دانشگاه آزاد ایران

آشتی با ریاضیات

۳

پائیز ۲۵۳۶

آشتی با ریاضیات

سردبیر: پرویز شهریاری
مدیر داخلی: محمد حسین احمدی
زیر نظر هیئت تحریریه
از انتشارات جانبی دانشگاه آزاد ایران
نشانی: تهران ـ خیابان کریم‌خان‌زند ـ اول آبان شمالی ـ دانشگاه‌آزادایران

فهرست مطالب

طراح روی جلد: فرزانه سمیعی

همکاران آشتی با ریاضیات در شورای نویسندگان از هر دری سخن می گفتند. یکی گفت: در کنگرهٔ ریاضی امسال در تهران پیشنهاد شد دورهٔ دکتری ریاضیات در ایران تأسیس شود.

دیگری گفت:

نیت خیر مگردان که مبارك فال است

اولی جواب داد:

به‌طواف کعبه رفتم به‌حرم رهم ندادند
که‌برون‌درچه‌کردی‌که درون‌در درآیی

گفته‌شد: ظاهراً دوستان قصد مشاعره دارند، و بد نیست ما هم یك انجمن ادبی درست کنیم.

اولی گفت: قصدم مشاعره نبود، این شعر همین‌طور بی‌اختیار از خاطرم گذشت. علتش هم شاید این باشد که فکر می‌کنم پیش از تأسیس دورهٔ دکتری ریاضیات کارهای زیادی در پیش داریم.

دومی پرسید: لابد منظورتان پیدا کردن‌استاد، تدوین مواد درسی و تهیهٔ کتاب و این‌چیزهاست؟

اولی جواب داد: به‌هرحال اینها هم مسئله‌هایی‌است. چون خوب می‌دانیم که هم‌اکنون گرفتاری استاد و کتاب درسی در دورهٔ لیسانس کم نیست.

دوست دیگر، وارد بحث شد و گفت: فکرمی کنم در

حال حاضر مشکل اساسی ما فقدان فضای ریاضی در کشور است. منظورم اینست که کودك ایرانی وقتی وارد دبستان می‌شود، جز کتاب‌درس‌حساب، هیچ خواندنی ریاضی در اختیار ندارد. تنها وسیله‌ای که او را در سالهای تحصیل در دبستان و دبیرستان با جهان فراخ ریاضیات پیوند می‌دهد، همین کتاب درسی و معلمی است که براساس همین کتاب و همین برنامه کار می‌کند. نه‌معلم وسیله‌های مناسبی برای بالابردن معلومات و گسترش ذهن و بهترساختن روش خود در اختیار دارد و نه‌شاگرد.

اولی به‌میان سخن آمد که ... این کاملا درست‌است. تنها در این ده‌پانزده سال چند کتاب ریاضی غیر درسی برای نوجوانان دبیرستانی ترجمه شده. اما آنها را هم بچه‌ها کمتر می‌شناسند و می‌توانند به‌دست آورند، ومعلمان هم یا از وجود آنها خبر ندارند یا نیازی به‌شناساندن آنها احساس نمی‌کنند.

گفته‌شد: گمان می‌کنم این مهمترین مسئله باشد. اگر روزی بخواهیم در کشور خود دانش ریاضی رارواج‌دهیم و وسیلهٔ پیشرفت و شکوفایی آن را فراهم نماییم، نخست باید وسیلهٔ کافی برای آشنایی و دوستی نوآموزان و دانش آموزان با جهان ریاضی آماده کنیم. دانش‌ریاضی در نفس خود مانند شعر و شاخه‌های گوناگون هنری نیازمند شوق و وجد و شیفتگی والهام گرفتن است. برای به‌شوق‌آوردن، عاشق کردن و الهام بخشیدن به‌روحهای جوان، باید بتوانیم آنان را بازیبایی و شکوه، با بیکرانگی و در همان حال زود آشنایی جهان ریاضیات آشنا کنیم. و

این کار با ترجمه، تألیف، نشر و معرفی هرچه‌بیشتر کتابهای ریاضی غیر درسی، که دارای یك چنان ماهیتی باشند، میسر است.

دوست دوم گفت: این هم مسئله‌ای است که گاه دانش آموزان با یك شوق و استعداد ریاضی چشمگیر دبیرستان را به‌آخر می‌رسانند و به‌سراغ درسهای ریاضی دانشگاه می‌روند، به‌امیداینکه رونق‌بخش استعداد و پاسخگوی کنجکاویهای آنان باشد، ولی در همان چند ماه اول ناامید می‌گردند، و می‌کوشند تا هرچه‌زودتر امتحانشان را بگذرانند و پی کاری بگیرند. باید دید گره کار در کجاست و چرا در دانشگاههای ما ــ برخلاف آنچه شاید و باید ــ کمتر محقق ریاضی پرورش‌می‌یابد.

*

دیدیم که براستی این بحث می‌تواند بسیار سودمند باشد و بهتر است گزارش آن را در اینجا بیاوریم، تا مگر اهل نظر هم عقیدهٔ خود را بنویسند و دنبالهٔ این بحث گرفته شود و نتیجه‌های سودمند از آن به‌دست آید.

آ. سوروکین

جبر بول
و مساله‌های منطقی

اگر بخواهید این مساله را حل‌کنید:

وتر مثلث قائم‌الزاویه‌ای برابر با ۷۹ و یکی از ضلعهای مجاور به‌زاویهٔ قائمهٔ آن برابر با ۳۰ می‌باشد. ضلع دیگرمجاور به‌زاویهٔ قائمهٔ را پیداکنید،

گمان نمی‌رودکه دچار هیچگونه اشکالی بشوید. مجذور عددهای ۷۹ و ۳۰ را به‌دست می‌آورید، مجذور عدد دوم را از مجذور عدد اول‌کم می‌کنید و بالاخره از تفاضلی‌که به‌دست می‌آید، جذر می‌گیرید.

حالا، سعی‌کنیم این مساله را حل‌کنیم:

در مدرسهٔ تربیت معلم، قرار شد چهار دانشجو: اسکندر، شروین، آرش و شهریار، برای کارآموزی تدریس، هرکدام، یکی ازکلاسهای، هفتم، هشتم، نهم ودهم را انتخاب‌کنند، آنها باهم مشورت‌کردند:

اسکندر: من به‌کلاس هفتم می‌روم وشهریار به‌کلاس هشتم. شروین: من به‌کلاس نهم می‌روم واسکندر به‌کلاس هشتم. آرش: من به‌کلاس هشتم می‌روم و شروین به‌کلاس دهم.

بعدازآنکه بالاخره‌هرکدام به‌کلاس خودرفتند، معلوم شدکه‌پیشنهادهای هریك‌ازاین سه‌نفر، نیمی درست و نیمی نادرست از آب درآمد. هرکدام از دانشجویان به‌چه‌کلاسی رفته‌اند؟

دراینجا به‌سختی می‌توان ازروشهای عادی، برای حل‌مساله استفاده کرد. برای حل این مساله، باید به‌طور منطقی، فکرکرد.

می‌توان مساله را به‌این ترتیب حل کرد که درابتدا، فرضی را انتخاب کنیم، مثلاً، فرض کنیم قسمت دوم پیشنهاد اسکندر، درست باشد، یعنی شهریار به‌کلاس هشتم رفته باشد. به‌این ترتیب، خود اسکندر به‌کلاس هفتم نرفته است. ببینیم، آیا این فرض به‌تناقضی برخورد نمی‌کند؟ ازفرضی که‌کرده‌ایم، بلافاصله نتیجه می‌شود که اسکند به‌کلاس هشتم نرفته است و بنابراین، پیشنهاد نخست شروین: **«من به‌کلاس نهم می‌روم»**، عملی شده است. به‌همین ترتیب، چون پیشنهاد آرش‌که «من به‌کلاس هشتم می‌روم»، درست از آب در نیامده است، باید پیشنهاد دوم او «**شروین به‌کلاس دهم برود**» درست باشد. به‌این ترتیب شروین از یکطرف باید درکلاس نهم و از طرف دیگر درکلاس دهم باشد. و این دوحکم باهم سازگار نیست. به این‌نتیجه رسیدیم که‌فرض‌ما، مبنی‌براینکه «شهریار به‌کلاس هشتم‌رفته‌است» نادرست است. و از همین‌جا، معلوم می‌شود پیشنهاد نخست اسکندر درست است: **«من به‌کلاس هفتم می‌روم»**. در اینصورت، روشن است‌که پیشنهاد دوم شروین مبنی براینکه «اسکندر به‌کلاس هشتم برود»نادرست ودرنتیجه، پیشنهاد نخست او **«من به‌کلاس نهم می‌روم»** درست است. همچنین، به سادگی معلوم می‌شودکه **آرش به‌کلاس هشتم می‌رود**. و بالاخره باروش حذف می‌فهمیم‌که **شهریار به‌کلاس دهم رفته است**. ضمناً، می‌شد اینطور هم نتیجه‌گرفت‌که‌کوشش شده است نظر هردانشجو درمورد انتخاب کلاس خودش، رعایت شود و بنابراین، هر کدام از آنها به‌کلاس موردنظر خود فرستاده‌شده‌است.

مساله، خیلی دشوار نبود، با وجود این، همانطورکه دیدیم، برای رسیدن به‌نتیجه، به‌استدلالی طولانی نیاز داشتیم. وروشن‌است‌که اگرمساله مشابهی را طرح کرده باشندکه هرکس، به‌جای دوپیشنهاد، چهاریا پنج پیشنهاد داده باشد، تا چه اندازه حل مساله، طولانی و نتیجه‌گیری‌دشوار و پیچیده می‌شود.

آیا نمی‌شود قانونهایی را یافت که بتوان به‌کمك آنها، روشی کلی برای حل این مساله‌ها پیداکرد و جستجوی جواب، به‌همان سادگی حل مساله‌های حسابی، ممکن باشد؟ آیا نمی‌شود، برای مساله‌های منطقی، روشی‌کلی به‌دست‌آورد؟ ظاهراً **جورج‌بول** (پدر **اتل وینچ** نویسندهٔ کتاب «خرمگس»)، ریاضیدان مشهور انگلیسی هم، در سدهٔ گذشته، در برابرچنین پرسشهایی قرارگرفته بود. او نتیجهٔ بررسیهای خود را، درکتابی به‌نام «بررسی قانونهای فکر» درسال ۱۸۵۴ منتشرکرد. اودرمقدمهٔ‌کتاب خودش

می‌نویسد: «موضوع این رساله، عبارتست از بررسی قانونهای بنیانی آن قسمت از فعالیتهای عقلانی که به‌یاری آنها داوری انجام می‌گیرد؛ و بیان این قانونها به‌زبان علامتی وتنظیم نوعی محاسبه برای آنها، تا بتوان علم منطق را شکل داد و روشهای آنرا سازمان بخشید...»

این کتاب، در واقع، پایه‌های شاخهٔ تازه‌ای از ریاضیات ـ یعنی **منطق ریاضی** ـ را بنیان گذاشت که اغلب آنرا **جبر منطق** ویا، آنطورکه بعدها نامگذاری شد، **جبربول** می‌نامند.

بعضی از موقعیتهای این جبر را بررسی می‌کنیم.

عنصر اصلی آموزش جبر بول، عبارتست از **گزاره‌های** مقدماتی، مثل

۳۵ بر ۷ بخش‌پذیر است؛
موش از فیل بزرگتر است؛
آرش به‌کلاس هشتم می‌رود.

هر گزارهٔ مقدمانی را، با یکی از حرفهای کوچك الفبای لاتینی نشان می‌دهیم (درست همانطورکه درجبر مقدماتی، مقادیر را با این حرفها نشان می‌دهند). در جبر مقدماتی، بررسیهای ما، جدا از ماهیت چیزها، انجام می‌گیرد. درآنجا، تنها به‌کمیت آنها و بستگیهایی که بین آنها برقراراست، کارداریم. در جبر بول، هیچیك از ویژگیهای یك گزاره موردنظر نیست، به‌جز اینکه، این‌گزاره درست است یا نادرست. درمثالهای ما، گزارهٔ نخست درست است، گزارهٔ دوم نادرست است وگزارهٔ سوم می‌تواند درست یا نادرست‌باشد. هرگزارهٔ درست‌را باواحد وهرگزارهٔ نادرست‌را با صفرنشان می‌دهیم (اگر a نمایندهٔ‌گزارهٔ ۳۵ بر ۷ بخش‌پذیر است و b نمایندهٔ‌گزارهٔ موش ازفیل بزرگتر است باشد، در اینصورت $a = ۱$ و $b = ۰$). بنابراین، میدان بررسی متغیر a در جبر بول خیلی‌کمتر از میدان بررسی همین‌متغیر در جبر مقدماتی است: درجبر بول، متغیر a تنها می‌تواند یکی ازدومقدار ۱ یا ۰ را انتخاب‌کند.

ازگزاره‌های مقدماتی و به‌کمك عملهای منطقی، گزاره‌های مرکب (یا قالبهای جبربول) ساخته می‌شودکه با توجه به‌درستی ونادرستی‌گزاره‌های ساده تشکیل دهندهٔ آن، یا درست است و یا نادرست.

ما این عملها را مورد بررسی قرار می‌دهیم: نفی، ضرب منطقی و جمع منطقی. در جبر بول، عملهای دیگری هم وجود دارد، ولی همهٔ آنها را می‌توان برحسب همین عملهای فوق بیان‌کرد.

