

در این فصل میخواهیم داستان یکی از این سه را بازگویم ،
داستان حساب را که با وجود قدمت خود بامشقت فراوانتری نوع بشر
آنرا بچنگ آورده است .

این داستان داستان پیشرفتی درخشان یا اعمال قهرمانی
و یا فداکاری شکوهمندی نیست . این حکایت لغزشها و کشف
اتفاقی ، داستان کورمالی در ظلمت و امتناع از ورود به روشنی
است . این داستانی است سرشار از بی اعتمادی به دانش ، که
در آن برده تارک وفاداری به سنتها ، داوری صحیح را در محاق
ظلمت فرو برده است و عقل مدتها اسیر و برده عادت بوده است .
کوتاه سخن ، این داستانی از بشریت است .

۴ شمار اعداد شاید بهمان قدمت مالکیت خصوصی باشد .
باحتمال بسیار زیاد این امر از تمایل انسان به نگهداری حساب
کلهها وسایر کمالاتش سرچشمه گرفته است . شکافهائی بر روی
درخت گذاشتن ، خراشهایی بر روی سنگها دادن ، و نشانه
هائی روی گل رس نقش کردن ، اشکال اولیه کوشی است که
برای ثبت شمارهها از راه علامات صورت گرفته است .

بعلمت پیدا شدن این گونه علامات در غارهای ما قبل تاریخ
انسان در اروپا و آفریقا و آسیا ، علمای باستان شناسی آنها را
مربوط بزمانهای بسیار قدیم میدانند . تاریخ شمارش لااقل با تاریخ
کتابت یکی است و دلایلی در دست است که بر آن نیز تقدم دارد . حتی
ممکن است ثبت اعداد انسان را در خط ثبت اصوات انداخته باشد .
قدیمی ترین اسناد که نشان دهنده کار برد منظم اعداد
نوشته است مربوط به سومریها و مصریهای قدیم و تقریباً مربوط

لابلاس

«هندوستان بنام شیوه ای استادانه برای بیان کلیه اعداد بوسیله ده علامت
داده است ؛ هر علامت از نظر موقعیت خود و از نظر قدر مطلق دارای
ارزش معینی است ؛ این فکر عمیق و پراهمیت اکنون آنچنان ساده بنظر
میرسد که اهمیت واقعی آن فراموش شده است . اما همین سادگی آن و
سهولتی که در محاسبات بوجود آورده است حساب را در عداد اختراعات
سودمند درجه اول قرار میدهد ؛ چون بخاطر آوریم که این شیوه کار با
تمام سادگی از نظر بزرگترین مردان روزگار کهن مانند ارشمیدس و
آپولونیوس مکتوم مانده است ، بیشتر به ارزش این کار بزرگ متوجه
خواهید شد .»

۲ | ستون خالی

۱ در حالی که بنویشتن این سطور مشغولم ترجیح بند قدیمی
زیر در گوشم طنین انداز است ؛
دخواندن ، نوشتن ، حساب ،
با آهنگ تر که گردو آموخته شده است ؛

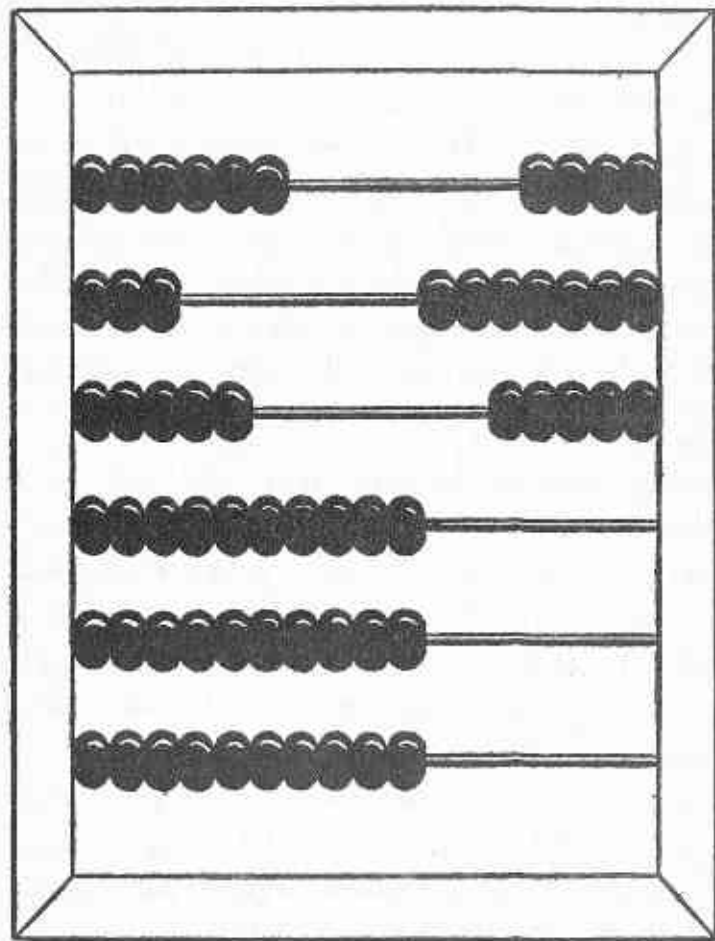
برای يك و دو اعداد مستقلی دارند، و از ۳ تا ۶ اعداد آنها ترکیبی است. هر چیز دیگری بیش از ۶ را آنها با نام « زیاد » مشخص می کنند .

