



ویلیام باینم

تاریخ مختصر علم

ترجمه ماندانا فرهادیان



----- ویلیام باینم -----

تاریخ مختصر علم

|| ترجمه ماندانا فرهادیان ||



سرشناسه: باینم، ویلیام اف. ۱۹۴۳ - م. Bynum, W.F. (William F) ● عنوان و نام پدیدآور: تاریخ مختصر علم/ ویلیام باینم؛ ترجمه ماندانا فرهادیان. ● مشخصات نشر: تهران، نشر نی، ۱۳۹۷ ● نوبت چاپ: چاپ اول، ۱۳۹۷ ● مشخصات ظاهری: ۳۶۸ ص. ● شابک: 0-616-185-964-978 ● وضعیت فهرست نویسی: فیپا ● یادداشت: عنوان اصلی: A Little History of Science, 2012 ● موضوع: علوم - تاریخ Science - History ● علم و تمدن Science and civilization ● شناسه افزوده: فرهادیان لنگرودی، ماندانا، ۱۳۴۷ - ، مترجم. ● رده بندی کنگره: ۱۳۹۷ ت ۲ ب ۲ / Q۱۲۵ ● رده بندی دیویی: ۵۰۹ ● شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۶۳۴۹۱

قیمت: ۴۰۰۰۰ تومان



نشرنی

تاریخ مختصر علم

ویلیام باینم

مترجم: ماندانا فرهادیان

ویرایش: نوشین دیانتی

صفحه‌آرایی: سهیلا یوسفی

طرح جلد: پرویز بیانی

چاپ و صحافی: پردیس دانش

چاپ اول: تهران، ۱۳۹۷، ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۸۵-۶۱۶-۰

نشانی: تهران، خیابان دکتر فاطمی، خیابان رهی معیری، تقاطع خیابان فکوری، شماره ۲۰

کد پستی: ۱۴۱۳۷۱۷۳۷۱، تلفن دفتر نشر: ۸۸۰۲۱۲۱۴، تلفن واحد فروش: ۸۸۰۰۴۶۵۸-۹، شماره: ۸۹۷۸۲۴۶۴

www.nashreny.com ● email: info@nashreny.com ● nashreny

© تمامی حقوق این اثر برای نشرنی محفوظ است. هرگونه استفاده تجاری از این اثر یا تکثیر آن کلاً و جزئاً، به هر صورت (چاپ، فتوکپی، صوت، تصویر و انتشار الکترونیکی) بدون اجازه مکتوب ناشر ممنوع است.

فهرست مطالب

فصل ۱: در آغاز.....	۹
فصل ۲: سوزنها و عددها.....	۱۷
فصل ۳: اتمها و خلأ.....	۲۹
فصل ۴: پدر پزشکی.....	۳۷
بقراط.....	۳۷
فصل ۵: «استاد آنانی که می دانند».....	۴۵
ارسطو.....	۴۵
فصل ۶: پزشک امپراتور.....	۵۳
جالینوس.....	۵۳
فصل ۷: علم در اسلام.....	۶۱
فصل ۸: خروج از تاریکی.....	۶۷
فصل ۹: جست وجو به دنبال سنگ جادو.....	۷۳
فصل ۱۰: کشف بدن انسان.....	۸۲

- فصل ۱۱: مرکز عالم کجاست؟ ۸۹
- فصل ۱۲: برج کج و تلسکوپ ۹۷
- گالیله ۹۷
- فصل ۱۳: دور و گردش ۱۰۵
- هاروی ۱۰۵
- فصل ۱۴: دانایی توانایی است ۱۱۳
- بیکن و دکارت ۱۱۳
- فصل ۱۵: شیمی جدید ۱۲۳
- فصل ۱۶: چه چیزی بالا می‌رود ۱۳۱
- نیوتن ۱۳۱
- فصل ۱۷: جرقه‌های درخشان ۱۴۱
- فصل ۱۸: عالم ساعت‌وار ۱۴۹
- فصل ۱۹: نظم بخشیدن به دنیا ۱۵۹
- فصل ۲۰: هواها و گازها ۱۶۷
- فصل ۲۱: تکه‌های کوچکی از ماده ۱۷۷
- فصل ۲۲: نیروها، میدان‌ها، و مغناطیس ۱۸۷
- فصل ۲۳: بیرون آوردن دایناسورها ۱۹۵
- فصل ۲۴: تاریخ سیاره ما ۲۰۵
- فصل ۲۵: بزرگ‌ترین نمایش روی زمین ۲۱۳
- فصل ۲۶: جعبه‌های کوچک حیات ۲۲۵
- فصل ۲۷: سرفه، عطسه، و بیماری ۲۳۵

فهرست مطالب ۷

فصل ۲۸: موتورها و انرژی.....	۲۴۷
فصل ۲۹: جدول کردن عناصر.....	۲۵۵
فصل ۳۰: درون اتم.....	۲۶۵
فصل ۳۱: رادیواکتیو.....	۲۷۳
فصل ۳۲: کسی که بازی را تغییر داد.....	۲۸۳
اینشتین.....	۲۸۳
فصل ۳۳: قاره‌های متحرک.....	۲۹۳
فصل ۳۴: چه چیزی ارث می‌بریم؟.....	۳۰۱
فصل ۳۵: ما از کجا آمده‌ایم؟.....	۳۱۳
فصل ۳۶: داروهای شگفت‌انگیز.....	۳۲۳
فصل ۳۷: اجزای سازنده.....	۳۳۳
فصل ۳۸: خواندن «کتاب زندگی».....	۳۴۱
پروژه ژنوم انسان.....	۳۴۱
فصل ۳۹: مهبانگ.....	۳۴۹
فصل ۴۰: علم در عصر دیجیتال.....	۳۶۱



فصل ۱

در آغاز

علم چیزی است منحصر به فرد؛ بهترین روشی است که برای درک جهان و همه چیزهای موجود در آن، از جمله خودمان، در اختیار داریم.