۱. **نفی.** عمل نفی، همان واژهٔ «نه» در زبان عادی‌است. تابعی را که در نتیجهٔ به‌کاربردن عمل نفی روی گزارهٔ x به‌دست می‌آید، به $\overline{x}$ نشان می‌دهند و آنرا چنین می‌خوانند «نه x» (باید به‌این نکته توجه داشت که در منطق ریاضی، تا امروز نشانه‌های واحدی مورد قبول قرار نگرفته و به همین مناسبت، ممکن‌است به‌نشانه‌های دیگری‌هم به‌عنوان عمل‌نفی برخورد کنیم؛ مثلاً بعضی نفی x را به «Γx» و بعضی دیگر به «$\sim x$» نشان می‌دهند وغیره). $\overline{x}$ یک گزارهٔ مرکب‌تازه‌است که‌وقتی x درست باشد، نادرست و وقتی x نادرست باشد، درست است. این بستگی را بـه‌صورت جدولی (که‌جدول ارزشیابی نامیده می‌شود) برای عمل نفی می‌نویسیم:

x	$f(x)=\overline{x}$
۱	۰
۰	۱

شبیه همین جدول را می‌توان برای دیگر عملها، تنظیم‌کرد وازآنها به‌جای تعریف عملها استفاده‌کرد.

مثال. گزارهٔ «من به‌سینما می‌روم» را با a وگزارهٔ «من بلیت تئاتر می‌خرم» را با b نشان می‌دهیم. در اینصورت گزاره‌های a و b را می‌توان به‌این ترتیب، به‌هم مربوط‌کرد: اگر فردا بلیت تئاتر بخرم، به‌سینما نمی‌روم» ($b=۱$، $a=۰$) یا «اگر بلیت تئاترنخرم، به‌سینما می‌روم» ($a=۱$ $b=۰$) و این بستگی با عمل‌نفی انجام می‌گیرد: $\overline{a}=b$ یا $a=\overline{b}$.

۲. **ضرب منطقی** (که در منطق ریاضی، اغلب به **ترکیب عطفی** معروف است). ضرب منطقی را به‌صورت $x_۱.x_۲$ نشان مـی‌دهند (نشانه‌های دیگری‌که برای ترکیب‌عطفی وجود دارد $x_۱\wedge x_۲$ و $x_۲$ & $x_۲$ است) و می‌خوانند «$x_۱$ و $x_۲$». گزارهٔ مرکبی‌که از ضرب منطقی دوگـزارهٔ ساده به‌وجود آمده است، وقتی و تنها وقتی درست است‌که هم‌گزارهٔ $x_۱$ و هم گزارهٔ $x_۲$ درست باشد.

جدول ارزشیابی برای ضرب منطقی چنین است:

$x_۱$	$x_۲$	$f(x_۱ , x_۲)=x_۱ . x_۲$
۰	۰	۰
۱	۰	۰
۱	۱	۰
۱	۱	۱

به‌عنوان مثال‌برای حاصلضرب منطقی، شرطهایی راکه برای به‌دست

آوردن گواهینامهٔ رانندگی لازم است، در نظر می‌گیریم. گزارهٔ «شخص گواهینامهٔ رانندگی به‌دست می‌آورد» را با y نشان می‌دهیم. برای به‌دست‌آورن این گواهینامه لازم است که گواهی چشم پزشکی دایر بر سلامتی او وجود داشته‌باشد (گزارهٔ x_1)، در امتحان آئین‌نامه قبول شود (گزارهٔ x_2) و بالاخره، ازعهدهٔ آزمایش رانندگی برآید (گزارهٔ x_3). در اینصورت به زبان نشانه‌ها داریم:

$$y = x_1 . x_2 . x_3$$

و روشن است که y تنها وقتی درست است ($y = 1$)، که هرسه گزارهٔ تشکیل دهندهٔ آن درست باشد: $x_1 = 1$، $x_2 = 1$ و $x_3 = 1$. در هر حالت دیگری $y = 0$ می‌شود، یعنی شخص گواهینامهٔ رانندگی را به‌دست نمی‌آورد.

۳. **جمع منطقی** (که درمنطق ریاضی، **ترکیب فصلی** هم گفته‌می‌شود).
جمع منطقی را به‌صورت $x_1 \vee x_2$ نشان می‌دهند و می‌خوانند «x_1 یا x_2» نشانهٔ «$\vee$» از حرف ربط لاتینی «*Vel*» گرفته شده است که به‌این معناست: **یا این، یا دیگری ، یا این و دیگری با هم.** واژهٔ *Vel*، خیلی دقیقتر از حرف ربط «یا» در زبان عادی، جمع منطقی را تعریف می‌کند، زیرا حرف ربط «یا» را مثلاً در زبان فارسی، به‌دومعنی می‌توان به‌کار برد:

۱) یا این، یا دیگری، یا این و دیگری با هم!

۲) یا تنها این یا تنها دیگری.

ازعمل جمع منطقی، گزارهٔ مرکبی به‌دست می‌آید ودرحالتی‌که دست کم یکی از دوگزارهٔ سادهٔ آن درست باشد، درست است.

جدول ارزشیابی جمع منطقی چنین است:

x_1	x_2	$f(x_1 , x_2) = x_1 \vee x_2$
۰	۰	۰
۱	۰	۱
۰	۱	۱
۱	۱	۱

مثال. احمد می‌خواهد کتاب «ورودی به‌منطق ریاضی» راداشته باشد. او به‌دوستان خود، سروش و شروین، سفارش می‌کند که این کتاب را برای او بخرند. احمد صاحب کتاب خواهد شد (گزارهٔ y)، به‌شرطی که این تساوی برقرار باشد:

$$y = x_1 \vee x_2$$

که در آن x_1 و x_2 به‌ترتیب عبارتند ازگزاره‌های «سروش کتاب را خریده

است» و «شروین کتاب را خریده است».

گزارهٔ $y = x_1 \vee x_2$، حالتی را که هم سروش و هم شروین کتاب را خریده باشند، استثنا نمی‌کند.

هرتابع از جبر بول را، با فرمولهای مختلفی می‌توان بیان کرد. وقتی که جدولهای ارزشیابی دو فرمول، یکی باشد، فرمولها را **هم‌ارز** گویند. به‌عنوان تمرین، هم‌ارزی این فرمولها را، به‌کمك جدول ارزشیابی ثابت کنید:

$$۱\text{-}a)\quad y \vee y = y \vee x; \qquad ۱\text{-}b)\ x.y = y.x$$

$$۲\text{-}a)\quad (x \vee y) \vee z = x \vee (y \vee z);$$

$$۲\text{-}b)\quad x.(y.z) = (x.y).\, z$$

$$۳\text{-}a)\quad x \vee x = x; \qquad ۳\text{-}b)\ x.x = x$$

$$۴\text{-}a)\quad x \vee (y.z) = (x \vee y).\ (x \vee z);$$

$$۴\text{-}b\quad x.(y \vee z) = (x.y) \vee (x.z)$$

$$۵\text{-}a)\ (\overline{x \vee y}) = \bar{x}.\bar{y}; \quad ۵\text{-}b)\ \overline{x.y} = \bar{x} \vee \bar{y}$$

$$۶)\ \bar{\bar{x}} = x$$

(هم‌ارزیهای ($۵\text{-}a$) و ($۵\text{-}b$) را قانونهای **دمورگان** می‌نامند).

به‌سادگی می‌توان، برای بعضی ازاین فرمولها: نمونه‌های مشابهی در جبر مقدماتی پیداکرد:

$$۱-a)\ \ a+b=b+a; \qquad ۱-b)\ \ ab=ba$$

$$۲-a)\ \ (a+b)+c=a+(b+c);\ ۲-b)\ a.(b.c)=(a.b).c$$

$$۴-b)\ \ a(b+c)=ab+ac$$

$$۶)\ a\ \ -(-a)=a$$

علاوه برآن، درستی تساویهای زیر را هم می‌توان به‌سادگی تحقیق کرد:

$$۷-a)\ \ x \vee x = ۱;\ \ ۷-b)\ \ x.x = ۰$$

$$۸-a)\ \ x \vee ۱ = ۱;\ \ ۸-b)\ \ x.۰ = ۰$$

$$۹-b)\ \ x \vee ۰ = x;\ ۹-b)\ \ x.۱ = x$$

$$۱۰-a)\ \ \bar{۱} = ۰;\ ۱۰-b)\ \bar{۰} = ۱$$

به‌این ترتیب، می‌توان عملهای لازم را تعریف کرد وخاصیتهای آنها را برشمرد. حالا، کوشش می‌کنیم ازاین عملها، برای حل مسالهٔ دوم استفاده کنیم.

نمادهای زیررا، برای گزاره‌ها، انتخاب می‌کنیم:

اسکندر به‌کلاس هفتم می‌رود : a

شهریار به‌کلاس هشتم می‌رود : b

شروین به‌کلاس نهم می‌رود : c

اسکندر به‌کلاس هشتم می‌رود : d

آرش به‌کلاس هشتم می‌رود : e

شروین به‌کلاس دهم می‌رود : f

ازدوپیشنهاد a و b که اسکندر می‌دهد، یکی درست ودیگری نادرست است، بنابراین:

$$a \vee b = ۱، \quad a.b = ۰$$

و به‌همین ترتیب، در موردگزارهای دیگر:

$$c \vee d = ۱، \quad c.d = ۰$$

$$e \vee f = ۱، \quad e.f = ۰$$

معادله‌ها را، براساس تعریف جمع منطقی و ضرب منطقی، تشکیل دادیم.

باتحلیل‌شرطهای‌موجود،متوجه می‌شویم که گزاره‌های b و d؛ c و f؛ a و d؛ e و b؛ e و d یکدیگررا نقض می‌کنند. این‌وضع‌را به‌صورت‌رابطه در می‌آوریم:

$$b.d = ۰;\ c.f = ۰;\ a.d = ۰;\ e.b = ۰;\ e.d = ۰$$

چون داریم: $(a \vee b) = ۱$ و $(c \vee d) = ۱$، بنابراین

$$(a \vee b)(c \vee d) = ۱$$

این رابطه را، با استفاده ازدستورهای $(a - ۴)$ و$(b - ۴)$، تبدیل می‌کنیم:

$$(a \vee b)(c \vee d) = a.c \vee a\,.\,d \vee b\,.c \vee b.d = ۱$$

چون $a.d = ۰$ و $b.d = ۰$، بنابراین، طبق دستور $(a - ۳)$ داریم:

$$a.c \vee a.d \vee b.c \vee b.d = a.c \vee b.c = ۱$$

از $(a.c \vee b.c) = ۱$ و $(e \vee f) = ۱$ به‌دست می‌آید:

$$(a.c \vee b.c)(e \vee f) = ۱$$

به‌همین ترتیب، می‌توان نوشت:

$$(a.c \vee b.c)(e \vee f) = a.c.e \vee a.c.f \vee b.c.e \vee$$
$$\vee b.c.f = a.c.e \vee b.c.e = (a \vee b).c.e = ۱$$

و نتیجه می‌گیریم: $c = e = ۱$ (و همچنین $(a \vee b) = ۱$). از دورابطهٔ $e.b = ۰$ و $e = ۱$ نتیجه می‌شود $b = ۰$، و از $a \vee b = ۱$ و $b = ۰$، نتیجه می‌شوده $a = ۱$. پاسخ مساله به‌دست آمد:

اسکندر به‌کلاس هفتم رفته است ($a = ۱$)،
شروین به‌کلاس نهم رفته است ($c = ۱$)،
آرش به‌کلاس هشتم رفته است ($e = ۱$)،
شهریار به‌کلاس دهم رفته است (تنها حالت ممکنی‌که برای‌او باقی می‌ماند).

حالا، سعی‌کنید خودتان این مساله‌ها را حل‌کنید.

۱. سیمون به‌مجلهٔ مورد علاقه‌اش خیره شده بود، که ناگهان خبری، نظر او را به‌طرف خود جلب‌کرد، در ستون «خبرهای عادی» به‌نام آشنایی برخوردکرد. با صدای بلند همسرش را صداکرد:

ـ بیا اینجا ژرژت، حدس بزن آنیا با چه‌کسی ازدواج‌کرده است؟ تو ژاك را می‌شناسی. او پسرعمو ژوزف است. شوهر آنیا هم، همین نام را دارد و مثل ژاك ۲۱ ساله است. مسلماً خود اوست.

ژرژت سرش را تکان داد و گفت:

ـ می‌ترسم‌که اشتباه‌کرده باشی. توهم مدتهاست‌که خانوادهٔ عمویت راندیده‌ای. من اطمینان دارم‌که نام پسرش ژان است نه ژاك وحالا باید ۱۸ ساله باشد. مارگریت‌که هرگزخانوادهٔ عمورا ندیده وتنهاازاین وآن دربارهٔ آنها شنیده بود با تردید گفت:

ـ نه، نه! پسر ژوزف، حتماً ژاك نیست و حال ۲۵ سالش را تمام کرده است.

سیمون گفت:

ـ ممکن است‌که حافظهٔ من خوب کار نکند. ولی من می‌توانم خیلی زود حقیقت را روشن کنم.

او به‌کتابخانه رفت، آلبوم عکس را برداشت و برگشت:

ـ این خانوادهٔ عموی من، چند صفحه جلوتر برو. آهان، اینجا در بالای صفحه همه‌چیز را نوشته است: تاریخ، اسمها، سالهای تولد... حالا همه‌چیز روشن شد.

سیمون کمی دقت‌کرد وگفت.

ـ هرکدام ازما دریك قسمت حرف خود حق داشتیم. هرکدام ازما، یك مطلب را درست ویك مطلب را نادرست می‌گفتیم. درواقع پسرعموی من ژ... است و... سال دارد.

شما هم نام و سن پسرعموی سیمون را پیداکنید.

۲. همین دیشب به‌آقای لارکه ـ که کلکسیونی از بهترین تابلوهای

نقاشی‌را در اختیار داشت ـ اطلاع دادند که فردا تابلوی مشهوری از **بوتیچلی**[1] را، در حراجی به‌معرض فروش می‌گذارند.

هیجان آقای لارکه بی‌اندازه بود، زیرا، او از جوانی آرزو داشت تابلوی بوتیچلی‌را در اختیار داشته باشد. حتی، وقتی که ارزش تقریبی تابلو را به آقای لارکه گفتند، بازهم روحیهٔ او خراب نشد. او فقط دماغ خود، را که به‌خاطر این‌خبر عرق کرده بود، با دستمال پاک کرد و پشت تلفن فریاد زد: «... ولی، با وجود مدارک کافی که دربارهٔ تابلو وجود دارد، احتمال دارد که کار خود بوتیچلی نباشد و یکی از شاگردان او **اورگادو** یا **گوچینی** آنرا خلق کرده باشد. بنابراین، لازم‌است قبلاً چند متخصص خبره، آنرا ببینند».