کر (Curr) که نام وی پیش از این هنگام بحث از قبایل استرالیا ئی ذکر شد ، مدعی است که آنان غالباً با جفت شمارش می کنند . در واقع ، این عادت برای يك بومی آنچنان قوی است که اگر از ردیف ۷ سنجاق دو سنجاق بر داشته شود بندرت توجه پیدا می کند ، ولی نقصان يك سنجاق را بلافاصله درمی یابد . حس تشخیص جفت در او نیرومندتر از حس عدد است .

تعجب آور است که این ابتدایی ترین مبنای شمارش در دوره های نسبتاً متأخر طرفدار دانشمندی همچون لایب نیتز پیدا کرده است . شمار دو دویی تنها به دو علامت احتیاج دارد ، و همانطور که در جدول زیر نشان داده شده بوسیله آنها تمام اعداد دیگر بیان می شوند .

۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	دهمی
۱۰۰۰	۱۱۱	۱۱۰	۱۰۱	۱۰۰	۱۱	۱۰	۱	دودویی
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	دهمی
								دودویی
۱۰۰۰۰	۱۱۱۱	۱۱۱۰	۱۱۰۱	۱۱۰۰	۱۰۱۱	۱۰۱۰	۱۰۰۱	

مزایای مبنای دو صرفه جویی در علامات و سهولت زیاد در اعمال حسابی است. باید به خاطر آورد که هر دستگاه محتاج به آنست که جدول های جمع و ضرب را در آنها به خاطر بسپاریم.



شکل ۱ : طرحی از يك چرتکه

۱	۲	۳	۴	۵	۹	۱۰	۱۲	۲۳	۶۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	
سدهای	۷	۳۳	۳۳۳	۳۳۳۳	۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳	۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳	
۲۰۳۰۰	۱	۱۱	۱۱۱	۱۱۱۱	۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	
مهر و کاپی	۱	۱۱	۱۱۱	۱۱۱۱	۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	
۲۰۳۰۰	۱	۱۱	۱۱۱	۱۱۱۱	۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	
بنیانی	a	b	γ	δ	e	e'	θ	ι	κ	β	κ	γ	ι

ایقام قدیمی



شکل نظری چوبخت انگلیسی

عدد شماری جدید کار برد مضحك آن را منسوخ کرد استعمال
 میشود. داستانی در تاریخ پارلمان انگلستان از همین امر سرچشمه
 گرفته است: چارلز دیکنز - (Charles Dickns) ، چند
 سال بعد این داستان را ضمن نطقی درباره اصلاحات اداری ،
 که چند سال پس از آن ایراد کرد ، بایبانی هجو آمیز و پر
 کنایه چنین گفت :

درد روزگاران پیش روش حکیمانهای برای نگاهداری
 حساب بوسیله چوبهای چوبخفت بدفتر وزیرداری پیشنهاد شد
 و همان طور که روبن سون کروژوئه سالنامه خود را درجزیره
 متروک بوجود آورد ، حسابها به این وسیله نگاهداری میشد .
 حسابدارها و دفتردارها ، و منشی‌هایی بوجود آمدند و فناشدند
 و هنوز جریان هادی رسمی چنان به این چوبهای شکاف
 دار با احترام مینگریست که گوهی ستونهای مشروطیت‌اند .
 چوبهای زبان گنجشکی که حسابهای دارائی بر روی آنها
 نگهداری میشد چوبخفت نامیده میشدند . در دوران سلطنت ژرژ
 سوم توسط بعضی از مغزهای انقلابی تحقیقاتی در این زمینه بعمل
 آمده که آیا با وجود قلم و جوهر و کاغذ و لوح و مداد این
 هوا داری لاجوجانه از عادت کهنه باید ادامه یابد و یا اینکه
 تغییری در این وضع داده شود ، کارمندان کهنه کار و علاقمند
 به شؤون اداری دسراسر کشور از این تذکر صریح و گستاخانه
 عصبانی شدند ، و بدین ترتیب منسوخ شدن این چوبخفتها تا سال
 ۱۸۲۶ به طول انجامید. در ۱۸۳۴ باز معلوم شد که مقداری
 قابل توجه از آنها وجود دارند و باز این مسئله عنوان گردید
 که با این چوبهای پوسیده و موربانه خورده چه باید کرد .