هزاران سال است که انسان درباره چیزهایی که در اطرافش می‌بیند از خودش سؤال‌هایی پرسیده و به پاسخ‌هایی هم رسیده که در این مدت تغییرات زیادی کرده‌اند. علم نیز از این تغییرات بی‌نصیب نبوده است. علم همواره در حرکت و تغییر است و بر پایه فکرها و کشف‌هایی بنا شده که از نسلی به نسل بعد انتقال می‌یابند و زمانی که کشف‌های جدید صورت می‌گیرد قدم‌های بزرگی رو به جلو برمی‌دارد. اما چیزی که تغییر نکرده است کنجکاوی، تصور، و ذکاوت کسانی بوده که به کار علم مشغول هستند. شاید امروز دانش بیشتری داشته باشیم، اما افرادی هم که سه هزار سال پیش درباره دنیایشان عمیقاً می‌اندیشیدند به اندازه ما باهوش بودند.

این کتاب فقط به میکروسکوپ و لوله‌های آزمایش آزمایشگاه‌ها نمی‌پردازد، اگرچه بیشتر مردم وقتی به علم فکر می‌کنند چنین چیزهایی را تصور می‌کنند. در بیشتر طول تاریخ بشر، علم پایه‌پای جادو، دین، و فناوری برای درک و تسلط بر جهان به کار رفته است. علم ممکن است چیزی به سادگی رصد طلوع

خورشید در هر صبحگاه باشد، یا چیزی به پیچیدگی شناسایی عنصری جدید. جادو ممکن است نگاه کردن به ستارگان برای پیش گویی آینده باشد، یا شاید چیزی که آن را خرافات می نامیم، مثل دوری کردن از مسیر گربه سیاه. دین هم ممکن است قربانی کردن حیوانی برای به دست آوردن دل خدایان باشد یا دعا کردن برای صلح جهانی. فناوری نیز ممکن است دانش آفرودختن آتش باشد یا ساختن کامپیوتری جدید.

اولین جوامع انسانی، که بر کناره رودخانه هایی در هند، چین، و خاورمیانه ساکن شدند، از علم، جادو، دین، و فناوری استفاده کردند. چون رودخانه ها حاصلخیز بودند مردم می توانستند هر ساله محصولات زیادی کشت کنند، آن قدر که جامعه بزرگی سیر شود. به این ترتیب بود که بعضی از افراد این جوامع مجال پیدا کردند تا فقط روی یک کار تمرکز کنند و آن قدر تمرین و تمرین کنند که در آن خیره و ماهر شوند. روحانیون احتمالاً اولین «دانشمندان» بودند (که البته در آن زمان این طور نامیده نمی شدند).

در آغاز، فناوری (که موضوعش «انجام دادن» است) خیلی مهم تر از علم (که موضوعش «دانستن» است) بود. انسان برای آن که در کشت محصول، تهیه لباس، یا پخت غذا موفق شود نیاز داشت بداند که باید چه کاری بکند و چگونه باید آن کار را انجام بدهد. آن زمان نیازی نبود بداند که چرا بعضی از میوه های توت مانند سمی هستند و بعضی دیگر خوردنی؛ فقط لازم بود یاد بگیرد که بعضی را نخورد و چگونه بعضی را کشت کند. انسان برای انجام کارهای روزمره اش نیازی نداشت بفهمد که چرا خورشید هر روز طلوع و هر شب غروب می کند، اما بشر علاوه بر یاد گرفتن از دنیای اطرافش کنجکاوی هم داشت؛ و همین کنجکاوی است که در قلب علم جای دارد.

ما درباره مردمان بابل (در عراق امروزی) بیشتر از سایر تمدن های باستانی اطلاعات داریم. دلیل آن هم ساده است، چون بابلی ها روی لوح های گلی

می‌نوشتند. هزاران هزار از این لوح‌ها، که شش هزار سال پیش نوشته شدند، باقی مانده‌اند. این لوح‌ها درباره نوع نگاه بابلی‌ها به دنیا به ما اطلاعات می‌دهند. بابلی‌ها بسیار مرتب و منظم بودند و برداشت محصول، انبارکردن آن، و وضعیت‌های مالی‌شان را مستند می‌کردند. روحانیون بیشتر وقت خود را صرف بررسی آمار و ارقام زندگی باستان می‌کردند. آن‌ها «دانشمندان» تمام‌وکمالی هم بودند که سرزمین‌ها را مساحی کردند، فاصله‌ها را اندازه گرفتند، آسمان را رصد کردند، و تکنیک‌هایی برای شمردن ابداع کردند. حتی امروزه هنوز هم از بعضی از کشفیات آن‌ها استفاده می‌کنیم. آن‌ها هم، مثل ما، از چوب‌خط برای شمردن استفاده می‌کردند؛ چوب‌خط چهار خط عمودی است که یک خط مورب پنجم روی آن‌ها کشیده می‌شود؛ مانند همان که اگر در فیلم‌ها دیده باشید زندانی‌ها برای نگه‌داشتن حساب سال‌های حبس خود، روی دیوار زندانشان، حک می‌کنند. کار مهم‌تری که بابلی‌ها کردند این بود که گفتند هر دقیقه شصت ثانیه و هر ساعت شصت دقیقه باشد، و همچنین هر دایره ۳۶۰ درجه و هفته هفت روز داشته باشد. جالب است، چون هیچ دلیلی وجود ندارد که چرا شصت ثانیه باید بشود یک دقیقه و هفت روز بشود یک هفته. عده‌ای دیگری را هم می‌شد انتخاب کرد که به همین خوبی باشند. اما سیستم بابلی‌ها یک زمانی در یک جایی شکل گرفت و همان‌طور باقی ماند.