از سه خبره‌ای، که آقای لارکه معمولاً به‌آنها مراجعه می‌کرد، تنها یکی در دسترس بود. آقای لارکه خبرهٔ دیگری راهم پیدا کرد که البته اعتماد خاصی، به‌او نداشت. مرد جوانی هم، خیلی ساده خواهش کرد تا او را به عنوان خبرهٔ سوم برای بررسی تابلو انتخاب کنند.

سینیور **موکوزانی** گفت.

ـ این نه‌تنها بوتیچلی، بلکه گوچینی هم نیست. حتی فکر خرید آنرا هم نکنید.

سینیور **سینااندالی** اعتراض کرد:

ـ نه اینطور نیست! گرچه من با شما موافقم که این بوتیچلی نیست، ولی اطمینان دارم که متعلق به اورگادو است، اگر من به‌جای شما بودم، به‌شرطی که قیمت را پایین می‌آوردند، آنرا می‌خریدم.

سینیور **ناپاره‌اولی** مداخله کرد:

ـ می‌دانید، ممکن نیست که این تابلو متعلق به اورگادو باشد، می‌بینید که تابلو درسالهای ۱۷۶۰-۱۷۷۰ به‌وجود آمده است و اورگادو در این سالها، منظره نمی‌کشیده است.

من تردید ندارم که این بوتیچلی است و اگر سینیور لارکه بتواند پول آنرا فراهم کند، باید آنرا خرید.

سینیور لارکه، توصیهٔ خبرهٔ قدیمی خودرا گوش کرد و بعداً هم معلوم شد که حق با او بوده است. هردو اظهارنظری که دربارهٔ مؤلف تابلو کرده کرده بود، درست از آب درآمد. ضمناً روشن شد که خبرهٔ دوم در یکی از

---

۱. ساندرو بوتیچلی (Botticelli) (۱۴۴۵-۱۵۱۰). نقاش معروف ایتالیایی از مکتب فلورانس.

قضاوتهای خود، و مرد جوان در هردو قضاوتش اشتباه کرده بود.

تابلورا چه کسی نقاشی کرده بود؟ نام خبرهٔ سینیورلارکه چیست؟ نام مرد جوان چیست؟

۳. دو صندوقچه درجلو ماست. دریکی از آنها، یادگاری گرانقیمتی گذاشته شده است. می‌خواهید آنرا به‌دست بیاورید؟ برای این منظورباید از محافظ صندوقچه‌ها یك سؤال بکنید وتنها پاسخ «بله» یا «نه» رابشنوید، تا معلوم شودکه یادگاری درکدام صندوقچه است.

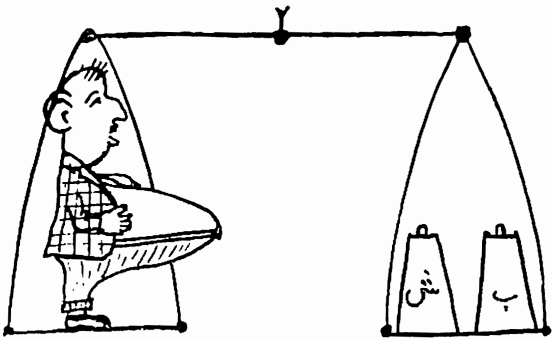
باید به‌یکی از خصلتهای محافظ صندوقچه توجه داشته باشید: اگر محافظ سرحال نباشد، پاسخ را درست نمی‌دهد، ولی اگرروحیهٔ خوبی داشته باشد، پاسخ درست می‌دهد. اگرکسی‌که می‌خواهد این مساله را حل کند، از روحیهٔ محافظ اطلاعی نداشته باشد، سؤال خود را چگونه طرح کند؟

پاسخ این سه مسأله را در صفحه‌های آخر ببینید

ترجمهٔ پرویز شهریاری

قرضی از سعدی

نیمهٔ وزن آدمی شکم است.
سربه‌بیرون همی‌زند؛ چه غم است



اگر وزن را V ، شکم را Sh ، بدنرا B و آدمی را A بگیریم، نتیجه می‌شودکه:

مصرع ۱: $\frac{1}{2}V=B$ و $\frac{1}{2}V=Sh$

مصرع ۲: $Sh \in A'$ و $B \in A$ ؛

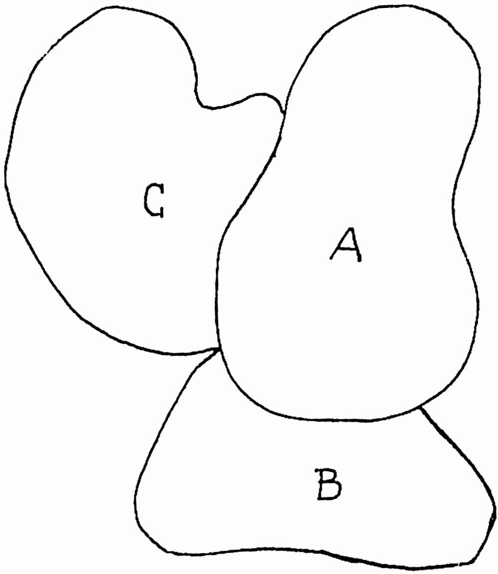
باید ملاحظه کردکه A' همان متمم A می‌باشد.

سرانجام، یکی ازمسئله‌های دشوار ریاضی حل شد

محمدحسین احمدی

مسئلهٔ چهار رنگ

مسئله چهار رنگ یکی از قدیمی‌ترین و مشهورترین مسئله‌هـای توپولوژی در نظریهٔ گرافهاست که از دیرباز مورد توجه ریاضیدانهابوده است. صورت ریاضی این مسئله ــ که حدود یك قـرن پیش ارائه شده است ــ بدین شرح است: «برای رنگامیزی هر نقشه مسطح (مانند نقشه جهان در روی یك صفحه کاغذ) حداقل چندرنگ احتیاج داریم به‌قسمی



شکل ۱

که هردو ناحیه (یادوکشور) هم‌مرز، همرنگ نباشند.»

قبل از اینکه وارد اصل مطلب شویم ذکر این نکته بسیار ضروری است که در این مسئله نواحی هم‌مرز تلویحاً به‌آنهائی اطلاق می‌شود که لااقل در یك خط (اعم از مستقیم و یا غیر مستقیم) مشترك باشند بدیهی است که هرگاه دو ناحیه فقط در یك نقطه مشترك باشند این دو ناحیه هم‌مرز تلقی‌نخواهدشد. من‌باب‌مثال، درشکل ۱ نواحی A و B هم‌مرزاند ولی B و C هم مرز نیستند.

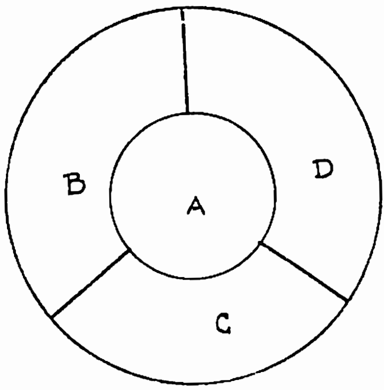
در این مقام، این سؤال پیش می‌آید که طراح مسئلهٔ فوق چه‌کسی بوده است؟ نگاهی گذرا به‌تاریخچه مسئلهٔ چهار رنگ، این مطلب راروشن می‌کند: نقشه کشان انگلیسی که دست‌اندرکار رنگامیزی نقشه‌های سیاسی بودند به‌تجربه دریافتند که برای رنگامیزی هر نقشه بیش از چهار رنگ لازم نیست. این موضوع، تقریباً در سال ۱۸۵۰ مورد توجه **فرانسیس گوتری**[1] دانشجوی ریاضی **ادینبورو** قرار گرفت. **گوتری** دریافت که این موضوع، یك مسئلهٔ بسیار جالب ریاضی است که اثبات عملی آن‌امکان پذیر است. این مسئله از طریق برادرش در اختیار **دومورگان**[2] استادمنطق و ریاضیدان معروف انگلیسی قرار گرفت. و او مسئله را در میان تمام ریاضیدانان انگلستان منتشر کرد. در سال ۱۸۷۸، **کیلی**[3] ریاضیدان معروف توجه انجمن ریاضیدانان انگلستان را به‌این مسئله معطوف‌ساخت. و دیری نپائید که مسئله فوق، در سراسر دنیا انتشار یافت و توجه اغلب دانشمندان ریاضی جهان را به‌خود جلب کرد.

از آن زمان تاکنون، که حدود یك قرن از عمر طرح این مسئله می‌گذرد، ریاضیدانان به‌ویژه آنانیکه دست‌اندرکار مطالعه نظریهٔ گرافها بودند کوشش فراوانی به‌منظور حل این مسئله کردند اما توفیقی بدست نیاوردند از جمله کسانی که در این راه وقت زیادی صرف کرده‌اند می‌توان **کمپ‌کاستروف** ریاضیدان معروف را نام برد. وی روش اثباتی در مورد مسئله چهار رنگ ارائه داد اما در ضمن استدلال خود، مرتکب اشتباهی شده بود و به‌این جهت روش اثبات او با اعتراض شدید اغلب آنهائی که روش استدلال استقرائی مسئله را دنبال می‌کردند مواجه می‌شد تا اینکه بعدها اشتباه اصلی **کمپ** توسط **هی‌وود** کشف شد.

---

1. Francis Guthrie
2. De Morgan
3. Caylay

ریاضیدانان ضمن تلاش و کوششی که برای حل این مسئله می‌کردند به‌نتایجی که شرح آن ذیلا می‌آید رسیده بودند:
آنها دریافتند که به‌سهولت می‌توان نشان داد که برای رنگامیزی بعضی از نقشه‌ها سه‌رنگ کافی نیست فی‌المثل برای رنگامیزی نواحی C،B،A و D — در شکل ۲ — چهار رنگ لازم است. همینطور ثابت شده است که پنج رنگ همیشه کافی است اما هرچند به‌نظر صحیح می‌رسد که این عدد ممکن است به‌چهار تقلیل یابد، همچنین ثابت کردند نقشه‌هائیکه برای آنها چهار رنگ کافی نیست — در صورت وجود — باید شکل پیچیده‌ای داشته باشند. مسئله رنگامیزی نقشه برای سطوح دیگری — غیراز صفحه — مطرح شده است که در مورد سطوح مرتبط ساده، کاملا، به‌صورت حالتی است که در صفحه دیدیم. اما در مورد سطوحی مانند چنبره[1] که مرتبط ساده نیستند مسئله به‌کلی متفاوت است



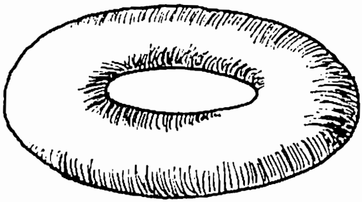
شکل ۲

(شکل ۳ ملاحظه شود) در اینمورد ثابت کرده‌اند که هفت‌رنگ برای رنگ کردن هرنقشه در روی چنبره کافی است و بعضی از نقشه‌ها در روی چنبره، دقیقاً، به‌هفت رنگ نیاز دارند.
همانطوریکه فوقاً اشاره شد در طول قرن گذشته، عده زیادی از دانشمندان ریاضی اثباتهای متعددی ارائه کردند که چهار رنگ کافی است و برخی هم سعی داشتند مثالی ارائه دهند که لزوم استفاده از پنج

1. Torus

رنگ را نشان دهند ولی هیچیك از اثبات‌های ارائه شده خالی از اشکال و ایراد نبود.

پروفسور هیکن[1] ـ استاد ریاضیات دانشگاه ایلینوی آمریکا ـ که از پانزده سال پیش روی این مسئله کار می‌کرده است سرانجام در تابستان ۱۹۷۶ موفق شد ثابت کند که در تئوری‌گرافها، هرنوع گرافی رامی‌توان به‌یکی از ۱۸۵ هزار حالت خاص، تبدیل کرد. و درنتیجه‌اگراومی‌توانست مسئله را برای این حالتهای خاص، حل کند اثباتش کامل می‌شد. او برای مطالعه این حالتها، از کامپیوتر یاری جست، و حدود سه‌شبانه‌روز وقت کامپیوتر مرکز آی ـ بی ـ ام[2] دانشگاه ایلینوی را گرفت و بالاخره عملا نشان داد که برای هریك از این حالتهای خاص، چهار رنگ‌کافی



شکل ۳

است. به‌این‌ترتیب، مسئله چهار رنگ، که یك مسئله توپولوژیك است‌نه‌تنها در مورد صفحه بلکه برای همه سطوحی که با صفحه **هماندیسه**[3] اند نیزحل شده است. حداقل تعداد رنگی را که برای رنگ‌کردن یك نقشه لازم است اصطلاحاً **عدد کروماتیك**[4] آن نقشه می‌نامند.

---

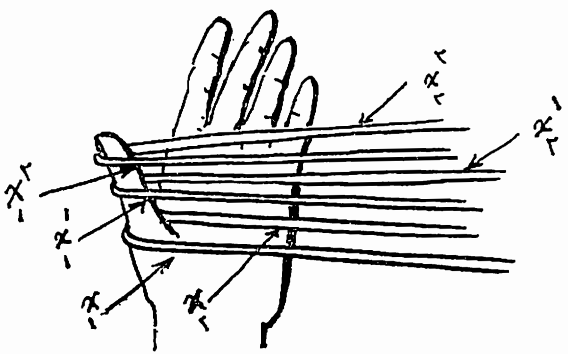
1. Haycken
2. I.B.M
3. Homeomorphic
4. Chromatic number

دکتر علیرضا امیرمعز

انتقال، ناواهو و بازی با نخ

در مقدمات جبر نخبازی (شمارهٔ دوم آشتی با ریاضیات) فرمولهائی برای شکلهای بالوزی وچند شکل دیگر عرضه شد. اگر بدقت بآن بنگریم ملاحظه میشودکه برای نوشتن فرمولها بقدرکافی نماد نداریم. اکنون چند نماد بآنچه در شمارهٔ دوم آشتی با ریاضیات بررسی شده است میافزائیم و شکلهای زیبای دیگری را با فرمول نمایش میدهیم.