چوبها در وست مینیسترا نبار شد ، و طبیعتاً هر انسان عاقلی می-
دانت که کاری سهل تر از این نخواهد بود که اجازه داده شود
این چوبها اجاق فقرائی را که در آن نزدیکی زندگی میکردند
گرم کند . با وجود این هرگز چنین نشد و بنا بر سنت اداری
از این کار جلوگیری شد و فرمانی صادر گردید که این چوبها
را کاملاً محرمانه و بی سروصدا بسوزانند . انجام این کار در
یکی از بخاریهای مجلس لردها صورت گرفت . از این بخاری
مملو از چوبهای بنجل آتش زبانه کشید و مجلس اعیان و عوام
را دستخوش حریق ساخت و به تلی خاکستر بدل کرد؛ معماران
را خواستند تا بناهای دیگری برپا کنند و ما اکنون مشغول جبران
دومین میلیون هزینه آن هستیم .

۴ در مقابل این خصوصیت اعداد اصلی مربوط به دوران اولیه
شمارشی ترتیبی نیز وجود دارد، که در آن اعداد بوسیله حروف
الفبائی که متوالیاً و پشت سر یکدیگر بیان می شوند نشان داده
می شوند .

قدیمی ترین اثر مربوط به این اصل شمارش فنیقیها است .
محتمل است که این امر از ضرورتی که تجارت دامنه دار در حال
گسترش برای فشردگی و جای کمتر خواستن محاسبات بوجود
آورده بود ناشی شده باشد . در ریشه فنیقی شمارش عبری و
یونانی نیز تردیدی نباید داشت : دستگاه فنیقی با انضمام الفبا
یکجا بکار برده شده و حتی اصوات کلمات نیز حفظ شده است .
از طرف دیگر شمار رومی که تا امروز بحیات خود
ادامه داده ، نشانه بازگشتی بسوی شیوه های شمار اصلی قدیمی

است . هنوز میتوان تأثیر یونانی را در علائم حرفی که برای
بعضی از واحدها بکار میرود ملاحظه کرد ، مانند X برای ده ،
C برای صد ، و M برای هزار . اما جایگزینی حروف بجای
اغلب علائم قدیمی و عجیب کلدانی ها و مصریها نماینده انحرافی
از اصل نیست .

۵ آخرین اثر تحول شمارهای قدیمی در دستگاه ترتیبی
یونانی و دستگاه اصلی رومی دیده می شود . در جواب این سؤال
که قدمت با کدام يك از آنها است ، باید گفت که اگر تنها
هدف يك شمار ثبت کمی بصورت فشرده بود ، این سؤال اهمیت
زیادی کسب میکرد ، اما موضوع اصلی این نیست .

مسأله بسیار مهم اینست که : هر دستگاه تا چه اندازه
برای اعمال حسابی مناسب تر است و به چه حد کار محاسبات
را آسان تر می کند .

از این نظر مشکل بتوان از این دو شیوه یکی را انتخاب
کرد : هیچ يك از این دو طریق نمی توانستند به تنهایی حسابی
به وجود آورند که بتواند برای يك انسان باهوش متوسط مورد
استفاده واقع شود . و بهمین دلیل است که از شروع تاریخ تا
ظهور شمارش وضعی جدید ما ، در زمینه هنر محاسبه پیشرفتی
ناچیز حاصل شده است . مقصودم آن نیست که برای بوجود
آوردن قوانینی برای عملیات بر روی این اعداد کوششی بعمل
نیامده است . وقتی به احترام آمیخته با ترسی که در آن زمان
همه محاسبات به وجود آورده بودند توجه کنیم می توانیم به اشکال
محاسبات در آن زمانها پی بریم . کسی که در هنر محاسبه مهارت

داشت بمثابة موجودی که از موهبتی مافوق الطبیعه بر خوردار باشد مورد توجه قرار می گرفت. این مطلب نشان میدهد که چرا از روزگاران بسیار قدیم آموزش حساب با مراقبت و دقت زیاد توسط مراجع دینی انجام میگرفت. در صفحات آینده فرصت بهتری خواهیم داشت تا در باره ارتباط ریاضیات اولیه با مراسم مذهبی و شعائر دینی صحبت کنیم. این امر نه تنها در شرق قدیم، که در آنجا علم در اطراف مذهب پایه گذاری شده بود، به چشم می خورد، بلکه یونانیان روشن فکر نیز هرگز نتوانستند کاملاً خود را از اندیشه های ماوراء الطبیعه در زمینه عدد و شکل رعایی بخشند.

