*; quoted in Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 78.

131. See, for example, A. C. Crombie, *Augustine to Galileo*; Crombie, *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*; and Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*.
کرامبی و کلاگت به کار قدیمی‌تر پی‌یر دوئم استناد کرده‌اند (رک: ش ۱۰۴).

132. White, "Pumps and Pendula", pp. 101-102.

133. Galileo Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, p. 49 (تأکید از ما).
جمله‌ای که مورد تأکید قرار گرفته است از اهمیت کمک صنعتگران به علوم «طبیعی کلاسیک» و همچنین «بیکنی» حکایت می‌کند.
134. Galileo, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, p. 49.
135. White, "Pumps and Pendula", pp. 96-98.
وایت کتاب اولشکی را اولین اثری می‌داند که درباره‌ی جنبه‌ی فنی علم گالیله نوشته شده:
Leonardo Olschki, *Galileo and His Time* (1927).
136. White, "Pumps and Pendula", p. 110.
137. Galileo, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, pp. 275-276.
138. See A. Rupert Hall; "Gunnery, Science, and the Royal Society".
139. Jean Daujat, *Origines et formation de la theorie des phenomemes electriques et magnetiques*; cited in Duane H. D. Roller, *The* De magnete *of William Gilbert*, 98.
140. A. Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*; cited in Roller, *The* De magnete *of William Gilbert*, p. 98.
141. Robert K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, p. 6.
142. Hugh Kearny, *Science and Change*, p. 108.
143. W. P. D. Wighman, *The Growth of Scientific Ideas*, p. 209.
144. William Gilbert, *De magnete magneticisque corporibus et de magno magneto tellure physiologia nova*, book III, chap. 13.
راجر هان گوشزد می‌کند که تعبیر جمهوری قلم «پیشینه‌ای دیرینه دارد که برمی‌گردد به دوران باستان»:
Hahn, *The Anatomy of a Scientific Institution*, p. 38.
145. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 75.
146. Ibid., p. 82.
147. Gilbert, *De magnete*, book III, chap. 2.
148. Ibid., book III, chap. 12.
149. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 81.
150. Ibid., p. 82.
151. Gilbert, *De magnete*, book IV, chap. 5.
152. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", pp. 72-88.
153. Robert Norman, *The newe Attractive.*
154. Gilbert, *De magnete*, book I, chap. 1.
155. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", pp. 85-86.
156. Ibid., pp. 85-86.
157. Ibid., p. 72. Gilbert, *De magnete*, book III, chap. 3.
158. Bennett, "Challenge of Practical Mathematics", p. 187.
159. Zilsel, "Origins of Gilbert's Scientific Method", p. 88.
160. Ibid., p. 90.
161. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 3.
162. Long, "Power, Patronage, and the Authorship of *Ars*", p. 410.
163. Edgar Zilsel, "The Genesis of the Concept of Scientific Progress", p. 160.
۱۶۴. یک استثنای مهم لئوناردو اولشکی است (رک: یادداشت‌های ۲۰ و ۱۳۵ همین فصل) که کتابش شاید منبع اصلی الهام زیلسل بوده باشد، ولی چنان‌که کوهن خاطرنشان می‌کند، متأسفانه شاهکار اولشکی

«ندرتاً ذکر می‌شود، چه رسد به این‌که مورد بحث قرار گیرد». رک:
Cohen, *Scientific Revolution*, p. 150.

165. Zilsel, "Genesis of the Concept of Scientific Progress", p. 150.

166. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 94.

۱۶۷. بیش‌تر این اسناد مهم را من از کتاب ایمون دارم و از این بابت بسیار به او مدیونم و دیگر علاقه‌مندان به موضوع را هم به آن ارجاع می‌دهم: William Eamon, *Science and the Secrets*.

۱۶۸. رک: یادداشت ۴۴.

169. Sarton, *Six Wings*, pp. 20-21.

دقیق‌تر این است که زبان لاتین را تقریباً فقط مردها می‌دانستند، ولی درهرحال اعتبار سخن سارتون به قوت خود باقی است.

۱۷۰. «پیوند فناوری و دانش‌اندوزی» در قرن‌های دوازدهم تا چهاردهم که در همین فصل از آن سخن گفتیم نشان می‌دهد که «بیکنیسم» بی‌سابقه نبود اما کم‌ترین تأثیر را در علم نخبه‌گرای زمانه داشت.

171. Long, "Power, Patronage, and the Authorship of *Ars*", p. 398.

172. Ibid., p. 433.

173. Olschki, *Geschichte der neusprachlichen wissenschaftlichen Literatur*; quoted in and trans. by H. F. Cohen, *Scientific Revolution*, p. 323 (تأکید از ما).

174. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, pp. 5, 9, 4.

175. Ibid., p. 7.

176. Price, *Science Since Babylon*, p. 51.

177. Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change*.

178. Parsons, *Engineers and Engineering in the Renaissance*, pp. 105-107.

179. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 94.

180. Ibid., pp. 94-95.

181. Ibid., pp. 111, 106, 122.

182. Ibid., pp. 109, 113-114.

183. Ibid., pp. 96-97, 104.

184. Ibid., pp. 97-98.

185. W. H. Ryff, *Prakaticir Büchlein der Leibartzeney*; quoted in Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 102.

186. W. H. Ryff, *Kurtz Handbüchlein und Experiment vieler Artzneien*; quoted in Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 99.

187. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, pp. 101-102.

188. Sarton, *Six Wings*, p. 164.

دیگری آگریکولا بود که در بخش «آگریکولا، بیرینگوتچو و معدنچی‌ها» در همین فصل به او خواهیم پرداخت.

189. Sarton, *Six Wings*, p. 164.

۱۹۰. تاریخ تولد او دقیقاً معلوم نیست. تخمین‌هایی که نویسندگان زندگی‌نامه‌ی او زده‌اند از ۱۴۹۹ تا ۱۵۲۰ متغیر است.

191. Sarton, *Six Wings*, p. 168.

192. Ibid., pp. 164-166.

193. Aurele La Roque, "Introduction" to Bernard Palissy, *Discours admirables*, p. 15.

194. Palissy, *Discours admirables*, p. 24.

195. La Roque, "Introduction" to Palissy, *Discours admirables*, p. 14.

196. Palissy, *Discours admirables*, p. 26.

197. Sarton, *Six Wings*, p. 170.

198. La Roque, "Introduction" to Palissy, *Discours admirables*, p. 5.

۱۹۹. گرچه دقیقاً قابل اثبات نیست، بیکن در سال‌های نوجوانی خود در پاریس در اواخر دهه‌ی ۱۵۷۰ ممکن است در کلاس‌های همگانی زمین‌شناسی و کانی‌شناسی و علوم دیگری که پالیسی تشکیل می‌داد، شرکت کرده باشد.

200. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 311.

۲۰۱. دبورا هارکنس در مقاله‌ی «گفت‌وگو با یک کیمیاگر: هیو پلات به دنبال شناخت طبیعت در لندنِ اوایل عصر جدید»، که در نوامبر ۲۰۰۳ آن را به نشست «انجمن تاریخ علم» عرضه کرده است، از جریان کار خود سخن می‌گوید. نام موقت کتاب او دراین‌باره، که قرار بوده در سال ۲۰۰۶ منتشر شود، چنین است: *The Jewel House of Nature: Elizabethan London and the Social Foundation of the Scientific Revolution.*

202. See Julian Martin, "Natural Philosophy and Its Public Concerns".

در فصل بعد به این مقوله بیش‌تر خواهیم پرداخت.

۲۰۳. والتر پیجل می‌نویسد معلوم نیست که تئوفراستوس بُمباست فون هوهنهایم خود هرگز از نام پاراسلسوس استفاده کرده باشد (Pagel, *Paracelsus*, p. 5). درهرحال او را نسل‌های بعد به این نام شناخته‌اند و اشاره به او با نامی دیگر ممکن است ابهام ایجاد کند.

204. Pamela Smith, "Vital Spirits", p. 127.

205. Smith, *Body of the Artisan*, pp. 25, 233, 239.

206. Jacob, *The Scientific Revolution*, p. 61.

207. Ibid., p. 27.

208. Ibid., p. 27.

۲۰۹. این‌که آیا صفت خانوادگی bombastic به معنی «پرطمطراق» را برای گرامیداشت طعن‌آلود نام پاراسلسوس ساخته‌اند یا نه بحثی است مورد اختلاف. آلن دبوس به آن اعتقاد دارد، اما والتر پیجل آن را قاطعانه رد می‌کند:

Debus, *The Chemical Philosophy*, vol. 1, p. 52; Pagel, *Paracelsus*, p. 6.

فرهنگ آکسفورد با پیجل موافق است، ولی ریشه‌ی لغوی دیگری هم مطرح نمی‌کند.

210. See von Bodenstein, "Forword" to Paracelsus, *The Diseases that Deprive Man of His Reason*, p. 136.

211. Petrus Severinus, *Idea medicinae philosophicae*; quoted in Allen G. Debus, *The English Paracelsians*, p. 20 (تأکید از ما).

212. Pagel, *Paracelsus*, p. 25.

اثر پاراسلسوس در ۱۵۶۷ پس از مرگ او منتشر شد.

213. Pagel, *Paracelsus*, p. 13.

214. George Rosen, "Introduction" to Paracelsus, *On the Miners' Sickness*, p. 26.

215. Sarton, *Six Wings*, p. 109.

216. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 102.

217. Sarton, *Six Wings*, pp. 109-110.

218. Paracelsus, *Samtliche Werke*, vol. 10, p. 19; quoted in Debus, *English Paracelsians*, p. 22.

219. Paracelsus, *Samtliche Werke*, vol. 10, p. 19; quoted in Smith, *Body of the Artisan*, p. 84.

220. Quoted in Pagel, *Paracelsus*, p. 15.

221. Porter, *General Benefit to Mankind*, p. 11.

222. Erwin H. Ackerknecht, *A Short History of Medicine*, pp. 89-90.

223. Vesalius, *De fabrica*; quoted in John Henry, "Doctors and Healers", pp. 193-194.
224. Ackerkneckt, *Short History of Medicine*, pp. 153, 220.
225. Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 186, 194.
226. Smith, *Body of the Artisan*, pp. 196-197.
227. Quoted in Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 282-283.
228. Quoted in Henry, "Doctors and Healers", pp. 197-198.
عبارت «اعم از مرد و زن» گواهی بر برجستگی سهم زنان شفاگر در این دوره است.
229. John Berkenhout, *Symptomatology* (1784); quoted in Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, p. 267.
230. Ackerknecht, *Short History of Medicine*, p. 110.
231. Ambroise Pare, *Apologie and Treatise*, pp. 23-24.
232. Ibid., p. 140.
233. Henry, "Doctors and Healers", p. 197.
هنری می‌گوید این شاهکار نوفر را گویا اولین بار گاسپار بوئن در ضمیمه‌ای بر کتاب زیر ثبت کرده است:
Francois Rousset, *Isterotomotochia* (Basle, 1588)
234. Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 141-142.
گزارش تامس کروسو و جیمز ترینداِلی ابتدا در *Madras Gazette* و بعد در اکتبر ۱۷۹۴ در لندن در *Gentleman's Magazine* چاپ رسید.
235. Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 266, 396, 686.
236. Ibid., pp. 283, 290.
237. Ibid., pp. 390-391.
238. Roberta Bivins, "The Body in Balance", p. 116.
239. See Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, p. 393, and John Crellin, "Herbalism", p. 88.
240. Sarton, *Six Wings*, p. 125.
ترجمه‌ی انگلیسیِ درباره‌ی فلزات را هربرت کلارک هوور (Herbert Clark Hoover) و لو هنری هوور (Lou Henry Hoover) انجام دادند. (هوور مهندسی بود که بعد رئیس جمهور امریکا شد.)
۲۴۱. من با فلوریس کوهن مخالفم که آگریکولا را مثل برنار پالیسی و رابرت نورمن در ردیف «صنعتگران باسواد» قرار می‌دهد؛ رک: Cohen, *Scientific Revolution*, p. 350.
242. Sarton, *Six Wings*, p. 120.
243. Ibid., p. 120.
244. Ibid., pp. 121-122. Also see Appendix B to Agricola, *De re metallica*, Hoover and Hoover, trans. pp. 609-613.
245. Sarton, *Six Wings*, pp. 123-124.
246. Hoover and Hoover, "Introduction" to *De re metallica*, p. vii.
مأخذ آن‌ها پیش‌گفتار درباره‌ی فلزات قدیم و جدید (*De Veteribus et Novis Metallis*, 1546)، به قلم آگریکولا است.
247. Ibid., p. vii. Also see Appendix A, pp. 596-597.
248. Sarton, *Six Wings*, p. 125.
249. Cyril Stanley Smith, "The Development of Ideas on the Structure of Metals", pp. 473-474.
نامه‌ی دکارت به مرسن در کتاب زیر آمده است: Descartes, *Oeuvers*, vol. 1I, pp. 479-492.
250. Smith, "Development of Ideas on the Structure of Metals", p. 474. See Descartes, *Oeuvres*, vol. IX, pp. 276-278.

251. Theodore M. Porter, "The Promotion of Mining and the Advancement of Science", p. 544.
252. Thomas Sprat, *History of the Royal Society of London*, p. 113.
253. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 9.
254. Zilsel, "Genesis of the Concept of Scientific Progress", p. 150.
255. Ibid., p. 129.
256. Ibid., p. 129.
257. Julian Martin, "Natural Philosophy and Its Public Concerns", p. 111.
258. Victor E. Thoren, *The Lord of Uraniborg*, p. 150.
259. John Robert Christianson, *On Tycho's Island*. p. 3.

کریستچنسون توانسته حدود صد نفر از همکاران براهه را شناسایی کند که «در ۱۵۷۶ـ۱۵۹۷ در وِین یا در ۱۵۹۷ـ۱۶۰۱ در واندسبورگ، ویتنبرگ و بوهم فعالیت داشتند. سه نفر از هر پنج نفر آن‌ها دانشگاه‌رفته بودند و یک‌سوم آن‌ها هنرمند یا صنعتگر استادکار بودند» (p. 247).

260. Thoren, *Lord of Uraniborg*, p. 1.
261. Christianson, *On Tycho's Island*, p. 24.

ولی مادام‌العمر بر این قرار نماند و با تحولات سیاسی‌ای که در دانمارک اتفاق افتاد، وِین در ۱۵۹۷ از تصرف براهه خارج شد.

262. Ibid., pp. 3, 35, 43, 80 (تأکید از ما).
263. Ibid., p. 79.
264. Ibid., p. 81.
265. Ibid., p. 72.
266. Thoren, *Lord of Uraniborg*, p. 159 (تأکید از ما).

برای اطلاع از زندگی شیسلر، رک: Christianson, *On Tycho's Island*, pp. 295-296.

267. Thoren, *Lord of Uraniborg*, p. 150.
268. Ibid., p. 180.

برای اطلاع از زندگی کرول، رک: Christianson, *On Tycho's Island*, pp. 262-263.

269. Christianson, *On Tycho's Island*, p. 80.
270. Ibid., p. 143.
271. Ibid., p. 183.
272. Ibid., pp. 246-247.
273. Henry C. King, *The History of the Telescope*, pp. 30-31.
274. Quoted in Ibid., p. 31.
275. Quoted in Ibid., p. 32.
276. Steven Shapin, *A Social History of Truth*, p. 307.
277. Clifford Dobell, *Anthony van Leeuwenhoek and His "Little Animals"*, p. 5.
278. Ibid., p. 362.
279. Ibid., p. 40.
۲۸۰. این نامه‌ی مشهور لیونهوک به «انجمن سلطنتی» در همان زمان‌ها ترجمه و منتشر شد، در: *Philosophical Transactions* (1673), vol. 8, no. 94, p. 6037.
281. Leeuwenhoek to Oldenburg, August 15, 1673. Quoted in Dobell, *Leeuwenhoek*, p. 42.
282. Dobell, *Leeuwenhoek*, p. 54.
283. Ibid., p. 52. The source of the quotation is Robert Hooke, *Phil. Expts. & Obss.* (1726).
284. Dobell, *Leeuwenhoek*, p. 363.

285. Leeuwenhoek to Oldenburg, August 15, 1673. Quoted in Dobell, *Leeuwenhoek*, p. 42.

286. Dobell, *Leeuwenhoek*, pp. 343-344.

287. Lisa Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 99.

288. See esp. Marie Boas Hall, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry.*

289. Shapin, *Social History of Truth*, pp. 132-133.
بر اساس یک نرخ تبدیل ثابت تاریخی و با یک حساب سرانگشتی می‌توان برآورد کرد که ۲۰۰۰۰ پوند قرن هفدهم تقریباً معادل ۱۲۰۰۰۰۰ پوند قرن بیستم می‌شود.

290. For more on Richard Boyle, see Nicholas Canny, *The Upstart Earl.*

291. Robert Boyle, "That the Goods of Mankind May Be Much Increased by the Naturalist's Insight into Trades", in Boyle, *Works*, vol. 3, pp. 443, 444.

292. Ibid., p. 442 (تأکید از ما).

293. Ibid., p. 443.

294. Shapin, *Social History of Truth*, p. 395.

295. Boyle, "An Account of Philaretus, during His Minority", p. xiii.

296. Boyle, "The Excellency of Theology Compared with Natural Phiolsophy", pp. 35-36.

297. Boyle, "Some Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy", p. 14.

۲۹۸. البته در زمان بویل کارمند آزمایشگاه را «تکنیسین» نمی‌گفتند و بیش‌تر به اسم «آزمایشگر» (لابورانت یا لابوراتور) از او یاد می‌کردند.

299. Shapin, *Social History of Truth*, pp. 374, 367.

300. Ibid., p. 359.

301. Ibid., p. 326.

302. Ibid., p. 379.

303. Robert Boyle, *Continuation of New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring and Weight of the Air, Second Part*, pp. 505-508.

304. Shapin, *Social History of Truth*, pp. 356-358.

305. Ibid., p. 372.

306. Ibid., pp. 359-360.

307. Hall, *Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*, p. 208.

308. Shapin, *Social History of Truth*, p. 381 (تأکید از ما).

309. Ibid., pp. 367-369.

310. Ibid., p. 367. See also Stephen Pumphrey, "Who Did the Work?"

311. Derek de Solla Price, *Little Science, Big Science ... and Beyond*, pp. 237-238.

۶

برندگان انقلاب علمی چه کسانی بودند؟

قرن شانزدهم تا قرن هجدهم

> سود اکتشافات ممکن است عاید کل نوع بشر شود... اکتشافات با خودشان برکت می‌آورند و بهره می‌دهند، بدون آن‌که موجب زیان و اندوه برای کسی شوند.
>
> فرانسیس بیکن، ارغنون نو، کلمات قصار (۱۲۹)

هر انقلابی برندگانی دارد و بازندگانی. انقلاب علمی هم مستثنی نبود. اگرچه بیکن اصلاحات علمی خودش را به صورت «بُرد-بُرد» در نظر داشت، در عمل این‌طور نشد. دانش و روش‌های اهل فن، در مراحل اولیه‌ی انقلاب، آن‌ها را در صف مقدم آن قرار داد؛ اما نهایتاً اینان نبودند که اختیار علم جدید را به دست گرفتند و از آن سود بردند. در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم نخبگان علمی جدیدی که تشکیل می‌شدند از بزرگ‌زادگانی که قبله‌ی آمال و منبع الهامشان بیکن و بویل و گالیله بودند، با استفاده از دانش فنی‌ای که به یغما برده بودند وارد صحنه شدند. قرارگاه‌های مرزی این جماعت از ناپل تا استکهلم و از لندن تا سن‌پترزبورگ را زیر پوشش گرفتند و جنبش «روشنگری» تضمین‌کننده‌ی سیطره‌ی آن‌ها بر سرتاسر اروپا شد.

البته تک و توک استثنا هم وجود داشت، ولی روی‌هم‌رفته صنعتگران و پیشه‌وران، که خود بانی انقلاب علمی بودند، از آن زیان دیدند و چون رموز کار آن‌ها در دسترس همگان قرار گرفت و مشاغلشان در نظام کارخانه‌ای ادغام شد، استقلال اقتصادی خود را از دست دادند. آن‌هایی که بخت یارشان بود و اقتصاد جدید از آن‌ها در جای دیگری استفاده کرد، کارگران مزدبگیر شدند و در خط تولید کم‌کم مهارت‌های پیشین خود را از دست دادند. بقیه که این بخت را نداشتند حکم انسان‌های زائد را پیدا کردند.

بزرگ‌ترین برنده‌ها ارباب تجارت و صنعت بودند که فلسفه‌ی مکانیکی را خرج «منطقی‌سازی» فرایندهای تولیدی کردند و انقلاب صنعتی و نظام کارخانه‌ایِ مکانیزه‌ی آن را پدید آوردند. دیگر بهره‌برهای اصلیِ نوابغ خودساخته بودند ــ فیلسوفان طبیعی‌ای که در انقلاب علمی یک جمع نخبه‌ی تازه را تشکیل دادند. ظهور این نخبگان ــ که موضوع این فصل کتاب است ــ وجه اسف‌بار «تاریخ علم مردم» به شمار می‌رود؛ با این حال برای درک این‌که علم چگونه به صورتی درآمد که امروزه هست، ضرورت دارد که به آن هم بپردازیم.

تغییر رژیم علمی

انقلاب علمی به یک «تغییر رژیم» منجر شد. درحالی‌که علم نظری رسمی سابقاً زیر سیطره‌ی علمای دانشگاهیِ کاتولیک بود، علم جدید زیر سلطه‌ی نخبگان اقتصادیِ غیرمذهبی رفت. اصلاحات پروتستان و کشف قاره‌ی امریکا هر دو در فرسایش مرجعیت فکری عالمان مدرسی تأثیر زیادی داشتند، ولی تغییر پاسداران علم نخبه‌گرا را بیش‌تر می‌توان پیامد ــ و نتیجه‌ی ــ تغییر شکل جامعه‌ی اروپایی از جامعه‌ی اشرافی به سرمایه‌داری دانست.

به عقیده‌ی پاملا اسمیت، «این فهم تازه از طبیعتْ بخشی از دگرگونی‌های بزرگ اقتصادی و اجتماعی اروپا به دنبال رشد اقتصاد تهاتری بود».[1] قضیه‌ای که می‌گوید پیدایش سرمایه‌داری عامل اصلی ظهور علم جدید بود، به نام واضع آن، بوریس هِسِن[1] فیزیک‌دان روسیه‌ی شوروی، به «نظریه‌ی هسن» معروف شده است. در بحث راجع‌به آیزاک نیوتن در صفحات بعد، نظریه‌ی هسن را بیش‌تر بررسی خواهیم کرد.

هرچند پیدایش سرمایه‌داری روندی بود که قرن‌ها به درازا کشید، می‌شود ادعا کرد که پیروزی قطعی نخبگان علمی جدید بر قدیمی‌ها فقط یک نسل ــ چهار دهه‌ی ۱۶۸۰ تا ۱۷۲۰ ــ به طول انجامید. در این زمان بود که علم از «مجموعه‌ی معارفی که روزگاری حاملانش سرسپردگان نخبه‌ای از فلورانس،

1. Boris Hessen

پاریس، یا لندن بودند»، تبدیل شد به «سنگ‌پایه‌ی اندیشه‌ی پیشرو در میان تحصیل‌کردگان غیرروحانی».[۲]

پیروزی نخبگان جدید به دنبال یک قرن تبلیغات شدیدِ کسانی که همیشه از قهرمانان علم جدید به شمار رفته‌اند، خصوصاً گالیله و بیکن، به دست آمد. یکی از کارآمدترین جنگ‌افزارهای اینان مطبوعات محلی به زبان‌های مادری بود که نسل‌های بسیاری از صنعتگر-نویسنده‌ها به وجود آورده بودند. گالیله و بیکن نه‌فقط کتاب‌هایی را که به زبان‌های مادری آن‌ها منتشر می‌شد می‌خواندند، بلکه خودشان شروع به نوشتن آن‌ها هم کردند. اولین بار در ۱۶۰۵ بیکن در کتابی انگلیسی با عنوان پیشبرد دانش[1] خواستار یک علم جدید شد و بعد همین کتاب را به لاتینی ترجمه کردند. در ۱۶۱۰ گالیله روایتی لاتینی از چیزهایی که با تلسکوپ پیشرفته‌اش در آسمان‌ها دیده بود انتشار داد، ولی در ۱۶۱۳ به ایتالیایی دراین‌باره نوشت و از آن پس بیش‌تر تألیفات او به این زبان بود.[۳]

گالیله و بیکن با انتشار پیشنهادها و یافته‌هایشان به زبان‌های مورد استفاده‌ی روزمره‌ی مردم عادی موجب افزایش جذابیت اجتماعی علم شدند و انگیزه‌ی فراوانی برای گفت‌وگوی علمی پدید آوردند. مخاطبان آن‌ها بی‌تردید فقط تحصیل‌کردگان دانشگاهی نبودند و «طبقه‌ی متوسط» بالنده‌ی شهری را هم، که با رشد سرمایه‌داری به وجود آمده بود، در بر می‌گرفتند. نتیجه‌ی اجتناب‌ناپذیر این بود که علم تا حدودی دموکراتیزه یعنی همگانی شد و این البته باید مایه‌ی خشنودی نویسنده‌ی تاریخ علم مردم باشد. اما نتیجه‌ی دیگری هم داشت که عبارت بود از پیدایش نخبگان علمی جدیدی که کمر به خدمت سردمداران تازه‌ی جامعه، یعنی طبقات بازرگان و کارخانه‌دار، بستند. اگرچه بیکن و گالیله آن‌قدر زنده نماندند که آن تغییر رژیمی را که باعثش شده بودند تا آخر به چشم ببینند، تغییر تا اواخر قرن هفدهم دیگر برگشت‌ناپذیر شده بود.

براهه، بویل و نخبگان علمی جدید

رصدخانه‌های تیکو براهه در جزیره‌ی وِین «آموزشگاهی برای نخبگان علمی و

1. *The Advancement of Learning*

دانشگاهی» شده بودند.[۴] عالمان و صنعتگرانی که او در استخدام خود داشت، به نوشته‌ی جان کریسچنسون، «بعد از این‌که از خدمت تیکو براهه مرخص شدند، در چهارگوشه‌ی اروپا پراکنده شدند و در رشته‌های بسیاری به کار پرداختند. در قرن هفدهم آن‌ها فرهنگ علمی جزیره‌ی تیکو را به شاهرگ زندگی اروپایی تزریق کردند».[۵]

تمرکززدایی ناشی از پراکندگی تیم علمی براهه به دنبال مرگ او در ۱۶۰۱ یک پیامد اجتماعی مهم داشت: «علم کلان اشرافی جای خودش را به علمی فردی و پراکنده در میان عالمان طبقه‌ی متوسط داد.»[۶] اینان پیش‌قراولان نخبگان علمی جدیدی بودند که در مقام متولیان رسمی علم نظری در سراسر اروپا جانشین مدرسیان ارسطویی شدند. آن‌ها با بینش بیکنی خودْ صنایع مکانیکی و دیگر هنرهای دستی را هم از لوازم شناخت علمی می‌دیدند، اما رویکرد آن‌ها

> متأثر از مفهوم «ذوق» (ویرتوئوزیته) بود، آرمانی که رفته‌رفته به سلایق اشرافی در اوایل عصر جدید شکل می‌داد. تا زمانی که هنرها را برای کسب لذت و ارضای کنجکاوی یا پرکردن اوقات فراغت دنبال می‌کردند، می‌شد آن‌ها را نشانه‌ی اشرافیت گرفت. ولی موقعی‌که از آن‌ها برای امرار معاش استفاده شد در آن‌ها به چشم حقارت می‌نگریستند. هنگامی‌که هنرها حکم سرگرمی‌هایی را نداشتند که شخص را از عوام جدا کنند دیگر به درد ذوق‌ورزان (ویرتوئوزها) نمی‌خوردند.[۷]

این آرمانی بود که وقتی دانشمندان اشراف‌زاده دستیابی به شناخت صنعتگران و مکانیک‌دان‌ها از طبیعت را رسالت خود می‌دانستند از آن الهام می‌گرفتند. مظهر «ذوق» رابرت بویل بود که می‌گفت: «ذهن بی‌طرفم را از کرم خدا دارم که ثروت کافی به من داده است.» بی‌نیازی او، به گفته‌ی خودش، به او اجازه می‌داد که به‌جای پول به دنبال آگاهی برود. «احتیاجی به تجربه‌های درآمدزا نداشتم و تجربه‌های آگاهی‌زا را ترجیح می‌دادم.»[۸]

آکادمی‌های تجربی

ولی پیش از بویل و حتی پیش از پراکنده‌شدن دستیاران براهه، انجمن‌هایی از

متذوّقان سرسپرده‌ی فلسفه‌ی طبیعی در ایتالیا جوانه زده بودند. یکی از اولین این آکادمی‌های تجربی «آکّادمیا دئی سکرتی»[1] بود که جامباتّیستا دلّا پورتا[2] در دهه‌ی ۱۵۶۰ در ناپل تأسیس کرد. دلّا پورتا، اشراف‌زاده‌ای که «به زبان لاتین می‌نوشت و نه برای مردم»، تا اواخر قرن «صحنه‌گردان علم در ایتالیا» شد و «امیران و اسقف‌های سراسر ایتالیا و اروپا» از جمله رودولف دوم امپراتور آلمان، دوک فلورانس، و دوک مانتوا[3] «در حمایت از او مضایقه نکردند».(۹)

دلّا پورتا یکی دیگر از کسانی بود که پیش از بیکن خواستار استفاده از دانش فنی در علم نخبه‌گرا شد. «آزمایشگاه او کارگاه صنعتگران بود؛ کارهای فنی را به چشم می‌دید و فوت و فن کار را یاد می‌گرفت و سعی می‌کرد بین باورهای مردم عادی و فنون امتحان‌پس‌داده تمایز قائل شود.» او «با تماشای صنعتگران در حین کار و با آزمایش‌های مستقلانه‌ی خود متالورژی آموخت و با صنایع دیگر هم آشنا شد».(۱۰) به علت وسواس پنهان‌کاری دلّا پورتا، اطلاعات زیادی از چگونگی کار «آکّادمیا دئی سکرتی» باقی نمانده است؛ همین‌قدر می‌دانیم که او برای کمک در آزمایش‌های علمی آکادمی دست‌کم دو پیشه‌ور استخدام کرد: عرق‌کشی به اسم جووانّی باتّیستا مِلفی[4] و عطاری به نام فاویو جوردانو.[5](۱۱)

اگر دلّا پورتا چیزی از آکادمی‌اش بروز نداده است، در عوض جیرولامو روسچلّی[6]، اومانیست ونیزی، برای ما «شرح مفصل و دقیقی از تشکیلات، امور مالی و عملکرد» یک مؤسسه‌ی مشابه دیگر (و حتی نامش، آکّادمیا سگرتا[7]) که او ادعا می‌کند در «یک شهر معروف» پادشاهی ناپل بوده، باقی گذاشته است. با این‌که روایت روسچلی سندیت ندارد و بعید نیست که بعضاً یا کاملاً ساختگی باشد، ازقضا «تنها توصیف باقی‌مانده از همان زمان از یک انجمن علمی ایتالیا در قرن شانزدهم است».(۱۲)

آکادمی روسچلی که ۲۴ نفر عضو داشت از جیب یک اشراف‌زاده‌ی محلی تأمین هزینه می‌شد. به کمک این اشراف‌زاده، «آکّادمیا سگرتا» توانست یک اداره‌ی

1. Accademia dei Secreti 2. Giambattista Della Porta 3. Mantua
4. Giovanni Battista Melfi 5. Favio Giordano 6. Girolamo Ruscelli
7. Accademia Segreta

مرکزی با امکان برگزاری همایش‌ها، یک آزمایشگاه برای اجرای آزمایش‌ها و یک باغ گیاه‌شناسی ایجاد کند:

انجمن عده‌ای اهل فن استخدام کرد تا در آزمایش‌ها کمکش کنند، از جمله دو نفر داروساز، دو نفر زرگر، دو عطرساز و چهار گیاه‌شناس و باغبان. چند خدمتکار خانگی و گروهی کارگر هم بودند که در آزمایشگاه به کوره سرکشی می‌کردند و ظرف‌ها را می‌شستند و علف‌ها و مواد شیمیایی را آسیا می‌کردند و خمیر درزگیری دستگاه تقطیر را می‌ساختند. هرکدام از آن‌ها برحسب مهارتشان مأمور کاری بودند. اعضای آکادمی هم نظارت می‌کردند و دستورهای لازم را برای آزمایش‌ها می‌دادند. «همه‌ی این ناظرهایی که بالاسر متصدی‌ها می‌ایستادند کارشان دستوردادن به داروسازها و زرگرها و عطرسازها بود.»[۱۳]

تقسیم کار سلسله‌مراتبی‌ای که روسچلّی شرح داده شباهت زیادی با تقسیم کار در «کاخ سلیمان» بیکن دارد؛ پژوهشکده‌ی علمی آرمانی‌ای که بیش از یک قرن و نیم بعد بیکن در کتاب آتلانتیس نو آن را به تصویر می‌کشد.[۱۴] اما بیکن هرقدر که مستقیماً ملهم از آکادمی‌های تجربی اروپا بود، برای دادن ساختاری نخبه‌گرایانه به نهاد آرمانی خود نیازی به الهام نداشت.

کمی بعد از این‌که «آکّادمیا دئی سکرتی» به وجود آمد و از بین رفت، دلّا پورتا چراغ راه یک انجمن تجربی دیگر در ایتالیا شد: «آکّادمیا دئی لینچئی»[1] (آکادمی وشق‌ها) که منظور از انتخاب این نام برایش اشاره به تیزبینی وَشَق[2]، گربه‌ی سیاه‌گوش، بود. لینچئی در ۱۶۰۳ در رم به همت مارکیِ مونتیچلّو، که نجیب‌زاده‌ی نوجوانی به نام فدریکو چِزی[3] بود، دایر شد، ولی روح الهام‌بخش آن دلّا پورتا بود که در ۱۶۱۰ رسماً به عضویت آن درآمد. اما یک سال بعد چزیِ بلهوس گالیله‌ی نوظهور را به خدمت گرفت و «تقریباً بلافاصله نفوذ گالیله در انجمن شروع به سایه‌افکندن بر نفوذ دلّا پورتا کرد». در ۱۶۱۶، «چزی خواب تازه‌ای برای انجمن دید» و اصل بی‌طرفی متذوّقان به خوابش آمد. اعلام کرد که آکادمی‌اش آلوده به میل

1. Addademia dei Lincei 2. lynx 3. Federico Cesi

مبتذل به «منفعت و افتخار یا شهرت» نخواهد شد و دانش را فقط «به‌خاطر خود آن و برای اعتلای اوضاع معنوی و مادی بشر» دنبال خواهد کرد.[۱۵]

نهادینه‌شدن علم در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم یک جهش بزرگ به جلو داشت. در ایتالیا، در سال ۱۶۵۷ لینچئی جای خودش را به «آکّادمیا دل چیمنتو»[1] (آکادمی تجربه) داد[۱۶] و در دهه‌ی ۱۶۶۰ مؤسسات جدید مهمی در لندن و پاریس به وجود آمدند: به‌ترتیب «انجمن سلطنتی» و «آکادمی سلطنتی علوم». شکل‌گیری این انجمن‌های علمی ماندگار را اغلب در بحث حرفه‌ای‌شدن علم جدید مطرح می‌کنند، اما به موازات آن روزبه‌روز نخبه‌گرایی علم جدید هم افزایش یافت.

«آکّادمیا دل چیمنتو» نشان‌دهنده‌ی کاهش تعصب دیرینه‌ای بود که کار تجربی یدی را کار «مکانیک‌دان‌های خرده‌پا» می‌دانست. مدیچی‌های حامی آن، فردیناند دوم دوک بزرگ توسکانی و برادر کوچکش شاهزاده لئوپولد، هم خرج آکادمی را می‌دادند و هم خودشان عملاً در اجرای آزمایش‌ها شرکت می‌کردند. سخاوتمندی آن‌ها منابع فراوانی برای آکادمی فراهم می‌آورد. در گزارشی که از کارهای آن منتشر شد، از آزمایشی سخن می‌رفت که در آن پژوهشگرها «پنجاه ورق طلا را روی هم چیدند و شاهد بودند که سوزنِ روی ورق بالایی از حرکت‌های آهنربایی که در زیر همه‌ی آن‌ها قرار داشت پیروی می‌کند».[۱۷]

«آکّادمیا دل چیمنتو» عمر کوتاهی داشت ــ فقط ده سال ــ ولی همتاهای آن در انگلستان و فرانسه عمیق‌تر ریشه دواندند. نهادهای علمی این دو کشور شکل بسیار متفاوتی پیدا کردند. اول نگاهی به تجربه‌ی انگلیسی بیندازیم.

انجمن سلطنتی

ایجاد انجمن سلطنتی [= فرهنگستان علوم انگلستان] را، به نوشته‌ی دِرِک دِ سولا پرایس، می‌توان مستقیم به ریاضی‌کاران لندن نسبت داد که در نیمه‌های قرن هفدهم تعدادشان به صدها نفر رسیده بود. آن‌ها پیش از این‌که منشور خود را رسماً به ثبت برسانند، باشگاهی غیررسمی تشکیل دادند و نام آن را «کالج نامرئی» گذاشتند. آن‌ها ابتدا در «ابزارسازی‌ها و میخانه‌ها (بعدها قهوه‌خانه‌ها)یی که پاتوق آن‌ها

1. Accademia del Cimento

بودند» تشکیل جلسه می‌دادند. موقعی‌که نشست‌های آن‌ها شکل منظم‌تری پیدا کرد، «گویا ایلایاس آلن[1]، رئیس صنف ابزارسازها، آن‌ها را دور هم جمع می‌کرد».[۱۸]

در اوایل دهه‌ی ۱۶۶۰ باشگاه به دست گروهی متذوق افتاد که دست‌کم حمایت نیم‌بند سلطنتِ احیاشده را به دست آوردند و نام آن را «انجمن سلطنتی لندن برای پیشبرد شناخت طبیعت» گذاشتند. گرایش‌های بیکنی انجمن با ایجاد بخشی به اسم «کمیته‌ی تواریخ پیشه‌ها» در آن، که کارش تحقیق درباره‌ی معدن‌کاری، پالایشگری، آبجوسازی و مشاغل صنعتی دیگر بود، نمایان شد. انجمن برای این‌که اعتبار اجتماعی خود را بالا ببرد، به «هر کس که در رده‌ی بارون یا بالاتر بود» پیشنهاد عضویت داد. در نتیجه «عده‌ای درباری و اشراف‌زاده به عضویت آن درآمدند که بعضی از آن‌ها حقیقتاً به علم علاقه‌مند بودند، ولی بسیاری از آن‌ها نه».[۱۹]

«انجمن سلطنتی» آزمایشگران چیره‌دستی مانند رابرت هوک، دُنی پاپَن، فرانسیس هاکسبی[2] (پدر و پسر)، جان تئوفیلوس دساگولیرز[3]، دانیل فارنهایت[4] و استیون گری[5] را استخدام کرد تا آزمایش‌ها را برایش انجام بدهند. این «خدمتگزارانِ مزدبگیر» بودند ــ «مردانی که اعضای انجمن آن‌ها را در مقام فیلسوفان تجربی نمی‌پذیرفتند» ــ که به نوشته‌ی استیون پامفری[6] «شهرت ماندگاری برای انجمن اولیه به ارمغان آوردند».

> خیلی از دستاوردهای تجربی مشهور «عصر طلایی» انجمن از قبیل معرفی بادگان‌شناسی[7]، تحکیم نظریه‌ی مکانیک و نورشناسی نیوتن، و علم جدید الکتریسیته تماماً در گرو کار آن‌ها و همچنین نبوغ آن‌ها بود. لفاظی تجربه‌گری را آقایان فیلسوف به نمایش گذاشتند، ولی عملش را زیردستان آن‌ها شکل دادند.[۲۰]

برخلاف «آکادمی سلطنتی علوم فرانسه»، انجمن سلطنتی لندن نهادی دولتی نبود. دولت سلطنتی بریتانیا تقریباً هیچ کمک مالی‌ای به این نهاد نوپای «سلطنتی»

1. Elias Allen 2. Francis Hauksbee 3. Jean Theophilus Desaguliers
4. Daniel Fahrenheit 5. Stephen Gray 6. Stephen Pumphrey 7. pneumatics

نمی‌داد. به همین علت، حمایت مالی رابرت بویل برای آن اهمیت حیاتی داشت. درآمدهای او از زمین‌هایش در ایرلند «کمک‌حال انجمن سلطنتی بود؛ مثل اسرار حرفه‌ای که بویل از فنون و رموز کار صنعتگران ایرلندی به دست می‌آورد».[۲۱] اعضای قدرشناس انجمن هم مشتاقانه برای کتاب‌های بویل تبلیغ می‌کردند و از او، همچون سرنمونه‌ی دانشمندان تجربی، تصویری جاودانی می‌ساختند. سروده‌ی مشهوری با عنوان بازهم جلوتر، از جوزف گلانویل، بویل را مظهر دستاوردهای انجمن می‌خواند.[۲۲]

«انجمن سلطنتی» بیکن را هم منبع الهام خود می‌دانست و می‌ستود. تامس اسپرات، اولین مورخ انجمن، درباره‌ی «لرد بیکن» نوشت: «آن بزرگمرد خلاقیتی داشت برابر با کل این توفیق سترگی که اکنون برپاست».[۲۳] اِبیرهم کاولیِ[1] شاعر «در ستایش انجمن سلطنتی» بانگ برداشت که «بیکن، چون موسی، سرانجام ما را به مقصد رساند». و اضافه کرد که بیکن «راه مکانیکیِ» شناخت را به ما نشان داد.[۲۴]

نسل خود بیکن چندان اعتنایی به آرای او نکرده بودند، ولی از نیمه‌های قرن هفدهم بیکنیسم کم‌کم خودش را به‌عنوان بینش علم جدید به رخ کشید. بیکن میراث یکدستی نداشت. گروهی از تندروهای انقلاب انگلستان هم پاراسلسوس و هم بیکن را منبع الهام خود می‌دیدند. یکی از برجسته‌ترین آن‌ها جان وبستر[2] بود، «واعظ پرشور و طبیب پرآوازه‌ای که حمله‌ی تندروها به دانشگاه‌ها را در انقلاب رهبری کرده بود».[۲۵] اما اگرچه بیکن قهرمان بعضی از اصلاح‌طلبانی شد که جانب مردم را گرفتند و به نخبگان تاختند، محافظه‌کاری سیاسی او در فهم نسل‌های بعدی از برنامه‌ی بیکنی تأثیر گذاشت. روند نهادینه‌سازی‌ای که به علم در جهان غرب شکل حرفه‌ای داد، مطابق انتظار بیکن، همچنین آن را تبدیل به اهرمی فکری برای سیاست زور و ثبات اجتماعی کرد.

انقلاب انگلستان و «علم فارغ از ارزش»

«انجمن سلطنتی» در گرماگرم جدالی فکری بر سر معنی علم پا به عرصه‌ی وجود نهاد. دوره دوره‌ی جنگ‌های داخلی دهه‌های ۱۶۴۰ و ۱۶۵۰ و انقلاب اجتماعی

1. Abraham Cowley 2. John Webster

بزرگی بود که «دنیا را زیر و رو کرد».[۲۶] بنیان‌گذاران انجمن از مرفهان جامعه بودند و از انقلاب علیه سلطنت مطلقه حمایت می‌کردند، اما نمی‌خواستند که از این فراتر برود. ولی کسان بسیاری هم بودند که دوست داشتند انقلاب ادامه پیدا بکند تا اختلاف فقیر و غنی را از بین ببرد. در خلأ قدرتی که در سال‌های ۱۶۵۰ در انگلستان به وجود آمد

> فرقه‌های افراطی (دسته‌های مذهبی همفکر) مثل قارچ از زمین سبز شدند. افکار آن‌ها اغلب از نهضت اصلاحات افراطی قرن قبل از آن متأثر بود. اسامی این فرقه‌ها ماهیت آن‌ها را نشان می‌داد. «برابری‌خواهان»[۱] خواستار حق رأی همگانی و حذف شرط مالکیت برای رأی‌دادن بودند. «مستقل‌ها»[۲] مخالف وجود کلیسای رسمی و اخذ مالیات برای تأمین هزینه‌ی آن بودند. «جویندگان»[۳] اعتقاد داشتند که هر انسانی، خواه مرد و خواه زن، این توانایی را دارد که راه رسیدن به خدا را برای خودش پیدا کند. «پرخاشگران»[۴] آزادی بیان مطلق می‌خواستند. «لرزندگان» یا کواکرها[۵] ستایشگر نور الاهی نهفته در وجود انسان، که به اعتقاد آن‌ها سبب برابری همه‌ی آدمیان می‌شد، بودند و با این حربه به هر نوع سلسله‌مراتبی می‌تاختند. ولی شاید از همه‌ی گروه‌ها تندروتر «کَنندگان»[۶] بودند که سرکرده‌شان جرارد وینستَنلی[۷] (حدود ۱۶۰۹ـبعد از ۱۶۶۰) ادعای این‌همانی خدا با طبیعت را داشت و قدم‌هایی برداشت در جهت تحقق خواسته‌اش، که بازتوزیع اراضی برای کار اشتراکی به سود عامه‌ی مردم بود. این فرقه‌ها تبلیغ هم می‌کردند و برای اجرای آنچه تبلیغ می‌کردند می‌کوشیدند.[۲۷]

این جویندگان و پرخاشگران و کَنندگان و دیگر فرقه‌های تندرو علم را فارغ از مقولات اجتماعی نمی‌دیدند و جوهر آن را خنثی نمی‌دانستند. کریستوفر هیل[۸] می‌نویسد که «تندروهای انقلاب انگلستان آخرین تلاش را به خرج دادند تا جهان را، و همین‌طور علم و جامعه را، یک کل واحد ببینند. پایان‌دادن به تفاوت متخصصان با مردم عادی» سرلوحه‌ی برنامه‌ی آن‌ها بود. «وینستنلی می‌خواست

1. Levellers 2. Independents 3. Seekers 4. Ranters 5. Quakers
6. Diggers 7. Gerrard Winstanley 8. Christopher Hill

که علم و فلسفه و سیاست در هر محله‌ای به‌وسیله‌ی یک غیرمتخصص منتخب تدریس شود... او و دانشمندان تندرو خواستار آن بودند که علم به معضلات زندگی بشر بپردازد».[۲۸]

وینستنلی مخالف این بود که تعلیم و تعلم در انحصار نخبگان دانشگاهی باشد. او می‌خواست «آموزش همگانی، قطع‌نظر از طبقه یا جنسیت، با کار بدنی همراه شود تا طبقه‌ی ممتازی از عالمان بی‌عمل به وجود نیاید».[۲۹] به گفته‌ی خودش،

> دیگر مثل الان، در حکومت سلطنتی، نخواهد بود که دسته‌ای از کودکان فقط آموزش کتابی ببینند و شغلی نداشته باشند و اسمشان را بگذارند عالم؛ چون وقتی بیکار بودند این فکر به سرشان می‌زند که راه‌هایی پیدا کنند برای این‌که خودشان را ارباب و سرور برادران زحمتکش خود کنند.[۳۰]

هیل می‌نویسد:

> طنز تلخی است که تقریباً درست در همین زمانی که وینستنلی این‌طور در فکر همگانی‌کردن و نشر گسترده‌ی علوم بود، روند تخصصی‌شدن آغاز شد. نسل همه‌چیزدان‌ها در حال انقراض بود که تازه وینستنلی به فکر تربیت یک جوجه‌علامه برای هر محله افتاد. اما نقشه‌ی او کاملاً هم خیالی نبود.... نمی‌توانیم بگوییم که رؤیای وینستنلی امکان تحقق نداشت؛ حداکثر می‌توانیم بگوییم که هرگز آزمایش نشد.[۳۱]

در این میان جنبش پاراسلسیان نفوذ و هواداران بیش‌تری پیدا کرده و در نیمه‌های قرن هفدهم به اوج رسیده بود. تلاقی آن با وقایع انقلابی انگلستان هم به نشاط آن افزود و جهان‌بینی پرشور پاراسلسیان و بیزاری آن‌ها از مرجعیت رسمی با ذائقه‌ی فرقه‌های مذهبی تندرو جور درآمد.[۳۲] یک آماج خشم اینان «کالج سلطنتی اطبا» بود، تشکیلاتی انحصاری که «جراحان و عطارها را، که بیش‌تر احتمال می‌رفت پاراسلسی باشند، به آن راه نمی‌دادند. در جو بحرانی دهه‌های ۱۶۴۰ و ۱۶۵۰ طرفدارانِ این بیرون‌ماندگان به کالج به این دلیل که قدیمی و فاسد شده است می‌تاختند و یک نظام بهداشت همگانی دموکراتیک به جای آن می‌خواستند».[۳۳]

یک مخالف افراطی انحصارطلبی کالج اطبا که عطاری به اسم نیکولاس کالپپر[1] بود، «کتاب مقدس کالج، فارماکوپیا لُندیننسیس[2]، را به انگلیسی ترجمه کرد تا فقرا هم بتوانند از دستورات دارویی آن استفاده کنند. او امیدوار بود که به کمک آن هر کسی بتواند طبیب خودش بشود، همان‌طور که ترجمه‌ی انجیل هر کسی را مجتهد خودش کرده بود».[۳۴] به طور کلی تجربه‌ی انقلاب انگلستان همان واهمه‌ای را که بیکن از پیامدهای سیاسی «شور» پاراسلسی در علم داشت به دل وارثان او هم انداخت.

در ۱۶۶۰ دیگر انقلاب انگلستان فروکش کرده بود. سلطنت موروثی برگشت، تندروها تار و مار شدند و گام‌های برگشت‌ناپذیری در جهت ایجاد اقتصادِ مبتنی بر بازار برداشته شد. اما جنبش علم مردمی، که پاراسلسیان نمایندگی‌اش می‌کردند، چه سرنوشتی پیدا کرد؟ با شکست فرقه‌های افراطی در انقلاب انگلستان، «بیکنیسمی که روز به روز محافظه‌کارتر می‌شد» توانست «خودش را از زیر نفوذ پاراسلسیان تندرو بیرون بیاورد. اولی به جریان اصلی علم پیوست و دومی از اواخر دهه‌ی ۱۶۵۰ در سایه قرار گرفت».[۳۵]

این‌جا نقطه‌ی عطفی برای تاریخ علم مردم بود. چنان‌که هیل می‌نویسد:

> سقوط تندروها همچنین به معنی پایان رؤیای یک «جهان‌بینی» فراگیرِ در دسترس همه‌ی مردم بود. نیوتن برای مکانیک‌دان میانه‌حال همان‌قدر دور از فهم ماند که توماسِ آکوئینی[3]. معرفتْ دیگر محبوس در کتاب مقدس لاتینی نبود که فقط علمای روحانی بتوانند تفسیرش کنند؛ اکنون محبوس در واژگان فنی علوم بود که کسی جز متخصصان جدید از عهده‌ی تفسیرش برنمی‌آمدند.[۳۶]

بازگشت سلطنت همچنین به معنی ادامه‌ی کار دانشگاه‌ها بود،

> کمابیش فارغ از افکار علمی‌ای که در انقلاب به آن‌ها حمله‌ور شده بود.... همین‌طور آن‌ها تأکیدشان را بر زبان‌های کلاسیک حفظ کردند، درحالی‌که دیگر لاتین نه منبع اصلی اطلاعات علمی بود و نه زبان جهانی تحقیق و

1. Nicholas Culpeper 2. *Pharmacoepia Londinensis* 3. Thomas Aquinas

تتبع. ... بنابراین آکسفورد و کمبریج از شاهراه حیات فکری ملی و بین‌المللی به دور افتادند و حاشیه‌نشین شدند.[۳۷]

هیل این‌طور نتیجه‌گیری می‌کند که پیامدهای اجتماعی آن بسیار دامنه‌دار بود:

انگلستان در حالی وارد عصر انقلاب صنعتی شد که رجال حاکمش سواد علمی نداشتند. از طرف دیگر، دانشمندان انجمن سلطنتی هم نقشه‌های به‌زعم آن‌ها «افراطیِ» تندروها را برای ایجاد فرصت‌های آموزشیِ برابر به کلی کنار گذاشتند. بنابراین معدن استعداد علمی در طبقات پایین جامعه، که در آن نقشه‌ها دیده شده بود، دست‌نخورده باقی ماند و «انگلستان با جمعیتی که برای بهره‌برداری کامل از منابعش به‌خوبی آماده نشده بود به‌سوی عصر فناوری حرکت کرد».[۳۸]

اگرچه طبقه‌ی حاکم در انگلستانِ بعد از احیای سلطنت در آغاز چندان میلی به پذیرش علم جدید نداشت، نخبگان فکری تازه‌ای کم‌کم خود را نشان می‌دادند. یک نقطه‌ی عطف در این روند به‌وجودآمدن «انجمن سلطنتی» بود که شکل نهادینه به یک نگرش علمی نو داد. سران انجمن برای این‌که چنددستگی و بلبشوی سال‌های انقلاب در کارشان خلل ایجاد نکند، بحث‌های سیاسی و مذهبی و اجتماعی بی‌ارتباط با علم جدید را ممنوع کردند. رابرت هوک اعلام کرد که «انجمن سلطنتی نه کارش این است و نه قصد آن را دارد که در الاهیات، مابعدالطبیعه، اخلاقیات، سیاست، صرف و نحو، بدیع یا منطق دخالت کند».[۳۹]

آن‌ها «افراطی‌ها» و «متعصب‌ها» را بین خودشان راه نمی‌دادند. از این‌رو، کسانی که افکار انقلابی داشتند از «انجمن سلطنتی» بیرون ماندند و سازماندهی حرفه‌ای علم، عالماً و عامداً، به صورتی انجام گرفت که با جامعه‌ی مدنی جدیدی که در انگلستان در حال شکل‌گیری بود سازگار باشد. به قول برجسته‌ترین تاریخ‌نویس انقلاب انگلستان، «جامعه اکنون خواستار علمی بود که غیرسیاسی باشد ــ که آن زمان هم مثل امروز معنی‌اش علم محافظه‌کار بود».[۴۰]

رهبران «انجمن سلطنتی» گمان می‌کردند که با قدغن‌کردن بحث ایدئولوژیکیِ شر ایدئولوژی را از سر علم کم می‌کنند، ولی اتفاقی که عملاً

افتاد تضمین حاکمیت انحصاری ایدئولوژی نخبه‌گرای خودِ آن‌ها بر انجمن بود. بی‌طرفی‌ای که آن‌ها به‌عنوان ضامن برابری و عینیت علمی از آن دفاع می‌کردند انتزاع فریبنده‌ای بیش نبود. در عمل همیشه بعضی اشخاص و برخی دیدگاه‌ها «برابرتر» از بقیه بودند. چون عملکرد اجتماعی انجمن سلطنتی ــ به‌قدرت‌رساندن نخبگان علمیِ جدید ــ از ابتدا مورد تأیید بیکنیسم بود، خوب است که گرایش‌های ذاتی این ایدئولوژی را بررسی کنیم.

بیکن و «مردم»

«من از این لغت مردم (People) هیچ خوشم نمی‌آید» جمله‌ای است که یک نویسنده‌ی زندگی‌نامه‌ی بیکن از خود او نقل کرده تا نشان بدهد که بیکن نه کشته‌مرده‌ی «عوام» بوده و نه آن‌جور آدمی که خودش از «قماش پابرهنه‌ها» توصیفش می‌کرد.[۴۱] اگرچه او فیلسوفی بود که عادتاً با الفاظی کلی حرفش را می‌زد و نظرهایش را با صحبت از سعادت همه‌ی بشر توجیه می‌کرد، از آن‌جا که مقامی دولتی بود دامنه‌ی علایق اجتماعی‌اش خیلی محدودتر می‌شد و در خدمت به منافع طبقات ممتاز جامعه ــ «قماش بزرگان» ــ خلاصه می‌شد. اما نباید این را لزوماً به حساب ریاکاری او بگذاریم؛ تا جایی که به او مربوط می‌شد، اشراف و نجبا همه‌ی بشر بودند ــ یا همه‌ی بشری که اهمیت داشت. بقیه‌ی جامعه، یعنی اکثریت، بیش‌تر مایه‌ی نابسامانی بودند: «اسباب فتنه».[۴۲]

احساس بیکن در مورد رشد انفجاری شناخت طبیعی، که او در آغاز قرن هفدهم شاهدش بود، معمولاً احساس خوشحالی محض توصیف می‌شود؛ اما این فقط یک روی سکه است. او به‌شدت نگران ــ و حتی هراسان ــ از پیامدهای اجتماعی بی‌اعتبارشدن معارف سنتی بود:

> استعداد زیادی برای بی‌ثباتی اجتماعی و بلوای سیاسی وجود داشت، چنان‌که درس عبرتی برای حاکمان مرکزی می‌شد؛ اما دل‌نگرانی‌های آن‌ها از این بابتْ تولید و مخصوصاً نشر علوم را هم در بر می‌گرفت. کسانی که علناً ادعا می‌کردند «علم حقیقی» در نزد آن‌هاست، امکان داشت که برای مرجعیت حاکمان و مشروعیت موقت حکومت آنان خطرناک باشند. این

اشخاص را باید تا جایی که می‌شد مهار می‌کردند و آثارشان را زیر نظر می‌گرفتند.[۴۳]

مشاغل سیاسی بیکن او را تا بالاترین مراتب نفوذ دولتی بالا بردند.[۴۴] در ۱۶۱۲ او یکی از مهم‌ترین مشاوران شاه جیمز اول بود. در ۱۶۱۳ دادستان کل کشور، در ۱۶۱۶ عضو شورای سلطنت، در ۱۶۱۷ مهردار اعظم (رئیس قوه‌ی قضاییه) و در ۱۶۱۸ صدراعظم شد. او اصالت اشرافی نداشت، ولی در ۱۶۱۸ به مقام «بارونِ وِرولام»[1] رسید و در ۱۶۲۱ عنوان «ویکنتِ سنت‌آلبانز»[2] را برای او ایجاد کردند. بیکن در جایگاه «عضو طبقه‌ی حاکم انگلستان»، «آرزوی بزرگش افزایش اختیارات شاه در دولت بود و گمان می‌کرد فلسفه‌ی طبیعی او با تعریف جدیدش می‌تواند این هدف سیاسی را متحقق کند». اصلاحات علمی پیشنهادی او بیش‌تر «حرکت ارتجاعی سلطنت‌طلبانه‌ای» در برابر تلاش‌هایی بود که برای بیرون‌آوردن علم از زیر یوغ سلطنت انجام می‌گرفتند.[۴۵]

بیکن را مورخان همیشه از پرچمداران جنبش روشنگری شمرده‌اند و فلسفه‌اش را کاملاً امروزی و عمیقاً انسانی توصیف کرده‌اند.[۴۶] لورن آیزلی[3] او را «انسان متمدنی فراتر از زمان و مکان خود در مصاف با وحشی‌ها» می‌بیند؛ و بنجامین فارینگتون او را «فیلسوف مهربان علم صنعتی» می‌شناسد.[۴۷] اما بیکن، زمانی‌که مقامش اجازه می‌داد، پروایی از به کارگیری شکنجه برای گوشمالی شورشی‌های پابرهنه نداشت. بعد از بلوای «اِنسلو هیل»[4] در ۱۵۹۶، بیکن که دست‌درازی به زمین‌های دیگران را عین وطن‌فروشی می‌دانست، بارتولومیو استیرِ[5] نجار را محکوم به «دو ماه بازجویی و شکنجه در زندان برایدوِل لندن» کرد. یک بار در بازجویی از آناباپتیست‌های متهم به ارتداد، «دست‌وپای معلمی به نام سمیوئل پیکاک[6] را آن‌قدر روی تخت شکنجه کشید که مرد بیهوش شد».[۴۸]

لزومی ندارد وارد این بحث شویم که تمایل بیکن به استفاده از شکنجه در آن بستر زمانی تا چه اندازه عادی یا نابهنجار بود؛ فقط کافی است به این نکته توجه کنیم که او «بشر» را از زاویه‌ی دید طبقه‌ی اجتماعی حاکم می‌دید. این که ادعا کرده

1. Baron Verulam 2. Viscount St. Albans 3. Loren Eisley 4. Enslow Hill
5. Bartholomew Steere 6. Samuel Peacock

علم جدیدِ پیشنهادی او به سود «کل نوع بشر» است باید از این دیدگاه نگریسته شود.[۴۹] پس وقتی هم که بیکن به اهل علم توصیه می‌کند از اهل فن بیاموزند، توصیه‌ی او برنامه‌ی خیرخواهانه‌ای برای مشارکت در دانش‌اندوزی نیست؛ برای مصادره‌ی اطلاعات زحمتکشان به سود طبقه‌ی حاکم است.

هتک حرمت و شکنجه‌ی مام طبیعت

تصویرپردازی مردسالارانه در تألیفات بیکن نشان‌دهنده‌ی جایگاه اجتماعی زنان در انگلستان آغاز قرن هفدهم است. بیکن یکسره طبیعت را همچون زنی به تصویر می‌کشد که پشت رازهایش پنهان می‌شود ــ رازهای «نهفته در سینه‌ی طبیعت» یا «اندوخته در بطن طبیعت» ــ و بیکن می‌گوید که او آن‌ها را لو نمی‌دهد مگر این‌که قهراً به او تعرض شود.[۵۰]

بیکن اعلام می‌کند که «من در مورد طبیعت و فرزندانش به این حقیقت محض پی برده‌ام که باید او را به خدمت بگیرید و کنیز خود سازید.» می‌گوید ما نمی‌توانیم «بنشینیم که طبیعت به سراغ ما بیاید. گیس طبیعت را باید کشید». باید «او را بگیریم و اسیر کنیم»، «بگیریم و رامش کنیم و چهار ستون بدنش را بلرزانیم». بیکن به استفاده از وسایل مکانیکی شکنجه برای اعتراف‌گرفتن از زن‌های متهم به جادوگری اشاره می‌کند تا از آن نتیجه بگیرد که باید از همین روش تفتیش عقاید برای بیرون‌کشیدن رازهای طبیعت از زیر زبانش استفاده کرد.

> حتی اگر استفاده از این فنون ... برای افشای اسرار طبیعت ... محکوم باشد ... انسان نباید وقتی‌که پای کشف حقیقت در میان است خودش را مقید به این محذورات کند.

بیکن می‌گوید که طبیعت «زیر فشار و آزار [وسایل مکانیکی] بهتر زبان باز می‌کند تا وقتی که به حال خودش گذاشته شود».

این تصویرپردازی جنسی به صورت تجاوز و شکنجه و دربندکشیدن مام طبیعت را نباید صرفاً استعاره‌هایی دید بی‌ارتباط با تصوری که دانشمندان اشراف‌زاده‌ی انگلستان قرن هفدهم از جهان در ذهن داشتند. اسارت زن‌ها جزء لاینفکی از جهان‌بینی این مردان بود و این جهان‌بینی به حفظ سلطه‌ی مردها در

جامعه‌ی مردسالار تعهد داشت. ساده‌لوحانه است که تصور کنیم سخنان این دانشمندان درباره‌ی زن‌ها یا امور اجتماعی دیگر «فارغ از ارزش‌گذاری» بوده است.

جنون ساحره‌سوزان در اروپا

جایگاه زنان در «انقلاب علمی» را جنون شکار جادوگر، که در همین زمان اروپا را فراگرفت، به‌خوبی نشان می‌دهد. هم علم جدید و هم جنون جادوگرگیری هر دو واکنش‌هایی در برابر بحران اجتماعی عمومی بودند که از یک قرن قبل‌تر در اروپا آغاز شده بود: بحران فروپاشی نظام سنتیِ ارباب و رعیتی.

به نوشته‌ی هیو ترِوِر روپر[1]، عقیده به وجود جادوگر «در قرن‌های شانزدهم و هفدهم، برخلاف نظر شیفتگان پیشرفت، یک خرافه‌ی سمج قدیمی نبود که در حال ازبین‌رفتن باشد؛ یک نیروی انفجاریِ جدید بود که مرتب رشد می‌کرد و ترسناک‌تر می‌شد».[۵۱] شاید تناقض‌آلود جلوه کند که این جنون همگانیِ ظاهراً نامعقول دقیقاً در همان زمان و مکانی پیش آمد که علم جدید متولد شد؛ اما این عین واقعیت. «در دهه‌ی ۱۶۳۰ که گالیله گفت‌وگو درباره‌ی دو منظومه‌ی بزرگ جهان را منتشر کرد، در اروپا آن‌قدر ساحره سوزاندند که سابقه نداشت.»[۵۲]

> زودباوری در میان مقامات افزایش یافت و راه‌های بروز آن سهمگین‌تر شد و قربانیان بیش‌تری گرفت. سال‌های ۱۵۵۰ـ۱۶۰۰ بدتر از ۱۵۰۰ـ۱۵۵۰ بودند و سال‌های ۱۶۰۰ـ۱۶۵۰ بازهم بدتر.... اگر این دو قرن عصر روشنایی بودند، باید بپذیریم که «قرون تاریک» دست‌کم از یک جنبه متمدنانه‌تر بودند؛ چون در «قرون تاریک» لااقل جنون جادوگرگیری وجود نداشت.[۵۳]

سرکوبی که به نام شکار جادوگر انجام گرفت بازتاب تلاش‌های بیکنی برای مبارزه با استقلال‌طلبی در شناخت طبیعت بود. محققانی مطرح کرده‌اند که جادوگری بعضاً «از بقایای طبیعت‌پرستی پیش از مسیحیت» بود، پژواکی از

1. Hugh Trevor-Roper

فرهنگ بت‌پرستانِ پشت‌کوهی، که با جریان اصلی تمدن اروپا بیگانه بود و رجال جامعه آن را تهدیدی می‌دیدند.[۵۴] ولی مقامات روحانی و غیرروحانی اقدامات سرکوبگرانه‌ی خود را نه با بهانه‌های سیاسی بلکه با این اتهام توجیه می‌کردند که پیرزن‌ها از اتحاد با شیطان به نیروهای فوق‌طبیعی خطرناکی دست پیدا کرده‌اند.

این بهتان را، که اکنون واقعاً مضحک به نظر می‌رسد، توده‌های خرافاتی بی‌سواد نمی‌زدند، بلکه «محصول عملیات بی‌رحمانه‌ای بود که روحانیان و مفتشان سودجو آغاز کردند. این اتهام مطلقاً ریشه‌ی اجتماعی نداشت و فقط از بالا وارد شد».[۵۵] یک بینش پیچیده ــ یک «علم» جدید شیطان‌شناسی ــ به همت رهبران فکری جامعه فراهم آمد: «دانشگاهیان، حقوق‌دانان و روحانیان عصر اسکالیجر[۱] و لیپسیوس[۲]، بیکن و گروتیوس[۳]، بِرول[۴] و پاسکال.» این علم جدید را «برخی از اصیل‌ترین و فرهیخته‌ترین مردان روزگار» به وجود آوردند و «نبوغ خود را وقف نشر آن کردند». یکی از برجسته‌ترین آن‌ها، ژان بودَن[۵]، کتابی با عنوان درباره‌ی جنون شیطانی ساحران[۶] نوشت که درس‌نامه‌ی اصلی شیطان‌شناسی شد (توجه کنید که چند دهه از مرگ کپرنیک هم گذشته بود):

> بودَن، ارسطو و مونتسکیوی قرن شانزدهم، پیامبر تاریخ تطبیقی و نظریه‌ی سیاست و فلسفه‌ی قانون و نظریه‌ی کمّی پول و غیره و غیره، در سال ۱۵۸۰ کتابی نوشت که به طور بی‌سابقه‌ای به آتش ساحره‌سوزان در اروپا دامن زد.... دیدن آن‌که این مرد، مردی که سرآمد فکریِ بلامنازع اواخر قرن شانزدهم بود، خواهان سوزاندنِ نه‌فقط جادوگرها بلکه همه‌ی اشخاص بی‌اعتقاد به جزئیات عجیب‌وغریب شیطان‌شناسی جدید بود، تجربه‌ی تکان‌دهنده‌ای است.[۵۶]

یکی از نظریه‌پردازان بزرگ علم شیطان‌شناسی جیمز ششم شاه اسکاتلند بود که بعد با نام جیمز اول بر تخت پادشاهی انگلستان تکیه زد و حامی فرانسیس بیکن شد.[۵۷] او هم خودش را عالم می‌دانست و رساله‌ی شیطان‌شناسی[۷] پرمایه‌اش یکی از انبوه «دانش‌نامه‌های جادوگری» بود که

1. Julius Ceasar Scaliger 2. Justus Lipsius 3. Hugo Grotius 4. Pierre de Berulle
5. Jean Bodin 6. *De la démonomanie des sorciers* 7. *Daemonologie*

تأکید دارند همه‌ی جزئیات عجیب‌وغریب شیطان‌شناسی عین حقیقت است و نباید درباره‌ی آن‌ها شک به دل راه داد و شکاکان و وکلایی که از جادوگرها دفاع می‌کنند خودشان هم جادوگرند و همه‌ی جادوگرها، «خوب» یا «بد»، باید سوزانده شوند و هیچ عذر و بهانه‌ای پذیرفته نیست و صرف شهادت یک جادوگر برای سوزاندن جادوگر دیگر کافی است.[۵۸]

بعضی از قربانی‌های جنون جادوگرگیری مرد بودند، اما این پدیده بیش‌تر با زنان ضدیت داشت. مطالعات آماری نشان می‌دهد که از مجموع حدود ۱۰۰۰۰۰ نفری که در کشورهای مختلف اروپا به جرم جادوگری دادگاهی شدند، نزدیک ۸۳ درصد زن بودند.[۵۹] منشور جنبش، مالئوس مالِفیکاروم[1] (چکش جادوگران)، «درس‌نامه‌ی زن‌ستیزی»[۶۰] بود. آن را دو کشیش دومینیکی به نام‌های هنری کرِیمر[2] و جیمز اسپرِنگر[3]، که برگزیدگان پاپ اینوکِنتیوس سوم[4] برای رهبری مبارزه‌ی ویژه با جادوگری بودند، در سال ۱۴۸۶ منتشر کردند. به نوشته‌ی کریمر و اسپرنگر، یک علت این‌که بیش‌تر جادوگرها زن هستند این است که زن‌ها کم‌تر از مردها عقل دارند؛ ولی مهم‌ترین علت آن اشتهای جنسیِ سیری‌ناپذیر زنان است: «منشأ سحر کلاً شهوت جنسی است که در زنان سیری‌ناپذیر است؛ آن‌ها برای ارضای شهوتشان حتی با شیاطین همخوابه می‌شوند.»[۶۱]

در نیمه‌های قرن هفدهم تب شکار جادوگر چنان بالا رفته بود که جادوگرستیزان متعصب نه‌فقط به زنان بی‌دفاع روستایی که چه‌بسا به اعضای قشر روحانی و رجال مملکتی هم افترا می‌بستند. هر احدی، در هر جایگاه اجتماعی‌ای که بود، اگر در مورد جادوگری ابراز رواداری یا تردید می‌کرد خود گوشمالی می‌شد. موقعی‌که وزنه‌های اجتماعی خودشان شروع به احساس خطر کردند، تب فروکش کرد. تجربه‌ی شهری در آلمان به‌خوبی نشان می‌دهد که این تحول چگونه اتفاق افتاد:

حتی وورتسبورگ[5] که محاکماتش تا سال ۱۶۳۰ بیداد کرده بود، هنگامی‌که

1. *Malleus maleficarum* 2. Henry Kramer 3. James Sprenger
4. Pope Innocent III 5. Würzburg

اسقف فیلیپ آدولف فون آهرِنبرگ[1] خودش و پیشکارش متهم به جادوگری شدند، بازنگری جدی را لازم دید. در عقبگردی که نمودار روند کاملی در سراسر جنوب غربی آلمان بود، اسقف فرمان توقف محاکمات را صادر کرد و مجالس ترحیمی برای قربانیان بی‌گناه آن‌ها برگزار شد.(۶۲)

عمده‌ی نظریه‌پردازهای شیطان‌شناسی علمای ارسطویی بودند، اما بیکن و دکارت و دیگر قهرمان‌های نام‌آشنای علم جدید نتوانستند مقابله‌ی مؤثری با آن انجام بدهند و بیش‌تر آن‌ها موضع روشنی در مورد جادوگری نداشتند. در دهه‌ی ۱۶۶۰ که جنون ساحره‌سوزان در مقام یک پدیده‌ی اجتماعی بزرگ در اروپا به آخر خط رسیده و سریعاً در حال افول بود، سرکردگان پرنفوذ نخبگان علمی جدید دوباره کوشیدند روح تازه‌ای در کالبد آن بدمند. در انگلستان برخی از برجسته‌ترین سخنگویان «انجمن سلطنتی»، از جمله رابرت بویل، جوزف گلانویل و هنری مور[2]، در دفاع از اعتقاد به جادوگری به عقب‌داران آن پیوستند.

چارلز وبستر[3] می‌نویسد: «روایت متواتر این است که علم جدید و عوامل آن، یعنی اعضای ممتاز انجمن سلطنتی، سهم مهمی در کاهش اعتقاد به جادوگری در بریتانیا داشته‌اند.» اما این روایت به‌رغم تواترش کذب محض است. در حقیقت، «خیلی از نوشته‌های طرفدار عقیده به جادوگری از گلانویل و اوبری و نویسندگان دیگری است که روابط محکمی با انجمن سلطنتی داشتند».(۶۳)

موج علاقه به سحر و جادو در میان فیلسوفان تجربی با انتشار کتاب شیطان ماسکُن[4] به دستور رابرت بویل در ۱۶۵۸ به حرکت درآمد. ... شیطان ماسکن سردسته‌ی آثار بعدی درباره‌ی گزارش‌های موثق از شیاطین شد. بویل هنوز اعتقاد داشت که اثبات پدیده‌های فوق‌طبیعی بهترین راه سلب اعتبار براهین لامذهبان است. «شیمی‌دان شکاک» و رفقایش هیچ ابراز شک در مورد جادوگری نمی‌کردند.(۶۴)

«راه بویل را جوزف گلانویل با شور فراوان ادامه داد. او و تامس اسپرات

1. Bishop Philipp Adolf von Ahrenberg 2. Henry More 3. Charles Webster
4. *The Devil of Mascon*

مدافعان اصلی انجمن سلطنتی بودند.»[۶۵] در ۱۶۶۶ که تب شکار جادوگر کاملاً فروکش کرده بود، گلانویل رساله‌ای انتشار داد به نام سعی فلسفی در دفاع از موجودیت جادوگران و اشباح[1]. او در آن به دفاع از این ادعای بویل پرداخت که انکار واقعیت جادوگریْ پوششی برای الحاد است: «آن‌هایی که جرئت نمی‌کنند بی‌پرده بگویند خدایی وجود ندارد، وجود روح یا جادوگر را انکار می‌کنند، و این مقدمه و قدمی بزرگ در کارِ آن‌هاست.» در ۱۶۷۷ که «یک انقلابیِ سابق و طرفدار پر و پا قرص پاراسلسوس» از اعتقاد گلانویل به جادوگری انتقاد کرد، رابرت بویل و هنری مور جانب گلانویل را گرفتند.[۶۶]

دلمشغولی بویل و همفکرانش در انجمن سلطنتی، بعد از جنگ‌های داخلی مخلِ اواسط قرن، این بود که حرمت اجتماعی فلسفه‌ی مکانیکی جدید را حفظ کنند و مانع از لکه‌دارشدن دامن خودشان و این فلسفه با ماده‌گرایی «الحادی» شوند. قضیه‌ی جادوگری «این فرصت را برای انجمن سلطنتی فراهم آورد که پایبندی دینی و اجتماعی خود و مخالفتش با گرایش‌های مادی مشکوک را به نمایش بگذارد».[۶۷]

شکار جادوگر و علم پزشکی

یکی از نتایج فرعی ولی مهم شکار جادوگرها جلب حمایت از پزشکان نخبه در رقابت بی‌رحمانه‌ی آن‌ها با زنان عامی شفاگر بود. فرانسیس بیکن نوشته است: «در همه‌ی دوران‌ها جادوگران و پیرزنان و شیادان با اطبا رقابت داشته‌اند.» اگرچه خود او معلوم است که طرف گروه دوم بود، جالب است که اعتراف می‌کرد «شیادها و پیرزن‌ها معالجات مؤثرتری دارند تا پزشکان تحصیل‌کرده».[۶۸]

نظریه‌پردازان شیطان‌شناسی اصرار داشتند که نه‌فقط جادوی سیاه ساحره‌های سیاه‌دل، بلکه جادوی سودمند «ساحره‌های سفید» هم سرکوب شود. زنان روستانشینی که به داشتن نیروهای درمانگر مشهور بودند در دسته‌ی دوم جای می‌گرفتند:

البته از آن‌جاکه محال بود زنان شفاگر بتوانند وارد دانشگاه شوند (چون از

1. *A Philosophical Endeavor towards the Defence of the Being of Witches and Apparitions*

تحصیل برای گرفتن مدرک، آموزش برای کشیش‌شدن تداعی می‌شد) زن‌ها عملاً راهی برای به‌دست‌آوردن اعتبار حرفه‌ای نداشتند. در نتیجه، چون اطبا خواستار حرفه‌ای‌شدن طب بودند و با عریضه‌نویسی برای شاهان و پارلمان‌ها تقاضا می‌کردند که طبابتِ بدون صلاحیت قدغن شود، زنان شفاگر، مخصوصاً آن‌هایی که در کارشان موفق‌تر بودند، به طور طبیعی در طرف مقابل قانون قرار می‌گرفتند.[۶۹]

گی دو شولیاک، نامی‌ترین جراح قرن چهاردهم، گفته است که کارکرد اصلی تحصیل پزشکی در دانشگاه این نیست که راه درمان را به دانشجو بیاموزد؛ این است که به او یاد بدهد چطور خودش را از عوام‌الناس جدا کند: «اگر دکتر در دانشگاه هندسه و نجوم و جدل و هیچ درس خوب دیگری یاد نگیرد، طولی نمی‌کشد که دباغ و نجار و پوستین‌دوز کارشان را ول می‌کنند و می‌شوند دکتر.»[۷۰]

سال ۱۴۲۱ پزشکان انگلستان در عرض‌حالی از مجلس خواستند دخالت همه‌ی زن‌ها را در طب ممنوع کند و از مردان هم فقط به آن‌هایی اجازه طبابت بدهد که «مدارس فیزیک (Fisyk)» اطبا (physicians) را گذرانده‌اند.[۷۱] در ۱۵۱۱ مجلس با وضع قانونی «خیل اشخاص بی‌سواد» را از دخالت در امور درمانی منع کرد. از جمله‌ی کسانی که منع شدند «پیشه‌وران عادی، مثل آهنگرها و بافنده‌ها، و زنان» بودند که گفته می‌شد «معالجات بزرگ و کارهای بسیار دشواری می‌کنند که در آن‌ها بعضاً سحر و جادو به کار می‌رود».[۷۲]

دیگر چطور می‌شد برتری درمان‌های زنان بی‌سواد و «پیشه‌وران عادی» را توجیه کرد؟ پزشکانِ مرد تحصیل‌کرده ظاهراً احساس می‌کردند که درگیر رقابت ناعادلانه‌ای با نیروهای فوق‌طبیعی شده‌اند و از مقامات مدنی توقع داشتند که با گذراندن قوانینی علیه جادوگرها کمکشان کنند.