۱ــ **شمار نخها ازدوبعد:** همانطورکه‌در«شمارهٔدوم»دیدیم‌نخهاراکنار انگشتها از درون به‌بیرون شماره‌بندی کرده‌ایم. اینك نخها را از پائین به بالا نیز شماره میگذاریم. فرض‌کنیم‌که دور یك انگشت حلقه نخ هست و با آن انگشت حلقه نخ دیگری را برداشته‌ایم؛ مثلاً، دو شستها (شکل ۱).

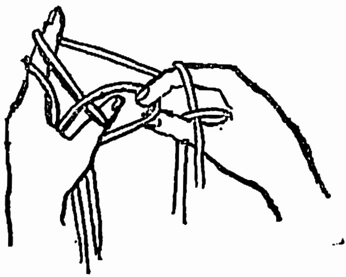


شکل ۱

نخهائیکه ابتدا دور شستها بوده‌اند پائین نگاه میداریم و نخهای تازه را

بالای آن. باین ترتیب نخهای پائین $x_{۱}$، $x_{۲}$،... اند ونخهای بالای آنرا $x_{۱}^{۱}$، $x_{۲}^{۱}$،... می‌نامیم و بهمین ترتیب نخهای بالاتر را $x_{۱}^{۲}$، $x_{۲}^{۲}$،... نام میدهیم. خیلی‌کم اتفاق می‌افتدکه بیش از دویا سه نخ روی هم قرارگیرند ولی در صورتیکه نخهای بیشتری باشند، اندیسهای با نمایش مرتبه نخها می‌باشند. در اینجا بایدگفت‌که $x_{۱} = x_{۱}^{۰}$ است. بطورکلی شمار نخها از پائین ببالاست.

۲ـ **ناواهوکردن:** هرگاه دو حلقه نخ دور یك انگشت باشد، عمل ناواهوکردن معنی پیدا می‌کند. من‌باب مثال ناواهو کردن شست چپ را شرح میدهیم: با انگشت نشانه دست راست حلقه‌ی زیری را می‌گیریم واز



شکل ۲

روی شست رد می‌کنیم. سپس آن حلقه را درطرف‌کف دست آن شست رها می‌کنیم (شکل ۲). از این ببعد ناواهو کردن را با n نمایش میدهیم. (ملاحظه میشودکه تعویض در حقیقت شامل دو حرکت است‌که دومی آن ناواهوکردن است).

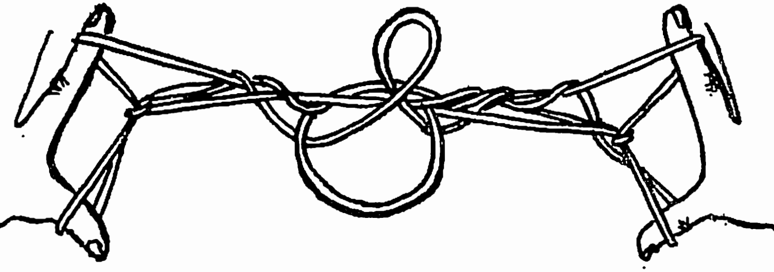
۳ـ **حلقه در ریسمان:** این شکل تازه است و در وسط شکل یك یا دو دایره پدید می‌آید (شکل ۳).

فرمول آن چنین است:

$a، A + x_{۲} + x_{۳} + x_{۴} - x_{۵}، A.ex_{۵}، k، A:n، A_{۱}:c_{۱}، B_{۱}:c_{۱}، A_{۲}:c_{۱}$
$، B_{۲}:c_{۱}، b_{۱}، b_{۲}، ۳، d.$

چند فرمول دیگر نیز میتوان نوشت که شکلهائی شبیه این بدست می‌دهد. من‌باب مثال فرمولهای زیر را می‌نویسیم:

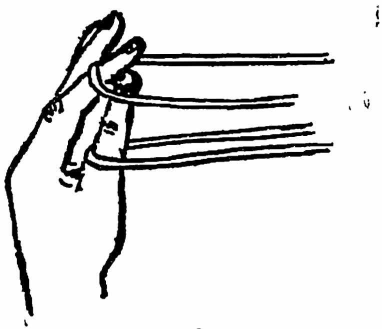
$a ، A + x_{۲} + x_{۳} + x_{۴} - x_{۵} ، A . ex_{۵} ، k ، A : n ، B_{۱} : c_{۱} ، B_{۲} :$
$c_{۱} ، b_{۱} ، b_{۲} ، ۳ ، d.$



شکل ۳

همچنین: $a,A+x_2+x_3+x_4-x_5,A.ex_5,k,A:n,A_1:c_1,$
$A_2:c_1,b_1,b_2,3,d$

۴ـ **انتقال:** شکلهای زیادی باجابجاکردن نخها ساخته می‌شوند. این عبارتست‌ازبردن حلقه دوریك انگشت بانگشت دیگر. مثلاً، فرض می‌کنیم که آغاز A رادرنظرگرفته‌ایم. میخواهیم نخ دورانگشتهای نشانه رابشستها منتقل‌کنیم. برای این کار، شستها را اززیردورن حلقه‌هائیکه روی انگشتهای نشانه‌اند میبریم، سپس با شستها این نخها را برمیداریم وانگشتهای نشانه راآزاد می‌کنیم (شکل۴). باید همیشه نخ تازه را بالای نخ قبل نگاهداشت.



شکل ۴

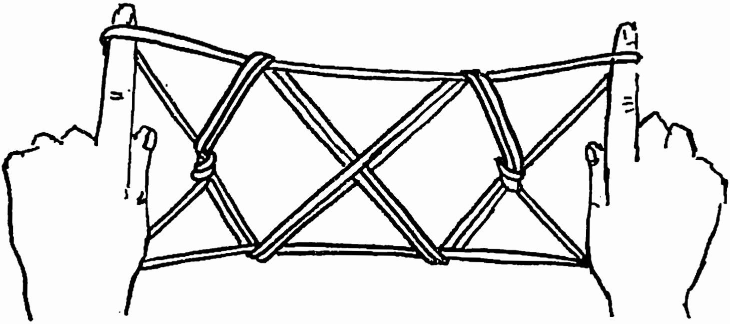
اکنون نمادی برای این حرکت انتخاب می‌کنیم. مثلاً، $(B\to A)$ یعنی نخهای دور انگشتهای نشانه را به‌شستها انتقال میدهیم.

۵ـ **دوستارهٔ گلگون:** فرمول‌آنرا چنین می‌نویسیم:

$a , B\to A , E\to A , D-x_2-x_2^1+x_2^2 , D . ex_2^2 , k , B-x_1^1-$

$$x_1^2 + x_1 ,\ B\,.\,ex_1 ,\ k ,\ A : h ,\ d.$$

باید ملاحظه‌کرد‌که d کمی با d قبل فرق دارد (شکل ۵).

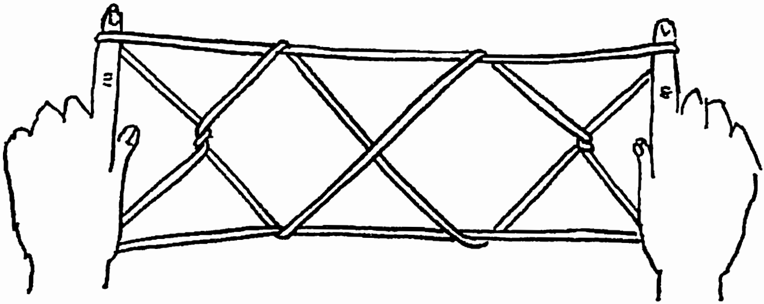


شکل ۵

هرگاه فرمول بالا راکمی تغییر دهیم، فرمول تازه‌ای برای شکل دو لوزی بدست می‌آید:

$$a ,\ E : h ,\ B \rightarrow A ,\ D - x_2 + x_2^1 ,\ D.\,ex_2^1 ,\ k ,\ B - x_1^1 + x_1 ,$$
$$B.\,ex_1 ,\ k ,\ A : h ,\ d.$$

این شکل شایدکمی با شکل دو لوزی فرق داشته باشد (شکل ۶)

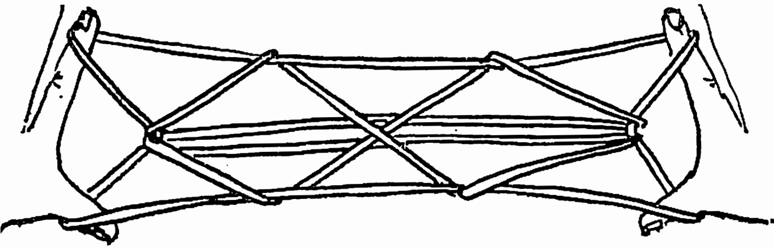


شکل ۶

خواننده مـی‌تواند این فرمول را تعمیم دهد؛ باین معنی‌کـه روی شستها بجای سه نخ چندین نخ قرار دهد. در اینصورت لوزیهای چند نخی بدست می‌آید.

۶. **حمل چوب:** گاهی در ساختن یك شكل، نخ یك انگشت را بدو انگشت دیگر انتقال میدهیم. روش همانست که در بخش ۴ گفته شد؛ فقط بجای یك انگشت دوانگشت از زیر درون حلقهٔ انگشت دیگر میرود. برای مثال (حمل چوب) را بیان میکنیم:

$$a , E \rightarrow (A\&B) , A: n , B: n , A+(x_2) , A.e(x_2), d.$$



شكل ۷

در اینجا (x_2) بمعنی نخ دومی است که آزاد است و پهلوی انگشتها نیست (شكل ۷). شكل بالا را حمل چوب گویند.

برای ساختن بسیاری از شكلها بردن شست روی (x_2) وآنرا ازبالا گرفتن پیش میآید. ممكن است نماد بهتری بتوان انتخاب کرد. ولی شخصی که تا این حد با نخبازی آشناست مطلب را بآسانی در میابد.

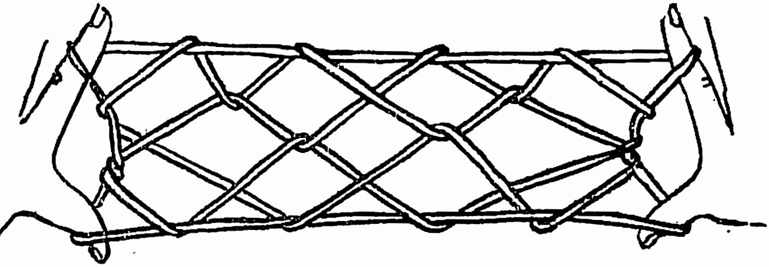
۷ـ **نیم‌تاب:** هرگاه با دقت به‌تاب درون یا تاب بیرون بنگریم، ملاحظه میکنیم که حلقهٔ نخ دورانگشت مربوطه درست ۳۶۰درجه میچرخد. گاهی لازم است که به‌یك حلقهٔ نخ دوریك انگشت نیم‌تاب بدهیم. این عمل را باید با دست دیگر انجام داد. مثلاً نیم تاب حلقهٔ دوریك انگشت دست راست راباید با دست چپ انجام داد. نخ را باندازه ۱۸۰ درجه میچرخانیم نماد نیم تابها چنین‌اند:

نیم تاب بیرون... $\frac{1}{2}C_1$، نیم تاب درون... $\frac{1}{2}C_2$. اکنون برای شكلهای زیادی فرمول میتوان نوشت.

۸ـ **ستاره‌ها:** این شكل از طایفه سرخ پوستان نواهو است. فرمول آن چنین میشود:

$$a , A+x_2+x_3+x_4-x_5 , A.\, ex_5 , k, C+x_4+x_3+x_2^1-x_2,$$
$$C.\, ex_2 , k , A: h , A+x_1-x_2-x_3-x_4-x_5-x_6 , A.\, ex_6 ,$$

k ، $E: h$ ، $C: (\frac{1}{2}c_1)$ ، $C \to (A \& B)$ ، $A: n$ ، $B: n$ ، $A + (x_2)$ $A.\, e\,(x_2)$ ، d.

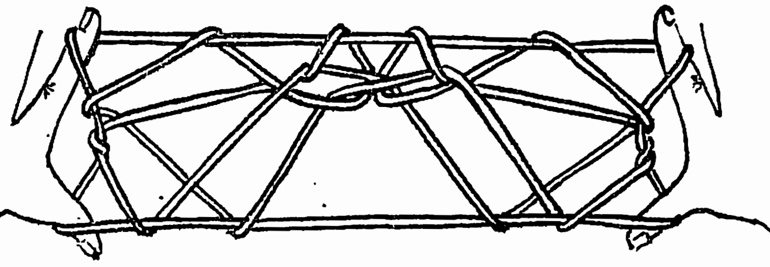


شکل ۸

این شکل زیبا را ستاره‌ها گویند (شکل ۸).

۹ـ **جغد:** این شکل با مختصر تغییری درفرمول ستاره‌ها بدست می‌آید. برای اینکه تکرار بیهوده نشود شرح مختصری میدهیم.

اول فرمول ستاره‌ها A ، a قراردارد. این قسمت را با A ، $B: c_1$ ، a تعویض می‌کنیم. آنچه بدست می‌آید جغد نامیده میشود (شکل ۹).