این ترس تا حدی هنوز هم باقی است. يك انسان متوسط توانایی در ریاضیات را با سرعت در محاسبه اشتباه می کند. دشمنان ریاضیدان هستید؟ در این صورت زحمتی برای رسیدگی به حساب مالیات بر در آمد خود ندارید! از کدام ریاضیدانی لااقل برای يك بار در زندگی این سؤال نشده است؟ شاید در این کلمات ناآگاهانه طنزی نهفته باشد، زیرا مگر نه اینست که اغلب ریاضی دانان حرفه ای از تمام مشقات ناشی از در آمد مصونند؟

داستانی از يك تاجر آلمانی قرن هجدهم نقل زبانها است که من نتوانستم صحت آن را تحقیق کنم، اما این داستان چنان نشان دهنده خصوصیات آن زمان است که نتوانستم خود را از وسوسه بازگو کردن آن براهانم. ظاهراً این تاجر را فرزندی بود که میخواست تعلیمات کافی در زمینه تجارت به او

بدهد. بيك استاد دانشگاه مراجعه کرد و از او پرسید که فرزندش را برای این کار باید بکجا بفرستد. آن استاد در پاسخ گفت که اگر دوره تحصیلات ریاضی پسرش باید به جمع و تفریق محدود باشد این کار در دانشگاه آلمان میسر است، اما هنر ضرب و تقسیم در ایتالیا رشد زیادی یافته است که به عقیده او تنها کشوریست که در آن می توان تعلیمات کاملی در این زمینه فراگرفت.

حقیقت این است که ضرب و تقسیم که در آن روزگار انجام می شد وجه مشترکی ناچیز با عملیات ضرب و تقسیم امروزی ما داشت. مثلاً عمل ضرب عبارت بود از دو برابر کردن های متوالی، و بهمین طریق تقسیم عبارت بود از نصف کردن های متوالی عدد. با يك مثال می توان چشم انداز روشنی از وضع محاسبه در قرون وسطی بدست آورد. با استفاده از علامت گذاری جدید:

امروز	قرن سیزدهم
$46 \times$	$46 \times 2 = 92$
۱۳	$46 \times 4 = 92 \times 2 = 184$
<hr/> ۱۳۸	$46 \times 8 = 184 \times 2 = 368$
۴۶	$368 + 184 + 46 = 598$
<hr/> ۵۹۸	

اکنون کم کم می فهمیم که چرا بشریت با چنین سرسختی به سوألی مانند چرتکه و حتی چوبخط چسبیده است. محاسباتی

که اینک يك طفل می تواند انجام دهد در آن دوران کار يك متخصص ، و آنچه که اکنون بیش از چند دقیقه وقت نمی گیرد در قرن دوازدهم کار پرزحمت چندین روز بود.

سهولت زیادی که با آن انسان عادی امروز اعداد را در هم ضرب می کند اغلب به عنوان دلیلی بر رشد فکری در نظر گرفته می شود. حق مطلب اینست که اشکالات موجود در آن زمان جزء لاینفک شمارش آن روزگار بود که قابلیت قبول قوانین ساده و روشن را نداشت. کشف عدد نویسی وضعی جدید این موانع را از سر راه برداشت و حساب راحتی در دسترس کودکان-ترین مغزها قرار داد.

۷ پیچیدگی روزافزون زندگی، صنعت و تجارت، مالکیت بر زمین و پرده داری، وضع مالیات ها و تشکیلات نظامی، همه، محاسبات کم و بیش بفرنجی را خارج از چشم انداز انگشت شماری ایجاد می کرد. عدد نویسی مشکل و سنگین نمی توانست جوابگوی این خواسته باشد. چگونه انسان در طول پنجهزار سال از دوران تمدن خود، که مقدم بر عدد نویسی جدید بود، با این مشکلات مقابله کرد؟

پاسخ این سؤال چنین است که او از شروع کار متوسل به وسایل مکانیکی شد که در جاهای متفاوت و در اعصار مختلف فقط اشکال آنها تغییر یافته و در اصل آن دگرگونی حاصل نشده است. نمونه این طرز کار مکانیکی را می توان به وسیله شیوه شمارش ارتش که در ماداگاسکار وجود داشته است نشان داد. سر بازان را وادار می کردند تا به ستون ازمیان يك راهرو

تنگ عبور کنند و برای هر يك يك دانه شن می انداختند. وقتی ده شن شمرده می شد، يك شن در محل دیگری که نشان دهنده دهها بود می افکندند، و شمارش بهمین ترتیب ادامه می یافت. هنگامیکه ده شن در محل دومی جمع می شد، يك شن در ظرف سوم می انداختند که نماینده صدها بود و به همین ترتیب تمام سر بازاها شمرده می شدند.