سرکوب جادوگرها با بعضی تحولات پزشکی هم که پیامدهای منفی برای زنان داشت بی‌ارتباط نبود:

دوره‌ای بود که مردها شروع کردند وسایل تولید مثل را هم از چنگ زن‌ها دربیاورند (ماماهای مرد از سال ۱۶۲۵ پیدا شدند و کمی بعد فورسپس ساخته شد). سابقاً «زایمان و مراقبت‌هایش یک جور آیینی بود که زن‌ها

دسته‌جمعی برگزار می‌کردند و پیش می‌بردند و معمولاً مردها سهمی در آن نداشتند». چون طبقه‌ی حاکم پی به علاقه‌اش به افزایش زاد و ولد برده بود، «جمعیت به‌مثابه‌ی مقوله‌ای اساسی در تحلیل اقتصادی و سیاسی مورد توجه قرار گرفت». تولد همزمان مامایی جدید و جمعیت‌شناسی جدید از نتایج این بحران بود.[۷۳]

بدیهی است که حتی جمعیت‌شناسی، علم اجتماعی کمّی‌ای که ظاهراً عینیت آن ذره‌ای جای تردید ندارد، به‌هیچ‌وجه «فارغ از ارزش» نبود.

جان کلام این‌که پیدایش علم جدید هم نتوانست جنون جادوگرگیری را کم کند. چنان‌که چارلز وبستر توضیح می‌دهد، «هرقدر که افکار عمومی درباره‌ی مسائلی از قبیل سرکوب جادوگرها تغییر می‌کرد، اهل علم نیز همرنگ جماعت بودند. علت این تغییرات را باید در جاهایی به‌جز علم جست‌وجو کنیم».[۷۴]

یکی از آن جاها استحاله‌ی اجتماعی-اقتصادی‌ای است که اروپا در قرن هفدهم از سر گذراند: گذار از جامعه‌ی اشرافی به جامعه‌ی مبتنی بر بازار. مسیری که یوهان رودولف گلاوبر[1] و یوزف فون فراونهوفر[2]، اندیشمندانی که بیش از یک قرن از یکدیگر فاصله داشتند، طی کردند تأثیر این تحول عظیم اجتماعی را بر کاربرد علم نشان می‌دهد.

یوهان رودولف گلاوبر: یک نوع علمی جدید؟

در ۱۶۵۸ یک ستایشگر آلمانی پاراسلسوس به نام یوهان رودولف گلاوبر خبر از کشف ماده‌ای شگفت‌آور داد در آب چشمه‌ای که اثر شفابخش آن مشهور بود. گلاوبر اسم آن را «سال میرابیله» یا «نمک معجزه‌گر» گذاشت و خواص دارویی آن را مفصل شرح داد.[۷۵] او نوشت که پاراسلسوس و آگریکولا هم این نمک را می‌شناخته‌اند، ولی مدعی شد که ترکیب آن را خودش کشف کرده است و حالا می‌تواند به تولید صنعتی آن بپردازد. موفقیت اقتصادی بزرگی بود. پاملا اسمیت می‌گوید که این نمک (بلور سولفات سدیم) را در آلمان هنوز به اسم «نمک گلاوبر» می‌شناسند.[۷۶]

1. Johann Rudolph Glauber 2. Joseph von Fraunhofer

«نمک معجزه‌گر» گلاوبر فقط یکی از محصولات شیمیایی‌ای بود که وسیله‌ی امرار معاش او بودند. در ۱۶۴۰ که او به آمستردام رفت، «قدم به دنیایی گذاشت که در آن انسان می‌توانست با فروش کالا در بازار کسب درآمد کند».[۷۷] اما اعتباری که او توقعش را داشت خودبه‌خود به دست نمی‌آمد؛ باید آن را به دست می‌آورد و در این راه بر برتری صنعتگران بر عالمان در تولید شناخت از طبیعت پای فشرد:

> او با این‌که اصل و نسب قابل توجهی نداشت و پسر یک سلمانی بود و سابقه‌ی شاگردی پیش یک عطار را هم داشت و هرگز دانشگاه نرفته بود، به مهارت‌های فنی خود می‌بالید: «چرا نباید یک صنعتگر ورزیده با پشتکارش [به حقیقت در مورد نمک] نزدیک‌تر نشود؟ عالِم فقط به درد وراجی می‌خورد و بس.»[۷۸]

گلاوبر در ربع آخر عمرش حدود سی کتاب در زمینه‌ی شیمی و کیمیا منتشر کرد که «هریک از آن‌ها، به مقداری متفاوت، بحث از فرایندهای عملی، آگهی درباره‌ی ترکیبات سرّی و یک ساختار نظری برای اختراعات و دستورالعمل‌های او داشت». فقط یکی از این کتاب‌ها به یک شخص خاص تقدیم شده بود و بقیه «مخاطبشان مردم عادی، یا کشاورزان و انگورکاران و باغبان‌ها، یا وطن آلمانی او» بودند.[۷۹] اما او به‌رغم روابط نزدیکی که با پیشه‌وران داشت از منش نخبه‌گرایانه‌ی متذوّقان هم متأثر بود و سعی می‌کرد با آن‌ها نیز همراهی کند:

> گلاوبر حاشیه‌نشینی بین اهل فن و اهل علم بود بدون صلاحیتی قطعی در «جمهوری قلم» و جایگاه روشنی در جامعه؛ از این‌رو، همیشه در معرض خطر سقوط به سطح کاملاً مکانیکی یا تجاری بود. خیلی دوست داشت نشان بدهد که فعالیت‌هایش فقط برای کسب درآمد نیستند. به‌خصوص بدش می‌آمد از این‌که او را کیمیاگری زرباب بدانند، زیرا خودش می‌گوید که در محل سکونتش در آمستردام این‌طور شهرت پیدا کرده بود.[۸۰]

نمونه‌هایی مثل گلاوبر و لیونهوک حکایت از آن دارند که کسبه و صنعتگران میانه‌حال در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم و بعد از آن هنوز سهم بزرگی در تولید علم داشته‌اند. با وجود این، نظام ارزشی متذوّقان حاکم شده بود. نوشته‌های

گلاوبر نشان می‌دهند که او مفهوم «بی‌طرفی» شرافتمندانه‌ی آن‌ها در علم را کاملاً پذیرفته بود و آن را در تمایلش به کسب اعتبار اجتماعی بروز می‌داد. او هرچند از راه فروش فرآورده‌های شیمیایی که در آزمایشگاه خودش می‌ساخت زندگی می‌کرد، تأکید داشت که علایق علمی‌اش انگیزه‌های نوع‌دوستانه دارند نه سودجویانه.

یوزف فون فراونهوفر

تناقض‌هایی که در کار گلاوبر دیدیم در قرن هجدهم و حتی قرن نوزدهم نیز به چشم می‌خوردند و نمونه‌اش کار یوزف فون فراونهوفر بود. فراونهوفر «از شخصیت‌های نسبتاً بزرگ در تاریخ علم و فناوری است. او عینک‌سازی از طبقه‌ی کارگر بود که کارش در زمینه‌ی فیزیک نور انقلابی در تولید عدسی‌های ساده، تلسکوپ، هلیومتر و ابزارهای زاویه‌یاب توپخانه به وجود آورد».[۸۱]

> اگرچه تردیدی نیست که او فردی صنعتگر بود، دوست داشت که به لحاظ علمی هم به رسمیت شناخته شود. او بی‌گمان موجب افزایش اطلاعات علمی هم شد. مطالعه‌ی خطوط تاریک طیف نور خورشید، که اکنون نام او را بر خود دارند، همچنین کار او بر روی پراش‌سنج، که مؤید نظریه‌ی موجی نوپای نور شد که تامس یانگ[1] و اوگوستَن فرِنِل[2] طرح زیبایی از آن ارائه دادند، سنگ‌پایه‌ی مجموعه‌ی وسیعی از تحقیقات علمی در قرن نوزدهم شد که از جمله‌ی آن‌ها پژوهش‌هایی در طیف‌سنجی، شیمی نور و البته نجوم ثوابت و سیارات بود.[۸۲]

کار صنعتی فراونهوفر به‌رغم همه‌ی دستاوردهایش یکی از موانع عمده‌ی پذیرش او در زمره‌ی نخبگان علمی آلمان بود. اولاً او نمی‌توانست یافته‌های خودش را کاملاً برملا کند، چون قانوناً موظف بود اسرار حرفه‌ای کارفرمایش، یوزف فون اوتزشنایدر[3] از انستیتو اپتیکال، را حفظ کند. هرچند «رازنگهداری برای حفظ انحصار انستیتو در بازار عدسی‌سازی ضرورت داشت»، «به ضرر

1. Thomas Young 2. Augustin Fresnel 3. Joseph von Utzschneider

فراونهوفر که مایل بود یک **ناتورویسنشافتلر** [= عالم طبیعی؛ فیزیک‌دان؛ دانشمند] شناخته شود تمام می‌شد». ثانیاً «اوتزشنایدر گمان می‌کرد که چون مالک انستیتوست، مالک دانش عملی تولید عدسی هم هست» و «همه‌ی دانش صنعتی عملی هم که کارمندان او تولید می‌کنند متعلق به اوست».[۸۳]

فراونهوفر در حاشیه‌ی دایره‌ی نخبگان بود و اجازه‌ی نفوذ به درونش را پیدا نمی‌کرد. سال ۱۸۱۷ «آکادمی سلطنتی علوم» در مونیخ به او عنوان عضو مکاتبه‌ای داد، اما در ۱۸۲۰ که او درخواست عضویت کامل کرد، جنجالی در آکادمی به پا شد. در نامه‌ی نامزدی رسمی او اعلام کردند که دستاوردهای او «جایگاه بلندی برای او در تاریخ علم فراهم می‌آورد»، ولی چند عضو پرنفوذ آکادمی به‌شدت مخالفت کردند. یوزف فون بادِر[1] به اساس‌نامه‌ی آکادمی استناد کرد که می‌گفت: «عضویت در صورتی پذیرفته می‌شود که محافل علمی در مورد شایستگی آثار انتشاریافته‌ی نامزد عضویت متقاعد شده باشند.»

> در ادامه بادر تذکر داد که فراونهوفر تحصیلات دانشگاهی ندارد و در واقع حتی به گیمنازیوم (دبیرستان) هم نرفته است. فراونهوفر در نتیجه‌ی کار در عینک‌سازی بی‌شک در نورشناسیِ عملی بسیار مهارت پیدا کرده بود، اما این دانش برای این‌که او ریاضی‌دان یا فیزیک‌دان به شمار برود کفایت نمی‌کرد.

بادر بحث خود را با این هشدار پایان داد که پذیرش امثال فراونهوفر آکادمی را دچار خطر تبدیل‌شدن به «انجمن هنرمندان و کارخانه‌داران و صنعتگران» خواهد کرد.[۸۴]

اعتراض بادر مورد تأیید یولیوس کنراد ریتر فون یِلین[2]، فیزیک‌دان و شیمی‌دان، هم قرار گرفت.

> یلین با تأیید نگرانی بادر یادآور شد که فراونهوفر فردی خودآموخته است. او مدعی شد که این نداشتنِ تحصیلات رسمی باعث عدم درک سخنان غامضی می‌شود که به طور ادواری در بخش ریاضی و فیزیک آکادمی ایراد

1. Joseph von Baader 2. Julius Konrad Ritter von Yelin

می‌گردد. یلین نهایت خشم خود را در پایان صحبتش ابراز کرد و گفت من این را اهانتی به خود می‌دانم که فراونهوفر در همان بخش و همان رده‌ای باشد که من هستم.[۸۵]

البته همه مخالف عضویت فراونهوفر نبودند. منجم دربارِ باواریا، یوهان گئورگ فون سولدْنر[1]، با اشاره به دقت فراونهوفر در اندازه‌گیری خطوط تاریک طیف نور خورشید، اعلام کرد که «من این کشف فراونهوفر را مهم‌ترین دستاورد از زمان نیوتن تا امروز در زمینه‌ی نور و رنگ می‌دانم».[۸۶] بدبختانه همه با نظر سولدنر در مورد ارزش کار فراونهوفر موافق نبودند و نتیجه‌ی بی‌اعتنایی به «خطوط فراونهوفر» یک تأخیر نیم‌قرنه در فهم این حقیقت بود که آن‌ها وسیله‌ی خوبی برای تعیین ترکیب شیمیایی ساختمان خورشید و ستارگان دیگرند. در این بین، همچنان عضویت کامل آکادمی از فراونهوفر دریغ شد، هرچند در ۱۸۲۱ برای این‌که از دلش دربیاورند او را از رده‌ی عضویت مکاتبه‌ای به مقام «عضو میهمان فوق‌العاده» ارتقا دادند.

فراونهوفر فقط سرشناس‌ترین نمونه از میان انبوه صنعتگرانی بود که برای خدماتشان به علم ارج کافی ندیدند. اگرچه کسی انکار نمی‌کرد که ابزارسازان و دیگر صنعتگرها «اهمیت سرنوشت‌سازی برای کار علمی» داشته‌اند، آن‌ها را به صف مشاهیر علمی راه نمی‌دادند، و دلیلشان این بود که علمشان نتیجه‌ی کار بدنی است نه فکری ــ یعنی نه محصول خلاقیت فکری بلکه حاصل «پیروی شرم‌آور از قواعد و فنون کار صنعتگران».[۸۷] ولی تعصب اعضای ممتاز آکادمی آلمانی، تعصبی که نگهبان حسودِ منزلت آن‌ها بود، نباید مانع از توجه ما به کسان دیگری شود که در تولید علم سهم داشته‌اند.

گلاوبر و فراونهوفر دو نمونه از یک نوعِ انتقالی بین پیشه‌ور محض و دانشمند حرفه‌ای بودند. آن‌ها دیگر محدودیت‌های صنفی و اتکای به ولی‌نعمتان را نداشتند، اما در عوض مقید به قواعد تجاری بودند و مرحله‌ی دیگری از تحولات اجتماعی بزرگ اروپا را منعکس می‌کردند: مرحله‌ی گذار به سرمایه‌داری.

1. Johann Georg von Soldner

پیامدهای این تحول اجتماعی دوران‌ساز را نخستین بار بوریس هِسِن در تحلیل زندگی کاری آیزاک نیوتن بررسی کرد.[۸۸]

آیزاک نیوتن و نظریه‌ی هسن

بتی دابز در بحث از روایت‌های رسمی انقلاب علمی، که نیوتن را «علت غایی و محرک اول» آن معرفی می‌کنند، می‌پرسد: «آیا شمرده‌اید تا به حال چند کتاب دیده‌اید که با اسم نیوتن شروع یا ختم می‌شود؟»[۸۹] ما در اثر حاضر از نیوتن کم‌تر نام برده‌ایم چون صحبتمان درباره‌ی «مغزهای متفکر» نیست. شکی نداریم که او انسان فوق‌العاده‌ای بود، ولی برشمردن نوآوری‌های او بیش‌تر کار نویسنده‌ی زندگی‌نامه‌ی اوست تا نویسنده‌ی تاریخ علم، زیرا کمک زیادی به فهم علل ریشه‌ای ظهور علم جدید نمی‌کند.

از فراوانی دستاوردهای علمیِ همزمان می‌شود نتیجه گرفت که افکار علمیْ عوامل تاریخیِ مستقلی نیستند. شاهد مثال بسیار است، ولی دو نمونه‌ی مشهورتر عبارت‌اند از: اختراع حسابان که نیوتن و لایب‌نیتس در یک زمان و مستقل از هم صورت دادند و نظریه‌ی تکامل زیست‌شناختی از راه انتخاب طبیعی که داروین و والاس[1] در یک زمان اما جدا از هم آن را عرضه کردند. در هر دو مورد، آن «فکر بکر» با همه‌ی مقدماتش وجود داشت و فقط باید کسی پیدا می‌شد که مطرحش می‌کرد. آخرین قطعه‌ی پازل را اگر این فرد استثنایی پیدا نمی‌کرد، آن فرد استثنایی پیدا می‌کرد.

پس به طور کلی بزرگداشتِ افکار نیوتن به فهم تاریخی ما کمکی نمی‌کند؛ ظهور آن افکار در آن زمانِ بخصوص و آن مکانِ بخصوص است که توضیح لازم دارد. ولی افکار چگونه پیدا می‌شوند؟ چطور است که نظریه‌ی گرانش نیوتن در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم در انگلستان پیدا می‌شود نه مثلاً در قرن چهاردهم در چین؟ این پرسشی بود که بوریس هسن در مقاله‌ی الهام‌بخشی تحت عنوان «ریشه‌های اجتماعی و اقتصادی کتاب اصول نیوتن»[۹۰] درصدد پاسخگویی به آن برآمد.

در کتاب اصول ریاضی فلسفه‌ی طبیعی، نیوتن نشان داد همان نیرویی که باعث

1. Alfred Russel Wallace

سقوط اجسام به زمین می‌شود ماه و سیارات را هم در مدارشان نگه می‌دارد. اگرچه نیوتن دستاوردهای بزرگ دیگری در ریاضیات و نورشناسی هم دارد، بی‌گمان «ترکیب نیوتنی» جاذبه‌ی زمین با حرکات سماوی از همه‌ی آن‌ها معروف‌تر است.

در تاریخ‌های سنتی علم، کتاب اصول یک کار فکری محض قلمداد می‌شود؛ برآیند منطقی سلسله‌ای از آرایی که مخصوصاً گالیله و کپلر مطرح کرده بودند. هسن این تعبیر را رد کرد و مدعی شد که پیش‌نیازهای نظریه‌ی نیوتن نه در «قلمرو اندیشه‌ی مجرد»، بلکه در محیط اجتماعی او بوده است. به عقیده‌ی هسن، روی‌هم‌رفته «توفیقات درخشان علم طبیعت در قرون شانزده و هفده در گرو فروپاشی اقتصاد زمینداری، رشد سرمایه‌ی تجاری، ارتباطات دریایی بین‌المللی و صنعت سنگین (معدن) بود».[۹۱]

هسن نگاهش را به «مقتضیات تاریخی ظهور سرمایه‌ی تجاری و رشد آن» و «مسائل فنی‌ای که اقتصاد نوپا برای آن‌ها جواب می‌خواست» دوخت و از این‌جا به ملاحظه‌ی «گروه‌بندی مسائل فیزیکی و علمِ لازم برای حل آن مسائل فنی» رسید.[۹۲]

یک مسئله‌ی حیاتی برای ملت تاجرپیشه‌ای که به حمل و نقل دریایی وابسته بود، پیداکردن راهی برای اندازه‌گیری طول جغرافیایی در دریا بود. خیلی پیش از این‌که نیوتن به دنیا بیاید،

> برای تعیین طول جغرافیایی از اندازه‌گیری فاصله‌ی بین ماه و ستارگان ثابت استفاده می‌شد. این روش که آمِریگو وِسپوتچی[1] در سال ۱۴۹۸ آن را مطرح کرد، نیاز به اطلاع دقیق از بی‌قاعدگی‌های حرکت ماه داشت و یکی از پیچیده‌ترین وظایف متخصصان مکانیک سماوی بود.[۹۳]

هسن در ادامه می‌گوید که «مطالعه‌ی قوانین حرکت ماه برای تألیف جدول‌های دقیق تعیین طول جغرافیایی اهمیت اساسی داشت؛ از این‌رو، "شورای طول جغرافیایی" انگلستان جایزه‌ی هنگفتی برای کار بر روی حرکت ماه در نظر گرفت.» مجلس هم مصوباتی برای تشویق پژوهش در این زمینه گذراند. نیاز

1. Amerigo Vespucci

آشکاری وجود داشت به «ایجاد نوعی مکانیک نظری با ساختار هماهنگ برای رسیدن به روش‌های عام حل مسائل مکانیک زمین و آسمان. توضیح این کار بر دوش نیوتن افتاد».[۹۴] بخش سوم کتاب اصول

> درباره‌ی مسائل حرکت سیارات، حرکت ماه و بی‌نظمی‌های آن، شتاب نیروی جاذبه و متغیرهای آن، همچنین مسئله‌ی اختلاف کرونومترها در دریا و مسئله‌ی جزر و مد است.[۹۵]

در فصل ۴ گفتیم که مسئله‌ی طول جغرافیایی سرانجام نه با نظریه‌ی نیوتن بلکه با کرونومتری که یک ساعت‌ساز چیره‌دست ساخت حل شد. اما در مطالعه‌ی مدار ماه، نیوتن پی برد که آن را با تلفیق دو تأثیر مکانیکی می‌توان توضیح داد: اندازه‌ی حرکت جسمی که حرکت مستقیم‌الخط دارد و نیروی گرانشی که آن را به سوی زمین می‌کشد. این یافته‌ی فرخنده بزرگ‌ترین دستاورد فلسفه‌ی مکانیکی شمرده شد و پیروزی نهایی علم جدید را تضمین کرد. هنگامی‌که سرمایه‌ی صنعتی از سرمایه‌ی تجاری اهمیت بیش‌تری یافت، استفاده از ماشین‌آلات ــ و نتیجتاً اعتبار فلسفه‌ی مکانیکی ــ بسیار بالا رفت. کتاب اصول نیوتن ستاره‌ی راهنمایی شد که گویا دانشمندانِ همه‌ی رشته‌ها تا قرن‌ها بعد باید چشم به آن می‌دوختند. از این‌رو، کار نیوتن را همیشه در حکم نقطه‌ی اوج انقلاب علمی ستوده‌اند.

هسن فهرست بلندبالایی از مسائل فنی دیگری که اقتصاد سرمایه‌داری نوپا پیش آورد ــ مسائلی در مکانیک، هیدرودینامیک، آئرودینامیک، پرتابه‌ها، نورشناسی، متالورژی و غیره ــ و نیوتن به آن‌ها هم پرداخت، ردیف کرد. اگرچه نیوتن در کتابش نگاه نظری به آن‌ها دارد، علاقه‌ی او به تبعات عملی آن‌ها ــ و بنابراین اصولاً انگیزه‌ی او برای مطالعه‌ی آن‌ها ــ از نامه‌هایش کاملاً پیداست؛ مخصوصاً در نامه‌ی ۱۸ مه‌ی ۱۶۶۹ او به یک همکارش در کمبریج به نام فرانسیس آستون[1] که از نیوتن پرسیده بود در سفرش به خارج توجهش به چه چیزهایی باشد.[۹۶]

نیوتن به آستون توصیه می‌کند که پیش خارجی‌ها خودش را به نادانی بزند

1. Francis Aston

تا بتواند از زیر زبان آن‌ها درباره‌ی «فنون و صنایعشان» حرف بکشد. «از دلبستگی‌های آن‌ها تعریف و تمجید کنید تا مهرتان به دلشان بیفتد و سفره‌ی دلشان را پیش شما پهن کنند.» «استحکاماتی که می‌بینید، شکل و شمایل و قدرت و مزایای دفاعی آن‌ها، امور نظامی دیگر از این قبیل» و «ساز و کار و طرز هدایت کشتی‌ها» از اطلاعاتی است که آستون تشویق می‌شود به دنبالشان باشد.[۹۷]

«در مورد جزئیات» نیوتن ادامه می‌دهد:

چیزهایی که به فکر من می‌رسد این‌هاست: در کِمنیتیوم مجارستان (که معادن طلا و مس و آهن و زاج و آنتیموان و ... دارد) برای تبدیل آهن به مس آن را در آب زاج حل می‌کنند که در حفره‌های سنگ‌ها در معادن پیدا می‌شود؛ بعد محلول لزج را در آتشِ تند ذوب می‌کنند و وقتی سرد شد تبدیل به مس شده است. می‌گویند همین کار را در جاهای دیگری هم می‌کنند که من الان به خاطر نمی‌آورم. شاید در ایتالیا هم باشد.[۹۸]

از آستون می‌خواهد که سعی کند بفهمد

آیا در مجارستان، اسلوونی، بوهم، نزدیک شهر آیلا، یا در کوه‌های بوهم در حوالی سیلزی رودهایی هستند که آبشان طلا دارد؟ شاید طلا به‌وسیله‌ی آب‌های خورنده‌ای مثل تیزاب سلطانی حل می‌شود و محلول را جریان آبی به داخل معادن می‌برد؟ و آیا این‌که جیوه را در رودخانه می‌ریزند تا آغشته به طلا شود و بعد جیوه را از چرم رد می‌کنند تا طلا جدا شود، هنوز در خفا انجام می‌گیرد یا به طور علنی؟[۹۹]

نیوتن به آستون پیشنهاد کرد به «یک کارگاه عدسی‌تراشی» هم که شنیده بود در هلند است سری بزند و تا در آن کشور است به سراغ مردی به اسم بوری[1] هم برود که «شنیده‌ام اسرار خیلی باارزشی دارد، هم از نظر طبی و هم از لحاظ منفعت». اضافه کرد که بد نیست «از این مطلب هم مطلع شوید که آیا هلندی‌ها برای حفظ کشتی از آسیب موریانه در سفرهایشان به جزایر هند ترفندی می‌شناسند؟

1. Bory (Giuseppe Borri)

و این‌که آیا از ساعت‌های آونگ‌دار برای پیداکردن طول جغرافیایی استفاده می‌کنند»؟[۱۰۰]

مخالفان هسن معتقدند که این نامه یک استثنا در مکاتبات نیوتن است و بنابراین ارزیابی متوازنی از علایق و دلمشغولی‌های او به دست نمی‌دهد.[۱۰۱] اما دست‌کم نشان می‌دهد نیوتن از مسائل فنی مشخصی که انگیزه‌ی تحقیقات علمی، از جمله تحقیقات خود او، بودند **اطلاع داشته** است، و هسن نشان می‌دهد که این مسائل فنی اتفاقاً همان مسائلی بودند که نظام سرمایه‌داری در پی جواب برای آن‌ها بود.

خلاصه، خدمت بوریس هسن به «تاریخ علم مردم» طرح این بحث مستدل بود که بستر اجتماعی- اقتصادی سرمایه‌دارانه در انگلستان اواخر قرن هفدهم نقش تعیین‌کننده‌ای در پیدایش نظریه‌ی جاذبه‌ی عمومی داشته است. البته کاملاً موجه است که افتخار تدوین این نظریه را هنوز از آنِ نیوتن بدانیم، ولی کار مشترک خیل کسانی را که بستر اجتماعی طرح این نظریه را تشکیل می‌دادند باید علت اساسی‌تری نسبت به نبوغ فردی نیوتن شناخت.

نیوتنیسم: تخلیه‌ی طبیعت از روح

فلسفه‌ی طبیعی نیوتن، به علت اعتبار زیادی که شخص او به دست آورده بود، نفوذ بسیاری در میان معاصران او پیدا کرد. تعبیر نیوتنی فلسفه‌ی مکانیکیِ عقلانیتی غیرعاطفی داشت که می‌خواست همه‌ی پدیده‌ها را این‌طور توضیح دهد که این‌ها همه ناشی از فعل و انفعالاتِ قانونمند خالی از احساس ذرات بی‌جان بود(بگذریم از این‌که نیوتن شخصاً به مشیت الاهی اعتقاد داشت). این نگرش با علاقه‌ی نخبگان به علم بی‌طرف تقویت می‌شد؛ علمی که سرش به کار خودش بود و وضع موجود جامعه را تهدید نمی‌کرد. مارگرت جِیکاب[1] خواننده‌اش را قانع می‌کند که نیوتنیسم که الگوی علمی غالب در انگلستان اواخر قرن هفدهم شد علتش در درجه‌ی اول آن نبود که حقیقت را می‌گفت بلکه این توفیق را بیش‌تر از آن جهت به دست آورد که جزء لاینفکی از جهان‌بینی طبقه‌ی حاکم بود؛ طبقه‌ای که به دنبال

1. Margaret Jacob

مبارزه‌ای انقلابی که از دهه‌ی ۱۶۴۰ تا «انقلاب باشکوه» ۱۶۸۸ به درازا کشید قدرت را به دست گرفت.[۱۰۲]

نیوتنیسم آخرین ضربه‌ی کاری را به «مُد پاراسلسوس»[۱۰۳]، که انگلستان را در سال‌های انقلاب فراگرفته بود، وارد آورد. پاراسلسیان طبیعت را موجود جانداری می‌دیدند که در آن همه‌ی مخلوقات به یک اندازه از روح زندگی سهم دارند. از این مقدمه، برابری و خویشاوندی ذاتی همه‌ی انسان‌ها را نتیجه می‌گرفتند، که چالشی بود برای مدافعان سنتی از نابرابری اجتماعی.

نیوتنیسم با «تخلیه‌ی طبیعت از روح» به مقابله با شور مخل فرقه‌های تندرو برخاست.[۱۰۴] منطق و عقل را در مقابل احساسات مردم گذاشت؛ دانشِ برآمده از آزمایشگریِ منضبط و صبورانه را در برابر علم شهودی؛ و دانشِ تحت اختیار نخبگان علمی را مقابل دانشی که در دسترس همگان بود. بدین‌ترتیب، جهان‌بینی نیوتنی در سایه‌ی نخبگان مسلط جدیدی که بعد از یک انقلاب به قدرت رسیده بودند، بر اندیشه‌ی علمی حاکم شد. همان‌طور که جیمز جِیکاب[1] می‌نویسد، «علم جدید بعضاً نتیجه‌ی آشفتگی عمومی و احساس خطر نخبگان از جانب پایینی‌ها بود».[۱۰۵]

و بینش نیوتنی واقعاً یک جهان‌بینی شد. هرچند نیوتنیسم ــ فیزیک و ایدئولوژی، هر دو ــ از راه‌های بسیاری صادر شد[۱۰۶]، بیش‌تر با طرفداری جانانه‌ی ولتر از آن بود که تبدیل به یکی از ستون‌های اندیشه‌ی روشنگری شد. در اواخر قرن هجدهم پی‌یر سیمون لاپلاس لقب «جانشین نیوتن» را پیدا کرده بود و دیگر به‌جای لندن، پاریس کانون جهانی علم نخبه‌گرا به شمار می‌رفت.

علم و انقلاب کبیر فرانسه

در این میان فرانسه هم یک انقلاب اجتماعی را پشت سر گذاشته بود. در این‌جا نیز مثل انقلاب انگلستان، اختلاف بین نخبگان علمی و مردمِ جویای علم به مرحله‌ی ستیزِ آشکار رسید. نهاد اصلی علم نخبه‌گرا در فرانسه، یعنی «آکادمی سلطنتی علوم»، نابود شد، ولی گرد و خاک که فروخوابید کار علمی بیش از پیش به زیر

1. James Jacob

سلطه‌ی نخبگان حرفه‌ای رفت. بنابراین انقلاب کبیر فرانسه ــ این «نقطه‌ی عطف بزرگ تمدن معاصر» ــ برای علم نیز رویداد سرنوشت‌سازی بود.[۱۰۷]

با همه‌ی افسوس محافظه کاران از ویرانگری ژاکوبَنیسم، برآورد سنتی از تأثیر کلی انقلاب بر علم از آن حکایت دارد که، در تحلیل نهایی، این تحول اجتماعی بزرگ مفید بوده است.[۱۰۸] نابودی صنف‌ها و مؤسسه‌ها و انحصارات دولتی (از جمله آکادمی علوم) «راه را برای استعدادها گشود» و به علوم اجازه داد که منابع انسانی خود را از یک خزانه‌ی اجتماعی بزرگ‌تر از آنی که حکومت پیشین روا می‌داشت تأمین کنند. این امر به‌خصوص در علم پزشکی مشهود بود که آن را از تنگنای آکادمی سابق آزاد کرد. برچیده‌شدن نظام طبقاتی‌ای که پزشکان و جراحان و داروسازان را از هم جدا کرده بود، راه را برای کارآمدترشدن جامعه‌ی پزشکی باز کرد.[۱۰۹]

ایجاد راه‌های رسمی دسترسیِ برابر به مشاغل علمی البته مهم بود، ولی حکومت‌های انقلابی پا را فراتر گذاشتند و نهادهایی آموزشی هم به منظور تأمین ذخیره‌ی فزاینده‌ای از استعدادهای علمی برای کشور به وجود آوردند؛ کاری که حکومت ناپلئون هم با وسعت بیش‌تری ادامه‌اش داد. اما در مقابل این تغییرات دموکراتیک، تخصصی‌شدن علوم نیز سرعت بیش‌تری گرفت؛ «دوران جامع‌العلومی در قرن هجدهم به سر آمد.»[۱۱۰]

با تخصصی‌شدن بیش از پیش کار علمی، امکان مشارکت معنی‌دار صنعتگران و دیگر بیرونی‌ها بسیار کاهش پیدا کرد و سلطه‌ی دانشمندان حرفه‌ای بر علم، به صورتی که امروزه می‌بینیم، مستحکم‌تر شد. تخصصی‌شدن از نتایج اجتناب‌ناپذیر گسترش فراوان کارهای علمی بود، ولی شکل نخبه‌گرایی که پیدا کرد نه. این تحول را، که اغلب نتیجه‌ی انقلاب دانسته‌اند، اگر منصفانه‌تر قضاوت کنیم، می‌توانیم ناشی از ارتجاع ترمیدور[1] بشناسیم؛ موج محافظه کاری‌ای که فرانسه را بعد از سرنگونی روبسپیر در ۲۷ ژوییه‌ی ۱۷۹۴ فراگرفت و سرانجام انقلاب را هم بلعید و تعطیل کرد.[۱۱۱]

برای این‌که به علت این تحولات پی ببریم لازم است که سرچشمه‌های علم

1. Thermidor

نخبه‌گرا در فرانسه را بررسی کنیم. نهادینه‌شدن علم در این کشور به نحوی اتفاق افتاد که در ایتالیا و انگلستان به این صورت نبود.

آکادمی علوم پاریس

نه «آکادمیا دل چیمنتو» (با وجود مشارکت فعالانه‌ی دوک بزرگ توسکانی) و نه «انجمن سلطنتی» (به‌رغم نامش) هیچ‌یک نهادهای رسمی دولتی نبودند. برعکس، «آکادمی سلطنتی علوم پاریس» از ابتدا «یک نهاد جدید دولتی» بود که «اسبابی فراهم می‌آورد تا متذوّقان فرانسوی به دانشمندان حرفه‌ای مبدل شوند».[۱۱۲] آن را ژان باتیست کولبر[1]، وزیر مالیه‌ی لویی چهاردهم، در سال ۱۶۶۶ تأسیس کرد و اولین جلسه‌اش در کتابخانه‌ی شخصی شاه برگزار شد.

«نخبه‌گرایی اسّ اساس این نهاد را تشکیل می‌داد.» آکادمی علوم «پیرو اصول برابری در میان صفوفش نبود و اعضای خود را، در تعریف، بالاتر از شهروند عادی تلقی می‌کرد».[۱۱۳] آن‌ها دستچین می‌شدند و از خزانه‌ی شاه حقوق می‌گرفتند. از این آکادمی هم مثل «انجمن سلطنتی» انگلستان انتظار می‌رفت که غیرسیاسی بماند و در امور اجتماعی دخالت نکند. یکی از بانیان آن اعلام کرده بود که «در نشست‌ها هرگز صحبتی از رموز دین و امور مملکت نخواهد شد».[۱۱۴] گرچه شهرت اولیه در گزینش اعضا تأثیر داشت، نخبگان علمی جدید فرانسه بیش‌تر از بالا پدید می‌آمدند.

آکادمی علوم «صحنه‌ی عمده‌ای بود که پیرنگِ پیچیده‌ی علم در دوران روشنگری آن‌جا گره‌گشایی شد».[۱۱۵] ترکیب طبقاتی آن روشن بود: «اهل فن جایی در آن نداشتند.» در حکومت سابق فرانسه، «گذرگاه‌های معرفت قرق ثروتمندان و عنوان‌داران بود» و چون عضویت در آکادمی «نیاز به تحصیلات عالی داشت، اشخاص دون‌پایه که از امکان تحصیل رسمی محروم بودند خود به خود کنار گذاشته می‌شدند».[۱۱۶]

در ۱۶۹۹ پدرْ بینیون[2] صریحاً «مفاهیم آداب معاشرت، جایگاه اجتماعی، رتبه و مقام، و نزاکت را که در جامعه‌ی قدیم فرانسه حاکم بودند» وارد آکادمی کرد.

1. Jean Baptiste Colbert 2. Jean Paul Bignon

«بعید بود که بشود نظامی تصور کرد نخبه‌گراتر یا سلطه‌جویانه‌تر از این نظام که با تخصص علمی هم سازگار باشد.» خصوصیت اعضای آکادمی «یک احساس برتری خیرخواهانه بود که اغلب به فخرفروشی می‌رسید».[۱۱۷]

انتخاب‌شدن برای عضویت آکادمی به‌سرعت تبدیل به رشک‌انگیزترین پاداش برای عالمان جاه‌طلبی شد که اگر عنوان «عضو آکادمی» را به دست می‌آوردند، با غرور آن را همچون لقبی اشرافی روی چشمشان می‌گذاشتند. این‌که کسی عضو آکادمی شود، یا نظرش در آکادمی مورد بحث قرار بگیرد، بزرگ‌ترین افتخار در جامعه‌ی علمی سست‌بنیادِ مشهور به «جمهوری علم» بود.[۱۱۸]

اهل فن را به «جمهوری علم» راه نمی‌دادند، اما دانش آن‌ها را برای پیشرفت آن ضروری می‌دانستند. دالامبر[1] در پیش‌گفتار معروفش بر دائرةالمعارف از «دانایی، شکیبایی، و اندوخته‌های فکری» صنعتگران ستایش می‌کند.[۱۱۹] راجر هان، مؤلف تاریخ جامع آکادمی، می‌نویسد:

جویندگان تازه‌ی علم و اهل صنعت باید دست به دست هم می‌دادند. ولی روشنفکر نوعاً ... نمی‌توانست سنتی را که کار بدنی را به قشر پایین جامعه نسبت می‌داد نادیده بگیرد. تحقیر دیرینه‌ی techne (فن) مخصوصاً در فرانسه هنوز سماجت به خرج می‌داد.[۱۲۰]

هان در ادامه می‌گوید که «نخبه‌گرایی متحد قدرتمندی پیدا کرد که عبارت بود از تمرکزگرایی و دیوان‌سالاری حکومت مطلقه.»[۱۲۱] از طریق این اتحاد، آکادمی به دانش صنعتگران هم دست پیدا می‌کرد. در سال ۱۶۷۵ کولبر

از آکادمی خواست که توصیف فنون مکانیکی را شروع کند. در سراسر قرن هجدهم اعضای آکادمی به گردآوری و انتشار اطلاعات فنی ادامه دادند، که سرانجام مجموعه‌ی خیره‌کننده‌ای در ۲۷ جلد قطع رحلی از آن بیرون آمد تحت عنوان توصیف فنون و حِرَف.[۱۲۲][2]

1. Jean d'Alembert 2. *Description des Arts et Métiers*

آکادمی در مقام متولی رسمی علم در فرانسه این اختیار را به دست آورد که حکم کند چه چیزی علم است و چه چیزی علم نیست. یک عضو پرنفوذ آکادمی در سال ۱۷۲۰ پیشنهاد کرد که «مدیریت فنی همه‌ی شغل‌های دارای ولو کم‌ترین ارتباط با علم» به آکادمی واگذار شود.[۱۲۳] در طول قرن هجدهم «مراحل اجرای قوانین [ثبت امتیاز] رفته‌رفته به گونه‌ای شکل گرفت که اهرم‌های اصلی آن به دست آکادمی و اعضای آن افتاد». با برخورداری از حق قضاوت درباره‌ی تلاش‌های سازنده‌ی صنعتگران و استادکاران و مهندسان، «اعضای آکادمی بر همه‌ی فعالیت‌های صنعتی در فرانسه حاکم شدند».[۱۲۴]

مفهوم «ثبت امتیاز» قرن‌ها پیش‌تر به وجود آمده بود، در حکم پلی بین تمایل صنعتگر به حفظ اطلاعاتِ دشوار به‌دست‌آمده‌اش و منافع اجتماعیِ سهیم‌کردن دیگران در آن اطلاعات. اگر حکومت می‌توانست انحصار قانونی مخترعان را در بهره‌مندی از منافعِ ناشی از نوآوری آن‌ها تضمین کند، مخترعان تشویق می‌شدند که نوآوری‌هایشان را آشکار کنند. اولین موردِ مستند ثبت امتیاز در تاریخ اروپا امتیازی است که شورای شهر فلورانس در سال ۱۴۲۱ به فیلیپّو برونلّسکی داد. سپس شهرهای دیگر ایتالیا هم پیروی کردند و اولین قانون عمومی ثبت امتیاز در ۱۴۷۴ در ونیز به اجرا درآمد. در قرن‌های بعد، صدور امتیاز در بسیاری از شهرهای اروپا معمول شد.

جنگ امتیازها در فرانسه‌ی پیش از انقلاب بر سر این بود که اختیار صدور امتیاز در دست کی باشد. اعضای آکادمی از حق قانونی نظارت بر درخواست امتیاز برخوردار بودند و با استفاده از این حق، دانسته‌های صنعتگران را منتشر می‌کردند. این کارِ آن‌ها به این عنوان که در جهت مصالح عمومی جامعه است توجیه می‌شد، ولی خود مخترعان غالباً آن را نقض حقوقشان تلقی می‌کردند و در نتیجه باعث اصطکاکی بین آن‌ها و آکادمی بود.

> صنعتگر طبیعتاً میل داشت اختراعش در تملک خودش باشد تا بتواند روی آن سرمایه‌گذاری کند.... افشای جزئیات فنی به معنی افشای اسرار بود؛ اسراری که می‌شد آن‌ها را در ازای پول فروخت یا فقط برای سرمایه‌گذاری فاش کرد. از این جهت، برای مخترع دشوار بود که خودش را راضی کند اسرارش را در اختیار گروهی منتخب از اعضای آکادمی بگذارد، بدون این‌که

قبلاً از بابت گزارش مثبت آن‌ها خیالش جمع شده باشد.... او با توضیح اختراعش در یک نهاد عمومی در واقع مالکیت خودش را نفی می‌کرد.[۱۲۵]

البته منظور این نیست که اعضای آکادمی صرفاً کارمندان نخبه‌ای بودند که اطلاعات فنی را جمع‌آوری و تدوین می‌کردند. اعضای برجسته‌ی آکادمی یقیناً خدمات علمی بسیاری انجام می‌دادند، اما مهم‌ترین انگیزه‌ی پیشرفت علمی در قرن هجدهم نوآوری‌های فنی بود، که باید عمده‌ی اعتبار آن را به صنعتگران و مکانیک‌دان‌ها و مهندسان و استادکارهای اکنون فراموش‌شده داد.

تنش‌های بین تولیدکنندگان شناخت طبیعی و کسانی که سعی می‌کردند آن را در چنگ خود بگیرند در تاریخ‌های سنتی علم چنان‌که باید و شاید مورد توجه قرار نگرفته است، چون کشمکش آن‌ها معمولاً علنی نبود؛ تا این‌که انقلاب کبیر پیش آمد و آن را برملا کرد. «طغیان فناوری» رخ داد و «این فقط یکی از طغیان‌هایی بود که انقلاب کبیر را تشکیل دادند». شدت درگیری اهل فن با اعضای آکادمی نشان می‌دهد که دانش فنی در فرانسه از ابتدا نیروی توانمندی شده بود. با این حال

برای ریشه‌یابی آن باید سفری به اعماق تاریکی کرد و بین مردمی رفت که تاریخشان آسان به چنگ نمی‌آید: صنعتگرها، مهندسان، مخترعان، تولیدکنندگان خرده‌پا ــ آدم‌های کوچک ولی استخوان‌دار.... با وجود این، از جمعیت‌هایی که آن‌ها برای دفاع از منافع خود تشکیل دادند، از انجمن‌های مردمی مخترعان و صنعتگران، نشانه‌های پراکنده‌ای باقی مانده است.[۱۲۶]

تسویه‌حساب صنعتگران با آکادمی

چارلز جیلیسپی می‌نویسد: «طبیعی بود که مقام قضاوت آکادمی باعث نفرت شدید صنعتگرانی شود که آکادمی درباره‌ی کارشان قضاوت می‌کرد.» جیلیسپی ادامه می‌دهد:

مجسم کنید که استادکار ارجمند، روح فرانسه، قهرمان دایرةالمعارف، ناوارد به آداب معاشرت در مقابل هیئتی از دانشمندان ایستاده است، با دستگاه جدیدی که سالیانی از عمرش را صرف آن کرده و به آن امیدها بسته، کلاهش

را در دستانش می‌چرخاند و زور می‌زند که به سؤال‌های دور از ذهنی از قوانین استاتیک و دینامیک پاسخ بدهد. صنعتگرها با همه‌ی وجودشان بر حقوقشان پافشاری می‌کنند؛ نه‌فقط بر حق مالکیت شخصی خود نسبت به ثمرات فکرشان، بلکه حتی بیش‌تر بر حق این‌که قضاوت در مورد کارشان را همقطاران خودشان انجام بدهند که از چشم خود آن‌ها به مسائل مکانیکی نگاه می‌کنند نه از سطح نظری بالاتری.[۱۲۷]

علت بیزاری صنعتگران از این «سطح نظری بالاتر» این نبود که شعورشان به آن قد نمی‌داد؛ این بود که نمی‌فهمیدند چه ارتباطی با کار آن‌ها دارد. در اکثر موارد هم این فکر درستی بود. در قرن هجدهم فناوری ارمغان بسیاری برای علم نظری داشت، درحالی‌که دومی رهاورد قابلی برای اولی نداشت. حتی متعصب‌ترین مدافعان تاریخ قهرمانانه‌ی علم می‌پذیرند که انقلاب علمی در آن رشد فنی‌ای که انقلاب صنعتی را به بار آورد سهم زیادی نداشت.[۱۲۸]

وقوع انقلاب کبیر در ۱۷۸۹ توازن قوا بین صنعتگران و آکادمی را به کلی تغییر داد. ازبین‌رفتن ممیزی به آزادی مطبوعات انجامید و «لشکری از صنعتگران کم‌سوادی که سال‌ها از فشار رسمی احساس خفگی کرده بودند» از این آزادی بهره‌مند شدند.

اعلامیه‌ها و جزوه‌ها و روزنامه‌های انقلابی راه‌های تازه‌ای برای بیان و تبلیغ گشودند و ظهور خودجوش انجمن‌ها امید صنعتگران را به یافتن سکوی سیاسی استواری برای درخواست ختم بی‌عدالتی افزایش داد. ... اثر بازدارنده‌ی سیطره و نخوت آکادمی جای خودش را به اعتمادبه‌نفسی داد که بلندبالاترین و پرمعناترین انتقادها را از جوامع علمی پدید آورد.[۱۲۹]

آزادی بیان و آزادی تجمع تقویت‌کننده‌ی یکدیگر بودند. «غریو جمعیتْ همصدا خواستار تشکیل انجمن‌های داوطلب برای صنعتگرها شد؛ انجمن‌هایی آزاد از یوغ آکادمی».[۱۳۰] انجمن‌های علمی مستقل[1] به وجود آمدند و تکثیر شدند.

1. sociétés libres

آن‌ها مظهر متشکل «اشتیاق شدید انقلابیون به دموکراتیزه کردن علم با قابل‌فهم‌کردن و قابل‌مصرف‌کردن آن برای همه‌ی اعضای جامعه بودند.... آن‌ها نمودار ضدیت با سنت‌های حرفه‌ای نخبه‌گرایی بودند که آکادمی بیش از یک قرن تحمیلشان کرده بود.»[۱۳۱]

یکی از نهادهای تازه به نام «انجمن اختراعات و اکتشافات» خواستار یک قانون جدید ثبت امتیاز شد تا اختیار داوری درباره‌ی نوآوری‌ها را از چنگ آکادمی درآورد. قانون در ۱۷۹۱ به تصویب رسید و هنوز در مورد ثبت امتیازها در فرانسه رعایت می‌شود. با فشار صنعتگرها دو نهاد دولتی دیگر هم به وجود آمد: «اداره‌ی مشورتی فنون و حِرَف» و «اداره‌ی امتیازها و اختراعات» که «کار هر دو حفظ منافع صنعتگران با اجرای بعضی از وظایفی بود که سابقاً آکادمی انجام می‌داد».[۱۳۲]

با شروع تندروی در انقلاب، صنعتگرها سازمان‌های جنگنده‌تری هم به وجود آوردند. «انجمن مرکزی فنون و حِرَف» که خودش را با افتخار نماینده‌ی «همه‌ی پیشه‌وران سانکولوت[1] راستین»[۱۳۳] معرفی می‌کرد، دست به مبارزه‌ی بی‌امانی با طرح آموزش ملی زد که کُندورسه[2]، رئیس آکادمی، تقدیم مجلس ملی کرد. کندورسه خواستار تأسیس یک «سوپرآکادمی» شده بود که «حیات علمی و فنی در فرانسه را بیش‌تر از سلفش در حکومت سابق در چنگ خود می‌گرفت». ولی «در آوریل ۱۷۹۲ که کندورسه طرح شدیداً نخبه‌گرای خود را عرضه کرد، صنعتگران با رگباری از براهین ضد آن آماده‌ی مقابله بودند».[۱۳۴]

طرح کندورسه باعث شد که افکار عمومی در مورد آکادمی‌ها در دو اردوگاه متقابل متمرکز شود. «یک طرف موافقان نظام آکادمیک بودند... طرف دیگر مخالفان آن، که نمی‌پذیرفتند کار نخبگان فرهنگی تابع ضوابط اداری شود.... شناخت طبیعت و کشف حقیقت باید امری عمومی به شمار می‌رفت نه مختص نخبگان.»[۱۳۵] «انجمن مرکزی» با انتشار فراخوانی از همه‌ی صنعتگران خواست که

> طرح کندورسه را به‌منزله‌ی زیانبارترین اقدام در جهت نادیده گرفتن حقوق صنعتگران و دور زدن نقش انجمن‌های داوطلب در تعیین سرنوشت خودشان محکوم کنند. اعلامیه از پرولتاریای علمی می‌خواست که دست به اسلحه

1. Sans-culottes 2. Marquis de Condorcet

ببرد و علیه سرکوب قیام کند و با شکست‌دادن طرح کندورسه یک بار برای همیشه به خودنمایی‌های تکبرآمیز آکادمی‌چی‌ها پایان بدهد.

این «اعلان جنگ صنعتگران بود با هر شکلی از سلطه‌ی آکادمیک».[۱۳۶]

ولی مبارزه‌ی صنعتگرها فارغ از مجموعه‌ی انقلاب پیش نمی‌رفت. افت و خیز آن همراه با فراز و نشیب جنبش برابری‌خواهانه‌ی عمومی بود. در ۸ اوت ۱۷۹۳ که مجلس ملی به الغای کل نظام آکادمیک رأی داد، صنعتگرها باید نفس راحتی کشیده باشند. اما دو سال بعد در پی سقوط جمهوری ژاکوبن‌ها و شروع ارتجاع ترمیدور، عاقبت یک «سوپرآکادمی» به اسم «انستیتو دو فرانس» به وجود آمد. آکادمی علوم تحت عنوان «طبقه‌ی اول» در این انستیتو از نو شکل گرفت و ــ دست‌کم به طور نمادین ــ مظهر پیروزی نهایی نخبه‌گرایی علمی شد.

اگرچه پایه‌گذاران آن توقع داشتند که این نهاد جدید پا جای پای سلفش بگذارد، از عهده‌ی آن برنیامد. مدت‌ها پیش از انقلاب، آکادمی علوم سابق هم که «نفعش در ثبات محیطش بود»، «نهادی اساساً محافظه‌کار» شده بود که توانایی هدایت پیشرفت علمی را روز به روز بیش‌تر از دست می‌داد. وانگهی زمانه هم عوض شده بود و انستیتوی جدید بیش از پیش «برای دانش‌اندوزیْ زائد» به نظر می‌رسید. عصر تخصص بود، درحالی‌که انستیتو جهت‌گیری عمومی داشت. پیامدهای انقلاب فرانسه بر سراسر قاره پرتوافشانی می‌کردند. «در چهارگوشه‌ی اروپا، دوره‌ی علم حرفه‌ایِ پرورش‌یافته در نهادهای آموزش عالی و تکامل‌یافته در آزمایشگاه‌های تخصصی جای دوره‌ی آکادمی‌هایی را که از نیمه‌های قرن هفدهم بر علم مسلط شده بودند می‌گرفت.»[۱۳۷]

تسهیلات پژوهشی و مدارس فنی جدید در فرانسه‌ی آغاز قرن نوزدهم از آرایش تازه‌ی نخبگان علمی خبر می‌دادند. اما انستیتو هنوز نقش مهمی داشت: «ایجاد همبستگی بین حکومت و نخبگان فکری فرانسه» که در شخص ناپلئون بناپارت نمود پیدا می‌کرد؛ کسی که در ۱۷۹۷ « زمانی‌که هیچ مدرک علمی نداشت» به طبقه‌ی اول انستیتو پذیرفته شد. آکادمی علومِ ازگوربرخاسته «نهادی متروک شد... و امروزه یادگار باشکوهی از گذشته است، بیش‌تر شبیه تالار مشاهیر تا ورزشگاه المپیک».[۱۳۸]

نتیجه‌ی این اتفاقاتی که در فرانسه افتاد برای علم جدید این بود که دگرگونی کیفی برگشت‌ناپذیری در آن به وجود آورد. «با پیدایش مجموعه‌ی نهادهای علمی تازه‌ای در دوره‌ی انقلاب و امپراتوری، علم در فرانسه شکل رسمی به خود گرفت.»[۱۳۹] آنگاه دنیا هم از فرانسه پیروی کرد و همه‌جا علم در قرن نوزدهم حتی بیش از قرن هجدهم نخبه‌گرا شد.

علم گراب‌استریتی[1]: «ذهن نظام‌ساز» در برابر «ذهن نظام‌مند»

گله‌مندی‌های صنعتگران مخترع از آکادمی جدی بود، ولی چالش فکریِ بزرگ‌تر را گروه ناهمگونی از علمی‌نویسان و علمی‌کاران عامی به وجود آوردند. این فیلسوفان طبیعی مطرود در حکومت سابق فرانسه یک نهضت مقاومت علمی تشکیل داده بودند مشابه نهضت ادبی‌ای که رابرت دارنتون[2] توصیفش می‌کند.[۱۴۰] در واقع نوعی همپوشانی بین این دو گروه وجود داشت، چون بعضی کسانی را که دارنتون در ردیف «نویسندگان گراب‌استریتی» [= خرده‌پا، بازاری؛ منسوب به خیابان گراب در لندن] می‌گذارد بین «دانشمندان گراب‌استریتی» هم می‌شود جای داد.[۱۴۱]

علم گراب‌استریتی مظهر سیل نظریه‌پردازی در زمینه‌ی فلسفه‌ی طبیعی بود که در فرانسه در دهه‌ی پیش از انقلاب و سال‌های اول بعد از انقلاب به حرکت درآمد. یکی از نشانه‌های فراوانش تولید نوشتاریِ همزمان انبوهی از منظومه‌ها یا «نظام‌های جهان» بود، نه به معنی لاپلاسیِ محدود آن در علم نجوم بلکه به معنی قدیمی‌تر هر اثری که وعده‌ی توضیح علمی یکپارچه‌ی همه‌ی پدیده‌های طبیعت را می‌داد.[۱۴۲] در ۱۷۸۱ در مهم‌ترین نشریه‌ی علمی آن روزها آمده بود که «هیچ زمانی به اندازه‌ی چند سال گذشته نظام و نظریه درباره‌ی جهان مطرح نشده است».[۱۴۳] نویسنده‌های آثار قطور فلسفه‌ی طبیعی گمان می‌کردند که خدمات شایانی در زمینه‌ی شناخت علمی از طبیعت انجام می‌دهند و خواننده‌ی زیادی هم که پیدا می‌کردند ظاهراً مؤید این نظر بود. اما این «ذهن نظام‌ساز» را آرمان‌پردازان آکادمی نمی‌پسندیدند.

1. Grub Street 2. Robert Darnton

یکی از برجسته‌ترین سخنگویان آکادمی، ژان دالامبر، زمانی «ذهن نظام‌ساز»[1] را در مقابل «ذهن نظام‌مند»[2] قرار داده بود.(۱۴۴) او ذهن نظام‌مند را ذهن دانشمند واقعی می‌دانست، زیرا نشانه‌ی پایبندی به روش‌های بردبارانه، موشکافانه، عقلانی، تحلیلی و کمّی در بررسی ساز و کار طبیعت بود؛ حال آن‌که ذهن نظام‌ساز بر عادت بی‌صبرانه به نتیجه‌گیری فوری از شواهد ناکافی دلالت داشت. کسانی که آلوده به ذهنیت نظام‌ساز بودند برای هر چیزی در دنیا توضیح فرضی باشکوهی از خودشان درمی‌آوردند. این شیوه‌ی نظام‌سازی، به نظر دالامبر، علم خوب نبود.

قبل از انقلاب، این دیدگاه دالامبر در میان نخبگان علمی قوت داشت. در ۱۷۶۹ پدرْ نوله[3] به همکاری که نظر او را درباره‌ی مقاله‌ای نظری پرسیده بود نوشت: «ناگفته نگذارم که آکادمی روز به روز بیش‌تر در مورد این‌جور فلسفه‌بافی‌ها سختگیری نشان می‌دهد.»(۱۴۵) این مخالفت با نظام‌سازی ویژگی سنت علمی در فرانسه شد.

دانشمندان گراب‌استریتی از این تنگ‌نظری آکادمی بیزار بودند و به رویکرد کاملاً متفاوتی در دانش‌اندوزی اعتقاد داشتند. آن‌ها خود را بیش‌تر ترکیب‌گر می‌دیدند تا تحلیل‌گر؛ و بیش‌تر جسور در فرضیه‌پردازی تا فعال در جمع‌آوری اطلاعات. آن‌ها شکارچی پاسخ برای «پرسش‌های بزرگ» بودند و علایق محدودتری را که آرمان سنتی را تشکیل می‌دادند تحقیر می‌کردند. به عقیده‌ی آن‌ها علم حق داشت و موظف بود که از چارچوب حقایق مسلم فراتر رود و درباره‌ی علل ممکن و محتمل گمانه‌زنی کند.

نظام‌های خاص دانشمندان گراب‌استریتی طیف وسیعی از مفاهیم گوناگون و ناهمساز را در بر می‌گرفتند، اما خصوصیات مشترکی هم داشتند. بسیاری از آن‌ها مبتنی بر تصور طبیعت به صورت یک موجود زنده‌ی واحد و درک واقعیت به‌مثابه‌ی یک بافت پیوسته و نه ذرات جداگانه (اتمی) بودند. عموماً آن‌ها زیر بار تقلیل پدیده‌های طبیعی به تجریدهای ریاضی نمی‌رفتند. مهم‌تر از همه، این دانشمندان در مقام وارثان روسو اغلب بر مؤلفه‌ی اخلاق در علم تأکید داشتند؛ عنصری که از حدود مسائل فیزیکی صرف خارج می‌شد و علمی حقیقتاً انسانی با

1. esprit de systeme 2. esprit systematique 3. Jean Antoine Nollet

هدف پیشبرد جامعه مطالبه می‌کرد. ادعای آن‌ها می‌توانست این باشد که چه سودی خواهد داشت شناخت کاملی از کل جهان «عینی» به دست آوریم، اما چیزی از دنیای اخلاقی و ذهنی و سیاسی و اجتماعی خودمان ندانیم.

چارلز جیلیسپی آن عنصری از جهان‌بینی دانشمندان گراب‌استریتی را که محکم‌ترین حلقه‌ی پیوند آن‌ها با تفکر انقلابی بود، پیدا کرده است. آن‌ها بیش‌تر به آنچه بایدباشد علاقه‌مند بودند تا به آنچه هست. توجه آن‌ها به «دگردیسی» و «شدن به‌جای بودن» بود.[۱۴۶] اما مخالفان نخبه‌گرای آن‌ها طبیعت را اساساً ایستا می‌دیدند، یا پویا فقط در معنی مکانیکی ــ که همه‌ی دگرگونی‌ها را به جابه‌جایی کاهش می‌دهد، یعنی حرکت اتم‌های ماده در فضای خالی.

فایده‌ی سیاسی این دیدگاه دوم برای مدافعان وضع موجود جامعه روشن است. برای این‌که «آنچه هست» یگانه مرکز توجه مشروع علم باشد، باید هیچ واقعیتی به‌جز واقعیتِ فعلاً موجودْ ممکن نباشد. از این پیش‌فرض، صاحب‌نظر محافظه‌کار می‌تواند راحت نتیجه بگیرد که آمال انقلابیْ احمقانه و نامعقول و بیهوده‌اند. محدودکردن علم به «بودن» و حذف‌کردن «شدن» هم امکان وجود یک علم اجتماعی معنی‌دار را از بین می‌برد و هم سد راه رشد علوم طبیعی می‌شود. نمونه‌ی آشکارش این است که حذف «شدن» تکامل انواع را منتفی می‌کند.

پیروزی نهایی آکادمی بر منتقدان گراب‌استریتی‌اش موجب تحکیم جهان‌بینی محافظه‌کاری شد که از آن پس بر علم حاکم بوده است. در این بینش تنگ‌نظرانه، فیزیک و ریاضیات بر همه‌ی علوم دیگر فرمانروایی دارند. این‌که در دعوای بین نظام‌سازان از یک طرف و پاسداران سنت علمی از طرف دیگر چه چیزی در خطر بود از افکار و اعمال برخی از جلوداران دعوا پیداست. ژاک هانری برناردن دو سَن‌پی‌یر[1] و نیکولا برگاس[2] را این‌جا نمایندگان غیرنخبه‌ها می‌گیریم و ژرژ کوویه و ناپلئون بناپارت را از مخالفان نخبه‌گرای آن‌ها.

برناردَن دو سَن‌پی‌یر و پیوستگی طبیعت

ژاک هانری برناردن دو سن‌پی‌یر از گویندگان برجسته‌ی حرف اصلی اثر حاضر در

1. Jacque-Henri Bernardin de saint-Pierre 2. Nicolas Bergasse

قرن هجدهم بود: این‌که شناخت طبیعت نه از علما بلکه از مردم زحمتکش کوچه و بازار در خلال فعالیت‌های تولیدی روزانه‌ی آن‌ها نشئت می‌گیرد. او بانگ برداشت که «بگذارید آکادمی‌ها دستگاه‌ها و نظام‌ها و کتاب‌ها و مدح‌ها را انبار کنند؛ افتخار آن‌ها متعلق به اشخاص بی‌سوادی است که مواد خام را فراهم آورده‌اند». او مثال شاه‌بلوط هندی را هم پشتوانه‌ی این ادعای خود کرد.[۱۴۷] چند عضو فاضل آکادمی بعد از مدت‌ها تفکر به این نتیجه رسیده بودند که

> شاه‌بلوط هندی هیچ مصرف غذایی‌ای در طبیعت ندارد و آن را به مقام ماده‌ای تنزل داده بودند که فقط برای درست‌کردن شمع و پودر صورت به درد می‌خورد. ولی سن‌پی‌یر، بدون این‌که علم اعضای آکادمی را داشته باشد، از یک بچه‌ی ساده شنید که شاه‌بلوط هندی را به بز می‌دهند تا شیرش زیاد شود.[۱۴۸]

برناردن دو سن‌پی‌یر را امروزه از مشاهیر ادب فرانسه می‌شمارند و رمان پل و ویرژینی[1] او را حتی بچه‌مدرسه‌ای‌های فرانسوی می‌شناسند.[۱۴۹] ولی معاصران او برناردن را اول اهل علم و بعد اهل ادب می‌شناختند. کتاب فلسفه‌ی طبیعی چندجلدی او با عنوان مطالعه‌ی طبیعت[2] یک نمونه‌ی عالی از آثار علمی غیرنخبه‌گرایانه بود که با همه‌ی ارزش انکارناپذیرش، به علت غلبه‌ی بینش‌های اجتماعیِ پساترمیدوری نادیده گرفته شد. رویکرد برناردن به فهم طبیعت از این جهت وصله‌ی ناجور به شمار می‌رفت که تقلیلی[۱۵۰] نبود و جای شیوه‌ی تحلیلی را به روش ترکیبی می‌داد و گرایش اخلاقی شدیدی مانند روسو داشت.

اگر بشود گفت که نگاهی روسویی به علم در دوره‌ی انقلاب وجود داشت، محتمل‌ترین جا و ناب‌ترین شکل آن در آثار برناردن بود. برناردن را می‌توان نزدیک‌ترین وارث معنوی ژان ژاک روسو دانست. دو مرد در ۱۷۷۲ یکدیگر را دیدند. در آن زمان روسو شصت‌ساله بود. در پیاده‌روی‌های طولانی در اطراف پاریس با هم گیاه جمع کردند و رفاقت آن‌ها تا هنگام مرگ روسو در ۱۷۷۸ ادامه یافت. گفته‌اند که با بررسی گفته‌ها و کرده‌های برناردن در دوران انقلاب می‌توان

1. *Paul et Virginie* 2. *Etudes de la nature*

پاسخ‌هایی برای این بحث داغ پیدا کرد که اگر روسو در سال‌های توفانی ۱۷۸۹ و ۱۷۹۳ زنده می‌بود، چگونه واکنش نشان می‌داد.[۱۵۱]

کتاب مطالعه‌ی طبیعت برناردن از بدو انتشارش در ۱۷۸۴ با اقبال گسترده روبه‌رو شد. در ۱۷۹۲ در اوج انقلاب، مدیریت «باغ گیاه‌شناسی»[1] را به او سپردند؛ مقام اداری مهمی که اعتبار خاصی در دنیای علم پاریس داشت. هرچند دوره‌ی تصدی برناردن کوتاه و ناموفق بود، مجسمه‌ی او هنوز در آن باغ هست. او را غرق تفکر، نشسته در بالای نقشی از مخلوقات معصومش، پل و ویرژینی، نشان می‌دهد.

اما اعتبار علمی برناردن را همه نمی‌پذیرفتند. به ادعای مفسری، «همصدایی حیرت‌انگیزی در مورد ارزش اظهارات و نتیجه‌گیری‌های علمی، یا به گفته‌ی خودش علمی، او وجود داشت. نظر عموم بر این بود که همه‌ی آن‌ها تقریباً بدون استثنا به حد مضحکی نادرست‌اند».[۱۵۲] اما این قضاوت کاملاً گمراه کننده است. ادعای این‌که معاصران برناردن علم او را بی‌ارزش می‌دانستند ناشی از اشتباه رایج یکسان‌گرفتن «نظر عموم» با نظر نخبگان علمی بود. فقط دومی‌ها بودند که با «همصدایی حیرت‌انگیزی» کار علمی برناردن را فاقد ارزش مطالعه می‌دانستند.[۱۵۳] مطالعه‌ی طبیعت را به زبان‌های بسیاری برگرداندند و شهرت جهانی پیدا کرد. در ۱۸۹۳ نویسنده‌ای به انگلیسی نوشت که گرچه آثار برناردن اکنون کمابیش از یاد رفته‌اند، «پدربزرگ‌ها و مادربزرگ‌های ما آن‌ها را با ولع، به زبان اصلی یا با ترجمه‌ی زیبای دکتر هنری هانتر[2]، می‌خوانند».[۱۵۴]

برناردن با نخبگان علمی فرانسه روابط تیره‌ای داشت. اعضای آکادمی علوم از انسان‌مداری او در کتاب مطالعه‌ی طبیعت بیزار بودند و آن را تحقیر می‌کردند. برناردن هم به‌نوبه‌ی خود علیه آن‌ها قلم‌فرسایی می‌کرد و «اظهارات علنی او ویرانگرترین بیانات در تحقیر نظام آکادمیک بودند».[۱۵۵] او آکادمی را متهم می‌کرد که تشکیلات بسته‌ای زیبنده‌ی حکومت پیشین است و تعهد آن نه به علم، بلکه به حفظ امتیازات اعضای آن است.

حکایت معروفی می‌گوید که برناردن در گفت‌وگویی با امپراتور ناپلئون (ستایشگر بزرگ پل و ویرژینی) از او پرسید که علت بی‌اعتنایی آکادمی به من

1. Jardin de Plantes 2. Henry Hunter

چیست؟ در پاسخ، بناپارت از او سؤال کرد آیا شما حساب دیفرانسیل می‌دانید؟ برناردن اعتراف کرد که نه، نمی‌دانم. امپراتور گفت: «پس بروید بیاموزید تا جواب سؤالتان را بگیرید.»[۱۵۶]

این قصه را معمولاً برای اثبات عدم صلاحیت علمی برناردن نقل می‌کنند، ولی از طرفی هم نمودار نقش دولت ناپلئون در تحکیم سلطه‌ی نوع محدودی از علم سنتی است. یکی از معنی‌های بی‌اعتنایی به برناردن مخالفت با مطالعه‌ی پدیده‌های طبیعی در متن طبیعت بود، که برناردن می‌کرد. این تنگ‌نظری تا مدت‌ها ویژگی علم در فرانسه (و به تبع آن، علم جدید به معنای اعم) باقی ماند. جواب دندان‌شکن ناپلئون به برناردن نشان می‌داد که از نظر رئیس دولت فرانسه تنها علمی که ارزش داشت علم متکی به ریاضیات بود.

گفتیم که تاریخ سنتی علم، اغلب چشم‌بسته، همان رویکردی را در پیش گرفته که اعضای آکادمی داشته‌اند. بیش‌تر مفسران امروزی با مطالعه‌ی طبیعت برناردن همان برخورد سردی را داشته‌اند که با دیگر آثار فلسفه‌ی طبیعی و علم غیرنخبه‌گرای آن دوران. برای مثال آرتور لاوجوی[1] آن را شاهکاری در نوع ادبیِ غایت‌شناسانه و انسان‌مدارانه می‌داند که «از ناهنجارترین آثار ماندگار بلاهت انسانی است».[۱۵۷] گاستون باشلار[2] برناردن دو سن‌پی‌یر را نمونه‌ای از ذهنیت «غیرعلمی» یا «پیشاعلمی» می‌شناسد.[۱۵۸] با این‌همه، بی‌انصافی است که کار برناردن را فاقد ارزش علمی بدانیم.

رویکرد زیست‌محیطی برناردن به تاریخ طبیعی او را به این نتیجه رساند که فعالیت‌های زراعی و صنعتی در مقیاس کلان به طبیعتی که ضامن بقای انسان است آسیب می‌رساند.[۱۵۹] او شکوه می‌کرد که «ببینید کبر و طمع آدمی چه به روز طبیعت آورده است! رساله‌های کشاورزی ما دیگر در مزارع سِرِس چیزی جز گونی‌های غله نمی‌بینند؛ در چمنزارهای جولانگه پریان، چیزی مگر کومه‌های علف؛ و در جنگل‌های باشکوه، هیچ‌چیز به‌جز پشته‌های الوار و کپه‌های هیزم».[۱۶۰]

این بینش علمی را دولت صنعت‌پرور ناپلئون و نهادهای علمی نخبه‌گرای آن البته نمی‌پسندیدند. علم برناردن ناسازگار با رشد اقتصادی به نظر می‌آمد. ولی

1. Arthur Lovejoy 2. Gaston Bachelard

دانشمندان سنت‌گرا به اخلاقیات زیست‌محیطی برناردن نمی‌تاختند؛ فقط آن را نادیده می‌گرفتند و نقاط آسیب‌پذیرتر او را نشانه می‌رفتند.[۱۶۱]

کلارنس گلاکِن[1] در یک مطالعه‌ی ابتکاری در مورد تاریخ اندیشه‌ی زیست‌محیطی به یک جنبه‌ی مهم از علم در اروپا، که مورخان اغلب از قلم انداخته‌اند، اشاره کرده است: «اگر ادعا کنیم که در سنت غربی بر تضاد انسان با طبیعت تأکید شده است، ولی اضافه نکنیم که بر وحدت آن‌ها هم تأکید شده است، به راه خطا رفته‌ایم.»[۱۶۲] گلاکن برناردن را در کنار لینه و بوفون[2] از مورخان طبیعی برجسته‌ی قرن هجدهم می‌شمارد که حق بزرگی به گردن علم زیست‌شناسی دارند.[۱۶۳]

این ارزیابی گلاکن فقط بر اساس دقت و جامعیت مشاهدات برناردن نیست؛ از این حقیقت نیز سرچشمه می‌گیرد که برناردن از نخستین کسانی بود که پیوستگی جانداران با محیطشان را بهترین کانون توجه برای مطالعه‌ی طبیعت دانست. او مطالعه‌ی طبیعت را با این توضیح آغاز می‌کند که سال‌ها پیش‌تر شروع به تألیف یک «تاریخ عمومی طبیعت به سیاق ارسطو، پلینی یا بیکن» کرده،[۱۶۴] اما زود پی برده که «نه‌فقط تاریخ عمومی طبیعت بلکه حتی تاریخ عمومی یک گیاهِ تنها هم از عهده‌ی من ساخته نیست».[۱۶۵]

برناردن این نتیجه را وقتی گرفته که به یک بوته‌ی توت‌فرنگی در هره‌ی پنجره‌اش دقت می‌کرده است. بوته برای هرکدام از حشرات گوناگونی که جلب خودش می‌کرد جنبه‌ی متفاوتی داشته. او چگونه می‌توانست امیدوار باشد که توت‌فرنگی را از همه‌ی زوایای دید آن حشرات، یا جانداران ذره‌بینی‌ای که آن گیاه خودش یک دنیا برای آن‌ها بود، بشناسد؟

> ولی حتی اگر من هم مثل آن‌ها می‌توانستم شناخت دقیقی از این دنیای نو پیدا کنم، باز نمی‌توانستم امیدوار باشم که تاریخ آن را بدانم. لازم بود که روابطش را با مابقی طبیعت مطالعه کنم، با خورشیدی که آن را شکوفا می‌کند، با بادهایی که تخمش را می‌پراکنند و جوی‌هایی که ساحلشان را این بوته تقویت و تزیین می‌کند.[۱۶۶]

1. Clarence Glacken 2. Comte de Buffon

برناردن به این نکته هم پی برد که شناخت گیاه توت‌فرنگی بدون شناخت عوامل محیطی دخیل در توزیع جغرافیایی وسیع آن کامل نخواهد بود:

باید فهمید که ... چطور یک چنین گیاه خزنده‌ی شکننده‌ای توانسته ... در سرتاسر کره‌ی زمین از شمال تا جنوب و از این کوه تا آن کوه پخش بشود. ... چگونه توانسته از کوه‌های کشمیر به آرخانگل و از قله‌های نروژ به کامچاتکا برود؛ و سرانجام این‌که چگونه در هر دو قاره‌ی امریکا پیدا شده، با این‌که جانوران بی‌شماری با آن سر جنگ دارند و هیچ باغبانی به خودش زحمت کاشتن تخم آن را نمی‌دهد.[۱۶۷]

او اعلام کرد که «هر چیزی در طبیعت به یک زنجیره‌ی واحد وصل است».[۱۶۸] یکی از هدف‌های اول گیاه‌شناسی باید کشف عامل‌هایی باشد که باعث می‌شوند طبیعت به هر گیاهی شکل منحصربه‌فردی بدهد «و این‌همه گونه از یک جنس واحد و این‌همه جور از یک گونه‌ی واحد به وجود بیاورد، تا به روابط متقابل آن‌ها، از هر لحاظ، با آفتاب، بادها، آب‌ها و خاک پی ببرد.»[۱۶۹]

البته یک بخش بسیار مهم از محیط هر جاندار عبارت است از موجودات زنده‌ی دیگری که دوره‌اش کرده‌اند:

حال اگر در نظر بگیریم که همه‌ی این گونه‌ها، جورها، همسان‌ها و هم‌خانواده‌ها از هر لحاظ روابطی ضروری با خیلی از حیوانات دارند و این‌که ما پاک از این رابطه‌ها بی‌خبریم، می‌بینیم که تاریخ کامل گیاه توت‌فرنگی به‌تنهایی کافی است تا همه‌ی طبیعی‌دان‌های دنیا را به خودش مشغول کند.[۱۷۰]

برناردن می‌گفت که حتی اگر ما همه‌ی بخش‌های گیاهان را با همه‌ی جزئیاتشان می‌شناختیم، باز یک «علم بی‌حاصل» بود؛ چون مهم «هماهنگی‌هایی است که آن‌ها می‌سازند».[۱۷۱] این سختگیری بر علم تحلیلی / تقلیلی را او با این گفته تعدیل می‌کرد که «من مدعی نیستم این روش‌های ناقص هیچ دستاورد سودمندی نداشته‌اند»، ولی معتقد بود که درست نیست تمام علم را به آن‌ها خلاصه کنیم و «هرچه را در آن‌ها نمی‌گنجد با بدگمانی رد کنیم».[۱۷۲]

در مورد طرح مطالعه‌ی روابط درونی طبیعت، او می‌نویسد: «تا جایی که من می‌دانم کاری از این دست تا کنون نشده است.»[۱۷۳] او می‌دانست که این طرح هرگز به سرانجام نخواهد رسید، ولی فکر می‌کرد که می‌ارزد دست‌کم آغازش کرد. کتاب مطالعه‌ی طبیعت او یک آغاز ستودنی است. برناردن با دانش خیره کننده‌اش و درکی که از پیوستگی محیطی داشت، توانست منشأ خدمات ابتکاری و بالقوه مهمی به علوم طبیعی باشد. اما تشکیلات علمی روزگارش به ارزش آن پی نبرد و آن را به تمسخر گرفت.