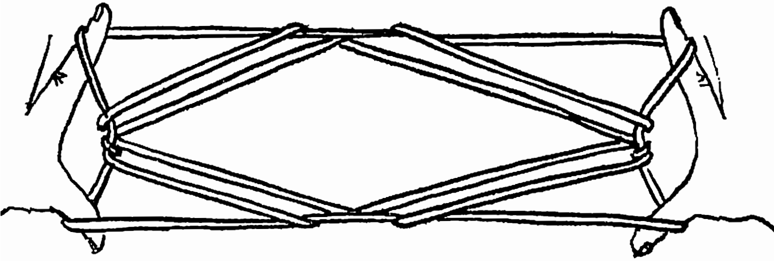
شکل ۹

روشهای دیگری برای بدست آوردن جغد موجود است. از آنها صرفنظر میکنیم.

۱۰ـ **ستاره زهره:** ساختن این شکل شباهت زیادی به‌ساختن ستاره‌ها دارد. فرمول آنرا می‌نویسیم:

a ، $A + x_2 + x_3 - x_4 - x_5 - x_6$ ، $A.\, ex_6$ ، k ، $C + x_4 + x_3 + x_2^1 - x_2$ ، $C.\, ex_2$ ، k ، $A: h$ ، $A + x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6$ ،

$A.ex_6$,k ، $E : h$ ، $C : (\frac{1}{2} c_1)$ ، $C \rightarrow (A_{\&}B)$ ، $A : n$ ، $B : n$ ، $A + (x_2)$, $A.\ e(x_2)$ ، d.

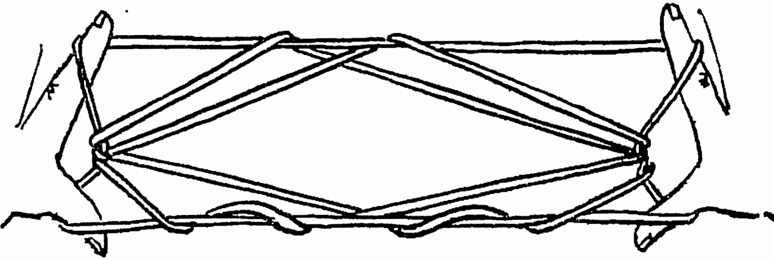


شکل ۱۰

این شکل را ستاره زهره گویند (شکل ۱۰).

۱۱- **ستاره جدی:** این شکل تقریباً از بعضی قسمتهای بخشهای ۹ و ۱۰ درست میشود:

a ، $A \rightarrow C$ ، $A + x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6$ ، $A.\ ex_6$ ، k ، $E : h$ ، $C : (\frac{1}{2} c_1)$ ، $C \rightarrow (A \& B)$ ، $A : n, B: n,\ A + (x_2)$ ، $A.\ e\ (x_2)$ ، d.



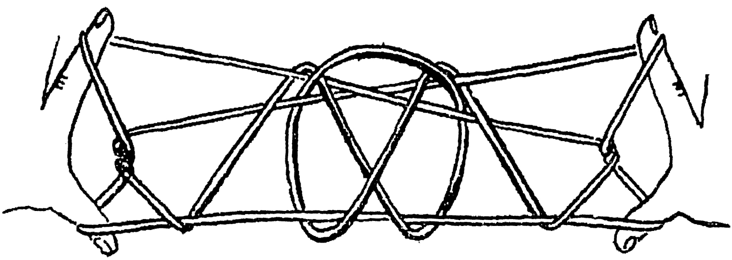
شکل ۱۱

شکل حاصل را ستاره جدی یا ستاره قطبی گوئیم (شکل ۱۱).

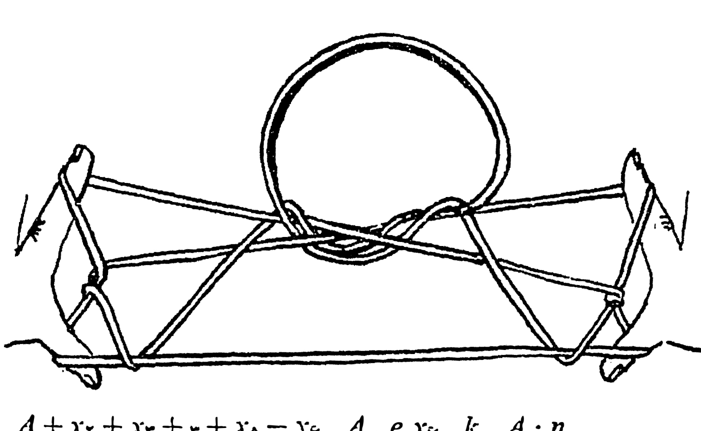
۱۲- **بعضی تغییرها:** آنچه شکل با نخ می‌دانیم با مختصر تغییری دربعضی ازحرکات‌آن شکل جدیدی می‌دهد. احتمال قوی میرودکه‌بسیاری از آنها تازگی داشته باشد. مثلاً، اگر درحین ساختن یك شکل یك یاچند

تاب درون یا بیرون بیك انگشت بدهیم، شکل تازه‌ای بدست می‌آیدکه ممکن است بسیار زیبا باشدگاهی می‌توان حرکات یك شکل را با حرکات شکلی دیگرآمیخت. برای اینکه روش ساختن این شکلها را فراموش نکنیم بهتر استکه فرمول آنها را بلافاصله بنویسیم.

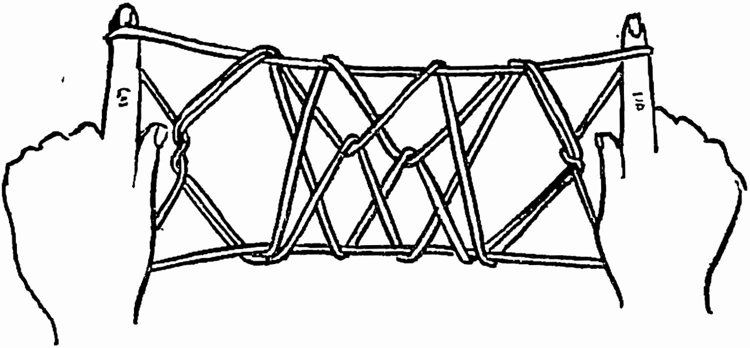
چند تمرین



$a\ ,\ A + x_{۲} - x_{۳} - x_{۴} - x_{۵} - x_{۶}\ ,\ A\ .\ e x_{۶}\ ,\ k\ ,\ A\ ;\ n\ ,$
$B : c_{۱}\ ,\ b_{۱}\ ,\ b_{۲}\ ,\ A + (x_{۲})\ ,\ A\ .\ e\ (x_{۲})\ ,\ E : h\ ,\ d\ .$



$a\ ,\ A + x_{۲} + x_{۳} + ۳ + x_{۵} - x_{۶}\ ,\ A\ .\ e\ x_{۶}\ ,\ k\ ,\ A : n\ ,$
$B : c_{۱}\ ,\ b_{۱}\ ,\ b_{۲}\ ,\ A + (x_{۲})\ ,\ A\ .\ e\ (x_{۲})\ ,\ E : h\ ,\ d\ ,$



a , $A : c_1$, $B : c_1$ $B : 1$, $E : c_1$, $B \rightarrow A$, $E \rightarrow A$,
$D - x_2 - x_2^1 + x_2^2$, $D.\ ex_2^2$, k , $B - x_1^1 - x_1^2 + x_1$,
$B\ .\ ex_1$, k , $A : h$, d .

یك لوزی:

a , $E : h$, $B_2 : c_2$, $A_2 : c_2$, $B \rightarrow A$, $D - x_2 + x_2^1$, $D\ .\ ex_2^1$,
k , $B - x_1^1 + x_1$, $B\ .\ ex_1$, k , $A : h$, d .

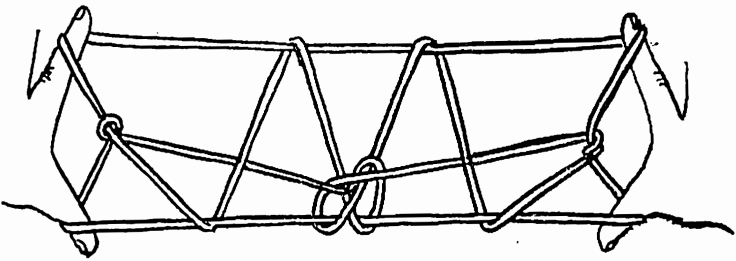
سه لوزی:

a , $E : h$, $B_1 : c_1$, $A_1 : c_1$, $B \rightarrow A$, $D - x_2 + x_2^1$, $D\ .\ ex_2^1$,
k , $B - x_1^1 + x_1$, $B\ .\ ex_1$, k , $A : h$, d .

چهار لوزی:

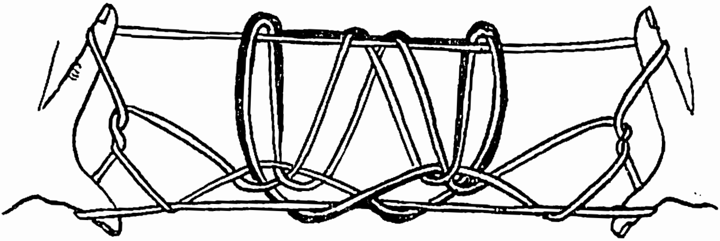
a , $E : h$, $B : c_1$, $A : c_1$, $B \rightarrow A$, $D - x_2 + x_2^1$, $D\ .\ ex_2^1$,
k , $B - x_1^1 + x_1$, $B\ .\ ex_1$, k , $A : h$, d .

***



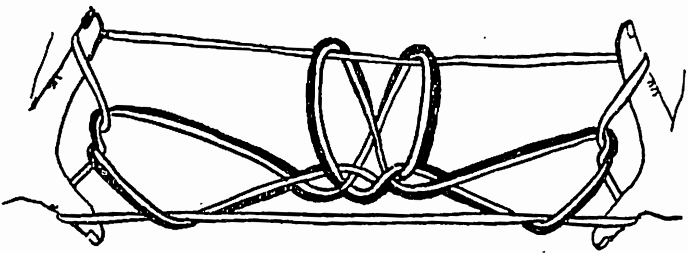
$a,\ A + x_{۲} + x_{۳} - x_{۴} - x_{۵}\ A.\ ex_{۵},\ k,\ C + x_{۴} + x_{۳} + x^{۱}_{۲} - x_{۲}\ ,$
$C\ .\ ex_{۲}\ ,\ k\ ,\ A : h\ ,\ A + x_{۱} - x_{۲} - x_{۳} - x_{۴} - x_{۵} - x_{۶}\ ,\ A\ .\ ex_{۶},$
$k\ ,\ E : h\ ,\ C :(\frac{۳}{۲}c_{۱})\ ,\ C \rightarrow B\ ,\ B : n\ ,\ b_{۱}\ ,\ b_{۲}\ ,$
$A + (x_{۲})\ ,\ A\ .\ e\ (x_{۲})\ ,\ d\ .$

گاو از پشت پنجره:



$a\ ,\ A + x_{۲} + x_{۳} + x_{۴} - x_{۵}\ ,\ A\ .\ ex_{۵}\ ,\ k\ ,$
$C + x_{۴} + x_{۳} + x^{۱}_{۲} - x_{۲}\ ,\ C\ .\ e\ x_{۲}\ ,\ k\ ,$
$A : h\ ,\ A + x_{۱} - x_{۲} - x_{۳} - x_{۴} - {}_{۵} - x_{۶}\ ,$
$A.\ e\ x_{۶},\ k,\ E : h\ C,\ :(\frac{۱}{۲}c_{۱})\ ,\ C \rightarrow B\ ,$
$B\ ;\ n\ ,\ b_{۱}\ ,\ b_{۲}\ ,\ A + (x_{۲})\ ,\ A\ .\ e\ (x_{۲})\ ,\ d\ .$

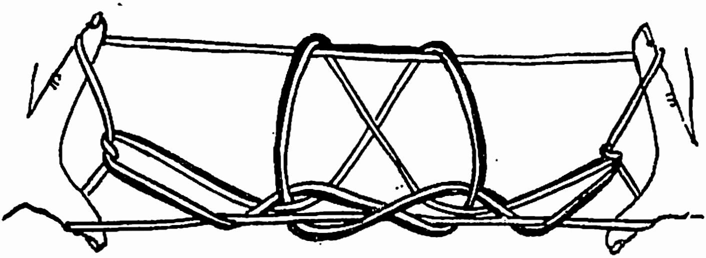
خفاش :



$a\ ,\ A + x_{۲} + x_{۳} - x_{۴} - x_{۵} - x_{۶}\ ,\ A\ .\ e\ x_{۶}\ ,\ k\ ,$

$C + x_4 + x_3 + x_2^1 - x_2$, $C \cdot e\, x_2$, k , $A : h$,
$A + x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6$, $A \cdot e\, x_6$, k , $E : h$,
$C : (\frac{1}{2} c_1)$, $C \rightarrow B$, $B : n$, b_1 , b_2 , $A + (x_2)$,
$A \cdot e\, (x_2)$, d .

تکزاس :



a , $A \rightarrow C$, $A + x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6$,
$A \cdot e\, x_6$, k , $E : h$, $C : (\frac{1}{2} c_1)$, $C \rightarrow B$,
$B : n$, b_1, b_2, $A + (x_2)$, $A \cdot e\, (x_2)$, d .

قدیمترین کتاب ریاضی چاپ مکزیك

در میان گروه ماجراجویانی که کورتز برای نخستین لشکرکشی به یوکاتان در ۱۵۱۸ تشکیل داده بود، کشیش جوانی دیده می‌شد به نام هوان دیاز J. Diez از سه یا چهار کتابی که او در سال ۱۵۵۶ چاپ کرده چنین پیداست که دارای ذوق ادبی بوده. یکی از این آثار راجع به ریاضیات است به نام منتخب جامع و بدین صورت در مکزیك چاپ شده

Sumario cōpēdioso delas quētas de plata y oro q̄ en los reynos del Piru son necessarias a los mercaderes: y todo genero de tratantes. Cō algunas reglas tocantes al Arithmetica.

Fecho por Juan Diez freyle.