از این وضع شمارش تا شمارش به وسیله چرتکه که اشکال متفاوت آن عملاً در تمام کشورهای که فن شمارش در آنها وجود دارد دیده می شود، بیش از يك قدم فاصله نیست. چرتکه در شکل عمومی خود شامل يك صفحه پهن است که به ستونهای موازی قسمت شده و هر يك ستون نماینده يك مرتبه مشخص شمار دهنده مانند یکان، دهگان، صدگان و غیره است. صفحه با مهره های شمارنده ای مجهز شده است که به وسیله آنها تعداد واحدهای هر مرتبه را معین می کنند. مثلاً برای نشان دادن ۵۷۴ در روی چرتکه چهار مهره بر آخرین ستون، ۷ مهره بر ستون مجاور آن و ۵ مهره بر ستون سوم می گذارند. (به شکل صفحه ۲۰ مراجعه شود.)

اختلاف اغلب این صفحات فقط در ساختمان ستونها و نوع مهره ها است. نوع یونانی و رومی دارای مهره های آزاد است در صورتی که سوآن پان (Suan-Pan) چینی امروز دارای گلوله های سوراخداری است که بر روی ترکه های خیزران باریک می لغزند. سیجیوتی روسی؛ مانند نوع چینی شامل يك چهار چوب است که بر آن رشته های سیم که از میان مهره هایی لغزان عبور می کند سوار شده اند. بالاخره، به احتمال

زیاد ، صفحه خاك هندی نیز همان چرتکه بوده است که نقش
شمارنده‌ها را علامات قابل پاك كردن که بر روی شن نرم نوشته
می‌شد ایفا می‌کرده است .

ریشه کلمه انگلیسی abacus به معنی چرتکه معین نیست .
دسته‌ای آنرا از کلمه سامی آباك (abac) به معنی خاك
می‌دانند ، و پاره‌ای معتقدند که از کلمه یونانی آباکس abax
به معنی لوح مشتق شده است . این اسباب به مقیاس وسیع در یونان
به کار می‌رفته ، هرودوتوس (Herodotus) و پولوبیوس
(Polybius) بدان اشاره کرده‌اند . پولوبیوس در کتاب
تاریخ خود که توضیحی از دربار فیلیپ دوم مقدونی است چنین
می‌گوید :

«مانند مهره‌های چرتکه که بنا بخواست محاسب در يك
لحظه ارزش يك تالنت و در لحظه‌ای دیگر بهای يك خلكوس
را پیدا می‌کند ، درباریان با يك اشاره سر شاه بدوره سعادت
میرسند و با اشاره‌ای دیگر به موجوداتی زبون که ترحم و شفقت
انسانی را برمی‌انگیزند بدل می‌شوند .»

تا به امروز چرتکه در نواحی دهقانی روسیه و سرتاسر
چین ، در کار روزانه ، به کار برده می‌شود و با وسایل محاسباتی
جدید رقابت می‌کند . اما در اروپای غربی و امریکا این اسباب
فقط به عنوان تحفه و یادگاری از قدیم وجود دارد که تنها در
عکس‌ها عده‌ای انگشت شمار آنها را دیده‌اند . تعداد کمی را
می‌توان یافت که بدانند تا چند صد سال پیش ، به مقیاسی
وسیع ، چرتکه در کشورشان به کار می‌رفته و تا حدودی در مقابله
با مشکلاتی که خارج از توانایی يك شمارش ابتدایی و ناپخته

بوده ایستادگی کرده است .

۸ هر کس درباره تاریخ محاسبه تا دوران اختراع اصول
عددنویسی وضعی بیندیشد ، از محدودیت گسترش آن متحیر
خواهد ماند . این دوران طولانی تقریباً پنجهزار سال به طول
انجامید و شاهد اوج و حضيض تمدن‌های بشماري بود که هر يك
به دنبال خود میراثی از ادبیات و هنر و فلسفه و مذهب باقی
گذاوردند . آیا محصول پیشرفت در میدان محاسبه ، که از اولین
هنرهای انسان است ، چه بوده است ؟ شماری غیر قابل انعطاف
و چنان خام که تقریباً پیشرفت را غیر ممکن می‌ساخت ، و
وسایل محاسبه‌ای آنچنان محدود که حتی برای محاسبات
ابتدایی به کار شناسانی نیازمند بود . و از این مهم‌تر آنکه ،
انسان برای هزاران سال بدون جزئی‌ترین اصلاح و بدون
پیدا شدن يك نظریه قابل توجه ، این وسایل را به کار برده
است !