تمسخر در درجه‌ی اول متوجه چارچوب انسان‌مدارانه‌ی مطالعه‌ی طبیعت بود. برناردن اعتقاد داشت که معمار کبیر طبیعت چیزی را بیهوده نیافریده و در طبیعت چیزی پیدا نمی‌شود که سودی برای بشر نداشته باشد.

مشیت‌باوری در اواخر قرن هجدهم حتی در نوشته‌های طبیعی‌دانان «محترم» غیرعادی نبود، ولی قبول آن بیش‌تر فقط در حد نسبت‌دادن نعمت‌های بزرگی مثل گندم و آفتاب و هوا به دخالت الاهی بود. ولی مشیت‌باوری برناردن فرق داشت، از این نظر که هیچ استثنا قائل نمی‌شد. برناردن معتقد بود که عملاً هر چیزی را در دنیا می‌شود موهبت آفریدگار مهربان شمرد. آتش‌فشان‌ها باعث تصفیه‌ی آب‌ها می‌شوند و زمین‌لرزه‌ها هوا را پاک می‌کنند. عقرب ما را می‌ترساند و از جاهای غیربهداشتی و نم‌دار دور می‌کند. مرگ حیوانات خانگی به بچه‌ها یاد می‌دهد که چطور با غم و غصه کنار بیایند. حشره‌ی کک این فایده را دارد که ثروتمندان را وادار به استخدام فقرا برای نظافت خانه‌ها و لباس‌هایشان می‌کند. طبیعت برناردن آفت بی‌فایده و علف مضر نداشت.

در دوره‌ی دکتر پانگلوسِ[1] ولتر [قهرمان رمان ساده‌دل او] این‌جور تفکر به ریشخند گرفته می‌شد. اما به قول کلارنس گلاکن، در قرن هجدهم طبیعی‌دان‌ها «هم در درون چارچوب غایت‌شناسانه و هم در بیرون از آن» می‌توانستند مثمر ثمر باشند.[۱۷۴] برناردن برای این‌که دقایق عملکرد مشیت الاهی را نمایان کند به تحقیق درباره‌ی پدیده‌های زیست‌شناختی جالبی از قبیل همرنگی و همزیستی و شباهت استحفاظی در طبیعت پرداخت که در نظریه‌هایی بعد از داروین به اسم‌هایی مانند

1. Dr. Pangloss

سازگاری و ارزش بقا توضیح داده شدند.[۱۷۵] گفتنی است که اگرچه به تألیفات علمی برناردن اغلب به سبب گرایش غایت‌شناسانه‌ی آن‌ها خرده گرفته‌اند، کوویه هم که مظهر سنت‌گرایی بود کارش در کالبدشناسی تطبیقی را حولِ محوری کاملاً غایت‌شناسانه پیش برد.

کتاب مطالعه‌ی طبیعت نتیجه‌گیری‌های ژئوفیزیکی نادرستی داشت، ولی نه آن‌ها و نه مشیت‌باوری برناردن دلایل کافی برای مردودشمردن کل کار او نبودند. پی‌نبردن نخبگان علمی به ارزش بالقوه‌ی آن اشتباهی بسیار اسف‌انگیزتر از هر خطای برناردن بود. مدافعان سنت علمی، با نادیده گرفتن طبیعتی که برناردن آن را نظام تعاملیِ متوازنی نشان داد، راه‌های پژوهش نوین زیست‌بومی و زیست‌محیطی را، که در هر حال بعدها دوباره پیدا می‌شدند و در قلمرو علم مشروع پذیرفته می‌شدند، مسدود کردند.

سرنوشت علم برناردن را بیش‌تر فشارهای اجتماعی محافظه‌کاران رقم زد تا معیارهای علمی. این‌که علم او بعد از ترمیدور نادیده گرفته شد به علت ناسازگاری‌اش با سنت بود، نه بی‌ارزشی آن. برناردن اگرچه هیچ نسبت سیاسی‌ای با ژاکوبن‌ها نداشت، در انتقاد روسو از نازایی خردگرایی جنبش روشنگری، نظر تحقیرآمیز او درباره‌ی علم آکادمیک و اصرار او بر این‌که رسالت علم نهایتاً اصلاح جوامع است با او همداستان بود. از این‌رو، شباهت آشکاری با «دانشمند ژاکوبن» داشت و شهرت علمی‌اش از آن آسیب دید.

نیکولا بِرگاس و مکتب مِسمِر[1]

نیکولا برگاس هم از شخصیت‌های سیاسی مهم انقلاب کبیر فرانسه بود و هم شارح اصلی فلسفه‌ی طبیعی مسمری. ترکیب بزرگی که او میان قوانین طبیعت به وجود آورد شاید پرنفوذترین نظام گراب‌استریتی شد، چون در پشت سرِ خود نیرویی تشکیلاتی داشت. مسمریسم نهضت بزرگی در «علم مردم» بود که در اوایل دهه‌ی ۱۷۸۰ مثل توفانی پاریس را درنوردید و با سنت علمی آکادمی درافتاد.[۱۷۶]

بانی نظریه‌ی مغناطیس حیوانی و بانیِ عمل به آن، فرانتس آنتون مسمر،

1. Franz Anton Mesmer

خودش را از مردم جدا کرده بود. تظاهر به دوری از علایق دنیوی یک عنصر مهم در عرفان شخصی او بود. بنابراین بیش‌تر ادبیات مسمری را مریدان او پدید آوردند، که سرشناس‌ترین آن‌ها در دورانی سرنوشت‌ساز نیکولا برگاس بود. تألیفات برگاس معتبرترین بیان فلسفه‌ی طبیعی مسمری در دهه‌ی ۱۷۸۰ هستند. برای او باید سهم بزرگی هم در نشر آن آثار و هم خلق آن‌ها قائل شد. او بود که اصل مسمریِ نیروی حیاتیِ عمومی را گرفت و «یک نظام از آن ساخت».[۱۷۷]

برگاس یگانه سخنگوی مسمر نبود، اما در سال‌های حساس شکل‌گیری نهضت، مقام اول را در سلسله‌مراتب رسمی آن داشت.[۱۷۸] در ۱۷۸۳ برگاس با دوست نزدیکش گیوم کورنمان[1]، که بانکدار ثروتمندی بود، «انجمن هماهنگی عمومی» را تأسیس کرد و خودش نظریه‌پرداز و سازمانده اصلی آن شد. انجمن از لحاظ مالی و تشکیلاتی خوب عمل کرد و یکی دو سالی نگذشته صاحب صدها نفر عضو در پاریس شد. شعباتی هم در استراسبورگ، لیون، بوردو، مونپلیه، نانت، بایون، گرونوبل، دیژون، مارسی، کاستْر، دوئه، نیم و چند شهر دیگر دایر کرد.[۱۷۹]

ولی در ۱۷۸۵ در انجمن جناح‌بندی‌ای پیدا شده و مسمرْ برگاس و کورنمان و چند عضو برجسته‌ی دیگر را اخراج کرده بود. هرچند برگاس دیگر میلی به ماندن در کنار مسمر نداشت، همچنان به تبلیغ مغناطیس حیوانی متعهد بود. او و کورنمان طرفدارانشان را جمع کردند و زود انجمن رقیبی به وجود آوردند. رئیس این انجمن برگاس بود، اما چون در خانه‌ی کورنمان تشکیل جلسه می‌داد به «گروه کورنمان» مشهور شد.

اختلاف مسمر و گروه کورنمان ناشی از تنش‌های سیاسی در جامعه‌ی پیش از انقلاب فرانسه بود. برگاس و کورنمان می‌خواستند «مبارزه‌ی اصلی نهضت با استبداد آکادمی‌ها را... به مبارزه‌ی بزرگ‌تر با استبداد سیاسی گره بزنند».[۱۸۰] ولی مسمر هیچ علاقه‌ای به رنجاندن جامعه‌ی اشراف پاریس نداشت و پافشاری او بر این‌که نهضتْ غیرسیاسی بماند انشعاب را اجتناب‌ناپذیر کرد.

اگرچه گروه جدید، از نظر تشکیلاتی، حریف بزرگی برای نهضت مسمریِ اصلی نبود، غالب افراد سیاسی «انجمن هماهنگی عمومی» را جذب خودش کرد و

1. Guillaume Kornmann

طولی نکشید که یک کانون مهم فعالیت‌های انقلابی شد. دارنتون می‌نویسد: «گروه کورنمان نماینده‌ی بیش‌ترین گرایش سیاسی نهضت مسمری است.» اعضای آن از رهبران اصلی مخالفان حکومت بودند. «مخالفت با حکومت را در پارلمانْ اِپرِمنیل[1] و دوپورت[2]، بین اعیانْ لافایِت[3]، در بورسْ کلاوی‌یر[4]، و میان جماعت کتابخوانْ بریسو[5]، کارا[6]، گورسا[7] و برگاس رهبری می‌کردند».[۱۸۱]

به گفته‌ی دارنتون، گروه کورنمان «تا ۱۷۸۷ـ۱۷۸۹ که به اوج فعالیتش رسید، مسمریسم را نادیده گرفته بود تا یکسره خودش را وقف بحران سیاسی کند».[۱۸۲] اعضای آن توانستند «پشتیبانی مردم را برای ابراز مخالفت پارلمان با برنامه‌های کالون[8] و بری‌ین[9] و فراخوان پارلمان برای تشکیل اِتا ژِنِرو [= مجلس عمومی طبقات] جلب کنند».[۱۸۳]

ژاک پی‌یر بریسو که در تابستان ۱۷۸۵ به گروه کورنمان پیوسته بود، بعدها مدعی شد که تبلیغ برگاس برای مغناطیس حیوانی بیش‌تر پوششی برای فعالیت‌های انقلابی‌اش بوده است: «برگاس از من پنهان نمی‌کرد که وقتی سنگ مسمریسم را به سینه می‌زند منظورش فقط دفاع از آزادی است.» بریسو از قول برگاس می‌گفت: «باید مردم را به بهانه‌ی آزمایش‌های فیزیک و در حقیقت برای سرنگونی استبداد بسیج کنیم.»[۱۸۴]

گواهی بریسو نشان می‌دهد که پیروی برگاس از مسمریسم ترفندی بیش نبوده است. به احتمال قوی، برگاس مسمریسم و انقلابیگری را دو راه برای رسیدن به یک هدف می‌دیده است. مسمریسم مظهر نوعی فلسفه‌ی طبیعی روسویی بود که برای برگاس یک مبنای فکری و یک نظریه‌ی اجتماعی برای کار انقلابی فراهم می‌کرد.

در ۱۷۸۷ برگاس وکیلی بود که با قبول پرونده‌ی طلاق رسواگری، که به جامعه‌ی اشراف و رفیق صمیمی‌اش کورنمان مربوط می‌شد، در عرصه‌ی سیاسی ملی نامش بر سر زبان‌ها افتاد. طی مراحل قانونی پرسروصدای پرونده، برگاس به حکومت شاه اتهام فساد اخلاقی زد و به تبع روسو آن را به کل جامعه‌ی کهن فرانسه

1. Jean-Jacques Duval d'Eprémesnil 2. Adrien Duport 3. Marquis de Lafayette
4. Etienne Clavière 5. Jacques-Pierre Brissot 6. Jean-Louis Carra
7. Antoine-Joseph Gorsas 8. Charles Alexandre Calonne
9. Etienne Charles de Brienne

تعمیم داد. هرچند در نهایت دعوای حقوقی را باخت، استعداد سخنوری و خطابه‌نویسی‌اش او را تبدیل به قهرمان مخالفان سلطنت کرد. برگاس مبارزه‌ی پارلمان پاریس با وزیران شاه را رهبری کرده بود؛ از این‌رو، هنگامی‌که آن پیکار به فراخوان «اتا ژنرو» انجامید، برگاس از سران این مجلس شد.

مورد نیکولا برگاس شاید بهترین سند این ادعا باشد که پیامدهای اجتماعی و سیاسیِ افراطی علم گراب‌استریتی را نمی‌توان به هیچ نوع خاصی از افراط کاری مثل ژاکوبنیسم نسبت داد. برگاس مظهر «شورش اشراف» بود و تا نخستین نشانه‌های سمت‌گیری دموکراتیک انقلاب را دید، از انقلاب رویگردان شد.[۱۸۵] هنوز سال ۱۷۸۹ به پایان نرسیده بود که از مجلس ملی بیرون آمد و اندکی بعد کمر به خدمت شاه بست. در دوره‌ی حکومت ژاکوبن‌ها دستگیرش کردند و فقط بخت یارش بود که زنده ماند. تبدیل برگاس از فردی انقلابی به عنصری ضدانقلابی سریع اتفاق افتاد و هرچه سن او بالاتر رفت، ارتجاعی‌تر شد.[۱۸۶]

اما اهمیت برگاس برای «تاریخ علم مردم» به جهت دفاع او از مسمریسم بود. پیش از انقلاب، او و همکارانش در یک مبارزه‌ی جانانه در زمینه‌ی روابط عمومی سعی کردند مقبولیت علمی برای مغناطیس حیوانی به دست آورند. محبوبیتی که مسمریسم در میان اعیان پاریس پیدا کرده بود، آکادمی علوم و انجمن سلطنتی طب را واداشت که تردیدها را کنار بگذارند و به آن فرصت دفاع از خود بدهند. حکومت شاه هیئتی را مأمور ارزیابی آن کرد، ولی نتیجه چیزی نبود که برگاس به آن امید بسته بود. هیئت اعلام کرد مغناطیس حیوانی اصلاً وجود ندارد و بنابراین مسمریسم فاقد مبنای علمی است.[۱۸۷]

البته بعضی از اعضای هیئت سلطنتی با پیش‌داوری به ارزیابی پرداخته بودند: «دو تن از اعضای اصلی، [بنجامین] فرانکلین و [آنتوان لوران] لاووازیه، پیش از آغاز کار کمابیش حکمشان را صادر کرده بودند. نتایجی که هیئت به دست آورد دقیقاً همان بود که لاووازیه پیش‌بینی کرده بود».[۱۸۸] حتی در گزارش نهایی هیئت اذعان شد که اعضا پیشاپیش «خودشان را به آن شک فلسفی که همیشه با تحقیق باید همراه باشد مسلح کرده بودند». این افرادِ مسلح «هرگز احساساتی را که به سه بیمار عامی دست می‌داد حس نمی‌کردند». این نتیجه‌گیری که احساسات بیمارها «حاصل تلقین قبلی» بود در مورد بی‌احساسی خود اعضا هم صدق می‌کرد.[۱۸۹]

اما گزارش هیئت تماماً محصول ذهنیت مخالف با مغناطیس حیوانی نبود. توفیق آن در مقابله با نفوذ مسمری‌ها به آزمایش‌هایی برمی‌گشت که در آن‌ها بیمارهای چشم‌بسته زمانی‌که تحت تأثیر مغناطیس نبودند، وانمود می‌کردند که هستند و هنگامی‌که تحت تأثیر آن بودند، طوری رفتار می‌کردند که گویی نیستند. بنابراین تأثیر ادعایی مغناطیس حیوانی به میزان تلقین‌پذیری بیمار نسبت داده می‌شد.

برگاس قاطعانه ادعای غیرعلمی‌بودن مسمریسم را رد می‌کرد. او صریحاً منکر دخالت علوم خفیه و باطنی در آن بود و بر حقیقت علمی و اثبات‌پذیری مغناطیس حیوانی که «انقلابی در کل نظام علوم طبیعی ما پدید آورده»[۱۹۰] اصرار می‌ورزید. او مغناطیس حیوانی را قابل استنتاج از قوانین اولیه‌ی فیزیک نیوتن می‌دانست:

> اگر فقط یک حقیقت در فیزیک وجود داشته باشد که دیگر غیرقابل تردید باشد، آن این است که همه‌ی اشیای متحرک در فضا در فاصله‌ای از یکدیگر متقابلاً به هم نیرو وارد می‌کنند و شدت و ضعف این نیرو بستگی به نزدیکی و دوری آن‌ها از یکدیگر دارد و بستگی دارد به این‌که جرم آن‌ها چقدر است.... این نیرو از همه‌ی نیروهای طبیعت اساسی‌تر و ثابت‌تر و عام‌تر است.[۱۹۱]

گفته می‌شد تأثیر متقابل موجودات بر یکدیگر ناشی از سیالی نامرئی است که مغناطیس عمومی را منتقل می‌کند. مسمردرمانی عبارت بود از هدایت این سیال مغناطیسی از داخل بدن بیمار برای به وضع سابق برگرداندن عدم توازن درونی که باعث ناخوشی و درد و بیماری شده بود. اغلب، اما نه همیشه، نیروی مغناطیسی را با دست‌گذاری بر تن بیمار به درون بدنش هدایت می‌کردند. بیمار غالباً صحبت از احساس گرمای شدید در قسمت رنجور بدن می‌کرد. خیلی‌وقت‌ها به‌شدت می‌لرزید، به حال خلسه می‌رفت، دچار حمله می‌شد و مثل مرده می‌افتاد. این حالت‌های «بحرانی» نشان می‌داد که نیروی مغناطیسی دارد اثر می‌کند.

هیئت سلطنتی در گزارش خود به شاه هشدار داد که مسمریسم ممکن است عواقب اجتماعی خطرناکی داشته باشد. این هیئت با جلب توجه به این‌که مغناطیس‌کننده‌ها در برانگیختن خیالات و امیال آدم‌های تأثیرپذیر مهارت

دارند، اخطار کرد که «در شورش‌ها هم همین عامل در کار است. جمعیت اسیر خیالات می‌شوند. افراد در جمع بیش‌تر از احساساتشان فرمان می‌برند و کم‌تر به ندای عقلشان گوش فرا می‌دهند».[۱۹۲] هیئت از پیامدهای اخلاقی دست‌زدن مغناطیس‌کاران مرد به بدن زن‌های تحریک‌پذیر و ایجاد چیزی که اسمش را فقط می‌شود حظ جنسی گذاشت هم نگران بود. این نگرانی را برای رعایت عفت عمومی از گزارش سرگشاده حذف کردند، ولی در یادداشت محرمانه‌ای به اطلاع وزیران شاه رساندند.

برگاس مخصوصاً مخالف این نتیجه‌گیری هیئت بود که چون آثار مغناطیس حیوانی را می‌توان با «تلقین» توضیح داد، پس دلیلی دال بر وجود مغناطیس حیوانی در دست نیست. او می‌گفت که اولاً واقعیت نیروی تلقین را نمی‌شود انکار کرد، اما هیئت شیپور را از سر گشادش زده است. تلقین را نمی‌شود توضیح دانست؛ «تلقین» خودش چیزی است که باید توضیحش داد. او می‌پرسید که چرا وقتی کسی بین جمعیتی هیجان‌زده است، شریک‌نشدن در احساسات جمع برایش دشوار می‌شود؟ این البته همان «تلقین» است، ولی آیا حاصل تأثیر مقاومت‌ناپذیر مغناطیس حیوانی مشترک در جمعیت نیست؟

در ادامه برگاس می‌پرسد: «چرا مردمی که در یک جامعه‌ی واحد زندگی می‌کنند گویی ناخواسته مستعد دریافت عقاید یکسان و تعصبات یکسان و عادات یکسان‌اند؟»[۱۹۳] همین موضوع «عقاید ناخواسته» اگر دنبال می‌شد، می‌توانست زمینه‌ای تازه برای پژوهشی پرثمر باشد. به هر تقدیر، نکته‌ی معرفت‌شناسانه‌ای که برگاس پیش کشید کاملاً مفهوم بود: نسبت‌دادن نتایج فیزیکی به «تلقین» پرسش‌هایی که مطرح می‌کند بیش‌تر است تا پاسخ‌هایی که می‌دهد.

برگاس مدعی شد برهان فیزیکیِ آموزه‌های مسمر در معالجات انکارناپذیر بسیاری نهفته است که با روش‌های او صورت گرفته‌اند و همه‌ی آن‌ها را نمی‌توان به تلقین و تخیل نسبت داد. «اگر راست می‌گویید، بگویید ببینم کوری و کری و زخم و فلج موضعی را چطور با تخیل می‌شود درمان کرد.»[۱۹۴] سرانجام او افزود که تازه مداوای کودکان و حیوانات را هم نمی‌توان با تخیل توضیح داد.

استدلال‌های برگاس از زبان شخص ساده‌لوح زودباوری جاری نمی‌شود؛ آن‌ها را کسی مطرح می‌کند که نمی‌خواهد زیر بار توضیح تقلیلی پدیده‌هایی

پیچیده برود. آزمایش‌های هیئت سلطنتی با افراد چشم‌بسته بسیار زیرکانه بودند، ولی تنها توضیحی که هیئت توانست برای معالجاتی که برگاس به چشم خودش دیده بود عرضه کند این بود که آن‌ها شیادی بوده‌اند. برگاس اعلام کرد که فواید فراوان این علم را فدای شکی بی‌فایده‌کردن غیرقابل بخشش است.

گرچه توجه گسترده به مغناطیس حیوانی باعث شد که تا قرن نوزدهم در کانون نهضت اجتماعی مهمی بماند، بعد از انقلاب با پوزخند نهادهای علمی رسمی روبه‌رو شد و به اسم شبه‌علم مورد بی‌اعتنایی قرار گرفت. اصطلاحات مسمریسم و مغناطیس حیوانی امروزه هنوز اسباب خنده و تعجب از ساده‌لوحی نمایندگان آن‌هاست. اما در ورای این واکنش تکبرآمیز یک بی‌انصافی تاریخی نمایان است.

تأثیر ابتدایی و نیروی ماندگاری نهضتْ مرهون مسمری‌هایی بود که می‌توانستند بیمارانشان را دچار حمله یا حالت خلسه کنند. چالش رویاروی علم آن بود که این آثار قوی را توضیح بدهد. وقتی دانشمندان سنتی به میل خود نتیجه گرفتند که آن‌ها ناشی از **هیچ نیروی طبیعی خارجی** نیستند، اعلام کردند که پدیده‌ی مغناطیس حیوانی واقعیت ندارد و مسمریسم شیادی است.

مورخان برجسته‌ی علم کمابیش تا دو قرن بعد نیز همین حکم را صادر کردند. جیلیسپی از «جامعه‌ی علمی» ایراد گرفت که در پاسخ به مسمر «آدرس عوضی» می‌دهد: «اول با خودداری از بررسی ادعاهای او مدعی شده که هر چیزی مورد توجه عموم باشد شایسته‌ی توجه آدم‌های جدی نیست، که البته درست بود ولی مدبرانه نبود.»[۱۹۵] اما آیا واقعاً صحنه‌های تماشایی‌ای که مسمری‌ها به نمایش گذاشتند ارزش توجه جدی را نداشت؟ برعکس، دوراندیشی به خرج ندادن اعضای آکادمی در این مورد باعث ازدست‌رفتن یک فرصت بزرگ برای گسترش و پیشرفت علم شد.

همان‌طور که طرفداران مغناطیس حیوانی می‌گفتند، پیدانکردن علت را نمی‌توان دلیلی گرفت برای انکار واقعیت معلول. در مورد مسمریسم، فقدان علت طبیعی خارجی نباید منجر به ختم تحقیق درباره‌ی معلول‌ها یا آثار آن در انسان می‌شد. ولو مسمر و برگاس در اعتقاد به این‌که مغناطیس حیوانی یک نیروی طبیعی خارجی است به راه خطا رفته بودند، منتقدان آن‌ها وظیفه داشتند که دورتر را نگاه کنند.

موقعی‌که آکادمی آثار مغناطیس حیوانی را خیالی می‌نامید، در واقع می‌گفت که آن‌ها واقعی نیستند، وجود ندارند، یا دست‌کم از حوزه‌ی تحقیق علمی بیرون‌اند. ولی آثاری که مسمری‌ها در خیالات بیمارانشان ایجاد می‌کردند یقیناً واقعی بودند. «به‌درستی می‌توان مدعی شد که مسمر، با کشف مغناطیس حیوانی، روان‌شناسی و روان‌درمانی جدید را یک گام بلند به پیش برد. در پی این کشف، پژوهش‌های پوئیسِگور[1] در زمینه‌ی آگاهی به کشف پدیده‌ی خواب مغناطیسی [هیپنوتیسم] و سپس حوزه‌ی ناخودآگاه فعالیت ذهنی منجر شد».[۱۹۶] اروین آکرنکت، نویسنده‌ی تاریخ پزشکی، اضافه می‌کند که «روانکاوها خودشان نسب روان‌درمانی جدید را به فرانتس آنتون مسمر می‌رسانند».[۱۹۷]

البته هیئت سلطنتی را در آن زمان نمی‌توان به علت این‌که متوجه مسئله‌ی روان‌شناختی زمان ما نشد سرزنش کرد، ولی نکته این‌جاست که چشم‌بندهای معرفت‌شناختی آن‌ها نگذاشت حتی به وجود دسته‌ی مهمی از پدیده‌ها اعتراف کنند. فلسفه‌ی طبیعی مسمری انگیزه‌ی پیدایش «علم ذهن» شد، اما شکاکیت و تنگ‌نظری آکادمیِ سنت‌گرایی که همه‌ی علوم را در فیزیک خلاصه می‌کرد یک بار دیگر سد راه شد.

تأثیر ترمیدور در علم فرانسه

برخورد تحقیرآمیز نخبگان علمی با نیکولا برگاس و برناردن دو سن‌پی‌یر نشانه‌ی تعصبی بود که در قرن نوزدهم هم به علم در فرانسه آسیب رساند. نظارت حکومت بر علم و تمرکز دولتی به حدی بود که بدون توسل به نظریه‌ی توطئه هم می‌توان مدعی شد که راه علم را در فرانسه‌ی بعد از انقلاب، فشارهای اجتماعی محافظه‌کاران تعیین کرد.

محافظه‌کاری اجتماعی ترمیدور به محافظه‌کاری در علم منجر شد. موقعی‌که تب انقلاب فروکش کرد و سیاست‌های انقلابی در محافل صاحب‌نفوذ از مد افتادند، ذهنیت نظام‌ساز هم بیش از پیش در محیط‌های علمی رسمی از چشم افتاد. نظریه‌پردازی و نظام‌سازی با عادت‌های فکریِ خطرناک برای جامعه مترادف شدند

1. Marquis de Puysegur

و از عرصه‌ی رسمی علم در فرانسه حذف شدند. سیاست‌های امپراتوری ناپلئون در امور علمی هم به این جریان دامن زد. سقوط دانشمندان گراب‌استریتی به علت ناتوانی آن‌ها در کمک به رشد علم یا غلبه بر حریفان علمی نبود؛ سرنوشت آن‌ها را نسبت مفروض آن‌ها با افراط کاری سیاسی رقم زد.

هرچند سرکوب نظام‌سازی را معمولاً برای پیشرفت علم ضروری دانسته‌اند، به ضد آن هم می‌توان استدلال کرد، بدین معنا که سرکوب آن اتفاقاً باعث کندی حرکت علم شد. اما در این مورد دو حکم متناقض را می‌شود جمع کرد. مرگ فلسفه‌ی طبیعی غیرسنتیِ نتایج ضد و نقیضی داشت. چیرگی روش‌های تحلیلی و کمّی به گسترش مرزهای بعضی علوم طبیعی انجامید و در همان حال بعضی دیگر را محدود کرد.

شتاب تخصصی‌شدن یک پیامد دیگر شکست دانشمندان گراب‌استریتی بود که از یکپارچگی علم در مقابل تجزیه‌ی آن به علوم مختلف طرفداری می‌کردند. برای این‌که بپذیریم کل‌گرایی آن‌ها ابداً غیرمنطقی نبود، کافی است توجه کنیم که تخصصی‌شدن هم سود و هم زیان داشت. فواید آن را باید با زیان‌هایی که تجزیه‌ی علم به جزایر کوچک به بار آورد سنجید.

پیروزی کامل وارثان لاووازیه در علم فرانسه‌ی بعد از انقلاب را می‌توان تا اندازه‌ای ناشی از سودمندی اجتماعی ایدئولوژی آن‌ها دانست که مجموعه‌ای بود از آرای مشروعیت‌بخش به جامعه‌ی ترمیدوری و ناپلئونی.[۱۹۸] این مرام نیوتنی که Hypotheses non fingo(من فرضیه نمی‌سازم)ــ یعنی که با تفکر نظری مخالفم؛ دامنه‌ی تحقیق را محدود می‌کنم؛ و پدیده را جدا از بسترش مطالعه می‌کنم ــ بهترین پایه برای علمی بود که نمی‌خواستند ترتیبات اجتماعی موجود را به هم بزنند.

علم سنتی بیش‌تر از همه تأکیدش بر جدایی علم از مسائل سیاسی و اجتماعی و اخلاقی بود. برنامه‌ی روسو برای آمیزش ارزش‌های اخلاقی و اجتماعی با علم به‌هیچ‌وجه قابل قبول نبود. علمِ از نظر اخلاقی و اجتماعی خنثی نتیجه‌ی منطقیِ اقتصاد آزادی بود که سیاست ترمیدوریِ برابری قانونی و نابرابری اجتماعی را توجیه می‌کرد. مبارزه با علم غیرنخبه‌گرا را رهبران آکادمیِ تجدید سازمان یافته، مخصوصاً ژرژ کوویه، با حمایت کامل پرنفوذترین عضو آکادمی، ناپلئون بناپارت، پیش بردند.

ژرژ کوویه، قانون‌گذار علم

سال ۱۸۰۳ ژرژ کوویه به سمَت دبیر مادام‌العمر آکادمی علوم منصوب شد.[۱۹۹] «این مقام، که شاید غبطه‌برانگیزترین مقام علمی کشور بود، این فرصت بی‌نظیر را برای کوویه فراهم آورد که درباره‌ی پیشینیان و معاصران خودش نظر دهد و برای رشد تاریخ طبیعی قانون بگذارد.»[۲۰۰] او با آگاهی کامل از اهمیت عملکرد اجتماعی‌ای که از او انتظار می‌رفت، در ۱۸۰۸ در گزارش مهمی به امپراتور فواید اجتماعی علم را برشمرد:

> نشر افکار سالم در میان حتی پایین‌ترین طبقات مردم، خارج‌کردن افراد از زیر یوغ تعصب و احساسات، سپردن نقش داور و راهنمای عالی افکار عمومی به عقل؛ به این ترتیب است که علم خواهد توانست تمدن را ارتقا بخشد و جز این شایسته‌ی حمایت دولتی که می‌خواهد اقتدار خود را تضمین کند نیست.[۲۰۱]

فرمول کوویه چکیده‌ی مفهوم قدیمی کاربردهای اجتماعی علم است. کلیدواژه‌ها عبارت‌اند از «افکار سالم»، «پایین‌ترین طبقات مردم»، «عقل در مقام داور افکار عمومی» و «احساسات». در مورد پایین‌ترین طبقات مردم می‌شود استنباط کرد که افکار ناسالم یعنی افکار انقلابی. باید نشان داد که افکار مخالف وضع اجتماعی موجودْ غیرعلمی‌اند و طبقات خطرناک باید یاد بگیرند که آن نوع علم را بپذیرند. باید ثابت کرد که نارضایتی از وضع جامعه، مطالبه‌ی تغییرات اجتماعی و حتی فکر این‌که امکان تغییر وجود دارد نه با طبیعت جور درمی‌آید و نه با عقل.

مهم‌تر از همه «احساسات» را در علم یا سیاست باید ناسالم، غیرطبیعی، نامعقول و غیرعلمی دانست. احساسات شور و شوق به بار می‌آورند و شور و شوق به ناآرامی جامعه منجر می‌شود. احساسات تخیلات را تحریک می‌کنند و باعث حدس‌های نامعقولی درباره‌ی امکانات می‌شوند. دخالت احساسات در علم از روزی شروع شد که روسو گفت علم در درجه‌ی اول باید به عمیق‌ترین علایق انسانی توجه کند. خلاصه این‌که احساسات منشأ پلیدی‌های اجتماعی است و به طور قطع باید از کالبد علمِ مسئول دفع شود.

گفتنی است که کوویه کاربردهای اجتماعی علم را «**هدف اصلی** علوم» می‌داند، نه منظوری ثانوی. و آن هدف نه علم به خاطر علم است، نه علم برای ارضای کنجکاوی، نه پیشبرد فناوری برای افزایش رفاه جامعه؛ بلکه **چیرگی ایدئولوژیک بر افکار عمومی برای تثبیت قدرت حکومت** است.

کوویه در گزارش خود بر خطرهای اجتماعی نظریه‌پردازی در علم تأکید می‌کند. «تجربه‌ی انقلاب فرانسه او را متنبه کرده بود که نظریه‌پردازیِ افسارگسیخته مساوی است با هرج و مرج اجتماعی و اخلاقی»:

> کوویه سیاستمدار نخبه‌گرایی بود که حکومتِ مدیران متخصص را توصیه می‌کرد. او بیش‌تر از هر چیز نگران بازگشت انقلاب و زمامداری لجام‌گسیخته‌ی عوام‌الناس بود. افکار علمی، اگر مهار نمی‌شدند، امکان داشت که مورد بهره‌برداری افراد نابکار قرار بگیرند و نظم اجتماعی را تضعیف کنند. پس بعضاً به علل سیاسی بود که کوویه اصرار داشت علم را به «اطلاعات بی‌چون و چرا» محدود کند.[۲۰۲]

کوویه حکم داد که از این پس چه چیزی علم است و چه چیزی علم نیست، و نوشت که «امروزه همه‌ی فرضیه‌ها، همه‌ی حدسیات کمابیش نبوغ‌آسا، را دانشمندان واقعی رد می‌کنند». از طرف دیگر، «فقط آزمایش، آزمایش‌های دقیق با ترازو، اندازه‌گیری، محاسبه و مقایسه‌ی همه‌ی موادِ به‌کاررفته و به‌دست‌آمده ــ امروزه تنها شیوه‌ی مقبول استدلال و اثبات این است».[۲۰۳] یک بام و دو هوا. کار علمی خود کوویه «ابداً تجربی نبود» و او «مسلک تجربی را فقط برای مبارزه با مخالفان پذیرفت و تبلیغ کرد».[۲۰۴]

در ۱۷۹۷ ناپلئون بناپارت به عضویت آکادمیِ تجدید سازمان یافته، انتخاب شد، ولی در بخش «فنون مکانیکی». اگرچه کسی در علایق علمی ناپلئون تردید نداشت، انتخاب او برای نهاد علمی اصلی کشور ناشی از ملاحظات علمی نبود؛ از این واقعیت آب می‌خورد که او در مقامی بود که می‌توانست منافع آکادمی را پیش ببرد. البته عضویت او موجب ادغام حاکمیت سیاسی و علم رسمی نشد، اما یقیناً به همسویی و همبستگی آن‌ها کمک کرد.

دخالت ناپلئون در سیاست‌های علمی بعد از انقلاب را لازم نیست در

چارچوب «نظریه‌ی مردان بزرگ تاریخ» تفسیر کنیم. نخبگان علمی را او خلق نکرد؛ محافظه کاری آن‌ها در علم را او به وجود نیاورد؛ تحت امر امپراتور رفتنِ آن‌ها را او باعث نشد؛ ولی او با نظر لطف خود به آن‌ها سبب افزایش وزن اجتماعی و بنابراین استمرار سلطه‌ی آن‌ها شد.

جان کلام این‌که انقلاب کبیر فرانسه همه‌ی جوانب فرهنگ بشری از جمله علم را دگرگون کرد و این هم پیامدهای خوب داشت و هم پیامدهای بد. دگرگونی‌های بینشی و نهادینی که انقلاب و دنباله‌اش در علم در فرانسه پدید آورد، مسیر بعدی علم جدید در همه‌ی جهان را شکل دادند. عامل تعیین‌کننده، چنان‌که نظریه‌ی هسن یادآور می‌شود، پیروزی سرمایه‌داری بود، که انقلاب تحکیمش کرد. نظام اجتماعی جدیدْ نخست اروپا و سپس جهان را فراگرفت و همه‌جا مسیر توسعه‌ی علم را تابع منافع سرمایه‌داری کرد.

پی‌نوشت‌ها

1. Pamela H. Smith, "Vital Spirits", p. 135.
2. Margaret C. Jacob, *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, p. 105.
3. Galileo Galilei, *Siderus nuncius;* Galileo, *Istoria e dimostrationi intorno alle macchie solari.*
4. John Robert Christianson, *On Tycho's Island*, p. 168.
5. Ibid., pp. 5-6.
6. Ibid., p. 237.
7. William Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 146 (see also pp. 224-225).
8. Robert Boyle, *The Works*, vol. 1, pp. cxxx-cxxxi.
9. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, pp. 137, 139, 222.
10. Ibid., pp. 219-220.
11. Ibid., pp. 201, 402, n. 38.
12. Ibid., p. 148.

شرح روسچلی درباره‌ی «آکادمیا سگرتا» در اثری از او آمده که در ۱۵۶۷ بعد از مرگش منتشر شده است؛ رک: *Secreti nuovi di maravigliosa virtu.*

13. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 149.

مأخذ ایمون زندگی‌نامه‌ای است که پُمپئو سارنلّی درباره‌ی دلّا پورتا نوشته است.

۱۴. نگاه کنید به فصل ۵.

15. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, p. 231.

۱۶. با این‌که لینچئی در ۱۶۲۹ تعطیل شد، «مبشر حقیقی چیمنتو» بود؛ رک:

W. E. Knowles Middleton, *The Experimenters*, p. 7.

17. Quoted and translated by Middleton, *Experimenters*, p. 53. The original source is the Accademia del Cimento's sole publication, *Saggi di naturali esperienze* (1667).
18. Derek J. de Solla Price, *Science Since Babylon*, pp. 54-55.
19. Christopher Hill, "Newton and His Society", p. 30.
20. Stephen Pumphrey, "Who Did the Work?" pp. 139, 152.
21. Peter Linebaugh and Marcus Rediker, *The Many-Headed Hydra*, p. 123.
22. Joseph Glanvill, *Plus Ultra*, pp. 92-109.
23. Thomas Sprat, *The History of the Royal Society of London*, p. 35.

۲۴. چکامه‌ی کاولی در مقدمه‌ی کتاب اسپرات چاپ شده است؛ رک:

Sprat, *History of the Royal Society*.

25. Charles Webster, *From Paracelsus to Newton*, p. 96.

۲۶. چنان‌که کریستوفر هیل در کتابش، دنیایی که زیر و رو شد (*The World Turned Upside Down*)، نشان می‌دهد، این تعبیر در قرن هفدهم رایج بود و اشاره داشت به آنچه که ما نامش را انقلاب اجتماعی می‌گذاریم.

27. James Jacob, *The Scientific Revolution*, pp. 95-96.
28. Hill, *World Turned Upside Down*, p. 296.
29. Ibid., p. 301.
30. Gerrard Winstanley, *The Law of Freedom* (1652), quoted in Hill, *World Turned Upside Down*, p. 287.
31. Hill, *World Turned Upside Down*, p. 304.
32. See P. M. Rattansi, "Paracelsus and the Puritan Revolution".
33. Jacob, *Scientific Revolution*, p. 102.
34. Hill, *World Turned Upside Down*, p. 298. For more in Culpeper, see F. N. L. Poynter, "Nicholas Culpeper and His Books".
35. Jacob, *Scientific Revolution*, pp. 102-103.
36. Hill, *World Turned Upside Down*, p. 296.
37. Ibid., pp. 304-305.
38. Ibid., p. 305.

نقل‌قولِ داخل نقل‌قول از چارلز وبستر است؛ رک:

Charles Webster, "Science and the Challenge to the Scholastic Curriculum, 1640-1660", in *The Changing Curriculum* (History of Education Society, 1971), pp. 32-34.

39. Quoted in Henry G. Lyons, *The Royal Society, 1660-1940*, p. 41.
40. Christopher Hill, "Science and Magic", p. 287.
41. Catherine Drinker Bowen, *Francis Bacon*, p. 26.
42. Francis Bacon, "Of Seditions and Troubles", p. 32.
43. Julian Martin, "Natural Philosophy and Its Public Concerns", p. 101.

۴۴. می‌دانیم که او در اوج قدرت سیاسی باقی نماند، ولی این‌جا لزومی نمی‌بینیم که به آن هم بپردازیم.

45. Martin, "Natural Philosophy and Its Public Concerns", pp. 105, 108.

۴۶. بانیان این تصویر از بیکنْ رهبران خود جنبش بودند ــ ولتر، دیدرو، دالامبر، روسو، کندورسه ــ که بیکن را از میان فیلسوفان بزرگ‌ترین سلف خود می‌دانستند. مثلاً نگاه کنید به پیش‌گفتاری که دالامبر بر دایرة‌المعارف نوشته است.

47. Loren Eisley, *The Man Who Saw Through Time*, p. 22; Benjamin Farrington, *Francis Bacon.*
48. Linebaugh and Rediker, *Many-Headed Hydra*, pp. 19, 37, 65.
۴۹. نگاه کنید به نقل‌قول ابتدای همین فصل.
۵۰. گفته‌هایی که در این پاراگراف و پاراگراف بعدی از بیکن نقل می‌شوند از کتاب کارولین مرچنت است:
Carolyn Merchant, *The Death of Nature*, pp. 168-172.
آثاری از بیکن که او از آن‌ها نقل‌قول می‌کند عبارت‌اند از:
"The Masculine Birth of Time", "De Dignitate et Augmentis Scientiarum", and "Thoughts and Conclusions on the Interpertation of Nature or A Science of Productive Works".
51. H. R. Trevor-Roper, "The European Witch-Craze of the Sixteenth and Seventeenth Centuries", pp. 90-91.
52. Brian Easlea, *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy*, p. 33.
53. Trevor-Roper, "European Witch-Craze", p. 91.
54. A. L. Morton, *A People's History of England*, p. 146.
دقت کنید به قید «بعضاً» در این جمله. مورتون تأکید بیش از حدی بر این نظریه دارد که جنون جادوگرسوزان واکنشی در برابر یک حرکت سرّی سازمان‌یافته بود. این نظریه، که ماری هم در کتابش مفصل به آن پرداخته است، در زمان مورتون طرفدارانی داشت اما بعد رد شد؛ رک:
M. A. Murray, *The Witch-Cult in Western Europe* and *The God of the Witches*; Keith Thomas, *Religion and the Decline of Magic*, pp. 514-516.
55. Thomas, *Religion and the Decline of Magic*, p. 456, paraphrasing the view of R. H. Robbins, *Encyclopedia of Demonology and Witchcraft* (1959).
56. Trevor-Roper, "European Witch-Craze", p. 91, 122.
۵۷. جیمز کتاب شیطان‌شناسی خودش را در ۱۵۹۷ منتشر کرد. اعتقاد پرشور او به جادوگری بعدها رنگ باخت و حتی جای خودش را به شک داد.
58. Trevor-Roper, "European Witch-Craze", p. 151.
متهمان به جادوگری را در انگلستان به دار می‌کشیدند و در سایر نقاط اروپا می‌سوزاندند.
59. Merchant, *The Death of Nature*, p. 138.
60. Easlea, *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy*, p. 8.
61. Kramer and Sprenger, *Malleus maleficarum*; quoted in Easlea, *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy*, p. 8.
62. H. C. E. Midelfort, *Witch Hunting in Southwestern Germany 1562-1684* , p. 192.
63. Webster, *From Paracelsus to Newton*, p. 99.
64. Ibid., pp. 92-93.
65. Ibid., p. 93.
۶۶. انقلابیِ سابق جان وبستر بود که اکنون خود در «انجمن سلطنتی» عضویت داشت. او در نمایش جادوی مفروض(*Displaying of Supposed Witchcraft*, 1677) گلانویل را به باد انتقاد گرفت؛ رک:
Webster, *From Paracelsus to Newton*, pp. 96-100.
67. Webster, *From Paracelsus to Newton*, p. 100.
68. Francis Bacon, *Advancement of Learning* (1605), quoted in Easlea, *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy*, p. 38.
69. Easlea, *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy*, p. 38.
70. Quoted in Vern Bullough, *The Development of Medicine as a Profession*, p. 95.

71. M. J. Hughes, *Women Healerd in Medieval Life and Literature*, p. 85.
72. "An Acte Concernyng the Approbation of Phisicions and Surgions" (3 Hen. VII, cap. XI); quoted in Sidney Young, *Annals of Barber-Surgeons of London*, pp. 72-73.
73. Linebaugh and Rediker, *Many-Headed Hydra*, p. 92. The source of the quotations within the quotation is Silvia Federici, "The Great Witch Hunt", *The Maine Scholar* (1988).
74. Webster, *From Paracelsus to Newton*, p. 100.

۷۵. مطالب رساله‌ی گلاوبر، رساله‌ی نمک طبیعی (۱۶۵۸)، را اسمیت در مقاله‌اش (رک: پی‌نوشت بعد) شرح داده است.

76. Smith, "Vital Spirits", p. 120.
77. Ibid., p. 121.
78. Ibid., p. 120.

نقل‌قول از رساله‌ی نمک طبیعی گلاوبر است (تأکیدها در ترجمه‌ی اسمیت است).

79. Smith, "Vital Spirits", pp. 124, 135.
80. Ibid., p. 130.
81. Myles W. Jackson, "Can Artisans Be Scientific Authors?" p. 113.
82. Ibid., p. 114.
83. Ibid., pp. 118-119.
84. Ibid., pp. 123-124.
85. Ibid., p. 125.
86. Quoted in Jackson, "Can Artisans Be Scientific Authors?" p. 126.
87. Jackson, "Can Artisans Be Scientific Authors?" pp. 120-121.

۸۸. پیش از هسن، ماکس وبر خیزش علم را با خیزش سرمایه‌داری ارتباط داد، ولی تأکید وبر بر نهضت پروتستان بود، حال آن‌که هسن بیش‌تر به سرمایه‌داری توجه داشت.

89. B. J. T. Dobbs, "Newton as Final Cause and First Mover", p. 29.
90. Boris Hessen, *The Social and Economic Roots of Newton's "Principia"*. Originally published as a contribution to a collection of papers, *Science at the Crossroads* (1931).
91. Hessen, *Social and Economic Roots*, pp. 5, 24.
92. Ibid., p. 6.
93. Ibid., p. 9.
94. Ibid., p. 21.
95. Ibid., p. 26.
96. Newton to Aston, May 18, 1669, in Newton, *Correspondence*, vol. 1, pp. 9-11.
97. Ibid., pp. 9-10.
98. Ibid., p. 11.
99. Ibid., p. 11.
100. Ibid., p. 11.

۱۰۱. در مورد استثنایی‌بودن آن، رک: Richard S. Westfall, *Never at Rest*, p. 193.

وستفال می‌گوید که حتی بعید نیست اصلاً نیوتن این نامه را برای آستون نفرستاده باشد.

102. Margaret C. Jacob, *The Newtonians and the English Revolution*; Jacob, *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*.
103. Rattansi, "Paracelsus and the Puritan Revolution", p. 24.

۱۰۴. از طرفی هم نیوتنیسم برای مبارزه با مادیونی مثل هابز، که طبیعت را بیش از حد از روح خالی می‌کردند و

حتی باعث شک در وجود خدا می‌شدند، سودمند بود؛ رک:
James R. Jacob and Margaret C. Jacob, "Anglican Origins of Modern Science", p. 257.

105. James R. Jacob, "By an Orphean Charm", p. 242.

106. See esp. Henry Guerlac, *Newton on the Continent.*

۱۰۷. این سخن رابرت پالمر (Robert Palmer) در پیش‌گفتار ترجمه‌ی اثر ماندگار ژرژ لوفور، هشتاد و نه (*Quatre-vingt-neuf*)، بیانگر نظر کلی مورخان بود، تا این‌که مورد سؤال یک مکتب «تجدیدنظرطلب» به رهبری آلفرد کوبان قرار گرفت؛ در یک سخنرانی تحت عنوان «اسطوره‌ی انقلاب فرانسه» که او در مه‌ی ۱۹۵۴ ایراد کرد؛ رک: Cobban, *The Social Importance of the French Revolution.*
این نظر جدید به‌هیچ‌وجه مرا مجاب نمی‌کند و من هنوز آن انقلاب را نقطه‌ی عطف دوران‌سازی در تاریخ می‌دانم.

۱۰۸. این برداشت تا سال ۱۸۰۳ کاملاً مقبول افتاده بود؛ رک:
Jean Baptiste Biot's *Essai sur l'histoire generale des sciences pendant la Revolution francaise.*

109. Biot, *Essai sur l'histoire generale des sciences pendant la Revolution francaise*, pp. 74ff; Donald M. Vess, *Medical Revolution in France, 1789-1795.*

110. James McClellan, *Science Reorganized*, p. 257. See also Roger Hahn, *The Anatomy of a Scientific Institution*, pp. 264, 285.

۱۱۱. از این ادعا در بخش «تأثیر ترمیدور در علم فرانسه» در همین فصل دفاع خواهیم کرد. ارتجاع ترمیدور نامش را از ماهی به این نام در تقویم انقلابی فرانسه، که تاریخ سقوط روبسپیر و جمهوری ژاکوبن‌هاست، گرفته است.

112. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 4.

113. Ibid., pp. 224-225.

114. Christiaan Huygens, *Oeuvres completes*, vol. IV, p. 328. Quoted in Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 12.

115. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. ix.

116. Ibid., p. 15.

117. Ibid., pp. 41, 76, 80.

118. Ibid., p. 35.

119. d'Alembert, *Preliminary Discourse*, p. 42.

120. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 41.

121. Ibid., p. 45.

122. Ibid., p. 68.

123. Ibid., p. 68.
نویسنده‌ی طرح احتمالاً رنه آنتوان فِرشو دو رئامور بود.

124. Ibid., pp. 66, 68.
«امتیاز» این‌جا به معنایی آمده است که آن زمان «امتیاز سلطنتی» از آن فهمیده می‌شد.

125. Ibid., p. 67.

126. C. C. Gillispie, "The *Encyclopedie* and the Jacobin Philosophy of Science", pp. 270-271.

127. Ibid., pp. 271-272.

128. See, e.g., A. Rupert Hall, "Epilogue" in *From Galileo to Newton.*
یک شرح جامع‌تر دیگر در این مورد (گرچه من این نویسندگان را از «مدافعان تاریخ قهرمانانه‌ی علم» نمی‌دانم) در کتاب زیر آمده است:

James McClellan and Harold Dorn, *Science and Technology in World History.*

129. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 185.

130. Ibid., p. 185.

131. Ibid., pp. 176-177.

132. Ibid., p. 186.

133. "touts artisets vrai sans-culottes." Quoted in Gillispie, "The *Encyclopedie* and the Jacobin Philosophy of Science", p. 274.

[«کولوت» نیم‌شلواری بود که در فرانسه اعیان و اشراف می‌پوشیدند و آن‌ها را از مردم عادی که شلوار بلند می‌پوشیدند جدا می‌کرد. «سان‌کولوت» به معنی «بی‌نیم‌شلواری» عنوان مردم کوچه و بازار بود و در دوره‌ی تندروی انقلاب به هواداران ژاکوبن‌ها یا جمهوری‌خواهان افراطی اطلاق می‌شد. م.]

134. Hahn , *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 192.

135. Ibid., p. 240.

136. Ibid., pp. 215-216.

اعلامیه عنوانش این بود: به همه‌ی صنعتگران و دیگر شهروندان. نک:

Maurice Tourneux, *Bibliographie de l'histoire de Paris pendant la Revolution francais* (Paris, 1890-1913), vol. III, p. 661.

137. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, pp. 83, 275, 288.

138. Ibid., pp. 303, 318.

139. Toby Appel, *The Cuvier-Geoffroy Debate*, p. 8.

140. Robert Darnton, *Literary Underground of the Old Regime*. See also Clifford Conner, "Jean Paul Marat and the Scientific Underground of the Old Regime".

۱۴۱. علت استفاده‌ی من از تعبیر «دانشمندان گراب‌استریتی» به‌رغم بار اندک تحقیرآمیز آن این است که بر مجموعه‌ی غیرخودی‌ها، فیلسوفان طبیعی غیرنخبه، دلالت می‌کند. ژان پل مارا (Jean Paul Marat)، ژاک پی‌یر بریسو، ژان لویی کارا، لویی سباستین مرسیه (Louis Sébastien Mercier)، نیکولا رتیف دو لا بروتون (Nicolas Edmé Restif de la Bretonne)، ژان ژاک فیلازیه (Jean Jacques Fillasier) و لویی ژاک گوسیه (Louis Jacques Goussier) از آن ادیبان گراب‌استریتی بودند که می‌شود در زمره‌ی دانشمندان گراب‌استریتی هم قرارشان داد.

۱۴۲. برای نمونه: «مجموع و نتایج قوانین ضروریْ علم مکانیک را تشکیل می‌دهد. مجموع قوانین دیگر را نظام جهان می‌خوانیم، که بدون شناخت همه‌ی پدیده‌ها نمی‌توانیم آن را تماماً بشناسیم.» رک:

Condorcet, *Lettre sur le Systeme du Monde et sur le Calcul Integral* (1768), quoted in Roger Hahn, *Laplace as a Newtonian Scientist*, p. 16.

143. *Observations sur la physique*, December 1781, p. 503.

این نشریه با نام جدیدترش، *Journal de physique*، معروف‌تر است. جالب این‌که اندکی بعد سردبیری آن به ژان کلود دولامتری (Jean-Claude Delamétherie) واگذار شد که خود را در دهه‌ی ۱۷۸۰ یکی از پرکارترین نظام‌سازان نشان داد.

144. d'Alambert, *Preliminary Discourse*, p. 23.

تعبیر تقابل ساخته‌ی خود دالامبر نبود؛ او نظر فونتنل و کوندیاک و دیگران را بازگو می‌کرد. واژه‌ی فرانسوی esprit را هم می‌توان «روح» معنی کرد و هم «ذهن». ابهام واژه‌ی فرانسوی مقصود دالامبر را برآورده می‌کرد.

145. Letter of March 13, 1769, from Nollet to E. F. Dutour, quoted in J. L. Heilbron, *Elements of Early Modern Physics*, p. 69.

146. C. C. Gillispie, *The Edge of Objectivity*, p. 199; also Gillispie, "*Encyclopedie* and Jacobin Philosophy", p. 282 (تأکید از ما).

147. Jacques Henri Bernardin de Saint-Pierre, *Etudes de la nature*, vol. I, pp. 39-40, 47.

148. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 156.

۱۴۹. پل و ویرژینی نخستین بار در جلد چهارم چاپ سوم کتاب مطالعه‌ی طبیعت او، که در ۱۷۸۸ منتشر شد، به چاپ رسید. به طور مستقل در ۱۷۸۹ بیرون آمد.

۱۵۰. اصطلاح «تقلیلی» یا «کاهشی» برای خیلی‌ها معانی متفاوتی دارد. در سال‌های اخیر آن را به‌غلط مشخصه‌ی طرفداران تاریخ اجتماعی علم دانسته‌اند. برونو لاتور می‌نویسد: «از نظر کسانی که توضیح اجتماعی علم را رد می‌کنند... هرجور مطالعه‌ی اجتماعی علمْ تقلیلی است و مهم‌ترین ویژگی‌های علم را از قلم می‌اندازد.» رک:
Latour, *The Pasteurization of France*, p. 153.
ما در اثر حاضر آن را به معنی کاهنده‌ی همه‌ی قوانین طبیعت به قوانین فیزیک به کار برده‌ایم.

151. Maurice Souriau, *Bernardin de Saint-Pierre d'ares ses manuscrits*, p. 255.

152. John Nottingham Ware, "The Vocabulary of Bernardin de Saint-Pierre and Its Relation to the French Romantic School", p. 2.

۱۵۳. بعد از انقلاب، برناردن به گردآوری مطلب برای یک اثر چندجلدی دیگر در زمینه‌ی فلسفه‌ی طبیعی ادامه داد، که پس از مرگش تحت عنوان هماهنگی طبیعت (*Harmonies de la nature*) منتشر شد. شهرت او را یکی از شاگردان ستایشگرش به اسم اِمه مارتَن (Aimé Martin) ضایع کرد. او برای دفاع از استاد در زمانه‌ای محافظه‌کار به پاک‌سازی همه‌ی نوشته‌های او از اشارات انقلابی و ضدروحانی پرداخت. مارتن خود، پیش از بازگشت سلطنت، سلطنت‌طلب بود و عقاید سیاسی و مذهبی خودش را در آثار برناردن گنجاند. از این‌رو، فقط چاپ‌های اولیه و تحریف‌نشده‌ی مطالعه‌ی طبیعت را می‌توان آینه‌ی موثق افکار برناردن به شمار آورد. موریس سوریو آنچه را که «سیاه‌کاری‌های امه مارتن» نامیده، موشکافانه با سند و مدرک بررسی کرده است؛ رک:
Souriau, *Bernardin de Saint-Pierre d'apres ses manuscrits*.

154. Augustine Dirrell, "Preface" to Arvede Barine, *Bernardin de Saint-Pierre*.
آرود بارین نام مستعار سسیل ونسان بود.

155. Hahn, *Anatomy of a Scientific Institution*, p. 183.

156. E. de las Casas, *Le memorial de Sainte-Helene*; quoted in Nicole Dhombers and Jean Dhombers, *Naissance d'un nouveau pouvoir*, p. 685.

157. Arthur O. Lovejoy, *The Great Chain of Being*, p. 186.

158. Gaston Bachelard, *The Psychoanalysis of Fire*, pp. 28-30.
باشلار نظام‌سازان اواخر قرن هجدهم را مورد توجه جدی قرار می‌دهد ولی تأکید می‌کند که اهمیت آن‌ها در شعر است نه در علم؛ در حکم منبعی برای روانکاوی، نه مصالحی که به کار مورخ علم بیاید. باشلار آن‌ها را «آشفته‌فکر» می‌نامد و آثارشان را «یاوه‌بافی» و «سخنان احمقانه» و «اظهارات مسخره».

۱۵۹. استفاده از اصطلاح «زیست‌محیطی» در زمینه‌ی کار برناردن ممکن است فاقد تناسب تاریخی جلوه کند، ولی چنان‌که دونالد ورستر می‌نویسد، «مفهوم زیست‌محیطی از نام آن بسیار قدیمی‌تر است. تاریخ جدید آن از قرن هجدهم آغاز می‌شود که همچون نگاه فراگیرتری به بافت حیات در زمین مطرح شد: دیدگاهی که همه‌ی موجودات زنده را در قالب کلیت پیوسته‌ای می‌دید»؛ رک:
Worster, *Nature's Economy*, p. xiv.

160. Bernardin de Saint-Pierre, *Etudes de la nature*, vol. 1, p. 36.

۱۶۱. منتقدان برناردن برای بی‌اعتبارکردن کل کار او دو خطای ژئوفیزیکی مهمش را در کتاب مطالعه‌ی طبیعت هدف گرفتند. اولین خطا این ادعای او بود که جزر و مدرانه قوه‌ی جاذبه‌ی ماه بلکه ذوب و انجماد مجدد یخ‌های دو قطب زمین باعث می‌شود. خطای دوم او پافشاری‌اش بر این ادعا بود که قطب‌های زمین نه مسطح بلکه کشیده‌اند.

162. Clarence J. Glacken, *Traces on the Rhodian Shore*, p. 550.

163. Ibid., p. 501.

164. Bernardin de Saint-Pierre, *Etudes de la nature*, vol. 1, p. 1.

165. Ibid., p. 2.

166. Ibid., pp. 10-11.

167. Ibid., p. 11.

168. Ibid., p. 60.

البته برناردن صریحاً مخالف نظریه‌ی «زنجیره‌ی بزرگ هستی» بود. منظور او از به‌کاربردن استعاره‌ی زنجیره فقط تأکید بر حلقه‌های اتصال همه‌ی اشکال حیاتی به یکدیگر بود.

169. Ibid., p. 53.

170. Ibid., p. 13.

171. Ibid., p. 18.

172. Ibid., p. 37.

173. Ibid., p. 18.

174. Glacken, *Traces on the Rhodian Shore*, p. 548.

175. See Louis Roule, *Bernardin de Saint-Pierre et l'harmonie de la nature.*

۱۷۶. برای آگاهی از تاریخ اجتماعی مسمریسم به‌منزله‌ی مکتبی در علم مردم، رک:

Robert Darnton, *Mesmerism and the End of the Enlightenment in France.*

177. Etienne Lamy, "Introduction", in Aristide G. H. N. Bergasse du Petit-Thouras, *Nicolas Bergasse*, p. x.

۱۷۸. مسمر به دستیارانش دیپلم می‌داد و این مدرک «جایگاه آن‌ها را در سلسله‌مراتب شاگردان او تعیین می‌کرد. برگاس در رأس آن‌ها بود». رک: Darnton, *Mesmerism*, p. 75.

179. Ibid., p. 51.

180. Ibid., p. 78.

181. Ibid., p. 163.

182. Ibid., p. 79.

183. Ibid., p. 88.

184. J. P. Brissot, *Memoires*, vol. II, pp. 53-56; quoted in Darnton, *Mesmerism*, p. 79.

دارنتون هشدار می‌دهد که این خاطرات بریسو را نباید دربست پذیرفت، چون زمانی آن‌ها را نوشته است که متهم به همدستی در توطئه‌های ضدانقلاب بود و طبیعتاً میل داشت که گذشته‌اش را کاملاً در خدمت انقلاب وانمود کند.

۱۸۵. سلطنت در دهه‌ی ۱۷۸۰ با مشکلات مالی بزرگی دست‌به‌گریبان بود. در جست‌وجوی دیوانه‌وار منابع جدیدِ درآمد به اشراف روی آورد که همیشه از معافیت‌های مالیاتی فراوانی سود برده بودند. ولی طبقه‌ی اشراف به‌رغم جایگاه اجتماعی ممتازش همواره از نقش‌آفرینی مستقیم در صحنه‌ی سیاست کشور منع شده بود. تهدید منافع اقتصادی آن‌ها تحریکشان کرد که برای دفاع از خود خواهان حقوق سیاسی شوند. «شورش اشراف» پایه‌های سلطنت را به لرزه درآورد، اما در این میان در را برای دادخواهی قشرهای اجتماعی دیگر هم گشود. طنز انقلاب کبیر فرانسه این است که طبقه‌ی اجتماعیِ آغازگرِ آن سرانجام قربانی‌اش شد.

۱۸۶. سال ۱۸۱۵ که تزار روسیه، آلکساندر اول، پیشاپیش سپاه پیروزش وارد پاریس شد برگاس را دید و با او احساس همدلی کرد. هر دو از بازگشت انقلاب به اروپا سخت بیمناک بودند (و البته ترسشان بی‌مورد نبود). آلکساندر که گرایش‌های عرفانی با آرزوهای مسیحایی داشت، پیشقدم تشکیل «اتحاد مقدس» پادشاهی‌های روسیه و پروس و اتریش شد که «پاسخی مسیحی» شد به انقلاب فرانسه. برگاس در مقام رازدار و رایزن معنوی تزار در شکل‌گیری بینش و سیاست‌های این جهاد ضدانقلابی سهیم بود.

۱۸۷. در واقع دو هیئت تشکیل شد، اما همه‌ی اشاره‌ها این‌جا به هیئت مهم‌تر است. این هیئت در اوت ۱۷۸۴ گزارشی به امضای فرانکلین، لاووازیه، بایی، لوروآ، گیوتین، دارسه، سالّن، دوبوری و ماژو منتشر کرد. نقل‌قول‌ها از برگردان انگلیسی این گزارش است که در ۱۷۸۵ در لندن انتشار یافت، تحت عنوان:

Report of Dr. Benjamin Franklin and Other Commissioners Charged by the King of France with the Examination of animal Magnetism as Now Practised at Paris.

188. Denis I. Duveen and Herbert S. Klickstein, ***Bibliography of the Works of Antoine Laurent Lavoisier, 1743-1794***, pp. 249-261.

189. Anonymous, ***Report of Dr. Benjamin Franklin and Other Commissioners***, p. 54.

190. Nicolas Bergasse, ***Considerations sur le Magnetisme animal***, p. 60.

191. Ibid., p. 38.

192. Franklin report.

همچنین نگاه کنید به پی‌نوشت ۱۸۷.

193. Nicolas Bergasse, ***Considerations sur le Magnetisme animal***, p. 54.

194. Ibid., p. 131.

195. Gillispie, "***Encyclopedie*** and Jacobin Philosophy", p. 267 (تأکید از ما).

196. Adam Crabtree, ***Animal Magnetism, Early Hypnotism, and Psychical Research 1766-1925***, p. xi.

197. Erwin H. Ackerknecht, ***A Short History of Medicine***, p. 207.

۱۹۸. کِیت بیکر می‌گوید که آنچه علم به دولتمردهای بعد از انقلاب داد «فقط مجموعه‌ای از فناوری‌های مبتنی بر اطلاعات علمی نبود. علم امکان بهره‌برداری از یک منبع تازه‌ی مشروعیت را نیز فراهم آورد؛ یک نظام مرجع که تکیه‌گاهش دو ستون عقل و طبیعت بود؛ رک:

Baker, ***Inventing the French Revolution***, p. 159.

۱۹۹. آن‌زمان آکادمی دو دبیر مادام‌العمر داشت. دبیر دیگر دالامبر بود.

200. Appel, ***Cuvier-Geoffroy Debate***, p. 42.

201. Georges Cuvier, ***Rapport historique sur les progres des sciences naturelles***, p. 387.

202. Appel, ***Cuvier-Geoffroy Debate***, pp. 9-12.

203. Georges Cuvier, ***Rapport historique sur les progres des sciences naturelles***, p. 389.

204. Appel, ***Cuvier-Geoffroy Debate***, p. 41.

۷

اتحاد سرمایه و علم

قرن نوزدهم

قوانین تجارت قوانین طبیعت‌اند و بنابراین قوانین خدا.
ادموند برک[1]، اندیشه‌ها و شرح‌هایی درباره‌ی کمبود[2] (۱۸۰۰)

رشد تجارت کلان یعنی بقای اصلح.
جان راکفلر[3] (حدود ۱۹۰۰)

از رنجوری طبیعت است که کارگر هرچه ماهرتر باشد مستعدتر است که خودرأی‌تر و سرکش‌تر شود و البته عضو ناجورتری از یک نظام مکانیکی... پس امروزه هدف عالی تولیدکننده این است که از رهگذر اتحاد سرمایه و علم، کار کارگرش را به استفاده از هوش و چالاکی کاهش دهد.
... مطمئناً علم، گوش‌به‌فرمان سرمایه، هر اتحاد ناموجهی را که کارگران تشکیل دهند در هم خواهد شکست.
... اگر سرمایه علم را به خدمت بگیرد، دست نافرمان کارگر خواهد آموخت که سربه‌راه باشد.
اندرو یور[4]، فلسفه‌ی تولیدات[5] (۱۸۳۵)

«اتحاد سرمایه و علم» اتحادی بین دو شریک برابر نبوده و نیست. بین آن‌ها همیشه رابطه‌ی ارباب و رعیتی برقرار بوده و سرمایه همواره شریک برتر بوده است. موفقیت‌های خیره کننده‌ی علم این تصور را به وجود آورده که علم برای خودش عامل مستقلی است که روند تحول تاریخ را به پیش می‌برد؛ ولی چنان‌که اندرو یور به‌درستی اشاره می‌کند، علم مدت‌هاست که «گوش‌به‌فرمان سرمایه» و در خدمت

1. Edmund, Burke 2. *Thoughts and Details on Scarcity* 3. John Rockefeller
4. Andrew Ure 5. *The Philosophy of Manufactures*

آن است.[۱] امروزه تولید علم در مقیاس صنعتی در کارخانه‌های علمی، که به آن‌ها آزمایشگاه‌های تحقیقاتی هم می‌گویند، صورت می‌گیرد. پژوهش‌های علمی، تقریباً همه، کار دانشمندان حرفه‌ای است که یا مستقیماً استخدام شده‌اند، یا غیرمستقیم هزینه‌ی کارشان را شرکت‌ها و دولت‌های سرمایه‌دار تأمین می‌کنند.[۲]

در نتیجه، شناخت طبیعت و حتی خود طبیعت روز به روز بیش‌تر جنبه‌ی «کالا» پیدا کرده‌اند ــ یعنی تبدیل شده‌اند به چیزهایی قابل خرید و فروش. تولید شناخت علمی در قرن‌های نوزدهم و بیستم به ملاحظه‌ی نیازهای بشر نبود بلکه برای کسب سود صورت می‌گرفت. این نکته معمولاً با توسل به قصه‌ی بی‌طرفی علم لاپوشانی می‌شود ــ با توسل این‌که بی‌غرضی دانشمندان حافظ یافته‌های آن‌ها در برابر تأثیرات خارجی است و ضامن گسترش اقیانوس حقایق عینی علم جدید. ولی مثال‌های فراوانی این ادعا را باطل می‌کنند. آیا همه نمی‌دانیم که پژوهش‌های پزشکی را شرکت‌های داروسازی انجام می‌دهند و سلامت عمومی را فدای منافع خصوصی‌کردنُ کار روزمره‌ی این شرکت‌هاست؟ آیا خنده‌دار نیست که مطالعاتِ به‌اصطلاح علمی صنعت سیگار نشان می‌دهد که سیگار نه سرطان‌زاست و نه اعتیادآور؟ پس هرچه به زمان حال نزدیک‌تر می‌شویم، توجه «تاریخ علم مردم» به تلاش‌های عمومی برای به‌دست‌گرفتن عنان علم کلان، علمی که به کوری اجتماعی مبتلاست، باید بیش‌تر بشود.[۳]

اما پیش از آن‌که به این قضایا بپردازیم، سزاوار است که دوباره یادی بکنیم از اصنافی عامی که اهمیت تاریخی بیش‌تری داشتند: معدنچی‌ها، فلزکاران و مکانیک‌دان‌هایی که با دانش خود «انقلاب صنعتی» را به وجود آوردند. آن‌ها به دلایل بسیاری در تاریخ علم شایسته‌ی قدردانی‌اند، از جمله به این دلیل که انقلاب صنعتی بستری فراهم آورد برای «معجزات» فناوری جدید که عادتاً به‌اشتباه آن‌ها را به علم نظری نسبت می‌دهند.

دو مسئله

دقیقاً کدام بود آن علم سرنوشت‌سازی که بدون آن در انگلستان، در چند دهه‌ی قبل و بعد از آغاز قرن نوزدهم، انقلاب صنعتی امکان وقوع پیدا نمی‌کرد؟ از حال که به گذشته نگاه می‌کنیم، دو مسئله‌ی درهم‌تنیده را برجسته‌تر می‌بینیم. اول این‌که

صنعتی‌شدن به مقدار زیادی آهن نیاز داشت، درحالی‌که عرضه‌ی این ماده‌ی مهم را کمبود زغال، که سوخت لازم برای تولید آهن بود، بسیار محدود می‌کرد.

حتی یک قرن جلوتر، تقاضای روزافزون چوب برای ساخت کشتی و تولید زغال سوختنی باعث ویرانی سریع جنگل‌های انگلستان شده و بحران انرژی وخیمی پیش آورده بود. باید حدوداً سالی دویست جریب جنگل را از بین می‌بردند تا زغال لازم برای کار فقط یک کوره‌ی ذوب تأمین شود. یک سوخت دیگر هم داشتند ــ زغال‌سنگ ــ ولی حالت طبیعی آن برای ذوب آهن به درد نمی‌خورد. پس اولین مسئله‌ی مهم از ناآشنایی با خواص زغال‌سنگ و آهن حکایت داشت: آیا می‌شد از زغال‌سنگ سوختی به دست آورد که در تولید آهن به کار برود؟ اگر آری، چطور؟

این دانش به دست آمد و تقاضا برای زغال‌سنگ را یکباره بالا برد و یک مسئله‌ی دیگر پیش آمد: چون حالا زغال‌سنگ بیش‌تری لازم بود، معدنچی‌ها باید بیش‌تر به عمق زمین می‌رفتند و هرچه پایین‌تر می‌رفتند احتمال این‌که معدن را آب بگیرد بیش‌تر می‌شد. دانش موجود درباره‌ی طرز تخلیه‌ی مقادیر زیاد آبْ کافی نبود. اگر تلمبه‌ی جدیدی با استفاده از اصول نویافته‌ی فیزیک نمی‌ساختند، تولید زغال‌سنگ متوقف می‌شد.

جواب این مسئله‌ی دوم ــ تلمبه‌ای که با نیروی بخار و فشار جوّ کار می‌کرد ــ نتایجی به بار آورد خیلی بیش‌تر از آنی که سازندگانش انتظار داشتند؛ منجر به اختراع «اسبِ کاریِ انقلاب صنعتی» شد ــ ماشین بخار ــ که نیرویی عملاً تمام‌نشدنی برای ماشین‌آلات فراهم کرد و تولید صنعتی را بسیار افزایش داد.