کار بابلی‌ها در نجوم، یعنی بررسی کائنات، هم خوب بود. آن‌ها طی سال‌ها رفته‌رفته تشخیص دادند که مکان ستاره‌ها و سیاره‌ها در آسمان شب الگوهایی دارد. همچنین باور داشتند که زمین مرکز همه‌چیز است و ارتباط جادویی و قدرتمندی بین ما و ستارگان برقرار است. انسان تا زمانی که باور داشت زمین مرکز عالم است آن را سیاره به حساب نیاورد. بابلی‌ها آسمان شب را به دوازده قسمت تقسیم کردند و به هر قسمت نامی دادند که به گروه خاصی از ستارگان («صورت فلکی») مربوط می‌شد. آن‌ها در بعضی از صورت‌های فلکی، از

طریق بازی «نقطه‌ها را به هم وصل کن» در آسمان، تصاویری از اجسام و حیوانات، مثل ترازو و عقرب، را دیدند. این دوازده قسمت را منطقه البروج نامیدند که اساس طالع‌بینی، یعنی مطالعه تأثیر ستارگان بر ما، قرار گرفت. در بابل باستان، و حتی تا قرن‌ها بعد، اختربینی (طالع‌بینی) و نجوم پیوند نزدیکی با هم داشتند. امروزه بسیاری از افراد می‌دانند که در کدام علامت منطقه البروجی به دنیا آمده‌اند (مثلاً من ثور هستم، همان گاو) و طالع‌بینی خود را در روزنامه‌ها و مجلات می‌خوانند تا توصیه‌هایی درباره زندگی‌شان به دست آورند. اما طالع‌بینی در علم جدید دیگر جایی ندارد.

بابلی‌ها فقط یکی از چند گروه قدرتمند در خاورمیانه باستان بودند. ما درباره مصری‌ها نیز، که حوالی ۳۵۰۰ پیش از میلاد بر کنار رود نیل ساکن شدند، چیزهای زیادی می‌دانیم. هیچ تمدنی نه قبل و نه بعد از مصریان به اندازه آن‌ها به پدیده‌ای طبیعی وابسته نبوده است. مصریان برای زنده ماندن شدیداً به رود نیل وابسته بودند، چون این رود پرصلابت و با عظمت هر سال طغیان می‌کرد و در نتیجه گل‌ولای حاصلخیزی از خودش به جا می‌گذاشت که زمین‌های کناره را غنی و برای سال آینده آماده کشت می‌کرد. از آن‌جا که مصر بسیار گرم و خشک است، از آن دوران چیزهای زیادی برای تحسین کردن و آموختن تا امروز برای ما باقی مانده است؛ از جمله شمار زیادی تصویر و نوعی نوشتار تصویری که هیروگلیف نامیده می‌شود. توانایی خواندن هیروگلیف، پس از آن‌که ابتدا یونانیان و سپس رومیان مصر را تسخیر کردند، فراموش شد و تا چیزی نزدیک به دو هزار سال معنای نوشته‌های آنان از میان رفت. تا آن‌که در سال ۱۷۹۸ سربازی فرانسوی در شهر کوچکی نزدیک به روزتا، در شمال مصر، در میان تلی از خرابه‌های باستانی، یک لوح پیدا کرد. این لوح بیانیه‌ای بود که به سه زبان نوشته شده بود: هیروگلیف، یونانی، و نوع قدیمی‌تری از نوشتاری مصری موسوم به

دموتیک. «سنگ روزتا»^۱ را به لندن بردند و شما امروزه می‌توانید آن را در موزه بریتانیا ببینید. چه پیشرفت غیرمنتظره‌ای اتفاق افتاد! پژوهشگران که می‌توانستند خط یونانی را بخوانند آن را با هیروگلیف مقایسه و نوشته‌های اسرارآمیز مصری را رمزگشایی کردند. حالا دیگر واقعاً می‌توانستند دربارهٔ باورها و کارهای مصریان باستان اطلاعاتی به دست آورند.

نجوم مصریان شبیه به نجوم بابلی‌ها بود، اما چون مصریان دربارهٔ زندگی پس از مرگ دغدغهٔ بیشتری داشتند، در رصد کردن ستارگان عمل‌گراتر بودند. برای آن‌ها تقویم فقط برای این نبود که بدانند چه وقتی از سال برای کاشت بهتر است، یا این که نیل چه وقتی طغیان می‌کند، بلکه برای برنامه‌ریزی جشن‌های مذهبی هم لازم بود. سال «طبیعی» آن‌ها ۳۶۰ روز بود — یعنی دوازده ماه که هر یک تشکیل می‌شد از سه هفته، و هر هفته ده روز طول می‌کشید — و آن‌ها یک پنج روز اضافی به آخر هر سال اضافه می‌کردند تا فصل‌ها اشتباه نشوند. مصریان فکر می‌کردند که عالم مثل یک جعبهٔ مکعب‌مستطیل است و دنیای آن‌ها کف این جعبه قرار دارد و نیل درست در مرکز این دنیا جاری است. آن‌ها سالشان را با طغیان نیل شروع می‌کردند و نهایتاً هم این اتفاق را به طلوع شبانهٔ روشن‌ترین ستارهٔ آسمان شب، یعنی همان ستاره‌ای که ما شباهنگ (یا شعرای یمانی) می‌نامیم، مربوط کردند.