این انتقاد بسیار خشن به نظر می‌رسد ؛ از این گذشته ،
انصاف نیست که پیشرفتهای دورانی دوردست را با معیارهای
زمان حاضر ، که دوران پیشرفت سریع و فعالیت بسیار شدید
است ، بسنجیم . با این همه باید گفت که تاریخ محاسبه ، حتی
در مقایسه با رشد بطبیعی اندیشه‌ها در دوران اعصار سیاه ، به
صورت عجیبی از يك رکود غم‌انگیز حکایت می‌کند .

چون موضوع از این لحاظ بررسی شود ، کار هندوی
ناشناس که در قرون اولیه عصر ما اصل شمار وضعی را کشف

کرد اهمیت جهانی کسب می کند . این اصل نه تنها تغییری اساسی در شیوه کار به وجود آورد ، بلکه مسلم است که بدای آن هیچ پیشرفتی در علم حساب ممکن نبود. و بعلاوه این اصل آنچنان سهل و ساده است که امروز کودکان شاگردان اشکالی برای فرا گرفتن آن احساس نمی کنند. طراح این اصل تاحدی همان سماختمان زبان عددی ما بوده است . ظاهراً باید نخستین کوشش برای ترجمه و تفسیر عمل چرتکه به زبان ارقام سنتج به کشف اصل شمار وضعی شده باشد .

این واقعیت که چرا بزرگترین ریاضیدانان کلاسیک یونان به این اصل متوجه نشده اند ، همچون معمایی بنظر می رسد آیا این امر مربوط به آن نیست که یونانیان با چنان حقارتی به علوم عملی می نگریستند که آموزش اطفال خود را در این زمینه به غلامان وا گذار می کردند؟ اما اگر چنین باشد ، چگونه ملتی که علم هندسه را با چنین وسعتی به ما ارزانی داشته ، نتوانسته جبر مقدماتی را به وجود آورد ؟ و نیز آیا بهمین اندازه عجیب به نظر نمی رسد که جبر ، یعنی سنگ بنای ریاضیات جدید ، تقریباً در همان دورانی که شمار وضعی بوجود آمده از هندوستان سرچشمه گرفته باشد؟

۹ بررسی دقیق در باره تشریح عدد نویسی جدید ما می تواند این سؤالات را روشن کند . اصل شمار وضعی عبارت از آنست که عدد واجد ارزشی باشد که این ارزش نه تنها وابسته به محل آن در سلسله طبیعی متوالی اعداد است ، بلکه به وضعی که آن عدد نسبت به سایر علامات در مجموعه نمایندۀ عدد معین دارد نیز

مربوط است . بدین ترتیب عدد صحیح مبین ۲ برای سه عدد ۳۴۲ ، ۲۲۵ و ۲۶۹ دارای معانی متفاوتست : در عدد اول این رقم برای ۲ آمده است ، در دومی برای بیست و در سومی برای دوست . در حقیقت ۳۴۲ خلاصه ایست از سیصد و شصت و چهار مرتبه ده بعلاوه دو واحد .

اما این طرز عدد نویسی درست همان وضع چرتکه است که در آن ۳۴۲ بصورت زیر نمایش داده می شود . و همانطور که قبلاً گفته شد ، ظاهراً کافی بوده است که این طرح را به زبان اعداد تأویل کنیم تا آنچه را که امروز در اختیار داریم به دست آوریم .



این بجای خود درست ! اما يك اشكال باقی می ماند . هر کوششی برای آنکه بتواند عمل چرتکه را به طور ثابت ثبت کند به این مانع بر می خورد که رقمی مانند \equiv می تواند مبین هر يك اعداد زیر باشد : ۳۲ ، ۳۰۲ ، ۳۲۰ ، ۳۰۰۲ ، ۳۰۲۰ ، و غیره . برای اجتناب از این ابهام داشتن شیوه ای برای نشان دادن فواصل ضروری است ، به عبارت دیگر به علامتی برای يك ستون خالی نیازمندی وجود دارد .

بنابر این دیده می شود تا علامتی برای مرتبه خالی یعنی نشانه ای برای هیچ ، یا همان صفر جدید ما ، اختراع نمی شد پیشرفتی

ممکن نبود. عقل جامد یونانیان قدیم نمی توانست جای خالی را به مثابه عددی بپذیرد، چه رسد به اینکه علامتی هم برای آن به وجود آورد.

آن هندی ناشناس نیز صفر را علامتی برای هیچ نمی دانست. کلمه صفر در هندی سونیا (Sunya) بود که به معنی سفید و خالی است، اما دلالتی بر «هیچ» ندارد. بدین ترتیب، از روی تمام شواهد، کشف صفر واقعهای بود که از راه کوشش برای رفع ابهام عدد نویسی ثابت از روی عمل صفحه محاسبه یا چرتکه بوجود آمد.