شناخت فرایندهای طبیعی، که راهگشای انقلاب صنعتی بود، راه جهان فناوری‌های پیشرفته‌ی امروزی را هم هموار کرد. اما این شناخت را چه کسانی فراهم آوردند؟ به گفته‌ی جیمز مک‌کللان[1] و هرولد دورن[2]، «همه‌ی نوآوری‌های فنی که شالوده‌ی انقلاب صنعتی را تشکیل می‌دادند کار مردانی بودند که عنوان صنعتگر و پیشه‌ور و مهندس بهترین توصیف آن‌هاست. کم‌تر کسی از آن‌ها دانشگاه رفته بود و همه‌ی آن‌ها بدون استفاده از نظریه‌های علمی به جواب

1. James McClellan 2. Harold Dorn

رسیدند».[۴] مهندسانی هم که به آن‌ها اشاره می‌شود اعضای هیچ صنف نخبه‌گرایی نبودند. در بریتانیای قرن هجدهم، «مهندس‌ها اغلب از کارگریِ ساده شروع می‌کردند. زیردست و بلندپرواز بودند ولی معمولاً یا بی‌سواد بودند یا خودآموخته. آن‌ها یا آسیاساز بودند مثل [جوزف] براما[1]، یا ماشین‌ساز مثل [ویلیام] مرداک[2] و جورج استیونسون[3] یا آهنگر مثل [تامس] نیوکامن[4] و [هنری] مودزلی[5]».[۵]

این‌که آن صنعتگران و مهندسان نه از راه نظری بلکه تجربی به مسائل می‌پرداختند و حلشان می‌کردند به این معنا نیست که دستاوردهای آن‌ها آن‌قدر ارزش ندارند که آن‌ها را علمی به شمار آوریم. نظریه‌هایی که سرانجام توانستند رفتار گازها و اصول فشار جوّ و ترمودینامیک را توضیح بدهند آفریده‌ی اندیشمندانی بودند که بعد از این‌که صنعتگران از راه‌های تجربی آن‌ها را به دست آورده بودند، درصدد فهم آن‌ها برآمدند. برای مثال، قوانین بقا و انتقال انرژی را نظریه‌پردازان بی‌غرضی فقط از سر کنجکاوی کشف نکردند؛ آن‌ها ثمره‌ی کوشش‌های سنجیده‌ای برای افزایش بازده (و بنابراین سودآوری) ماشین بخار بودند. یک بار دیگر تاریخ علم را مبتنی بر تجربه‌گری می‌بینیم، نه نظریه‌پردازی: **در ابتدا عمل بود نه کلمه.**

از زغال‌سنگ تا کُک

کشف سوخت دیگری برای کوره‌های ذوب آهن را معمولاً به اِیبرهم داربی[6] نسبت می‌دهند؛ و البته نه بی‌علت. اولین بار داربی بود، صاحب یک کارخانه‌ی کوچک ذوب آهن، که در سال ۱۷۰۹ با استفاده از کک به‌جای زغال چوب، آهن مرغوب به دست آورد. نسبت کک به زغال‌سنگ مثل نسبت زغال چوب است به چوب. زغال‌سنگ را در شرایط تنظیم‌شده‌ای می‌سوزانند تا ناخالصی‌هایش را بگیرند و سوخت خالص‌تری به دست بیاورند.

به نوشته‌ی مک‌کللان و دورن، در دستاورد داربی «نه نظریه‌پردازی علمی نقشی داشت و نه علم سازمانی یا نهادینه. اصول نظریِ کاربردی متالورژی هنوز پا به عرصه‌ی وجود نگذاشته بودند و حتی کربن و اکسیژن هنوز نیاز به

1. Joseph Bramah 2. William Murdoch 3. George Stephenson
4. Thomas Newcomen 5. Henry Maudslay 6. Abraham Darby

تعریف داشتند. داربی هم مثل بقیه‌ی صنعتگر-مهندس‌ها از آزمایش‌ها یا بلکه سرهم‌بندی‌هایش سندی باقی نگذاشته است».[۶] به عبارت دیگر، این «سرهم‌بندی‌ها» بود، نه نظریه‌پردازی‌های دانشمندان مسلّم، که این گنجینه‌ی پرارزش اطلاعات را درباره‌ی خواص آهن و زغال‌سنگ در شرایط گرمایی مختلف به وجود آورد. آیا اگر ابتدا صنعتگرها راه جداکردن کربن را به شکل زغال‌چوب و کک یاد نگرفته بودند، کربن هرگز «تعریف» می‌شد؟ در مورد اکسیژن در همین فصل به نقش گروه دیگری از صنعتگران در کشف گازها خواهیم پرداخت.

از ارزش کار داربی کم نخواهد شد، اگر اضافه کنیم که پیشینیان و همراهان و پسینیان بسیاری به او کمک کردند. آبجوسازها صنفی بودند که بیش‌ترین کمک را به او کردند. مثل دیگر کاسب‌ها تولیدکنندگان آبجو هم مدت‌ها بود که پی سوخت جانشینی برای اجاق‌های خشک‌کنِ جوِ خیسانده می‌گشتند. زغال‌سنگ به درد نمی‌خورد چون دود گوگردی که بیرون می‌داد مزه‌ی آبجو را خراب می‌کرد. خیلی پیش‌تر، سال ۱۶۰۳، هیو پلات (همان مؤلف دانش‌نامه‌ی صنعتی که در فصل گذشته از او یاد کردیم) پیشنهاد کرده بود که زغال‌سنگ را هم مثل چوبی که می‌سوزانند تا زغال شود بسوزانند. اما این فقط به زبان، ساده بود؛ چهار دهه‌ی دیگر گذشت تا روشی عملی برای سوزاندن زغال‌سنگ پیدا شد. یابنده‌ها آبجوسازان داربی‌شر بودند. اگرچه بعدها ککْ سوختِ مورد پسند آبجوسازها شد، مصرف آن کمابیش در انحصار این صنعت ماند.

آن‌وقت نوبت ایبرهم داربی شد. داربی در جوانی در شرکتی در بیرمنگام، که آسیای مخصوص آبجوسازی تولید می‌کرد، شاگرد بود و آن‌جا علاوه بر این کار با فن قالب‌ریزی فلزات هم آشنا شد. تجربه‌ی او در کار با سوخت جانشین برای آبجوسازها او را به آزمایش استفاده از آن برای ذوب آهن سوق داد.

نمایش پیروزمندانه‌ی داربی در ۱۷۰۹ فقط نقطه‌ی آغاز یک «موفقیت دنباله‌دار» بود که شرکت خانوادگی او، کول‌بروک‌دِیل[1]، پس از شصت سال آن را به سرانجام رساند. یک نویسنده‌ی تاریخ فناوری می‌گوید:

1. Coalbrookdale

شرکت خانوادگی چندنسله‌ی داربی در صنعت آهن راهی گشود که امکان تجمع و فعالیت مستمر گروه ثابتی از مهندسان و مدیرهای چند نسل را فراهم آورد و اینان الگویی را دست‌به‌دست منتقل کردند.... نکته‌ی مهم در مورد داربی‌ها و آهن ککی این نیست که اولین ایبرهم داربی یک فرایند جدید «اختراع» کرد؛ این است که پنج نسل از داربی‌ها توانستند آن را تکامل بخشند و بیش‌تر کاربردهای آن را پیدا کنند.[۷]

بالاکشیدن آب با آتش

مکانیک‌دان‌ها و نظریه‌پردازها هر دو توجه زیادی به مسئله‌ی بالاکشیدن آب برای خالی‌کردن آن از داخل چاه‌های عمیق معادن داشتند. اولین تلمبه‌ی بخاری قابل استفاده ــ که تامس سِیوری[1] در ۱۶۹۸ ساخت ــ بر پایه‌ی اصول نظری ساخته شد. هرچند تلمبه‌ی سیوری قدم بلندی در جهت حل مسئله بود، در معدن جواب نداد.

بیش‌تر از یک دهه بعد، آهنگری به اسم تامس نیوکامن با همکاری لوله کشی به نام جان کالی[2] اولین ماشینِ دارای صرفه‌ی اقتصادی را برای «بالاکشیدن آب با آتش»[۸] تولید کرد. لین وایت می‌نویسد: «معاصران نیوکامن هم مثل ما حیرت کردند که صنعتگری شهرستانی، که هیچ آشنایی و هیچ ارتباطی با ماشین سیوری یا تحقیقات علمی‌ای که سیوری از آن‌ها استفاده کرده بود نداشت، توانسته بود مسئله‌ای مثل کار با بخار را حل کند.»[۹] تعجب آن‌ها ناشی از یک پیش‌داوری اجتماعی بود: «آن زمان دانشمندان به مرد عملی، که نانش را از مهارت دست و چشمش داشت، به دیده‌ی تحقیر و تکبر نگاه می‌کردند و برخوردشان با تامس نیوکامن هم غیر از این نبود.»[۱۰]

اوایل قرن نوزدهم مفسری در مورد ماشین بخار نوشت: «هیچ دستگاه یا ساز و کاری نبوده است که نقش ناچیز نظریه‌پردازها در آن تا این اندازه بی‌ارزش بوده باشد. ظهور آن اصلاح آن، و تکمیل آن را تماماً به مکانیک‌دان‌های شاغل مدیونیم.»[۱۱] وایت می‌نویسد که امکان نداشت نیوکامن طرحش را از نظریات

1. Thomas Savery 2. John Calley

علمی رایج گرفته باشد، چون تلمبه‌ی او بر اساس تحلیل هوا در بخار کار می‌کرد و «دانشمندان در روزگار او هنوز نمی‌دانستند که هوا در آب حل می‌شود». ظاهراً «چیرگی بر نیروی بخار» از ثمرات علم تجربی بود و «دِینی به علم گالیله‌ای»[۱۲] نداشت.

به‌ویژه نوآوری‌هایی که ماشین بخار را تبدیل به منبع نیروی مقرون‌به‌صرفه‌ای برای استفاده در ماشین‌آلات کرد از صنعتگر میانه‌حال کم‌سوادی به نام جیمز وات بود. وات یک کارگاه ابزارسازی در همسایگی دانشگاه گلاسگو داشت و روزی یکی از استادان دانشگاه از او خواست که یک ماشین نیوکامن را برایشان تعمیر کند. وات به فکر افتاد که اصلاحاتی در طرح ماشین انجام دهد و پی برد که بازده اندک ماشین به علت اتلاف شدید گرماست که هنگام تراکم بخار در سیلندر رخ می‌دهد. راه‌حلی که پیدا کرد این بود که یک دیگ جدا گانه برای ماشین در نظر بگیرد تا بخار در آن با آب سرد متراکم شود، بدون این‌که دمای سیلندر اصلی را پایین بیاورد.

با این‌که جیمز وات صنعتگر بود، محیط دانشگاهی اطرافش نیز بی‌تردید بر او تأثیر داشت؛ با این حال، در میزان این تأثیر اغلب اغراق کرده‌اند. وات دوستی داشت به اسم جوزف بلک[1] که در دانشگاه گلاسگو شیمی درس می‌داد.[۱۳] گفته‌اند نظریه‌ی گرمای نهفته‌ی دکتر بلک بود که کلید نظری فهم نقایص ماشین نیوکامن را در اختیار وات گذاشت. ولی همان‌طور که مک‌کللان و دورن می‌نویسند، ادعای «این‌که وات با نظریه‌ی گرمای نهفته‌ی جوزف بلک به فکر تعبیه‌ی دیگ تراکم جدا گانه افتاده، در تحقیقات تاریخی مردود شناخته شده است».[۱۴]

وانگهی، اصلاحات مکانیکی مهمی که وات در ماشین بخار انجام داد، «اگر ترکیب سینماتیک در ربع آخر قرن نوزدهم روش‌های تحلیلی مناسب را فراهم نمی‌آورد، حتی امکان پیدا نمی‌کردند که موضوع مطالعه‌ی علمی واقع شوند.» به این ترتیب، کار وات چکیده‌ی رابطه‌ی کلی بین نظر و عمل در آن دوران است. این‌که «دِین ترمودینامیک به ماشین بخار بیش‌تر است تا دِین ماشین بخار به ترمودینامیک» حالا دیگر صحبتی تکراری شده است.[۱۵]

1. Joseph Black

آبجوسازها، عرق‌کش‌ها و هواهای گوناگون

آهن و بخار در قلب انقلاب صنعتی بودند، ولی مطلب در این خلاصه نمی‌شد. ماشین‌سازها و فلزکارها هم یگانه صنعتگران این دوره نبودند که میزان شناخت طبیعت را بالا بردند. قبلاً از سهم آبجوسازها در کشف کک به‌عنوان سوخت جانشین گفتیم. به همین ترتیب، «تجربه‌ی عرق‌کش‌ها و نمک‌سازهای آشنا با جوشاندن و تغلیظ مایعات در حجم‌های زیاد» بود که علم کمّی گرما را به وجود آورد.[۱۶] نظریه‌ی گرمای نهفته‌ی جوزف بلک ثمره‌ی تلاش او برای توضیح نکاتی بود که همه‌ی عرق‌کش‌ها می‌دانستند: این‌که گرمای لازم برای بخارکردن آب جوش بیش‌تر از گرمای لازم برای جوش‌آوردن آب است؛ و گرمایی که در روند جوش جذب می‌شود دوباره در فرایند تراکم بخار ظاهر می‌شود.

آبجوسازها سهم عمده‌ای در فهم طبیعت گازها داشتند. در فصل ۵ گفتیم که کورنلیوس درِبِل در قرن هفدهم توانست اکسیژن را تولید و در بطری جمع کند و همچنین پی برد که «هواها» همه یکی نیستند؛ اما تا دهه‌های آخر قرن هجدهم چیز قابل توجهِ دیگری درباره‌ی گازها به دست نیامد. در دهه‌ی ۱۷۷۰ جوزف پریستلی[1] که واعظی بدون تحصیلات علمی بود، مطالعه‌ی اسلوبمند خواص گازهای مختلف را آغاز کرد. او بعدها مدعی شد که علت علاقه پیداکردنش به این جور آزمایش‌ها «سکونت در مجاورت یک آبجوسازی بود. اولین بار آن‌جا بود که خودم را به آزمایش با هوای ثابت [دیوکسید کربن]، که همیشه در فرایند تخمیر تولید می‌شود، مشغول کردم».[۱۷]

پریستلی در آزمایش‌هایش به همان گازی رسید که یک قرن و نیم پیش‌تر کورنلیوس دربل آن را برای زنده نگه داشتن سرنشین‌های زیردریایی‌اش به کار برده بود. پریستلی، به تبع فهم نظری‌ای که از احتراق داشت، نام آن را «هوای بی‌فلوژیستون» گذاشت و یادآور شد که این هوا نوع خالص‌تری از هوای معمولی جوّ است و برای تنفس خوب است. او یافته‌هایش را با شیمی‌دان معروف فرانسوی، لاووازیه، در میان نهاد و سرانجام لاووازیه اسم این گاز را اکسیژن گذاشت و چارچوب نظری تازه‌ای برای فهم آن به وجود آورد. هرچند «شیمی

1. Joseph Priestley

جدیدِ» لاووازیه موجب ارتقای شناخت گازها شد، نباید دِین آن را بـه اطـلاعات تجربی آبجوسازها و عرق‌کش‌ها از یاد برد.

البته این آخرین کمک آبجوسازها به علم شیمی نبود. در پایان قرن نـوزدهم آبجوسازی استرالیایی به نام چارلز پاتر[1] مـتوجه شـد حـباب‌هایی کـه در تـخمیر آبجو بالا می‌آیند ناخالصی‌ها را با خودشان بالا می‌آورند. پـاتر در ایـن پـدیده بـه جواب احتمالی مسئله‌ای رسید که همیشه در معدن‌کاری وجود داشت. او خودش معدنچی نبود، ولی در ناحیه‌ای معدنی زندگی می‌کرد و با معدنچی‌ها تماس داشت و با کار آن‌ها آشنا بـود. در ایـنِ مـوردِ بـخصوص مـی‌دانست کـه مـقدار زیـادی از فلز اسـتخراجـی مـعادن مـلبورن را دور مـی‌ریزند، چـون نـمی‌توانـند آن را از سنگش جدا کنند. بیش‌تر از نصف نقره و یک‌سوم سرب و تقریباً کل فلز روی را غیرقابل حصول می‌دیدند.

در ۱۹۰۱ پـاتر، بـعد از بـیش‌تر از ده سـال آزمـایش، روش تـازه‌ای را بـرای جداسازی کانی‌ها از سنگ آن‌ها به ثبت رساند. روش او عبارت بود از خـردکردن سنگ به ذرات ریز، مخلوط کردن آن با یک مایع و دمیدن جریان هوای نیرومندی به مخلوط تا انبوهی از حباب‌های کوچک ایجاد شود. سپس موادی به ایـن دوغـاب اضافه می‌کرد که فلز را می‌پوشاندند و به حباب‌ها می‌چسبیدند و کف سرجوشی از کانی مطلوب تولید می‌کردند. آن‌وقت کف را از سطح مایع برمی‌داشتند و فلز را از آن جدا می‌کردند. روش شناوری پاتر یک پیشرفت بزرگ در متالورژی بود. البـته دستاورد این آبجوساز چندان اتفاق عجیبی نبود: «در استرالیا که خوردن آبجو به کار معدن گره خورده بود، اگر اتفاق نمی‌افتاد عجیب بود.»[۱۸]

نویسنده‌ی زندگی‌نامه‌ی صنعتگران

اگـر صـنعتگران و مـهندس‌های دوران انـقلاب صـنعتی کـم‌تر از هـمتاهای قدیمی‌ترشان گمنام‌اند، به این علت است که بسیاری از دستاوردهای آن‌ها عـملاً ثبت و تبلیغ شده‌اند و توجه ستایش‌آمیز مردم را جلب کرده‌انـد. بسـتر اجـتماعی بریتانیای صنعتی‌شده بی‌گمان تغییر نظری در مورد ارزش کـار بـدنی را نـاگـزیر

1. Charles Potter

می‌کرد. «دوره‌ی بعد از دهه‌ی ۱۸۵۰ شاهد رشد انفجاری تجلیل از مهندسان در قالب زندگی‌نامه‌های قهرمانانه‌ی فردی و جمعی بود. نوشته‌های سمیوئل اسمایلز[1] فقط مشهورترین نمونه‌ها از این نوع‌اند.»[۱۹]

اسمایلز خودش را وقف گردآوری اسناد زندگی و کارهای کسانی کرد که آن‌ها را بانیان اصلی دنیای جدید می‌دانست. اسامی مهم‌ترین کتاب‌های او نیاتش را نشان می‌دهند: سرگذشت مهندسان (در پنج جلد)، اصحاب اختراع و صنعت، و شرح حال صنعتی. علاوه بر مجموعه‌هایی از طرح‌های زندگی‌نامه‌ای، او زندگی‌نامه‌ی کامل جورج استیونسون، جیمز وات، جوسایا وِجوود[2] و عده‌ای از صنعتگران تجربی نه‌چندان معروف را هم نوشت. آثار او در مبارزه‌ای سیاسی، شبیه کشمکش‌های پیش از انقلاب در فرانسه، حکم مهمات جنگی را پیدا کردند؛ مبارزه‌ای برای دفاع از «نظام ثبت امتیاز و جمعیت مخترعان بریتانیا در برابر کسانی که آن‌ها را از انحصار قانونی‌شان محروم می‌کردند».[۲۰]

اسمایلز اعلام کرد «زنجیره‌ی پیوسته‌ای از کارگران شریف ــ معماران تمدن ــ بوده‌اند که، در هرج و مرج صنعت و علم و هنر، نظم آفریده‌اند».

> زحمتکشان صبور و مصمم از هر صنف و طبقه، کشتکاران زمین و کاوشگران معادن، مخترعان و مکتشفان، تولیدکنندگان، ماشین‌سازان و صنعتگران، شاعران، فیلسوفان و سیاستمداران، همه برای دستاورد باشکوه کار کرده‌اند، هر نسل کار نسل دیگر را پی گرفته و آن را به درجات عالی‌تری رسانده است.[۲۱]

اسمایلز منکر نقش «اندیشمندان بزرگ» نبود، ولی تأکید داشت که در مورد جایگاه آن‌ها در تاریخ اغراق شده و دیگر برای تصحیح آن هم دیر شده است.

> بالای سر توده‌ی مردم همیشه افراد برجسته‌ای پیدا شده‌اند که مردم به آن‌ها احترام گذاشته‌اند. ولی پیشرفت ما همچنین مرهون انبوهی از مردان کوچک‌تر و ناشناخته‌تر بوده است. گرچه از هر نبرد بزرگی فقط نام فرماندهان در تاریخ بر جای مانده، پیروزی‌ها تا حد زیادی با قهرمانی و

1. Samuel Smiles 2. Josiah Wedgwood

شجاعت فردی سربازها به دست آمده‌اند. زندگی هم میدان «نبرد سربازان» است؛ مردان ساده‌ای که در همه‌ی دوران‌ها از بزرگ‌ترین کارگران بوده‌اند. سرگذشت بسیاری از آن‌ها را کسی ننوشته و با این حال به اندازه‌ی بزرگان خوش‌اقبال‌تری، که اسامی آن‌ها در زندگی‌نامه‌ها آمده است، تأثیر فراوانی در تمدن و ترقی داشته‌اند.[۲۲]

اسمایلز با مدح‌نامه‌هایش توانست به راهیابی استیونسون و وات و دیگران به «تالار مشاهیر» کمک کند. به طور کلی، زندگی‌نامه‌های او نقش مؤثری در ارتقای مهندسان به رده‌ی نخبگان ایفا کردند. اسمایلز، به‌رغم شیوه‌ی نگارش مبالغه‌آمیزش، محقق امین و لایقی بود که پیشگامی او در نوشتن تاریخِ زندگی مردم عادی قابل تقدیر است.

معدن‌ها، آبراه‌ها و علوم زمین

متالورژی تنها علمی نبود که از دانش و کار معدنچی‌ها سود برد.[۲۳] پیدایش علم زمین‌شناسی ارتباط تنگاتنگی با معدن‌کاری دارد و دیرین‌شناسی به همت معدنچی‌هایی متولد شد که زیر زمین صدف و استخوان و سنگواره پیدا می‌کردند و آن‌ها را برای وارسی بیش‌تر با خودشان بیرون می‌آوردند.[۲۴]

معدنچی‌ها قرن‌ها به ترتیبِ سنگ‌ها در پوسته‌ی زمین دقت کرده بودند تا ببینند چه رابطه‌ای بین این الگو و وجود کانی‌های مورد نظرشان برقرار است.[۲۵] ارنست هام[1] اعتقاد دارد:

توجه به معدن‌کاری برای درک چگونگی پیدایش علوم زمین ضرورت دارد. معدن فقط زمینه‌ی اقتصادی برای مطالعه‌ی زمین فراهم نمی‌کرد؛ معدن، هم از نظر فکری و هم به لحاظ اجتماعی، خصوصاً در سرزمین‌های آلمانی‌زبان، جایی بود که تولید شناخت از زمین صورت می‌گرفت.[۲۶]

ولی چون معدنچی‌ها ندرتاً اطلاعاتشان را می‌نوشتند[۲۷] خوب است به

1. Ernest Hamm

نوشته‌های یکی از «مغزهای متفکر» رسمی رجوع کنیم که اشاره‌هایی به جایگاه معدنچی‌ها در تاریخ زمین‌شناسی دارد. لایب‌نیتس در رساله‌ی پروتوگایا[1] (حدود ۱۶۹۰)، که در مورد نحوه‌ی شکل‌گیری زمین است، نشان می‌دهد که اولین رویکردهای نظری به موضوع بر اساس اطلاعات معدنچیان بوده است.

لایب‌نیتس از علم‌نامیدن دانش تجربی دست‌اندرکاران آن ابایی ندارد. «هرچند اسم آلمانی کاوش معادن، Markscheidekunst، دلالت بر اصالت صنعتی‌اش دارد، لایب‌نیتس آن را علم خواند.»[۲۸] پروتوگایا تلاش آغازین پژوهشگری برای گردآوری دانسته‌های معدنچیان از زمین، اندیشیدن در آن و افزودن این دانش به دنیای علم بود.

معدن‌کاری برای لایب‌نیتس صرفاً دلمشغولی مجردی نبود. او «فیلسوفی عمل‌گرا و شیفته‌ی مسائل علمی و فنی بود، حتی مسائل معدن‌کاری؛ و البته توجه او به تاریخ زمین را باید در بستر تمدنی دید که معادن برایش اهمیت زیادی داشتند».[۲۹] از علاقه‌ی لایب‌نیتس به تأسیس علم جدیدِ «جغرافیای طبیعی» برای این‌که کشف کانی‌های باارزش صورت اسلوبمندی پیدا کند، تا کارشناسان امروزی زمین‌شناسی که از شرکت‌های نفت حقوق‌های کلان می‌گیرند و ذخایر نفتی جدید برای آن‌ها پیدا می‌کنند، «دست پنهان» سرمایه‌داری در هیچ‌جا آشکارتر از رشته‌ی زمین‌شناسی نیست.

علم جدیدی که لایب‌نیتس خواستارش شد، «با علم معدن بده‌بستان داشت. چه کسانی بیش‌تر از معدنچی‌ها ممکن بود محل معدن برایشان مهم باشد»؟ او ۳۱ بار به معادن کوه‌های هارتس سفر کرد و بیش‌تر از سه سال در آن‌ها کار کرد.[۳۰]

لایب‌نیتس به ارزش سنگواره‌ها در فهم تاریخ طبیعی زمین پی برد. عملی که زرگرها برای قالب‌ریزی طلا از بدن حشرات و جانوران کوچک انجام می‌دادند شباهتی را به ذهن او متبادر کرد که به کمک آن توانست چگونگی پیدایش سنگواره‌ها را توضیح بدهد. «دنیای شیمی‌دان‌ها، عیارسنج‌ها، صنعتگرها و معدنچی‌ها هم برای بحث سنگواره‌ها و منشأ آلی آن‌ها اهمیت داشت و به همین

1. *Protogaea*

علت، بیش‌ترین بخش رساله‌ی پروتوگایا را تشکیل می‌دهد.»[۳۱]

حدود هفتاد سال بعد، یوهان گوتلوب لِمان[1] هم، که استاد شیمی دانشگاه سن‌پترزبورگ بود، مطالعه‌ی معادن هارتس را آغاز کرد. لمان معتقد بود که کاوش «کارگاه‌های زیرزمینی» «برای شناخت زمین ضرورت دارد».[۳۲] او کسانی را که «حضرات ملّانقطی»ی نامید به باد نکوهش گرفته که علاقه‌ای نشان نمی‌دهند به «کثیف‌کردن خودشان و پوشیدن این‌جور لباس‌های مضحک و خزیدن در کنار این‌طور آدم‌های فلک‌زده‌ی بددهن که گاهی بین معدنچی‌ها پیدا می‌شوند.»[۳۳] در نسل بعد، ازدواج رسمی معدن و دانشگاه نشان داد شناختی که در رشته‌های زمین‌شناسی و متالورژی در معادن به دست می‌آمد برای حکومت چقدر اهمیت دارد. در ۱۷۶۵ اولین آکادمی معدن‌کاری را در فرایبِرگ، که معادن نقره‌ی معروفی داشت، تأسیس کردند. این آکادمی خیلی زود تبدیل به کانون جهانی علم نخبه‌گرا در این رشته شد و بزرگانی مثل آبراهام گوتلوب ورنر[2] و آلکساندر فون هومبولت[3] را به خود جذب کرد.

در این میان، در انگلستان توسعه‌ی معادن زغال‌سنگ و لزوم حمل و نقل آن منجر به افزایش ساخت آبراه‌ها شد؛ و معدن‌کاری و آبراه‌سازی هر دو باعث شدند لایه‌های بیش‌تری از پوسته‌ی زمین در معرض توجه چشمان کنجکاو قرار بگیرد. چنان‌که تامس اَشتون می‌نویسد، «یافته‌هایی که [جیمز هاتون[4] را] بلندآوازه‌ترین زمین‌شناس روزگارش کردند، دِین کارگران ساده‌ای را به گردن داشتند که زمین را می‌کندند و سنگ‌ها را منفجر می‌کردند تا برای انگلستان آبراه بسازند».[۳۴] در نسل بعد از هاتون، مساح خودآموخته‌ای به نام ویلیام اسمیت[5]، ضمن مساحی معدنی، متوجه نظمی شد در لایه‌های سنگ‌های رسوبی و سنگواره‌هایی که در آن‌ها پیدا می‌کرد. در ۱۸۱۵ او نقشه‌ای از جزئیات لایه‌های خاک منطقه‌ی وسیعی از انگلستان منتشر کرد. اسمیت با نشان‌دادن این‌که لایه‌ها همیشه نظم یکسانی دارند و آن‌ها را می‌توان با سنگواره‌های بینشان تشخیص داد، «راهگشای علمی شد که نظریه کم نداشت اما دستش از داده‌ها خالی بود.»[۳۵]

این‌جا نیازی به بازگویی داستان زندگی ویلیام اسمیت نیست، زیرا سایمون

1. Johann Gottlob Lehmann 2. Abraham Gottlob Werner
3. Alexander von Humboldt 4. James Hutton 5. William Smith

وینچستر[1] و دیگران به‌زیبایی آن را گفته‌اند.[۳۶] برای منظور ما همین‌قدر کافی است که بدانیم چون اسمیت از یک قشر پایین جامعه بود، مدت‌ها طول کشید تا نخبگان علمی به ارزش کار او اعتراف کردند. از طرفی، مورد او باز نمونه‌ی روشنی از اقدام آقایان دانشمند به سرقت اطلاعات است. جورج بلاس گرینو[2] و دیگر صاحب‌منصبان عالی «انجمن زمین‌شناسی لندن»، «نخبگانی که خودشان به خودشان اعتبارنامه می‌دادند»[۳۷]، مساح «بی‌اصل‌ونسب» را عددی حساب نمی‌کردند. ولی موقعی‌که اسمیت نقشه‌ی عظیم زمین‌شناسی انگلستان را انتشار داد، آن‌ها نه‌فقط دست به سرقت از آن زدند بلکه یک نسخه‌ی نازل از آن هم به قیمت ارزان‌تری روانه‌ی بازار کردند که ضربه‌ی مالی مهلکی به اسمیت زد و کمک کرد که طلبکارانش او را راهی زندان کنند. خوشبختانه، هرچند دیر، عدالت پیروز شد و اسمیت، پیش از مرگش در ۱۸۳۹، پدر زمین‌شناسی انگلستان شناخته شد.

انجمن‌های مکانیک‌دانان: نهادینه‌شدن علم مردم؟

زمانی‌که اسمیت مشغول مطالعات زمین‌شناسی خود بود، علاقه به علم در بریتانیا سیر صعودی داشت و در همه‌ی طبقات جامعه مشهود بود. جنبشی در مایه‌ی «علم مردم» به وجود آمد، ولی نه از میان کارگران. انجمن‌های مکانیک‌دانان را اصلاح‌طلبان طبقه‌ی متوسط برای «تنویر افکار قشرهای پایینی» دایر کردند. اولین انجمن از بطن جلسات آزاد سخنرانی‌های علمی جورج بِرک‌بِک[3]، استاد فلسفه‌ی طبیعی دانشگاه گلاسگو، متولد شد. استقبال پرشوری از جلسات به عمل آمد و جلسه‌ی چهارم حدود پانصد نفر شنونده پیدا کرد.

بعدها برک‌بک به لندن رفت و به همکاری با هنری بروئم[4] و اعضای دیگر جنبش اصلاحات به رهبری جرمی بِنتم[5] پرداخت. در ۱۸۲۳ آن‌ها «انجمن مکانیک‌دانان لندن» را تأسیس کردند و دوهزار نفر در جلسه‌ی افتتاح آن در مهمانسرای «کراون اَند آنکور» شرکت کردند. بعد از سه سال تعداد انجمن‌های مکانیک‌دانان در انگلستان و اسکاتلند و ویلز به یک‌صد رسید و عده‌ی اعضای آن‌ها همچنان در حال رشد بود.[۳۸] در ۱۸۲۷ بروئم «انجمن نشر اطلاعات مفید» را به

1. Simon Winchester 2. George Bellas Greenough 3. George Birkbeck
4. Henry Brougham 5. Jeremy Bentham

وجود آورد که مطالب علمی را به قیمت‌هایی که در حد بضاعت کارگر جماعت بود منتشر می‌کرد.

انجمن‌های مکانیک‌دانان در گیر و دار دوقطبی‌شدن شدید جامعه و بحرانی، که با مبارزه‌ی پرتب و تاب و غالباً خشونت‌آمیزی برای تعمیم حقوق سیاسی به طبقه‌ی کارگر همراه بود، به وجود آمدند. تنش‌های اجتماعی در گفتمان علمی منعکس می‌شدند. نامی‌ترین دانشمند بریتانیا، سر هامفری دِیوی[1]، در این دوره از برجسته‌ترین صاحب‌نظران سیاسی هم بود. او در ۱۸۰۲ در سخنرانی گشایشِ «مؤسسه‌ی سلطنتی»، بر نقش اجتماعی علم تأکید کرد و گفت که علم «همواره در قالب دوست آرامش و نظم ظاهر خواهد شد.» ولی او در اعتقاد خودش به خصلت نخبه‌گرای علم جای تردید باقی نگذاشت و مدعی شد که علم «تا حد زیادی دست‌پرورده‌ی... طبقات ثروتمند و ممتاز است» که بعد سهمی هم از منافع آن به «بخش زحمتکش جامعه» می‌دهند. او افزود که نباید به امتیازات طبقاتی خرده گرفت و با آن‌ها مبارزه کرد: «تقسیم نابرابر دارایی و کار، اختلاف طبقه و موقعیت بین ابنای بشر، منابع قدرت در جامعه‌ی متمدن و عوامل محرک آن و چه‌بسا عین روح آن‌اند.»[۳۹]

افکار علمی در بریتانیای اوایل قرن نوزدهم به‌هیچ‌وجه بی‌طرفانه نبودند. انجمن‌های مکانیک‌دانان برای این به وجود آمدند که «علمی قابل قبولِ طبقات زحمتکشِ ناراضی تولید کنند».[۴۰] حامی سیاسی اصلی آن‌ها لرد بروئم بود، عضوی مترقی از ویگ‌ها [= لیبرال‌ها، اصلاح‌طلبان] که در مقام وکالت از اتحادیه‌های صنفی ــ زمانی‌که غیرقانونی شناخته می‌شدند ــ دفاع کرده بود و در مقام نماینده‌ی مجلس به‌شدت با برده‌داری مخالفت کرده و از حقوق زنان دفاع کرده بود. با این‌همه، پایه‌گذاری انجمن‌های مکانیک‌دانان «بیش‌تر برای تصاحب اهرم‌های مهار جامعه بود». بروئم و دیگر رهبران جنبش ابایی از ابراز این عقیده‌ی خود نداشتند که «برنامه‌ای برای آموزش علمی پاره‌ای از اعضای طبقه‌ی کارگر کمک می‌کند که آن‌ها، و طبقه‌ی آن‌ها در مجموع، رام‌تر شوند و کم‌تر دردسر ایجاد کنند و ساختارِ در حال شکل‌گیری جامعه‌ی صنعتی را راحت‌تر بپذیرند».[۴۱]

1. Humphry Davy

هزینه‌ی انجمن‌های مکانیک‌دانان را کارخانه‌دارهای ثروتمندی تأمین می‌کردند که آن‌ها را وسیله‌ای برای مراقبت از افکار «خطرناک» می‌دیدند. خطرناک‌ترین فکر علمی، از نظر محافل حاکم، مفهوم الحادی تکامل بود.

«پیشه‌وران تکامل‌باور» پیش از داروین

نظریه‌ی تکاملِ انواع چنان محکم به نام چارلز داروین گره خورده که آسان می‌شود از یاد برد که زیست‌شناسی تکاملی را او آغاز نکرده است. کاری که داروین کرد این بود که توضیح قابل قبولی برای **چگونگی** تکامل انواع ــ یعنی از طریق انتخاب طبیعی ــ فراهم آورد و انبوهی از شواهد برای آن پیدا کرد. این‌که در همین زمان یک طبیعی‌دان دیگر به اسم آلفرد راسل والاس نیز همان توضیح را عرضه کرد نشان می‌دهد که جریان فکری تکامل‌باور از مدت‌ها پیش از سال ۱۸۵۹ که داروین کتاب معروفش، پیدایش انواع، را منتشر کرد وجود داشته است.

جای خوشوقتی است که اِیدرین دزموند[1] کتاب تاریخ جامعی درباره‌ی تکامل‌باورانِ پیش از داروین به رشته‌ی تحریر کشیده است. این کتاب که جنبه‌های سیاسی تکامل نام دارد، «در مورد علم بانزاکت یا به قولی مسئول ــ از نوعی که در آکسفورد و کمبریج طرفدار دارد ــ نیست، بلکه راجع‌به صاحب‌نظران ناراضی و عصبانی است؛ درباره‌ی علم تغییر جامعه است». دزموند می‌گوید که دوره‌ی «تاریخ زیست‌شناسیِ **از بالا** گذشته است. اگر نمی‌خواهیم دیگر **مبهوت بزرگان** شویم، باید به داخل اجتماعات توده‌ی مردم سرک بکشیم».[۴۲]

«جنگ واقعی برای ایجاد یک جهان‌بینی تکاملیِ قانونی در میان مردم» از نسل قبل از داروین آغاز شد.[۴۳] پیش از داروین و والاس، مخالفان علمی عقیده‌ی توراتی «آفرینش ویژه» به نظریه‌ی ژان باتیست لامارک[2]، طبیعی‌دان فرانسوی، معتقد بودند که می‌گفت تکامل انواع با انتقال صفات اکتسابی از والدین به فرزندان صورت می‌گیرد. این جدایی کامل لامارک از آرای سنتی در بستر انقلاب فرانسه رخ داد و در دوره‌ی ارتجاع ترمیدور به‌شدت مورد حمله قرار گرفت. این بارزترین مورد تأثیر سایه‌ی سنگین ژرژ کوویه در علم در فرانسه بود. چنان‌که اوتنیل چارلز

1. Adrian Desmond 2. Jean-Baptiste Lamarck

مارش[1]، دیرین‌شناس امریکایی، در ۱۸۷۹ نوشت، نفوذ کوویه «پیشرفت تکامل را نیم قرن به تعویق انداخت».[۴۴]

اما لامارکیسم افراطی در انگلستان در دوره‌ی بحرانی «لوایح اصلاحی»، یعنی اواخر دهه‌ی ۱۸۲۰ و اوایل دهه‌ی ۱۸۳۰، هنوز خریدار داشت. پرچم آن در دست درمانگران تجربی و معلمان کالبدشناسی مدارس خصوصی غیرمذهبی بود. دزموند آن‌ها را مدافعان «علم جمهوری» می‌نامد، «علم لامارکیِ اجتماعیِ ترقی‌خواهی، ماده‌گرایی و تقدیرباوریِ زیست‌محیطی که ضامن انتقال به جامعه‌ی دموکراتیک تعاونی است».[۴۵]

برای «پیشه‌وران تکامل‌باور»، لامارک و پیروانش «حکم نماد مقاومت را پیدا کردند. آن‌ها پرچم‌های سه‌رنگ درمانگران دموکراتی بودند که بیرون ساختمان صنف تجمع می‌کردند».[۴۶] در انتهای دیگر طیف طبقاتی، «استادان آکسفورد و متحدان ثروتمند لندنی آن‌ها بودند؛ کارشناسان نجیب‌زاده‌ای که برای تضمین علم انگلیکنِ مقبولی پول‌ها را به‌سمت دوستانشان هدایت می‌کردند».[۴۷] این «گماشتگان درگاه علم... علم رسمی را نسخه‌ای برای ثبات اجتماعی و برتری انگلیکن‌ها می‌کردند».[۴۸] آن‌ها زیست‌شناسی تکاملی را از واردات فرانسوی، آلوده به تندروی‌های انقلاب فرانسه و خطری برای اصول عقاید کلیسا و دولت می‌دیدند.

دزموند می‌گوید که نخستین تکامل‌باوران معمولاً از قلم افتاده‌اند، «زیرا مورخانِ نزدیک‌بین فقط اشراف علم و کشیش‌های انگلیکن آن‌ها را دیده‌اند».[۴۹] چند تن از سخنگویان سرشناس‌تر تندروها عبارت بودند از تامس واکلی[2]، رابرت گرانت[3]، رابرت ناکس[4]، جورج دِرمات[5]، پاتریک مَتیو[6]، مارشال هال[7]، و هیوئیت واتسون[8].[۵۰] واکلی که در سال ۱۸۲۳ مجله‌ی پزشکی ستیزه‌جوی لَنسِت را پی افکند،ابراز امیدواری کرد که «علم در دسترس فرزندان طبقات ضعیف‌تر هم قرار بگیرد». او در ۱۸۳۱ رئیس جلسات سازمان ستیزه‌جوی «اتحادیه‌ی ملی طبقات زحمتکش» بود. درمات که مدرسه‌ی خصوصی کالبدشناسی‌اش از شاگردان تهیدست فقط به اندازه‌ی بضاعتشان شهریه می‌گرفت، یک «افراطیِ

1. Othniel Charles Marsh 2. Thomas Wakley 3. Robert Grant 4. Robert Knox
5. George Dermott 6. Patrick Matthew 7. Marshall Hall 8. Hewett Watson

سازش‌ناپذیر طرفدار اعمال زور» بود. به عبارت دیگر، او اعتقاد داشت که پیشرفت اجتماعی جز با انقلاب قهرآمیز به نتیجه نمی‌رسد.[۵۱]

یکی از دست‌اندرکاران عمده‌ی نشر افکار انقلابی نویسنده‌ای به نام رابرت چیمبرز[1] بود که مطالب علمی برای مخاطب عام می‌نوشت. او با اشتیاقی که به ایجاد «علم مردم» داشت در ۱۸۴۴ در کتابی با عنوان آثار تاریخ طبیعی خلقت[2] به تلفیق آرای پیشه‌وران تکامل‌باور پرداخت (گرچه با کاستن از غلظت تبعات انقلابی آرا سعی کرد آن‌ها را «طبقه‌ی‌متوسط‌پسند» کند). کتاب که بدون نام نویسنده منتشر شد، «خون نخبگان سالخورده‌ی دانشگاهی را به جوش آورد، ولی در تک‌فروشی با استقبالی استثنایی مخصوصاً در لندن روبه‌رو شد». از طرفی اهانت را در چشم محافظه کاران به جایی رساند که «موضوع‌های بی‌ادبانه‌ای مثل حاملگی و سقط جنین و ناقص‌الخلقگی را (که سابقاً فقط به اطبا مربوط می‌شد) برای علم مردم مهم شمرد. مشکل این بود که زن‌ها ــ و نه‌فقط زن‌های سوسیالیست آزادی‌خواه ــ واقعاً کتاب را پسندیدند و خوانندگان فراوان پیدا کرد». نخبگان پزشکی ناراحت بودند از این‌که می‌دیدند آرای تکامل‌باورانه «از مدارس پزشکی محقر بیرون آمده‌اند و پایشان به خانه‌های طبقه‌ی متوسط باز شده است».[۵۲]

لامارکی‌ها را، اگر احیاناً پاک از یاد نبرده باشند، فقط بازنده‌های نبرد مکتبی با داروینیسم شناخته‌اند، درحالی‌که باید آن‌ها را در زمینه‌ی بزرگ‌تری برنده به شمار آورد. آن‌ها با بسط و دفاع از مفهوم «تکامل انواع» نخستین کارهای مقدماتی را، که در نهایت به پذیرش نظریه‌ی داروین و والاس منجر شد، انجام دادند.[۵۳] دزموند تأکید می‌کند که یادآوری سهم آن‌ها در زیست‌شناسی تکاملی حائز اهمیت است، زیرا «اگر نمی‌خواهیم علم را تماماً ساخته و پرداخته‌ی نخبگان محافظه کار بدانیم، این بُعد دگراندیش را باید به تصویرمان [از علم] برگردانیم».[۵۴]

«سگ نگهبان داروین» و طبقه‌ی کارگر

داروین کتاب پیدایش انواع را در ۱۸۵۹ منتشر کرد، اما حوصله‌ی سر و کله‌زدن با مخالفان عصبانی آن را نداشت. تامس هاکسلی[3] خودش را داخل کرد و چون

1. Robert Chambers 2. *Vestiges of the Natural History of Creation*
3. Thomas Henry Huxley

سرسخت‌ترین طرفدار نظریه‌ی «انتخاب طبیعی» بود، اسمش را «سگ نگهبان داروین» گذاشتند. ولی برای هاکسلی دفاع از نظریه‌ی داروین بخشی از جنگ‌های علمی بزرگ‌تر عصر بود.

دزموند می‌گوید علم «پرولتاریاییِ» خودساخته‌ی هاکسلی و محفلش بود که راه را برای داروین هموار کرد.[۵۵] در دهه‌ی پیش از ظهورِ اثرِ دوران‌ساز داروین، هاکسلی و بسیاری دیگر از دانشمندبعدازاین‌های جوان با این آگاهی دردناک زندگی می‌کردند که تشکیلات علمی در انگلستان به اصلاحات نیاز دارد. هاکسلی خودش «با چنگ و دندان توانسته بود کار تدریس علومی برای خودش دست و پا کند، که همان‌قدر درآمدش کم بود که ارج و قربش». تا پیش از نیمه‌های قرن نوزدهم برای این‌که به جمع نخبگان علمی در انگلستان راه پیدا می‌کردی، «باید پولت از پارو بالا می‌رفت. حالا اصلاح‌طلبان می‌خواستند این امتیاز را از چنگ خواص بیرون بیاورند و به حوزه‌ی همگانی منتقل کنند. جان کلام این‌که آن‌ها خواستار تشکیلاتی ملی برای همه‌ی متخصصان، با تجهیزات جدید پژوهشی، و حمایت و بودجه‌ی دولتی بودند».[۵۶]

هاکسلی و دوستانش «پرچمداران این جنبش تازه‌ی طبقه‌ی متوسط در علم بودند». هدف آن‌ها «حرفه‌ای‌کردن علم و قراردادن آن در دسترس طبقات متوسط تاجر» بود در مقابل «استادان آکس‌بریج [= آکسفورد + کمبریج] که می‌توان گفت در خدمت حزب زمیندار مخالف بودند». به این نیت، آن‌ها «مرتب از مزدبگیران دلربایی می‌کردند». در ۱۸۵۵ هاکسلی با الهام از سنت انجمن‌های مکانیک‌دانان شروع به ایراد «سخنرانی‌های کارگری» و مطالبه‌ی آموزش فنی برای «جلب حمایت کارگران از جنبش جدید» کرد. او «در سخنرانی‌هایش برای کارگرها، دانشمند را پرولتر قلمداد می‌کرد» و صنعتگران و کالبدشکافان را «برادران زحمتکش». دزموند می‌نویسد که هاکسلی و هم‌قطاران اصلاح‌طلبش «در میل به ایجاد ارتباط با تک‌تک مردم، دست اعلامیه‌پخش‌کن‌های متدیست را از پشت بسته بودند».[۵۷]

هاکسلی شباهت زیادی به اولین مؤسسان انجمن‌های مکانیک‌دانان داشت. در خلوص «تعهد مردمی» او کسی تردید نمی‌کند، ولی در نطق‌ها و مقاله‌های او همچنین «روی سخن با رئیس‌ها بود تا ترغیب شوند که، برای تثبیت جامعه‌ی

سرمایه‌داری، کارگران را با طرق تفکر علمی آشنا کنند. خلاصه این‌که او وسط می‌ایستاد و از هر دو طرف ناز می‌خرید». در عصر افزایش ناخرسندی اجتماعی، «هاکسلی علم را جانشینی برای درمان‌های ریشه‌ای‌تر سوسیالیستی نشان می‌داد».[۵۸]

اصلاح‌طلبان به خیلی از هدف‌هایشان رسیدند. بین سال‌های ۱۸۶۸ و ۱۸۷۴ در لندن، «متخصصان طبقه‌ی متوسط نوپا آغاز به دردست‌گرفتن نهادهای قدرت علمی کرده بودند»،[۵۹] اما تلاش جنبش برای پل‌زدن بین علایق آشتی‌ناپذیر به نتایج ضد و نقیضی انجامید. از یک طرف، همگانی‌کردن علم تا حد زیادی عملی شد و مشاغل علمی در دسترس عده‌ی بسیار بیش‌تری قرار گرفتند. از طرف دیگر، علم بیش از پیش به زیر سلطه‌ی یک جماعت نخبه‌ی حرفه‌ایِ برخوردار از حمایت دولت رفت.

جهان‌بینی داروینی: سوسیالیسم یا بربریت؟

نسبت بین علم و مردم را جدای از استفاده‌های سیاسی‌ای که از علم شده است نمی‌توان فهمید. از نگاه امروزی ما به گذشته معمولاً فرض می‌شود داروینیسم به این علت پیروز شد که فقط بیانگر حقیقتی عینی درباره‌ی طرز کار طبیعت بود. اما به این سادگی‌ها نیست که به نظریه‌ای علمی روی خوش نشان داده می‌شود.

داروین به این علت توانست گوش شنوا پیدا کند که نظریه‌ی او پیامدهای اجتماعی تندی را که به لامارکیسم نسبت می‌دادند نداشت و تعبیری که از تکامل عرضه می‌کرد برای بخش‌های مهمی از نخبگان علمی قابل تحمل بود. درحالی‌که تصور می‌شد لامارکیسم جوامع انسانی را قابل انعطاف نشان می‌دهد، از جانب داروینیسم خطری برای سلسله‌مراتب اجتماعی احساس نمی‌شد. یکی از طرفداران پر و پا قرص آن گفته بود که «داروینیسم عمیقاً اشرافی است و سنگ‌پایه‌ی آن بقای اصلح است».[۶۰]

داروین تحت تأثیر مستقیم تألیفات کشیش تامس مالتوس[1] بود که اعتقاد داشت با نداری و گرسنگی نباید جنگید، چون آن‌ها «راه خود طبیعت»اند برای

1. Thomas Malthus

جلوگیری از افزایش جمعیت. یک تردستی ریاضی هم به این ادعای مالتوس جلوه‌ی علمی می‌داد. داروین در زندگی‌نامه‌ی خودش می‌نویسد:

> برحسب اتفاق [در ۱۸۳۸] اثر مالتوس را درباره‌ی جمعیت خواندم و درحالی‌که آماده‌ی تحسین مبارزه برای بقا بودم که از سال‌های مدید مشاهده‌ی عادت‌های جانوران و گیاهان دستگیر انسان می‌شود، ناگهان به مغزم خطور کرد که در این شرایط باید گونه‌های سازگار حفظ بشوند و ناسازگارها از بین بروند. نتیجه‌ی آن می‌شود شکل‌گیری انواع جدید. پس حالا دست‌کم نظریه‌ای داشتم که با آن کار کنم.[۶۱]

پیامدهای اجتماعیِ شدیداً ارتجاعی ادعاهای مثلاً علمی مالتوس از پیش معلوم شده بود. در ۱۸۳۴ دولت انگلستان با توسل به آن‌ها مستمری‌های مددکاری شهروندان بی‌بضاعتش را قطع کرد و بدبخت‌ها را به نوانخانه‌های مخروبه فرستاد. زمانی‌که داروین از هواداران این دولتِ ویگ بود، فعالان طبقه‌ی کارگر در حال مبارزه با قانون‌های بی‌رحمانه‌ی ملهم از کشیش مالتوس بودند.

تضاد شدیدی که بین تفسیرهای مختلف از داروینیسم به چشم می‌خورد نشان می‌دهد که تا چه اندازه مصادره‌به‌مطلوب می‌شود. هنوز چیزی از انتشار پیدایش انواع نگذشته بود که کارل مارکس ذوق‌زده به فریدریش اِنگِلس نوشت: «این کتابی است که پایه‌ی تاریخ طبیعی مورد نظرمان را در آن پیدا می‌کنیم.»[۶۲] مارکس نظریه‌ی داروین را مؤید فلسفه‌ی ماتریالیسم دیالکتیک می‌دید که نظریه‌ی تکامل اجتماعی خود او مبتنی بر آن بود.

در آلمان رودولف فیرشو[1]، که هم دانشمندی برجسته و هم سیاستمداری بانفوذ بود، همانند مارکس، داروینیسم را به سوسیالیسم و قیام سال ۱۸۷۱ پاریس گره می‌زد. اما فیرشو مخالف سوسیالیسم بود و می‌گفت «مراقب این نظریه باشید، چون نسبت نزدیکی دارد با نظریه‌ای که آن‌طور کشور همسایه‌مان را به وحشت انداخت».[۶۳]

ولی دوستداران داروین اتهام فیرشو را رد می‌کردند و ارنست هِکِل[2] می‌گفت

1. Rudolf Virchow 2. Ernst Haeckel

سوسیالیسم و داروینیسم «با هم مثل کارد و پنیرند».[۶۴] داروین خودش تعجب می‌کرد که «چه فکر احمقانه‌ای گویا در آلمان پیدا شده که سوسیالیسم و تکامل را از طریق انتخاب طبیعی به هم ربط می‌دهد».[۶۵]

مارکس و فیرشو به کنار، بیش‌ترین استفاده‌ی سیاسی‌ای که از نظریه‌ی داروین شد به طور قطع علیه سوسیالیسم بود. هربرت اسپنسر، فیلسوف اجتماعی، که عضو محفل ها کسلی بود، آن را برداشت و تبدیل به «داروینیسم اجتماعی» کرد و به این ترتیب، توجیه نهایی برای درنده‌خویی و چپاولگری سرمایه‌داری شد. اسپنسر ادعا کرد که اصل داروینی «بقای اصلح» نه‌فقط در تکامل زیستی بلکه در جامعه‌ی انسانی هم عمل می‌کند.[۶۶]

داروینیسم اجتماعی به تبلیغ این نظر پرداخت که دنیای «بکش تا زنده بمانیِ» سرمایه‌داریِ رقابتیْ «طبیعی»‌ترین نظام اقتصادی ممکن است. داراها به حکم برتری طبیعی‌شان داراتر می‌شوند و ندارها به این علت ندارند که بدون استعداد و مهارت‌های لازم برای موفقیت اقتصادی به دنیا می‌آیند. داروینیسم اجتماعی در زهرآگین‌ترین درجه‌اش مدعی شد اصلاً به سود نوع بشر است که اغنیا بگذارند فقرا بمیرند و از طریق مؤسسات خیریه‌ی خصوصی یا برنامه‌های رفاهی دولتی به آن‌ها کمک نکنند. عده‌ای از مدافعان سرمایه‌داری با توسل به نظریه‌ی مالتوس ادعا کردند که رها کردن فقرا برای این‌که از گرسنگی بمیرند، در واقع «راه خود طبیعت» است برای حذف افراد پست؛ و باید اجازه داد که نژاد انسان به‌مرور تکامل پیدا کند و بهتر شود.

چون داروینیسم اجتماعی کمابیش همان نظریه‌ی کهنه‌ی مالتوس در جلدی نو بود، نباید همه‌ی گناه آن را به گردن داروین انداخت. با این حال، «یادداشت‌های او جای تردید باقی نمی‌گذارند که رقابت و تجارت آزاد و کشورگشایی و براندازی نژادی و نابرابری جنسی از آغاز در این معادله وجود داشته‌اند؛ داروینیسم از ابتدا قصدش توجیه جامعه‌ی بشری بود».[۶۷]

اصلاح نژاد

از این نسخه که باید گدا گشنه‌ها را رها کرد تا از گرسنگی بمیرند، یک نسخه‌ی کمی ــ فقط کمی ــ کم‌زهرتر هم نوشته شد که می‌گفت نژاد انسان را می‌شود اصلاح کرد.

چطور؟ با محدودکردن توان تولید مثل انواع «پست» انسان. منظور چه کسانی بودند؟ تقریباً بدون استثنا آن‌هایی که پوستشان سفید نبود. علم جدیدِ «به‌نژادی» یا اصلاح نژاد این‌طور به وجود آمد و بانی آن سر فرانسیس گالتون[1]، پسرعمه‌ی داروین، بود. گالتون به «طبقه‌ی باهوش» توصیه کرد که بیش‌تر بچه‌دار شوند و تدابیری بیندیشند تا تولید «کودکانی که ویژگی‌های اخلاقی و فکری و جسمانی نازلی دارند»[۶۸] محدود شود.

گالتون کوشید توجیهی زیست‌شناختی برای نخبه‌گرایی علمی بتراشد. نظریه‌ی عمده‌ای که او در کتاب‌هایش نبوغ ارثی و مردان انگلیسی علم پیش کشید، این بود که «مردان بزرگ، از جمله دانشمندان، اغلب قوم و خویش‌اند و بنابراین سلسله‌ای از خانواده‌های نخبه شاید اکثریت سیاستمداران و دانشمندان و شاعران و قاضی‌ها و فرماندهان نظامی عصر او و گذشته‌ی تاریخ را به وجود آورده باشند».[۶۹]

گالتون علامه‌ای بود که به سبب پیشگامی در طرح روش‌هایی برای استفاده از ریاضیات در مطالعه‌ی رفتار انسان همیشه جایگاهی در میان «مغزهای متفکر» داشته است. او را پدر «آزمون هوش» نامیده‌اند؛ اختراع انگشت‌نگاری برای شناسایی افراد را اغلب به او نسبت داده‌اند و تحلیل آماری به شیوه‌ی امروزی از دیگر ابداعات نبوغ‌آسای اوست.[۷۰] ولی به‌نژادی او، همین‌طور تلاش‌های دیگر او برای حل مسائل اجتماعی با روش‌های ریاضی، بر خشت کج تعصبات اجتماعی بالا رفتند.

گالتون معتقد بود که «بدیهی است برخی از انواع منش‌های مشخص» را می‌توان «دقیقاً نسبت داد» به «نژادهای مختلف بشر». برای مثال او اعتقاد داشت که «نوع سیاه‌پوست افریقای غربی به همان اندازه که هواهای نفسانی قوی دارد، بردباری و خودداری و متانت ندارد.... او مشخصاً گروه‌گراست، چون مدام در حال زدن و رقصیدن و وراجی و بگومگوست.... او چنان بدن نیرومندی دارد و آن‌قدر پرزاد و ولد است که نژادش را نمی‌شود مهار کرد».[۷۱] اصلاح نژاد، علاوه بر فواید دیگرش، چاره‌ای ظاهراً علمی برای خطر جمعیتیِ نژاد حشریِ سیاه با آن طبالی شیطانی‌اش بود.

1. Francis Galton

به‌نژادی گالتون، گویا چون نشان می‌داد که چرا قشرهای ممتاز جامعه شایسته‌ی امتیازات‌اند، چنان نفوذی به دست آورد که اگر علم، به‌راستی، جست‌وجوی عینی و بی‌طرفانه‌ی حقیقت بود، هرگز آن را به دست نمی‌آورد. نفوذ آن در پایان قرن نوزدهم به اوج رسید و تا قرن بیستم دوام آورد، و متأسفانه در قرن بیست و یکم هم کاملاً از بین نرفته است.

پی‌نوشت‌ها

۱. اندرو یور (۱۷۷۸ـ۱۸۷۵) شیمی‌دان و استاد شیمی بود که سنگ تجارت آزاد را به سینه می‌زد. او سخنانی در ستایش از نظام کارخانه‌ای گفت که برخی از آن‌ها در دفاع از کار کودکان بود؛ به‌ویژه رک: Ure, *The Philosophy of Manufactures.*

۲. یک استثنا کار علمی مهم ولی نسبتاً کوچکی است که در کشورهایی مثل کوبا انجام می‌گیرد که برنامه‌ریزی اقتصادی بر تصمیم‌گیری سرمایه‌داری تقدم دارد. ولی حتی در این‌جا هم سمت حرکت علم به‌شدت تحت تأثیر بازارهای مالی جهان و رقابت نظامی با کشورهای سرمایه‌داری است.

۳. اصطلاح «علم کلان» را اولین بار آلوین واینبرگ، مدیر آزمایشگاه ملی اوک ریج، در مقاله‌ای به کار برد که در ۲۱ ژوییه‌ی ۱۹۶۱ در مجله‌ی ساینس به چاپ رسید. او کتابی هم تحت عنوان تأملاتی درباره‌ی علم کلان (*Reflections on Big Science*) دارد. مهم‌ترین منبع نقل‌قول در این زمینه کتاب علم خرد و علم کلان (*Little Science, Big Science*) از دِرِک د سولا پرایس است. جدیدترین اثر (اثری ارزشمند با این‌که فقط به فیزیک کلان در امریکا می‌پردازد) کتاب علم کلان (*Big Science*) است به ویراستاری پیتر گالیسون و بروس هِولی.

4. James McClellan and Harold Dorn, *Science and Technology in World History*, p. 287.

5. J. D. Bernal, *Science in History*, vol. 2. p. 591.

6. McClellan and Dorn, *Science and Technology in World History*, p. 280.

7. Anthony F. C. Wallace, *The Social Context of Innovation*, pp. 91, 101.

۸. تلمبه‌ی نیوکامن برخلاف تلمبه‌ی سیوری، که آب را با فشار تاشی از انبساط بخار بالا می‌کشید، به‌وسیله‌ی فشار جوّ بر روی خلئی نسبی، که در اثر تراکم بخار به وجود می‌آمد، عمل می‌کرد. تکامل بعدی ماشین بخار به دنبال کار نیوکامن صورت گرفت.

9. Lynn White, Jr., "Pumps and Pendula", p. 107.

10. L. T. C. Rolt and J. S. Allen, *The Steam Engine of Thomas Newcomen*, p. 12.

11. R. S. Meikleham, *Descriptive History of the Steam Engin* (London, 1824); quoted in Bernal, *Science in History*, vol. 2, p. 580.

12. White, "Pumps and Pendula", pp. 107-108.

روایت علم و فناوری را کاملاً از هم تفکیک می‌کند و در روایت خود می‌گوید کار نیوکامن ــ «نابغه‌ای تجربی در ابعاد غول‌آسا» ــ شناختی از طبیعت به دست داد که پیش از آن بر دانشمندانی مانند گالیله پوشیده بود. سند محکمی وجود ندارد که بطلان ادعای استقلال اختراع نیوکامن از اختراع سیوری را نشان بدهد، ولی با این حال کسانی آن را رد کرده‌اند؛ برای مثال، رک:

Wallace, *Social Context of Innovation*, pp. 55-57.

۱۳. اندازه و چگونگی رابطه‌ی آن‌ها از نامه‌های آن‌ها پیداست؛ رک:
Eric Robinson and Douglas McKie, *Partners in Science.*

14. McClellan and Dorn, *Science and Technology in World History*, p. 288.
وات از بابت «اطلاعاتی که در گفت‌وگو با... دکتر بلک به دست آوردم» بسیار قدردانی می‌کند، ولی این را هم می‌گوید که «اصلاحات ماشین بخار را آن اطلاعات نشان من ندادند.» رک: Robinson and McKie, eds., *Partners in Science*, p. 416. برنال از کسانی است که به‌اشتباه ادعای وابستگی وات به نظریه‌ی بلک را قبول دارد؛ رک:
Bernal, *Science in History*, vol. 2, p. 562.

15. Derek J. de Solla Price, *Little Science, Big Science ... and Beyond*, p. 240.

16. Bernal, *Science in History*, vol. 2, p. 580.

17. Robert E. Schofield, ed., *A Scientific Autobiography of Joseph Priestley*, p. 51.

18. Robert Raymond, *Out of the Fiery Furnace*, p. 234.

19. David Philip Miller, "Puffing Jamie", p. 9.

20. Ibid., p. 17.

21. Samuel Smiles, *Self-Help*.
شماره‌ی صفحات را نداده‌ام چون کتاب به صورت دیجیتال است و در متن آن می‌توان جست‌وجو کرد. از کتاب‌های دیگر اسمایلز که در قالب دیجیتالی موجودند می‌توان از این کتاب نام برد:
Industrial Biography and *Men of Invention and Industry.*

22. Ibid.

۲۳. نگاه کنید به فصل ۵.

۲۴. آیا استفاده از اصطلاح «زمین‌شناسی» در مورد زمانی‌که هنوز این واژه را نساخته بودند مجاز است؟ من هم مثل ارنست هام فکر می‌کنم «کسانی که سخت مقید به اصطلاحات قرن هجدهم‌اند می‌توانند [=کانی‌شناسی] برای خودشان تاریخ‌هایی بنویسند درباره‌ی کیهان‌شناسی و و اوصاف طبیعی جغرافیای زیرزمینی و اوریکتوگنوسی و اوریکتولوژی زمین و جغرافیای طبیعی و طبیعیات مقدس و سفرنامه‌های معدنی و کره‌ی آبی‌خاکی و تواریخ طبیعی مملکت معدن و ژئوگنوسی. ولی تحمل بدقلقی برای احتراز از نابهنگامی تاریخی نه مطلوب است و نه غیرقابل اجتناب»؛ رک:
E. P. Hamm, "Knowledge from Underground", pp. 77-78.

25. Mott T. Greene, *Geology in the Nineteenth Century*, p. 39.

26. Hamm, "Knowledge from Underground", p. 79 (تأکید از ما).

۲۷. چند استثنای مهم را در فصل ۵ گفتیم.

28. Hamm, "Knowledge from Underground", p. 82.

29. Ibid., p. 77.

30. Ibid., pp. 81-82.

31. Ibid., p. 81.

32. Ibid., p. 84.

33. Johann Gottlob Lehmann, *Abhandlung* ... (1753); quoted in Hamm, "Knowledge from Underground", p. 86.

34. T. S. Ashton, *The Industrial Revolution, 1760-1830*, p. 16.

35. Cecil J. Schneer, "William Smith's Geological Map of England and Wales and Part of Scotland, 1815-1817".

36. Simon Winchester, *The Map That Changed the World.*

37. Roy Porter, "Gentlemen and Geology", p. 810.

38. See Thomas Kelly, *George Birbeck.*

39. Humphrey Davy, "Discourse Introductory to a Course of Lectures on Chemistry", vol. 2, pp. 323, 326.
40. Adrian Desmond, *The Politics of Evolution*, p. 27.
41. Steven Shapin and Barry Barnes, "Science, Nature and Control", p. 32.
42. Desmond, *Politics of Evolution*, pp. 3, 20.
43. Ibid., p. 1.
44. O. C. Marsh, *History and Methods of Paleontological Discovery: An Address Delivered before the AAAS at Saratoga, N.Y., Aug. 28, 1879*; quoted in Adrian Desmond, *Archetypes and Ancestors*, p. 173.
45. Desmond, *Politics of Evolution*, p. 329.
46. Ibid., pp. ix, 24.
47. Ibid., p. 135.
48. Ibid., pp. 2, 20.
49. Ibid., p. 1.
50. See Appendices A and B to Desmond, *Politics of Evolution*, pp. 415-429.
51. Desmond, *Politics of Evolution*, pp. 121, 125, 166.
52. Ibid., pp. 177, 379.

۵۳. رابطه‌ی مستقیم در تأثیرپذیری داروین از رابرت گرانت کاملاً مشهود است؛ رک:

Desmond, *Politics of Evolution*, pp. 398-403.

54. Desmond, *Politics of Evolution*, p. 21.
55. Desmond, *Archetypes and Ancestors*, p. 13.
56. Ibid., pp. 109-110.
57. Ibid., pp. 13, 17, 40, 122, 139.
58. Ibid., pp. 40, 160, 162 (تأکید از نویسنده‌ی اصلی).
59. Ibid., p. 142.
60. Ernest Haeckel; quoted in Anton Pannekoek, *Marxism and Darwin*.
61. Charles Darwin, *Autobiography* (1876), p. 120.
62. Karl Marx to Friedrich Engels, December 19, 1860. *Selected Correspondence*, p. 126.
63. Quoted in Pannekoek, *Marxism and Darwin*.
64. Quoted in Ibid.
65. Darwin to Karl von Scherzer, December 26, 1879. *The Life and Letters of Charles Darwin*, vol. 2, p. 413.

۶۶. داروین درباره‌ی واضع داروینیسم اجتماعی نوشت: «فکر می‌کنم از این به بعد هم مثل آنچه تا امروز بوده او را بزرگ‌ترین فیلسوف معاصر انگلستان بشمارند؛ شاید همپایه‌ی هر فیلسوفی که تابه حال وجود داشته است.» (*Life and Letters of Charles Darwin*, vol. 2, p. 301.)

67. Adrian Desmond and James Moore, *Darwin*, p. xxi.
68. Francis Galton, "Hereditary Improvement", p. 129.
69. Price, *Little Science, Big Science ... and Beyond*, p. 31.

۷۰. گالتون بیش‌تر مروج انگشت‌نگاری بود تا مخترعش؛ رک:

Martin Brookes, *Extreme Measures*, pp. 247-255.

71. Francis Galton, "Hereditary Talent and Character", pp. 320-321.

۸

مجتمع علمی-صنعتی

قرن بیستم و بعد از آن

پیشرفت‌های علمی، در مقام عمل، یعنی شغل بیش‌تر، درآمد بالاتر، ساعت کار کم‌تر، محصول فراوان‌تر، و وقت آزاد بیش‌تر برای تفریح و مطالعه، و آموختن این‌که چگونه می‌توان بدون کارِ گلِ ملال‌آوری که قرن‌ها بر دوش مردم عادی سنگینی کرده است زندگی کرد. پیشرفت‌های علمی همچنین مترادف خواهد شد با زندگی بهتر، رهنمون خواهد شد به پیشگیری و درمان بیماری‌ها، منجر خواهد شد به حفظ منابع ملی محدود ما، و تضمین خواهد کرد راه‌های دفاع ما را در برابر تهاجم.

وانیوار بوش[1]، «علم: مرز بی‌پایان» (ژوییه‌ی ۱۹۴۵)

زندگی بهتر با شیمی

اِلوتِر ایرنه دوپون دو نومور و شرکا[2] (۱۹۳۹-دهه‌ی ۱۹۸۰)

در آغاز قرن بیستم اطمینانِ تقریباً بی‌حد و حصری به سودمندی علم جدید وجود داشت. حتی در ژوییه‌ی ۱۹۴۵ که وانیوار بوش پیروزمندانه علم را «مرز بی‌پایان» نامید، گفته‌اش خنده‌دار یا ساده‌لوحانه به نظر نمی‌رسید. ولی از ماه بعد، که نابودی هیروشیما و ناگاساکی نشان داد فیزیک هسته‌ای چه نیروی ویرانگر هولناکی پدید آورده است، نظرها کم‌کم عوض شد. هم‌شکلی طاقت‌فرسای دوره‌ی جنگ سرد تا مدتی دلشوره‌ی فزاینده را پنهان کرد. ستایش دوپون، یونیون کارباید و شرکت‌های غول‌آسای دیگر از «علم کلان» بر گفتمان عمومی حاکم بود. اما در پایان قرن، علم جدید دیگر آبروی گذشته را نداشت.

علم‌پرستی[3] ــ اعتقاد کورکورانه به این‌که علم از عهده‌ی حل همه‌ی مسائل

1. Vannevar Bush 2. E. I. Du Pont de Nemours and Company 3. scientism

برمی‌آید ــ در دهه‌های اول قرن بیستم رواج داشت. برای مثال «به‌نژادی» هنوز ضمیمه‌ی جهان‌بینی دست‌راستی نبود و طرفداران سیاسی پرشوری از منتهی‌الیه چپ تا منتهی‌الیه راست داشت. کسانی با انواع گرایش‌های سیاسی گویا امیدوار بودند که تولید مثلِ انتخابی انسان بتواند دردهای بی‌درمان جوامع را مداوا کند. کارل پیرسون[1]، سوسیالیست صریح‌اللهجه و نظریه‌پرداز عمده‌ی به‌نژادی که شاگرد و جانشین فرانسیس گالتون بود، در ساعت‌های بیکاری‌اش مارکسیسم درس می‌داد. مارگرت سَنگِر[2]، پیشاهنگ مبارزه برای کنترل موالید، از به‌نژادی برای توجیه آن استفاده می‌کرد. سوسیالیست‌های میانه‌رو، مثل جورج برنارد شا و فابیَن‌ها، همان‌قدر سنگ اصلاح نژاد را به سینه می‌زدند که سوسیالیست‌های تندروتری مانند جان هالدِین[3] و لانسلوت هاگبِن. بین امریکایی‌ها پرنفوذترین مبلّغ اصلاح نژاد هرمان مولر[4] بود که افکار سوسیالیستی‌اش او را در ۱۹۳۲ به مهاجرت از امریکا به روسیه‌ی شوروی برانگیخت.(۱)

پیامدهای عملی هراس‌انگیزِ به‌نژادی در جنبش‌های سیاسی امریکا و آلمان نمایان شد. طرفداران امریکایی به‌نژادی به اندازه‌ای نفوذ پیدا کردند که در ۱۹۲۴ با تصویب «قانون جانسون-رید[5]» مهاجرپذیری از اروپای جنوبی و شرقی، شبه‌جزیره‌ی بالکان و روسیه را محدود کردند. رئیس‌جمهور کالوین کولیج[6] اعلام کرد که «امریکا باید امریکایی بماند؛ قوانین زیست‌شناسی نشان می‌دهند که... نُردیک‌ها [اقوام شمال اروپا به‌ویژه اسکاندیناوی] وقتی با نژادهای دیگر مخلوط می‌شوند انحطاط پیدا می‌کنند».(۲)

کولیج ناقل منطق علمی هَری لافلین[7]، رهبر جنبش اصلاح نژاد، بود که می‌گفت: «جمعیت‌های شرق اروپا، اطراف مدیترانه، یهودیان روسیه و عده‌ای دیگر زیستگاه مقدار زیادی ژن معیوب شده‌اند.» تصادفی نبود که مقدار زیادی از انقلابیگری نیروی کار در امریکا زیر سر جمعیت‌های مهاجر بود. «برای بشردوستان و نیکوکاران ثروتمندی مثل کارنِگی، راکفلر، هریمن و کِلاگ به‌نژادی یک مهار اجتماعی بود در دوره‌ای که ناآرامی و پرخاشگری بیداد می‌کرد.»(۳)

1. Karl Pearson 2. Margaret Sanger 3. John Haldane 4. Hermann Muller
5. Johnson-Reed Act 6. Calvin Coolidge 7. Harry Laughlin

هری لافلین و جنبش او عناصری نفوذی هم در دولت داشتند که برای وضع قوانین عقیم‌سازیِ به‌نژادی فشار می‌آوردند. این قوانین به نهادهای دولتی اجازه می‌دادند کسانی را که دارای ژن‌های معیوب تشخیص داده می‌شدند عقیم کنند. بیش‌تر از ۳۵ ایالت این قانون‌ها را گذراندند و به کار بردند. تا دهه‌ی ۱۹۶۰ که الغای اکثر این قانون‌ها شروع شد، بیش از ۶۰۰۰۰ نفر برای اصلاح نژاد عقیم شده بودند. در آلمان، ناسیونال‌سوسیالیست‌ها [= نازی‌ها] یکی از پایه‌های قانون عقیم‌سازی فراگیر سال ۱۹۳۳ را بر روی الگوی لافلین گذاشتند و در نهایت بیش‌تر از ۴۰۰۰۰۰ نفر را عقیم کردند.[۴]

هولوکاست بود که افکار جهانیان را سخت علیه به‌نژادی تحریک کرد. چیزی که آبروی به‌نژادی را در مقام یک آموزه‌ی علمی برد پژوهش‌های تازه‌ی به‌وجودآورنده‌ی شواهد تازه نبود، بلکه وقایع مهمی در بیرون از جهان علم بود. در ۱۹۳۸ کوشش نازی‌ها برای پاک‌سازی نژادی به نتیجه‌ی منطقی هولناکش رسید و «برنامه‌ی کشتن از روی ترحم» زیر نظارت روان‌پزشکان آلمانی آغاز شد. ده‌ها هزار انسان، حتی کودک، که بیمار روانی تشخیص داده شده بودند در اتاق‌های گاز به قتل رسیدند. داروینیسم اجتماعی و اصلاح نژادی بی‌آبرو شدند و اِعمال آن‌ها به دست نازی‌ها نشان داد که در شیب تندی تا ورطه‌ی نسل‌کشی قرار گرفته‌اند.[۵]

انسان به‌جای موش آزمایشگاهی

جنگ جهانی دوم نشان داد که علم و عالمان رسمی، اگر به زیر نفوذ بینش‌های ضدبشری بروند، در چه ورطه‌های اخلاقی‌ای سقوط می‌کنند. روی پورتر می‌نویسد که «شوق پزشکان آلمانی در تأیید فکر انحطاط نژادی و اجرای سیاست پاک‌سازی نژادیْ بازتاب عقاید زیست‌پزشکی و مردم‌شناختی رایج بود.»