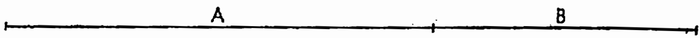
←

مارتین گاردنر

فی ـ φ
یك عدد طلائی

عدد پی ـ π، برای همه یك عدد آشناست، این عدد که نسبت محیط دایره به‌قطر آنست، با رقمهای نامحدود و غیر تکراری خود، یکی از مشهورترین عددهای گنگ شناخته شده است.

ولی، با عدد گنگ فی ـ φ، آشنایی کمتری داریم و شهرتش به‌پایهٔ π نمی‌رسد، معهذا در بسیاری جاها اثر آن را می‌توان مشاهده کرد. کاربرد این عدد زیاد است و در اکثر مواردی که هیچ انتظاری نمی‌رود، ناگهان این عدد جالب خودنمائی می‌کند.



شکل ۱

با یك نگاه به‌شکل ۱ مفهوم هندسی φ مشخص می‌شود. در اینجا خط اصلی به«نسبت طلائی» تقسیم‌شده است، به‌این ترتیب که: نسبت تمام خط به‌پاره‌خط A برابراست بانسبت پاره‌خط A به‌پاره‌خط B و هردو نسبت مساویست با عدد فی.

اگرطول‌پاره‌خط B را واحدبگیریم، عددفی‌ازرابطهٔزیر به‌دست‌می‌آید:

$$\frac{A+۱}{A}=\frac{A}{۱}$$

←

دو نمونه از مسئله‌های این‌کتاب:

عددی را به‌دست آورید‌که اگر۱۵ برآن بیفزاییم مجذور شود، و اگر ۴ از آن کم‌کنیم باز مجذور باشد. قاعده: ۱۵ را با ۴ جمع کنید، می‌شود ۱۹؛ بعد ۱ را باآن جمع‌کنید تا بشود ۲۰. حال‌آن را نصف‌کنید، می‌شود ۸۵، و این عدد مورد نظرماست،که اگر ۴ را از آن‌کم‌کنیم می‌شود ۸۱، وآن هم مجذور۹ است.

مردی به‌نسبت پنج بریك دارای‌گاو و مادیان است، طوری‌که اگر تعداد مادیانها و تعداد گاوهارا مجذورکنید و باهم جمع کنید، نتیجه ۱۶۶۴ می‌شود. تعدادگاوها ومادیانها را پیداکنید.

رابطهٔ بالا را می‌توان به‌صورت معادلهٔ درجه دوم سادهٔ زیر نوشت:

$$A^{۲} - A - ۱ = ۰$$

که اگر فقط جواب مثبت این معادله را درنظر بگیریم داریم:

$$A = \frac{۱ + \sqrt{۵}}{۲}$$

این جواب که طول A را مشخص می‌کند، همان عدد φ است، و اگر آنرا به‌صورت اعشاری بنویسیم به‌صورت ... ۱/۶۱۸۰۳۳۹۸ در می‌آید.

حال اگر طول A را واحد فرض کنیم می‌توانیم طول B را، که عکس فی $(\frac{۱}{\varphi})$ است، محاسبه و عدد ... ۰/۶۱۸۰۳۳۹۸ به‌دست آوریم.

از مقایسهٔ دو عدد اخیر، این نتیجه جالب حاصل می‌شود که φ تنها عدد مثبتی است که اگر یك واحد از آن کم کنیم، برابر با عکس خودش می‌شود.

فی را نیز می‌توان مانند پی به‌صورت رشته‌های نامحدود متعددی نمایش داد. دو رشتهٔ سادهٔ زیر که به‌طور نمونه ذکر می‌شود، تا اندازه‌ای ویژگیهای فی را به‌ما نشان می‌دهد.

$$\varphi = ۱ + \cfrac{۱}{۱ + \cfrac{۱}{۱ + \cfrac{۱}{۱ + \cfrac{۱}{۱ + \cdots}}}}$$

$$\varphi = \sqrt{۱ + \sqrt{۱ + \sqrt{۱ + \sqrt{۱ + \sqrt{۱ + \cdots}}}}}$$

دیوید جانسون از شرکت فیلیپس کالیفرنیا، عدد فی را به‌وسیلهٔ کامپیوتر تا ۲۸۷۸ رقم اعشار حساب کرد که البته فقط چهار دقیقه وقت کامپیوتر گرفته شد و در ۵۰۰ رقم اول اعشار آن، ترتیب نامعقول ۱۷۷۱۱۱۷۷۷ مشاهده شد.

یونانیان قدیم هم ازاین نسبت طلائی بی‌اطلاع نبودند. درآثار بعضی از معماران و مجسمه‌سازان بخصوص در ساختمان **پارتنون** (*Parthenon*) این نسبت زیاد به‌کار گرفته شده، ولی در اینکه این عمل به‌عمد و با توجه کامل به‌عدد φ انجام گرفته باشد، جای تردید است. در هر صورت، حدود هفتاد سال پیش، وقتی که ریاضیدان آمریکایی بنام **مارك بار** (*Mark Barr*) به‌این نکته توجه پیدا کرد، حرف φ را به‌افتخار اول نام **فیدیاس** بزرگ

(*Phidias*) برای این نسبت برگزید. ظاهراً **فیدیاس** اولین کسی بودکه به‌وفور این نسبت طلائی را در مجسمه‌سازی خود به‌کار گرفته است. (باید توجه داشت که درپاره‌ای کتابهای ریاضی، این نسبت باعلامت «تاو» یونانی یعنی τ نیز نشان داده شده است.)

احتمالاً فیثاغوریان به‌این علت ستارهٔ پنج پر را نشانه و سمبل خود قرارداده‌بودند که بین‌هردو پاره‌خط این‌ستاره می‌توان‌نسبت φ را به‌دست‌آورد.

عدد فی برای ریاضیدانان دورهٔ رنسانس یك مشغولیت فکری ایجاد کرده بود و **کپلر** بخصوص شیفتهٔ‌آن بود. **کاکستر** (*H.S.M. Coxeter*) درسرلوحهٔ‌مقالهٔ خود دربارهٔ‌نسبت‌طلائی‌چنین‌جمله‌ای از **کپلر** رانقل‌می‌کند:

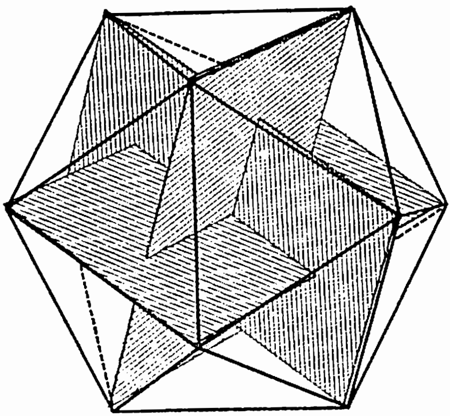
«هندسه صاحب دو گنجینهٔ بزرگ‌است، یکی‌قضیهٔ فیثاغورس ودیگری تقسیم خط به‌نسبت ذات وسط وطرفین، اولی را می‌توان با طلا قیاس‌کرد و از دومی به‌عنوان یك گوهر گرانبها اسم برد.»

نویسندگان رنسانس‌این نسبت را «نسبت‌آسمانی» و پیروان**اقلیدس**، آنرا «نسبت ذات وسط و طرفین» می‌نامیدند و فقط از سدهٔ ۱۹ به‌بعد جملهٔ تقسیم طلائی نیز در نوشته‌ها ظاهر شد.

در۱۵۰۹ **لوکا پاچیولی** (*Loca Pacioli*)، رساله‌ای به‌نام «نسبت آسمانی» نوشته بود، که تصویرهای آن را **لئوناردو داوینچی** تنظیم‌کرده بود (این رساله در ۱۹۵۶ در شهر **میلان** به‌شکل بسیار زیبایی چاپ و منتشر شد.) در این رساله از خودنمایی فی در شکلهای مختلف مسطحه و فضایی به‌شکل خلاصه و زیبایی بحث شده بود. از جمله می‌توان نسبت شعاع دایره به‌ضلع یك ده ضلعی محاطی را نام برد. همچنین این رساله نشان می‌دهدکه رأسهای سه مستطیل طلائی (مستطیلی‌که ضلعهای آن به نسبت طلائی باشد) متقارن عمود به‌هم می‌توانند از طرفی ۱۲ گوشهٔ یك بیست وجهی منتظم را تشکیل دهند و از طرف دیگر، بر مرکز ۱۲ وجهی منتظم منطبق شوند (شکلهای ۲ و ۳).

مستطیل طلایی موارد استفادهٔ زیادی دارد. ازجمله اگر ازیك سمت این‌مستطیل، مربعی (هم عرض مستطیل) جداکنیم، قسمت باقیمانده، خود یك مستطیل طلایی متشابه با اولی خواهد بود (شکل ۴) و اگر از این مستطیل دوم، مربعی دیگرجداکنیم، بازهم مستطیلی طلائی و مشابه اولی باقی می‌ماند و این عمل تا بینهایت می‌تواند ادامه یابد. نقطه‌هایی که از تقسیم طلائی هریك‌ازضلعهای مستطیلها، پشت سرهم به‌دست می‌آید، روی یك مارپیچ لگاریتمی قرار دارد، که قطب این مارپیچ برنقطهٔ تقاطع دوقطر

مستطیل اولی و دومی منطبق است(تقاطع خطهای نقطه‌چین) وضمناً سایر مستطیلها نیز روی همین دوقطر واقع است.



شکل ۴

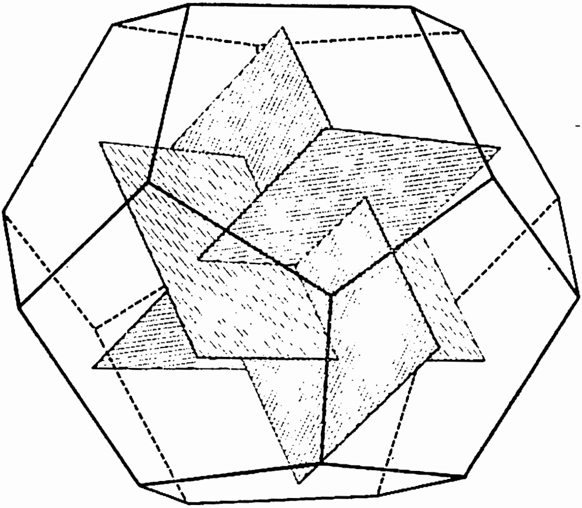
گوشه‌های سه‌مستطیل طلائی متقارن متعامد، باگوشه‌های یك بیست وجهی منظم منطبق می‌شود.

مسلماً باکشیدن مربعهای بزرگتر وبزرگتر، در سمت خارج، این «مربعهای‌دوار» می‌توانندتا بینهایت بچرخندو به‌شکل گسترش بیشتری بدهند.

مارپیچ لگاریتمی را با شکلهای دیگری که فی در آن دخالت داشته باشد نیز می‌توان ساخت. مناسبترین آنها مثلث متساوی‌الساقینی است که نسبت ساق به‌قاعدهٔ آن طلائی باشد (شکل۵). زاویه‌های مجاور به‌قاعدهٔ چنین مثلثی هریك ۷۲ درجه است و این همان مثلثی است که در ساختمان ستارهٔ پنج‌پر به کار می‌رود.

حال اگر نیمساز زاویهٔ مجاور به‌قاعده را دراین مثلث رسم‌کنیم، ضلع مقابل‌را به‌نسبت طلائی قطع می‌کند ودومثلث طلائی‌کوچکتر به‌دست می‌دهدکه یکی از آنها متشابه مثلث اصلی است. مثلث اخیر نیز به‌نوبهٔ خود می‌تواند توسط نیمساز مجاورقاعده، به‌دومثلث طلائی‌کوچکتر تقسیم شود این عمل می‌تواند تا بینهایت ادامه پیداکند یا یك رشته «مثلثهای دوار» شبیه مربعهای دواربه‌دست دهد. راسهای این‌مثلثها روی یك مارپیچ‌لگاریتمی قرارخواهد داشت وقطب مارپیچ‌ازتقاطع میانه‌های دومثلث به‌دست خواهد آمد. باتوجه بیشتری مشاهده می‌شودکه نسبت دو منصف درمثلثهای دوار

وهمچنین نسبت دوقطر مستطیل در مربعهای دوار، طلائی هستند.



شکل ۳

گوشه‌های همان مستطیلها بامرکزهای وجوه یك دوازده وجهی منتظم تطابق دارد.

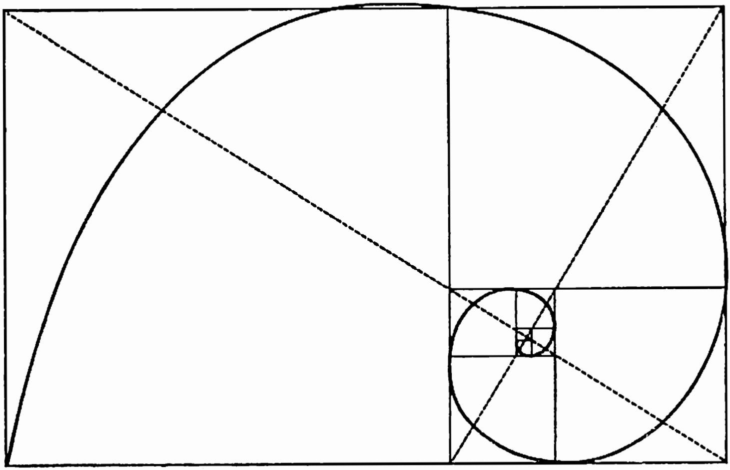
مارپیچ‌لگاریتمی تنها مارپیچی‌است‌که هرچه‌گسترش پیداکند قیافه‌اش تغییر نمی‌کند و به‌همین علت است‌که این مارپیچ در طبیعت زیاد به‌چشم می‌خورد. مثلاً همانطورکه حلزون در صدف خود بزرگ می‌شود، صدف نیز در امتداد یك مارپیچ لگاریتمی بزرگ می‌شود، به‌طوریکه همیشه این خانه برای حلزون به‌صورت یك محل مناسب حفظ می‌شود.