۱۰ چگونگی تبدیل سونیای هندی به صفر امروزیکی از فصول جالب تاریخ تمدن است. هنگامی که اعراب قرن دهم عدد نویسی هندی را به کار بردند، سونیای هندی را به کلمه عربی مربوط یعنی صفر ترجمه کردند که در زبان عربی به معنی خالی است. وقتی که عدد نویسی هند و عربی برای بار اول به ایتالیا سرایت کرد، صفر به زبان لاتینی درآمد و تبدیل به زفیروم (Zephirum) شد. این امر در شروع سده سیزدهم اتفاق افتاد و در طول صد سال بعد از آن این کلمه دستخوش تغییراتی گردید و به صورت زرو (Zero) ایتالیایی درآمد. در این اوان جوردانوس نمراریوس (Jordanus - Nemerarius) دستگاه عربی را به آلمان منتقل می کرد. وی کلمه عربی را حفظ کرد و آنرا به شکل سیفرا (Cifra) درآورد. با توجه به اینکه گاوس، آخرین ریاضیدان بزرگ سده نوزدهم، که نوشته هایش به زبان لاتینی بود، هنوز کلمه

سیفرا را به این مفهوم به کار می برد، معلوم می شود که مدت درازی در محافل تحصیل کرده اروپائی کلمه و مشتقاتش دلالت بر صفر می کردند. در زبان انگلیسی کلمه سیفرا به سیفرو (Cipher) مبدل شد و معنی اصلی خود را حفظ کرد.

وضع مردم عادی در مقابل این عدد نویسی جدید در این واقعیت منعکس شده است که بلافاصله پس از معرفی آن در اروپا کلمه سیفرا به عنوان علامتی رمزی به کار برده شد؛ اما این معنی ضمنی تقریباً در قرون آتی منسوخ گردید. فعل دسیفرو انگلیسی، به معنی گشودن رمز، نیز به عنوان یادگاری از این دوران باقی ماند.

مرحله بعدی این پیشرفت شاهد هنر جدید محاسبه بود که به مقیاس وسیعی توسعه یافت. اینکه سهم اساسی صفر در دستگاه جدید از نظر مردم دور نمانده است، دارای اهمیت بسزایی است. در حقیقت آنها تمامی دستگاه را بلاوه برجسته ترین قیافه های موجود در آن یعنی سیفرا را به رسمیت شناختند و این امر مبین آنست که چگونه این کلمه به اشکال مختلف خود Chiffre، Ziffer و غیره، معنی رقم را که امروز در اروپا بدان اطلاق می گردد، بخود گرفت. این معنی دوگانه سیفرا، که یکی همان مفهوم عامیانه و رقمی و دیگری مفهوم عالمانه آن است، ابهام و پیچیدگی قابل توجهی بوجود آورده است.

علما بیهوده کوشش کردند تا به معنی اصلی آن جان تازه ای بدمند، در حالیکه معنی عامیانه آن ریشه ای عمیق پیدا کرده است. در اینجا عالم ناچار از تسلیم در برابر استعمال

عامیانه کلمه شد، و این امر بالمآل با بکار بردن کلمه ایتالیائی Zero به آن مفهومی که امروز به کار برده می شود برای صفر تثبیت گردید.

همین مطلب درباره کلمه **آلگوریتم** (algorithm) نیز صادق است. مفهوم امروزی این کلمه نماینده هر روش ریاضی است که شامل بینهایت مرحله باشد و در هر مرحله نتیجه ای که از مرحله قبل به دست آمده به کار بسته شود، اما میان سده های دهم و پانزدهم آلگوریتم با عدد نویسی وضعی مترادف بود. اکنون می دانیم که این واژه تغییر صورتی از کلمه الخوارزمی است که نام یکی از ریاضیدانان سده نهم است و کتاب او (که به لاتینی ترجمه شده است) اولین اثر در این موضوع است که به اروپای غربی رسیده است.

۱۱ امروز که عدد نویسی وضعی جزئی از زندگی روزانه ما شده، بنظر می رسد که اولویت این شیوه، فشردگی در نوشتن، و سهولت و ظرافتی که در محاسبات وارد کرده است، ضامن پذیرش همه جانبه و سریع آن بوده است. ولی حقیقت آنست که تحول و انتقال به این شیوه نه تنها سریع نبوده بلکه سده ها به طول انجامیده است. کشمکش بین **چرتکه سران** آباسیست ها (Abacists) که از سنت های کهنه دفاع می کردند و **آلگوریتمیان** (آلگریست ها) (Algorists) که طرفدار دگرگونی و اصلاح بودند، از سده یازدهم تا سده پانزدهم ادامه داشت و در تمام مراحل کهنه پرستی و ارتجاع رایج بود. در بعضی از نواحی کار برد اعداد عربی در اسناد رسمی ممنوع بود؛ در دیگر

نواحی به طور کلی از استعمال آنها جلوگیری می شد. و مانند همیشه، این **ممنوع** نتوانست توفیقی در نابودی آن بدست آورد، بلکه فقط بگسترش **پنهانی** آن کمک کرد. دلیل کافی در این باره در بایگانی های سده سیزدهم ایتالیا یافت شده است که در آن جا تجار عده های عربی را بعنوان نوعی مکاتبه رمزی به کار می بردند.