پزشکان و دانشمندان با کمال میل در مدیریت عناصر اصلی سیاست نازی‌ها مانند عقیم‌سازی دارندگان ژن‌های معیوب شرکت جستند. در دادگاه‌های تشخیص سلامت ژن‌ها به داوری نشستند و حتی پیش از سپتامبر ۱۹۳۹ که جنگ آغاز شد برای حدود ۴۰۰۰۰۰ بیمار روانی و معلول و مصروع و دائم‌الخمر حکم عقیم‌سازی صادر کردند. از آن پس «کشتن از روی ترحم»

شامل «کشتن از گرسنگی» در بیمارستان‌های روانی معمول شد. از ژانویه‌ی ۱۹۴۰ تا سپتامبر ۱۹۴۲، ۷۰۷۲۳ بیمار روانی را با گاز کشتند. آن‌ها را ۹ استاد برجسته‌ی روان‌پزشکی و ۳۹ پزشک بلندپایه از میان کسانی که «زندگی‌شان ارزش نداشت» انتخاب کرده بودند.(۶)

دانشمندان آلمانی در طرح‌های تحقیقاتی‌شان از انسان به‌جای حیوانات آزمایشگاهی استفاده می‌کردند. زندانی‌های اردوگاه‌های کار اجباری را «برای مطالعه‌ی عوارض گاز خردل، قانقاریا، انجماد، حصبه و بیماری‌های کشنده‌ی دیگر به کار می‌بردند. به قصد کالبدشکافی به بچه‌ها بنزین تزریق می‌کردند، یا آن‌ها را منجمد می‌کردند، یا غرق می‌کردند، یا راحت سر می‌بریدند». رفتار پزشکان و دانشمندان ژاپنی هم در زمان جنگ به همین اندازه غیرانسانی بود:

صدها پزشک و دانشمند و متخصص فنی به ریاست دکتر شیرو ایشی[1] در شهر کوچک پینگفان در شمال منچوری، که آن زمان در اشغال ژاپن بود، مستقر شدند و نخستین پژوهش‌ها را درباره‌ی جنگ میکروبی آغاز کردند و به اندازه‌ای میکروب کشنده ــ سیاه‌زخم، اسهال خونی، شبه‌حصبه، وبا و مخصوصاً طاعون گاوی ــ تولید کردند که برای نابودی چند برابر جمعیت جهان کافی بود. بمب‌های میکروبی را در حملاتشان به چین آزمایش می‌کردند.(۷)

دکتر ایشی روی تقریباً ۳۰۰۰ انسان آزمایش کرد تا «الگوی آلودگی‌ها را به دست بیاورد و مقدار باکتری لازم برای ایجاد واگیر را مشخص کند. قربانیان دیگری را در آزمایش‌های موشکی کشتند، برای مطالعه‌ی سرمازدگی منجمد کردند، با برق از بین بردند، زنده در آب جوش انداختند، در معرض پرتوهای مرگبار قرار دادند، و زنده‌زنده کالبدشکافی کردند». تشریح انسان زنده، بدون بیهوشی، قساوتی است که حتی تصورش دشوار است. بیش‌تر قربانی‌های دکتر ایشی چینی بودند، ولی بین آن‌ها اسیران جنگی امریکایی و انگلیسی هم پیدا می‌شدند. با این‌همه، در پایان

1. Shiro Ishii

جنگ «دولت امریکا ترجیح داد این شقاوت‌ها را فاش نکند» چون «دکتر ایشی و گروهش با مقامات امریکایی معامله کردند و نتایج تحقیقاتشان را با دادگاهی‌نشدن به جرم ارتکاب جنایت‌های جنگی معاوضه کردند».[۸]

گرچه دانشمندان امریکایی به اندازه‌ی آلمانی‌ها و ژاپنی‌ها از این زیاده‌روی‌ها نداشته‌اند، در خلال جنگ و بعد از آن بعضی از آن‌ها در تحقیقات نظامی غیراخلاقی‌ای مشارکت کردند، مثل آزمایش‌های هسته‌ای محرمانه که در آن‌ها سربازان هموطنشان را به‌عمد در معرض تشعشع قرار دادند.[۹] متأسفانه سوءاستفاده‌های غیراخلاقی از علم را همیشه نمی‌توان به گذشته‌ی دور نسبت داد. سال ۲۰۰۴ رابرت جِی لیفتون[1] در نشریه‌ی نیوانگلند جورنال آو مدیسین[2] گزارش کرد: «شواهد روزافزون حاکی است که پزشکان و پرستاران و امدادگران امریکایی در عراق و افغانستان و گوانتانامو در شکنجه و اعمال غیرقانونی دیگری دست داشته‌اند.»[۱۰] چند ماه بعد گزارش سازمان صلیب سرخ بین‌المللی این اتهامات را تأیید کرد. کاشف به عمل آمد که در زندان گوانتانامو گروهی به اسم «تیم مشاوره‌ی علمیِ رفتاری» یا BSCT (با تلفظ بیسکیت = بیسکویت) شامل پزشک و روان‌شناس و روان‌پزشک در ایجاد آگاهانه‌ی «یک شیوه‌ی رفتار سنگدلانه، غیرعادی، و تحقیرآمیز، و نوعی شکنجه» با بازجویان نظامی همکاری داشته‌اند.[۱۱]

از داروینیسم اجتماعی تا زیست‌شناسی اجتماعی

هرچند به‌نژادی دیگر طرفداران علنی زیادی ندارد، مصداق‌های دیگری از تفکر داروینی در حمایت از طرح‌های سیاسی ارتجاعی پیدا شده و رونق گرفته‌اند. از شاخص‌ترین آن‌ها در دهه‌های اخیر «زیست‌شناسی اجتماعی» و «روان‌شناسی انقلابی» است، با این ادعا که رفتار اجتماعی انسانْ بیش‌تر محصول صفات موروثی اوست. اگر صفاتی از قبیل پرمهری، سربه‌زیری، پرخاشگری، هوشمندی یا جنایت‌پیشگی را ژن‌ها تعیین می‌کنند، پس انسان هم مثل مورچه‌ی کارگر یا زنبور ملکه از بدو تولد اغلب اسیر رفتارهای اجتماعی معینی است. (بیخود نیست که نظریه‌پرداز عمده‌ی زیست‌شناسی اجتماعی شده

1. Robert Jay Lifton 2. *New England Journal of Medicine*

است یک حشره‌شناس.)[۱۲] استیون رُز[1] می‌نویسد:

> وراثت‌باوران می‌خواهند به ما بقبولانند که طبقه‌ی کارگر، سیاه‌پوست‌ها، و ایرلندی‌ها ذاتاً کم‌هوش‌تر از طبقه‌ی متوسط، سفیدپوست‌ها، و انگلیسی‌ها هستند؛ و این‌که زن‌ها ژن منشیگری دارند و مردها ژن مدیریت. بنابراین استثمار یا حقانیت جامعه‌ای که تفکیک طبقاتی و نژادی و جنسی دارد به نهادها و ساختارهای اجتماعی آن (که ما می‌توانیم تغییرشان بدهیم) ربطی ندارد و به ژن‌های خود ما مربوط می‌شود (که نمی‌توانیم تغییرشان بدهیم).[۱۳]

از وراثت‌باوری اغلب برای توجیه سیاست‌هایی در آموزش و پرورش استفاده می‌شود که فرزندان طبقه‌ی کارگر را محکوم به تحصیل در مدارس نازل‌تر می‌کنند، با این ادعا که آن‌ها از نظر زیست‌شناختی استعداد کسب دستاوردهای فکریِ بزرگ را ندارند. بین سال‌های ۱۹۴۳ و ۱۹۶۶ سِر سیریل برت[2]، روان‌شناس تجربی ارجمندی که از شاگردان کارل پیرسون بود، مدعی شد که در آزمایش‌هایش با دوقلوهای همسانی که از بدو تولد از یکدیگر جدا شده و در شرایط طبقاتی متفاوت بزرگ شده بودند، پی برده است که هوش انسان بیش‌تر حاصل طبیعت است تا تربیت. از این نکته در سیاست‌گذاری اجتماعی می‌شد این‌طور نتیجه گرفت که تأمین آموزش عالی برای جوانان طبقه‌ی کارگر حاصلی جز اتلاف منابع جامعه نخواهد داشت.

دولت بریتانیا هم ادعای برت را جدی گرفت و نظام آموزشی را به گونه‌ای طرح ریخت که نسل اندر نسل دانش‌آموزان خانواده‌های کم‌درآمد را تا تحصیلشان در هنرستان‌های حرفه‌ای و دیگر مراکز مناسب خاستگاه طبقاتی آن‌ها «ردیابی» می‌کرد. فقط بعد از مرگ سِر سیریل ــ و بعد از این‌که خسارت‌های ناگفتنی به کودکان طبقه‌ی کارگر خورد ــ معلوم شد که مطالعات او ساختگی بوده‌اند. بررسی آماری داده‌های او نشان داد که او آن‌ها را جعل کرده تا پیش‌داوری‌های اجتماعی‌اش را تأیید کنند.[۱۴]

1. Stephen Rose 2. Cyril Burt

یک پیامد دیگر زیست‌شناسی اجتماعی این است که «زیست‌شناسیْ تقدیر زنان است»، اما جنبش‌های زنان این گزاره را کذب محض خوانده‌اند و آن را به زیان منافع زنان دانسته‌اند. باز یک پیامد دیگر آن، که از اعتقاد به جبر وراثتیِ هوش انسان نتیجه می‌شود، افریقایی‌تبارها را ابدالدهر به جایگاه فکری پستی تنزل می‌دهد ــ جعل مهلکی که تیشه به ریشه‌اش زده‌اند ولی گویا خیال مردن ندارد. کتابی به نام منحنی ناقوسی، که در ۱۹۹۴ منتشر شده و خوانندگان فراوانی پیدا کرده است، باز می‌کوشد جامه‌ی علمی زیبایی به آن بپوشاند.(۱۵)

داروینیسم را برای دفاع از یک گزاره‌ی ایدئولوژیک دیگر هم به خدمت گرفته‌اند و آن این است که تغییرات اجتماعی باید به‌آهستگی صورت بگیرند. در نظریه‌ی داروین، انتخاب طبیعی به شکل کاملاً تدریجی و بعد از مدتی بسیار دراز تأثیرش را نشان می‌دهد. ظاهراً پیامی که باید بگیریم در این جمله‌ی مشهور لاتینی خلاصه می‌شود: Natura non facit saltum ، «طبیعت جهش ندارد.» اگر این معنا را به حوزه‌ی جامعه تعمیم بدهیم، نتیجه می‌شود که راه «طبیعی» تحولات اجتماعیْ اصلاحات گام‌به‌گام است نه انقلاب ناگهانی.

دو دیرین‌شناس، استیون جِی گولد و نایلز اِلدریج[1]، در این تدریج‌گرایی داروین دقیق شدند. بنا بر فهم آن‌ها از شواهد فسیلی (که امروزه نسبت به زمان داروین مقدارشان خیلی بیش‌تر است)، ایجاد انواعْ روندی است به صورت یک دوره‌ی بسیار طولانی ثبات و تعادل که گهگاه با تغییراتی نسبتاً ناگهانی تقطیع می‌شود. اگر حق با آن‌ها باشد، به نظر می‌رسد که طبیعت بیش‌تر انقلابی است تا اصلاح‌طلب. تعبیر «تعادل منقطع» گولد و الدریج ابتدا در میان زیست‌شناسان تکامل‌باور مخالفان زیادی داشت، اما رفته‌رفته عده‌ی موافقان این نظر بیش‌تر شده است. درهرحال، خود بحث بر سر «تعادل منقطع» نشان می‌دهد که تدریج‌گرایی داروینی یک حقیقت مسلم نیست و فقط یک باور ایدئولوژیک است.

درس مهمی که از مجموع این مطالب باید گرفت این است که معانی اجتماعی، که به نظریه‌های زیست‌شناختی نسبت می‌دهند، «نتایج منطقی خود نظریه‌ها

1. Niles Eldridge

نیستند».[۱۶] تکامل، چه آهسته رخ دهد چه ناگهانی، هیچ ربطی به طرز وقوع وقایع سیاسی ندارد. همین‌طور رقابت خونین در تکامل زیست‌شناختی الگویی نیست که جوامع بشری بخواهند از آن تقلید کنند. به طور کلی تلاش برای تقلیل قوانین جامعه‌شناسی به قوانین زیست‌شناسی را فقط می‌توان علم بدی دانست که باعث اتخاذ سیاست‌های اجتماعی بد می‌شود.

فردریک تِیلر[1] و مدیریت علمی

«اتحاد سرمایه و علم» بی‌پرده‌ترین جلوه‌گاه نظری‌اش داروینیسم اجتماعی بود، اما در عمل مستقیماً خودش را در نهضت «مدیریت علمی» نشان داد، که چون نظریه‌پرداز عمده‌اش فردریک تیلر بود به تیلریسم مشهور شد. هدف علنی تیلریسم تعمیم روش‌های علمی جدید به مسائل کاری سرمایه‌داری بود. اگرچه الهام فکری آن از شخص تیلر بود، «همان نخبگان اقتصادی و منافع تجاری»، که جنبش به‌نژادی را هزینه‌اش را تأمین کرده بودند، «در معرفی مدیریت علمی و مراقبت سازمانی به بخش صنعت هم پیشقدم شدند».[۱۷]

محور آرای تیلر، برای استفاده از روش‌های علمی در فرایندهای تولیدی، مطالعه‌ی حرکت در زمان یا زمان‌سنجیِ حرکت بود که در آن، برای بالابردن بازده، حرکات کارگر را در حین کار موبه‌مو تحلیل می‌کنند. هدف در نهایت افزایش بهره‌وری بود که تیلر اعتقاد داشت هم به سود کارفرماست و هم به سود خود کارگر. تیلر پیشنهادهایش را با ستایش از «هماهنگی کارگران با مدیریت» زینت داد و اخطار کرد شناختی که به کمک روش‌های او به دست می‌آید مبادا «چماقی بشود برای واداشتن کارگر به کار روزانه‌ی بیش‌تر با تقریباً همان دستمزدی که سابقاً می‌گرفته است».[۱۸] ولی محذورات اخلاقی او ضمانت اجرایی نداشتند؛ بسته به میل کارفرما بود.

در این میان، کسانی که موضوع مطالعه‌ی حرکت در زمان بودند طبیعتاً ترس از پیامدهای ناخوشایند آن داشتند: وادارشدن به سرعت‌دادن به کار؛ تحکیم حاکمیت استبدادی ساعت؛ تکراری‌ترشدن خسته کننده‌ی کار؛ کاهش حقوق به علت

1. Frederick Taylor

کم‌شدن مزد قطعه‌کاری؛ یا حتی به‌کلی بیکارشدن. بیخود نبود که معمولاً آن‌ها از کارشناسان بهره‌وری بدشان می‌آمد که، کرونومتر و تخته‌شاسی به دست، آن‌ها را زیر نظر می‌گرفتند و هر حرکتشان را ثبت می‌کردند. لطیفه‌ی معروفی گویای نظر کارگرها در این مورد بود:

کارشناس بهره‌وری در حال تماشای نجاری که داشت چوبی را رنده می‌کرد گفت: «کارَت عالی است. حالا فقط اگر بشود، یک سمباده به آرنجت می‌بندیم تا با یک حرکت بتوانی هم رنده کنی و هم سمباده بکشی.»
نجار جواب داد: «بعله. تو هم اگر دسته‌جارویی در ...ات فروکنی، می‌توانی درحالی‌که یادداشت برمی‌داری جارو هم بکشی.»[۱۹]

تیلر کتاب **اصول مدیریت علمی** را در ۱۹۱۱ منتشر کرد، ولی جان کلام آن خیلی پیش‌تر بیان شده بود. اندرو یور در ۱۸۳۵ نوشت که «هدف بزرگ تولیدکننده‌ی امروزی» این است که انسان کارگر را تقلیل بدهد به «قطعه‌ای از یک دستگاه مکانیکی».[۲۰] این نسخه‌ی انسانیت‌زدایی و ماشین‌وارگی کارگر بود. منتقدی فهیم، هری برِیورمن[1]، تجزیه‌ی کارْ بدون توجه به توانایی‌های انسان را «تجزیه‌ی فرد» نامید و «جنایتی علیه شخص و علیه بشر» خواند.[۲۱]

اگرچه مدیریت علمی ذاتاً جنبشی سرمایه‌داری بود، فواید اقتصادی موعودش را دشمنان قسم‌خورده‌ی سرمایه‌داری هم پسندیدند. همان سال اول انقلاب روسیه، لنین درباره‌ی تیلریسم گفت:

مثل همه‌ی پیشرفت‌های سرمایه‌داری، آمیزه‌ای از سنگدلی نابِ بهره‌کشی بورژوایی و چند دستاورد علمی بزرگ در زمینه‌ی تجزیه‌ی حرکات مکانیکی در حین کار، حذف حرکت‌های زائد و ناجور، گسترش روش‌های درست کار، معرفی بهترین شیوه‌ی حسابداری و نظارت و مانند آن‌هاست.... ما باید در روسیه تحصیل و تدریس روش تیلر را سازماندهی کنیم و مرتب آن را آزمایش کنیم و با اهدافمان سازگار سازیم.[۲۲]

1. Harry Braverman

استاخانوفی‌ها[۱] و لیسِنکویی‌ها[۲]

این فرض تردیدپذیر لنین که حکومت کارگری می‌تواند نوعی از تیلریسم را بدون «سنگدلی ناب بهره کشی بورژوایی» اعمال کند به آزمایش گذاشته نشد. صنعتی‌شدن اتحاد شوروی تحت توجهات عالی استالین انجام گرفت و فقط متعصب‌ترین استالینیست‌ها باورشان می‌شد که سیاست‌های او با نظر به رفاه تک‌تک کارگران به اجرا درمی‌آید. جنبش استاخانوفی در دهه‌های ۳۰ و ۴۰ به شکل نوعی «تیلریسم از پایین» مطرح شد و ظاهراً خود کارگران به تحمیل روش‌های «علمی» کار بر خودشان پرداختند. ولی مثل همه‌ی ابتکارات اجتماعی استالین ادعاهای آن دروغ بودند و این‌یکی هم با نهایت سنگدلی اجرا شد.

رسواترین نمونه از سیاست‌های علمی استالین حمایت او از یک متخصص کشاورزی به نام تروفیم لیسنکو در کشمکش سختی در زمینه‌ی علم وراثت یا ژنتیک بود. لیسنکوئیسم بازگشتی به نظر لامارکیِ امکان توارث صفات اکتسابی داشت که مدت‌ها پیش از ظهور لیسنکو ابطال شده بود. مکتبی‌های دست‌پرورده‌ی استالین برای «اثبات» برتری لیسنکوئیسم به ژنتیک مندلی از احکام ماتریالیسم دیالکتیک استفاده می‌کردند؛ روش «مقدم بر تجربه»‌ای که اگر خود مارکس بود آن را مردود می‌شمرد. نتیجهٔ نابودی یک نسل کامل از دانشمندان ژنتیک و سیر قهقرایی شدید این علم در اتحاد شوروی بود.[۲۳]

بحران اقتصادی، شور انقلابی و علم مردم

در آغاز دهه‌ی ۱۹۳۰ غرب به‌سرعت در حال سقوط به ورطه‌ی رکود بزرگ اقتصادی بود. در مقابل، اقتصاد برنامه‌دار اتحاد شوروی نیرومند و در حال رشد بود و دستاوردهای اجتماعی انقلاب ۱۹۱۷ روسیه از بخش وسیعی از روشنفکران غربی دل می‌برد. در این فضای مستعد انقلاب، همایشی جهانی در ۱۹۳۱ در لندن برگزار شد که می‌توان ادعا کرد نقطه‌ی مبدأ مفهوم «تاریخ علم مردم» در کتاب حاضر است.

در این همایش ــ دومین «کنگره‌ی بین‌المللی تاریخ علم و فناوری» ــ بود که

۱. جنبشی منتسب به آلکسی گریگوریویچ استاخانوف (Alexey Grigoryevich Stakhanov).
۲. مکتبی منتسب به تروفیم لیسنکو (Trofim Lysenko).

بوریس هِسِن مقاله‌ی دوران‌سازش را درباره‌ی کتاب اصول نیوتن ارائه کرد؛ چنان‌که پیش از این گفتیم. هسن عضو هیئتی از دانشمندان و مورخان اتحاد شوروی بود که حضورش در همایش از تلاش هماهنگ‌شده‌ی آن دولت برای طرح آرای مارکسیستی در بالاترین سطوح گفت‌وگوی اندیشمندان جهان خبر می‌داد. سازمان‌دهندگان همایش از طول و عرض هیئتی که از آن کشور وارد لندن شد حیرت کردند.

> ماه‌ها خیال کرده بودند فقط یک روس — پروفسور زاوادوفسکی[1] نامی — خواهد آمد. حالا می‌دیدند یک لشکر سیاستمدار و مدیر و دانشمند و مورخ و فیلسوف آمده‌اند، که هرکدام متن بالابلند پرآب‌وتابی هم برای سخنرانی خطاب به همایش (و جهانیان) با خودشان آورده‌اند.(۲۴)

برخورد عقاید در این همایش تأثیر زیادی داشت در این‌که تاریخ علم از آن به بعد چگونه مطالعه می‌شد و فهمیده می‌شد.

رئیس هیئت شوروی کسی نبود مگر نیکولای بوخارین[2]، رهبر بلشویک. بوخارین علاوه بر اعتبار انقلابی‌اش از برجسته‌ترین روشنفکران شوروی هم بود.

> بوخارین که هم رئیس بخش تاریخ علم آکادمی علوم شوروی بود و هم مدیر تحقیقات صنعتی شورای عالی اقتصاد شوروی، گزینه‌ی بدیهی برای ریاست هیئت بود. فیزیک‌دان سرشناس شوروی (ژوفه[3])، زیست‌شناس پرآوازه‌ی آن‌ها (واویلوف[4]) و یک تاریخ‌نگار و فیزیک‌دان گمنام به اسم بوریس هسن هم از کسانی بودند که او با خودش همراه کرد.(۲۵)

اگرچه کسی انتظار نداشت که همین شخص گمنام، یعنی هسن، ستاره‌ی نمایش بشود، مقاله‌ی او درباره‌ی کتاب اصول نیوتن بود که بیش‌ترین بحث را برانگیخت و ماندگارترین تأثیر را بر جای گذاشت.

استالین حرکتش را به‌سمت غصب قدرت در اتحاد شوروی آغاز کرده بود، ولی هنوز نتوانسته بود اختیار کامل آن را به دست بگیرد. هرچند آن زمان کم‌تر

1. Zavadovsky 2. Nikolai Bukharin 3. Adloph Joffe
4. Nikolai Ivanovich Vavilov

کسی در خارج خبرش را داشت، بوخارین و استالین سران دو جناح درگیر جنگ خونین بر سر قدرت بودند. بنابراین، هدف بوخارین در همایش لندن فقط این نبود که ارزش نظریه‌ی مارکسیستی را به دنیای خارج نشان بدهد؛ او قصد داشت هم‌قطارانش در رهبری شوروی را هم متقاعد کند که او شایسته‌ترین مدافع آن نظریه است.

شرکت‌کنندگان غربی همایش اکثراً «جمعی دانشگاهی» بودند که «احتمال نمی‌رفت نظری به‌جز این داشته باشند که علم عبارت است از مجموعه‌ی مفاهیمی که سلسله‌ای از نوابغ علمی پدید آورده‌اند».[۲۶] اما یک اقلیت مهم ــ شامل دو نفر از برگزارکنندگان همایش، جوزف نیدم و لانسلوت هاگبِن ــ طرفدار نظری بودند که بوخارین و همراهانش مطرح می‌کردند. به این ترتیب، صحنه برای یک مناظره‌ی پرنشاط آماده بود.

ولی نظریه‌ی هسن به قدری ناسازگار با تاریخ علم سنتی بود که امکان ایجاد زمینه‌ی مشترکی برای گفت‌وگو وجود نداشت. بیش‌تر شرکت‌کنندگان غربی همایش مقاله‌ی هسن را فقط نمونه‌ی دیگری از تبلیغات شوروی و عقاید مارکسیستی می‌دیدند. هسن و یارانش هم با لحن نسبتاً پرخاشگرانه و با استفاده از اصطلاحات مارکسیستی در بیان افکارشان زمینه‌ی مخالفت را مهیاتر کردند و بیش‌تر باعث تقویت پیش‌داوری‌های غربی‌ها شدند.

یک روزنامه‌نگار انگلیسی در آن زمان نوشت که هیئت شوروی «اگر به‌جای ترجمه‌ی توضیحات و ریختن آن در قالب روسی تازه از اصطلاحات رایج در زبان‌های دیگر برای بیان نظرهایش استفاده می‌کرد، زودتر به هدفش می‌رسید و موافقان بیش‌تری پیدا می‌کرد».[۲۷] اما بوخارین و هسن تابع دستور صریح دفتر سیاسی حزب کمونیست شوروی بودند مبنی بر این‌که «در گزارش‌ها بر مارکسیسم تأکید شود».[۲۸] برای همین، آن‌ها بیش‌تر از این‌که دغدغه‌ی تأثیرگذاری در دانشگاهیان غربی را داشته باشند، نگران نظر خودی‌ها درباره‌ی مقالاتشان بودند.

نتیجه‌ی همایشْ دوقطبی‌شدن الی‌الابد مورخان علم بود. دیدگاه سنتی تا چند دهه غالب ماند، ولی هسن تخم نظر مخالفی را کاشته بود که می‌گفت نقش بستر اجتماعی و عوامل خارجی را هم باید در علم منظور کرد؛ و این تخم کم‌کم جوانه

زد. انقلابیگری سیاسی و اجتماعی دهه‌ی ۶۰ انگیزه‌ی تازه‌ای به جناح «بیرونی‌گرا» و «زمینه‌باور» داد، که از آن پس نقش رهبری‌اش در کارهای پژوهشی مورخان علم روز به روز بیش‌تر شد.

جالب این‌که بلافاصله بعد از همایش، نظریه‌ی هسن درباره‌ی ارتباط علم با ظهور سرمایه‌داری با همان برخورد سردی که در غرب روبه‌رو شده بود در اتحاد شوروی هم مواجه شد. پیوندهای جناحی سرنوشت آن را رقم زدند. در پایان دهه‌ی ۱۹۳۰ هسن و بوخارین هر دو از قربانیان پاک‌سازی‌های استالین بودند. پیش از بیداری دوباره‌ای که در دهه‌ی ۶۰ اتفاق افتاد، شایسته‌ترین ستایشگران دیدگاه دوران‌ساز هسن دانشمندان بریتانیایی‌ای با گرایش‌های مارکسیستی بودند، مانند جوزف نیدم، جان برنال، جان هالدین، لانسلوت هاگبن و هایمن لیوی[1].[۲۹] دو مورد مهم تأثیرپذیری از هسن را هم در کار ادگار زیلسل (که در فصل ۶ آوردیم) و رابرت مِرتون[2] می‌بینیم.

کار زیلسل به این عنوان که بر اساس تحلیلی کاملاً مارکسیستی است در دوره‌ی جنگ سرد با بی‌اعتنایی محافل دانشگاهی روبه‌رو شد. برعکس، کتاب مرتون، علم، فناوری و جامعه در انگلستان قرن هفدهم[3]، که «اتکای فراوانی به هسن داشت»، روی خوش‌تری دید. «هرچند از مردی که یگانه نماینده‌ی بزرگ جریان عمده‌ی جامعه‌شناسی امریکایی شد تا اندازه‌ای جای تعجب داشت، هم آرایش عمومی گزارشِ خوب او و هم مقدار زیادی از داده‌های علمی، با ارجاع بجا، ولی تقریباً بدون نگاه انتقادی، از هسن گرفته شده بود.»[۳۰]

مرتون نظریه‌ی هسن را برای مصرف غربی‌ها بهداشتی کرد. جای اصطلاحات مارکسیستی را به اصطلاحات جامعه‌شناسی دانشگاهی داد و به هر جمله‌ای آن‌قدر قید زد که تقریباً آن را خالی از معنی کرد. ولی مرتون ضمن این‌که در برابر فشارهای محافظه‌کاران محافل دانشگاهی در امریکای دوران جنگ سرد سر فرود آورد، برای نظریه‌ی هسن اعتباری کسب کرد که باعث توجه به آن شد؛ توجهی که در غیر این صورت از آن دریغ می‌کردند.[۳۱]

1. Hyman Levy 2. Robert Metron
3. *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century*

«علم پرولتاریایی» استالین

از آن‌جاکه لیسنکوئیسم بهترین نمونه از نقش مخرب دخالت سیاسی در کار علم به شمار می‌رود، این‌که استالین آن را «علم پرولتاریایی» می‌نامید ممکن است دارای تأثیر منفی در کل مفهوم «علم مردم» به نظر برسد. اما شباهت دو اصطلاح فقط در ظاهر است. علم پرولتاریایی لیسنکو در برابر علم کاملاً نهادینه‌ای در رشته‌ی ژنتیک قرار گرفت. اما علم مردم در اثر حاضر اشاره به مشارکت قشرهای بسیاری از مردم در تولید علم نهادینه در رشته‌ی ژنتیک و همه‌ی رشته‌های دیگر علم دارد. تصدیق این نکته که علم جدید در بسترهای اجتماعی خاصی پدید آمده است به معنی انکار ماهیت جهان‌شمول آن نیست.[۳۲]

تقابل استالینیستی بین علم پرولتاریایی و علم بورژوایی از انواع دیگر علم‌هایی که ملی‌گرایان فرهنگی مختلف مطرح کرده‌اند جدا نیست. نازی‌ها وقیحانه «علم آریایی» را در برابر «علم یهودی» قرار دادند. هندوهای سنت‌گرا «علم هندو»ی خودشان را دارند و مسلمانان اصول‌گرا «علم اسلامی» را حربه‌ای علیه «علم منحط غربی» می‌دانند. ولی مثل استالین و لیسنکو، جنبش‌های فرهنگی گوناگونی که کوشیده‌اند خود را از دایره‌ی جهان‌شمول علم جدید خارج کنند، همیشه بیش‌تر به اعمال سلطه‌ی فکری علاقه‌مند بوده‌اند تا به کسب شناخت از طبیعت.

میرا ناندا[1]، دانشمند و فعال اجتماعی هندی، از اقوام غیرغربی خواسته است که علوم قوم‌گرا را «کیهان‌شناسی‌های نسنجیده و سنجش‌ناپذیری بدانند که برای توجیه... استبداد بعضی از سنت‌های فرهنگی ما به کار می‌روند». خانم ناندا هشدار می‌دهد که «ملی‌گرایی فرهنگی، که جهان‌گرایی علم را برنمی‌تابد، مطلقاً فاقد انگیزه‌ی مترقی است و با همه‌ی رجزخوانی‌های عوام‌فریبانه‌اش فقط می‌تواند مردمی را که ادعای نمایندگی آن‌ها را دارد در زنجیر ستم‌های دیرینه‌ای، که خرافات کهن توجیهشان می‌کنند، نگاه دارد.»[۳۳] استبدادی که او صحبتش را می‌کند همیشه بیش‌تر به زنان آسیب رسانده است.

درست؛ ولی متأسفانه از علم جهان‌شمول همه‌ی جهانیان سود نبرده‌اند؛ سهل

1. Meera Nanda

است، از علم جدید بیش‌تر برای سرکوب مردمان مستعمرات جدید استفاده کرده‌اند. از دیدگاه ملی‌گرایان فرهنگی، علم «غربی» ابتدا با ساخت زنجیرهای سلطه‌ی بیگانگان و بعد با به‌رخ‌کشیدن خودش به‌عنوان نماد برتری فرهنگی نمک روی زخم پاشیده است. وانگهی، ادعای این‌که علم جدید می‌تواند شرایط زندگی را در بخش‌های کم‌تر برخوردار جهان بهبود ببخشد عملی نشده است. معروف‌ترین وعده‌اش حل بزرگ‌ترین مسئله‌ی دنیا بود: گرسنگی.

انقلاب سبز: علم برای مردم؟

سوءتغذیه‌ی گسترده در کشورهای فقیر منشأ بیماری‌هایی است که **ده‌ها هزار مرگ در روز** را از پی خود می‌آورد. آیا وجود سوءتغذیه در چنین مقیاس بزرگی به معنی آن نیست که غذای کافی برای سیرکردن شکم همه تولید نمی‌شود؟ در این صورت، آیا راه‌حل بدیهی مسئله این نیست که تولید غذا را باید افزایش داد؟ با همین منطق ساده، مؤسساتی غربی از چند دهه پیش بر آن شدند که از منابع علم جدید برای رفع مصیبت گرسنگی جهانی استفاده کنند و دانشی فراهم آورند که به کشاورزان تنگدست در آسیا و افریقا و امریکای لاتین کمک کند غذای بیش‌تری تولید کنند.

کار از ۱۹۴۴ با برنامه‌ی «بنیاد راکفلر» برای افزایش بازده کشاورزی در مکزیک آغاز شد. موفقیت آن در بالابردن میزان محصول به‌اندازه‌ای چشمگیر بود که نتوانستند در برابر میل تعمیم آن به بقیه‌ی نقاط جهان مقاومت کنند. به این ترتیب، «انقلاب سبز» آغاز شد ــ پاسخ علم جدید به گرسنگی و فقر جهانی. مبلغان آن امیدوار بودند که بتواند از فجایع «انقلاب سرخ» برای شکستن زنجیرهای فقر جلوگیری کند.

تا دهه‌ی ۱۹۷۰ مؤسسات پژوهشی «بنیاد راکفلر و فورد» گونه‌های تازه‌ای از گندم و برنج و ذرت پرورش دادند و در سراسر جهان پخش کردند. این «بذرهای معجزه»ی انقلاب سبز با شیوه‌های جدید کشت که جانشین روش‌های سنتی میلیون‌ها کشاورز تهیدست شد همراه بودند:

> تا دهه‌ی ۱۹۹۰ حدود ۷۵ درصد مزارع برنج آسیا با این گونه‌های جدید به زیر کشت رفت. مقدار کشت به حدود نیمی از گندم افریقا و بیش از نیم در آسیا و امریکای لاتین و نزدیک به ۷۰ درصد ذرت جهان می‌رسید.

روی‌هم‌رفته، برآورد شد که ۴۰ درصد همه‌ی کشاورزان جهان سوم از بذرهای «انقلاب سبز» استفاده کرده‌اند. بیش‌ترین مقدار در آسیا بود و بعد در امریکای لاتین.[۳۴]

«انقلاب سبز» به‌خودی‌خود یک دستاورد درخشان بود. حتی سختگیرترین منتقدان آن می‌پذیرند که «پیشرفت‌های تولیدی انقلاب سبز قصه نیست؛ از برکت بذرهای جدید، ده‌ها میلیون تن گندم بیش‌تر در سال برداشت می‌شود». این البته خوب بود، ولی کافی نبود. تناقض مهلک انقلاب سبز این است که «هرچه تولید غذا بیش‌تر می‌شود، گرسنگی هم بیش‌تر می‌شود». تحلیل آماری دستاوردهای انقلاب سبز از ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ نشان می‌دهد که در امریکای جنوبی،

درحالی‌که عرضه‌ی سرانه‌ی غذا حدود ۸ درصد بالا رفت، عده‌ی افراد گرسنه ۱۹ درصد افزایش یافت. در جنوب آسیا تا ۱۹۹۰، ۹ درصد غذا بیش‌تر شد، ولی تعداد گرسنه‌ها هم ۹ درصد زیاد شد. افزایش گرسنگان به علت ازدیاد جمعیت نبود. مقدار غذای موجود برای هر نفر عملاً بیش‌تر شد.[۳۵]

غذای بیش‌تر و بازهم گرسنگی؟ چطور ممکن است؟ «مخلص کلام، اگر فقرا پول خرید غذا را نداشته باشند، تولید بیش‌تر هیچ کمکی به آن‌ها نخواهد کرد.» اصل مسئله این است که «خیلی از مردم، به علت نابرابری شدید و روزافزون، همان غذای موجود هم گیرشان نمی‌آید». بدبختانه انقلاب سبز هم نابرابری اجتماعی را کاهش که نداد هیچ، افزایش هم داد. با اجرای آن در «نظامی اجتماعی که به سود توانگران و به زیان تهیدستان کار می‌کرد، بدون توجه به دشواری‌های اجتماعیِ دستیابی به مزایای فناوری» بیش‌تر باعث افزایش شکاف بین تولیدکنندگان بزرگ و کوچک شد.[۳۶]

گونه‌های تازه‌ی گندم و برنج و ذرت، برای این‌که معجزه کنند، نیاز به استفاده‌ی وسیع از کود و سم داشتند، که بیش‌تر کشاورزهای اجاره‌دار از عهده‌ی خرید آن‌ها برنمی‌آمدند. زارعان بزرگ که بضاعتش را داشتند، کارشان رونق می‌گرفت و کشاورزان تنگدست نانشان آجر می‌شد. وانگهی، زمینداران بزرگ سودآورترین

محصولات فروشی را برای صدور تولید می‌کردند و از تولید اقلام پرمصرف برای تغذیه‌ی جمعیت خودی شانه خالی می‌کردند. و «کشاورزان» بزرگی که بیش‌ترین سود را از فناوری جدید می‌بردند نه در آسیا بودند، نه در افریقا و نه در امریکای لاتین. آن‌ها غول‌های تاجری بودند از قبیل دل مونته، اندرسون کلیتون و استاندارد برَندز.

عقیده‌ی ساده‌لوحانه به این‌که با افزایش موجودی غذا مسئله‌ی گرسنگی حل می‌شود، ناشی از ناآگاهی کامل به تاریخ اقتصاد کشاورزی بود. تا کمی بیش‌تر از یک قرن پیش، تولید غذا تکافوی نیاز جمعیت جهان را نمی‌کرد. در آن بستر، این پیش‌بینی سال ۱۷۹۸ مالتوس که موجودی غذای دنیا روز به روز کم‌تر خواهد شد به نظر نامعقول نمی‌آمد. اما او سخت در اشتباه بود! تا ربع آخر قرن نوزدهم بازده کشاورزی به اندازه‌ای بالا رفت که مقدار غذا **بیش از حد** زیاد شد؛ بیش‌تر از حدی که بازار بتواند جذبش کند. قیمت محصولات کشاورزی سقوط کرد و عده‌ی فزاینده‌ای از کشاورزان ورشکست شدند. یک **بحران همیشگی اضافه‌تولید در کشاورزی** به وجود آمد که امروز هم شاهد آن هستیم.

موقعی‌که رکود اقتصادی دهه‌ی ۱۹۳۰ آغاز شد، موج سهمگین «غذای مازاد» لزوم دخالت دولت را پیش آورد تا از فلج‌شدن کامل کشاورزی جلوگیری کند. به این ترتیب، یکی از تاریخی‌ترین نمونه‌های پوچی به منصه‌ی ظهور رسید. در جهان گرسنه، سیاست کشاورزی در اقتصادهای بازاری پیشرفته از سال‌ها قبل عبارت بوده است از **کاهش تولید غذا** برای «حمایت از قیمت‌ها». خروارها گندم و غلات دیگر را به آتش کشیده‌اند یا در انبارها نگه داشته‌اند تا سر از بازار درنیاورند. به کشاورزها پول داده‌اند تا ده‌ها میلیون جریب زمین کشاورزی را به زیر کشت نبرند. اسم این وضع را، برای ادای احترام طعنه‌آلودی به پیشگویی وارونه‌ی مالتوس، گذاشته‌اند «کشاورزی مالتوسی». پس آیا تعجب دارد که برنامه‌ی «انقلاب سبز» برای افزایش تولید غذا نتوانسته است گرسنگی جهانی را کاهش بدهد؟

نهایتاً این‌که «علت گرسنگی کمبود غذا نیست و با تولید بیش‌تر نمی‌شود آن را از بین برد».[۳۷] در این بین، افزایش وابستگی کشاورزی به مواد شیمیایی گران به تقویت سلطه‌ی شرکت‌های چندملیتی بر تولید غذای جهان منجر شد. اما چون

کودها و سم‌های شیمیایی آن‌ها قانون کاهش سود به علت افزایش هزینه را نقض می‌کرد، همین شرکت‌ها چاره‌ی کار را در پیشبرد مهندسی ژنتیک دیدند. منتقدان انقلاب سبز هشدار می‌دهند که «وقتی مونسانتو، دوپون، نووارتیس و دیگر شرکت‌های شیمیایی و زیست‌فناوری می‌گویند مهندسی ژنتیک باعث افزایش محصول می‌شود و گرسنه‌ها را سیر می‌کند، ما باید شک کنیم».[۳۸]

خطر استفاده‌ی وسیع از سموم آفت‌کش برای افزایش تولید غذا خودش را به فجیع‌ترین شکل در ناگوارترین حادثه‌ی صنعتی تاریخ نشان داد. سال ۱۹۸۴ نشت گاز متیل ایزوسیانات از یک کارخانه‌ی تولید سم در بوپال[1] هندوستان به مرگ ۲۰۰۰۰ نفر انجامید و ۱۰۰۰۰۰ نفر دیگر را مبتلا به بیماری‌های مزمن کرد. بیست سال بعد، سازمان عفو بین‌المللی در گزارش شدیداللحنی صاحبان کارخانه‌ی بوپال را متهم کرد که از مسئولیت‌های حقوق بشری خود طفره رفته‌اند. اما شرکت یونیون کارباید و شرکت مادرش، داو کمیکال، مسئولیت حادثه را نپذیرفتند و از پرداخت غرامت قابل توجهی به قربانیان آن شانه خالی کردند. در گزارش عفو بین‌الملل، یونیون کارباید همچنین متهم شده است به این‌که از ارائه‌ی اطلاعات ضروری برای معالجه‌ی قربانیان خودداری کرده است.[۳۹]

انقلاب سبز را به‌عنوان مثال اعلای «علم برای مردم» در بوق کردند، ولی برعکس نشان‌داد که علم تا چه اندازه گوش‌به‌فرمان نظام اقتصادی حاکم جهان شده است. دنیای امروز، به‌رغم پیشرفت‌های درخشان علم جدید و عجایب فناوری که به ارمغان آورده است، هنوز جایی است که جیب‌های پرپول به ریش میلیاردها انسان دچار گرسنگی و بیماری و ستم و فقر توانفرسا می‌خندند.

عجیب نیست که اواخر قرن بیستم شاهد بی‌اعتمادی گسترده به علم جدید بود. حالا دانشمندان را جایزالخطا می‌بینند ــ و درعین‌حال مغرورتر از آنی که جایزالخطایی خودشان را بپذیرند. گاهی آن‌ها را حقوق‌بگیر شرکت‌های بزرگ و دستگاه‌های دولتی برای دفاع از منافع آن‌ها می‌شمارند. به عصر «علم پسامدرن» خوش آمدید!

این دگرگونی بنیادین در طرز تلقی عمومی از علمْ بازتاب سیر فاجعه‌بار تاریخ

1. Bhopal

قرن بیستم بود که به تکان‌دهنده‌ترین شکل در نابودی هسته‌ای جمعیت هیروشیما و ناگاساکی به نمایش درآمد. شورچشم‌ها پیش از آن در مورد روی تیره‌ی علم جدید هشدار داده بودند، اما نگرانی‌های آن‌ها را افکار عمومی جهان کمابیش نادیده گرفت تا این‌که بمب اتم نشان داد شناخت طبیعت تا چه اندازه می‌تواند خطرناک شود.

رِیچل کارسون[1] و جنبش زیست‌محیطی

محبوبیت «علم کلان» رخوتی به آن داد که مانع از تنزل آنی‌اش شد. ولی بنای عظیم علم از اواخر دهه‌ی ۱۹۵۰ شروع به ترک‌برداشتن کرد، وقتی‌که «کمیته‌ی سنت‌لوئیس برای آگاهی هسته‌ای» ــ سازمانی که بَری کامِنِر[2] با چند دانشمند سیاسی دیگر تأسیس کرده بود ــ درباره‌ی خطرهای بارش رادیواکتیو از آزمایش‌های هسته‌ای نِوادا هشدار داد. کامنر و دوستانش «جنبش آگاهی علمی» را به راه انداختند تا این فکر را جا بیندازند که تعهد دانشمندان نه به حکومتیان بلکه به مردم است. آن‌ها معتقد بودند دانشمند اخلاقاً موظف است که کاملاً و مستقیماً خود مردم را از جوانب علمی مسائل اجتماعی آگاه کند.[۴۰]

اما رساترین صدای ناراضی تا کنون از آنِ ریچل کارسون بوده است. انتشار بهار ساکت او در ۱۹۶۲ جنبش زیست‌محیطی را پدید آورد و بحثی به پا کرد که موجب بازنگری اساسی به جایگاه علم در زندگی انسان شد.[۴۱] خانم کارسون اعلام کرد که استفاده‌ی زیاد از آفت‌کش‌ها و دیگر مواد شیمیایی مصنوعی برای تولید غذا یک خطر جدی برای بشر و نهایتاً بقای همه‌ی جانداران در زمین است. بهار ساکت با ارتباط‌دادن بحران زیست‌محیطیِ قریب‌الوقوع با انگیزه‌ی کور کسب سود در شرکت‌های زراعی و صنایع شیمیایی یک چالش بزرگ برای «اتحاد سرمایه و علم» به وجود آورد.

دور از انتظار نبود که صنعت‌های آماج حمله‌ی او، دست در دست وزارت کشاورزی امریکا، تهاجم ددمنشانه‌ای علیه او و کتابش سازمان بدهند. شرکت‌های شیمیایی بزرگ و متحدان تجاری آن‌ها «ربع میلیون دلار برای بی‌اعتبارکردن

1. Rachel Carson 2. Barry Commoner

تحقیقات و خراب‌کردن شخصیت او هزینه کردند».[۴۲] نیویورک تایمز نوشت: «بعضی شرکت‌های مواد شیمیاییِ کشاورزی از دانشمندان خودشان خواسته‌اند کتاب خانم کارسون را سطر به سطر بررسی کنند. شرکت‌های دیگری در حال تشکیل پرونده برای دفاع از محصولات خویش‌اند. ملاقات‌هایی در واشینگتن و نیویورک صورت گرفته است. بیانیه‌هایی در دست تهیه‌اند و ضدحمله‌هایی طرح‌ریزی می‌شود.»[۴۳]

از آن‌جاکه «در امریکای پس از جنگ، علمْ خدا بود و علمْ مرد بود»، جنسیت نویسنده ضرورتاً به عامل مهمی در مبارزه علیه بهار ساکت تبدیل می‌شد. نمایندگان مطبوعاتی صنایع شیمیایی خانم کارسون را این‌طور توصیف می‌کردند:

> زنی عصبی که تصور ترسناکش از آینده را می‌شد ندیده گرفت یا، در صورت لزوم، منکوب کرد. او «عاشق گل و بلبل» بود، زنی که گربه نگه می‌داشت و بنابراین مشکوک بود. او «پیردختر»ی احساساتی بود که از علم ژنتیک حالش به هم می‌خورد. خلاصه‌ی مطلب، کارسون زنی بود که کسی حریفش نمی‌شد. او پایش را از چارچوب جنسیت و علم خودش بیرون گذاشته بود.[۴۴]

دانشمندانی که حقوق‌بگیر شرکت‌های آلوده‌کننده‌ی محیط زیست بودند فکر می‌کردند که می‌توانند استدلال‌های او را به این صورت بی‌اعتبار کنند که مدعی شوند او «بیگانه‌ای است که هرگز در هیچ نهاد علمی‌ای نبوده است. ... او در مسیر زندگی‌اش سنت را رعایت نکرده؛ نه وابستگی دانشگاهی داشته و نه جایگاهی در هیچ نهادی». بدترین صفت او به چشم آن‌ها این بود که «تعمداً برای مخاطب عام می‌نوشت، نه برای جمع علمی محدودی».[۴۵] ولی با همه‌ی کوشش‌های نخبگان علمی برای راندن او به حاشیه، این «نویسنده‌ی مردم» توانست جنبش اجتماعی بزرگی در برابر «علم کلان» به وجود آورد. او اعلام کرد که «ما در دورانی علمی به سر می‌بریم، اما گمان می‌کنیم که شناخت علمی فقط حق جمع کوچکی است که خودشان را زاهدانه در آزمایشگاه‌هایشان زندانی کرده‌اند؛ اما حقیقت به‌جز این است؛ مواد علمْ مواد خود زندگی است».[۴۶]

کارسون «روش علمی متفاوت خودش را مطرح کرد: مشاهدات و تفسیرهای

مـردم بـه انـدازه‌ی مشـاهدات و تـفسیرهای دانشـمندان اهـمیت دارد و مـعیار تصمیم‌گیری درباره‌ی خطرهای زیست‌محیطیْ اخلاق اجتماعی است».[۴۷] از باب تأثیر او در خود علم باید گفت که بهار ساکت با رویگردانی از شیوه‌های مکانیکی و تقلیلی و با جلب توجه به محیط زیست، توانست سمت‌وسوی تـازه‌ای بـه دانش زیست‌شناسی بدهد.

وقتی‌که صنایع شیمیایی و دانشمندانِ موظف آن‌ها دیدند که نگرانی مـردم از بابت محیط زیست غولی است که دیگر نمی‌شود به داخل بطری برگرداندش، لازم دیدند که سیاست خود را عوض کنند. حالا به‌جای این‌که با جنبش رو در رو شوند، شروع به همکاری با آن کردند. در نتیجه، «طرفداری از محیط زیست به مسئله‌ای مورد اتفاق همه‌ی سیاستمداران تبدیل شد و یوغ زیست‌بوم‌گرایـان حـرفه‌ای بـه گردنش افتاد». نخبگان علمی «ورد زبانشان شد بوم‌شناسی» و

> این مفهوم یکی از سنگ‌پایه‌های جریان اصلی طرفداری از مـحیط زیست شد. اما این آن بوم‌شناسی یاغی نبود که ارزش‌های اقتصادی و عادت‌های مصرفی و نظارت فنی-علمی را از ریشه می‌زد. یک ذهنیت مـهندسی بـود که مسئله‌ی فضولات، آلودگی، جمعیت، تنوع زیستی و سـموم مـحیطی را قابل حل از راه‌های علمی می‌دانست.[۴۸]

جنبش محیط زیست در کنار جریان اصلی خود، گرایش‌های تندتری از قبیل اکوفمینیسم و جنبش عدالت زیست‌محیطی را هم پرورانده است. این دومـی، بـه گفته‌ی یکی از سخنگویانش، نماینده‌ی «رنگین‌پوستان، طـبقه‌ی کـارگر و فـقرا» است؛ کسانی که

> کم‌تر از ما نگران مرداب‌ها و پرندگان و حیات وحش نـیستند، ولی ضـمناً نگران زیستگاه‌های شهری، یعنی محل زندگی مردم در شهرها، هم هستند و همین‌طور نگران مناطق حفاظت‌شده و نگران اتفاقاتی که در مرز امریکا با مکزیک می‌افتد و نگران کودکانی که از سرب آلونک‌ها مسموم می‌شوند و کودکانی که در زمین‌های آلوده بازی می‌کنند.[۴۹]

با وجود جنبش عدالت زیست‌محیطی و اکوفمینیست‌ها و تندروهای دیگر،

نقشه‌ی همکاری شرکت‌ها با آن‌ها تا حد زیادی توانست از تغییرات اساسی جلوگیری کند. در نتیجه، با این‌که دولت‌ها اقداماتی برای حل بعضی مشکلات زیست‌محیطی انجام داده‌اند و اصلاحات محدودی انجام گرفته است، تصویر کلی هنوز تیره است. به قول نویسنده‌ی زندگی‌نامه‌ی کارسون، «به‌رغم چند دهه اعتراض و آگاهی زیست‌محیطی و به‌رغم هشدار آخرالزمانی ریچل کارسون به امریکایی‌ها درباره‌ی مسئله‌ی مواد سمی، عدم کاهش مصرف آفت‌کش‌ها از شکست‌های سیاسی بزرگ عصر محیط زیست بوده است. آلودگی جهانی امروزه یک واقعیت زندگی بشر است».[۵۰]

در این میان یک غول دیگر هم از بطری گریخته است که نتوانسته‌اند برش گردانند. علم را مدافعانش از قدیم به‌عنوان شکل عالی‌تر شناخت ستوده‌اند و بی‌طرفی و بی‌غرضی عاملانش را ضامن ارزش حقیقت آن دانسته‌اند. ولی حمله به کتاب بهار ساکت نشان داد ــ به همه جز آن‌هایی که عمداً خودشان را به کوری می‌زنند ــ که «علم کلانِ» کاملاً غرض‌دارْ نمایندگی منافع شرکت‌ها را به عهده گرفته است. «اتحاد سرمایه و علم» از مدت‌ها پیش مایه‌ی فساد علم شده بود، ولی در این زمان سازوکار فساد نمایان شده و بیش از همیشه بدیهی بود. دانشمندانی که به استخدام شرکت‌ها درآمده‌اند، با همه‌ی ادعای پایبندی به عینیت، روز به روز بیش‌تر به نظر می‌رسد که روحشان را به شیطان فروخته‌اند.

فمینیسم علیه پزشکی

عمیق‌ترین مخالفت مردمی با یکی از علوم سنتی در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ بروز کرد که جنبش آزادی زنان و جنبش آگاهی علمی، دست در دست یکدیگر، جنبش خودیاری پزشکی را به راه انداختند. انبوهی از زنان برای نجات از شر پزشکانِ «افاده‌ای، آقابالاسر، قاضی‌مآب و نم‌پس‌نده» شروع کردند به این‌که خودشان کالبدشناسی و تن‌کارشناسی زنان و طرز معاینه‌ی خودشان را یاد بگیرند تا حرفه‌ی مردسالار را وادار کنند با آن‌ها محترمانه ــ مثل مصرف‌کنندگان آگاه خدمات پزشکی ــ رفتار کند. این رویکرد انتقادی فمینیست‌ها امروزه چنان عادی شده است که نقش مهم آن‌ها در تحول حرفه‌ی پزشکی معمولاً نادیده یا دست‌کم گرفته می‌شود.

یک نقطه‌ی عطف در این مبارزهٔ انتشار کتاب بدن‌های ما، خود ما در ۱۹۷۳ به همت «تعاونی کتب بهداشتی زنان بوستون» بود. در تجدید چاپ آن (۱۹۸۴) اهداف جنبش از این قرار اعلام شد:

ما خواستار بازپس‌گیری دانش و مهارت‌هایی هستیم که نظام پزشکی بی‌جهت غصب کرده است. ما می‌خواهیم که روش‌های درمانی بازدارنده و غیر پزشکی در دسترس همه‌ی نیازمندان قرار بگیرد. ما متعهدیم که افشا کنیم نظام پزشکی چگونه می‌کوشد این روش‌های جایگزین (مثل زایمان در خانه یا مراقبت مامایی در خانه) را از بین ببرد.[۵۱]

نویسندگان کتاب، با «قصه» نامیدن این باور که «پزشکی علم است»، اعلام کردند:

حقیقت: پزشکی اعتبارش را بیش‌تر از این بابت دارد که در اذهان عمومی با علم نسبت پیدا کرده است و ادعای عینیت و بی‌طرفی دارد. بسیاری از نظریه‌هایی که طب جدید بر آن‌ها استوار است در واقع از فرض‌ها و پیش‌فرض‌های آزمایش‌نشده‌ی رهبران پزشکی نسل‌های گذشته سرچشمه گرفته‌اند.... در نظر بگیرید سخنان زشتی را که مقامات پزشکی در طول سالیان به نام «علم» درباره‌ی گروه‌های به‌زعم آن‌ها «پست»، از قبیل زنان و سیاهان، بر زبان آورده‌اند و سپس همین گفته‌های شبه‌علمی برای محروم‌کردن این گروه‌ها از حق نظارت اجتماعی و قدرت سیاسی به کار رفته است.[۵۲]

البته «سخنان زشت» در مورد زنان در تاریخ پزشکی نه یک استثنا بلکه قاعده بوده است. در قرن نوزدهم

نظریه‌ای به‌اصطلاح علمی در پزشکی اول می‌گفت که زنْ بیمار است، چون زن است و بعد می‌گفت که زن اگر سعی کند پا از نقش زنانه‌ی قراردادی‌اش فراتر بگذارد، بیمار می‌شود. به این ترتیب، زن نه راه پس داشت نه راه پیش. آن «بیماری» تقریباً همیشه ارتباط داده می‌شد با دستگاه تناسلی زن، که گمان می‌رفت... نفس طبیعتش مرضی است.[۵۳]

نویسندگان بدن‌های ما، خود ما سؤال حساسی می‌کردند و خودشان جوابش را می‌دادند:

چرا نظام پزشکی امریکا خدمات ارزان ارائه نمی‌کند و تأکیدش را بر روی پیشگیری و مراقبت‌های اولیه نمی‌گذارد؟ علت اصلی‌اش باید سودجویی باشد. شاهد «شرکتی‌شدن» سریع مراقبت‌های پزشکی بوده‌ایم، یعنی مراقبت‌های زنجیره‌ای شامل آزمایشگاه‌ها، اورژانس‌ها، سی‌تی‌اسکن‌های سیار و غیره، همین‌طور بیمارستان‌ها و آسایشگاه‌ها ــ تکثیر خدمات جداگانه فقط برای پول. مراکز دانشگاهی، دانشکده‌های پزشکی، بیمارستان‌های آموزشی برای خودشان ترتیبات جدید بی‌سابقه‌ای به وجود آورده‌اند که با شرکت‌های دارویی پرسودشان میلیون‌ها دلار به جیب می‌زنند ــ همه به اسم «تحقیقات علمی».[۵۴]

انتقاد فمینیست‌ها از شرکتی‌شدن علم پزشکی را می‌شود به کل علم جدید تعمیم داد.

ظهور مجتمع‌های علمی-صنعتی

در ۱۹۶۱ آیزنهاور، رئیس‌جمهور امریکا، با هشداری بسیار نقل شده از او در مورد «احتمال فاجعه‌ی ظهور قدرت نابجا» در «مجتمع‌های نظامی-صنعتی»، دوره‌ی ریاست‌جمهوری‌اش را پایان داد.[۵۵] این روزها علم در امریکا هم کنیز زرخرید آن مجتمع‌هاست و هم یک مجتمع کوچک برای خودش: کلاف سردرگم دانشگاه و دولت و سرمایه. سال‌هاست که با هدایت کمک‌هزینه‌های تحقیقاتی دولتی به‌سمت یک گروه خاص از مؤسسات، «تضمین شده است که پولدارها پولدارتر شوند».[۵۶]

نشریه‌ی نیو ساینتیست در سال ۲۰۰۲ گزارش کرد که «اکنون دو سوم تحقیقات را شرکت‌ها تأمین هزینه می‌کنند، و عمده‌ی این علمِ خصوصی‌شده به دست شرکت‌های جهانی می‌افتد که پیوسته معدودتر می‌شوند و پیوسته بزرگ‌تر».[۵۷] اما تباهی علم فقط نتیجه‌ی کارکردن مستقیم پژوهشگران برای شرکت‌ها نیست. عامل مشخص دیگرْ وابستگی آزمایشگاه‌های دانشگاهی و نهادهای دولتی به

صنایع است که آن‌ها را بیش از پیش تبدیل به یک موجود واحد می‌کند. شلدون کریمسکی[1]، منتقد اجتماعی، می‌نویسد: «اختلاف منافع در علم دیگر استثنا نیست و یک قاعده‌ی رفتاری است. محیط تحقیقات دانشگاهی، همواره و بی‌پرده، مربوط به بخش خصوصی شناخته می‌شود.»(۵۸)

خصوصی‌شدن علم با تصویب «قانون بای-دُل»[2] در ۱۹۸۰ شتاب بیش‌تری گرفت. این قانون به دانشگاه‌ها و سرمایه‌داران کوچک اجازه می‌دهد دستاوردهای تحقیقاتی را که به هزینه‌ی دولت صورت می‌گیرد به نام خود ثبت کنند. البته شرکت‌های بزرگ هم مطمئن بودند که روزی آن‌ها هم این امتیاز را به دست خواهند آورد و در سال ۱۹۸۷ این اتفاق افتاد. مرزهای بین دولت و صنعت و دانشگاه، در تحقیقات، روزبه‌روز کم‌رنگ‌تر شده‌اند. بنابراین، پولی که با هدف تولید علم از جیب مردم به حساب دانشگاه‌ها می‌رود، سودش عاید شرکت‌های خصوصی می‌شود.

غول‌های دارویی و علوم پزشکی

قابل اعتمادنبودن نتایج تحقیقات دانشمندانی که برای صنایع دارویی کار می‌کنند برای همه‌ی مصرف‌کنندگان داروهای آن‌ها نکته‌ای است که اهمیت حیاتی دارد. منتقدی می‌نویسد: «حدود یک‌چهارم دانشمندانی که پژوهش‌های پزشکی انجام می‌دهند ارتباطی مالی با صنایع دارند. پس عجیب نیست که رابطه‌ای قوی بین حمایت مالی و نتایجی که دانشمندان از یافته‌هایشان می‌گیرند برقرار است.»(۵۹) مجله‌ی انجمن پزشکی امریکا (جاما، *JAMA*) که از سخنگویان معتبر جامعه‌ی پزشکی این کشور به شمار می‌رود مسئله را پذیرفته است: «به گفته‌ی جاما، بعضی شرکت‌های دارویی بزرگ و کوچک با محققان دانشگاهی سودجو تبانی کرده‌اند و داده‌های علمی را تحریف و بزرگ‌نمایی کرده‌اند تا اول تأیید قانونی را بگیرند و بعد پزشکان را ترغیب کنند که تولیدات آن‌ها را برای مردمِ ازهمه‌جابی‌خبر تجویز کنند.»(۶۰)

ولی جاما از تقصیر خودش چیزی نمی‌گوید. ریچارد هورتون[3]، سردبیر

1. Sheldon Krimsky 2. Bayh-Dole Act 3. Richard Horton

لَنسِت، فرد شایسته‌ای است برای ارزیابی وضع روزنامه‌نگاری پزشکی. او می‌نویسد: «کار انتشارات شده است قالب‌کردن بازاریابی به اسم علم.» نشریات پزشکی «تا حد اطلاعات‌شویی برای صنایع دارویی تنزل کرده‌اند» و به این ترتیب «مانعی بر سر راه علم راستگو» شده‌اند. ژست «داوریِ بی‌طرفانه»ی آن‌ها تناقض دارد با این‌که «مالکان آن‌ها ناشران و انجمن‌های علمی‌ای هستند که از آگهی‌های شرکت‌های دارویی سودهای کلان انتظار دارند و به جیب می‌زنند». حرف آن‌ها قابل اعتماد نیست. هورتون این‌طور نتیجه‌گیری می‌کند که «آرای را به مزایده می‌گذارند؛ علم هم کالایی است که خرید و فروش می‌شود.»[۶۱]

به‌صرف این‌که از دانشمندی به‌عنوان نویسنده‌ی مقاله‌ای در نشریه‌ای علمی نام برده‌اند، نباید تصور کرد که مقاله را واقعاً خود او نوشته است، چون امروزه «نوشتن به‌جای دیگران در علم و در پزشکی برای خودش صنعتی شده است».[۶۲] برای نمونه در ماه مه‌ی سال ۲۰۰۲ نیویورک تایمز در گزارشی درباره‌ی نوروتونین، دارویی برای بیماری صرع، نوشت: «وارنر-لَمبرت دو شرکت بازاریابی را هم برای نوشتن مقالاتی در زمینه‌ی موارد مصرف نابجای نوروتونین به کار گرفت و پزشکانی پیدا کرد که با کمال میل به اسم خودشان مقاله‌ها را امضا کردند».[۶۳]

«اکسِرپتا مدیکا» یک شرکت انتشارات پزشکی در نیوجرزی است که برای شرکت‌های دارویی «ابزار ذی‌قیمتی» تهیه می‌کند: «مقاله‌های علمیِ حاضر و آماده در نشریات پزشکی طراز اول با امضای استادان سرشناس دانشگاه‌ها.»[۶۴]

> طرز کار به این شکل است: اکسرپتا با شرکتی قرارداد می‌بندد تا استاد دانشگاهی برجسته‌ای پیدا کند که رضایت بدهد نامش را در پای مقاله‌ای توصیفی یا تحقیقی بگذارد که کس دیگری نوشته است؛ کسی که یا برای شرکت کار می‌کند یا اکسرپتا انتخابش کرده است. [در یک مورد مشخص] نویسنده‌ی مقاله خبرنگار مستقلی بود که ۵۰۰۰ دلار گرفت تا تحقیق کند و مقاله‌ای مطابق شرایط شرکت بنویسد. متخصص دانشگاهی‌ای که نامش به‌عنوان نویسنده درج شد ۱۵۰۰ دلار گرفت. نمایندگان صنایع دارویی می‌گویند کاملاً عادی شده است که مقاله‌های نشریات را گزارشگران آزاد بنویسند.[۶۵]

در مواردی «دانشمندی که نویسنده‌ی مقاله قلمداد می‌شود، حتی داده‌های خامی را که مقاله بر اساس آن‌ها نوشته می‌شود نمی‌بیند؛ فقط جدول‌هایی را می‌بیند که کارمندان شرکت تهیه کرده‌اند».[۶۶]

اطلاعات علمی‌ای هم که در اختیار مردم قرار می‌گیرد به همین ترتیب اغلب متأثر از اختلافات پنهانی و ناگفته‌ی صاحبان منافع است. در ۱۹۶۶ کتاب پرخواننده‌ای به نام همیشه زنانه[1] استروژن را داروی معجزه‌آسایی نشان می‌داد که به زنان کمک می‌کرد همواره جوان و زیبا بمانند. کتاب نوشته‌ی یک پزشک بود و به نظر معتبر می‌آمد، ولی بعد معلوم شد که آن را شرکت دارویی وایِت سفارش داده است؛ شرکتی که برای داروهای جانشین هورمون بازاریابی می‌کرد.[۶۷]

آیا دانشمندان دولتی از مردم حمایت می‌کنند؟

بدبختانه به نظارت دولتی بر علم شرکت‌های دارویی هم نمی‌شود اعتماد کرد. در امریکا دانشمندان «وزارت غذا و دارو» (اف‌دی‌ای، FDA) وظیفه دارند که از مردم در برابر داروهای خطرناک محافظت کنند. اما «اف‌دی‌ای» تنزل کرده است به مقام «بنگاهی که اختلاف منافع در آن در روند ارزیابی داروها امری کاملاً عادی شده است».[۶۸] در ۱۹۹۸ اف‌دی‌ای بر واکسنی مهر تأیید زد که خیلی زود ناچار شدند از بازار جمعش کنند، چون گزارش‌هایی درباره‌ی ارتباط آن با یبوست شدید در کودکان منتشر شد. بعد کاشف به عمل آمد که «هیئت‌های رایزنی اف‌دی‌ای و مراکز کنترل بیماری پر بود از اعضایی که با تولیدکنندگان واکسن رابطه داشتند».[۶۹] سال ۲۰۰۰ تحقیقی نشان داد که «بیش از نیمی از متخصص‌های استخدام‌شده برای راهنمایی دولت در مورد ایمنی و کارایی داروها با شرکت‌های دارویی‌ای که از تصمیمات آن‌ها سود می‌برند یا زیان می‌بینند ارتباط دارند».[۷۰]

نوامبر ۲۰۰۴ دیوید گراهام[2]، که بیست سال در مقام کارمند ایمنی در اف‌دی‌ای کار کرده بود، در مجلس سنای امریکا شهادت داد که مافوق‌های او سعی کرده‌اند «او را ساکت کنند و زیر فشار بگذارند تا در مورد ایمنی بعضی داروها کم‌تر ایراد بگیرد». اگرچه مقامات اف‌دی‌ای اظهارات گراهام را تکذیب کردند، یک ماه بعد

1. *Feminine Forever* 2. David Graham

گزارشی از بازرسی کل «اداره‌ی خدمات بهداشتی و انسانی» ادعای گراهام را تأیید کرد. در گزارش آمده بود که «محیط کار در مرکز پژوهش و ارزیابی دارویی اف‌دی‌ای طوری بوده است که کم‌تر اجازه‌ی ابراز نارضایتی را می‌داده یا این‌که مخالفت علمی را به‌کلی سرکوب می‌کرده است». از ۳۶۰ متخصص شاغل در اف‌دی‌ای که مورد سؤال قرار گرفتند، گزارش شد که ۶۳ نفر «تحت فشار قرار گرفته‌اند تا (مصرف یک داروی جدید را) به‌رغم تردیدهایی درباره‌ی ایمنی، کارایی، یا کیفیت دارو تأیید یا توصیه به تأیید کنند». اداره‌ی دولتی قصد نداشت نتایج تحقیقش را فاش کند؛ گزارش با تلاش‌های دو گروه اطلاع‌رسانی علمی منتشر شد: «کارمندان خواهان مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی» و «پیمان دانشمندان نگران».[۷۱]

موارد آشکار اختلاف منافع و سوءرفتار علمی فراوان است، اما همان‌طور که کریمسکی می‌گوید، آن‌هایی که توجه‌ها را به خود جلب می‌کنند فقط «نوک آن کوه یخ معروف‌اند». رسوایی آلار[1] یادتان می‌آید؟ در ۱۹۸۹ مردم امریکا از طریق برنامه‌ی تلویزیونی پربیننده‌ی ۶۰ دقیقه مطلع شدند که این آفت‌کش پرمصرف یک ماده‌ی سرطان‌زای بسیار خطرناک است.[۷۲] در واقع گروهی از دانشمندان «مؤسسه‌ی حفاظت از محیط زیست» (ای‌پی‌ای، EPA) چهار سال قبل‌تر به این نتیجه رسیده بودند، ولی از آن‌ها خواسته شده بود که یافته‌هایشان را برای بررسی بیش‌تر به هیئت دیگری از متخصص‌های ظاهراً بی‌طرف نشان بدهند. این هیئتِ مشورتی ماده‌ی آلار (نام تجارتی ماده‌ی دامینوزین) را تا حد قابل قبولی بی‌خطر تشخیص داد و بنابراین اجازه‌ی ورود آن را به بازار صادر کرد. اما بعد کاشف به عمل آمد که هفت نفر از هشت عضو هیئت در زمره‌ی مشاوران حقوق‌بگیر شرکت یونی‌رویال بوده‌اند؛ تنها شرکتی که امتیاز تولید دامینوزین را داشت.[۷۳]

مطالعات سم‌شناسی‌ای که سیگار را کم‌خطر جلوه می‌دهند شاید روشن‌ترین نمونه‌ی سوءاستفاده از نام علم باشند. یک گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۰ نشان داد که «شرکت‌های دخانیات مؤسسات شبه‌علمی به راه می‌انداختند و علم طرف خودشان را با پول می‌خریدند تا مطالعاتی را که شرکت‌های دخانیات را

1. Alar

با سرطان ارتباط می‌داد بی‌اعتبار کنند».[۷۴] در یک مورد فاحش، جان گراهام[1]، که مدیر «مرکز تحلیل خطر» دانشگاه هاروارد بود، «از یک شرکت دخانیات کمک‌های مالی می‌گرفت و دود غیرمستقیم سیگار را کم‌خطر قلمداد می‌کرد».[۷۵]

مرکز سیاست‌گذاری هاروارد (و امثال آن) «بی‌شرمانه کلاه‌شرعی برای شرکت‌های پردرآمد می‌سازند». تأمین‌کننده‌ی حمایت مالی آن «بیش از یکصد شرکت بزرگ و اتحادیه‌ی صنفی‌اند از قبیل داو، مونسانتو، دوپون، و همچنین گروه‌های صنفی بزرگی مثل گروه شیمیایی کلر و انجمن تولیدکنندگان شیمیایی». این مرکز، علاوه بر خدماتی که به صنایع دخانیات می‌داد، «خطرهایی را که از قرارگیری در معرض سموم آفت‌کش و حلال‌های شیمیایی (بیسفنول-آ و فتالات‌ها) متوجه کودکان بود کم‌اهمیت وانمود می‌کرد و به مخاطبانش نمی‌گفت که بودجه‌اش را از تولیدکنندگان همین مواد می‌گیرد».[۷۶]

کم‌تر پیش می‌آید که افشای انحرافات علمی در گزارش‌های مؤسسات دولتی یا جلسات دادرسی کنگره صورت بگیرد. افشاگران غالباً سازمان‌های غیردولتی مانند «پیمان دانشمندان نگران»، «انجمن علم در خدمت مردم»، «شورای دفاع از منابع طبیعی» و «شهروند عام» بوده‌اند. ولی پرکارترین عوامل افشاگری‌ها صنفی بوده‌اند که معمولاً قابل ذکر در تاریخ علم به شمار نمی‌روند: روزنامه‌نگاران کنجکاو. بیش‌ترین و ثمربخش‌ترین افشاگری‌ها را در مورد اختلاف منافعی که سلامت علم جدید را تهدید می‌کند روزنامه‌نگاران انجام داده‌اند.

علم کلان و پول هنگفت در امریکای امروز

هرچند «علم کلان» پدیده‌ای جهانی است، هر بحثی درباره‌اش باید بر بخش امریکایی آن متمرکز شود، چون در نیم‌قرن گذشته این کشور بازیگر اصلی آن بوده است. طبق گزارشی که «بنیاد ملی علم» در ۱۹۹۸ منتشر کرد، پولی که در امریکا صرف پژوهش می‌شود بیش‌تر از مجموع پولی است که در ژاپن و آلمان و انگلستان و فرانسه و ایتالیا و کانادا خرج آن می‌شود. در مورد روسیه و دیگر جمهوری‌های سابق اتحاد شوروی می‌توان گفت که علم «به‌زحمت ادامه‌ی حیات می‌دهد و خیلی

1. John Graham

وابسته به صدقات خارجی است و دیگر جایی در فهرست ندارد».[۷۷] قطب پولی سبب «فرار مغزها» می‌شود و علم در امریکا از استعدادهای خارجی لبریز می‌گردد.

در سراسر قرن نوزدهم و نیمه‌ی اول قرن بیستم در امریکا، «علم و حکومت زیرچشمی همدیگر را می‌پاییدند». در آن روزهای معصومیت نسبی، پژوهش اساساً «کار نخبگان بود و هزینه‌اش را بیش‌تر خیرخواهان می‌پرداختند و کانونش مشتی دانشگاه و مؤسسه‌ی مستقل بود».[۷۸] جنگ جهانی دوم همه‌چیز را عوض کرد و مقتضیات جنگ‌های پیشرفتهٔ دولت امریکا را واداشت که فرماندهی کارهای علمی را خود در دست بگیرد. بسیج متمرکز تحقیقات و افزایش شدید منابعی که به آن اختصاص دادند دستاوردهای مهمی مثل رادار و داروهای ضدمالاریا داشت، ولی گل سرسبد آن‌ها بمب اتم بود که در پروژه‌ی منهتن تولید شد.

محققان معتبری با استدلال‌های قانع‌کننده ادعا کرده‌اند که سیاست‌گذاران امریکایی برای شکست ژاپن دستور بمباران هسته‌ای دو شهر ژاپن را صادر نکردند، بلکه نیتشان این بوده که دست اتحاد شوروی را از غنایم جنگی در آن سوی جهان کوتاه کنند.[۷۹] در هر صورت، جنگ سرد بهانه‌ی لازم را برای افزایش سهم دولت امریکا از علم فراهم آورد. تخصیص بودجه‌ی دولتی برای تحقیق و توسعه‌ی دانشگاهی از کم‌تر از ۱۵۰ میلیون دلار در ۱۹۵۳ به حدود ۱۰ میلیارد دلار در ۱۹۹۰ رسید.[۸۰]

اما جنگ سرد هم به پایان رسید و دولت امریکا دست از سر علم برنداشت. «مزیت صلح» که آن‌همه انتظارش را کشیده بودند هرگز رو نشان نداد.[۸۱] علتی که برای افزایش مرتب بودجه‌ی تحقیق و توسعه می‌آوردند نیاز به حفظ توان رقابت اقتصادی با کشورهای صنعتی رقیب بود، ولی جنگی‌بودن همیشگی اقتصاد امریکا را مشکل بتوان پنهان کرد. ردیف تحقیق و توسعه در بودجه‌ای که با حسن تعبیر به آن «بودجه‌ی دفاعی» می‌گویند، در سال مالی ۲۰۰۰ تقریباً درست به نصف کل بودجه‌ی ۷۵/۴ میلیاردی بالغ می‌شد.[۸۲] ۸/۴ میلیارد دلار هم به تحقیقات فضایی اختصاص پیدا کرد، که گرچه رسماً به آن غیرنظامی می‌گویند، نهایتاً انگیزه‌اش کاربردهای نظامی بالقوه‌ی آن است. به همین نیت، «وزارت نیرو، تشکیلاتی که از دل پروژه‌ی منهتن بیرون آمد، سالانه بیش از ۲ میلیارد دلار برای فیزیک، علوم هسته‌ای و دیگر رشته‌های علمی و مهندسی کنار می‌گذارد».[۸۳]

کِینز[1] و بحران دائمی اضافه‌تولید

چون شکل، محتوا و سمت و سوی علم تا به این اندازه متأثر از بودجه‌ی هنگفت پژوهش‌های مرتبط با جنگ بوده است، برای پی‌بردن به جایگاه علم در امریکای معاصر باید بدانیم که این پول‌ها برای چه خرج می‌شود. شک نیست که هیچ ارتباطی با آمادگی برای مقابله با یک تهدید نظامی واقعی ندارد. موقعی‌که اتحاد شوروی فروپاشید و لولوی «کمونیسم جهانی» غیب شد، زود یک توجیه فریبنده‌ی دیگر برای حفظ بودجه‌ی جنگیِ چندصد میلیارد دلاری اختراع کردند: تروریسم جهانی. کارهای تروریستی پراکنده البته خطری واقعی (هرچند از نظر آماری بسیار ناچیز) برای بعضی جمعیت‌های شهری‌اند، اما اگر خیال کنیم که معماران امپریالیسم امریکا واقعاً از چند گروه پاپتی تندرو می‌ترسند مثل این است که وجود دیو و غول را باور کنیم.