اگر یك مارپیچ لگاریتمی را تا بزرگی یك‌کهکشان گسترش دهیم و سپس ازفاصله‌ای بسیار دور به‌آن نگاه‌کنیم، درست شبیه مرکز یك مارپیچ خواهدبود،که آنرا با میکروسکپ ببینیم.

مارپیچ لگاریتمی با رشتهٔ **فیبوناچی** (*Fibonacci*) رابطهٔ نزدیك دارد. این رشته چنین است: ... ،۳۴،۲۱،۱۳،۸،۵،۳،۲،۱،۱،۰. هر یك از جمله‌های این رشته، مساوی مجموع دوجمله قبل آنست. رشد و توسعه حیاتی، اغلب نمونه‌ای از رشتهٔ فیبوناچی می‌باشد. به‌طور مثال فاصلهٔ برگها روی ساقهٔ بعضی‌گیاهان ویا ترتیب گلبرگها و دانه‌های بعضی‌گلها از این رشته پیروی می‌کنند.

در رشتهٔ **فیبوناچی**، فی نیز دخالت دارد، بدین نحوکه نسبت بین

دو جملهٔ متوالی این رشته، عددیست نزدیك به‌فی و هرچه جلوتر برویم، نزدیکی این نسبت به‌فی بیشتر می‌شود. مثلاً نسبت ۵ به‌۳ تقریباً نزدیك فی و ۸ به‌۵ نزدیکتر و ۲۱ به‌۱۳ مساوی ۱/۶۱۹ است،که از قبلیها به فی نزدیکتر است.

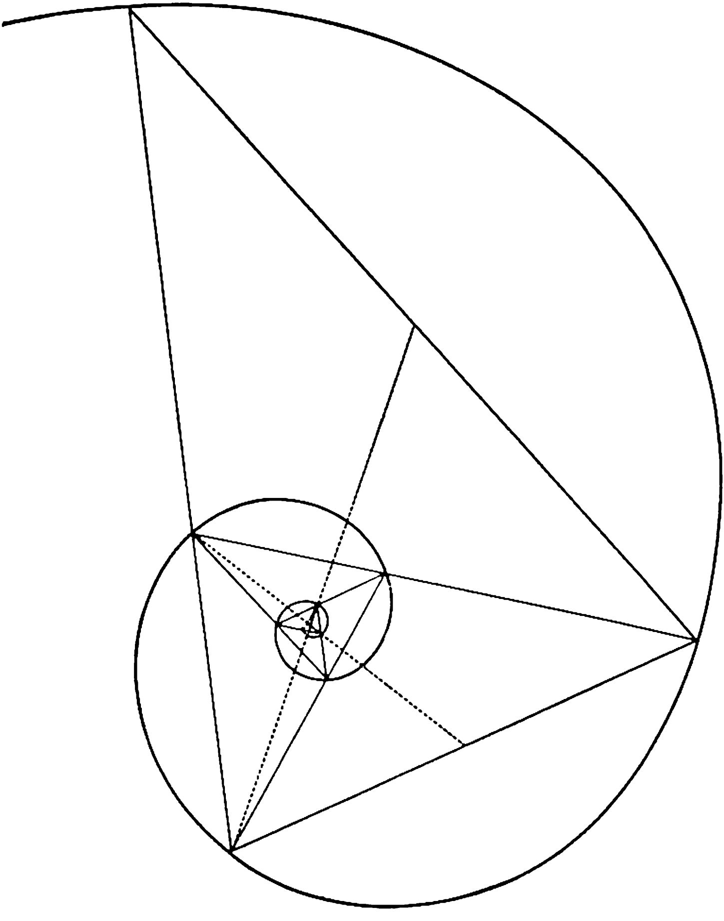


شکل ۴
با یك سری «مربعهای دوار» می‌توان مارپیچ لگاریتمی رسم کرد.

در واقع، هرگاه ما دو عدد دلخواه انتخاب‌کنیم و بعد، از این دو عدد، یك رشته درست‌کنیم، به‌نحوی‌که هرجملهٔ آن مساوی مجموع دوجملهٔ قبل باشد، همان وضعیت رخ خواهد داد. (مثل رشتهٔ ۷،۲،۹،۱۱،۲۰، ۳۱،...) به‌این معنی‌که هرچه رشته جلو می‌رود، نسبت‌بین دوجملهٔ متوالی آن به‌فی نزدیکتر می‌شود (چنین رشته‌ای را، «افزون‌گیرنده» می‌نامیم).

این موضوع‌را می‌توان کاملاً توسط مربعهای دوار نمایش داد وبا دو مربع با اندازه‌های مختلف و دلخواه شروع‌کرد. مثلاً دو مربع‌کوچك A و B شکل ۶ را درنظر بگیرید. ضلع مربع C مساوی است با ضلع مربع A به‌اضافهٔ ضلع مربع B، ضلع D مساوی مجموع ضلع B وضلع C است و همچنین مجموع C و D که مساوی E است تا آخر. صرفنظر از اندازه‌های دو مربع انتخابی اصلی، ملاحظه می‌شودکه هرچه مربعهای دوار بیشتر می‌شود، مستطیل حاصل به‌سمت اندازهٔ طلائی گرایش پیدا می‌کند.

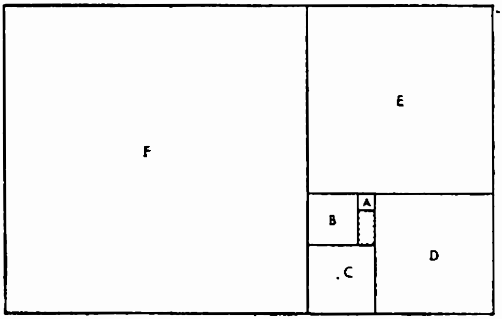
ستفن بار مقاله‌ای راکه ازمجلهٔ۱۹۱۳ سکچ (*Sketch*) لندن‌بریده



شکل ۵

مارپیچ لگاریتمی که به‌وسیلهٔ «مثلثهای دوار» نمایش داده شده است.

بود، برای ما فرستاده است. دراین مقاله پدرش ـ مارك‌بار ـ کسی‌که حرف φ را برای این نسبت انتخاب کرد، یك قانون کلی برای فهم فی به‌طریق زیرارائه داده‌است: اگریك رشته‌تشکیل‌دهیم، به‌طوریکه هریك ازجمله‌های آن‌مساوی سه‌جملهٔ‌قبلی‌باشد، نسبت‌دوجمله به‌سوی عدد + ۱/۸۳۹۵ میل می‌کند. رشته‌ای‌که هرجملهٔ آن مساوی‌مجموع چهارجملهٔ قبل باشد به‌عدد

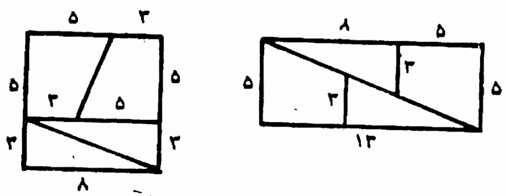


شکل ۶
نسبت ضلع هر مربع به‌مربع قبلی مرتباً به φ نزدیکتر می‌شود.

+ ۱/۹۲۷۵ نزدیك می‌شود، به‌طورکلی اگر هرجملهٔ رشته را برابر با مجموع n جملهٔ قبل آن بگیریم، داریم،

$$n = \frac{log(۲-x)^{-۱}}{log x}$$

که در آن x همان عددی است‌که نسبت دو جمله متوالی رشته به‌سمت آن میل می‌کند. دیده می‌شود وقتی‌که n مساوی ۲ باشد در حقیقت رشتهٔ **فیبوناچی** را خواهیم داشت و x مساوی φ می‌شود و هرچه n به‌سوی بینهایت میل‌کند، x به‌سوی ۲ میل خواهدکرد[۱].



شکل ۷
پارادکسی‌که پایهٔ آن برخواص رشته‌های افزون‌گیرنده قرار دارد

مثال‌زیر پیوستگی فی را بارشته‌های **فیبوناچی** کاملاً مشخص‌می‌کند. این مثال یك‌پارادکس هندسی کلاسیك است. اگر مربعی شامل ۶۴ واحد روی یك کاغذ شطرنجی رسم کنیم و سپس آنرا مطابق شکل ۷

۱. می‌توان این رشته‌ها را هم،که در آنها هرجمله برابر با مجموع n جملهٔ قبلی است، رشته‌های افزون‌گیرنده نام نهاد.

به‌چهارتیکه تقسیم‌کرده و ازتیکه‌های حاصل‌مستطیلی بسازیم. دیده می‌شود که مستطیل دارای ۷۵ واحد است. البته جواب این پارادکس اینست که تیکه‌های حاصله از مربع درست در امتداد قطر مستطیل قرارنمی‌گیرند و شکافی باریك، که مساحتی مساوی یك‌واحد دارد بین‌قطعات و در امتداد قطر مستطیل باقی می‌گذارند.

باید توجه داشت‌که طول پاره‌خطها در شکل ۷ جمله‌های پی درپی یك رشتهٔ **فیبوناچی** می‌باشند و حقیقت اینست‌که اگر طول پاره‌خطهای مربع تقسیم شده را طوری انتخاب‌کنیم‌که شامل جمله‌های پی درپی یك رشتهٔ افزون‌گیرنده باشد، همیشه با این پارادکس مواجه می‌شویم، با این تفاوت‌که بعضی اوقات پاره‌خطها در امتداد قطر مستطیل از هم فاصله می‌گیرند و مساحت مستطیل زیادتر می‌شود و اوقاتی دیگر، در امتداد قطر از یکدیگر تجاوز می‌کنند و بجای تولید شکاف، رویهم قرار می‌گیرند.

بالاخره پس از این بررسیها به‌این حقیقت پی می‌بریم‌که نسبت دو جملهٔ متوالی از هر رشتهٔ افزون‌گیرنده ـ به‌ترتیب متناوباً ـ یکی بزرگتر و دیگری‌کوچکتر از فی خواهد شد.

اگر در شکل ۷ بخواهیم مساحت مربع و مستطیل مساوی شوند، لازمست به‌جای انتخاب پاره‌خطهای با طول ۳ و ۵، عددهای‌کلی ۱ و a را انتخاب‌کنیم، در این صورت داریم:

$$a(۱ + ۲a) \text{ مساحت مستطیل } = (۱ + a)^۲ \text{ مساحت مربع}$$

وازآنجا نتیجه می‌شود $a^۲ - a - ۱ = ۰$ ویا $a = \varphi$.

به‌زبان دیگر، می‌توان گفت برای‌اینکه پس‌ازتقسیم مربع وتبدیل‌آن به‌مستطیل چیزی‌اضافه ویاکسر نیاوریم، تنها راه‌اینست‌که پاره‌خطهای مربع تقسیم شده، از رشتهٔ افزون‌گیرندهٔ

$$۱, \varphi, \varphi + ۱, ۲\varphi + ۱, ۳\varphi + ۲, \ldots$$

انتخاب شده باشند‌که سری مذکور را به‌صورت زیر نیز می‌توان‌نوشت: ۱، φ، $\varphi^۲$، $\varphi^۳$، $\varphi^۴$، ... واین تنها رشتهٔ افزون گیرنده‌ایست که همیشه نسبت بین دوجملهٔ پیاپی آن مقداریست ثابت و مساوی فی.

درهمین سالهای‌اخیر کتابهای زیادی دربارهٔ فی وخواص وموضوعهای مربوط به‌آن منتشرشده است‌که‌کم و بیش شبیه تربیع دایره (که به‌π مربوط می‌شود) به‌بحثهای عجیب و غریب‌کشانده شده است.

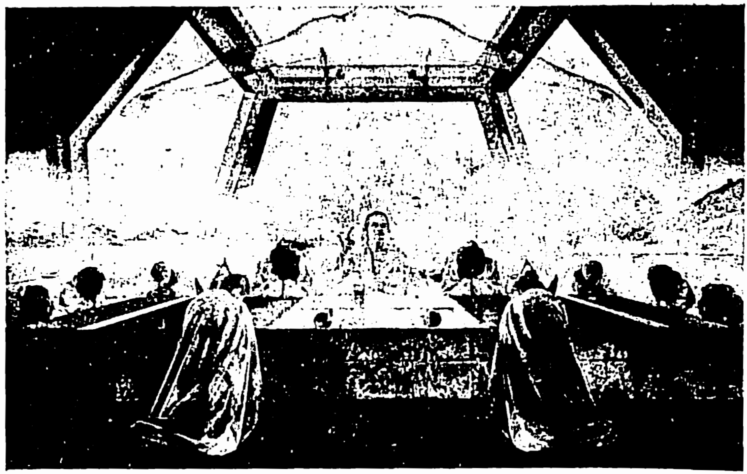
جامعترین آنهاکتاب آلمانی ۴۵۷ صفحه‌ای «برش طلایی» است‌که

توسط **آدلف تزای‌سینگ** (*Adolf Zeising*) در ۱۸۸۴ نوشته شده است. **تزای‌سینگ** خاطرنشان می‌سازد که نسبت طلائی یکی از دلپذیرترین وهنرمندانه‌ترین تقسیم‌بندیهاست و آنرا کلید فهم هنر، معماری، تشریح، گونه‌شناسی و حتی موسیقی می‌داند. ودیگر، ازکتابهای «موازین طبیعت» اثر **ساموئل کلمن** (۱۹۱۲) و «منحنیهای حیات» اثر **تئودور کوک** (۱۹۱۴) می‌توان نام برد.