با این همه، برای مدتی ارتجاع توفیق یافت تا پیشرفت آنرا متوقف کند و توسعه این دستگاه جدید را به تعویق اندازد. در واقع، در این دوران انتقال، برای فن محاسبه ارزش اساسی یا تأثیر پایدار فراوانی به وجود نیامد. فقط قیافه ظاهری اعداد دستخوش تغییراتی شد، آنهم نه به سبب میل به اصلاح بلکه از این لحاظ که کتب مربوطه دست نویس می شد و همین امر تغییراتی را به همراه داشت. در واقع، تا زمانی که صنعت چاپ به وجود نیامد، اعداد نتوانستند شکل ثابتی به خود گیرند. به عنوان جمله معترضه باید اضافه کرد که صنعت چاپ چنان تأثیری در پایدار کردن شکل اعداد داشت که به طور اساسی اعداد امروز شبیه همان اعداد پانزدهم هستند.

۱۲

برای آخرین فتح آلگوریتمیان تاریخ مشخصی نمی توان تعیین کرد. می دانیم که در شروع قرن شانزدهم تفوق شمار جدید بی رقیب بود. از آن تاریخ پیشرفت ادامه داشت، به طوری که در طول صد سال بعد تمام قوانین چهار عمل اصلی، چه درباره اعداد صحیح و چه درباره کسرها، اعشاری و متعارفی،

به همان پایه‌ای رسید که امروز در مدارس ما آموخته می‌شوند.
يك قرن بعد چرتکه گران و طرفداران نشان چنان در بوته
فرااموشی قرار گرفتند که این پندار برای هر يك از ملت‌های
اروپائی پیش‌آمد که عدد نویسی وضعی را از مخترعات خود
بدانند. برای مثال دیده می‌شود که در اوایل سده نوزدهم
اعداد عربی در آلمان **دویتچ** (= آلمانی Deutsche) نامیده
می‌شدند، از آن جهت که آنها را از اعداد **رومی** (Roman)
که برایشان منشأ خارجی داشت متمایز کنند.

امادرباره خودچرتکه، آثاری از آن در دوران سده هجدهم
در اروپای غربی یافت نمی‌شود. ظهور مجدد آن، تحت اوضاع
واحوال عجیبی، در اوایل سده نوزدهم بود. پونسله (Poncelet)
ریاضی‌دان و یکی از ژنرال‌های زمان ناپلئون در لشکرکشی به
روسیه اسیر شد و سالها بمنوان اسیر جنگی در آنجا بسر برد.
هنگام مراجعت به فرانسه در میان سایر ره‌آوردهای او يك
چرتکه روسی نیز یافت می‌شد. سالها این ره‌آورد پونسله بمنوان
تحفه‌ای با منشأ خارجی و «بربری» تلقی می‌گردید. چنین
نمونه‌هایی از فرااموشی ملی را در تاریخ فرهنگ فراوان می-
توان یافت. چند نفر از تحصیل کردگان امروزی را می‌توان
یافت که بدانند فقط چهارصد سال پیش شمارش انگشتی تنها وسیله
محاسبه مردمان عادی بود، و تنها محاسبان حرفه‌ای به چرتکه
دسترس داشتند؟

۱۳ مقدر گردید تا سونمای هندی، که به مثابه علامتی برای

ستون خالی صحنه محاسبه در نظر گرفته شده بود، نقطه عطفی
باشد که بدون آن هیچگونه پیشرفتی در علم جدید و صنعت و تجارت
ممکن نگردد. تأثیر این کشف بزرگ بهیچوجه محدود به حساب
نیست.

این کشف با به‌وجود آوردن تعمیمی برای مفهوم عدد
عملاً نقش اساسی در تمام شاخه‌های ریاضیات ایفا کرد. در
تاریخ تمدن، کشف صفر همیشه بمانند بزرگترین تکامل کوشش
بشری محسوب خواهد شد.

يك کشف بزرگ! آری، کشفی با تأثیر عمیق بر زندگی
که حاصل تصادفی ناآگاهانه بود نه تحقیقات پر زحمت و خسته
کننده.