دکتر هلن کالدیکات[2] پرده از این فریب برمی‌دارد: در امریکا وزارت نیرو در حال حاضر درگیر «کار علمی سنگینی با هزینه‌ی سالانه‌ی ۵ تا ۶ میلیارد دلار برای طراحی و آزمایش و گسترش سلاح‌های هسته‌ای جدید است که ده تا پانزده سال دیگر زمان می‌برد»؛ با این حال، «بزرگ‌ترین ذخایر هسته‌ای جهان از پس تروریستی که سلاحش یک تیغ موکت‌بر است برنمی‌آیند».(۸۴)

اما انگیزه‌ی اصلی تخصیص این بودجه‌های نظامیِ تولید جنگ‌افزارهای هجومی هم نیست. هدف، در درجه‌ی اول، جلوگیری از ایست سریع چرخ‌های اقتصاد امریکاست. بحران اقتصادی دهه‌ی ۳۰ نشان داد که نظام سرمایه‌داری را، اگر به حال خودش رها کنند، به قدری مولد شده است که با انبوه تولیداتی که بازار را لبریز می‌کند از قدرت خرید مردم جلو می‌زند. جان مینارد کینز برای فرانکلین روزولت توضیح داد که برای ایجاد «مجموع تقاضا»ی کافی، که مانع از انجماد اقتصاد بشود، دولت‌ها از این به بعد باید، با خرجِ خیلی بیش‌تر از درآمد، قدرت خرید جدید (یعنی شغل جدید) ایجاد کنند.(۸۵)

کافی نبود که فقط «پمپ را روشن کنند» و بعد بنشینند و تماشا کنند تا دست نامرئی عرضه و تقاضا خودش از نو تعادل را به اقتصاد برگرداند. خرج بیش‌تر از

1. John Maynard Keynes 2. Helen Caldicott

دخل دولت به یک سیاست همیشگی تبدیل شد و کسری بودجه روزبه روز بیش‌تر شد. موقعی‌که از کِینز می‌پرسیدند «در درازمدت» این افزایش شدید کسری بودجه تا کی می‌تواند ادامه پیدا کند، این جواب معروفش را تحویل می‌داد که «دیر یا زود همه رفتنی‌اند».[۸۶]

اما بعد معلوم شد که خرج بیش‌تر از درآمد همیشه نمی‌تواند مانع از رکود اقتصاد شود. هزینه کردن وجوه دولتی در کارهای سودمندی مثل ساخت مدرسه و مسکن و جاده مشکل را حل نمی‌کند، چون به‌منزله‌ی رقابت با بخش خصوصی است و از مشاغل در این بخش می‌کاهد و باز قدرت خرید را پایین می‌آورد. مؤثرترین برنامه‌های عمرانی دولت روزولت برنامه‌هایی بودند که هیچ ثمری نداشتند. نمونه‌ی معروفش لشکرهایی از کارگرهای بیل‌به‌دستی بودند که گودال می‌کندند و دوباره پرش می‌کردند.[۸۷] این کار گرچه بی‌فایده به نظر می‌رسید، دستمزدی برای کارگر ایجاد می‌کرد تا بتواند مازاد تولید را بخرد بدون این‌که باز به تولیدات اضافه کند. اما همین بیهودگی ظاهری را عقل برنمی‌تابید و از طرفی هم در نظام سیاسی امریکا نمی‌شد توضیح داد که این تناقض در ذات اقتصاد سرمایه‌داری است.

به هر تقدیر خرج بیش‌تر از دخل در برنامه‌های عمرانی دولت روزولت هم برای نجات اقتصاد امریکا کافی نبود. چیزی که بحران اقتصادی را پایان داد بودجه‌ی نظامی کلان کشور در آستانه‌ی جنگ جهانی دوم بود.

بعد از جنگ، بازسازی اروپا با «طرح مارشال» از حدت مسئله‌ی تقاضای نا کافی کاست، اما این هم فقط مسکّن بود. برای جلوگیری از سقوط اقتصاد جهانی به ورطه‌ی بحران مهلک اضافه‌تولید، دولت‌ها باید مدام پول هنگفتی را صرف تولیدات بی‌مصرف می‌کردند؛ تولیداتی که برای مردم نان و پوشاک و مسکن و هیچ‌چیز دیگر نمی‌شدند. ولی چطور آن را توجیه می‌کردند؟ جوابی که پیدا شد (با چشمک البته) تولید جنگ‌افزارهای ضروری برای امنیت ملی بود! به این ترتیب، بودجه‌ی «دفاعیِ» متورم خلق شد، که از آن زمان تا امروز محل عمده‌ی جذب بودجه‌های علمی بوده است. متأسفیم که باید به این جمع‌بندی برسیم که «علم کلان» بیش‌ترین اهتمامش به اتلاف عمدی بوده است و هنوز هست.

رسواترین نمونه از این ائتلاف عمدی در علم کلان برنامه‌ی «ابتکار دفاعیِ راهبردی» (اس‌دی‌آی، SDI) است که مردم آن را با نام «جنگ ستارگان» می‌شناسند. سال ۱۹۸۳، که دولت رِیگان اعلام کرد قصد دارد یک «سپر» فضایی برای محافظت از امریکا در برابر موشک‌های خارجی بسازد، احتمال سرمایه‌گذاری عظیم دولت در تحقیقات علمی مطرح شد. قراردادهای بزرگی که بسته می‌شد انگیزه‌ی نیرومندی برای آزمایشگاه‌های شرکت‌ها و دانشگاه‌ها بود، ولی تحولِ دور از انتظاری رخ داد و آن مخالفت شدید دانشمندان با این برنامه بود.

«پیمان دانشمندان نگران» گزارش مفصلی با عنوان سفسطه‌ی جنگ ستارگان انتشار داد. «در کشور، قریب ۲۳۰۰ پژوهشگر دانشگاهی در اقدامی دور از انتظار سوگند خوردند وجوه کلانی را که سازمان ابتکار دفاعی راهبردی مایل بود در تحقیقات دانشگاهی هزینه کند نه بخواهند و نه بپذیرند.» اما یافته‌های منفی دانشمندان مستقلْ حریف پول دولت نمی‌شدند. مقامات اس‌دی‌آی «گزارش دادند که بیش از ۳۰۰۰ درخواست بودجه از محققان دانشگاهیِ علاقه‌مند به کار در برنامه‌ی دفاع موشکی دریافت کرده‌اند».[۸۸]

به این ترتیب، چرخ‌های اس‌دی‌آی به حرکت درآمد و در طول سالیان، خروارها علم بنجل تولید شد تا برایش کسب اعتبار کند. بعد از دولت ریگان و دولت بوش اول، دولت کلینتون نام برنامه را به «سازمان دفاع موشکی قاره‌ای» تغییر داد، ولی همچنان هزینه‌ی آن را تأمین کرد. «از آغاز جنگ ستارگان در ۱۹۸۴ تا پایان قرن، دفاع موشکیْ بیش از ۶۰ میلیارد دلار هزینه برد»، اما این «مخارج هنگفت نتایج ناچیزی داشته است».[۸۹] بوشِ پسر هم راه نظامی‌کردن فضا را ادامه داد. اسم برنامه‌ی «دفاع موشکی ملی» دولت او را گذاشته‌اند «پسر جنگ ستارگان».

بدبختانه ائتلاف منابع، یعنی میلیاردها دلار هزینه کردن برای تحقیقات بیهوده و سلاح‌های بی‌مصرف، تلخ‌ترین بخش داستان نیست. از حیث خسارت انسانی، پرهزینه‌تر از بمب‌هایی که ریخته نشده‌اند بمب‌هایی هستند که ریخته شده‌اند. «میلیون‌ها تُن بمب ریخته‌اند و میلیون‌ها تَن جان باخته‌اند و غالب جان‌باختگان البته غیرنظامی بوده‌اند.»[۹۰]

تهدید هسته‌ای و مخالفت با آن

ولی بمب‌های نریخته را هم نمی‌شود نادیده گرفت. در دوران جنگ سرد، کاربرد آن‌ها حفظ «موازنه‌ی ترس» بین امریکا و شوروی بود و نام این راهبرد را کاملاً به‌جا MAD گذاشته بودند [به معنی دیوانه] که مخفف Mutually Assured Destruction (تضمین نابودی متقابل) بود. اما جنگ سرد تمام شد و خطر هنوز وجود داشت. زرادخانه‌های هسته‌ایِ هنوز موجود جهان را در سال ۲۰۰۴ این‌گونه توصیف کردند:

> امریکا در حال حاضر ۲۰۰۰ بمب هیدروژنی بین‌قاره‌ای مستقر در زمین، ۳۴۵۶ جنگ‌افزار هسته‌ای مستقر در زیردریایی‌هایی که در فاصله‌ی ۱۵ دقیقه از اهدافشان گشت می‌زنند، و ۱۷۵۰ سلاح هسته‌ای مستقر در هواپیماهای قاره‌پیمای آماده‌ی پرواز دارد. از این ۷۲۰۶ جنگ‌افزار، کمابیش ۲۵۰۰ فروند آن‌ها آماده‌ی پرتاب با فشار یک دگمه‌اند. روسیه هم در همین حدود جنگ‌افزار راهبردی دارد که تقریباً ۲۰۰۰ فروند آن‌ها آماده‌ی پرتاب‌اند. روی‌هم‌رفته، اکنون در مجموعِ زرادخانه‌های هسته‌ای دنیا، قدرت انفجاریِ کافی برای ۳۲ بار کشتن همه‌ی ساکنان کره‌ی زمین وجود دارد.[۹۱]

تکثیر هسته‌ای خطرناک‌ترین نتیجه‌ی عدم نظارت اجتماعی بر علم کلان است، و جنگ‌افزارها فقط نیمی از آن را تشکیل می‌دهند. نیروگاه‌های هسته‌ای به‌رغم شعار «اتم برای صلح»، با پرتوهایی که وارد آب‌ها و جو زمین می‌کنند، بزرگ‌ترین خطر زیست‌محیطی به شمار می‌روند. دکتر هلن کالدیکات، که از رهبران تلاش برای آگاه‌کردن مردم از خطرهای هسته‌ای است، هشدار می‌دهد که «اگر کار به همین منوال ادامه پیدا کند، هوایی که ما تنفس می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم و آبی که می‌نوشیم به‌زودی چنان آلوده به مواد پرتوزا خواهد شد که خطری برای سلامت انسان تولید خواهد کرد به‌مراتب بیش‌تر از طاعون‌هایی که بشر دیده است».[۹۲]

گذشته از احتمال فجایعی که مقادیر زیادی مواد پرتوزا رها می‌کنند، انباشت شبانه‌روزی فضولات هسته‌ای و محصولات جانبی استخراج و فرآوری اورانیوم و کار عادی نیروگاه‌ها هم جای خود را دارند.[۹۳] مواد پرتوزایی که صدها هزار سال

فعال می‌مانند سرطان‌زا هستند و ژن‌های جنسی را تخریب می‌کنند و «نتیجه‌اش افزایش نوزادان ناقص‌الخلقه و مریض‌احوال است، و این منحصر به نسل آینده نیست؛ تا ابد ادامه می‌یابد».(۹۴)

در واکنش به این خطرها، جنبش‌هایی مردمی در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۷۰ به وجود آمدند که خواستار خلع سلاح هسته‌ای و تعطیل نیروگاه‌ها بودند. یک رشته اتفاقات هسته‌ای ــ که در رأس آن‌ها ذوب تقریباً کامل رآکتوری در «تری مایل آیلند»[1] پنسیلوانیا در مارس ۱۹۷۹ بود ــ به وحشت و بی‌اعتمادی مردم دامن زد. اوج مخالفت مردم در ژوئن ۱۹۸۲ به نمایش درآمد که طبق برآوردها یک میلیون نفر در راهپیمایی اعتراضی نیویورک شرکت کردند و بزرگ‌ترین تظاهرات تاریخ امریکا را خلق کردند. احساسات ضدهسته‌ای در دهه‌ی ۸۰ هم نیرومند ماند، خاصه بعد از انفجار نیروگاه چرنوبیل در آوریل ۱۹۸۶ که بخش بزرگی از اروپا را آلوده به مواد پرتوزا کرد.

در امریکا گرچه دسته‌ای از فعالان متعهد به مبارزه‌ی ضدهسته‌ای ادامه دادند، کوشش‌های آن‌ها چندان ثمری به بار نیاورد، زیرا صنعت هسته‌ای در دهه‌ی ۹۰ کم‌تر رو نشان می‌داد. با وجود این، تولید نیروی هسته‌ای به‌آهستگی افزایش می‌یافت و در پایان قرن، نزدیک به ۲۰ درصد برق کشور را ۱۰۳ نیروگاه بخش خصوصی تأمین می‌کردند. در آغاز قرن بیست و یکم صنعت هسته‌ای آن‌قدر احساس امنیت می‌کرد که با استفاده از روابط نزدیکش با دولت خودی، دوباره به عرض‌اندام پرداخت و بی‌پروا موضع تهاجمی گرفت:

> جورج بوش و دولتش از ابتدا خواستار تسهیل صدور مجوز برای رآکتورهای هسته‌ای با فناوری جدید شدند؛ از توسعه‌ی ظرفیت تولید نیروگاه‌های هسته‌ایِ موجود حمایت کردند؛ خواهان تجدید پروانه‌ی کار نیروگاه‌های قدیمی‌تری شدند که قرار بود تعطیل و مهر و موم شوند؛ تعهدات بیمه‌ی دولتی‌ای را که حوادث فاجعه‌بار نیروگاه‌های هسته‌ای را تحت پوشش قرار می‌دهد، تمدید کردند و توسعه دادند؛ حتی نیروی هسته‌ای را دوست محیط زیست معرفی کردند.(۹۵)

1. Three Mile Island

دانشمندان مستقلی به فعالان ضدهسته‌ای در مبارزاتشان کمک کرده‌اند. به‌ویژه سازمان «پزشکان طرفدار مسئولیت اجتماعی» در این زمینه قابل تقدیر است. اما صنعت هسته‌ای و ایادی دولتی آن هم توانسته‌اند با خریدن بزرگ‌ترین دانشمندانی که با پول می‌توان خرید بحث را بپیچانند. قطع‌نظر از کیفیت تحقیقات فردی یا جمعی آن‌ها، اظهارات این مدافعان خودفروش به سود منافع تجاری را نمی‌شود دربست پذیرفت و باید به آن‌ها با تردید نگریست.

به‌راستی خنده‌دار است که فیزیک را سرمشق عینیت علمی قلمداد می‌کنند، حال آن‌که فیزیک‌دانان هسته‌ای بیش‌تر از هر کس دیگری اجازه داده‌اند علمشان جعل شود و به خدمت منافع سودجویان درآید. بدنام‌ترین نمونه‌ی آن ادوارد تِلِر[1] فقید است ــ کسی که به‌غلط «پدر بمب هیدروژنی» شمرده می‌شود ــ که جانانه از مجتمع‌های نظامی ـ صنعتی دفاع می‌کرد.[۹۶]

این‌که بزرگ‌ترین نمایندگان علم پزشکی هم خودشان را به منافع هسته‌ای فروخته‌اند جای نگرانی دارد. دکتر کالدیکات می‌نویسد: «حتی انجمن پزشکی امریکا (اِی‌اِم‌اِی، AMA) سنگ نیروی هسته‌ای را به سینه می‌زند.» اِی‌اِم‌اِی در یک اعلامِ موضع رسمی در ۱۹۸۹، مدعی شد که تولید نیروی هسته‌ای در امریکا در حد قابل قبولی بی‌خطر است. «در شورای امور علمی انجمن، که این سند اِی‌اِم‌اِی را تنظیم کرده بود، وفادارترین طرفداران و کارمندان صنعت هسته‌ای عضویت داشتند.»[۹۷]

سیطره‌ی ظاهراً بلامنازع «علم کلان» گویا تاریخ علم مردم را به پایانی شبیه پایان زندگی‌نامه‌ها می‌رساند: مرگِ موضوع. اما نه، صبر داشته باشید! تشییع جنازه موقوف! خلاقیت علمی مردم هنوز زنده است.

دانشمندان در گاراژها

درباره‌ی پدیده‌ی آسمانیِ مشهور به سیاه‌چاله زمانی می‌گفتند جرم آن‌ها به قدری زیاد است که هیچ‌چیز، حتی یک ذره‌ی زیراتمی یا فوتون نور، هم نمی‌تواند از میدان جاذبه‌ی آن‌ها بگریزد. موقعی‌که مشاهدات بعدی گویا خلاف آن را نشان

1. Edward Teller

دادند، «کِرم‌روزنه»هایی را در زمان و مکان فرض گرفتند که ذرات بیچاره‌ی ماده یا انرژی می‌توانستند مثل کرم از راه آن‌ها از جاذبه‌ی قهار سیاه‌چاله‌های غول‌پیکر بگریزند. به همین ترتیب، ظاهراً روح نحیف ولی سمج علم مردم راهی پیدا کرد، در اواخر قرن بیستم، تا خودش را از چنگ نیروی قاهر علم کلان آزاد کند. درست زمانی‌که تصور می‌شد پیشرفت فقط در محیط علمی نخبگان ممکن است و بس، نوآوری‌های علمی بزرگی در گاراژها و کارگاه‌های زیرشیروانی ترک‌تحصیل‌کرده‌های دانشگاه‌ها پیدا شد و موج خلاقیت علمی در خارج از مجتمع‌های شرکتی-دانشگاهی به حرکت درآمد.

اولین رایانه‌های دیجیتال الکترونیکی از فراورده‌های جنبی جنگ سرد بودند. آن‌ها را برای کارهای نظامی می‌ساختند و استفاده می‌کردند. این رایانه‌های گران‌قیمت و غول‌آسای دهه‌های ۵۰ و ۶۰ «نماد کامل قدرت متمرکز سنگرگرفته بودند ــ مغرور، گنده‌دماغ، بی‌احساس، ناکارآمد و دسترس‌ناپذیر».[۹۸] اما در دهه‌ی ۱۹۷۰ عده‌ای الکترونیک‌دانِ خودآموخته‌ی غیرحرفه‌ای، که اغلب جوان بودند و پول و پله‌ای هم نداشتند، این فناوری نو را دموکراتیزه کردند و در دسترس میلیون‌ها نفر قرار دادند.

در ۱۹۷۵ تولد «رایانه‌ی خانگی» اعلام شد و مجله‌ی اقتصادی الکترونیک همگانی[1] دستگاه کوچک برنامه‌خوری را معرفی کرد به نام «آلتر ۸۸۰۰» که قیمت بسته‌اش در بازار ۳۹۵ دلار بود.[۹۹] سازندگان آلتر سه مهندس نیروی هوایی بودند: ادوارد رابرتس[2]، ویلیام ییتس[3] و جیم بایبی[4]. شرکت آن‌ها «یک کارگاه کوچک سازنده‌ی موشک‌های اسباب‌بازی در آلبوکِرکی» و محل کار آن‌ها گاراژ خانه‌ی رابرتس بود. شاید غیرممکن به نظر برسد، ولی ریزرایانه‌ی آن‌ها «توانست دودمان‌های پرشوکت آی‌بی‌ام، وانگ[5]، یونیواک[6]، دیجیتال، و کنترل دیتا را به زانو دربیاورد».[۱۰۰]

افتخار ساخت اولین رایانه‌های شخصی را نمی‌توان فقط از آنِ رابرتس و ییتس و بایبی دانست، زیرا طرح آن‌ها وابسته به کار کسان دیگری پیش از آن‌ها بود؛ مثلاً کسانی که ترانزیستور، مدار مجتمع و ریزپردازنده را اختراع کردند و تکامل

1. *Popular Electronics* 2. Edward Roberts 3. William Yates 4. Jim Bybce
5. Wang 6. UNIVAC

بخشیدند. با این حال، آلتر انقلابی بود که انبوهی از جوانان مبتکر را به دنبال خودش کشاند. از جمله‌ی آن‌ها بیل گِیتس[۱]، پل آلن[۲] و مونته داویدوف[۳] بودند که کدنویسی برای برنامه‌ها را ابداع کردند؛ چیزی که آلتر لازمش داشت تا بشود رایانه‌ی به تمام معنا. گیتس و داویدوف دانشجویان هاروارد بودند و آلن تحصیلش را در دانشگاه ایالت واشینگتن رها کرده بود. گیتس هم در نوزده سالگی ترک تحصیل کرد و با آلن شرکتی برای فروش نرم‌افزارشان تأسیس کردند.

پیش از آن در ۱۹۷۱ همکاری پرثمری هم بین یک ترک‌تحصیلی دیگر، استیون وازنیاک[۴]، و یک دانش‌آموز دبیرستانی، استیون جابز[۵]، شروع شده بود. ظهور آلتر انگیزه‌ی ایجاد انبوهی از باشگاه‌های رایانه‌بازان در سراسر امریکا شد ــ یک جور جنبش اجتماعی. وازنیاک عضو پر و پا قرص «باشگاه رایانه‌ی هوم‌برو»[۶] بود که اوایل در گاراژ خانه‌ی مهندسی در مِنلوپارک کالیفرنیا تشکیل می‌شد. او با الهام از این محیط به طرحی ابتکاری برای یک رایانه‌ی شخصی رسید و با جابز «شرکت رایانه‌ی اپل» را برای ساخت و بازاریابی آن به راه انداختند.

آن‌ها برای تأمین سرمایه‌ی کارشان ناچار به فروش مقداری از وسایل شخصی خودشان و قرض‌گرفتن مقداری پول از رفقا شدند و کمی بیش‌تر از ۶۰۰۰ دلار دستشان را گرفت. «مرکز پخش، دفتر فروش و اداره‌ی بین‌المللی شرکت اپل» در محلِ ــ حدس بزنید کجا؟ ــ گاراژ خانواده‌ی جابز دایر شد.[۱۰۱] رشد خیره کننده‌ی اپل و تأثیر اجتماعی اپل دوم و مکینتاش با ساخت رایانه‌های «کاربردوست» برای عده‌ی هرچه بیش‌تری از مردم داستانی است که دیگر همه می‌دانند.[۱۰۲]

با وجود نقش محوری وازنیاک و جابز در ساخت اپل دوم و مکینتاش، سهم عده‌ی بسیار دیگری را هم در پیشبرد علم رایانه نباید از یاد برد. یک تاریخ جامع رایانه از راد هولت[۷]، اندی هرتسفلد[۸]، بیل اتکینسون[۹]، باد تریبل[۱۰]، بارل اسمیت[۱۱]، جری مَناک[۱۲]، رندی ویگینتون[۱۳] و کسان دیگری هم نام خواهد برد. راد هولت، که یکی از طراحان اصلی اپل دوم بود، شکایت از این داشت که بیش‌تر تاریخ‌های تألیفی درباره‌ی رایانه از مکینتاش آغاز می‌کنند و «این مثل آن است که تاریخ

1. Bill Gates 2. Paul Allen 3. Monte Davidoff 4. Stephen Wozniak
5. Steven Jobs 6. Homebrew Computer Club 7. Rod Holt 8. Andy Herzfeld
9. Bill Atkinson 10. Bud Tribble 11. Burrell Smith 12. Jerry Manock
13. Randy Wigginton

انقلاب روسیه را با ظهور استالین شروع کنیم». او می‌گوید که اولاً «مک بعداً آمد، خیلی بعد. از مدت‌ها پیش از مک، بازار دنیا دست اپل بود»؛ وانگهی اعتقاد راسخ دارد که در پیشرفت و همگانی‌شدن علم رایانه، نقش اصلی از آنِ اپل دوم است:

> اپل دوم ماشین‌تحریر نبود؛ وسیله‌ای بود برای کُشتی فکری با الگوریتم‌های قشنگ. مردم آن را برای اجرای برنامه‌ها نمی‌خریدند؛ می‌خریدند که برنامه بنویسند. امروزه با رایانه‌هایی که صدها مگابایت کد نفوذناپذیر دارند غیرممکن است بشود کدنویسی یاد داد، یعنی این‌که «رایانه چطور کار می‌کند.» ولی در ۱۹۷۶ حتی بچه‌های ده دوازده ساله هم می‌توانستند رایانه‌ای را که کار نمی‌کرد روبه‌راه کنند.[۱۰۳]

یکی از بزرگ‌ترین نوآوری‌های نرم‌افزاری، که اپل دوم راهش را هموار کرد، اولین spreadsheet یا گسترده‌برگه‌ی الکترونیکی به نام ویزی‌کال‌سی[1] بود. ویزی‌کال‌سی را دانیل بریکلین[2] و رابرت فرانکستون[3] ابداع کردند، «یک دانشجوی بازرگانی هاروارد و رفیقش، که هیچ نسبتی هم با علم رایانه نداشتند».[۱۰۴] این دو در اتاق زیرشیروانی خانه‌ی فرانکستون در آرلینگتونِ ماساچوستس کار می‌کردند، چون ــ مورخی به‌شوخی می‌نویسد ــ «منطقه‌ی بوستون به اندازه‌ی سیلیکان‌وَلی گاراژ ندارد».[۱۰۵]

نهادهای علم کلان تا مدتی به نوآوری‌هایی که در گاراژها و پستوها صورت می‌گرفت کم‌محلی می‌کردند و حتی تحقیرشان می‌کردند، اما سرانجام روزی رسید که تازه‌به‌دوران‌رسیده‌ها توجه تشکیلات را به خود جلب کردند. و آن‌وقت طولی نکشید که همین تازه‌به‌دوران‌رسیده‌ها شدند خود تشکیلات ــ یا دست‌کم بخشی از آن. گروهی را شرکت‌های غولی که وارد بازار رایانه‌های شخصی شدند استخدام کردند و دسته‌ای هم کارهای گاراژی خودشان را توسعه دادند و تبدیل به شرکت‌های بزرگ مستقلی کردند. اتحاد سرمایه با این علم نوپا به سرعت برق اتفاق افتاد. شرکت اپل شش سال بعد از تأسیس، حدود ۴۷۰۰ کارمند و ۹۸۳ میلیون دلار فروش پیدا کرد.[۱۰۶] تبدیل شرکت نرم‌افزاری گیتس و آلن به یکی

1. VisiCalc 2. Daniel Bricklin 3. Robert Frankston

از معظم‌ترین شرکت‌های جهان هم قصه‌ای خارق‌العاده است.

آی‌بی‌ام ابتدا در برابر انقلاب رایانه‌های شخصی مقاومت کرده بود؛ اما وقتی‌که دید این حرکت شکست‌ناپذیر است، مصمم شد که رهبری آن را از آن خود کند. در سال ۱۹۸۱ آی‌بی‌ام پی‌سی، رایانه‌ی شخصی آی‌بی‌ام، وارد بازار شد و با حمایت مالی یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های دنیا به‌سرعت بر رقیبانش پیشی گرفت. آی‌بی‌ام با این‌که رایانه‌هایش در خانه‌ها هم به کار می‌روند، در درجه‌ی اول قصد داشت ــ چنان‌که از نامش، International Business Machines، برمی‌آید ــ رایانه‌ی شخصی‌اش را به‌عنوان ماشین اداری بفروشد. البته در آغاز موفق شد، اما نهایتاً رقبای جدیدی که «بدل»های آی‌بی‌ام ارزان‌تری می‌فروختند، بخش بزرگی از بازار را از چنگش درآوردند. بزرگ‌ترین برنده در بازار پرسود رایانه نه یک تولیدکننده‌ی سخت‌افزار، بلکه یک متخصص نرم‌افزار به نام بیل گیتس بود.

صنعتگران عصر اطلاعات

یک نویسنده‌ی تاریخ رایانه می‌نویسد که «برنامه‌نویس‌ها صنعتگران، پیشه‌وران، آجرچینان و معماران عصر اطلاعات‌اند».[۱۰۷] چون کار برنامه‌نویس‌ها بیش‌تر فکری است تا یدی، شاید درست نباشد که آن‌ها را صنعتگر بنامیم؛ اما کار آن‌ها وجه اشتراک زیادی دارد با کار صنعتگرانی که در صف مقدم انقلاب علمی بودند. یکی از مخترعان زبان برنامه‌نویسی فورترن[1]، جان باکوس[2]، روش خودش را «ابداع با تکرار، روند پیوسته‌ی آزمون و خطا» توصیف می‌کند.[۱۰۸] در این صورت هسته‌ی خلاقه‌ی علم رایانه بیش‌تر تجربی خواهد بود تا نظری. کن تامپسون[3]، از پیشتازان این رشته، می‌گوید که جذابیت برنامه‌نویسی در این است که «همه‌ی لذتی را که صنعتگر از ساختن چیزی می‌برد داری، بدون خرج و زحمت تهیه‌ی مواد».[۱۰۹]

اول پیدا نبود که این برنامه‌نویس‌ـ‌صنعتگرها پیشاهنگان علم جدید بودند. در آغاز عصر رایانه «برنامهٔ فکری بود که بعد به ذهن خطور کرد» و «بیش‌تر کارِ گلی فنی به شمار می‌رفت». اولین ماشین محاسبه‌ی غول‌پیکر، اِنیاک «نرم‌افزار

1. FORTRAN 2. John Backus 3. Ken Thompson

نداشت؛ متصدیانش باید آن را با دست به راه می‌انداختند؛ چنبره‌ای از سیم‌ها را قطع و وصل می‌کردند و چند ردیف دگمه را بالا و پایین می‌زدند». بنابراین، برنامه‌نویسی به صورت کار یدی کم‌ارزشی شروع شد. برای اجرای این کار «دولت اقدام به استخدام مشتی زن جوان، به‌عنوان کارآموز، با مهارت‌های ریاضی کرد».[۱۱۰] این زن‌های جوان اولین برنامه‌نویس‌ها بودند، اگرچه دیگران کار آن‌ها را چندان جدی نمی‌گرفتند.[۱۱۱]

برنامه‌نویسی و نرم‌افزار تا سال‌ها ملک طلق متخصص‌های غیرخودی باقی ماند:

> در فرهنگ مهندسی رایانه، جماعت سخت‌افزاری تا مدت‌ها برنامه‌نویس‌ها را چپ‌چپ نگاه می‌کردند. اصلْ سخت‌افزار بود و برنامه‌نویس‌ها مشتی بچه‌ی تخس انگل رایانه بودند. سخت‌افزاری‌ها معمولاً از رشته‌ی نهادینه‌تر مهندسی برق می‌آمدند. دانشگاه‌ها رشته‌ی مهندسی برق داشتند و سخت‌افزار از قوانین شوخی‌برندار «علوم سخت»، مثل فیزیک و شیمی، پیروی می‌کرد. بعضی ریاضی‌دان‌ها شیفته‌ی رایانه و برنامه‌نویسی شده بودند، ولی نگاهشان به آن‌ها اغلب از ارتفاعی نظری بود و علاقه‌ای به گلاویزشدن با کدها و برنامه‌های خطازدایی نداشتند. تازه در دهه‌ی ۱۹۶۰، با ایجاد رشته‌ی رایانه در دانشگاه‌ها، بود که دانشگاهیان شروع به جدی‌گرفتن برنامه‌نویسی کردند و آن‌هم البته آرام‌آرام.[۱۱۲]

در اوایل عمر رایانه، برنامه‌نویس‌ها را مهندس‌ها تحقیر می‌کردند و خود مهندس‌ها را ریاضی‌دان‌های محض. جین سَمِت[1]، از اعضای گروهی که زبان کوبول[2] را اختراع کرد، بعد از غلبه بر غروری که ناشی از تحصیل او در رشته‌ی ریاضیات بود، توانست برنامه‌نویسی را جدی بگیرد. او و همکلاس‌های ریاضی‌اش به کار رایانه به دیده‌ی تحقیر نگاه کرده بودند: «نمی‌شود گفت که ما چه نگاه تحقیرآمیزی به مهندس‌های مرکز رایانه‌ی خودمان داشتیم.»[۱۱۳]

حتی بعد از این‌که برنامه‌نویسی در دانشگاه احترامی پیدا کرد، بیش‌تر

1. Jean Sammet 2. COBOL

نوآوری‌ها در بیرون دانشگاه صورت می‌گرفت. سال‌های اول، کدنویسی برای رایانه کاری بسیار تخصصی بود. «آماده کردن یک مسئله‌ی مهندسی یا علمی برای دادن به رایانه کار رمزیِ توان‌فرسایی بود که امکان داشت هفته‌ها به طول بکشد و نیاز به مهارت‌های ویژه‌ای داشته باشد. فقط جمع کوچکی زبان مرموز دستگاه را می‌دانستند، مثل کاهن‌های اعظم جوامع بدوی.»[۱۱۴] پیدایش زبان‌های به‌اصطلاح عالی‌تری از قبیل فورترن و کوبول بود که کم‌کم رایانه را برای عده‌ی بیش‌تری از غیرمتخصصان دسترس‌پذیر کرد.

زبان فورترن به دانشمندان اجازه داد که واسطه‌گری برنامه‌نویسان را دور بزنند و خودشان مستقیم مسائلشان را با رایانه در میان بگذارند. «گروهی که فورترن را اختراع کردند مشتی التقاطی از بیرون صنعت رایانه بودند که احتمال توفیقشان را چیزی نزدیک به هیچ می‌دانستند. زمانی‌که فورترن بیرون آمد، آن‌ها هیچ‌کدام بیست و اندی سال الی سی و دو سه سال بیش‌تر نداشتند.»[۱۱۵]

به‌رغم واکنش کُند نهادها، فورترن پیروزی درخشانی از کار درآمد و دیگر زبان‌های عالی هم راهش را دنبال کردند. زبانی که بیش‌ترین تأثیر اجتماعی را بر جای گذاشت زبان بیسیک[1] بود که گام بلندی به‌سوی مردمی‌کردن علم رایانه برداشت. این زبان را دو متخصص رایانه در دارتموث انگلستان به نام‌های تامس کورتس[2] و جان کِمنی[3] اختراع کردند، ولی با وجود اصالت دانشگاهیِ آن باز اکثر دانشگاهیان به آن کم‌محلی کردند. خیلی‌ها « زبان بیسیک را فقط لایق اسباب‌بازی‌ها و مشوق عادت‌های بد در برنامه‌نویسی می‌دانستند و از تدریس آن سر باز می‌زدند».[۱۱۶] قابلیت این زبان موقعی درک شد که گیتس و آلن و داویدوف آن را برای استفاده در اولین رایانه‌های کوچکشان انتخاب کردند. اما اگر گیتس و دوستانش دل به تحصیلات رسمی در رشته‌ی رایانه یا ریاضیات بسته بودند، امکان داشت که هرگز به توفیق بی‌نظیرشان دست پیدا نکنند.

شکلی از زبان بیسیک که گیتس و آلن برای «آلتر ۸۸۰۰» نوشتند آن‌ها را به رأس یک صنعت کاملاً نو پرتاب کرد. شرکت آن‌ها، مایکروسافت، حقوق قانونی نرم‌افزاری را که جانشین‌های آلتر هم لازمش داشتند، به دست آورد و گیتس را

1. BASIC 2. Thomas Kurtz 3. John Kemeny

تبدیل به «ثروتمندترین مرد جهان» کرد.[۱۱۷] جالب این‌که تصویر مایکروسافت در اذهان عمومی ــ نه به‌ناحق ــ اکنون مظهر انحصار خبیثانه‌ای شده است که خلاقیت نسل تازه‌ای از گیتس‌ها و آلن‌ها را در نطفه خفه می‌کند.

ساخت بزرگراه اطلاعاتی

با این‌که صنعت رایانه‌ی شخصی طعمه‌ی شرکت‌ها شد و نیروی جاذبه‌ی علم کلان اثر ویرانگرش را حفظ کرد، همگانی‌شدن رایانه در دهه‌ی ۱۹۹۰ نیز ادامه یافت. عده‌ی هرچه بیش‌تری از مردم به کار با رایانه پرداختند و با کشف راه‌های تازه‌ای رایانه‌های خود را با نیازهایشان هماهنگ کردند. بزرگ‌ترین پیامد اجتماعی آن تبدیل‌شدن دور از انتظار رایانه از ماشین محاسبه به وسیله‌ی ارتباطی مهمی بود.

اگرچه اینترنت در مجتمع نظامی-صنعتی متولد شد، بسیاری از نوآوری‌های دوران‌سازی که امکان ارتقای آن را به یک شبکه‌ی جهانی ارتباطی، اطلاعاتی، تجارتی و تفریحی فراهم آوردند، کار دانشجویان و دیگرانی بودند که هیچ نسبتی با مؤسسات رایانه‌ای رسمی نداشتند. برای مثال شبکه‌ی تارنمای جهانی (WWW) «در جایی اختراع شد که پیش‌بینی نمی‌شد و کاملاً دور از انتظار بود: آزمایشگاه فیزیک پرانرژی سِرن[1] در مرز سوییس و فرانسه؛ نه در آزمایشگاه‌های آی‌بی‌ام، زیراکس، حتی مایکروسافت، یا حتی مدیالب معروف ام‌آی‌تی».[۱۱۸]

فیزیک‌دانی به اسم تیم برنرز-لی[2] روزی در آزمایشگاه سرن مشغول به کار بود که «فکری به ذهنش خطور کرد» و نطفه‌ی اینترنت بسته شد. هرچند که معمولاً اختراع اینترنت را به او نسبت می‌دهند، خود برنرز-لی از روی احتیاط می‌گوید که «افراد بسیار دیگری هم، اغلب گمنام، در اجزای اصلی آن سهیم بودند».[۱۱۹] البته سرن از مؤسسات محترم علم کلان است، ولی به‌جز تأمین محل تولد به نظر می‌رسد که نقش ناچیزی ــ چه‌بسا نقش کُندکننده‌ای ــ در تولد اینترنت داشته است. برنرز-لی، به گفته‌ی خودش، با بی‌اعتنایی کامل مدیران سرن روبه‌رو شده و به همت خودش طرحش را دنبال کرده بود. او به یاد می‌آورد که «ناچار بودم کم‌تر خودم را نشان بدهم. هر لحظه امکان داشت مافوقی از من بپرسد چه می‌کنی» و

1. CERN 2. Tim Berners-Lee

طرحِ غیررسمی تعطیل شود. «سخت دلشوره داشتم» و می‌ترسیدم «چون به کار سرن نمی‌چسبیدم، با یک اردنگی بیرونم بیندازند».[۱۲۰]

اینترنت، بدون شبکه‌ی جهانی، تأثیر اجتماعی و فرهنگی چندانی پیدا نمی‌کرد. به طور کلی «نجارها و بنّاهای اقتصاد اینترنتی برنامه‌نویسانی بودند که سامانه‌های مبادلاتی و پایگاه‌های قدرت صنعتی را برای تجارتِ برخط[۱] می‌ساختند».[۱۲۱] و بدون مرورگرها و موتورهای جست‌وجو برای استفاده از حجم عظیم اطلاعات در شبکه، سودمندی آن به حداقل می‌رسید. موتور جست‌وجوی یاهو را دو دانشجوی دانشگاه استنفورد، دِیو فیلو[۲] و جری یانگ[۳]، در ۱۹۹۴ ساختند. همان سال دو دانشجوی دانشگاه ایلینوی، مارک آندریسن[۴] و اریک بینا[۵]، مرورگر موزائیک را به جهان معرفی کردند. دو دانشجوی دیگر استنفورد، لَری پِیج[۶] و سرگِی برین[۷]، موتور جست‌وجویی ساختند که نامش را گوگل گذاشتند. در ۱۹۹۸ پیج و برین شرکتی به همین نام در گاراژی در مِنلوپارک کالیفرنیا تأسیس کردند که به‌سرعت میلیاردها دلار ارزش پیدا کرد.

رهایی رایانه‌ای

در ازای هر بیل گیتس و پل آلنی که علم رایانه را راهی به‌سوی ثروت شخصی می‌دید، یک تد نلسون[۸] و باب آلبرِکت[۹] وجود داشت که معتقد بود علم رایانه علمی مردمی است، یا باید که باشد. نلسون، واضع اصطلاح اَبَرمتن[۱۰]، به هزینه‌ی خودش کتابی منتشر کرد که عنوان «چاووش دگراندیش جنبش مردمی رهایی رایانه‌ای» را برای او به ارمغان آورد.[۱۲۲]

آلبرکت مهندس رایانه‌ای بود که در دهه‌ی ۱۹۶۰ «از تأکید این صنعت بر خدمت به مؤسسات و شرکت‌ها ــ و نه آحاد مردم ــ جانش به لب آمد» و از کارش در «شرکت کنترل دیتا» کناره گرفت. به سان‌فرانسیسکو رفت و «طولی نکشید که در کانون فرهنگ رایانه‌ای متفاوت شمال کالیفرنیا قرار گرفت. مجله‌ی پیپلز کامپیوتر کمپانی (پی‌سی‌سی، *PCC*) را منتشر کرد و این نشریه تبدیل به جارچی پیام رایانه برای توده‌های مردم شد». آلبرکت و یارانش مغازه‌ی رایانه‌ای باز کردند و نام آن را

1. online 2. Dave Filo 3. Jerry Yang 4. Marc Andreessen 5. Eric Bina
6. Larry Page 7. Sergey Brin 8. Ted Nelson 9. Bob Albrecht 10. hypertext

هم پی‌سی‌سی گذاشتند و این مغازهٔ شد «اولین خانه برای وجهی از فرهنگ رایانه‌ای که ماشین‌ها و کدها را فقط وسایلی رهایی‌بخش می‌دید». اعضای پی‌سی‌سی، روی‌هم‌رفته، «طرفدار آزادی بیان، ضدتشکیلات، ضدشرکتی و مخالف جنگ ویتنام بودند».(۱۲۳)

آلبرکت و یکی از هم‌پیمانان اصلی‌اش به نام دنیس آلیسون[1] گونه‌ای از زبان بیسیک پدید آوردند که باعث افزایش فراوان برنامه‌نویسانی شد که با کامپیوترهای کوچک نوآوری می‌کردند. برخلاف گیتس و آلن که انحصارطلب بودند، آلبرکت و آلیسون «آن را منتشر کردند تا هر کس هرجور که می‌خواهد از آن استفاده کند. چیزی که به فکرش نبودند پول‌درآوردن از آن بود. آن‌ها به آزادی بیان و آزادی نرم‌افزار معتقد بودند».(۱۲۴)

همین نظر را ریچارد استالمن[2]، پایه‌گذار «بنیاد نرم‌افزار آزاد»، هم داشت. استالمن در دهه‌ی ۱۹۷۰ چشم و چراغ «آزمایشگاه هوش مصنوعی» دانشگاه ام‌آی‌تی بود:

> ژانویه‌ی ۱۹۸۴ استالمن از ام‌آی‌تی بیرون آمد تا پی رسالت ظاهراً دون‌کیشوتی نجات دنیای نرم‌افزار برود. خودش می‌گفت: «نتیجه گرفتم که مالکیت نرم‌افزار غلط است. بین مردم تفرقه می‌اندازد و درمانده‌شان می‌کند. تصمیم گرفتم با آن بجنگم و سعی کنم نابودش کنم.»

استالمن «جنگ با مالکیت انحصاری را با تنها حربه‌ای که در اختیار داشت آغاز کرد: نوشتن نرم‌افزار و پخش رایگان آن».(۱۲۵) کار او منبع الهامی برای جنبش نرم‌افزاری «متن باز»[3] شد که در دهه‌ی ۱۹۹۰ شکل گرفت؛ یک همکاری جهانی بین برنامه‌نویسان برای استفاده‌ی اشتراکی رایگان از کدهایی که می‌نویسند.

در ۱۹۹۱ دانشجویی فنلاندی به اسم لینوس تورووالدْس[4] قالبی برای یک سیستم عامل ــ هسته‌ی برنامه‌ای که عملیات اصلی رایانه را اداره می‌کند ــ فراهم آورد که حکم برنامه‌ی محوریِ جنبش متن باز را پیدا کرد. مخلوق تورووالدس در اینترنت پخش شد و با کار داوطلبانه‌ی انبوهی برنامه‌نویس به لینوکس[5] تبدیل

1. Dennis Allison 2. Richard Stallman 3. open source 4. Linus Torvalds
5. Linux

شد؛ سیستم عاملی که از عهده‌ی مقابله با انحصار تقریباً کامل مایکروسافت برمی‌آمد.

اگرچه برخی از هواداران «جنبش متن باز» هنوز معتقدند که توانایی ایجاد تحولات عمیق اجتماعی را دارد، این‌که آی‌بی‌ام هم به صف آن‌ها پیوسته است امیدهای آن‌ها را تا حدودی واهی نشان می‌دهد. علاقه‌مندی آی‌بی‌ام به گسترش نرم‌افزارهای «آزمایش رایگان»[1] از رقابت آن با مایکروسافت و شرکت سان[2] آب می‌خورد. راهبرد آی‌بی‌ام در یک گزارش داخلی شرکت به این صورت خلاصه می‌شود: «توصیه می‌کنیم که آی‌بی‌ام برنامه‌ی توسعه‌ی تهاجمی‌ای را بر اساس کار با لینوکس دنبال کند و در همه‌ی محصولاتش از لینوکس حمایت کند. این کار موجب تضعیف پایگاه سان ـ مایکروسافت خواهد شد.»(۱۲۶)

کارنامه‌ی نیم‌ترم انقلاب(ها)

ادعاهای کلی در مورد فناوری‌های جدید تا بخواهید فراوان است؛ هر شماره از مجله‌ی وایرد[3] را که می‌خواهید نگاه کنید.(۱۲۷) اما انقلاب رایانه‌ای، انقلاب دیجیتالی، انقلاب اطلاعاتی یا انقلاب اینترنتی به‌راستی چقدر انقلابی ــ یعنی منشأ تحولات عمیقی در جهت تعالی جامعه ــ بوده است؟ برای نوشتن تاریخ رایانه و پیامدهای آن هنوز زود است. قصه هنوز ادامه دارد، گرچه بعضی نتایج اولیه‌ی آن معلوم شده‌اند.

تا نیمه‌های دهه‌ی ۸۰ تعداد رایانه‌ها در خانه‌ها و دفترها به میلیون‌ها رسید و استحاله‌ی فرهنگی ناشی از آن غیرقابل انکار است. رایانه باعث تغییراتی اساسی در طرز کارکردن ما، تفریح‌کردن ما، و خرج‌کردن پولمان شده است. رایانه زبان ما را، فهم ما از زندگی و ذهن و انسانیت را، نحوه‌ی تفکر ما درباره‌ی تقریباً هر چیزی را عوض کرده است.

اینترنت با تمرکززدایی از ارتباطات بی‌گمان نقشی دموکراتیک داشته است. اینترنت این امکان را برای مردم عادی فراهم آورده که به دور از چشم دولت‌ها و شرکت‌ها و مؤسسات دیگر به تبادل اطلاعات بپردازند. این‌که اینترنت میدان

1. shareware 2. Sun 3. *Wired*

مبارزه برای آزادی بیان در ده‌ها کشور جهان شده است بهتر از هرجا در ورود چین به بزرگراه اطلاعاتی جلوه‌گر شده است. شمار کاربران اینترنت در آن کشور از صفر در سال ۱۹۹۳ به صدها هزار در ۱۹۹۷، ۱۷ میلیون در سال ۲۰۰۰ و ۵۹ میلیون در سال ۲۰۰۲ رسید و هنوز نشانه‌ای از کاهش میزان رشد آن در دست نیست.[۱۲۸]

در این بین، دولت چین خود در مورد این فناوری جدید بر سر دوراهی قرار گرفته است. از یک طرف نمی‌تواند از ظرفیت اقتصادی عظیم تجارت اینترنتی صرف‌نظر کند و از طرف دیگر وحشت دارد از عواقب سیاسی این‌که شهروندانش اخبار را بدون سانسور دریافت کنند و آزادانه با هم ارتباط برقرار کنند. مقامات چینی، برای این‌که جریان اطلاعات تماماً زیر نظر خودشان باشد، «دیواره‌ی آتش بزرگ چین» را ساختند تا همه‌ی خدمات اینترنتی را سِروِرهای دولتی عرضه کنند و دست مردم از پایگاه‌های اینترنتی خبرگزاری‌های خارجی، سازمان‌های حقوق بشر و ناراضیان چینی کوتاه شود. ولی بسیاری از کاربران چینی یاد گرفتند که از سرورهای ناشناسی در پشت «دیواره‌ی آتش بزرگ» کمک بگیرند و از طریق آن‌ها به پایگاه‌های قدغن وصل شوند. بعد نوبت سانسورچی‌ها می‌شد که این سرورهای کمکی را شناسایی کنند و آن‌ها را هم به فهرست پایگاه‌های ممنوع اضافه کنند.

این بازی موش و گربه روز به روز به سطح بالاتری از پیچیدگی فنی رفته است، ولی «پلیس اینترنت» چین با منابع بیش‌تری که در اختیار داشته، توانسته است کمابیش پابه‌پای «ناراضیان سیبرنتیک» پیش برود؛ البته نه این‌که مقامات توانسته باشند اطلاعات و ارتباطات را در انحصار خود نگه دارند. افزایش چت‌روم‌ها، خبرنامه‌ها و پایگاه‌های غیررسمی از سانسورچی‌ها پیشی گرفته است و ده‌ها میلیون کاربری که تاکنون از طریق ای‌میل با هم تماس داشته‌اند، حالا نیرویی کمکی هم دارند که عبارت است از صدها میلیون کاربر تلفن همراه که پیامک برای هم می‌فرستند.[۱۲۹] با این‌همه، خطر گرفتارشدن به مجازات‌های ظالمانهٔ کاربران چینی را وادار به مقدار زیادی خودسانسوری می‌کند. نتیجه این‌که هرچند «چینِ با اینترنت یقیناً کشوری آزادتر از چینِ بدون اینترنت است»،[۱۳۰] دولت سرکوبگر هنوز دست بالا را دارد.

نه‌فقط در چین، که در سراسر دنیا، تأثیر گسترش رایانه‌های شخصی «کم‌تر از

آنی که طرفدارانش تصور می‌کردند انقلابی از کار درآمده است». رایانه «مردم عادی را در یک تراز با صاحبان قدرت قرار نداده است». نقش رایانه بیش‌تر این بوده که «نه در خانه بلکه در دفتر، وسیله‌ای شده برای پیشبرد امور کاری شرکت‌ها». به قول پل سِروتزی، رایانه «به دست مردم افتاد، ولی به چه قیمتی؟ سلطه‌ی بیش‌تر شرکت‌ها».[۱۳۱]

اتحاد سرمایه و رایانه آشکارتر از همه‌جا خودش را در تجارت اینترنتی نشان داد، که در اوایل قرن بیست و یکم با افت و خیز شدید «دات‌کام»ها همراه شد. تکرار مضحک چرخه‌ی رونق و رکود سرمایه‌داری کلاسیک بود. رؤیای رهایی رایانه‌ای به هجوم دیوانه‌وار شرکت‌های کوچک ــ مایکروسافت‌بعدازاین‌ها ــ به بزرگراه اطلاعاتی انجامید. همه به‌جز چندتایی پای خودشان را از گلیمشان درازتر کردند و ورشکست شدند. بعد از این‌که گرد و خاک خوابید، سلطه‌ی شرکت‌های بزرگ بر رسانه‌ی تازه پررنگ‌تر از پیش شده بود. سال ۲۰۰۴، بیست شرکت اینترنتیِ اول به اِی.اُ.ال. تایم وارنر[۱]، دیزنی[۲]، ویاکوم[۳]، فاکس برادکستینگ[۴] و غول‌های رسانه‌ایِ دیگر تعلق داشتند. «۶۰٪ همه‌ی زمانی که امریکایی‌ها در اینترنت صرف می‌کنند فقط متعلق به ۱۴ شرکت است.»[۱۳۲]

توقع این‌که گسترش رایانه به نحوی منجر به «رهایی» شود توقع زیادی از یک فناوری بود. علم و فناوری هم ابزارند و هم سلاح. نتایجی که به بار می‌آورند بستگی به طرز استفاده از آن‌ها دارد؛ و این هم بستگی دارد به این‌که در دست چه کسانی باشند. در نظام کنونی جهان، رایانه و علم رایانه بیش‌تر در خدمت منافع مالی و منافع شرکت‌های بزرگ‌اند. اگر منظور از «رهایی» ایجاد اقتصادی جهانی بر پایه‌ی اصول عدالت اجتماعی باشد و نه تابع نیروهای کور بازاری که افراد و ملت‌های ثروتمند را ثروتمندتر کند، انقلاب رایانه‌ای راه دشواری تا رهایی دارد.

مراد این نیست که علم رایانه ــ یا در واقع هر علمی ــ را نمی‌توان برای ایجاد تحولات اجتماعی به کار برد؛ اما اگر هدف «رهایی» باشد، به دست نیروهای سیاسی‌ای تحقق خواهد یافت که علم و فناوری تابع محض آن‌ها خواهد بود.

1. AOL Time Warner 2. Disney 3. Viacom 4. Fox Broadcasting

سرانجام: علم، مردم و آینده

از انباشت دانسته‌های انسان شکارچی-گیاه‌چین تا پروژه‌ی منهتن و بعدتر، علم همواره فعالیتی اجتماعی بوده که نیاز به کار جمعی افراد زیادی داشته است. اما تلاش جمعی آن‌ها بشر را به کجا رسانده است؟

علم جدید به شناخت ما از طبیعت ــ طبیعتی که از جهان کوچک ذرات زیراتمی تا پهنه‌ی بی‌کران فضای بین‌کهکشانی را در بر می‌گیرد ــ ابعاد بی‌سابقه‌ای بخشیده است. از مواهب فناوری‌ها کم بهره نبرده‌ایم. درعین‌حال، علم جدید در مورد مسائل مهم بشر ــ امور اجتماعی، اقتصادی یا سیاسی ــ آلوده به بی‌اعتمادی است. به‌رغم افزایش طول عمر (دست‌کم در سرزمین‌های برخوردار) و گسترش انبوه وسایل سرگرمی و کارکاه، هنوز می‌توان ادعا کرد که علم جدید کیفیت زندگی اکثریت مردم را بالا نبرده است.

مساعی جنبش اطلاعات علمی و مقاومت جنبش‌های زیست‌محیطی و ضدهسته‌ای و فمینیستی و غیره هنوز نتوانسته است علم کلان را وادار به پذیرش مسئولیت اجتماعی کند. ریشه‌ی مشکل گویا در پیروی تولید علم از انگیزه‌ی سودجویی نهفته است و هنوز نشانه‌ای از سستیِ اتحاد سرمایه و علم در افق دیده نمی‌شود.

آیا اصولاً احتمال آن هست که روزی سرمایه گریبان علم را رها کند؟ اگر هست، چه اهمیتی خواهد داشت؟ یافتن پاسخ برای این پرسش‌ها نوعی گمانه‌زنی در حوزه‌ی آینده‌شناسی خواهد بود که خارج از حدود مسئولیت مورخ است. اما گذشته از ارزش آن، من نظری در مورد پرسش دوم دارم و در پایان، برای این‌که حرفی در دلم نمانده باشد، به‌اجمال آن را بیان می‌کنم.

من با «نظریه‌ی برنال» مخالفم که می‌گوید حذف مالکیت خصوصی بر ابزار تولید و تعویض نظام بازار با اقتصاد برنامه‌دار در نهایت به شکوفایی علمی منجر خواهد شد که نیازهای انسان را رفع خواهد کرد. تجربه‌ی اتحاد شوروی در دوره‌ی استالین و چین در دوره‌ی مائو نشان داد که این اقدام‌ها، ولو لازم باشند، **کافی** نیستند.

از طرف دیگر، من اعتقادی به مکتب موسوم به «بوم‌شناسی عمیق» هم ندارم که معتقد است علم کلان و فناوری کلان و صنعت کلان ذاتاً ضداجتماعی‌اند.[۱۳۳]

نظریه‌پردازهای افراطی‌تر این مکتب، از سر شوقِ قابل تحسین‌شان به حفظ محیط زیست، تصویری انتزاعی از طبیعت ارائه کرده‌اند که در آن همه‌ی انواع جانداران ارزش برابر دارند و علایق نوع بشر به همان اندازه اهمیت دارد که علایق سایر موجودات. اگر کسی قصد دفاع از این نظام ارزشی را داشته باشد، البته هیچ استدلال منطقی‌ای نمی‌تواند نظرش را عوض کند؛ ولی من در مقام عضوی از جامعه‌ی هوموساپینس ــ تنها نوع جانداری که می‌تواند انتخاب منطقی کند ــ ترجیح می‌دهم که طرف جهان‌بینی انسان‌دوستانه‌تری را بگیرم.

«اول، زمین» فکر انتزاعی جذابی است، اما چون نیاز به کاهش شدید تولید صنعتی دارد، نتیجه‌ی آن عملاً نابودی میلیاردها انسان خواهد بود. این بینش هم، به‌رغم نیت خیر مدافعانش، که جز بهزیستی انسان نیست، به‌مراتب سنگدلانه‌تر از داروینیسم اجتماعی است. اگر من می‌خواستم نظرم را در یک شعار خلاصه کنم، به‌جای «اول، زمین» می‌گفتم «اول، مردم».

ولی متأسفانه من هم، با کمال فروتنی، باید اعتراف کنم که پاسخم به این پرسش که علم را چگونه می‌توان در خدمت منافع شش هفت میلیارد نفر جمعیت جهان قرار داد کم‌تر انتزاعی نیست، چون شرطش پذیرش پیشنهادی است که تاکنون آزمایش نشده است. علم جدید، مادامی‌که ساز و کارش را هرج و مرج نیروهای اقتصادی بازار تعیین می‌کنند، موجود کور ویرانگری باقی خواهد ماند. مسئله‌ای که باید حل شود این است که آیا علم و صنعت و فناوری را می‌توان تحت نظارتی واقعاً دموکراتیک در بستر اقتصاد جهانی برنامه‌داری قرار داد، تا همه‌ی ما بتوانیم اطلاعات علمی‌ای را که به‌سختی پیدا می‌کنیم در دسترس یکدیگر بگذاریم. من مطمئنم که این راه **عملی** است، ولی آیا **عملی خواهد شد؟** پس جا برای خوش‌بینی هست. اگر نباشد... بسیار خب، به قول کینز «دیر یا زود همه رفتنی‌اند».

پی‌نوشت‌ها

۱. مولر در ۱۹۳۷ بر سر ماجرای لیسنکو با دلسردی از شوروی خارج شد. (نگاه کنید به بخش «استاخانوفی‌ها و لیسنکویی‌ها» در همین فصل.)

2. Quoted in Roy Porter, *The Greatest Benefit to Mankind*, p. 424.

3. Garland E. Allen, "Is a New Eugenics Afoot?" pp. 59-61.
4. Ibid.

۵. دو مطالعه‌ی تاریخی عالی درباره‌ی به‌نژادی عبارت‌اند از:

Daniel J. Kevles, *In the Name of Eugenics*, and Garland E. Allen, "The Eugenics Record Office at Cold Spring Harbor, 1910-1940".

6. Porter, *Greatest Benefit to Mankind*, pp. 648-649.
7. Ibid., pp. 649-650.
8. Ibid., p. 650.
9. Ibid., p. 650.
10. Robert Jay Lifton, "Doctors and Torture".
11. Quoted in Neil A. Lewis, "Red Cross Finds Detainee Abuse in Guantanamo".

۱۲. ادوارد ویلسون سعی کرده هرچه را درباره‌ی رفتار مورچه‌ها آموخته در توضیح جامعه‌ی انسانی به کار ببرد؛ رک: E. O. Wilson, *Sociology*. نقد مفصلی بر تقدیرباوری زیست‌شناختی به طور کلی و زیست‌شناسی اجتماعی به طور خاص را در این اثر بخوانید:

Richard Lewontin, Stephen Rose, and Leon Kamin, eds., *Not in Our Genes*.

13. Steven Rose, *The Times* (London), November 9. 1976, p. 17.
14. See esp. Leon Kamin, *The Science and Politics of IQ*; and Leslie Hearnshaw, *Cyril Burt*. For a brief synopsis, see Lewontin, Rose, and kamin, eds., *Not in Our Genes*, pp. 101-106.

با توجه به علایق سیاسی دخیل، عجیب نیست که برت هنوز هوادارانی دارد؛ رک:

Ronald Fletcher, *Science, Ideology, and the Media*.

15. Richard J. Herrnstein and Charles Murray, *The Bell Curve*.

برای پادزهر آن، رک:

Russell Jacoby and Naomi Glauberman, eds., *The Bell Curve Debate*.

16. Adrian Desmond, *The Politics of Evolution*, p. 378.
17. Allen, "Is a New Eugenics Afoot?"
18. Frederick W. Taylor, *Scientific Management*, pp. 133-134.
19. Mitchel Cohen, *Big Science, the Fragmenting of Work, and the Left's Curious Notion of Progress*.

۲۰. نگاه کنید به نقل‌قول اول فصل حاضر.

21. Harry Braverman, *Labor and Monopoly Capital*, p. 73.
22. V. I. Lenin, "The Immediate Tasks of the Soviet Government", p. 664.

۲۳. این توصیف اجمالی درباره‌ی لیسنکوئیسم، که من ناچارم به آن بسنده کنم، حق مطلب را در مورد این پدیده‌ی پیچیده ادا نمی‌کند. برای آگاهی از همه‌ی پیچیدگی آن، رک:

"The Problem of Lysenkoism", in Richard Levins and Richard Lewontin, *The Dialectical Biologist*.

24. Gary Werskey, *The Visible College*, p. 139.

متن سخنرانی‌ها در مجموعه‌ی بی‌امضایی گرد آمده است تحت عنوان:

Science at the Cross Roads.

25. Werskey, *Visible College*, p. 139.
26. Ibid., p. 142.
27. J. G. Crowther, *Manchester Guardian*, July 17, 1931; quoted in Werskey, *Visible College*, p. 145.

28. Loren Graham, "The Socio-Poltical Roots of Boris Hessen", p. 713.

۲۹. کتاب کالج مرئی (*Visible College*) ورسکی (Gary Werskey) زندگی‌نامه‌ی این پنج دانشمند ناراضی است.

30. H. Floris Cohen, *The Scientific Revolution*, p. 334.

۳۱. کتاب رابرت مرتون، علم، فناوری و جامعه در انگلستان قرن هفدهم، حاصل جمع التقاطی آرایی است که از بوریس هسن و ماکس وبر سرچشمه گرفته‌اند. محققان غربی معمولاً روی بخش وبر تمرکز می‌کردند و بخش هسن را نادیده می‌گرفتند.

۳۲. برخی پژوهشگران پسامدرن ادعا می‌کنند که علم جدید «تولیدی اجتماعی» است و این هیچ ارتباطی با کسب شناخت عینی از دنیای واقعیت مادی دارد. (متن بنیادین این مکتب فکری کتابی است از ژان فرانسوا لیوتار تحت عنوان وضعیت پسامدرن: گزارشی درباره‌ی دانش (*The Postmodern Condition: A Report of Knowledge*).) اگرچه من بر نقش عوامل اجتماعی در رشد علم تأکید کرده‌ام و بر درک محدود از عینیت خرده گرفته‌ام، اعتقاد دارم که علم جدید شناخت معتبری از طبیعت فراهم آورده که جهان‌شمول است و به عبارت دیگر در همه‌ی تمدن‌ها صادق است. جان کلام این‌که من ترجیح می‌دهم علم جدید را «تولیدی به‌واسطه‌ی اجتماع» توصیف کنم تا «تولیدی اجتماعی».

33. Meera Nanda, "Against Social De(con)struction of Science", pp. 1, 4. See also Meera Nanda, *Prophets Facing Backward*.

34. Peter Rosset, Joseph Collins, and Frances Moore Lappe, "Lessons from the Green Revolution".

35. Ibid.

36. Ibid.

37. Ibid.

38. Ibid.

39. Amnesty International, "Clouds of Injustice", November 2004. See Saritha Rai, "Bhopal Victims Not Fully Paid, Rights Group Says", *New York Times*, November 30, 2004. For a concise analysis of Union Carbide's culpability, see Timothy H. Holtz, "Tragedy Without End".

40. Maril Hazlett and Michael Egan, "Technological and Ecological Turns".

۴۱. بخشی از بهار ساکت به شکل پاورقی از ژوئن ۱۹۶۲ در مجله‌ی نیویورکر منتشر شد و انتشارات «هاوتون میفلین» در سپتامبر همان سال کاملش را انتشار داد.

42. Linda Lear, "Introduction" to the anniversary edition of *Silent Spring*, p. xvii.

43. John M. Lee, "Silent Spring Is Now Noisy Summer".

44. Lear, "Introduction", pp. xi, xvii.

45. Ibid., p. xi.

46. Rachel Carson, *Lost Woods*, p. 91.

47. Hazlett and Egan, "Technological and Ecological Turns".

48. Gary Kroll, "Rachel Carson's *Silent Spring*".

49. Robert Bullard, "Environmental Justice".

50. Lear, "Introduction", p. xviii.

51. Boston Women's Health Book Collective, *The New Our Bodies, Ourselves*, pp. xvii, 557. On this subject, see also Sandra Morgen, *Into Our Own Hands*; and Ellen Frankfort, *Vaginal Politics*. For a feminist critique of the psychological sciences, see Phyllis Chesler, *Women and Madness*.

52. Boston Women's Health Book Collective, *New Our Bodies*, pp. 558, 561.
53. Ann Dally, "The Development of Western Medical Science", p. 59.
54. Boston Women's Health Book Collective, *New Our Bodies*, pp. 563-564.
55. Dwight D. Eisenhower, "Farewell Address to the Nation", January 17, 1961.
56. Daniel S. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, p. 100.
57. David Conor, "Corporate Science versus the Right to Know", *New Scientist*, March 16, 2002; quoted in Sheldon Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 80.
58. Krimsky, *Science in the Private Interest*, pp. 6, 51. See also Derek Bok, *Universities in the Marketplace*, chap. 4, "Scientific Research".
59. Richard Horton, "The Dawn of McScience", p. 9.
60. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, pp. 349-350. Greenberg cited Drummond Rennie, "Fair Conduct and Fair Reporting of Clinical Trials", *Journal of the American Medical Association*, November 10, 1999.
61. Horton, "Dawn of McScience", pp. 7, 9.
62. Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 115.
63. Melody Peterson, "Suit Says Company Promoted Drug in Exam Rooms", *New York Times*, May 15,2002; quoted in Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 115.
64. Mathew Kaufman and Andrew Julian, "Scientists Helped Industry to Push Diet Drug", *Hartford Courant*, April 10, 2000; quoted in Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 115.
65. Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 116.
66. Sarah Bosely, "Scandal of Scientists Who Take Money for Papers Ghostwritten by Drug Companies", *Guardian Weekly* (UK), February 7, 2002; quoted in Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 116.
67. Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 173.
68. Ibid., p. 99.
69. Ibid., pp. 9, 23-24.
70. Dennis Cauchon, "Number of Experts Available Is Limited", *USA Today*, September 25, 2000; quoted in Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 96.
71. Marc Kaufman, "Many Workers Call FDA Inadequate at Monitoring Drugs".
۷۲. این بخش از برنامه‌ی ۶۰دقیقه براساس گزارشی بود که یک گروه طرفدار محیط زیست به اسم «شورای دفاع از منابع طبیعی» در ۲۷ فوریه‌ی ۱۹۸۹، تحت عنوان «خطر غیرقابل تحمل: آفت‌کش‌ها در غذای کودکان ما» انتشار داد؛ رک: Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 102.
73. Krimsky, *Science in the Private Interest*, pp. 101-102.
74. Ibid., p. 51, citing World Health Organization, *Tobacco Company Strategies to Undermine Tobacco Control Activities at the World Health Organization*, July 2000.
75. Krimsky, *Science in the Private Interest*, p. 39, citing Public Citizen, *Safeguards at Risk: John Graham and Corporate America's Back Door to the Bush White House*, March 2001.
76. Ibid., p. 39.
77. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, p. 74. His source is National Science Foundation, *Science & Engineering Indicators*, 1998.
78. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, p. 43.

79. See esp. Gar Alperovitz, *Atomic Diplomacy*; and Alperovitz, *The Decision to Use the Atomic Bomb and the Architecture of an American Myth.*

80. National Science Foundation, *National Patterns of R&D Resources*, reproduced in the Appendix to Greenberg, *Science, Money, and Politics*, Table 1.

۸۱. از ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۰ بودجه‌ی تحقیق و توسعه کم‌کم از ۶۳/۸ به ۷۵/۴ میلیارد دلار افزایش پیدا کرد؛ رک: Table 5 in the Appendix to Greenberg, *Science, Money, and Politics.*

۸۲. از جنگ جهانی دوم تا امروز، ماشین نظامی امریکا نه برای دفاع از خاک امریکا در برابر حمله‌ی خارجی، بلکه برای نگهداری و گسترش سلطه‌ی اقتصادی شرکت‌های امریکایی به کار رفته است. به این کار اگر بگوییم «جهان‌خواری» دقیق‌تر است تا بگوییم «دفاع».

83. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, p. 51.

84. Helen Caldicott, *The New Nuclear Danger*, pp. 4-5.

۸۵. یکی از نخستین نمونه‌های راهنمایی کینز به روزولت را می‌توانید در «نامه‌ی سرگشاده به رئیس‌جمهور روزولت» (۱۹۲۳) بیابید.

۸۶. اولین بار که کینز این جمله را بر زبان آورد پیش از بحران بود، ولی او همیشه هر سؤالی را که به «درازمدت» مربوط می‌شد با همین عبارت از سر باز می‌کرد؛ رک:

John Maynard Keynes, *A Tract on Monetary Reform* (1923).

۸۷. کینز در مهم‌ترین کتابش فایده‌ی این نوع فعالیت اقتصادیِ ظاهراً عبث را می‌گوید: «اگر وزارت خزانه‌داری بطری‌های کهنه‌ای را پر از اسکناس می‌کرد، در عمق زیادی در معادن زغال‌سنگ متروک دفن می‌کرد، بعد معدن‌ها را از زباله‌های شهری پر می‌کرد و می‌سپرد به بخش خصوصی... تا اسکناس‌ها را بیرون بیاورند... درآمد واقعی جامعه و همین‌طور سرمایه‌ی نقدی‌اش احتمالاً خیلی بیش‌تر از آنی که هست می‌شد.» رک:

Keynes, *The General Theory of Employment, Interest and Money*, chap. 10, sect. 6.

88. Greenberg, *Science, Money, and Politics*, p. 285.

89. Ibid., p. 332, citing *Physics Today*, July 1999.

90. Tom Engelhardt, "Icarus (Armed with Vipers) over Iraq".

91. Caldicott, *New Nuclear Danger*, p. 3.

92. Helen Caldicott, *Nuclear Madness*, pp. 21-22.

93. See Donald L. Barlett and James B. Steele, *Forevermore.*

94. Caldicott, *Nuclear Madness*, p. 24.

95. Kevin Bogardus, "The Politics of Energy".

۹۶. تلر یک عضو از گروه فیزیک‌دان‌هایی بود که مجموعاً مسئول دانشی بودند که امکان ساخت جنگ‌افزارهای گرماهسته‌ای را فراهم کرد. همه‌ی افتخار آن متعلق به او نیست. شهرت او به نام «پدر بمب هیدروژنی» ناشی از اعمال نفوذ و تبلیغات خستگی‌ناپذیر او برای ساخت آن بود. عنوان فرعی زندگی‌نامه‌ی جدیدی درباره‌ی او کنایه‌ی دقیقی از شخصیت اوست:

Peter Goodchild, *Edward Teller: The Real Dr. Strangelove.*

97. Caldicott, *Nuclear Madness*, pp. 146-147.

مقاله‌ی اِی‌ام‌اِی تحت عنوان «نظر طب درباره‌ی نیروی هسته‌ای» در نشریه‌ی زیر منتشر شد:

Journal of the American Medical Association, November 17, 1989.

98. Stan Augarten, *Bit by Bit*, pp. 195, 253.

99. H. Edward Roberts and William Yates, "Exclusive! Altair 8800".

100. Paul E. Ceruzzi, *A History of Modern Computing*, pp. 226, 304.

101. Augarten, *Bit by Bit*, pp. 276-280.

۱۰۲. از میان کتاب‌هایی که داستان اپل و مکینتاش را نقل می‌کنند می‌توان از این‌ها نام برد:

Michael Moritz *The Little Kingdom*; Owen Linzmayer, *Apple Confidential 2.0*; and Steven Levy, *Insanely Great.*

۱۰۳. از نامه‌ی خصوصی راد هولت به نویسنده در تاریخ ۲۶ نوامبر ۲۰۰۴.

104. Steve Lohr, *Go To*, p. 171.

هرچند بریکلین و فرانکستون «تجربه‌ی عمیق و متنوعی در کار با رایانه داشتند» نسبت به نهادهای علم رایانه خارجی بودند.

105. Ceruzzi, *History of Modern Computing*, p. 267.

106. Augarten, *Bit by Bit*, p. 280.

107. Lohr, *Go To*, p. 7.

108. Ibid., p. 29.

109. Ibid., p. 68.

تامپسون از طراحان سیستم عامل یونیکس بود.

110. Ibid., pp. 3, 7.

۱۱۱. واژه‌ی کامپیوتر یا محاسبه‌گر تا پیش از عصر الکترونیک به ماشین اطلاق نمی‌شد؛ به کارمند دون‌پایه‌ی کم‌دستمزدی گفته می‌شد که اغلب زن بود و محاسبات وقت‌گیر خسته‌کننده را با دست برای دانشمند انجام می‌داد. به‌تازگی زندگی‌نامه‌ای درباره‌ی یک‌چنین محاسبه‌گری به نام هنریتا سوان لیویت منتشر شده است. او عضو گروهی از زنانی بود که رصدخانه‌ی کالج هاروارد در سال‌های نخست قرن بیستم استخدام کرد تا محاسبات عددی مربوط به میزان تابناکی ستارگان در عکس‌های نجومی را انجام بدهند. آشنایی لیویت با این اطلاعات در سال ۱۹۱۲ منشأ انقلابی در نجوم و کیهان‌شناسی شد: کشف این‌که با اندازه‌گیری دوره‌ی تغییر نور بعضی ستارگان (ستارگان متغیر قیفاووسی) می‌توان فاصله‌های عظیم بین کهکشان‌ها را اندازه گرفت. دستاورد خانم لیویت شایسته‌ی بیش از این پی‌نوشت است؛ خوشبختانه دیگران درباره‌اش نوشته‌اند؛ رک: George Johnson, *Miss Leavitt's Stars*.

112. Lohr, *Go To*, p. 6.

113. Quoted in Lohr, *Go To*, pp. 47-48.

114. Lohr, *Go To*, p. 13.

115. Ibid., pp. 13-14.

116. Ceruzzi, *History of Modern Computing*, p. 232.

۱۱۷. سال ۲۰۰۴ یازدهمین سال پیاپی بود که نام گیتس در بالای فهرست ثروتمندترین افراد امریکایی جای گرفت. ثروت او ۴۸ میلیارد دلار برآورد شد.

118. Ceruzzi, *History of Modern Computing*, p. 232.

119. Tim Burners-Lee, *Weaving the Web*, p. 2.

120. Ibid., pp. 31-32, 42-43, 55.

121. Lohr, *Go To*, p. 201.

122. Ibid., p. 177. See Ted Nelson, *Computer Lib.*

123. Lohr, *Go To*, p. 88.

124. Ibid., p. 89.

125. Ibid., p. 212.

۱۲۶. گزارش را نیک بوئن (Nick Bowen) در ۲۰ دسامبر ۱۹۹۹ نوشته است و در نامه‌ای الکترونیکی به تاریخ ۷ ژانویه‌ی ۲۰۰۰ به مدیریت ارشد آی‌بی‌ام به امضای سمیوئل پالمیسانو رسیده است. پالمیسانو از معاونان ارشد آی‌بی‌ام بود که بعد به ریاست شرکت رسید؛ نقل از: Lohr, *Go To*, p. 218.

۱۲۷. «مجله‌ی وایرد از ژانویه‌ی ۱۹۹۳ منتشر شد برای پوشش انقلاب دیجیتال، اصطلاحی که این شرکت در وصف تحولات عمیق ناشی از همگرایی رایانه و رسانه‌ها و صنایع مخابرات ساخت.... مجله‌ی وایرد درباره‌ی رایانه نیست؛ درباره‌ی مردم و شرکت‌ها و مفاهیم انقلاب دیجیتال است.» (برگرفته از سندی که

شرکت وایرد در سال ۱۹۹۶ به «کمیسیون وثیقه و تسعیر» سپرد.)

۱۲۸. منبع رقم‌های مربوط به استفاده از اینترنت در چین «مرکز اطلاعات شبکه‌ی اینترنت چین» است؛ به نقل از خبرگزاری شین‌هوا (۲۵ دسامبر ۲۰۰۲) و نیز: A. Lin Neumann, "The Great Firewall". توجه داشته باشیم که ۶۰ میلیون نفر کاربر اینترنت در چین فقط حدود ۵ درصد از جمعیت آن کشور است.

۱۲۹. تا آوریل سال ۲۰۰۵ عده‌ی کاربران تلفن همراه در چین ۳۵۰ میلیون نفر برآورد می‌شود.

"A Hundred Cellphones Bloom, and Chinese Take To the Streets", *New York Times*, April 25, 2005.

130. Neumann, "The Great Firewall".

131. Ceruzzi, *History of Modern Computing*, pp. 280, 349.

132. John Pilger, "Australia's Samizdat".

133. See., e.g., David Watson, *Beyond Bookchin*.

کتاب‌نامه

Ackerknecht, Erwin H. *A Short History of Medicine* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1982).