روحانیون در دربار فراعنه، همان پادشاهان مصر، به اندازهٔ روحانیون در دربار بابلی‌ها قدرت داشتند. فرعون را در حد خدا می‌دانستند و او قادر بود از حیات پس از مرگ نیز بهره ببرد. این اصل یکی از دلایل ساختن اهرام، همان آرامگاه‌های عظیم باستانی، بود. فرعون، بستگانش، و سایر افراد مهم همراه با خدمتکاران، سگ‌ها، گربه‌ها، اسباب و اثاثیه، و منابع غذایی در این

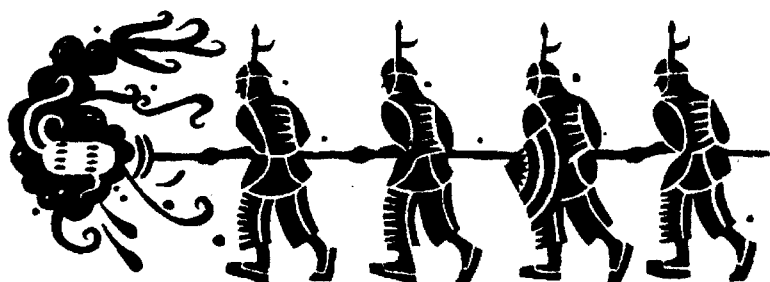
1. The Rosetta Stone

ساختمان‌های عظیم جای داده می‌شدند و منتظر زندگی جدید در دنیای بعدی می‌ماندند. مصریان برای حفظ بدن افراد مهم (به هر حال قرار نبود که این افراد و حیوانات پوسیده و بوگرفته در زندگی بعدی حاضر شوند) روش‌هایی برای مومیایی مردگان ابداع کردند. به این ترتیب که ابتدا اندام‌های درونی را خارج می‌کردند (آن‌ها قلاب بلندی برای بیرون کشیدن مغز از راه سوراخ‌های بینی داشتند) و سپس این اندام‌ها را در شیشه‌های مخصوصی قرار می‌دادند. برای حفظ و نگهداری باقی بدن از مواد شیمیایی استفاده می‌کردند و سپس بدن را در پارچه کتانی می‌پیچیدند و آن را در آرامگاه نهایی‌اش در قبر می‌نهادند.

قاعدتاً مومیایی‌کنندگان باید تصور خوبی از شکل و قیافه قلب، ریه‌ها، کبد، و کلیه‌ها می‌داشتند؛ ولی متأسفانه هیچ توصیفی از اندام‌هایی که از بدن خارج می‌کردند از خود به جا نگذاشته‌اند و در نتیجه ما نمی‌دانیم درباره این اندام‌ها چه فکری می‌کردند. با این حال، پاپیروس‌های پزشکی دیگری باقی مانده‌اند که درباره پزشکی و جراحی مصریان اطلاعاتی به ما می‌دهند. آن‌طور که در آن زمان رایج بود، مصریان باور داشتند که ملغمه‌ای از عوامل دینی، جادویی، و امور طبیعی باعث بیماری‌ها می‌شود. شفا دهندگان حین معالجه بیمارانشان ورد و افسون می‌خواندند، اما به نظر می‌رسد که بسیاری از درمان‌هایی که مصریان ابداع کرده‌اند از طریق مشاهده دقیق بیماری‌ها به دست آمده باشد. بعضی از داروهایی که آن‌ها برای پانسمان زخم‌های بعد از جراحی یا صدمه به کار می‌بردند احتمالاً زخم را از میکروب در امان نگه می‌داشت و به این ترتیب به بهبود آن کمک می‌کرد. این موضوع به هزاران سال پیش از آن برمی‌گردد که ما حتی بفهمیم میکروب چیست.

شمارش، نجوم، و طب سه حوزه مهم در فعالیت «علمی» در این برهه از تاریخ به شمار می‌رفتند. شمارش به این علت مهم بود که بدانند چه «مقدار» برای کاشت لازم دارند و چه مقدار می‌شود دادوستد کرد، یا این‌که ببینند به حد

کافی سرباز یا کارگر برای ساخت اهرام در اختیار دارند یا نه. نجوم به این علت مهم بود که خورشید، ماه، و ستارگان ارتباط تنگاتنگی با روزها، ماه‌ها، و فصل‌ها داشتند و تعیین مکان دقیق آن‌ها برای تقویم‌ها اساسی بود؛ طب هم به این علت که مردم بیمار یا زخمی می‌شدند و طبیعتاً به دنبال مداوا بودند. اما در هر یک از این موضوعات، جادو، دین، فناوری، و علم در هم آمیخته بودند. درباره هر کدام از تمدن‌های باستانی خاورمیانه‌ای باید حدس‌های زیادی بزنیم که چرا مردم کارهایشان را به آن ترتیب انجام می‌دادند یا زندگی روزمره‌شان را چگونه می‌گذراندند. به دست آوردن اطلاعات درباره مردمان عادی همیشه کار سختی است، چون فقط مردمان قدرتمند بودند که می‌توانستند بخوانند و بنویسند و از خودشان در تاریخ اثری به جا بگذارند. این امر درباره دو تمدن باستانی دیگر نیز که تقریباً در همان دوران، اما در دوردست‌های آسیا، آغاز شدند صادق است: تمدن‌های چین و هند.



فصل ۲

سوزن‌ها و عددها

اگر از مصر و بابل به سوی شرق سفر کنید، به سرزمین‌هایی می‌رسید که در آن‌ها تمدن‌هایی باستانی در دو طرف رشته‌کوه‌های هیمالیا، در هند و چین، شکوفا شدند. حدود پنج هزار سال پیش مردم در شهرهای بزرگ و کوچک در اطراف و جلگه‌های رودخانه‌های سند و رود زرد زندگی می‌کردند. هند و چین در آن روزگار سرزمین‌هایی بسیار پهناور، و حتی بزرگ‌تر از قلمرو امروزی‌شان، بودند. هر دو آن‌ها بخشی از شبکهٔ عظیم دادوستد بودند که هم روی زمین و هم روی دریا فعالیت داشتند. این شبکه در امتداد مسیرهای ادویه درست شده بود و مردم هند و چین نوشتن و علم را در سطحی عالی فرا گرفته بودند. علم و تجارت به هم کمک می‌کردند: علم به تجارت سود می‌رساند و ثروت حاصل از تجارت برای کار علمی رفاه فراهم می‌ساخت. در واقع تا حدود سال ۱۵۰۰ میلادی علم در این دو تمدن به اندازهٔ اروپا پیشرفت کرده بود. ما از هند اعداد و عشق به ریاضیات را گرفته‌ایم؛ و از چین کاغذ، باروت، و اسباب ضروری جهت‌یابی، یعنی همان قطب‌نما، به ما رسیده است.