Aczel, Amir D. *The Riddle of the Compass* (New York: Harcourt, 2001).

Agricola, Georgius. *De re metallica*, trans. Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover (New York: Dover, 1950).

Allen, Garland E. "The Eugenics Record Office at Cold Spring Harbor, 1910-1940." *Osiris* 2 (1986).

_____. " Is a New Eugenics Afoot?" *Science* 294, 5540 (October 5, 2001).

Alperovitz, Gar. *Atomic Diplomacy: Hiroshima and Potsdam* (New York: Penguin, 1985).

_____. *The Decision to Use the Atomic Bomb and the Architecture of an American Myth* (New York: Knopf, 1995).

Anonymous *Calcoen: A Dutch Narrative of the Second Voyage of Vasco da Gama to Calicut, Printed at Antwerp Circa 1504*, trans. J. Ph. Berjeau (London: Pickering, 1874).

_____. *An Essay on the Usefulness of Mathematical Learning. In a Letter from a Gentleman in the City, to his Friend at Oxford*, 3rd ed. (London, 1745).

_____. *Report of Dr. Benjamin Franklin and Other Commissioners Charged by the King of France, with the Examination of the animal Magnetism as Now Practised at Paris* (London, 1785).

_____. *Science at the Cross Roads. Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology (London, 1931) by the delegates of the USSR* (London: Frank Cass; 1971; originally published in 1931).

Appel, Toby A. *The Cuvier-Geoffroy Debate: French Biology in the Decades Before Darwin* (Oxford: Oxford University Press, 1987).

Aristotle. *Metaphysics*, W. D. Ross, trans. (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

_____. *Meteorology*, E. W. Webster, trans. (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

_____. *On the Heavens*, J. L. Stocks, trans. (Chicago, IL: Great Books of the Western World,

1952).

_____. *Politics*, Benjamin Jowett, trans. (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

Aronson, J. K. *An Account of the Foxglove and Its Medical Uses, 1785-1985* (London: Oxford University Press, 1985).

Ashton, T. S. *The Industrial Revolution, 1760–1830* (London: Oxford University Press, 1964).

Aubrey, John. *Aubrey's Brief Lives*, ed. Oliver Lawson Dick (Boston, MA: David R. Godine, 1999).

Augarten, Stan. *Bit by Bit: An Illustrated History of Computers* (New York: Ticknor & Fields, 1984).

Aveni, Anthony F. *Ancient Astronomers* (Washington, DC: Smithsonian Books, 1993).

Bachelard, Gaston. *The Psychoanalysis of Fire* (Boston, MA: Beacon Press, 1968).

Bacon, Francis. *The Essays, or Counsels Civil and Moral* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1999).

_____. "The Great Instauration," in *The New Organon.*

_____. *The New Organon*, ed. Fulton H. Anderson (New York: Macmillan, 1960).

_____. "Of Seditions and Troubles," in *The Essays*.

_____. *The Works of Francis Bacon*, ed. James Spedding, Robert L. Ellis, and Douglas D. Heath (London: Longman, 1857-1874).

Bailey, Geoff, ed. *Hunter-Gatherer Economy in Prehistory: A European Perspecive* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1983).

Baker, Keith. *Inventing the French Revolution: Essays on French Political Culture in the Eighteenth Century* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990).

Balick, Michael J., and Paul Alan Cox, *Plants, People and Culture: The Science of Ethnobotany* (New York: Scientific American Library, 1996).

Barine, Arvède. *Bernardin de Saint-Pierre* (Chicago, IL: A. C. McClurg, 1893).

Barlett, Donald L., and James B. Steele. *Forevermore: Nuclear Waste in America* (New York: W. W. Norton, 1985).

Barzun, Jacques. *From Dawn to Decadence* (New York: HarperCollins, 2000).

Bazin, Hervé. *The Eradication of Smallpox* (San Diego, CA: Academic Press, 2000).

Beadle, George W. "The Ancestry of Corn," *Scientific American*, 242 (1980).

Beaglehole, J. C., ed. *The Endeavour Journal of Joseph Banks 1768–1771* (Sydney, Australia: Angus and Robertson, 1962).

Beall, Otho T., and Richard Shryock. *Cotton Mather: First Significant Figure in American Medicine* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1954).

Bedini, Silvio A. *Thinkers and Tinkers: Early American Men of Science* (New York: Scribner's, 1975).

_____. *Patrons, Artisans and Instruments of Science, 1600–1750* (Brookfield, VT: Ashgate/ Variorum, 1999).

Beeching, Jack. "Introduction" to Richard Hakluyt, *Voyages and Discoveries*.

Bennett, J. A. "The Challenge of Practical Mathematics," in Pumphrey, Rossi, and Slawinski, eds., *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*.

_____. "The Mechanics' Philosophy and the Mechanical Philosophy." *History of Science* 24

(1986).

Bergasse, Nicolas. *Considérations sur le Magnétisme animal, ou Sur la théorie du monde et des êtres organisés, d'après les principes de M. Mesmer* (La Haye, 1784).

Bergasse du Petit-Thouars, Aristide G. H. N. *Nicolas Bergasse: Un Défenseur des principes traditionnels sous la Révolution* (Paris: Librairie Académique, 1910).

Bergreen, Laurence. *Over the Edge of the World* (New York: William Morrow, 2003).

Bernal, J. D. *Science in History* (Cambridge, MA: MIT Press, 1971).

Bernal, Martin. "Animadversions on the Origins of Western Science," in Shank, ed., *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages.*

_____. *Black Athena* (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1987).

_____. "Response to Professor Snowden." *Arethusa* 22 (1989).

Bernardin de Saint-Pierre, Jacques Henri. *Etudes de la nature*, new ed. (Basel, Switzerland: Chez Tourneizen, 1797; originally published in 1784).

_____. *Paul and Virginia* (London: Penguin, 1982).

Berners-Lee, Tim. *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web* (New York: HarperBusiness, 2000).

Biagioli, Mario, and Peter Galison, eds. *Scientific Authorship: Credit and Intellectual Property in Science* (New York: Routledge, 2003).

Biot, Jean Baptiste, *Essai sur l'histoire générale des Sciences pendant la Révolution française* (Paris, 1803).

Bivins, Roberta, "The Body in Balance," in Porter, ed., *Medicine: A History of Healing.*

Blake, John B. "The Inoculation Controversy in Boston: 1721-1722." *New England Quarterly* 25 (1952).

Blumenbach, Johann Friedrich. *On the Natural Varieties of Mankind*, trans. Thomas Bendyshe (New York: Bergman, 1969).

Blurton-Jones, Nicolas, and Melvin J. Konner. "!Kung Knowledge of Animal Behavior (or: The Proper Study of Mankind is Animal)," in Lee and De Vore, eds., *Kalahari Hunter-Gatherers*.

Bogardus, Kevin. "The Politics of Energy: Nuclear Power." December 11, 2003. http://www.icij.org/report.aspx?aid=122&sid=200.

Bok, Derek. *Universities in the Marketplace: The Commercialization of Higher Education* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2003).

Boston Women's Health Book Collective. *The New Our Bodies, Ourselves* (New York: Simon & Schuster, 1984).

_____. *Our Bodies, Ourselves* (New York: Simon & Schuster, 1973).

Bougainville, Louis-Antoine de. *A Voyage Round the World, Performed by Order of His Most Christian Majesty, in the Years 1766, 1767, 1768, and 1769*, trans. John Reinhold Forster (London, 1772).

Boulding, Kenneth. "The Great Laws of Change," in Tang, Westfield, and Worley, eds., *Evolution, Welfare, and Time in Economics.*

Bourne, Edward Gaylord. "Prince Henry the Navigator," in *Essays in Historical Criticism* (New York: Scribner's, 1901).

Bowen, Catherine Drinker. *Francis Bacon: The Temper of a Man* (Boston, MA: Little, Brown,

1963).

Boyle, Robert. *An Acount of Philaretus, during His Minority*, in *The Works of the Honourable Robert Boyle*, vol. 1.

_____. *A Continuation of New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring and Weight of the Air, Second Part*, in *The Works of the Honourable Robert Boyle*, vol. 4.

_____. *The Excellency of Theology Compared with Natural Philosophy*, in *The Works of the Honourable Robert Boyle*, vol. 4.

_____. *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air*, in *The Works of the Honourable Robert Boyle*, vol. 1.

_____. *Some Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy*, in *The Works of the Honourable Robert Boyle*, vol. 2.

_____. *That the Goods of Mankind May Be Much Increased by the Naturalist's Insight into Trades*, in *The Works of he Honourable Robert Boyle*, vol. 3.

_____. *The Works of the Honourable Robert Boyle* (London, 1772).

Braverman, Harry. *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century* (New York: Monthly Review Press, 1974).

Breasted, James H. *The Conquest of Civilization* (New York: Harper, 1926).

_____. *The Edwin Smith Surgical Papyrus Published in Facsimile and Hieroglyphic Transliteration with Translation and Commentary in Two Volumes* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1930).

Bronowski, Jacob. *The Ascent of Man* (London: British Broadcasting Corporation, 1973).

Brookes, Martin. *Extreme Measures: The Dark Visions and Bright Ideas of Francis Galton* (New York: Bloomsbury, 2004).

Brown, Lloyd A. *The Story of Maps* (New York: Dover, 1979).

Bullard, Robert. "Environmental Justice: An Interview with Robert Bullard." *Earth First! Journal* July 1999. http://www.ejnet.org/ej/bullard. html

Bullough, Vern L. *The Development of Medicine as a Profession* (New York: Hafner, 1966).

Burke, John G., ed. *The Uses of Science in the Age of Newton* (Berkeley, CA: University of California Press, 1983).

Burkert, Walter. *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1972).

Bush, Vannevar. "As We May Think," *Atlantic Monthly*, July 1945.

Caldicott, Helen. *The New Nuclear Danger: George W. Bush's Miliary-Industrial Complex* (New York: New Press, 2004).

_____. *Nuclear Madness: What You Can Do* (New York: W. W. Norton, 1994).

Camac, C. N. B., ed. *Classics of Medicine and Surgery* (New York: Dover, 1959).

Campbell, Tony. "Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500," in Harley and Woodward, eds., *The History of Cartography*, vol. 1.

Canny, Nicholas. *The Upstart Earl: A Study of the Social and Mental World of Richard Boyle, First Earl of Cork, 1566–1643* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1982).

Carney, Judith Ann. *Black Rice: The African Origins of Rice Cultivation in the Americas* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001).

Carson, Rachel. *Lost Woods: The Discovered Writing of Rachel Carson*, ed. Linda Lear

(Boston, MA: Beacon Press, 1998).

_____. *Silent Spring* (Boston, MA: Houghton Mifflin, 1962).

_____. *Silent Spring*, anniversary ed. (Boston, MA: Mariner, 2002).

Cartier, Jacques. *The Voyages of Jacques Cartier*, ed. H. P. Biggar (Toronto: University of Toronto Press, 1993).

Casson, Lionel. *The Ancient Mariners: Seafarers and Sea Fighters of the Mediterranean in Ancient Times* (New York: Macmillan, 1959).

_____. *Libraries in the Ancient World* (New Haven, CT: Yale University Press, 2001).

_____. *Ships and Seamanship in the Ancient World* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1971).

_____, ed. and trans. *The Periplus Maris Erythraei* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1989).

Ceruzzi, Paul E. *A History of Modern Computing* (Cambridge, MA: MIT Press, 2003).

Chaplin, Joyce. *An Anxious Pursuit: Agricultural Innovation and Modernity in the Lower South, 1730–1815* (Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press, 1993).

Charbonnier, Georges. *Conversations with Claude Lévi-Strauss* (London: Jonathan Cape, 1969).

Chesler, Phyllis. *Women and Madness* (Garden City, NY: Doubleday, 1972).

Chiera, Edward. *They Wrote on Clay* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1966).

Childe, V. Gordon. *Man Makes Himself* (New York: New American Library, 1951).

_____. *What Happened in History* (New York: Penguin, 1954).

Christianson, John Robert. *On Tycho's Island: Tycho Brahe and His Assistants, 1570–1601* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003).

Clagett, Marshall. *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison WI: University of Wisconsin Press, 1959).

_____, ed. *Critical Problems in the History of Science* (Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1959).

Cobban, Alfred. *The Social Interpretation of the French Revolution* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1964).

Cohen, H. Floris. *The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1994).

Cohen, Mitchel. *Big Science, the Fragmenting of Work, and the Left's Curious Notion of Progress* (Brooklyn, NY: Red Balloon Collective, 2004).

Cohen, Morris R., and I. E. Drabkin, *A Source Book in Greek Science* (New York: McGraw-Hill, 1948).

Collins, K. St. B. "Introduction" to Taylor, *The Haven-Finding Art*.

Conner, Clifford D. "Jean Paul Marat and the Scientific Underground of the Old Regime." Unpublished dissertation, City University of New York, 1993.

Cooper, Lane. *Aristotle, Galileo and the Tower of Pisa* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1935).

Corney, Bolton Glanvill, ed. *The Quest and Occupation of Tahiti by Emissaries of Spain during the Years 1772–1776* (London: Hakluyt Society, 1915).

Cortesão, Armando. *The Mystery of Vasco da Gama* (Lisbon, 1973).

Crabtree, Adam. *Animal Magnetism, Early Hypnotism, and Psychical Research 1766–1925* (White Plains, NY: Kraus, 1988).

Creath, Richard. "The Unity of Science: Carnap, Neurath, and Beyond," in Galison and Stump, eds., *The Disunity of Science* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1996).

Crellin, John. "Herbalism," in Porter, ed., *Medicine: A History of Healing*.

Crombie, A. C. *Augustine to Galileo* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1961).

_____. *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100–1700* (Oxford: Clarendon Press, 1953).

_____. "Commentary on the Papers of Rupert Hall and Giorgio de Santillana," in Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

Crosby, Alfred W. *Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900–1900* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1986).

Cunliffe, Barry. *The Extraordinary Voyage of Pytheas the Greek* (New York: Walker, 2002).

Cunningham, Andrew, and Nicholas Jardine, eds. *Romanticism and the Sciences* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990).

Cuvier, Georges. *Rapport historique sur les Progrès des sciences naturelles depuis 1789, et sur leur état actuel* (Paris: De l'Imprimerie impériale, 1810).

Dahlberg, Frances, ed. *Woman the Gatherer* (New Haven, CT: Yale University Press, 1981).

d'Alembert, Jean Le Rond. *Discours préliminaire de l'Encyclopédie* (1751), trans. Richard N. Schwab as *Preliminary Discourse to the Encyclopedia of Diderot* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1995).

Dales, Richard C. *The Scientific Achievement of the Middle Ages* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1973).

Dally, Ann. "The Development of Western Medical Science," in Porter, ed., *Medicine: A History of Healing*.

Dantzig, Tobias. *Number: The Language of Science* (New York: Macmillan, 1954).

Darnton, Robert. *The Literary Underground of the Old Regime* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982).

_____. *Mesmerism and the End of the Enlightenment in France* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1968).

Darwin, Charles. *The Autobiography of Charles Darwin* (New York: W. W. Norton, 1993; originally published in 1876).

_____. *The Descent of Man* (London: John Murray, 1971).

_____. *The Life and Letters of Charles Darwin*, ed. F. Darwin (New York: Basic Books, 1959).

_____. *Origin of Species* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1996; originally published in 1859).

da Vinci, Leonardo. *The Notebooks of Leonardo da Vinci*, trans. and ed. Edward MacCurdy (New York: George Braziller, 1955).

Davis, John. *The Seaman's Secrets* (London, 1607).

Davy, Humphry. "Discourse Introductory to a Course of Lectures on Chemistry," in John Davy, ed., *The Collected Works of Humphry Davy* (London: Smith, Elder, 1839-1840).

de Castro e Almeida, Virginia, ed., and Bernard Miall, trans. *Conquests and Discoveries of Henry the Navigator; Being the Chronicles of Azurara* (London: Allen & Unwin, 1936).

Debus, Allen G. *The Chemical Philosophy: Paracelsian Science and Medicine in the Sixteenth and Seventeenth Centuries* (New York: Science History Publications, 1976).

_____. *The English Paracelsians* (New York: Franklin Watts, 1966).

Denham, T. P., S. G. Haberle, C. Lentfer, R. Fullagar, J. Field, M. Therin, N. Porch, and B. Winsborough. "Origins of Agriculture at Kuk Swamp in the Highlands of New Guinea." *Science* July 11, 2003.

Descartes, René. *Oeuvres de Descartes*, Charles Adams and Paul Tannery, eds. (Paris: J. Vrin, 1996).

_____. *Rules for the Direction of the Mind*, Elizabeth S. Haldane and G. R. T. Ross, trans. (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

Desmond, Adrian. *Archetypes and Ancestors: Palaeontology in Victorian London 1850–1875* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1982).

_____. *The Politics of Evolution: Morphology, Medicine, and Reform in Radical London* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1989).

Desmond, Adrian, and James Moore. *Darwin* (London: Michael Joseph, 1991).

De Vorsey, Louis. "Amerindian Contributions to the Mapping of North America: A Preliminary View," in Storey William K., ed., *Scientific Aspects of European Expansion* (Brookfield, VT: Variorum, 1996).

Dhombres, Nicole, and Jean Dhombres. *Naissance d'un nouveau pouvoir: Sciences et savants en France, 1793–1824* (Paris: Editions Payot, 1989).

Diamond, Jared. *Guns, Germs, and Steel* (New York: W. W. Norton, 1998).

Dilke, O. A. W. "Cartography in the Ancient World: An Introduction," in Harley and Woodward, eds., *The History of Cartography*, vol. 1.

_____. "The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy," in Harley and Woodward, eds., *The History of Cartography*, vol. 1.

_____. "Roman Large-Scale Mapping in the Early Empire," in Harley and Woodward, eds., *The History of Cartography*, vol. 1.

Dobbs, B. J. T. "Newton as Final Cause and First Mover," in Osler, ed., *Rethinking the Scientific Revolution*.

Dobell, Clifford, ed. *Antony van Leewenhoek and His "Little Animals": A Collection of Writins by the Father of Protozoology and Bacteiology* (New York: Dover, 1960).

Dorn, Harold. *The Geography of Science* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1991).

Dor-Net, Zvi. *Columbus and the Age of Dicovery* (New York: William Morrow, 1991).

Drake, Stillman. *Cause, Experiment and Science* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1981).

_____. *Galileo at Work: His Scientific Biography* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1978).

Drury, Shadia. *Leo Strauss and the American Right* (New York: Palgrave Macmillan, 1999).

_____. *The Political Ideas of Leo Strauss* (London: Macmillan, 1988).

_____. "Noble Lies and Perpetual War: Leo Strauss, the Neo-Cons, and Iraq." An interview with Shadia Drury by Danny Postel, October 16, 2003. http://www.information-clearinghouse.info/article5010.htm

Duveen, Denis I., and Herbert S. Klickstein, *Bibliography of the Works of Antoine Laurent Lavoisier, 1743–1794* (London: Wm. Dawson & Sons, 1954).

Eamon, William. *Science and the Secrets of Nature: Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1996).

Easlea, Brian. *Witch Hunting, Magic and the New Philosophy* (Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press, 1980).

Eisenhower, Dwight D. "Farewell Address to the Nation," January 17, 1961. http://www.eisenhower.archives.gov/farewell.htm

Eisenstein, Elizabeth. L. *The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early Modern Europe* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1979).

Eisley, Loren. *The Man Who Saw Through Time* (New York: Scribner's, 1973).

Engelhardt, Tom. "Icarus (Armed with Vipers) over Iraq." December 6, 2004. Tom Dispatch, http://www.tomdispatch.com/index.mhtml?pid=2047

Engels, Frederick. *The Part Played by Labor in the transistion from Ape to Man* (Moscow: Progress Publishers, 1934; first published in 1876).

Farrington, Benjamin. *Francis Bacon: Philosopher of Industrial Science* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1979).

_____. *Greek Science* (Harmondsworth, UK: Penguin, 1969).

_____. *Science and Politics in the Ancient World* (London: Allen & Unwin, 1939).

_____. *Science in Antiquity* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1969).

Feinberg Richard. *Polynesian Seafaring and Navigation* (Kent, OH: Kent State University Press, 1988).

Fenn, Elizabeth Anne. *Pox Americana: The Great Smallpox Epidemic of 1775-82* (New York: Hill & Wang, 2001).

Field, J. V. "Mathematics and the Craft of Painting: Piero della Francesca and Perspective," in Field and James, eds., *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe.*

_____ and Frank A. J. L. James, eds. *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*. (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993).

Finley, M. I. *Ancient Slavery and Modern Ideology* (Harmondsworth, UK: Penguin, 1980).

_____. *The Ancient Greeks* (Harmondsworth, UK: Penguin, 1979).

Fletcher, Ronald. *Science, Ideology, and the Media: The Cyril Burt Scandal* (London: Transaction Publishers, 1991).

Frankfort, Ellen. *Vaginal Politics* (New York: Quadrangle Books, 1972).

Franklin, Benjamin. "Chart of the Gulf Stream," in American Philosophical Society, *Transactions* 28 (Philadelphia, 1786), opposite p. 315.

_____. *The Ingenious Dr. Franklin: Selected Scientific Letters of Benjamin Franklin*, ed. Nathan G. Goodman (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1931).

Galilei, Galileo. *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, trans. Stillman Drake (Berkeley: University of California Press, 1967).

_____. *Dialogues Concerning Two New Sciences*, trans. Henry Crew and Alfonso de Salvio

(New York: Dover, 1954).

_____. *Il Saggiatore* [The Assayer], trans. Stillman Drake, in *The controversy on the Comets of 1618* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1960).

_____. *Istoria e dimostrationi intorno alle macchie solari e loro accidenti* (Bologna, 1655; originally published in 1613).

_____. *Sidereus nuncius* [The Starry Messenger] (1610), trans. Albert Van Helden (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1989).

Galison, Peter, and Bruce. Hevly, eds. *Big Science: The Growth of Large-Scale Research* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1992).

Galison, Peter, and David J. Stump, eds. *The Disunity of Science* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1996).

Galton, Francis. *English Men of Science: Their Nature and Nature* (London: Macmillan, 1874).

_____. *Hereditary Genius: An Inquiry into Its Laws and Consequences* (London: Macmillan, 1869).

_____. "Hereditary Improvement." *Fraser's Magazine* 7 (1865).

_____. "Hereditary Talent and Character," *Macmillan's Magazine* 12 (1865).

Gerard, John. *The Herball, or General Historie of Plantes* (London, 1597).

Gilbert, William, *De Magnete magneticisque corporibus et de magno magneto tellure physiologia nova* (1600), trans. P. Fleury Mottelay as *On the Loadstone and Magnetic Bodies and on the Great Magnet the Earth* (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

Gillispie, C. C. *The Edge of Objectivity* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1960).

_____. "The *Encyclopédie* and the Jacobin Philosophy of Science," in Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

Ginzburg, Carlo. "Clues: Roots of an Evidential Paradigm," in *Myths, Emblems, Clues*.

_____. *Myths, Emblems, Clues* (London: Radius, 1990).

Glacken, Clarence J. *Traces on the Rhodian Shore* (Berkeley: University of California Press, 1967).

Gladwin, Thomas. *East Is a Big Bird: Navigation and Logic on Puluwat Atoll* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1970).

Glanvill, Joseph. *Plus Ultra, or, The Progress and Advancement of Knowledge since the Days of Aristotle* (Gainesville, FL: Scholars' Facsimiles & Reprints, 1958; originally published in 1668).

Goethe, Johann Wolfgang von. *Faust*, trans. Philip Wayne (Harmondsworth, UK: Penguin, 1962).

Golino, Carlo L., ed. *Galileo Reappraised* (Berkeley: University of California Press, 1966).

Comperz, T. *Greek Thinkers* (London: J. Murray, 1901-1912).

Goodchild, Peter. *Edward Teller: The Real Dr. Strangelove* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2004).

Goodenough, Ward H. *Native Astronomy in the Central Carolines* (Philadelphia: University Museum, 1953).

Gooding, David, Trevor Pinch, and Simon Schaffer, eds. *The Uses of Experiment: Studies in the Natural Sciences* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1989).

Gould, Stephen Jay. *Ever Since Darwin* (New York: W. W. Norton, 1977).

_____. *The Mismeasure of Man* (New York: W. W. Norton, 1981).

_____. "Posture Maketh the Man," in Gould, *Ever Since Darwin*.

Graham, Loren. "The Socio-Political Roots of Boris Hessen: Soviet Marxism and the History of Science," *Social Studies of Science* 15 (1985).

Greenberg, Daniel S. *Science, Money, and Politics: Political Triumph and Ethical Erosion* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 2001).

Greene, Mott T. *Geology in the Nineteenth Century* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1982).

_____. "History of Geology," *Osiris* 1 (1985).

Grimé, William. *Botany of the Black Americans* (St. Clair Shores, MI: Scholarly Press, 1976).

Guedj, Denis. *La Révolution des Savants* (Paris: Gallimard, 1988).

Guerlac, Henry. *Newton on the Continent* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1981).

Gunther, R. T. "The Great Astrolabe and Other Scientific Instruments of Humphrey Cole," *Archaeologia* 76 (1926-1927).

Hahn, Roger. *The Anatomy of a Scientific Institution: The Paris Academy of Sciences, 1666–1803* (Berkeley: University of California Press, 1971).

_____. *Laplace as a Newtonian Scientist* (Los Angeles: University of California Press, 1967).

Hakluyt, Richard. *Voyages and Discoveries* (London: Penguin, 1985).

Hale, J. R. *Renaissance Exploration: An Authoritative Survey of the Great Age of European Discovery* (New York: W. W. Norton, 1968).

Hall, A. Rupert. *From Galileo to Newton* (New York: Harper & Row, 1963).

_____. "Gunnery, Science, and the Royal Society," in Burke, *The Uses of Science in the Age of Newton*.

_____. "The Scholar and the Craftsman in the Scientific Revolution," in Clagett, *Critical Problems in the History of Science*.

Hall, Marie Boas. *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1958).

Hamm, E. P. "Knowledge from Underground: Leibniz Mines the Enlightenment," *Earth Sciences History* 16 (1997).

Harding, Sandra. *The Science Question in Feminism* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1986).

Harley, J. B. "New England Cartography and the Native Americans," in J. B. Harley, *The New Nature of Maps: Essays in the History of Cartography* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2001).

Harley, J. B., and David Woodward, "The Growth of an Empirical Cartography in Hellenistic Greece," in Harley and Woodward, eds., *The History of Cartography*, vol. 1.

_____, eds. *The History of Cartography*, vol. 1: *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1987).

Harris, L. E. *The Two Netherlanders: Humphrey Bradley and Cornelius Drebbel* (Leiden, Netherlands: Brill, 1961).

Harris, Seale. *Banting's Miracle: The Story of the Discoverer of Insulin* (Philadelphia, PA: Lippincott, 1946).

Hawke, David Freeman. *Nuts and Bolts of the Past: A History of American Technology, 1776-1860* (New York: Harper & Row, 1988).

Hawkins, Gerald. "Stonehenge: A Neolithic Computer," *Nature*, January 27, 1964.

_____. *Stonehenge Decoded* (New York: Dell, 1965).

Hazlett, Maril, and Michael Egan. "Technological and Ecological Turns: Science and American Environmentalism." Paper presented at the History of Science Society Annual Conference, November 2003.

Hearnshaw, Leslie. *Cyril Burt: Psychologist* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1979).

Heilbron, J. L. *Elements of Early Modern Physics* (Berkeley: University of California Press, 1982).

Henry, John. "Doctors and Healers: Popular Culture and the Medical Profession," in Pumphrey, Rossi, and Slawinski, eds., *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*.

Herodotus. *The History*, trans. George Rawlinson (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

Herrnstein, Richard J., and Charles Murray, *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life* (New York: Free Press, 1994).

Hessen, Boris. *The Social and Economic Roots of Newton's "Principia"* (New York: Howard Fertig, 1971).

Hill, Christopher. "Newton and His Society," in Robert Palter, ed., *The Annus Mirabilis of Sir Isaac Newton, 1666–1966* (Cambridge, MA: MIT Press, 1970).

_____. "Science and Magic," in *The Collected Essays of Christopher Hill*, vol. 3: *People and Ideas in Seventeenth-Century England* (Amherst: University of Massachusetts Press, 1986).

_____. *The World Turned Upside Down: Radical Ideas during the English Revolution* (New York: Penguin, 1975).

Hippocrates. *Hippocratic Writtings* (Harmondsworth, UK: Penguin, 1986).

Hodges, Henry. *Technology in the Ancient World* (New York: Alfred A. Knopf, 1970).

Hogben, Lancelot. *Astronmer Priest and Ancient Mariner* (New York: St. Martin's Press. 1974).

_____. *Mathematics in the Making* (London: Macdonald, 1960).

Holtz, Timothy H. "Tragedy Without End: The 1984 Bhopal Gas Disaster," in *Dying for Growth: Global Inequality and the Health of the Poor*, Jim Yong Kim *et al*, eds.

Homer. *The Odyssey*, trans. Samuel Butler (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

Hooke, Robert. *General Scheme or Idea of the Present State of Natural Philosophy* (1705), in *The Posthumous Works of Robert Hooke* (New York: Johnson Reprint Corp., 1969).

Hoover, Herbert Clark, and Lou Henry Hoover. "Introduction" to Agricola, *De re metallica*.

Hooykaas, Reijer. "The Portuguese Discoveries and the Rise of Modern Science," in Hooykaas, *Selected Studies in History of Science*.

_____. "The Rise of Modern Science: When and Why?" *British Journal for History of Science* 20, 4 (1987).

_____. "Science and Reformation," in Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

_____. *Selected Studies in History of Science* (Coimbra: Por ordem da Universidade, 1983).

Horton, Richard. "The Dawn of McScience," *New York Review Of Books*, March 11, 2004.

_____. "Myths in Medicine: Jenner Did Not Discover Vaccination." *British Medical Journal*, 310 (1995).

Hudson, Travis, and Ernest Underhay, *Crystals in the Sky: An Intellectual Odyssey Involving Chumash Astronomy, Cosmology, and Rock Art* (Socorro, NM: Ballena Press, 1978).

Hughes, M. J. *Women Healers in Medieval Life and Literature* (New York: King's Crown, 1943).

Huygens, Christiaan. *Horologium oscillatorium* (1673), trans. Richard J. Blackwell as *The Pendulum Clock* (Ames, IA: Iowa State University Press, 1986).

Ifrah, Georges. *The Universal History of Numbers* (New York: Wiley, 2000).

Isocrates. *Busiris*, in *Isocrates*, trans. George Norlin. Loeb Classical Library (New York: G. P. Putnam's Sons, 1928-1945).

Jackson, Myles W. "Can Artisans Be Scientific Authors?" in Biagioli and Galison, eds., *Scientific Authorship: Credit and Intellectual Property in Science*.

Jacob, James R. "'by an Orphean Charm': Science and the Two Cultures in Seventeenth-Century England," in P. Mack and M. C. Jacob, eds., *Politics and Culture in Early Modern Europe* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1987).

_____. *Robert Boyle and the English Revolution: A Study in Social and Intellectual Change* (New York: B. Franklin, 1977).

_____. *The Scientific Revolution: Aspirations and Achievements, 1500–1700* (Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press, 1998).

Jacob, James R., and Margaret C. Jacob, "Anglican Origins of Modern Science," *Isis* 71 (1980).

Jacob, Margaret C. *The Newtonians and the English Revolution, 1689–1720* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1976).

_____. *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution* (New York: Alfred A. Knopf, 1988).

_____, ed. *The Politics of Western Science: 1640–1990* (Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press, 1992).

Jacoby, Russell, and Naomi Glauberman, eds. *The Bell Curve Debate: History, Documents, Opinions* (New York: Times Books, 1995).

Jardine, Lisa. *The Curious Life of Robert Hooke* (New York: HarperCollins, 2004).

_____. *Ingenious Pursuits: Building the Scientific Revolution* (New York: Anchor Books, 1999).

Jardine, Lisa, and Alan Stewart. *Hostage to Fortune: The Troubled Life of Francis Bacon* (New York: Hill & Wang, 1999).

Johnson, Francis R. "Commentary on the Paper of Rupert Hall," in Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

Johnson, George. *Miss Leavitt's Stars: The Untold Story of the Woman Who Discovered How To Measure the Univers* (New York: W. W. Norton, 2005).

Kamin, Leon. *The Science and Politics of IQ* (Potomac, MD: Lawrence Erlbaum Associates, 1974).

Kaufman, Marc. "Many Workers Call FDA Inadequate at Monitoring Drugs," *Washington*

Post, December 17, 2004.

Kautsky, Karl. *Foundations of Christianity* (New York: Monthly Review Press, 1972; originally published in 1908).

Kearny, Hugh. *Science and Change: 1500–1700* (New York: McGraw-Hill, 1971).

Kelly, Robert L. *The Foraging Spectrum: Diversity in Hunter-Gatherer Lifeways* (Washington, DC, and London: Smithsonian Institution Press, 1995).

Kelly, Thomas. *George Birbeck: Pioneer of Adult Education* (Liverpool, UK: Liverpool University Press, 1957).

Kevles, Daniel J. *In the Name of Eugenics* (Berkeley: University of California, 1985).

Keynes, John Maynard. *The General Theory of Employment, Interest and Money* (London: Macmillan, 1936).

_____. "An Open Letter to President Roosevelt," *New York Times*, December 31, 1933. http://newdeal.feri.org/misc/keynes2.htm

_____. *A Tract on Monetary Reform* (London: Macmillan, 1923).

Kim, Jim Yong, Joyce V. Millen, Alec Irwin, and John Gershman, eds. *Dying for Growth: Global Inequality and the Health of the Poor* (Monroe, ME: Common Courage Press, 2000).

King, Henry C. *The History of the Telescope* (London: Griffin, 1955).

King, Ross. *Brunelleschi's Dome: How a Renaissance Genius Reinvented Architecture* (New York: Penguin, 2000).

Kirt, G. S., J. E. Raven, and M. Schofield, eds. *The Presocratic Philosophers* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1983).

Kittredge, George Lyman, ed. "Lost Works of Cotton Mather," *Proceedings of the Massachusetts Historical Society* 45 (1912).

Kotzebue, Otto von. *A Voyage of Discovery, into the South Sea and Beering's Straits, for the Purpose of Exploring a North-east Passage, Undertaken in the Years 1815–1818* (London: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown, 1821).

Koyré, Alexandre. *Metaphysics and Measurement* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1968).

Kraus, Paul. *Jabir ibn Hayyan: Contribution à l'histoire des idées Scientifiques dans l'Islam*, in *Mémoires présentés à l'Institut d'Egypte*, tomes 44-45 (Cairo: Imprimerie de l'Institut Française d'Archéologie Orientale, 1942-1943).

Krimsky, Sheldon. *Science in the Private Interest* (Lanham, MD: Rowman & Littlefield, 2003).

Kroll, Gary. "Rachel Carson's *Silent Spring*: A Brief History of Ecology as a Subversive Subject." Online Ethics Center for Engineering and Science at Case Western Reserve University, http://onlineethics.org/moral/carson/kroll.html

Krupp, E. C. *Echoes of the Ancient Skies* (New York: Harper & Row, 1983).

_____. *Skywatchers, Shamans & Kings* (New York: Wiley, 1997).

_____, ed. *Archaeoastronomy and the Roots of Science* (Boulder, CO: Westview Press, 1984).

Kuhn, Thomas. "Alexandre Koyré and the History of Science," *Encounter* 34 (1970).

Landels, J. G. *Engineering in the Ancient World* (Berkeley: University of California Press, 1978).

Landes, David S. *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World*

(Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983).

_____. *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1969).

Latour, Bruno. *The Pasteurization of France* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988).

Lear, Linda. "Introduction" to Carson, *Silent Spring* (2002 edition).

Lee, John M. "Silent Spring Is Now Noisy Summer: Pesticides Industry up in Arms," *New York Times*, July 22, 1962.

Lee, R. B., and I. DeVore, *Man the Hunter* (Chicago, IL: Aldine, 1968).

_____, eds. *Kalahari Hunter-Gatherers: Studies of the !Kung San and Their Neighbors* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1976).

Lefkowitz, Mary R. "Ancient History, Modern Myths," in Lefkowitz and Rogers, eds., *Black Athena Revisited*.

_____. *Not Out of Africa* (New York: Basic Books, 1996).

Lefkowitz, Mary R., and Guy MacLean Rogers, eds. *Black Athena Revisited* (Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1996).

Leicester, Henry M. *The Historical Background of Chemistry* (New York: Dover, 1971).

Lenin, V. I. "The Immediate Tasks of the Government" (April 1918), in *Selected Works*, vol. 2 (New York: International Publishers, 1967).

Levathes, Louise. *When China Ruled the Seas: The Treasure Fleet of the Dragon Throne, 1405–1433* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1996).

Levins, Richard, and Richard Lewontin, *The Dialectical Biologist* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985).

Lévi-Strauss, Claude. *The Savage Mind* (London: Weidenfeld and Nicolson, 1966).

Levy, Steven. *Insanely Great: The Life and Times of Macintosh, the Computer That Changed everything* (New York: Penguin, 1995).

Lewis, David. *We the Navigators: The Ancient Art of Landfinding in the Pacific* (Honolulu: University of Hawaii Press, 1994).

Lewis, Neil A. "Red Cross Finds Detainee Abuse in Guantánamo," *New York Times*, November 30, 2004.

Lewontin, R. C., Steven Rose, and Leon J. Kamin, eds. *Not in Our Genes: Biology, Ideology and Human Nature* (New York: Pantheon, 1984).

Liebenberg, L. W. *The Art of Tracking: The Origin of Science* (Cape Town, South Africa: David Philip, 1990).

Liebermann, S. J. "Of Clay Pebbles, Hollow Clay Balls, and Writing," *American Journal of Archaeology* 84 (1980).

Lifton, Robert Jay. "Doctors and Torture," *New England Journal of Medicine* 351, 5 (July 29, 2004).

Lind, James. *A Treatise on the Scurvy* (London, 1757).

Linebaugh, Peter, and Marcus Rediker. *The Many Headed Hydra: Sailors, Slaves, Commoners, and the Hidden History of the Revolutionary Atlantic* (Boston, MA: Beacon, 2000).

Linklater, Andro. *Measuring America: How an Untamed Wilderness Shaped the United States and Fulfilled the Promise of Democracy* (New York: Walker, 2002).

Linzmayer, Owen. *Apple Confidential 2.0: The Definitive History of the World's Most Colorful Company* (San Francisco, CA: No Starch Press, 2004).

Littlefield, Daniel C. *Rice and Slaves: Ethnicity and the Slave Trade in Colonial South Carolina* (Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1981).

Liverani, Mario. "The Bathwater and the Baby," in Lefkowitz and Rogers, eds., *Black Athena Revisited*.

Lohr, Steve. *Go To: The Story of the Math Majors, Bridge Players, Engineers, Chess Wizards, Maverick Scientists and Iconoclasts—the Programmers Who Created the Software Revolution* (New York: Basic Books, 2001).

Long, Pamela O. "Power, Patronage, and the Authorship of *Ars*," in Shank, ed., *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages*.

_____, ed. "Science and Technology in Medieval Society." *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 441 (New York: New York Academy of Sciences, 1985).

Longino, Helen. "Can There Be a Feminist Science?" *Hypatia* 2 (1987).

_____. *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990).

Lovejoy, Arthur O. *The Great Chain of Being* (New York: Harper & Brothers, 1960; originally published in 1936).

Lyons, Henry G. *The Royal Society, 1660–1940: A History of Its Administration under Its Charters* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1944).

Lyotard, Jean-François. *The Postmodern Condition: A Report on Knowledge* (Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 1985). Originally published as *La Condition Postmoderne: rapport sur le Savoir* (Paris, 1979).

MacLachlan, James. "A Test of an 'Imaginary' Experiment of Galileo's," *Isis* 66 (1973).

MacLeod, Roy, ed. "Nature and Empire: Science and the Colonial Enterprise," *Osiris*, 2nd series, 15 (2000).

MacNeish, Richard S. *The Origins of Agriculture and Settled Life* (Norman, OK: University of Oklahoma Press, 1992).

Majno, Guido. *The Healing Hand: Man and Wound in the Ancient World* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975).

Major, Richard Henry. *The Life of Prince Henry of Portugal, Surnamed the Navigator, and Its Results: Comprising the Discovery, within One Century, of Half the World* (London: A. Asher, 1868).

Markham, Clements R. *The Sea Fathers: A Series of Lives of Great Navigators of Former Times* (London: Cassell, 1884).

Marshack, Alexander. "Lunar Notation on Upper Paleolithic Remains," *Science* 146 (November 6, 1964).

_____. *The Roots of Civilization: The Cognitive Beginnings of Man's First Art, Symbol, and Notation* (New York: McGraw-Hill, 1972).

Martin, Julian. "Natural Philosophy and Its Public Concerns," in Pumphrey Rossi, and Slawinski, eds., *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*.

Marx, Karl. *Capital* (New York: International Publishers, 1967).

Marx, Karl, and Friedrich Engels. *Correspondence, 1846–1895*, tranc. Dona Torr (London: M. Lawrence, 1934).

Mason, Stephen F. *A History of the Sciences* (New York: Collier, 1962).

Mather, Cotton. *The Angel of Bethesda*, ed. Gordon W. Jones (Barre, MA: Barre Publishers, 1972).

McClellan, James. *Science Reorganized: Scientific Societies in the Eighteenth Century* (New York: Columbia University Press, 1985)

McClellan, James, and Harold Dorn. *Science and Technology in World History* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1999).

McGrew, Roderick E. *Encyclopedia of Medical History* (London: Macmillan, 1985).

Merchant, Carolyn. *The Death of Nature: Women, Ecology and the Scientific Revolution* (New York: Harper & Row, 1983).

Merton, Robert K. "Commentary on the Paper of Rupert Hall," in Clagett ed., *Critical Problems in the History of Science*.

_____. *On the Shoulders of Giants* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1993).

_____. *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* (New York: Howard Fertig, 1970; originally published in 1938).

Middleton, W. E. Knowles. *The Experimenters: A Study of the Accademia del Cimento* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1971).

Midelfort, H. C. E. *Witch Hunting in Southwestern Germany 1562–1684* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1972).

Miller, David Philip. "'Puffing Jamie': The Commercial and Ideological Importance of Being a 'Philosopher' in the Case of the Reputation of James Watt (1736-1819)," *History of Science* 38 (2000).

Monardes, Nicholas. *Joyfull Newes out of the News Founde Worlde, Written in Spanish by Nicholas Monardes, and Englished by John Frampton, Merchant, anno 1577* (New York: Knopf, 1925).

Montaigne, Michel Eyquem de. *The Essays*, trans. E. J. Trechmann (New York: Modern Library, 1946).

Morgen, Sandra. *Into Our Own Hands: The Women's Health Movement in the United States, 1969–1990* (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2002).

Morison, Samuel Eliot. *The European Discovery of America: The Northern Voyages* (New York: Oxford University Press, 1971).

_____. *The European Discovery of America: The Southern Voyages* (New York: Oxford University Press, 1974).

Moritz, Michael. *The Little Kingdom: The Private Story of Apple Computer* (New York: William Morrow, 1984).

Morton, A. L. *A People's History of England* (London: Lawrence & Wishart, 1984).

Motzo, B. R., ed. *Il compasso da navigare* (Cagliari, 1947).

Murray, Charles. *Human Accomplishment: The Pursuit of Excellence in the Arts and Science, 800 B.C. to 1950* (New York: HarperCollins, 2003).

Murray, M. A. *The God of the Witches* (London: Low, Marston, 1933).

_____. *The Witch-Cult in Western Europe* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1962).

Nanda, Meera. "Against Social De(con)struction of Science: Cautionary Tales from the Third World." *Monthly Review* 48, 10 (March 1997).

_____. *Prophets Facing Backward: Postmodern Critiques of Science and Hindu Nationalism in India* (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2003).

Neckam, Alexander. *De naturis rerum libri duo* (c. 1187), ed. Thomas Wright (London: Longman, Green, 1863; reprinted by Kraus Reprints, 1967).

Needham, Joseph. *Clerks and Craftsmen in China and the West* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1970).

_____. *The Grand Titration* (London: Allen & Unwin, 1969).

_____. *Science and Civilisation in China* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1954-).

_____. *Science in Traditional China* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1981).

_____. *The Shorter Science and Civilisation in China* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1978-1995).

Nelson, Sarah Milledge. *Gender in Archaeology: Analyzing Power and Prestige* (Walnut Creek, CA: Altamira, 1997).

Nelson, Ted. *Computer Lib: Dream Machines* (Redmond, WA: Microsoft Press, 1987).

Neugebauer, Otto. *The Exact Sciences in Antiquity* (New York: Dover, 1969).

Neumann, A. Lin. "The Great Firewall." Committee to Protect Journalists, http://www.cpj.org/Briefings/2001/China_jan 01/China_jan 01.html

Newton, Isaac. *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. A. R. Hall and Laura Tilling (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1977).

_____. *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, ed. I. B. Cohen (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978).

Nordenskiöld, A. E. *Periplus: An Essay on the Early History of Charts and Sailing-Directions*, trans. Francis A. Bather (Stockholm: P. A. Norstedt, 1897).

Norman, Robert. *The Newe Attractive* (London, 1592; first published in 1581).

Novack, George. *The Origins of Materialism* (New York: Merit, 1965).

Nutton, Vivian. "Historical Introduction" to Vesalius, *On the Fabric of the Human Body*.

Osler, Margaret J., ed. *Rethinking the Scientific Revolution* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2000).

Pagel, Walter. *Paracelsus: An Introduction to Philosophical Medicine in the Era of the Renaissance* (Basel, Switzerland: S. Karger, 1958).

Palissy, Bernard. *Discours Admirables*, trans. Aurèle La Roque (Urbana: University of Illinois Press, 1957).

Palter, Robert. "*Black Athena*, Afrocentrism, and the History of Science," in Lefkowitz and Rogers, eds., *Black Athena Revisited*.

_____, ed. *The Annus Mirabilis of Sir Isaac Newton*, 1666-1966 (Cambridge, MA: MIT Press, 1970).

Pannekoek, Anton. *Marxism and Darwin* (Chicago, IL: Charles H. Kerr, 1912).

Paracelsus. *The Diseases that Deprive Man of His Reason*, in Paracelsus, *Four Treatises*.

_____. *Four Treatises of Theophrastus von Hohenheim called Paracelsus*, ed.

Henry E. Sigerist (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1996).

_____. *On the Miners' Sickness and Other Miners' Diseases*, in Paracelsus, *Four Treatises*.

Paré, Ambroise. *Apologie and Treatise* (New York: Dover, 1968; originally published in 1585).

Parry, J. H. *The Age of Reconnaissance* (Berkeley: University of California Press, 1981).

Parsons, William Barclay. *Engineers and Engineering in the Renaissance* (Cambridge, MA: MIT Press, 1976).

Peet, T. Eric. *The Rhind Mathematical Papyrus* (Liverpool, UK: Liverpool University Press, 1923).

Peretti, Aurelio. *Il Periplo di Scilace: Studio sul primo portolano del Mediterraneo* (Pisa: Giardini, 1979).

Peters, Edward. "Science and the Culture of Early Europe," in Dales, *The Scientific Achievement of the Middle Ages*.

Pigafetta, Antonio. *Magellan's Voyage: A Narrative Account of the First Circumnavigation* (New York: Dover, 1969; originally published c. 1525).

Pilger, John. "Australia's Samizdat," September 29, 2004. *Green Left Weekly*, http://www.zmag.org/content/showarticle.cfm?ItemID=6316

Pingree, David. "Hellenophilia versus the History of Science," in Shank, ed., *The Scientific Enteprise in Antiquity and the Middle Ages*.

Plato. *Phaedrus*, trans. Benjamin Jowett (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

_____. *The Republic*, trans. Benjamin Jowett (Chicago, IL: Great Books of the Western World, 1952).

Pliny the Elder. *Natural History*, trans. H. Rackham (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1997).

Polo, Marco. *The Travels of Marco Polo*, trans. Ronald Latham (London: Folio Society, 1968).

Polybius. *The Histories*, trans. from the text of F. Hultsch by Evelyn S. Shuckburgh (Bloomington: Indiana University Press, 1962).

Popper, Karl. *The Open Society and Its Enemies* (London: Routledge & K. Paul, 1962).

Porter, Roy. "Gentlemen and Geology: The Emergence of a Scientific Career, 1660-1920." *Historical Journal* 21 (1978).

_____. *The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Humanity* (New York: W. W. Norton, 1998).

_____. "Introduction," in Pumphrey, Rossi, and Slawinski, eds., *Science Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*.

_____, ed. *Medicine: A History of Healing* (New York: Barnes & Noble Books, 1997).

Porter, Roy, and Mikulás Teich, eds. *Scientific Revolution in National Context* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1992).

Porter, Theodore M. "The Promotion of Mining and the Advancement of Science: The Chemical Revolution of Mineralogy,' *Annals of Science* 38 (1981).

Poynter, F. N. L. "Nicholas Culpeper and His Books," *Journal of the History of Medicine* 17 (1962).

Price, Derek J. de Solla. *Little Science, Big Science* (New York: Columbia University Press,

1963).

_____. *Little Science, Big Science... and Beyond* (New York: Columbia University Press, 1986).

_____. "Of Sealing Wax and String: A Philosophy of the Experimenter's Craft and Its Role in the Genesis of High Technology," in Price, *Little Science, Big Science... and Beyond.*

_____. "Proto-Astrolabes, Proto-Clocks and Proto-Calculators: The Point of Origin of High Mechanical Technology," in Schmandt-Besserat, ed., *Early Technologies.*

_____. *Science since Babylon* (New Haven, CT: Yale University Press, 1962).

Price, T. Douglas, and Anne Birgitte Gebauer, eds. *Last Hunters, First Farmers: New Perspectives on the Prehistoric Transition to Agriculture* (Santa Fe, NM: School of American Research Press, 1995).

Ptolemy, Claudius. *The Geography* (New York: Dover, 1991).

Pumphrey, Stephen. "Who Did the Work? Experimental Philosophers and Public Demonstrators in Augustan England," *British Journal for the History of Science* 28 (1995).

Pumphrey, Stephen, Paolo L. Rossi, And Maurice Slawinski, eds. *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe* (Manchester, UK: Manchester University Press, 1991).

Pytheas of Massalia. *Pytheas of Massalia, On the Ocean*, ed. C. H. Roseman (Chicago, IL: Ares, 1994).

Rattansi, P. M. "Paracelsus and the Puritan Revolution," *Ambix* 11 (1964).

Raven, Diederick, and Wolfang Krohn. "Edgar Zilsel: His Life and Work," in Zilsel, *The Social Origins of Modern Science.*

Raymond, Robert. *Out of the Fiery Furnace* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1986).

Razzell, Peter. *Edward Jenner's Cowpox Vaccine: The History of a Medical Myth* (Firle, UK: Caliban Books, 1977).

Read, John. *Through Alchemy to Chemistry* (New York: Harper Torchbooks, 1963).

Roberts, H. Edward, and William Yates. "Exclusive! Altair 8800: The Most Powerful Minicomputer Project Ever Presented—Can be Built for under $400," *Popular Electronics*, January 1975.

Robinson, Eric, and Douglas McKie, eds. *Partners in Science: Letters of James Watt and Joseph Black* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1970).

Rogers, Susan Carlo. "Woman's Place: A Critical Review of Archaeological Theory," *Comparative Studies in Society and History* 20 (1978).

Roller, Duane H. D. *The* De magnete *of William Gilbert* (Amsterdam: Hertzberger, 1959).

Rolt, L. T. C., and J. S. Allen. *The Steam Engine of Thomas Newcomen* (New York: Science History Publications, 1977).

Rosen, George. "Introduction" to Paracelsus, *On the Miners' Sickness.*

Rosset, Peter, Joseph Collins, and Frances Moore Lappé. "Lessons from the Green Revolution," *Tikkun* March/April 2000. Available at Third World Network, http://www.foodfirst.org/media/opeds/2000/4-greenrev.html

Rossi, Paolo. *Philosophy, Technology and the Arts in the Early Modern Era* (New York: Harper & Row, 1970).

Rossiter, Margaret. *Women Scientists in America: Struggles and Strategies to 1940* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1982).

Roule, Louis. *Bernardin de Saint-Pierre et l'harmonie de la nature* (Paris: Flammarion, 1930).

Rousseau, Jean-Jacques. *Discourse on Inequality Among Men*, in *The Essential Rousseau*, trans. Lowell Bair (New York: Meridian, 1983).

Rudgley, Richard. *Lost Civilisations of the Stone Age* (London: Century, 1998).

Russel, Peter. *Prince Henry "the Navigator": A Life* (New Haven, CT: Yale University Press, 2001).

Sabra, A. I. "Situating Arabic Science," in Shank, ed., *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages*.

Sahlins, Marshall. "The Original Affluent Society," in *Stone Age Economics* (Chicago, IL: Aldine-Atherton, 1972).

Santillana, Giorgio de. "The Role of Art in the Scientific Revolution," in Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

Santillana, Giorgio de, and Edgar Zilsel. *The Development of Rationalism and Empiricism*, vol. 2, no. 8 (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1941).

Sarton, George. *A History of Science* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1952-1960).

_____. *Six Wings: Men of Science in the Renaissance* (Bloomington, IN: University of Indiana Press, 1957).

Saunders, J. B. de C. M., and Charles D. O'Malley, eds. "Introduction" to Vesalius, *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels*.

Schmandt-Besserat, Denise. *Before Writing*, vol. I: *From Counting to cuneiform*; vol. II: *A Catalogue of Near Eastern Tokens* (Austin, TX: University of Texas Press, 1992).

_____. *How Writing Came About* (Austin: University of Texas Press, 1996).

_____. "On the Origins of Writing," in Schmandt-Besserat, ed., *Early Technologies*.

_____. ed. *Early Technologies* (Malibu, CA: Undena, 1979).

Schneer, Cecil J. "William Smith's Geological Map of England and Wales and Part of Scotland, 1815-1817." University of New Hampshire, http://www.unh.edu/esci/mapexplan.html

Schofield, Robert E., ed. *A Scientific Autobiography of Joseph Priestley* (Cambridge, MA: MIT Press, 1966).

Scriba, Christoph J., ed. "The Autobiography of John Wallis, F.R.S.," *Notes and Records of the Royal Society* 25, 1 (June 1970).

Shank, Michael H., ed. *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 2000).

Shapin, Steven. *A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth-Century England*. (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1994).

_____. *The Scientific Revolution* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 1996).

Shapin, Steven, and Barry Barnes. "Science, Nature and Control: Interpreting Mechanics' Institutes," *Social Studies of Science* 7 (1977).

Sharp, Andrew. *Ancient Voyagers in the Pacific* (Harmondsworth, UK: Prnguin, 1957).

_____. *Ancient Voyagers in Polynesia* (Berkeley: University of California Press, 1964).

Skelton, R. A., Thomas E. Marston, and George D. Painter. *The Vinland Map and the Tartar*

Relation (New Haven, CT: Yale University Press, 1965).

Smiles, Samuel. *Self-Help* (1858). eBookMall, http://www.ebookmall.com

smith, Bruce D. *The Emergence of Agriculture* (New York: Scientific American Library, 1995).

Smith, Cyril Stanley. "The Development of Ideas on the Structure of Metals," in Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*.

Smith, Pamela H. *The Body of the Artisan* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 2004).

_____. "Vital Spirits: Redemption, Artisanship, and the New Philosophy in Early Modern Europe," in Osler, ed., *Rethinking the Scientific Revolution*.

Snowden, Frank M., Jr. "Bernal's Blacks,' and Other Classical Evidence," *Arethusa* 22 (1989).

Sobel, Dava. *Longitude* (New York: Walker, 1995).

Souriau, Maurice. *Bernardin de Saint-Pierre d'après ses manuscrits* (Geneva: Slatkine Reprints, 1970; first published in 1905).

Spence, Jonathan D. *The Question of Hu* (New York: Vintage Books, 1989).

Sprat, Thomas. *The History of the Royal-Society of London* (London: 1667).

Steadman, Philip. *Vermeer's Camera* (Oxford, UK: Oxford University Press, 2001).

Stewart, Larry. "The Edge of Utility: Slaves and Smallpox in the Early Eighteenth Century," *Medical History* 29 (1985).

Strabo. *The Geography of Strabo*, trans. Horace Leonard Jones (London: Loeb Classical Library, 1917-1933).

Straus, William L., Jr., and A. J. E. Cave. "Pathology and the Posture of Neanderthal Man," *Quarterly Review of Biology* (December 1957).

Swetz, Frank J. *Capitalism and Arithmetic: The New Math of the 15th Century* (La Salle, IL: Open Court, 1987).

Tang, Anthony M., Fred M. Westfield, and James S. Worley, eds. *Evolution, Welfare, and Time in Economics* (Lexington, MA: Lexington Books, 1976).

Tarn, W. W. *Alexander the Great and the Unity of Mankind* (London: H. Milford, 1933).

Taylor, E. G. R., *The Haven-Finding Art: A History of Navigation from Odysseus to Captian Cook* (London: Hollis & Carter, 1971).

_____. *The Mathematical Practitioners of Hanoverian England, 1714–1840* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1966).

_____. *The Mathematical Practitioners of Tudor & Stuart England* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1954).

Taylor, Frederick W. *Scientific Management* (New York: Harper & Row, 1964).

Temple, Robert. *The Genius of China: 3,000 Years of Science, Discovery, and Invention* (New York: Simon & Schuster, 1986).

Teresi, Dick, *Lost Discoveries* (New York: Simon & Schuster, 2002).

Thiel, J. H. "Eudoxus of Cyzicus," in *Historische Studies* 23 (Utrecht, Netherlands: University of Utrecht, 1966).

Thomas, Keith. *Religion and the Decline of Magic* (New York: Scribner's, 1971).

Thomas, Steve. *The Last Navigator* (Camden, ME: International Marine, 1997).

Thoren, Victor E. *The Lord of Uraniborg: A Biography of Tycho Brahe* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990).

Thorndike, Lynn. *The Place of Magic in the Intellectual History of Europe* (New York: AMS Press, 1967).

Tourneux, Maurice. *Bibliographie de l'Histoire de Paris pendant la Révolution Française* (Paris, 1890-1913; reprinted by AMS Press, 1976).

Trevor-Roper, H. R. "The European Witch-Craze of the Sixteenth and Seventeenth Centuries," in *The European Witch-Craze of the Sixteenth and Seventeenth Centuries and Other Essays* (New York: Harper and Row, 1969).

Union of Concerend Scientists. *The Fallacy of Star Wars* (New York: Vintage Books, 1984).

Ure, Andrew. *The Philosophy of Manufactures, or, an Exposition of the Scientific, Moral, and Commercial Economy of the Factory System of Great Britain* (London: C. Knight, 1835).

Van Doren, Charles. *A History of Knowledge* (New York: Ballantine, 1991).

Vasari, Giorgie. *The Lives of the Artists* (Harmondsworth, UK: Penguin, 1965).

Vesalius, Andreas. *On the Fabric of the Human Body.* An annotated translation by Daniel Garrison and Malclom Hast of the 1543 and 1555 editions of *De humani corporis fabrica*. Northwestern University, http://vesalus.northwestern.edu/index.html

_____. *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels*, ed. J. B. de C. M. Saunders and Charles D. O'Malley (New York: Dover, 1950).

Vess, Donald M. *Medical revolution in France, 1789–1795* (Gainesville: University Presses of Florida, 1975).

Vogel, Virgil J. *American Indian Medicine* (Norman: University of Oklahnoma Press, 1970).

Vogt, David. "Medicine Wheel Astronomy," in Clive N. Ruggles and Nicholas J. Saunders, eds., *Astronomies and Cultures* (Boulder: University Press of Colorado, 1993).

von Bodenstein, Adam. "Foreword" to Paracelsus, *The Diseases that Deprive Man of His Reason*.

Wallace, Anthony F. C. *The Social Context of Innovation* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1982).

Ware, John Nottingham. "The Vocabulary of Bernardin de Saint-Pierre and Its Relation to the French Romantic School," in *The Johns Hopkins Studies in Romance Literatures and Languages*, vol. IX (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1927).

Waters, David W. "Nautical Astronomy and the Problem of Longitude," in Burke, ed., *The Uses of Science in the Age of Newton*.

Watson, David. *Beyond Bookchin: Preface for a Future Social Ecology* (Brooklyn, NY: Autonomedia, 1996).

Watson, Patty Jo. "Explaining the Transition to Agriculture," in Price and Gebauer, eds., *Last Hunters, First Farmers*.

Weatherford, Jack. *Indian Givers: How the Indians of the Americas Transfromed the World* (New York: Crown, 1988).

_____. *Native Roots: How the Indians Enriched America* (New York: Crown, 1991).

Webster, Charles. *From Paracelsus to Newton: Magic and the Making of Modern Science* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1982).

Weinberg, Alvin. *Reflections on Big Science* (Cambridge, MA: MIT Press, 1966).

Werskey, Gary. *The Visible College* (New York: Holt, Rienhart and Winston, 1979).

Wertime, Theodore A. "Pyrotechnology: Man's Fire-Using Crafts," in Schmandt-Besserat,

ed., *Early Technologies*.

Westfall, Richard S. *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1980).

_____. "Science and Technology during the Scientific Revolution: An Empirical Approach," in Field and James, eds., *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*.

_____. "The Scientific Revolution Reasserted," in Osler, ed., *Rethinking the Scientific Revolution*.

White, Lynn, Jr. *Medieval Technology and Social Change* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1962).

_____. "Pumps and Pendula: Galileo and Technology," in Golino, ed., *Galileo Reappraised*.

Wightman, W. P. D. *The Growth of Scientific Ideas* (New Haven, CT: Yale University Press, 1953).

Wilford, John Noble. "Debate Is Fueled on When Humans Became Human," *New York Times*, February 26, 2002.

Wilson, E. O. *Sociobiology: The New Synthesis* (Cambrige, MA: Harvard University Press, 1975).

Wilson, L. G. *Sir Charles Lyell's Scientific Journals on the Species Question* (New Haven, CT: Yale University Press, 1970).

Winchester, Simon. *The Map That Changed the World: William Smith and the Birth of Modern Geology* (New York: HarperCollins, 2001).

Winsor, Justin. *Christopher Columbus: And How He Received and Imparted the Spirit of Discovery* (Bonston, MA: Houghton Mifflin, 1892).

Withering, William. *An Account of the Foxglove, and Some of Its Medical Uses* (1785), reproduced in J. K. Aronson, *An Account of the Foxglove and Its Medical Uses, 1785–1985* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1985).

Wooldridge, Adrian. *Measuring the Mind: Education and Psychology in England, c. 1860–c. 1990* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994).

Worsley, Peter. *Knowledges* (New York: New Press, 1997).

Worster, Donald. *Nature's Economy* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1977).

Wråkberg, Urban. "The Northern Space: Reflections on Arctic Landscapes." Centrum för Vetenskapshistoria (Center for History of Science, Royal Swedish Academy of Sciences), http://www.cfvh.kva.se

Xenophon. *The Economist*, trans. Alexander D. O. Wedderburn and W. Gershom Collingwood (New York: Burt Franklin, 1971).

Yong, Lam Lay, and Ang Tian Se. *Fleeting Footsteps: Tracing the Conception of Arithmetic and Algebra in Ancient China* (River Edge, NJ: World Scientific, 1992).

Young, Sidney. *The Annals of the Barber-Surgeons of London* (London: Blades, East & Blades, 1890).

Zilsel, Edgar. "The Genesis of the Concept of Physical Law," in Zilsel, *The Social Origins of Modern Science*. Originally published in *Philosophical Review* 60 (1942).

_____. "The Genesis of the Concept of Scientific Progress and Scientific Cooperation," in Zilsel, *The Social Origins of Modern Science*. Originally published in *Journal of the History*

of Ideas 6 (1945).

_____. "The Origins of Gilbert's Scientific Method," in Zilsel, *The Social Origins of Modern Science*. Originally published in *Journal of the History of Ideas* 2 (1941).

_____. "Problems of Empiricism," in Zilsel, *The Social Origins of Modern Science*. Originally published in Giorgio de Santillana and Edgar Zilsel, *The Development of Rationalism and Empiricism* (1941).

_____. *The Social Origins of Modern Science*, ed. Diederick Raven, Wolfgang Krohn, and Robert S. Cohen (Dordrecht, Boston, and London: Kluwer Academic, 2000).

_____. "The Sociological Roots of Science," in Zilsel, *The Social Origins of Modern Science*. Originally published in *American Journal of Sociology* 47 (1942).

Zinn, Howard. *A People's History of the United States, 1492–Present* (New York: Harper & Row, 1995).

نمایه

آبله ۱۱۰ـ۱۱۴، ۱۲۳
آب‌نگاری ۲۵، ۲۴۱
آپولونیوس ۸۲
آتش ۸۴ـ۸۶
آدریانسون، یاکوب ۳۳۱
آربوتنات، جان ۲۵۰
آرسنیوس، والتر ۲۶۲
آریایی‌ها ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۳
آزتک‌ها ۷۲، ۱۰۶
آستون، فرانسیس ۳۸۲، ۳۸۳، ۴۱۷
آسیا/آسیایی ۵۰، ۸۹، ۹۹، ۱۱۰، ۱۳۸، ۱۶۱، ۲۰۳ـ۲۰۵، ۲۳۰، ۲۳۱، ۴۶۳ـ۴۶۵
آسیای صغیر ۱۴۱، ۱۴۲
آشانتی، امپراتوری ۱۰۴
آفتاب‌سوختگی، نظریه ۱۳۰
آکادمیا دئی سکرتی ۳۵۷ـ۳۵۹
آکادمیا دئی لینچئی ۳۵۸، ۴۱۴
آکادمیا دل چیمنتو ۳۵۹، ۳۸۷، ۴۱۴
آکادمیا سگرتا ۳۵۷
آکادمی سلطنتی علوم فرانسه ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۸۵، ۳۸۷ـ۳۹۱، ۳۹۳ـ۳۹۶، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۶، ۴۰۹، ۴۱۱، ۴۱۳
آکرنکت، اروین ۱۵۶، ۱۵۷، ۴۱۰
آگاسی، لویی ۱۳۶
آگریکولا ۳۲۰ـ۳۲۳، ۳۴۷، ۳۴۹، ۳۷۵
آلبرتوس ماگنوس ۲۸۸
آلبرتی، لئون باتیستا ۲۷۳، ۲۷۴
آلبرکت، باب ۴۹۲، ۴۹۳
آلفونسوِ پنجم ۲۴۴
آلکساندر اول ۴۲۱
آلمان/آلمانی ۱۰۵، ۱۳۲ـ۱۳۵، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۷۳، ۲۸۸، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۸، ۳۱۱، ۳۱۳، ۳۲۰ـ۳۲۲، ۳۲۹، ۳۳۳، ۳۵۷، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۵ـ۳۷۷، ۳۷۹، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۵۱ـ۴۵۳، ۴۷۷
آمازون ۷۴، ۱۰۲، ۱۰۸
آلن، ایلایاس ۳۶۰
آلن، پل ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۹۰، ۴۹۲، ۴۹۳
آلیسون، دنیس ۴۹۳
آناکسیماندر ۱۴۱، ۱۴۳، ۲۱۵
آناکسیمنس ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۴
آنتیکلیدس ۱۴۶
آندریسن، مارک ۴۹۲
آنگ تیان سه ۱۲۱
آنگکور وات ۷۲
آهرنبرگ، فیلیپ آدولف فون ۳۷۲
آیرودینامیک ۲۴
آیزلی، لورن ۳۶۷
آیزنستاین، الیزابت ۲۹۸
آیزنهاور، دوایت ۴۷۲
آیلیوس گالوس ۲۲۲

ابریشم
جاده ۱۷۷
صنعت ۱۷۵، ۱۸۰
کرم ۱۸۰
ابن‌رشد ۱۶۹

ابن‌سینا ۱۶۹، ۱۷۰
قانون ۳۰۹
ابرمنیل، ژان ژاک دووال ۴۰۵
اپیکور ۱۶۲
اپیکوری‌ها ۱۶۲
مدرسه ۱۶۰
اتاک، روش ۶۳
اتکینسون، بیل ۴۸۶
اتم ۴۷۸
بمب ۲۲، ۴۴۹، ۴۶۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۲
ذرات ۴۹، ۳۹۵، ۴۸۴
نظریه ۱۶۳، ۱۹۲
نیروگاه‌ها ۴۸۲، ۴۸۳
اجاقی، نظریه ۸۷
احمد ابن مجید ۲۴۸
ادلستاین، لودویگ ۱۹۱
ادوارد چهارم ۳۱۴
ادی، جان ۷۵
اراتوستنس ۲۱۷، ۲۴۹
اراسیستراتوس ۱۵۶
ارسطو ۲۶، ۱۲۷، ۱۳۱، ۱۴۳، ۱۵۲، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۲۱۲، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۴۵، ۲۸۸، ۲۸۹، ۳۳۲، ۳۳۵، ۳۵۶، ۴۰۰
اتم ۱۶۳
تولید مثل ۲۸۲
فلسفه ۱۵۹
فلسفه‌ی طبیعی ۲۰۶
کرویت زمین ۲۳۰
لوکیون ۱۵۰، ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۶۳
مکانیک ۲۸۰
ارشمیدس ۸۲، ۱۵۳
ازاویندیب ۶۸
اسپانیا/اسپانیایی ۵۲، ۵۳، ۹۰، ۱۶۹، ۲۰۵، ۲۱۲، ۲۲۰_۲۲۳، ۲۲۷، ۲۳۴، ۲۴۸، ۲۶۱
اسپرات، تامس ۳۲۴، ۳۶۱، ۳۷۲، ۴۱۵
اسپرنگر، جیمز ۳۷۱
اسپنس، جاناتان ۱۹۳
اسپنسر، هربرت ۴۴۴
استاتیک سیالات ۱۵۳
استاخانوف، آلکسی گریگوریویچ ۴۵۸
استالمن، ریچارد ۴۹۳
استالین، یوسیف ۱۶، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۸۷، ۴۹۷
استدمن، فیلیپ ۳۴۳
استرابون ۲۶، ۱۳۱، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۱۲، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۲۲، ۲۳۰، ۲۳۱
استرالیا ۳۹، ۴۲_۴۷، ۵۰، ۵۱، ۱۳۶، ۴۳۱
استرانگ، مارتین ۲۵۰
استوپیوس، نیکولاس ۲۷۷
استون‌هنج ۷۲، ۷۳
استیر، بارتولومیو ۳۶۷
استیل، اندرو تیلر ۳۲۰
استیونسون، جورج ۴۲۶، ۴۳۲، ۴۳۳
اسطرلاب ۲۰۰، ۲۳۳، ۲۶۳، ۲۶۴
اسکالیجر ۳۷۰
اسکندر مقدونی ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۵، ۲۲۲
اسکندریه ۸۲، ۱۰۷، ۱۵۰، ۱۵۷، ۱۶۰، ۱۶۳_۱۶۶، ۱۶۹، ۲۰۶، ۲۲۲
اسکولاکس ۲۱۸، ۲۱۹
اسکول‌کرافت، هنری رو ۶۸
اسکیموها ۴۳
اسلام ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۶۸، ۱۸۶، ۱۹۷، ۲۰۴، ۲۴۴، ۳۲۵
ترجمه ۱۶۸
ریاضیات ۱۶۸
شیمی ۱۷۱
کیمیاگری ۱۷۷
اسمایلز، سمیوئل ۴۳۲، ۴۳۳
اسمیت، ادوین، پاپیروس ۱۲۹، ۱۸۹
اسمیت، بارل ۴۸۶
اسمیت، پاملا ۲۷۹، ۲۸۷، ۳۰۸، ۳۵۴، ۳۷۵، ۴۱۷
اسمیت، تامس ۳۴۰
اسمیت، جان ۱۳، ۶۷، ۶۸
اسمیت، سیریل استنلی ۲۸۴
اسمیت، ویلیام ۴۳۵، ۴۳۶
اسنفرو، فرعون ۲۵۱
اسنودن، فرانک ۱۸۹
اشپکله، فایت رودولف ۲۷۹
اشتراوس، لئو ۱۵۲، ۱۵۳
اشتون، تامس ۱۵، ۴۳۵
اشمانت‌ـبسرات، دنیز ۷۷، ۷۹، ۱۲۰
افرا، ژرژ ۸۳، ۱۲۱
افریقا/افریقایی ۱۲، ۱۳، ۳۶، ۴۰، ۵۱، ۷۲، ۹۴، ۹۸_۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۸_۱۱۳، ۱۲۲، ۱۳۳، ۱۳۵_۱۳۸، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۳، ۲۰۷، ۲۱۶، ۲۲۳، ۲۴۳_۲۴۵، ۴۶۳، ۴۶۵

افغانستان ۱۵۲، ۴۵۳
افلاطون ۱۸، ۱۲۷، ۱۳۱، ۱۴۹، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۲، ۲۵۴، ۲۷۵
آکادمی ۱۵۰، ۱۵۸، ۱۶۰
اتم ۱۶۳
تیمایوس ۱۵۴
جمهوری ۱۳۲، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۴، ۱۸۹
حساب ۱۴۸
دروغ مصلحتی ۱۵۱ـ۱۵۳، ۱۶۲
دموکراسی ۱۵۰، ۱۹۰
ریاضیات ۱۴۶
علم ۱۵۰، ۱۵۳، ۱۶۴
فلسفه ۱۵۹
قوانین ۱۵۱، ۱۵۴
هندسه ۱۴۸، ۱۴۹
اقلیدس ۲۱، ۲۶۱
اقیانوس‌شناسی ۱۴، ۲۵، ۵۱، ۱۱۶، ۲۴۱
اکد، امپراتوری ۲۲۲
اگنولف، کریستیان ۳۰۰
الاهیات ۱۲۵، ۱۳۲، ۱۵۳
الدریج، نایلز ۴۵۵
الدنبورگ، هنری ۳۳۳، ۳۳۴
الکتریسیته، علم ۳۶۰
الیزابت اول ۲۹۲
امبر، لورانس ۱۸۲
امریکا/امریکایی ۱۲، ۱۳، ۲۲، ۳۱، ۵۳، ۵۵، ۵۷، ۶۷ـ۷۲، ۷۵، ۷۷، ۹۴، ۹۶ـ۱۰۰، ۱۰۳ـ۱۰۶، ۱۰۸، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۳، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۳۲، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۵۰، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۸۲، ۱۸۵، ۱۸۶، ۲۰۳، ۲۰۹، ۲۱۱، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۸، ۲۴۵، ۲۸۲، ۲۸۳، ۳۱۴، ۳۱۸ـ۳۲۰، ۳۵۴، ۴۰۱، ۴۳۹، ۴۴۶، ۴۵۰، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۶۱، ۴۶۷ـ۴۷۰، ۴۷۲، ۴۷۵ـ۴۸۴، ۴۹۶، ۵۰۲، ۵۰۳
امریکای لاتین ۴۶۳ـ۴۶۵
اموی، خلافت ۱۶۸، ۱۹۲
انجمن سلطنتی (لندن) ۱۱۵، ۱۲۳، ۳۳۳، ۳۵۰، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۵، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۸۷، ۴۱۶
انریکه (غلام) ۲۰۵
انریکه‌ی دریانورد ۱۷، ۱۸۸، ۱۹۵ـ۲۰۱، ۲۲۰، ۲۲۳، ۲۳۳، ۲۴۲ـ۲۴۴
انسان
آدم‌واره ۳۶، ۴۰، ۴۲، ۸۵
استرالوپیتکوس ۴۰
شکارچی‌ـگیاه‌چین ۳۱، ۷۵، ۹۳، ۹۴، ۱۱۶
گردآورنده ۳۷، ۳۸، ۴۰، ۴۲ـ۵۰، ۷۲ـ۷۷، ۹۳ـ۹۵، ۹۷، ۱۰۱، ۴۹۷
هوموساپینس ۳۷، ۴۰، ۸۴، ۴۹۸
انستیتو دو فرانس ۳۹۳
انسیموس ۱۳، ۱۱۳
انقلاب دیجیتال ۴۹۴، ۵۰۳
انقلاب زراعی ۱۸۵
انقلاب سبز ۴۶۳ـ۴۶۵، ۴۶۶
انقلاب صنعتی ۱۵، ۲۴، ۱۸۵، ۲۸۵، ۳۵۴، ۳۶۵، ۳۹۱، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۳۰، ۴۳۱
انقلاب علمی ۱۳، ۲۴، ۲۶، ۲۷، ۱۵۱، ۱۷۱ـ۱۷۳، ۱۷۸، ۱۸۶ـ۱۸۸، ۱۹۵، ۲۲۹، ۲۳۴، ۲۴۶، ۲۵۳ـ۲۵۵، ۲۵۸، ۲۶۵، ۲۷۶، ۲۸۰ـ۲۸۴، ۲۸۹، ۲۹۲، ۳۱۴، ۳۱۸، ۳۳۲، ۳۴۱، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۹۱، ۴۸۸
بیکنیسم ۳۰۶
پاراسلسوس ۳۰۷
تعریف ۲۵۴
تیکو براهه ۳۳۰
زنان ۳۶۹
شیمی ۳۳۵
نظریه‌ی زیلسل ۲۸۷
نیوتن ۳۸۲
انقلاب نوسنگی ۳۷، ۳۹، ۹۲
انگشت‌نگاری ۴۴۵، ۴۴۸
انگلس، فریدریش ۴۱، ۴۴۳
انگلستان/انگلیسی ۲۸، ۳۱، ۳۳، ۷۰، ۷۱، ۹۰، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۹، ۱۱۰ـ۱۱۴، ۱۳۲، ۱۸۵، ۱۹۶، ۲۰۹، ۲۲۰، ۲۳۴، ۲۳۸، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۴، ۲۷۷، ۲۹۲، ۳۰۵، ۳۱۵، ۳۱۸، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۵، ۳۳۸، ۳۵۹، ۳۶۱، ۳۶۳، ۴۵۲، ۴۵۴
اوبری، جان ۲۶۴، ۲۹۷، ۳۷۲
اوتچلو، پائولو ۲۶۹، ۲۷۳
اوتزشنایدر، یوزف فون ۳۷۷
اوتومنس ۲۴۹
اودوکسوس کنیدوسی ۱۴۸
اودوکسوس کوزیکوسی ۲۰۷، ۲۰۸
اورت، اینیزر ۳۴۰
اورتلیوس، آبراهام ۲۲۶، ۲۲۷
اوگ سن‌ویکتوری ۲۸۸
اول دست، نظریه ۴۱، ۲۵۴
اولشکی، لئوناردو ۲۵۸، ۳۴۲، ۳۴۶

اولْ مغز، نظریه ۴۱، ۲۵۴
اونی، آنتونی ۱۲۰
اویلر، لئونهارت ۲۵۱
ایتالیا / ایتالیایی ۸۳، ۱۴۵، ۱۴۷، ۱۷۸، ۱۸۰، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۴۰، ۲۵۹، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۶، ۲۷۱، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۹۷، ۳۲۱، ۳۵۷ـ۳۵۹، ۳۸۳، ۳۸۷، ۳۸۹، ۴۷۷
ایدئالیسم
افلاطون ۱۵۳
پارمنیدس ۱۹۰
سقراط ۱۴۰
ایران ۱۶۸
رصدخانه‌ی مراغه ۱۶۹
ریاضیات ۷۸، ۸۱
شیمی ۹۲
ایرلند / ایرلندی ۷۲، ۲۰۰، ۲۰۹، ۳۵۵، ۳۶۱، ۴۵۴
ایروینگ، واشینگتن ۲۳۰
ایسوکراتس ۱۳۱
ایشی، شیرو ۴۵۲، ۴۵۳
ایمون، ویلیام ۱۷، ۱۸، ۳۲، ۲۵۷، ۲۹۶، ۲۹۸، ۳۰۱، ۳۴۵، ۳۴۷
اینترنت ۴۹۱، ۴۹۳، ۴۹۴
پلیس ۴۹۵
تجارت ۴۹۲، ۴۹۵، ۴۹۶
تولد ۴۹۱
چین ۴۹۵، ۵۰۴
کاربران ۴۹۵
گوگل ۴۹۲
موزائیک ۴۹۲
یاهو ۴۹۲
اینشتین، آلبرت ۱۱
اینکاها ۱۰۶
اینکرا، مانوئل ۱۰۵
اینوکنتیوس سوم ۳۷۱

بابل /بابلی ۱۲۱، ۱۲۷، ۱۳۱، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۵، ۱۴۶، ۲۱۲
باترفیلد، هربرت ۲۵۳
بادر، یوزف فون ۳۷۸
بادگان‌شناسی ۳۶۰
بادها ۲۰۱، ۲۰۵، ۲۰۹
بسامان ۶۵، ۲۰۲
غالب ۱۳، ۱۶، ۲۵، ۲۰۳، ۲۲۵
گردا ۲۰۳، ۲۰۴
موسمی ۲۰۶ـ۲۰۸، ۲۴۸
بارزون، ژاک ۳۳
بارلو، ویلیام ۲۹۶
باروت ۱۷۲، ۱۷۴، ۱۸۳، ۱۸۴
باروش، ژوائو دو ۱۹۶
بارو، ویلیام ۲۹۵
باستان‌شناسی ۴۲، ۵۰، ۵۱
باشلار، گاستون ۳۹۹، ۴۲۰
بافندگی ۲۴
چرخ ریسندگی ۱۸۰
چین ۱۷۶
دستگاه ۸۶
مصر ۱۲۸
باکن، ویلیام ۳۱۸
باکوس، جان ۴۸۸
باوِر، گئورگ ← آگریکولا
بایبی، جیم ۴۸۵
بایی، ژان سیلون ۴۲۱
برادواردین، تامس ۲۸۹
براما، جوزف ۴۲۶
برام، ویلیام جرارد دو ۶۹
براون، لوید ۲۴۹
براهه، تیکو ۱۷، ۲۵۴، ۲۶۶، ۳۲۶ـ۳۳۰، ۳۳۷، ۳۵۰، ۳۵۵، ۳۵۶
براهه، سوفی آکسلداتر ۳۲۷
بربر ۱۶۱، ۱۶۷، ۲۲۳، ۲۵۹
برت، سیریل ۴۵۴
برت، سیسیل ۴۹۹
برده‌داری ۷۶، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۱۲، ۱۲۲، ۱۳۶، ۱۴۱، ۱۷۷
اپیکوریسم ۱۶۳
روم ۱۵۷
یونان ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۶۱
برستد، جیمز ۱۳۰
برق، صنعت ۲۴
برک، ادموند ۴۲۳
برک‌بک، جورج ۴۳۶
برکنهوت، جان ۳۱۵
برگاس، نیکولا ۳۹۶، ۴۰۳ـ۴۱۰، ۴۲۱
برنارد دو سن‌پی‌یر، ژاک هانری ۳۹۶، ۳۹۷ـ۴۰۳، ۴۱۰، ۴۲۰، ۴۲۱
برنال، جان ۲۰، ۳۲، ۴۲، ۱۶۷، ۱۷۱، ۱۷۸، ۱۸۸،

۳۴۵، ۴۴۷، ۴۶۱، ۴۹۷
برنال، مارتین ۱۲۶، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۸۸
برنر، اشتفن ۳۲۹
برنرز-لی، تیم ۴۹۱
برنویی، دانیل ۲۵۱
بروئم، هنری ۴۳۶، ۴۳۷
بروکا، پل ۱۳۶، ۱۳۷
برول، پی‌یر ۳۷۰
برونفلس، اتو ۲۷۷
برونلّسکی، فیلیپو ۱۹، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۳، ۲۷۴، ۳۴۳، ۳۸۹
برونوسکی، جیکاب ۶۲
بریسو، ژاک پی‌یر ۴۰۵، ۴۱۹، ۴۲۱
بریکلین، دانیل ۴۸۷، ۵۰۳
برین، سرگی ۴۹۲
بریورمن، هری ۴۵۷
بری‌ین، اتی‌ین شارل دو لومنی ۴۰۵
بسمر، هنری ۱۸۳
بطالسه ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۹
بطلمیوس، کلادیوس ۱۶۴، ۱۶۷، ۲۰۰، ۲۱۸، ۲۲۶، ۲۲۹، ۲۳۸، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۹، ۲۶۵
بقراط ۱۳۱، ۱۵۵، ۱۵۶
سوگند ۱۵۵، ۱۹۱
مدرسه‌ی کوس ۱۵۵
بکاری، فرانچسکو ۲۲۷
بلاگریو، جان ۲۶۳
بلاندویل، تامس ۲۹۶
بلاو، یوهانس ۱۸۱
بلک، جوزف ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۴۷
بلومنباخ، یوهان فریدریش ۱۳۴
بمباست فون هوهنهایم، ویلهلم ۳۱۱
بنت، سوزان ۱۹۳
بنتم، جرمی ۴۳۶
بندتی، جانباتیستا ۳۴۴
بنکس، جوزف ۵۲
بنینکاسا، گراتسیوسو ۲۲۶، ۲۲۷
بوئن، گاسپار ۳۴۹
بوئن، نیک ۵۰۳
بوتیچلّی، ساندرو ۲۶۹
بوخارین، نیکولای ۴۵۹-۴۶۱
بودایی ۱۷۹، ۳۲۵
بودن، ژان، ۳۷۰
بودنشتاین، آدام فون ۳۱۰
بورکرت، والتر ۱۱، ۱۴۶
بورگی، یوست ۲۶۶
بورن، ویلیام ۲۶۳
بوریدان، ژان ۲۸۹
بوریل، ویلیام ۳۳۲
بوش، جورج ۱۵۳، ۴۸۱، ۴۸۳
بوش، وانیوار ۴۴۹
بوفون، کنت دو ۴۰۰
بوگنویل، لویی آنتوان ۵۲، ۵۳
بوم‌شناسی ۲۱، ۴۶۹
بوم‌شناسی عمیق ۴۹۷
بومیان ۱۰۸
استرالیا ۴۳-۴۷، ۵۱، ۱۳۶
استرونزی ۵۱، ۵۶
افریقا ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۳۳، ۲۴۳، ۲۴۴
امریکا ۱۳، ۶۹، ۷۰، ۱۲۱، ۲۴۵
بوشمن‌ها ۴۸، ۱۳۵
تاهیتی ۵۲
فیلیپین ۵۳، ۲۰۶
بویل، رابرت ۱۷، ۲۸-۳۱، ۲۵۷، ۳۲۶، ۳۳۵-۳۳۷، ۳۳۹-۳۴۲، ۳۵۱، ۳۵۳، ۳۵۶، ۳۶۱، ۳۷۲، ۳۷۳
قانون ۳۳۸
ماشین ۳۳۸
بویل، ریچارد ۳۳۵
به‌نژادی ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۳، ۴۵۶، ۴۹۹
بیبس، خوان لوئیس ۲۸۸
بیت‌الحکمه ۱۶۹
بیت‌نیک‌ها ۱۶۰
بیرینگوتچو، وانوتچو ۳۲۱، ۳۴۷
بیزانس ۱۶۰، ۱۶۸
بیزلی ۱۹۶
بیکر، کیت ۴۲۲
بیکن، راجر ۲۳۹، ۲۸۸، ۲۸۹
کتاب اکبر ۲۸۹
بیکن، فرانسیس ۱۷، ۱۸، ۳۰، ۳۴، ۱۷۱، ۱۷۲، ۲۵۴-۲۵۷، ۲۷۵، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۷-۲۸۹، ۲۹۲، ۳۰۵، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۳۵، ۳۴۸، ۳۵۳، ۳۵۵-۳۵۷، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۴، ۳۶۶-۳۶۸، ۴۰۰، ۴۱۵، ۴۱۶
آتلانتیس نو ۳۲۵، ۳۵۸
بیکنیسم ۲۹۸، ۳۰۶، ۳۳۷، ۳۴۷، ۳۶۱، ۳۶۴، ۳۶۶
پیشبرد دانش ۳۵۵
ساحره‌سوزان ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۳

علم جدید ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶
فلسفه‌ی علم ۳۰۶
کاخ سلیمان ۳۲۵، ۳۵۸
بینا، اریک ۴۹۲
بین‌النهرین ۷۷، ۸۸، ۹۲، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۷، ۱۷۷، ۲۲۲
بینفورد، لوئیس ۱۱۶
بینیون، ژان پل ۳۸۷

پاپن، دنی ۳۳۸، ۳۶۰
پاتر، چارلز ۴۳۱
پاراسلسوس ۱۹، ۲۸۷، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۱۷، ۳۲۰، ۳۴۸، ۳۶۱، ۳۷۳، ۳۷۵
پزشکی ۳۰۶، ۳۰۸ـ۳۱۴
کیمیاگری ۳۱۲
هومئوپاتی ۳۱۲
پاراسلسیان ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۹، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۸۵
پاراسلسیانیسم ۳۱۰
پارمنیدس ۱۴۷، ۱۹۰
پاره، آمبرواز ۳۱۶، ۳۱۷
پاسکال، بلز ۲۵۴، ۳۷۰
طول جغرافیایی ۲۵۱
مثلث ۱۷۲، ۱۹۳
پالادیو، آندرئا ۲۶۷
پالتر، رابرت ۱۸۸
پالمر، دانیل دیوید ۳۲۰
پالمیسانو، سمیوئل ۵۰۳
پالیسی، برنار ۳۰۲ـ۳۰۴، ۳۴۹
پامفری، استیون ۳۶۰
پای، ویلیام ۳۴۰
پراکنش، فرضیه ۸۹
پرایس، درک دسولا ۲۷، ۳۴۰، ۳۵۹، ۴۴۶
پرچس، سمیوئل ۱۹۶
پرسپکتیو ۲۶۶، ۲۷۰، ۲۷۲ـ۲۷۵، ۲۹۶، ۳۴۳
پرو ۸۹، ۱۰۳، ۱۰۴
پروتاگوراس ۱۵۱
پروکلوس ۱۳۲، ۱۴۶
پرون، خوان ۱۴۲
پری، جان هوراس ۲۱۳
پریستلی، جوزف ۴۳۰
پریس‌نیتس، وینسنت ۳۱۹
پزشکی ۱۲، ۲۲، ۴۷، ۱۰۱، ۱۰۳، ۱۰۸، ۱۶۹، ۲۸۹، ۳۱۵، ۳۷۴، ۳۸۶، ۴۲۴، ۴۴۰، ۴۷۱، ۴۸۴
آب‌درمانی ۳۱۹
آبله ۱۳
ابن‌سینا ۱۶۹
استئوپاتی ۳۲۰
استسقا ۱۰۹، ۱۲۳
اسکندریه ۱۶۰
اسکوربوت ۱۰۶
اسلام ۱۷۰
اینکاها ۱۰۶
بیهوشی ۱۰۶
پاراسلسوس ۳۰۷ـ۳۱۲
تنقیه ۱۱۴، ۳۱۵، ۳۱۹
جالینوس ۱۵۷
جراحی ۱۲۸، ۱۵۶، ۱۵۷، ۳۱۱، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۶، ۳۱۷
چین ۱۷۲، ۱۸۴
حجامت ۱۱۴، ۱۷۰، ۳۱۵، ۳۱۹
دارو ۴۷۳
رازی ۱۶۹
زنان ۴۷۰
سرخ‌پوستان ۱۰۳
سزارین ۱۳، ۳۱۷
شرکتی‌شدن ۴۷۲
شوک‌درمانی ۳۱۵
عطاری ۱۳، ۱۰۶، ۲۹۷، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۱۳ـ۳۱۵، ۳۱۷
علاج‌به‌ضد ۳۱۲، ۳۲۰
کالبدشکافی ۱۵۷
کایروپراکتیک ۳۲۰
گواتر ۱۰۶
مالاریا ۱۲، ۱۰۴، ۱۰۵
مامایی ۱۴، ۳۷۴
مایه‌کوبی ۱۳، ۱۱۰ـ۱۱۵، ۱۲۳
مسهل و ملین ۱۰۶
نشریات ۴۷۴
واکسیناسیون ۱۱۴، ۱۱۵
هومئوپاتی ۳۱۲، ۳۱۹
یبوست ۱۰۶
یونان ۱۵۵، ۱۵۶

پل
چین ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۶
معلق ۱۸۱
پلات، هیو ۲۵۶، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۴۲، ۳۴۸، ۴۲۷

پلایولو، آنتونیو ۲۷۵
پلوتارک ۱۴۱، ۱۴۸
پلینی بزرگ ۱۰۲، ۲۲۹، ۳۳۵، ۴۰۰
تاریخ طبیعی ۱۶۷
پوئیسگور، مارکی دو ۴۱۰
پوپر، کارل ۱۳
پوتیاس ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۴۹
پورتر، تئودور ۳۲۳
پورتر، روی ۲۸۴، ۳۱۳، ۴۵۱
پوسیدونیوس ۲۰۸، ۲۱۲، ۲۴۸
پولوبیوس ۱۶۲، ۲۱۷
پولو، مارکو ۱۸۶، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۴۰، ۲۴۸
پویرباخ، گئورگ ۲۶۵
پیائیلوگ، مانو ۵۵
پیج، لری ۴۹۲
پیجل، والتر ۳۴۸
پیرسون، کارل ۴۵۰
پی شنگ ۱۷۵، ۱۷۸، ۱۷۹
پیکاک، سمیوئل ۳۶۷
پیگافتا، آنتونیو ۵۴
پینسون، پینسنه یانیس ۲۴۸
پینگری، دیوید ۱۲۶، ۱۲۷

تئوفراستوس ۱۶۳، ۱۹۰
تارن، ویلیام ۱۶۱
تال، جترو ۱۵
تامپسون، دونالد ۴۴
تامپسون، کن ۴۸۸
تامس، استیو ۵۵، ۶۴
تامسون، جوزف جان ۳۴۰
تامسون، سمیوئل ۳۱۹
تامسونیسم ۳۱۹
تاوننزند، تامس ۱۵
تایگنواگنی ۷۰
ترکیه ۸۸، ۹۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۴۱
ترمودینامیک ۴۲۶، ۴۲۹
ترمیدور، ارتجاع ۳۸۶، ۳۹۳، ۴۱۰، ۴۱۸، ۴۳۸
ترنر، دیوید ۴۶
ترور روپر، هیو ۳۶۹
تریبل، باد ۴۸۶
تریندلی، جیمز ۳۱۷، ۳۴۹
تلر، ادوارد ۴۸۴، ۵۰۲
تلسکوپ ۱۱، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۶۶، ۲۷۴، ۳۲۶، ۳۳۰ـ۳۳۲، ۳۵۵، ۳۷۷
تمپل، رابرت ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۱، ۱۸۳، ۱۸۵، ۱۹۴
تمدن ۳۵، ۳۹، ۴۳، ۷۳، ۷۴، ۸۳، ۹۰، ۱۱۶
افریقا ۱۳۳، ۱۳۵ـ۱۳۸
اینکاها ۱۰۶
بین‌النهرین ۱۲۷
چین ۱۲۶
عرب ۱۳۶
مصر ۱۸، ۱۲۹، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۸۹
هند ۱۲۶
یونان ۱۲۶، ۱۲۹، ۱۳۲
تنت، جان ۳۱۸
توپایا ۱۳، ۵۳
توروالدس، لینوس ۴۹۳
توماس آکوئینی ۳۶۴
تیسو، ساموئل ۳۱۸
تیسین ۲۷۶، ۳۴۴
تیلر، ایوا ژرمن ۲۶۲، ۳۴۲
تیلر، فردریک ۴۵۶، ۴۵۷
تیلریسم ۴۵۶ـ۴۵۸
تیموستنس ۲۱۸
تینگ هوان ۱۷۶

جابر بن حیان ۱۷۰، ۱۹۲
جابز، استیون ۴۸۶
جالینوس ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۶۴، ۱۶۷، ۱۶۹، ۱۷۰، ۳۰۹، ۳۱۲، ۳۱۳
جامعه‌شناسی ۲۱، ۲۲
جانسون‌ـرید، قانون ۴۵۰
جانسون، فرانسیس ۲۸۳
جانورشناسی ۴۲، ۴۴، ۱۱۶
جرارد، جان ۱۰۹
جریان‌های دریایی ۱۳، ۱۶، ۲۵، ۵۷، ۲۰۱، ۲۰۸، ۲۱۶، ۲۲۵
گلف استریم ۲۰۹ـ۲۱۱
جزرومد، ۱۳، ۲۵، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۶
اطلس کاتالان ۲۱۴
بابلی‌ها ۲۱۲
برناردن ۴۲۰
زمین ۲۹، ۲۱۴
شاخص بندر ۲۱۳، ۲۱۴
گالیله ۲۱۴
مائوری‌ها ۲۱۲

ماه ۲۹، ۲۱۲، ۲۱۴، ۲۱۶
نیوتن ۳۸۲
جستی، بنجامین ۱۳، ۱۱۴
جعفر صادق (ع)، امام ۱۹۲
جغرافی ۱۳، ۴۵، ۵۱، ۵۳، ۵۴، ۶۷ـ۷۰، ۲۱۶
استادیاسموس ۲۱۹
استرابون ۲۶، ۲۰۷، ۲۱۷
اکتشافات ۵۰، ۵۷، ۶۷، ۶۸
پریپلوس ۲۰۶، ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۱۹
پورتولان ۲۲۴، ۲۲۵
جغرافیای طبیعی ۲۵، ۴۳۴
جهت‌یابی ۵۲، ۵۷، ۶۱، ۶۲، ۶۴ـ۶۶
طول جغرافیایی ۱۹، ۲۵، ۳۲، ۶۲، ۶۹، ۲۳۴ـ۲۳۶، ۲۳۸، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۴
عرض جغرافیایی ۶۰، ۶۲، ۶۹، ۲۲۹، ۲۳۲ـ۲۳۴، ۲۵۱، ۲۹۴
نقشه ۱۳، ۲۵، ۲۶، ۵۰، ۵۳، ۵۴، ۶۳، ۶۷ـ۷۱، ۱۷۲، ۲۰۲، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۲۰ـ۲۲۸، ۲۳۸، ۲۴۹، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۲، ۲۶۳
جمعیت‌شناسی ۳۷۵
جنر، ادوارد ۱۳، ۱۱۰، ۱۱۴
جنگ سرد ۲۸۳، ۴۴۹، ۴۶۱، ۴۷۸، ۴۸۲، ۴۸۵
جوردانو، فاویو ۳۵۷
جووانی دا اودینه ۲۷۱
جویا، فلاویو ۲۴۰
جیزه، هرم ۷۲، ۷۶
جیکاب، جیمز ۳۸۵
جیکاب، مارگرت ۳۸۴
جیلیسپی، چارلز کولستون ۱۲۵، ۳۹۰، ۳۹۶، ۴۰۹
جیمز اول ۳۶۷، ۳۷۰، ۴۱۶

چاپ ۲۶۱، ۲۸۵، ۲۹۹
اروپا ۱۷۸، ۱۷۹، ۲۹۶
انقلاب چاپ ۲۹۸
چین ۱۷۲، ۱۷۵، ۱۷۸ـ۱۸۰
چایلد، ویر گوردون ۲۳، ۷۹، ۸۵
چرتکه ۸۱، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۷۳
چرتکه‌چی‌ها ۸۲
چرخ شفا ۷۵، ۷۶، ۱۲۰
چزی، فدریکو ۳۵۸
چن چی‌ـشو ۱۷۴
چیگولی، لودوویکو ۲۷۲
چیمبرز، رابرت ۴۴۰
چین / چینی ۸۹، ۹۲، ۹۴، ۹۷، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۲۶، ۱۶۸، ۱۷۱ـ۱۸۶، ۱۹۲ـ۱۹۴، ۲۲۳، ۲۳۵، ۲۴۰، ۲۸۵، ۳۸۰، ۴۵۲، ۴۹۵، ۴۹۷، ۵۰۴
چیوو هوآی‌ـون ۱۷۵

حتّی‌ها ۹۱

خالد ابن یزید ۱۹۲
خط ۷۹، ۸۰
الفبایی ۸۳، ۸۴، ۱۳۴
پیدایش ۷۷
میخی ۷۷، ۷۸
خوارزمی‌گرایان ۸۲

دائوئیست ۱۸۳
دابز، بتی ۳۴۱، ۳۸۰
داربی، ایبرهم ۴۲۶ـ۴۲۸
دارسه ۴۲۱
دارنتون، رابرت ۳۹۴، ۴۰۵، ۴۲۱
داروسازی ۴۷، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۸، ۴۷۵
آسپیرین ۱۰۸
آفت‌کش ۴۶۶، ۴۷۰، ۴۷۷
اینکاها ۱۰۶
چین ۱۷۲، ۱۷۴
دیژیتالین ۱۰۲، ۱۰۸، ۱۰۹
سرخ‌پوستان ۱۰۳، ۱۲۳
شرکت‌ها ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶
ضدبارداری ۴۷، ۱۱۷
علفی‌ها و فلزی‌ها ۳۱۲
فلزات ۳۱۲
کوکا ۱۰۶
کینین ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵
داروین، چارلز ۲۸، ۴۱، ۱۳۳، ۳۱۹، ۴۰۲، ۴۴۲، ۴۴۵، ۴۴۸
انتخاب طبیعی ۹۵، ۱۰۱
پیدایش انواع ۴۰، ۱۲۲، ۴۳۸، ۴۴۰، ۴۴۳
تبار انسان ۴۰، ۱۳۶
تکامل ۴۰، ۹۵، ۴۳۸، ۴۴۰، ۴۴۳، ۴۴۴
داروینیسم ۴۴۰، ۴۴۲ـ۴۴۴، ۴۴۸، ۴۵۱، ۴۵۳، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۹۸
دالامبر، ژان ۳۸۸، ۳۹۵، ۴۱۵، ۴۱۹، ۴۲۲
دامپروری ۱۲۸
داویدوف، مونته ۴۸۶، ۴۹۰

داوینچی، لئوناردو ۲۷۳، ۲۷۴
دایکسترهویس، ادوارد یان ۱۲۵
دایموند، جارد ۴۳، ۹۴، ۹۵، ۱۲۲
دبوس، آلن ۳۴۸
دربل، کورنلیوس ۲۵۷، ۳۴۲، ۴۳۰
درمات، جورج ۴۳۹
دروری، شیدیا ۱۵۲
دریانوردی ۱۶، ۲۵، ۵۲ـ۵۴، ۶۷، ۲۰۲، ۲۰۴، ۲۱۴، ۲۲۰، ۲۲۹، ۲۳۱، ۲۳۵، ۲۳۸ـ۲۵۰، ۲۵۸، ۲۶۳، ۲۹۳
اتاک ۶۳
استادیاسموس ۲۱۹
اقیانوس آرام ۱۳، ۲۰۱
اقیانوس اطلس ۵۴، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۹، ۲۱۳، ۲۱۹، ۲۲۵، ۲۲۶
اقیانوس هند ۲۰۰، ۲۰۳، ۲۰۶ـ۲۰۹
انریکه ۱۹۵ـ۲۰۱
اودیسه ۲۰۰
پریپلوس ۲۰۷، ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۲۰
پورتولان ۲۲۴، ۲۲۵
پولینزی ۵۰ـ۵۷، ۶۱ـ۶۳، ۱۱۸، ۲۰۱
تلسکوپ ۲۳۸
جزایر قناری ۲۰۰
چین ۱۸۵
دریای چین ۲۲۳
دریای سرخ ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۸، ۲۲۳، ۲۲۹
دریای سیاه ۲۲۴، ۲۲۵
دل‌کانو ۲۰۴
عمق‌سنجی ۲۴۱
کرویت زمین ۲۳۰
کلمب ۵۴، ۱۹۸
گلف استریم ۲۰۹، ۲۱۱
ماژلان ۵۰، ۵۱، ۵۴، ۲۰۴ـ۲۰۶
مدیترانه ۵۹، ۶۲، ۲۰۰، ۲۱۳، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۲۳ـ۲۲۵، ۲۳۹، ۲۴۰
میکرونزی ۵۴، ۵۶، ۶۶، ۱۱۸
ناوبری کرانه‌ای ۲۰۱
ناوبری کور ۶۲، ۶۳، ۲۳۴
نقشه ۲۲۱ـ۲۲۷
واسکو دا گاما ۲۰۴، ۲۰۸
ولتا دو مار ۲۰۳
هیپالوس ۲۰۶ـ۲۰۸
دریک، ادوین ۱۸۲
دریک، فرانسیس ۱۱۸، ۲۹۴
دزموند، ایدرین ۴۳۸ـ۴۴۱
دساگولیرز، جان تئوفیلوس ۳۶۰
دکارت، رنه ۲۵۴، ۲۵۶، ۲۵۹، ۳۲۳، ۳۴۹، ۳۷۲
دلا پورتا، جامباتیستا ۳۵۷، ۳۵۸، ۴۱۴
دل‌کانو، خوان سباستیان ۲۰۴
دل مونته، گوئیدوبالدو ۲۹۱
دم آگایا ۷۰، ۱۰۶
دموکریتوس ۱۶۳، ۱۹۲
دوئم، پی‌یر ۳۴۴، ۳۴۵
دوبوری ۴۲۱
دوپورت، آدرین ۴۰۵
دوپون دو نومور، الوتر ایرنه ۴۴۹
دورر، آلبرشت ۲۷۳، ۲۷۸
دورن، هرولد ۳۳، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۹
دولامتری، ژان کلود ۴۱۹
دوناتلو ۲۶۸
دون ژوانوی دوم ۲۰۴
دی، جان ۲۶۲
دیدرو، دنی ۴۱۵
دیرین‌شناسی ۲۱، ۴۲، ۴۳۳
پارینه‌سنگی ۱۶، ۴۲، ۴۳، ۷۴ـ۷۷، ۸۵
عصر آهن ۹۰، ۱۴۰
عصر فلز ۸۷
عصر مفرغ ۸۸ـ۹۱، ۱۴۰
میان‌سنگی ۷۴
نوسنگی ۲۴، ۳۷، ۴۲، ۴۳، ۸۴، ۸۶
دیکایارخوس ۲۱۲
دیگز، لئونارد ۲۶۳
دیلک، اسوالد ۲۵۰
دیودوروس سیکولوس (سیسیلی) ۱۶۷
دیور، ایروین ۳۸
دیوژن ۱۶۱
دیوسکوریدس ۱۰۲
دیویس، جان ۲۳۳
دیوی، هامفری ۴۳۷

رئامور، رنه آنتوان ۳۰۵، ۴۱۸
رابرتس، ادوارد ۴۸۵
رادرفورد، ارنست ۳۳، ۳۴۰
رادرهام، خیش ۱۸۵
رازی ۱۶۹، ۱۷۰
کتاب سرالاسرار، ۱۷۱

راسل، پیتر ۱۹۶، ۲۴۲، ۲۵۲
راسیتر، مارگارت ۳۲
رافائل ۴۱، ۲۷۱
راکفلر، جان ۴۲۳، ۴۵۰، ۴۶۳
رایانه ۵۷، ۷۲، ۴۸۶، ۴۹۲، ۴۹۴، ۴۹۶، ۵۰۳
آلتر ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۹۰
آی‌بی‌ام ۴۸۵، ۴۸۸، ۴۹۱، ۴۹۴، ۵۰۳
اپل ۴۸۶، ۴۸۷، ۵۰۲
برنامه‌نویسی ۴۸۸ـ۴۹۳
بیسیک ۴۹۰، ۴۹۳
پی‌سی‌سی ۴۹۳
خانگی ۴۸۵
دیجیتال ۴۸۵
شخصی ۴۸۵، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۹۱، ۴۹۵
فورترن ۴۸۸، ۴۹۰
کدنویسی ۴۸۶
کوبول ۴۸۹، ۴۹۰
لینوکس ۴۹۳
مایکروسافت ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۴، ۴۹۶
متن‌باز ۴۹۳
مکینتاش ۴۸۶، ۵۰۲
ویزی‌کال‌سی ۴۸۷
رایت، برادران ۲۴
رتیف دو لا بروتون، نیکولا ۴۱۹
رز، استیون ۴۵۴
رز، پل ۲۶۰
رگیومونتانوس، یوهان ۲۶۵
رن، کریستوفر ۲۶۷
رنسانس ۱۴۵، ۱۶۰، ۲۵۳، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۵ـ۲۶۸، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۵، ۲۸۰، ۲۸۵، ۲۸۸، ۳۰۰، ۳۰۲، ۳۲۱، ۳۲۵، ۳۳۵
رواقی‌ها ۱۶۱، ۱۶۳
مدرسه، ۱۶۰
روان‌شناسی ۲۱، ۲۲
انقلابی ۴۵۳
مسمر ۴۱۰
روبسپیر ۳۸۶، ۴۱۸
رودولف دوم ۳۵۷
روزولت، فرانکلین ۴۷۹، ۴۸۰، ۵۰۲
روسچلی، جیرولامو ۳۵۷، ۳۵۸، ۴۱۴
روسو، ژان ژاک ۳۵ـ۳۷، ۳۹۵، ۳۹۷، ۴۰۳، ۴۰۵، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۵
روسیه ۳۳۳، ۴۲۱، ۴۵۰، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۷۷، ۴۸۲، ۴۸۷
روم/رومی ۱۱، ۱۰۲، ۱۵۷، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۶ـ۱۶۸، ۱۸۷، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۱۷، ۲۱۹، ۲۲۲، ۲۲۸، ۳۱۷
ریاضیات ۱۳، ۲۲، ۲۵، ۲۶، ۴۹، ۷۷، ۸۰، ۸۲، ۱۲۷، ۱۵۳، ۲۵۰، ۲۵۸، ۲۶۰، ۲۶۲، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۷۵، ۳۹۶، ۳۹۹
اعداد ۷۷، ۷۹، ۸۱، ۸۳، ۱۴۸، ۲۵۹
بابل ۱۴۵
پرسپکتیو ۲۷۰ـ۲۷۳
جبر ۲۶۱
چرتکه ۸۱، ۲۵۹ـ۲۶۱، ۲۷۳
چرتکه‌چی‌ها ۸۲
چین ۱۷۲
حساب ۷۷ـ۸۴، ۹۲، ۱۳۱، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۶۸، ۲۶۰، ۲۶۱
خوارزمی‌گرایان ۸۲
دستگاه شمارش هندی‌ـعربی ۱۲۱، ۲۵۹
ریاضی‌کردن طبیعت ۲۵۴، ۲۵۷، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۷۵
عدد ۱۴۸
فیثاغورس ۱۴۶
لگاریتم ۲۵
مثلثات ۱۶۸، ۲۶۲
نقشه ۲۲۵
هندسه ۶۹، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۴۸، ۱۴۹، ۲۶۱، ۲۶۳، ۲۸۸
ریتچی، اوستیلیو ۲۷۵
ریف، والتر هرمان ۳۰۰، ۳۰۱
ریگان، رونالد ۴۸۱
ریموند، رابرت ۹۱
ریند، پاپیروس ۱۸۹

زبان‌شناسی ۱۲۹، ۱۳۰
زمین‌شناسی ۴۲، ۱۳۵، ۳۰۲، ۴۳۳، ۴۳۵، ۴۴۷
اسمیت ۴۳۶
چین ۱۸۱
سنگ‌ها ۱۸۳
لایب‌نیتس ۴۳۴
زنان ۱۴، ۲۲، ۲۹، ۳۹، ۴۸، ۱۱۷، ۴۴۰، ۴۶۲، ۴۷۵
اپیکوریسم ۱۶۳
انقلاب علمی ۳۶۹
بافندگی ۸۶
پزشکی ۳۷۳، ۳۷۴، ۴۷۱

زبان ۲۹۷
ژنتیک ۴۵۴، ۴۵۵
ساحره‌سوزان ۳۷۰ـ۳۷۴
سفالگری ۸۶
کارسون ۴۶۸
کشاورزی ۹۴، ۱۰۰
کیمیاگری ۱۶۶
گیاه‌شناسی ۱۰۲، ۲۷۹
متالورژی ۸۷
مردسالاری ۳۶۸
زنون الئایی ۱۴۷
پارادوکس‌ها ۱۴۷
زنون کیتیونی ۱۶۱
زوبل، داوا ۳۲
زورارا، گومیش اینش ۱۹۵، ۱۹۶
زیست‌شناسی ۲۱، ۲۲، ۴۴ـ۴۶، ۴۵۰، ۴۵۴
اجتماعی ۴۵۳، ۴۵۵
ارسطو ۱۵۸، ۱۵۹
باکتری‌شناسی ۱۹، ۳۳۳
برناردن ۴۰۰، ۴۰۲
تکامل ۴۰، ۴۱، ۴۹، ۳۸۰، ۳۹۶، ۴۳۸ـ۴۵۵
تک‌یاخته‌شناسی ۱۹، ۳۳۲
چین ۱۸۰
ژن ۹۴
طبقه‌بندی ۴۴، ۴۵، ۴۸
کارسون ۴۶۹
مهندسی ژنتیک ۹۳ـ۹۶
زیلسل، ادگار ۱۹، ۲۸۱، ۲۸۳، ۲۹۲ـ۲۹۸، ۳۲۵، ۳۴۶، ۴۶۱
نظریه ۲۸۶
زیمبابوه ۱۳۳

ژنتیک ۹۷، ۴۵۳
لیسنکو ۴۵۸، ۴۶۲
مهندسی ۱۲، ۹۷، ۴۶۶
ژاپن /ژاپنی ۱۰۵، ۱۷۷، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۷۷، ۴۷۸
ژوبار، مهندس ۱۸۲
ژوسیو، آنتوان دو ۳۰۵
ژوفه، آدولف ۴۵۹

ساتون، رابرت ۱۱۴
سارتون، جورج ۱۵۰، ۱۵۳، ۱۶۲، ۲۷۷، ۳۰۲، ۳۲۳، ۳۴۷
سارگن ۲۲۲
سارنلی، پمپئو ۴۱۴
ساعت ۲۱۳، ۲۳۶
آبی ۱۵۳، ۱۷۴
آفتابی ۷۴
آونگی ۲۳۶
مکانیکی ۱۷۲، ۱۸۱، ۱۹۴
نجومی ۱۷۶
ساکاجاویا ۶۸
سالن ۴۲۱
سالینز، مارشال ۳۸
سامی ۸۴، ۱۳۰، ۱۳۴، ۱۳۵، ۲۲۲
سرخ‌پوستان
آمازون ۷۴، ۱۰۸
امریکا ۱۲، ۶۷ـ۷۰، ۷۵، ۹۳، ۹۶، ۹۷، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۸، ۱۰۹، ۲۲۸
بولیوی ۱۰۵
پرو ۱۰۳، ۱۰۴
کانادا ۱۰۶
مکزیک ۱۰۶
سرن، شرکت ۴۹۱
سروتزی، پل ۴۹۶
سَروَناندین ۸۳
سفالگری ۲۴، ۸۵، ۸۶، ۱۲۱
چین ۱۷۴، ۱۸۲
مصر ۱۲۸
سقراط ۱۴۸، ۱۵۳
انقلاب سقراطی ۱۴۰، ۱۴۶، ۱۵۹، ۱۶۲
علم پس‌ازسقراط ۱۴۰
علم پیش‌ازسقراط ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۵، ۱۴۷
سلوکوس ۲۱۲
سمت، جین ۴۸۹
سنکا ۲۶۷
سنگر، مارگرت ۴۵۰
سورینوس، پتروس ۳۱۰
سوریو، موریس ۴۲۰
سوریه ۸۸، ۹۱، ۹۲، ۱۶۸، ۲۲۹
سوفسطاییان ۱۵۰
سولدنر، یوهان گئورگ فون ۳۷۹
سومر /سومری ۷۷، ۷۹، ۸۰، ۸۹، ۱۲۰، ۱۳۰
سیدنهم، تامس ۲۷۹
سیریل، برت ۴۵۴
سیسرون ۲۶۷

سیمپلیکیوس ۱۹۰
سیوری، تامس ۴۲۸، ۴۴۶

شاپین، استیون ۲۸، ۲۹، ۳۳۷ـ۳۴۰
شا، جورج برنارد ۴۵۰
شانپلن، ساموئل دو ۶۸، ۲۶۴
شلگل، فریدریش ۱۳۵
شنگ شوان تزو ۱۸۴
شوروی ۳۵۴، ۴۵۰، ۴۵۸، ۴۶۱، ۴۷۷ـ۴۷۹، ۴۸۲، ۴۹۷، ۴۹۸
شوفر، پیتر ۲۹۹
شولتس، ریچارد اوانز ۱۰۲
شولیاک، گی دو ۳۷۴
شیسلر، کریستوفر ۳۲۹، ۳۵۰
شیشه‌گری ۱۲۸
شیطان‌شناسی ۳۷۰ـ۳۷۳
شیمی ۱۳، ۲۲، ۸۵، ۱۲۸، ۲۸۴، ۳۰۲، ۴۶۸، ۴۶۹
آفت‌کش‌ها ۴۶۷، ۴۷۶
آلیاژ ۲۶۱
اسکندریه ۱۶۵
اسلام ۱۷۰، ۱۷۱
اکسیژن ۸۷، ۲۵۷، ۳۴۲، ۴۲۷، ۴۳۰
بویل ۳۳۵
پاراسلسوس ۳۰۶
چین ۱۷۴، ۱۸۳، ۱۸۴
دارو ۱۰۵
رنگ‌ها ۲۴، ۳۳
کربن ۸۵، ۸۷، ۱۸۳، ۴۲۷
کیمیاگری ۹۲، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۷۰ـ۱۷۲، ۱۷۷، ۱۸۳، ۱۹۲، ۲۶۱، ۳۱۰ـ۳۱۳، ۳۳۵، ۳۷۶
لاووازیه ۳۲۳
معدنی ۸۷
نمک گلاوبر ۳۷۵، ۳۷۶
شینتو فانگ ۱۷۶

صابئین ۹۲

طالس ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۳۱، ۱۴۱ـ۱۴۵، ۱۹۰، ۲۳۱

عباسی، خلافت ۱۶۹
عبدالناصر، جمال ۱۴۲
عراق ۱۵۳، ۴۵۳
علم‌پرستی ۴۴۹
علم کاربردی ۲۳
علم کلان ۲۰، ۳۵۶، ۴۴۶، ۴۴۹، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۷۰، ۴۷۷، ۴۸۰، ۴۸۲، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۷، ۴۹۱، ۴۹۷
علم مواد ۱۳، ۸۴، ۹۲، ۱۶۵، ۱۷۰، ۱۹۲، ۳۲۳
آهن ۸۹ـ۹۱
اسلام ۱۷۱
چین ۱۷۴
سفال ۸۵، ۸۶
فلز ۸۶ـ۸۸
قلع ۸۸، ۹۰
مس ۸۷ـ۸۹
مفرغ ۸۸، ۸۹

فارنهایت، دانیل ۳۶۰
فارینگتون، بنجامین ۲۱، ۱۲۸، ۱۴۰، ۱۴۶، ۱۴۸، ۱۵۱ـ۱۵۳، ۱۵۸، ۱۸۹، ۳۶۷
فالجر، تیموتی ۲۱۰، ۲۱۱
فاینبرگ، ریچارد ۵۵
فرانچسکا، پی‌یرو دلا ۲۷۳، ۲۷۴
فرانسه/فرانسوی ۱۷، ۵۲، ۷۰، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۳۲، ۱۸۲، ۱۸۵، ۲۰۰، ۲۲۰، ۲۳۴، ۲۴۹، ۲۵۶، ۲۶۰ـ۲۶۲، ۳۰۲، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۱۴، ۳۱۶، ۳۱۸، ۳۵۹، ۳۸۵ـ۳۹۹، ۴۰۳ـ۴۱۴، ۴۱۹، ۴۲۱، ۴۳۰، ۴۳۴، ۴۳۹، ۴۳۸، ۴۹۱، ۴۷۷
فرانکستون، رابرت ۴۸۷، ۵۰۳
فرانکلین، بنجامین ۱۳، ۱۱۳، ۱۸۶، ۲۰۹ـ۲۱۱، ۴۰۶، ۴۲۱
فراونهوفر، یوزف فون ۳۷۵ـ۳۷۹
فردریک دوم ۳۲۷
فرناندس، ژوائو ۲۴۴
فرنل، اوگوستن ۳۷۷
فروبیشر، مارتین ۷۰
فروبین، یوهان ۳۰۹
فرونتیوس ۱۶۶
فریسیوس، گما ۲۶۲
فلزگری ۲۴، ۱۲۸
چین ۱۸۳
حرّان ۹۲
روش بسمر ۱۸۳
یونان ۱۳۹
فلمستید، جان ۳۳
فلوروس ۱۴۸، ۱۴۹
فمینیسم ۲۲، ۲۳، ۳۳، ۳۹، ۴۰، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۲،

۴۹۷
اکوفمینیسم ۴۶۹
پزشکی ۲۲، ۳۳، ۴۷۰، ۴۷۲
فن، الیزابت ۱۱۳
فناوری ۲۳ـ۲۶، ۳۳، ۳۸، ۴۲، ۸۶، ۹۲، ۱۴۹، ۱۶۷، ۱۷۱، ۱۸۷، ۲۸۱، ۲۸۴، ۲۹۱، ۲۹۷، ۳۲۶، ۳۴۰، ۳۴۷، ۳۶۵، ۳۷۷، ۳۹۱، ۴۲۲، ۴۲۴ـ۴۲۷، ۴۵۸، ۴۶۴، ۴۶۶، ۴۸۳، ۴۹۷، ۴۹۸
آلیاژ ۸۸ـ۹۱
انقلاب کبیر فرانسه ۳۹۰
اینترنت ۴۹۴، ۴۹۵
بافندگی ۸۶
چین ۱۷۲، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۸۲، ۱۸۶
حفر چاه ۱۸۱
خوراکی ۴۶
دارو ۴۶
دریانوردی ۲۵
رایانه ۴۸۵، ۴۹۶
رنگ‌سازی ۳۳
رومیان ۱۶۶
فنیقیان ۱۳۱، ۱۴۱
جزایر قناری ۲۰۰
حساب ۱۳۱، ۱۴۸
خط الفبایی ۸۴، ۱۳۴
دریانوردی ۲۶، ۲۰۰، ۲۳۱، ۲۴۱
نجوم ۲۳۱
نقشه ۲۲۲
فوست، یوهان ۲۹۹
فوکس، لئونهارت ۲۷۸
فوگر، خانواده ۳۱۱
فولاد
چین ۱۷۵
حتّی‌ها ۹۱
فولماور، هاینریش ۲۷۹
فونتنل، برنار دو ۳۰۵، ۴۱۹
فیبوناتچی، لئوناردو ۸۲، ۱۲۱، ۲۵۹، ۲۶۰
فیثاغورس ۱۱، ۳۲، ۱۲۷، ۱۳۱، ۲۵۴
فرقه ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۵۵
قضیه ۱۴۵
فیثاغورسیان ۱۹۱
فیرشو، رودولف ۴۴۳، ۴۴۴
فیزیک ۲۲، ۸۵، ۲۵۷، ۲۷۵، ۲۸۱، ۳۰۲، ۳۰۸، ۳۴۰، ۳۹۶، ۴۰۵، ۴۱۰، ۴۲۰
چین ۱۷۲
قوانین ۲۸۱
کوانتوم ۲۴
میدان مغناطیسی ۲۵، ۲۳۵، ۲۳۶
نظری ۲۱
نور ۳۷۸
نیوتن ۴۰۷
نیوتنیسم ۳۸۵
هسته‌ای ۴۴۹، ۴۸۴
فیلازیه، ژان ژاک ۴۱۹
فیلو، دیو ۴۹۲
فیلیپی، ماریانو ۲۶۹
فیلیپین ۵۳، ۱۰۵، ۲۰۴ـ۲۰۶
فینلی، موزس ۱۳۹

قرون وسطا ۳۲، ۸۱، ۱۵۴، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۶۸، ۱۷۸، ۱۸۷، ۲۵۳، ۲۵۹، ۲۶۲، ۲۶۷، ۲۷۲، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۹، ۳۰۴، ۳۱۳
قطب‌نما ۵۰، ۲۸۵
زاویه‌ی انحراف ۲۳۵
مغناطیسی ۵۷، ۵۹، ۶۲ـ۶۵، ۱۷۲، ۱۷۴، ۱۸۶، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۱۴، ۲۲۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۴، ۲۹۳، ۲۹۵
نجومی ۵۷ـ۶۴
قفقازی‌ها ۱۲۹، ۱۳۳ـ۱۳۷
قوم‌شناسی ۳۹، ۴۳، ۲۴۲، ۲۴۵
قیام دهقانی آلمان ۳۰۸

کائو شوان ۱۷۶
کابرال، پدرو آلوارس ۲۰۳، ۲۴۳، ۲۴۸
کاداموستو ۲۴۳، ۲۴۴
کارا، ژان لویی ۴۰۵، ۴۱۹
کارتا پیسانا ۲۲۱، ۲۲۲
کارتیه، ژاک ۷۰، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۲۳
کاردانو، جیرولامو ۲۶۰
پایه معلق ۱۷۲، ۱۷۶، ۱۹۳
کارسون، ریچل ۴۶۷ـ۴۷۰
کارلایل، تامس ۲۷
کارنگی، دیل ۴۵۰
کارنی، جودیت آن ۹۸، ۱۰۱
کاستاندا ۲۰۴
کاستر، لورنس یانتسون ۲۹۹
کالبدشناسی ۱۲۹، ۱۳۵، ۱۳۹، ۱۵۷، ۱۶۴، ۲۷۵،

۲۷۹، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۴۴، ۴۰۳، ۴۳۹، ۴۴۱
کالیپر، نیکولاس ۳۶۴
کالدیکات، هلن ۴۷۹، ۴۸۲، ۴۸۴
کالکار، یان اشتفان وان ۳۴۴
کالون، ژان ۳۰۸
کالون، شارل آلکساندر دو ۴۰۵
کالی، جان ۴۲۸
کالیماخوس ۲۳۱
کالینز، دریادار ۱۹۹
کامرا ابسکورا ۲۷۴، ۳۴۳
کامنر، بری ۴۶۷
کانی‌شناسی ۱۱۶، ۴۳۳
چین ۱۸۰
یونان ۱۳۹
کاوتسکی، کارل ۸۰، ۱۴۴
کاولی، ایبرهم ۳۶۱، ۴۱۵
کاوندیش، تامس ۲۹۴
کبریت ۱۸۴
کپرنیک، نیکولاس ۲۷، ۲۱۴، ۲۲۹، ۲۵۴، ۲۵۸، ۲۶۵، ۳۲۶، ۳۳۲، ۳۷۰
کپلر، یوهانس ۲۵۴، ۲۵۸، ۳۲۶، ۳۸۱
کتابخانه‌ی اسکندریه ۱۶۴، ۱۶۵
کتاب مقدس ۳۵، ۳۶، ۱۲۷، ۳۶۴
کراتس ۱۶۱
کراس، جان ۳۴۰
کرامبی، آلیستر کامرون ۱۲۵، ۲۸۲، ۲۸۴، ۲۸۸، ۲۸۹، ۳۴۴، ۳۴۵
کرانتور ۱۳۲
کرسکاس، ابراهیم ۲۱۴
کروپ، ادوین ۷۵، ۷۶
کرو، جورج ۳۴۰
کروسو، تامس ۳۱۷، ۳۴۹
کروسوس ۱۴۳
کرول، هانس ۳۵۰
کریسچنسون، جان رابرت ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۵۰، ۳۵۶
کریمر، هنری ۳۷۱
کریمسکی، شلدون ۴۷۳، ۴۷۶
کشاورزی ۱۵، ۲۴، ۳۷، ۳۸، ۷۹، ۹۲، ۹۵، ۹۶
افریقا ۹۸، ۱۲۲
اهلی‌کردن ۱۲، ۹۲ـ۱۰۰
برنج ۱۲، ۹۶ـ۱۰۱، ۱۲۲
چین ۱۸۵
ذرت ۹۳، ۹۶ـ۹۸
زنان ۳۹، ۹۴، ۱۰۰
سرخ‌پوستان ۹۶، ۹۷
کود ۹۷
مصر ۷۳، ۱۲۸
کلئانتس ۱۶۱
کلارک، ویلیام ۶۸
کلاگت، مارشال ۱۲۵، ۳۴۴، ۳۴۵
کلاگ، ویل ۴۵۰
کلاوی‌یر، اتی‌ین ۴۰۵
کلبی‌ها ۱۶۰، ۱۶۱
کلمب، کریستوف ۵۴، ۶۷، ۶۹، ۹۶، ۱۰۳، ۱۱۸، ۱۸۸، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۳، ۲۰۷، ۲۲۳، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۵، ۲۴۵، ۲۴۷
کلینتون، بیل ۴۸۱
کلی، ویلیام ۱۸۳
کمپبل، تونی ۲۵۰
کمنی، جان ۴۹۰
کندورسه ۳۹۲، ۴۱۵
کنفوسیوس ۱۷۲، ۱۷۶، ۱۷۹، ۳۲۵
کنگ شون ۱۷۶
کنیپر، هانس ۳۲۹
کنیدوس، مدرسه ۱۵۶
کوبا ۴۴۶
کوبان، آلفرد ۴۱۸
کوتسبو، اتو فون ۵۳
کورتسائو، آرماندو ۲۴۸
کورتس، تامس ۴۹۰
کورنمان، گیوم ۴۰۴، ۴۰۵
کوره‌ای، نظریه ۸۷
کوس، مدرسه ۱۵۵، ۱۵۶
کوک، جیمز ۱۳، ۵۰، ۵۲، ۵۳، ۵۶، ۲۰۱
کولبر، ژان باتیست ۳۸۷، ۳۸۸
کولدن، کادوالادر ۱۱۲
کول، هامفری ۲۶۴
کولیج، کالوین ۴۵۰
کومیاآی، قبیله ۹۳
کون، تامس ۲۵۵
کوندیاک ۴۱۹
کوویه، ژرژ ۱۳۵، ۳۹۶، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۳۸
کوهن، فلوریس ۲۵۵، ۲۷۹، ۳۴۲، ۳۴۶، ۳۴۹
کوهونگ ۱۷۴
کویره، الکساندر ۳۴، ۱۲۵، ۲۵۴ـ۲۵۸، ۲۷۵، ۲۸۲، ۲۸۴

کویلن، گرارد وان ۲۱۶
کِیر، جیمز ۱۸۳
کیل، جان ۲۵۰
کیمیاگری ۹۲، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۸۳، ۲۶۱، ۲۹۸، ۳۱۰ـ۳۱۳، ۳۲۲، ۳۳۵، ۳۷۶
اروپا ۱۷۷
اسلام ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۷، ۱۹۲
چین ۱۷۷
زنان ۱۶۶
کینز، جان مینارد ۴۷۹، ۴۹۸، ۵۰۲
کینگ، دیوید ۶۰

گائوزونگ ۲۲۳
گادفری، تامس ۲۳۳، ۲۵۱
گالتون، فرانسیس ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۸، ۴۵۰
گالیسون، پیتر ۴۴۶
گالیله ۱۷، ۲۸، ۳۰، ۲۵۴، ۲۵۹، ۲۶۵، ۲۷۵، ۲۸۱، ۲۹۰، ۲۹۶، ۲۹۸، ۳۴۲، ۳۵۳، ۳۵۵، ۳۵۸، ۳۶۹، ۳۸۱، ۴۲۹، ۴۴۶
پرتابه‌ها ۲۹۱
تلسکوپ ۱۱، ۲۳۴، ۲۳۸، ۳۳۲، ۳۵۵
جزر و مد ۲۹، ۲۱۴، ۲۱۵
ریاضیات ۲۵۸
طول جغرافیایی ۲۳۴، ۲۳۵
مکانیک ۲۵۸، ۲۸۰، ۲۹۱
گانتر، ادموند ۲۶۴
گراف، رجینالد دو ۳۳۳
گرانت، رابرت ۴۳۹، ۴۴۸
گراهام، جان ۴۷۷
گراهام، دیوید ۴۷۵
گروتیوس ۳۷۰
گروس‌تست، رابرت ۲۳۹، ۲۸۹
گری، استیون ۳۶۰
گریتورکس، رالف ۳۳۸
گرین‌برگ، دانیل ۳۴
گرینو، جورج بلاس ۴۳۶
گزنوفون ۱۸
گلاکن، کلارنس ۴۰۰، ۴۰۲
گلانویل، جوزف ۲۸۷، ۳۶۱، ۳۷۲، ۴۱۶
گلاوبر، یوهان رودولف ۳۷۵ـ۳۷۹، ۴۱۷
گلدوین، تامس ۵۵، ۶۲
گلف استریم ۱۳، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۶، ۲۱۷
گوتنبرگ، یوهان ۱۷۸، ۲۹۹
گوته ۲۳
گورسا، آنتوان ژوزف ۴۰۵
گورگیاس ۱۵۱
گوسیه، لویی ژاک ۴۱۹
گولد، استیون جِی ۴۰، ۴۱، ۴۵۵
گوندیسالوو، دومینگو ۲۸۸
گیاه‌شناسی ۲۱، ۴۲، ۴۴، ۹۵، ۲۴۳، ۲۷۷
برناردن ۴۰۱، ۴۰۲
بومی ۱۰۱، ۱۰۲
ریزوتومی ۱۰۲
کانی‌یابی ۱۸۰
گیاه‌نامه ۲۷۷ـ۲۷۹
گیبرتی، لورنتسو ۲۶۹ـ۲۷۱
گیتس، بیل ۴۸۶ـ۴۹۳، ۵۰۳
گیرلاندایو، دومنیکو ۲۶۹
گیلبرت، ویلیام ۳۰، ۲۳۴، ۲۳۶، ۲۵۱، ۲۵۴، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۹۲ـ۲۹۸، ۳۰۶
گینزبورگ، کارلو ۴۹
گینه ۴۳، ۵۰، ۵۱، ۹۴، ۹۸، ۱۰۱، ۱۲۲، ۲۰۱، ۲۴۲، ۲۴۳
گیوتین، ژوزف اینیاس ۴۲۱

لئوکیپوس ۱۶۳، ۱۹۲
لئوناردو داوینچی ۱۹، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۷۲، ۳۰۲، ۳۴۳
لئوی دهم ۲۷۱
لابنوولف، گئورگ ۳۲۹
لاپلاس، پی‌یر سیمون ۸۲، ۳۸۵، ۳۹۴
لاپو لاپو ۲۰۵
لاتور، برونو ۴۲۰
لافایت، مارکی دو ۴۰۵
لافلین، هری ۴۵۰، ۴۵۱
لامارک، ژان باتیست ۴۳۸، ۴۴۰، ۴۴۲، ۴۵۸
لامبریت، تامس ۲۶۴، ۲۷۷
لام لای یونگ ۱۲۱
لانژمویی ۵۴
لانگ، پاملا ۲۹۶، ۲۹۷
لاوجوی، آرتور ۳۹۹
لاووازیه، آنتوان لوران ۳۲۳، ۴۰۶، ۴۱۱، ۴۲۱، ۴۳۰
لاهوناتان، بارون دو ۶۹
لایب‌نیتس، گوتفرید ویلهلم ۲۵۱، ۳۸۰، ۴۳۴
لایل، چارلز ۱۳۵
لمان، یوهان گوتلوب ۴۳۵
لندیز، دیوید ۱۹۴، ۲۲۷، ۲۶۵

لنین، ولادیمیر ایلیچ ۴۵۷، ۴۵۸
لوئیس، دیوید ۵۳، ۵۵، ۵۶
لوئیس، مری‌ودر ۶۸
لوتر، مارتین ۲۸۸، ۳۰۷
لوروآ ۴۲۱
لوفور، ژرژ ۴۱۸
لوکورگوس ۱۴۸
لوکیون، مدرسه ۱۵۰، ۱۵۸، ۱۶۰، ۱۶۳
لول، رامون ۲۸۸
لونگومونتانوس، کریستیان سورنسن ۳۳۰
لوی استروس، کلود ۲۳، ۸۰
لویی چهاردهم ۳۸۷
لیبنبرگ، لوئیس ۴۹
لیپرسهای، هانس ۳۳۰، ۳۳۱
لیپسیوس ۳۷۰
لی چون ۱۷۶
لی، ریچارد ۳۸
لیسنکو، تروفیم ۴۵۸، ۴۶۲، ۴۹۸، ۴۹۹
لیفتون، رابرت جی ۴۵۳
لیند، جیمز ۱۰۷، ۱۲۳
لینه، کارل فون ۴۴، ۱۰۲، ۴۰۰
لیوتار، ژان فرانسوا ۵۰۰
لیونهوک، آنتونی وان ۱۹، ۳۳۲ـ۳۳۴، ۳۴۴، ۳۵۰، ۳۷۶
لیویت، هنری‌یتا سوان ۵۰۳
لیوی، هایمن ۴۶۱

مائو تسه‌تونگ ۴۹۷
ماتریالیسم ۱۴۰، ۱۵۳، ۴۴۳، ۴۵۷
ما چون ۱۷۶
مادةالمواد
آتش، ۱۴۴
هوا، ۱۴۴
مارا، ژان پل ۴۱۹
مارتن، امه ۴۲۰
مارتینی، مارتین ۱۸۱
مارشاک، الکساندر ۷۴
مارش، اوتنیل چارلز ۴۳۸
مارکام، کلمنتس ۱۹۵، ۲۴۸
مارکس، کارل ۱۸۹، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۵۰، ۴۵۸
مارکسیسم ۲۸۳، ۲۸۴، ۴۵۰، ۴۵۹ـ۴۶۱
مارکوس آورلیوس ۱۵۷
ماریسون، سمیوئل الیوت ۲۴۸
ماری، مارگرت ۴۱۶
مارینوس ۲۱۸، ۲۴۹
ماژلان، فردیناند ۵۰، ۵۱، ۵۴، ۲۰۴ـ۲۰۶
ماژو ۴۲۱
ماشین بخار ۴۲۵ـ۴۲۹، ۴۴۶، ۴۴۷
مالتوس، تامس ۴۴۲ـ۴۴۴، ۴۶۵
مانتگیو، مری ورتلی ۱۱۲، ۱۱۳
مایر، آلبرت ۲۷۹
ماینرس، کریستوف ۱۳۴
مستالورژی ۱۳، ۸۸، ۲۶۱، ۳۵۷، ۴۲۶، ۴۳۱، ۴۳۳، ۴۳۵
آگریکولا ۳۲۰ـ۳۲۳
بیرینگوتچو ۳۲۱
پاراسلسوس ۳۱۱، ۳۱۲
ذوب ۸۶، ۸۷، ۹۰
ریخته گری ۸۸
قالگذاری ۸۸ـ۹۱
متیو، پاتریک ۴۳۹
متیوس، جیمز ۳۳۱
مدر، کاتن ۱۱۰، ۱۱۱
مدیچی ۱۹۷
فردیناند دوم ۳۵۹
کاترین ۳۰۲
لئوپولد ۳۵۹
مرتون، رابرت ۳۲، ۴۶۱، ۵۰۰
مرچنت، کارولین ۴۱۶
مرداک، ویلیام ۴۲۶
مردم‌شناسی ۱۶، ۲۱، ۲۲، ۳۹، ۱۳۷
مرسن، مارین ۳۲۳، ۳۴۹
مرسیه، لویی سباستین ۴۱۹
مرکاتور، گرارد ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۶۲
مسمر، فرانتس آنتون ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۸ـ۴۱۰، ۴۲۱
مسمریسم ۴۰۳ـ۴۱۰، ۴۲۱
مسیحیت ۱۶۱
مصر / مصری ۱۸، ۷۳، ۸۴، ۹۲، ۱۲۶ـ۱۴۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۸، ۱۸۸، ۱۸۹، ۲۱۶، ۲۲۹، ۲۴۱، ۲۵۱، ۳۱۳
معدن ۱۲، ۸۴، ۸۸
معماری ۱۹، ۲۱، ۴۲، ۷۲، ۲۵۵، ۲۶۷، ۲۷۰، ۲۷۳
چین ۱۷۵
دریایی ۲۵۹
رنسانس ۲۶۶، ۲۶۸
روم ۱۶۶

مـغناطیس ۵۸، ۲۱۴، ۲۳۶، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۸۱، ۲۹۲ـ۲۹۵، ۴۰۳ـ۴۰۹
مکانیک ۱۶۵، ۱۷۳، ۲۵۵، ۲۶۶
پرتابه‌ها ۲۹۱
چین ۱۸۰
سماوی ۳۸۱
مک‌بررتی، سالی ۳۷
مک‌کارتی، جوزف ۲۸۳
مک‌کللان، جیمز ۳۳، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۹
ملفی، جووانی باتیستا ۳۵۷
مناک، جری ۴۸۶
مندل، گرگور یوهان ۴۵۸
منهتن، پروژه ۲۴، ۴۷۸، ۴۹۷
مو چینگ ۱۷۴
مودزلی، هنری ۴۲۶
مورتون، آرتور ۴۱۶
مور، هنری ۳۷۲، ۳۷۳
موری، ویلیام پرین ۱۲۰
موسیون، مدرسهٔ ۱۵۰، ۱۶۳ـ۱۶۵
مولر، کارل اوتفرید ۱۳۲، ۱۳۵
مولر، هرمان ۴۵۰، ۴۹۸
موناردس، نیکولاس ۱۰۳
مونتنی، میشل دو ۲۴۵، ۲۴۶
میجر، ریچارد ۱۹۶، ۲۴۷
میکروسکوپ ۳۳۰ـ۳۴۴
میکل‌آنز ۱۹، ۱۹۷، ۲۶۷، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۵

نئاندرتال، انسان ۱۱۶
ناپلئون ۳۸۶، ۳۹۳، ۳۹۶، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۱۱، ۴۱۳
ناتون، ویوین ۲۷۶، ۲۷۷، ۳۴۴
ناکس، رابرت ۴۳۹
ناندا، میرا ۴۶۲
نجوم ۲۵، ۲۶، ۵۱، ۵۲، ۵۹، ۶۰ـ۶۳، ۷۶، ۷۷، ۸۴، ۱۲۷، ۱۳۱، ۱۶۹، ۲۱۹، ۲۲۹، ۲۳۳، ۲۳۵، ۲۵۵، ۲۵۹، ۲۶۳، ۲۶۵، ۳۲۶، ۳۲۸، ۳۳۲، ۳۹۴، ۵۰۳
آزتک‌ها ۷۲
ابزار ۶۲، ۲۶۵
اعتدالین و انقلابین ۷۳، ۷۴
افلاطون ۱۵۴
اینکاها ۷۲
تشریق ۷۳
تقویم ۷۳
چرخ شفا ۷۵، ۷۶
چین ۱۷۲
خسوف و کسوف ۷۲، ۷۷
خورشید ۷۳
دیرین‌اخترشناسی ۷۲، ۲۵۱
ذات‌الحلق ۱۷۶
رصد ۷۲ـ۷۶
زیج ۴۴، ۲۶۶، ۳۳۰
ستاره قطبی ۶۰، ۶۲، ۶۹، ۷۲، ۲۳۲
شاخص ۷۳، ۷۴
علم احکام ۱۴۳، ۱۹۰
کپرنیک ۲۱۴
کیهان‌شناسی ۶۰
ماه ۷۴
مایاها ۷۲
نکام، الکساندر ۲۴۰
نلسون، تد ۴۹۲
نلسون، سارا ۱۱۷، ۱۲۱
نوافلاطونی، مکتب ۱۶۶
نورشناسی ۲۵۷، ۲۷۴، ۳۷۷
طیف‌سنجی ۳۷۷، ۳۷۹
نورمن، رابرت ۲۳۶، ۲۵۱، ۲۹۴ـ۳۴۹
نوفر، یاکوب ۱۳، ۳۱۷، ۳۴۹
نوله، ژان آنتوان ۳۹۵
نولی، آگوستینو ۲۲۷
نویگباور، اتو ۱۲۷، ۱۸۸
نیبور، بارتولد ۱۳۵
نیپر، جان ۲۵
نیجریه ۸۹، ۱۰۴
نیدم، جوزف ۱۷۳، ۱۷۶ـ۱۸۰، ۱۹۲، ۱۹۴، ۴۶۰، ۴۶۱
نیکولاس پنجم ۲۵۲
نیکولاس کوزایی ۲۸۸
نیکولاس لهستانی ۲۸۹
نیل ۷۳، ۱۳۱، ۱۳۸، ۱۳۹، ۲۱۹، ۲۲۲
نیوتن، آیزاک ۱۲، ۱۷، ۲۷، ۲۸، ۳۲، ۳۴، ۱۷۸، ۲۵۱، ۲۵۴، ۲۶۵، ۳۵۴، ۳۶۴، ۳۷۹ـ۳۸۳، ۴۰۷، ۴۱۱
جاذبه ۲۵، ۲۳۵، ۳۸۰، ۳۸۲، ۳۸۴
جزر و مد ۳۸۲
حسابان ۲۳۵، ۳۸۰
طول جغرافیایی ۲۵، ۲۳۴ـ۲۳۷
اصول ۳۸۰، ۳۸۲، ۴۵۹
مدار ماه ۳۸۲

نورشناسی ۳۶۰
نیوتنیسم ۳۸۴، ۳۸۵، ۴۱۷
نیوزیلند ۵۰، ۵۳، ۵۷، ۶۶، ۲۱۲
نیوکامن، تامس ۴۲۶ـ۴۲۹، ۴۴۶
نیوگرینج ۷۲

واپئوس، یوهان ادوارد ۲۴۷
وات، جیمز ۴۲۹، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۴۷
واتسون، هیوئیت ۴۳۹
وادی، جولی ۴۵
وارلا، آندیا ۵۲
وازاری، جورجو ۲۶۸، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۵، ۳۴۴
وازنیاک، استیون ۴۸۶
واسکو دا گاما ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۸، ۲۴۳، ۲۴۸
واشینگتن، جورج ۱۱۳
واکلی، تامس ۴۳۹
والاس، آلفرد راسل ۳۸۰، ۴۳۸، ۴۴۰
والیس، جان ۲۶، ۲۷۳
وان در ویلت، توماس ۳۳۴
وان در ویلت، ویلم ۳۳۴
واویلوف، نیکولای ایوانویچ ۴۵۹
وایت، لین ۱۵، ۳۴۶، ۴۲۸، ۴۴۶
وایدیتس، هانس ۲۷۸
وایکینگ‌ها ۲۰۰
واینبرگ، آلوین ۴۴۶
وبر، ماکس ۴۱۷، ۵۰۰
وبستر، جان ۳۶۱، ۴۱۶
وبستر، چارلز ۳۷۲، ۳۷۵، ۴۱۵
وجوود، جوسایا ۴۳۲
ودرفورد، جک ۹۶، ۹۷، ۱۰۳
ورستر، دونالد ۴۲۰
ورسکی، گری ۵۰۰
ورسلی، پیتر ۴۴ـ۴۶
ورمیر، یوهانس ۲۷۴، ۳۴۳
ورنر، آبراهام گوتلوب ۴۳۵
وروکیو، آندرئا دل ۲۶۹
وسالیوس، آندرئاس ۲۷۶، ۲۷۷، ۳۱۴، ۳۳۴
وسپوتچی، آمریگو ۳۸۱
وستفال، ریچارد ۲۵، ۳۳، ۱۹۵، ۲۵۳، ۳۴۱، ۴۱۷
وسکونته، پی‌یترو ۲۲۷
وگت، دیوید ۱۲۰
ولتر ۱۸۷، ۳۸۵، ۴۰۲، ۴۱۵
ون دورن، چارلز ۲۵۳، ۲۵۴
ونسان بووه‌ای ۲۸۸
ونسان، سسیل ۴۲۰
وولف، فریدریش آگوست ۱۳۵
ویتروویوس ۱۶۶
ویدرینگ، ویلیام ۱۰۸، ۱۰۹
ویگینتون، رندی ۴۸۶
ویلسون، ادوارد ۴۹۹
ویلهلم چهارم ۲۶۶
وینچستر، سایمون ۴۳۶
وینستنلی، جرارد ۳۶۲، ۳۶۳

هابز، تامس ۳۵ـ۳۷، ۵۰، ۵۳، ۳۱۵، ۴۱۷
هاتون، جیمز ۴۳۵
هارکنس، دبورا ۳۰۶، ۳۴۸
هارلی، جان برایان ۷۰
هاروی، ویلیام ۱۷۸
هاریوت، تامس ۳۳۲
هاکسبی، فرانسیس ۳۶۰
هاکسلی، تامس هنری ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۴
هاگبن، لانسلوت ۸۳، ۴۵۰، ۴۶۰، ۴۶۱
هالدین، جان ۴۵۰، ۴۶۱
هال، روبرت ۳۴، ۲۸۲ـ۲۸۷
هال، مارشال ۴۳۹
هال، مری بواس ۳۳۹
هالی، ادموند ۲۳۴، ۲۳۵
هام، ارنست ۴۳۳، ۴۴۷
هامیلکار ۲۰۰
هانتر، هنری ۳۹۸
هان، راجر ۳۴۶، ۳۸۸
هانری دوم ۳۱۶
هانس کرول ۳۲۹
هانمان، ساموئل ۳۱۹
هاینه، کریستیان گوتلوب ۱۳۵
هدلی، جان ۲۵۱
هراکلیتوس ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۴
هرتسفلد، اندی ۴۸۶
هرودوت ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۹، ۲۴۱، ۲۴۲
هروفیلوس ۱۵۶
هریسون، جان ۱۹، ۳۲، ۲۳۴، ۲۳۷
هریمن، اورل ۴۵۰
هسن، بوریس ۳۸۰، ۳۸۱، ۴۱۷، ۴۵۹ـ۴۶۱، ۴۵۹، ۵۰۰
نظریه ۳۴، ۳۵۴، ۳۸۰ـ۳۸۴، ۴۱۴، ۴۶۰، ۴۶۱

هکاتایوس ۱۴۶، ۲۱۵
هکل، ارنست ۴۴۳
هکلوت، ریچارد ۱۹۵
هلاکوخان ۱۶۹
هلند/هلندی ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۸۲، ۱۸۵، ۱۸۶، ۲۲۵، ۲۳۴، ۲۳۸، ۲۵۷، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۴۴، ۳۸۳
هلنوفیلیا ۱۲۶
هند/هندی ۸۲، ۸۳، ۸۹، ۹۰، ۹۲، ۱۰۳، ۱۰۸، ۱۲۱، ۱۲۶، ۱۲۹، ۱۶۸، ۱۷۷، ۱۹۵، ۱۹۷، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۶ـ۲۰۸، ۲۱۶، ۲۲۲، ۲۴۵، ۳۱۷، ۳۸۳، ۴۶۲، ۴۶۶
هنری، جان ۳۴۹
هوآبین‌هیان، تمدن ۸۹
هواشناسی ۲۵
هو، بازرگانان ۱۷۷
هورتون، ریچارد ۴۷۳
هوزر، یوهانس ۳۱۰
هوک، رابرت ۳۲، ۲۵۱، ۲۵۵، ۳۳۴، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۶۰، ۳۶۵
هولت، راد ۴۸۶، ۵۰۳
هولوکاست ۴۵۱
هولی، بروس ۴۴۶
هومبولت، آلکساندر فون ۴۳۵
هومر ۲۰۰، ۲۳۱
هوور، لو هنری ۳۴۹
هوور، هربرت کلارک ۳۴۹
هویگنس، کریستیان ۲۳۴، ۲۳۶، ۲۳۷، ۳۳۰
هیپارخوس ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۴۹
هیپالوس ۲۰۶ـ۲۰۸، ۲۱۷
هیپنوتیسم ۴۱۰
هیپیاس ۱۵۱
هیپی‌ها ۱۶۱
هیتلر، آدولف ۱۲۹
هیدروژنی، بمب ۴۸۲، ۴۸۴، ۵۰۲
هیل، کریستوفر ۳۶۲ـ۳۶۵، ۴۱۵

یامبلیخوس ۱۴۶
یانسن، زاخاریاس ۳۳۱
یانسن، هانس ۳۳۱
یانگ، تامس ۳۷۷
یانگ، جری ۴۹۲
یسوعی ۱۰۴، ۱۸۱
یلین، یولیوس کنراد ریتر فون ۳۷۸
یور، اندرو ۴۲۳، ۴۴۶، ۴۵۷
یو هائو ۱۷۵
یونان/یونانی ۱۱، ۲۱، ۲۲، ۹۲، ۱۲۵ـ۱۹۱، ۲۰۶ـ۲۰۸، ۲۱۳، ۲۱۵، ۲۱۹، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۴۱، ۲۴۹، ۲۶۵، ۲۷۱، ۲۹۷، ۳۲۰
ییتس، ویلیام ۴۸۵

سهم توده‌های گمنام مردم ــ مردم کوچه و بازار ــ در تولید و نشر علم بیش‌تر از آنی بوده، است که ما می‌دانیم. اگرچه نیوتن خود می‌گفت روی شانه‌های غول‌ها نشسته تا توانسته دوردست‌ها را ببیند، واقعیت این است که از هزاران هزار صنعتگر کوتاه‌قد بی‌سواد هم سواری گرفته است. مورخان تا حدودی توانسته‌اند سنت مدیحه‌گویی در تاریخ‌نویسی را ــ نظریه‌ای که تاریخ را ساخته و پرداخته‌ی مردان بزرگ می‌داند ــ دگرگون کنند، ولی نویسندگان تاریخ علم با همه‌ی تلاش‌ها و تحقیقاتشان کم‌تر در این زمینه توفیق داشته‌اند. تاریخ علم مردم گامی است برای نشان‌دادن سهم مردم ــ توده‌های گمنام مردم ــ در تولید و نشر علم از هزاران سال پیش تا امروز.

نشر ماهی

ISBN 978-964-209-002-0

۱۶۵۰۰ تومان

9789642090020