امروزه چین یکی از قدرت‌های بزرگ دنیاست. چیزهایی مانند پوشاک، اسباب‌بازی، و وسایل برقی که آن‌جا ساخته می‌شوند در سرتاسر دنیا به

فروش می‌رستند، مثلاً نگاهی به مارک کفش کتانی تان ببندازید. با این حال مردم کشورهای غربی تا قرن‌ها به این کشور پهناور با شگفتی و شک نگاه می‌کردند؛ چون چینی‌ها کارها را به روش خودشان انجام می‌دادند و کشورشان هم مرموز به نظر می‌رسید و هم تغییر و تحولی در آن نمی‌دیدند.

اما اکنون می‌دانیم که چین همیشه کشوری در حال تغییر و تحول بوده و علم آن نیز همواره تغییر کرده است. اما یک چیز چین در گذر قرن‌ها هیچ تغییری نکرده است: نوشتن. نوشته‌های چینی از اندیشه‌نگاشت‌ها تشکیل شده‌اند، یعنی تصویرهای کوچکی که نمایشی از اجسام هستند و برای کسانی مثل ما، که از الفبا استفاده می‌کنیم، عجیب به نظر می‌رسند. اما اگر بدانید این تصویرهای کوچک را چگونه تفسیر کنید، آن وقت می‌توانید متون قدیمی — خیلی قدیمی — را به همان راحتی نوشته‌های امروزی بخوانید. در واقع ما باید ممنون چینی‌ها باشیم که کاغذ را ابداع کردند. قدمت کهن‌ترین نمونه کاغذهایی که از آن اطلاع داریم به حدود سال ۱۵۰ میلادی می‌رسد.

حکمرانی بر کشور چین هیچ‌وقت کار آسانی نبود، اما علم می‌توانست به کار حکمرانی کمک کند. دیوار چین، که شاید عظیم‌ترین پروژه مهندسی در تمام روزگاران باشد، در قرن پنجم پیش از میلاد و در دوران دودمان ژو شرقی^۱ شروع شد. (تاریخ چین به دودمان‌هایی تقسیم می‌شود که به حکمرانان و درباریان قدرتمند وابسته بودند.) دیوار چین برای آن ساخته شد که وحشی‌های شمالی را در خارج از چین و چینی‌ها را در داخل آن نگاه دارد! ساختن این دیوار چند قرن طول کشید و دائماً در حال گسترش و تعمیر بود و اکنون ۲۱ هزار و ۱۹۶ کیلومتر طول دارد. (خیلی از مردم فکر می‌کنند که این دیوار از فضا دیده می‌شود، اما این حرف درست نیست: خود فضانوردان

1. Eastern Zhou Dynasty

چینی هم نتوانسته‌اند این دیوار را از فضا ببینند.) آبراه بزرگ چین یکی دیگر از شاهکارهای برجسته مهندسی است که ساختن آن از زمان دودمان سوئی^۱، در قرن پنجم میلادی، شروع شد. این آبراه ۱۸۰۰ کیلومتر است و در طول مسیر آن از بعضی از آبراه‌های طبیعی استفاده شده است. این آبراه شهر پکن را، که در داخل سرزمین چین و در شمال قرار دارد، به آبراه هانژوا در ساحل جنوبی و از آن‌جا به آب‌های آزاد وصل می‌کند. این دو شاهکار مهندسی مهارت چینی‌ها در زمینه مساحی و مهندسی را به‌خوبی نشان می‌دهند؛ البته مقدار زیادی کار توانفرسای انسانی هم برای ساخت این دو شاهکار لازم بود. آن زمان چینی‌ها فرغون را ابداع کرده بودند، اما باز زحمت کارگران بود که باید حفر می‌کردند، هل می‌دادند، و می‌ساختند.

چینی‌ها عالم را نوعی موجود زنده می‌دانستند: موجودی که در آن نیروهای همه‌چیز را به یکدیگر مربوط می‌کردند. نیرو، یا انرژی، چی نامیده می‌شد. دو نیروی اصلی دیگر عبارت بودند از یین و یانگ: یین یا نیروی مکمل مادینه به تاریکی، ابرها، و رطوبت مربوط می‌شد؛ یانگ یا نیروی مکمل نرینه با ایده‌های تابش خورشید، گرما، و حرارت ارتباط داشت. چیزها هیچ‌وقت تماماً یین یا تماماً یانگ نیستند — این دو نیرو همیشه به درجات مختلف با هم در ترکیب هستند. طبق فلسفه چینی، هر یک از ما مقداری یین و مقداری یانگ داریم و ترکیب دقیق آن‌ها بر این‌که ما که هستیم و چگونه رفتار می‌کنیم تأثیر می‌گذارد.

چینی‌ها باور داشتند که عالم از پنج عنصر ساخته شده است: آب، فلز، چوب، آتش، و خاک. این عناصر صرفاً آب یا آتش معمولی که در اطراف خودمان می‌بینیم نبودند، بلکه سرچشمه‌های لازم و ملزوم یکدیگر برای

ساختن دنیا و سماوات بودند. البته هر یک از آن‌ها خصوصیات متفاوتی داشتند، اما قدرت‌هایشان به هم متصل بود، خیلی شبیه به اسباب‌بازی‌های تبدیل‌شونده. مثلاً، چوب می‌توانست بر خاک غلبه کند (با بیل چوبی می‌شد زمین را کند)؛ با فلز می‌شد چوب را تراشید؛ آتش می‌توانست فلز را ذوب کند؛ آب می‌توانست آتش را خاموش کند؛ و زمین می‌توانست جلو آب را سد کند. (مثل بازی سنگ، کاغذ، قیچی که در واقع در چین ابداع شد). این عناصر، آمیخته با نیروهای یین و یانگ، ریتم چرخه‌های زمان و طبیعت، فصل‌ها، و چرخه‌های تولد و مرگ، حرکات خورشید، ستارگان، و سیارات را پدید می‌آوردند.

از آن‌جا که همه‌چیز از این عناصر و نیروها تشکیل شده بود، همه‌چیز به اعتباری زنده و متصل به هم محسوب می‌شد. به این ترتیب، مفهوم «اتم» در حکم واحد پایه‌ای ماده هیچ‌وقت در چین تحول پیدا نکرد. از طرف دیگر فیلسوفان طبیعی چین هم هرگز فکر نکردند که برای «علمی» بودن ناگزیرند چیزها را با عدد بیان کنند. حساب کاملاً کاربردی بود: جمع و تفریق کردن موقع خرید و فروش، وزن کردن اجسام و از این قبیل. در متنی در اواخر سال ۱۵۰۰ میلادی به چرتکه، که ابزاری بود با مهره‌هایی که روی سیم‌هایی می‌لغزیدند و شاید شما هم بلد باشید با آن حساب کنید، اشاره شده است. این ابزار احتمالاً زودتر ابداع شده بود و برای آن به کار می‌رفت که شمردن و همچنین جمع، تفریق، ضرب، و تقسیم با آن سریع‌تر انجام می‌شد.

از اعداد برای حساب کردن طول روزها و سال‌ها نیز استفاده می‌کردند. چینی‌ها از حوالی ۱۴۰۰ پیش از میلاد می‌دانستند که سال ۳۶۵ و یک‌چهارم روز است و آن‌ها هم مثل بسیاری از تمدن‌های اولیه از کره ماه برای حساب کردن ماه‌های سال استفاده می‌کردند. چینی‌ها، مثل سایر مردم روزگار باستان، سال را مدت زمانی در نظر می‌گرفتند که طول می‌کشد تا خورشید

به نقطه شروعش در آسمان بازگردد. چرخه حرکت سیاره‌هایی مانند مشتری و ستارگان با این تفکر کاملاً جور درمی‌آمد که همه چیزها در طبیعت به صورت چرخه‌ای هستند. «طرح بزرگ عالی نهایی»^۱ محاسباتی عظیم بود برای به دست آوردن مدت زمانی که طول می‌کشد عالم یک دور کامل بزند که ۲۳ میلیون و ۶۳۹ هزار و ۴۰ سال شده بود. معنی‌اش این بود که عالم عمر زیادی دارد (اکنون می‌دانیم که بسیار پیرتر است). چینی‌ها به چگونگی ساخت عالم نیز می‌اندیشیدند. بعضی نقشه‌های قدیمی چینی از ستاره‌ها نشان می‌دهند که آن‌ها می‌دانستند چگونه چیزهای روی فضای منحنی را روی نقشه دوبعدی پیاده کنند. سون لی^۲، که در اواخر دودمان هان (۲۵ تا ۲۲۰ میلادی) زندگی می‌کرد، باور داشت که خورشید، ماه، و ستارگان در فضای تهی شناورند و بادهای آن‌ها را به پیش می‌رانند. این باور با تفکر یونان باستان، که باور داشت اجسام سماوی روی سپهرهای صلبی ثابت هستند، بسیار متفاوت بود و از طرف دیگر به درک امروزی ما از فضا بسیار نزدیک است. رصدکنندگان آسمان در چین رویدادهای غیرعادی را به دقت ثبت می‌کردند و چون قدمت اسناد آن‌ها به گذشته‌های خیلی دور می‌رسد هنوز هم برای منجمان معاصر کاربرد دارند.

از آن‌جا که چینی‌ها باور داشتند زمین سن زیادی دارد، مشکلی نداشتند که فسیل‌ها را بازمانده‌های سخت‌شده گیاهان و جانورانی بدانند که دیرزمانی در گذشته زندگی می‌کرده‌اند. سنگ‌ها طبق چیزهایی مثل سختی و رنگ دسته‌بندی می‌شدند. یشم به خصوص بسیار قیمتی بود و پیشه‌وران هنرمند از قطعه‌های یشم مجسمه‌های زیبایی درمی‌آوردند. زمین لرزه در چین شایع بود، ولی هیچ‌کس توضیحی در این باره نداشت که چرا اتفاق می‌افتد. با این حال، در

1. The "Supreme Ultimate Grand Design"

2. Xuan Le

قرن دوم میلادی مرد بسیار فرهیخته‌ای به نام ژانگ هنگ از وزنه آویخته‌ای، که موقع تکان خوردن زمین نوسان می‌کرد، برای ثبت لرزه‌های زمین استفاده کرد. این اولین نسخه ابتدایی از چیزی است که ما آن را لرزه‌نگار می‌نامیم: همان ماشینی که خطی راست رسم می‌کند تا آن‌که در زمان لرزیدن زمین شروع می‌کند به بالاوپایین رفتن و جنبیدن.

مغناطیس کاربرد عملی داشت. چینی‌ها بلد بودند آهن را مغناطیسی کنند؛ به این ترتیب که ابتدا آهن را تا دمای بالا حرارت می‌دادند و سپس آن را در راستای شمال - جنوب قرار می‌دادند و می‌گذاشتند سرد شود. در چین، خیلی پیش‌تر از آن‌که در غرب اصلاً بدانند قطب‌نما چیست از آن هم برای جهت‌یابی و هم برای پیش‌گویی استفاده می‌کردند. قطب‌نماها معمولاً «خیس» بودند، یعنی سوزنی مغناطیسی را در کاسه آبی شناور می‌کردند تا قطب‌نما درست شود. ما معمولاً می‌گوییم که سوزن قطب‌نما جهت شمال را نشان می‌دهد، اما چینی‌ها جنوب را جهت اصلی در نظر می‌گرفتند. (البته قطب‌نمای ما نیز جهت جنوب را - که در انتهای سوزن است - نشان می‌دهد).

چینی‌ها شیمیدانانی ماهر نیز بودند. بسیاری از بهترین شیمیدان‌های چینی تائویست بودند، یعنی اعضای گروهی مذهبی بودند که از لائوتسه، که بین قرن ششم و چهارم پیش از میلاد زندگی می‌کرد، پیروی می‌کردند (تائو یعنی «راه» یا «مسیر»). دیگران یا پیرو کنفوسیوس بودند یا از بودا تبعیت می‌کردند. فلسفه این رهبران دینی بر رفتار و نگرش‌های پیروانش تأثیر می‌گذاشت که به سوی مطالعه عالم کشیده شوند. مذهب همیشه بر چگونگی نگاه مردم به پیرامونشان اثر گذاشته است.

دانش چینی‌ها برای زمان خودشان بسیار پیچیده و پیشرفته بود. برای نمونه، آن‌ها می‌توانستند الکل و سایر مواد را تقطیر کنند و می‌توانستند مس را از محلول استخراج کنند. آن‌ها با ترکیب زغال‌چوب، گوگرد، و نیترات

پتاسیم باروت را ساختند. این اولین ماده منفجره و سکوی پرش به سوی ابداع اسلحه و اسباب‌های آتش‌بازی بود. می‌توان گفت که باروت نشان‌دهنده بین و یانگ در دنیای شیمی است: باروت از همان قرن دهم میلادی هم در نمایش‌های باشکوه آتش‌بازی در دربار به کار می‌رفت و هم در توپ‌ها و تفنگ‌های جبهه‌های جنگ در شرق. به‌طور قطع و یقین معلوم نیست که دستور ساخت این ماده قدرتمند چگونه به اروپا رسید، اما توصیفی از آن در ۱۲۸۰ میلادی در اروپا موجود است. باروت باعث شد تا جنگ‌ها رفته‌رفته مرگبارتر شوند.

چینی‌ها کیمیاگر نیز داشتند، یعنی کسانی که در جست‌وجوی «اکسیر حیات» بودند: اکسیر حیات ماده‌ای بود که بنا بود طول عمر انسان را زیاد کند یا حتی او را جاویدان سازد. (در فصل ۹ درباره کیمیاگری بیشتر توضیح داده می‌شود). آن‌ها نتوانستند این ماده را بیابند و راستش را بخواهید اگر چند امپراتور این «درمان‌های» سمی و آزمایشی را امتحان نمی‌کردند عمر طولانی‌تری می‌داشتند. بااین حال، طی جست‌وجو به دنبال این ماده جادویی داروهایی پیدا شدند که می‌توانستند برای درمان بسیاری از بیماری‌های معمولی به کار بروند. پزشکان چینی، مانند پزشکان اروپایی، از عصاره گیاهان برای درمان بیماری‌ها استفاده می‌کردند، ولی ترکیباتی از گوگرد، جیوه، و سایر مواد را نیز به کار می‌بردند. از گیاه درمنه برای مداوای تب استفاده می‌کردند؛ عصاره آن را می‌گرفتند و در نقاط خاصی روی پوست می‌سوزاندند تا به جریان «شیره‌های حیاتی» کمک شود. نسخه و روش آن اخیراً در کتابی، که حدود ۱۸۰۰ سال پیش درباره داروها نوشته شد، کشف شده است. با آزمایش این دارو در آزمایشگاه‌های مدرن امروزی، معلوم شده است که برای مقابله با مالاریا، که امروزه یکی از عوامل مرگبار اصلی در کشورهای حاره‌ای به شمار می‌رود، مثر ثمر است. تب بالا یکی از علائم مالاریاست.

نوشتن کتاب‌های طبی از همان اوایل قرن دوم پیش از میلاد در چین شروع شد و طب باستانی چینی تا به امروز هم در سرتاسر دنیا به حیات خود ادامه داده است. طب سوزنی، که مستلزم فروکردن سوزن در نواحی خاصی از پوست است، به‌طور گسترده برای درمان بیماری، برای مقابله با اضطراب، و برای تسکین درد به کار گرفته می‌شد. طب سوزنی بر این پایه استوار بود که بدن مجموعه‌ای مجزا دارد که انرژی چي از طریق آن‌ها جریان می‌یابد، بنابراین متخصص طب سوزنی از سوزن‌ها برای تحریک یا بازکردن این مجراها استفاده می‌کرد. گاهی اوقات برای جلوگیری از درد، علاوه بر فروکردن سوزن در بدن بیمار، جراحی هم انجام می‌دادند. دانشمندان چینی امروزی درست مثل همکارانشان در غرب کار می‌کنند، اما طب سنتی چین هنوز هم پیروان زیادی در سرتاسر دنیا دارد.

طب سنتی هند، که آیورودا نامیده می‌شود، نیز چنین است و بر اساس کارهایی است که از دویست سال پیش از میلاد تا ششصد سال پس از میلاد با همین نام به زبان باستانی سانسکریت نوشته شده‌اند. آیورودا یاد می‌دهد که شاره‌هایی با نام دوشا در بدن وجود دارد. سه نوع از این شاره‌ها وجود دارد: واتا که خشک، سرد، و سبک است؛ پیتا که گرم، ترش، و تند است؛ و کافا که سرد، سنگین، و شیرین است. این دوشاها برای کارکرد مناسب بدن لازم‌اند و وقتی یکی یا چند تا از آن‌ها کم یا زیاد شود، یا وقتی به جای اشتباهی بروند، بیماری اتفاق می‌افتد. طبیب هندی برای آن‌که علت بیماری را دریابد پوست بیمار را بررسی می‌کرد و نبض او را اندازه می‌گرفت. دارو، ماساژ، و رژیم‌های غذایی خاص می‌توانستند توازن را برقرار سازند. طبیبان هندی از شیرۀ خشخاش، که داروی تریاک را به دست می‌دهد، برای تسکین و برطرف کردن درد بیمارانشان استفاده می‌کردند.

سوشروتا^۱ یکی دیگر از آثار طبی در هند باستان بود که روی جراحی تأکید داشت. بعضی از عمل‌های جراحی که در آن توصیف شده‌اند برای آن دوره باستان به طرز درخور توجهی ظریف و حساس هستند. برای نمونه، وقتی بیمار گرفتار آب‌مروارید می‌شد (کدرشدن عدسی چشم که باعث تاری دید می‌شود)، جراح سوزنی را به آرامی به کره چشم فرومی‌کرد و آب‌مروارید را به کناری می‌کشید. جراحان هندی از پوست ورامده یا آویخته خود بیمار برای ترمیم بینی‌های آسیب‌دیده استفاده می‌کردند؛ این احتمالاً اولین نمونه‌ها از چیزی است که امروزه جراحی پلاستیک نامیده می‌شود.

طیبیان هندو از طب آیورودایی استفاده می‌کردند. وقتی در حدود سال ۱۵۹۰ مسلمانان نیز در هندوستان ساکن شدند، تفکرات پزشکی خودشان را، که بر اساس طب یونان باستان و تفسیرهای طیبیان اسلامی از آن طب بود، با خود به همراه آوردند. این طب، که یونانی نامیده می‌شد، دوش‌به‌دوش نظام آیورودایی توسعه پیدا کرد. این دو نظام طبی تا امروز در کنار پزشکی‌ای که همه با آن آشنا هستیم — یعنی پزشکی غربی — ادامه پیدا کرده‌اند. هند سنت‌های علمی خودش را داشت. در هند، رصدکنندگان آسمان با کمک گرفتن از کارهای بطلمیوس، منجم یونانی، و بعضی از کارهای علمی از چین، که مبلغان مذهبی بودایی هندی از آن‌جا آورده بودند، معنای کائنات، ستارگان، خورشید، و ماه را درک می‌کردند. در شهر اوجائین رصدخانه‌ای بود که یکی از قدیمی‌ترین دانشمندان هندی که اسمش را نیز می‌دانیم، واراهامیپیرا^۲ (۵۰۵ پیش از میلاد)، در آن‌جا کار می‌کرد. او کارهای نجومی قدیمی را گرد آورد و مشاهدات و رصدهای خود را به آن‌ها افزود. مدت‌ها بعد، در قرن شانزدهم،

1. *Susruta*

2. *Varahamihira*

رصدخانه‌هایی در دهلی و جیپور ساخته شدند. تقویم هندی بسیار دقیق بود و هندی‌ها، درست مثل چینی‌ها، باور داشتند که زمین بسیار کهن سال است. یکی از چرخه‌های نجومی آن‌ها ۴ میلیون و ۳۲۰ هزار سال طول می‌کشید. هندی‌ها نیز به دنبال اکسیری بودند تا عمر طولانی را میسر سازند. آن‌ها همچنین در جست‌وجوی راهی برای خلق طلا از فلزات معمولی بودند. اما ریاضیات مهم‌ترین خدمتی بود که هند به علم کرد.

ما از هند، و از طریق خاورمیانه، اعدادی را که «عربی» می‌نامیم به دست آورده‌ایم، یعنی همان عددهای آشنای ۱، ۲، ۳، و ... مفهوم «صفر» نیز از هند آمده است. ریاضیات هندی، علاوه بر اعدادی که هنوز هم از آن‌ها استفاده می‌کنیم، مفهوم اساسی «جای ارقام» را نیز به ما هدیه داد. مثلاً عدد ۱۷۰ را در نظر بگیرید. در این عدد، «۱» برابر است با ۱۰۰ و در مقام «صدگان» نشسته است؛ «۷» مساوی است با ۷۰، که در مقام «دهگان» قرار گرفته است؛ و صفر هم در مقام «یکان» جای دارد. این امر به قدری برای ما طبیعی است که حتی به آن فکر هم نمی‌کنیم، اما اگر محل قرارگیری ارقام را نداشتیم، نوشتن اعداد بزرگ بسیار پیچیده می‌شد. براهماگوپتا^۱ مشهورترین ریاضیدان هندی دوران باستان بود که در قرن هفتم می‌زیست و نحوه محاسبه حجم منشورها و سایر اشکال را به دست آورد. او اولین کسی بود که به عدد صفر اشاره کرد. او می‌دانست که هر چیزی که در صفر ضرب شود صفر می‌شود. نزدیک به پانصد سال دیگر طول کشید تا ریاضیدان هندی دیگری به نام بهاسکارا^۲ (زاده ۱۱۱۵ میلادی) نشان داد هر چیزی که بر صفر تقسیم شود بی‌نهایت می‌شود. بدون این مفاهیم توضیحات ریاضی معاصر دنیا غیرممکن می‌شد.

1. Brahmagupta

2. Bhaskara

نظام طبِ سستی هند و چین هنوز هم با پزشکی غربی هم‌آوردی و رقابت می‌کند، اما در کلِ علم قضیه فرق می‌کند. دانشمندان هندی و چینی با همان مفاهیم و ابزارهایی کار می‌کنند که همکارانشان در مابقی دنیا استفاده می‌کنند و به سوی هدف مشترکی نیز پیش می‌روند. علم اکنون چه در آسیا، چه در هر جای دیگری، علم جهان‌شمولی است که در غرب توسعه یافته است. اما به یاد داشته باشید که اعداد را از هند گرفته‌ایم و کاغذ را از چین. وقتی جدول ضرب را می‌نویسید دارید از هدایایی استفاده می‌کنید که بسیار قدیمی‌اند و از شرق آمده‌اند.