برپایهٔ نظریات **تزای‌سینگ**، **گوستاو فشنر** (*Gustave Fechner*) دست به‌عملیات تجربی سختی زد. این روانشناس بزرگ آلمانی، هزاران پنجره ـ قاب عکس ـ کارت بازی ـ کتاب و هرجسم مستطیلی شکل دیگر و همچنین بعدهای هرصلیبی راکه بدستش می‌رسید، اندازه گیری کرد ومتوجه شد که نسبت بعدهای این شکلها به‌طور متوسط به‌فی نزدیك است. **فشنر** آزمایشهای زیادی به‌نحو دیگرنیزانجام داد، ازجمله بین جسمهای مستطیل شکل، زیباترین آنها را انتخاب کرد، محل اتصال صلیبهای مختلف را جا به‌جاکرد، و قشنگترین آنها را برگزید و بسیارکارهای مشابه دیگر انجام داد و مشاهده‌کرد در اکثر آنها بازهم «فی» خودنمائی می‌کند. ولی باید گفت که‌آزمایشهای اولیه‌ای که‌توسط این شخص انجام گرفت کامل وکافی نبود وکارهای بیشتری که اخیراً در این زمینه شده است، نشان داد که مردم بیشتر مستطیلهائی را می‌پسندندکه نسبت طول به‌عرض آنها بین یك و ۲ نوسان داشته باشد (بین مربع و مستطیلی‌که عرضش نصف طولش باشد).

هامبیج (*Jay Hambige*) آمریکائی‌که در۱۹۲۴ وفات یافت، کتابهای بسیاری درکاربرد هندسه و نقش «فی» در هنرـ معماری ـ لوازم منزل و سایرمسائل نوشت‌که‌گرچه‌اتفاقاً نقاشان و معماران مشهوری بعداز او نسبت طلائی را به‌عمد درکارهای خود رعایت می‌کردند، ولی امروزه کاراوکمترمورد توجه قرارگرفته است. مثلاً **ژرژبیلو** (*George Bellow*) اغلب نسبت طلائی را در طرح و ترکیب نقاشیهایش به‌کار می‌گماشت. تابلو **سالوادر دالی** (*Salvador Dali*) به‌نام سوگند آخرین شام که در گالری هنر ملی واشنگتن موجود است در یك مستطیل طلائی نقاشی‌شده و در موقعیت تصاویر آن مستطیلهای طلائی دیگری به‌کار رفته است، از جمله جزئی از یك دوازده وجهی عظیم معلق در بالای تابلو دیده می‌شود.

فرانك لونك (*Frank A. Lonc*) از نیویورك نظریات چشمگیری دربارهٔ «فی» ارائه داده است. جزوات لونك و همچنین خط‌کش محاسبه‌ای که دارای فی بود و آلمانها ساخته بودند، قاعدتاً باید از افکار «انجمن



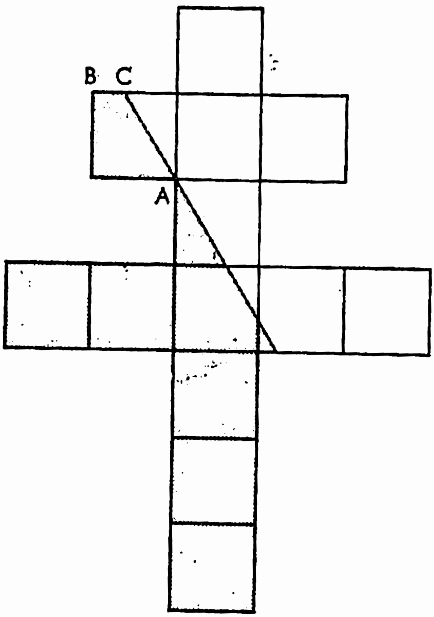
سوگند آخرین شام
اثر سالوادردالی در گالری هنر ملی واشنگتن

پیشرو» تیفانی ثایر (*Tiffany Thayer*) بهره‌گرفته باشند. این انجمن پس از مرگ ثایر در ۱۹۵۹ دیگر ادامه پیدا نکرد. لونک یکی از نظریات مورد علاقه **تزای سینگ** را آزمایش و مورد تأیید قرار داد. او نسبت قد ۶۴ زن را به‌ارتفاع ناف آنها محاسبه‌کرد و به‌طور متوسط عدد + ۱/۶۱۸ را به‌دست آورد و این عدد را **نسبت ثابت لونک** نام‌گذاشت. **لونک** می‌نویسد: «اشخاصی‌که اندازه‌های آنها با این نسبت وفق ندهد، یا عیب و نقصی درپائین تنه خود دارند ویا اتفاقاتی درکودکی باعث تغییرشکل پائین تنه آنها شده است». **لونک** کار مهم دیگری نیز انجام داد، بدین معنی‌که اولاً اجزای اعشاری پی راکه معمولاً مساوی ... ۳/۱۴۱۵۹ می‌دانند، درست ندانست وآنرابا دقت بیشتری به‌طریق زیرمحاسبه‌کرد: پس‌ازمجذور کردن «فی» آنرا در ۶ ضرب و سپس به‌۵ تقسیم‌کرد و عدد زیررا برای پی بدست آورد: ۳/۱۴۱۶۴۰۷۸۶۴۶۲۰۵۵۰.

نظریهٔ ارتفاع ناف **تزای سینگ** دربسیاری ازکتابها مورد بحث قرار گرفته‌است. ازجمله درکتابی به‌نام «هندسهٔ هنروزندگی»که توسط **ماتیلاقیکا** (*Matila Ghyka*) تحریر و در ۱۹۴۶ منتشر شد، چنین می‌خوانیم «با اندازه‌گیری نسبت‌اعضاء بدن تعداد زیادی زن ومرد می‌توان نسبت متوسط

۱/۶۱۸ را به‌دست آورد». در حالیکه به‌همین سادگی نمی‌توان ازاین موضوع گذشت. چه دسته‌ای را می‌توان برای حصول این نسبت انتخاب کرد؟ مردم نیویورك یا شانگهای ویا همه مردم دنیا؟ مسلم است‌که ترکیب اندام مردم دنیا ویا حتی یك منطقهٔ کوچکی ازجهان نمی تواند یکی باشد. این مثل اینست‌که بخواهیم نسبت متوسط بال پرندگان را به‌طول پای آنها بدست آوریم. چه پرنده‌ای؟

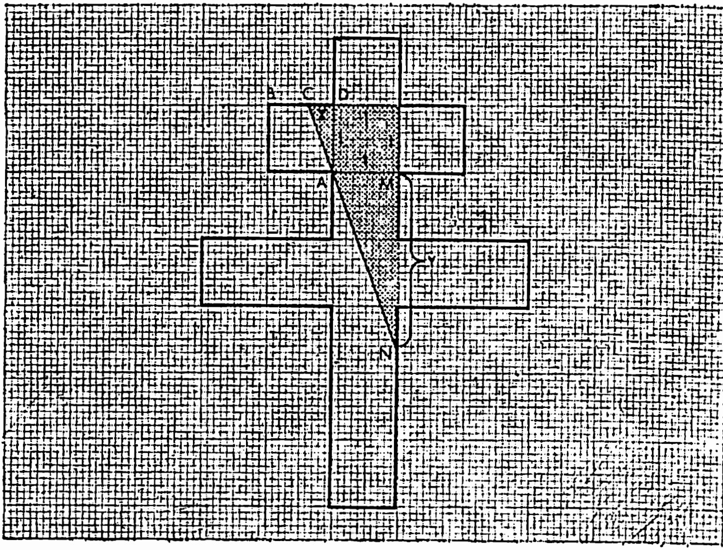
کنت‌والترز (*Kenneth Walters*) و جمعی از دوستانش در **سیاتل** (*Seattle*) ارتفاع ناف تعدادی اززنهایشانرا اندازه‌گرفتند و با مقایسه قد آنها، نسبت متوسط ۱/۶۶۷ را به‌دست آوردند، که اندکی بیشتر از عدد ۱/۶۱۸ **لونك** بود. (از آنجائیکه «فی» در انگلیسی به‌معنای وفاداری نیز هست، با توجه به‌هر دومعنای فی.) **والتر** می‌نویسد «باید به‌این‌نکتهٔ مهم توجه‌کنیم‌که **فی عالی** زنهای ما توسط شوهران شخصی و ملاحظه‌کارشان



شکل ۸

اندازه‌گیری شده وجای توصیه است‌که آقای لونك به‌جای معماری ناف،

روی چیزهای دیگری به‌مطالعه می‌پرداخت.»
سرانجام می‌خواهیم باطرح یك مسأله شیرین بحث رابه‌پایان برسانیم.



شکل ۹

این مسأله هم مربوط می‌شود به‌فن وهم به‌علامت مشهور **شارل دوگل** علامت گلیستها عبارتست از دو صلیب با یك پایه‌که درشکل ۸ با ترکیب ۱۳ مربع نمایش داده شده است. حال می‌خواهیم از نقطهٔ A خط مستقیمی چنان عبوردهیم که مساحت صلیب را نصف کند و سپس طول صحیح BC را به‌دست آوریم. البته خط مفروض درشکل ۸ عمداً در محل خودش کشیده نشده تا جوینده خودش محل صحیح آنرا به‌دست‌آورد. بهتر است روی‌این مسأله فکر شود و پس از حل آن به‌راه‌حلهای زیر نیز توجه شود.

مسألهٔ تقسیم صلیب گلیستها را می‌توان از راه جبر به‌صورت زیر حل کرد:

اگر در شکل ۹ طول CD را x و طول MN را y و ضلع مربع را واحد بگیریم و اگر قرار باشد خط مورب CN، صلیب را دو نصف کند بایستی مساحت مثلث هاشور خورده مساوی $\frac{1}{2}$ ۲ واحد مربع باشد و از آنجا می‌توان نوشت:

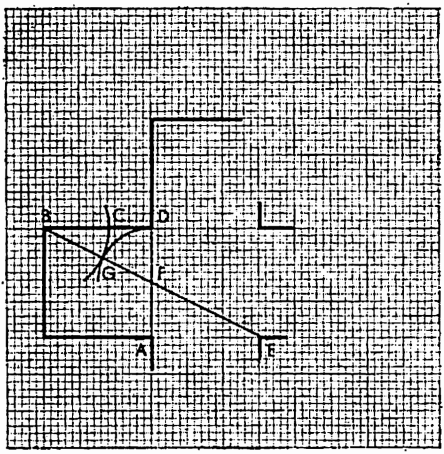
$$(x+۱)(y+۱)=۵$$

و همچنین چون دومثلث ACD و AMN متشابهند داریم $\frac{x}{۱}=\frac{۱}{y}$. ازدو

معادلهٔ بالا نتیجه می‌شود: $$x=\frac{۱}{۲}(۳-\sqrt{۵})$$

و از آنجا طول BC مساوی می‌شود با $\frac{۱}{۲}(\sqrt{۵}-۱)$ و یا $+۰/۶۱۸$ که

مساوی $\frac{۱}{\varphi}$ یعنی عکس فی می‌باشد. به‌عبارت دیگر BC به‌وسیلهٔ C به‌نسبت طلائی تقسیم می‌شود. ضلع مربع پائین نیز به‌وسیلهٔ انتهای همین خط مورب به‌نسبت طلائی تقسیم می‌شود و خط مورب دارای طولی مساوی $\sqrt{۱۵}$ خواهد بود.



شکل ۱۵

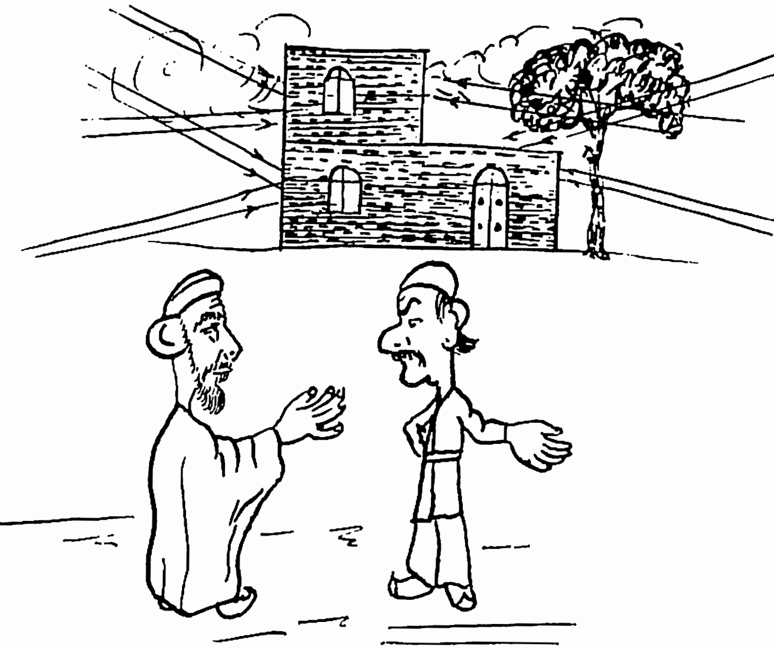
نقطهٔ C را ازراه ترسیم می‌توان به‌طریقه‌های مختلف بدست آورد. همهٔ آنها به‌قضایای اقلیدسی ارتباط پیدا می‌کند، یکی از آنها بدین نحو است که مطابق شکل ۱۰ خط BE را رسم می‌کنیم تا خط AD را درنقطهٔ F نصف کند ودرنتیجه DF مساوی نصف BD خواهد شد. به‌مرکز F و شعاع DF قوسی رسم می‌کنیم تا BF را در نقطهٔ G قطع کند. به‌مرکز B وشعاع BG قوس دیگری رسم می‌کنیم تا BD را در نقطه‌ای مانند C قطع کند.

این نقطهٔ C همانست که خط BD را به‌نسبت طلائی تقسیم کرده است.

راه دیگر تقسیم که خیای ساده‌تر است، بدین طریق عمل شده‌که نیمدایره‌ای رسم می‌کنیم که یك سر آن در نقطهٔ A شکل ۹ و سر دیگر آن درست سه واحد مربع زیر A قرارگیرد. این نیمدایره ضلع سمت راست پایهٔ صلیب را در نقطهٔ N قطع خواهدکرد. امتداد AN خط BD را درنقطهٔ C به‌نسبت طلائی قطع خواهدکرد.

ترجمهٔ هرمز شهریاری

خانه در بینهایت



ملانصرالدین خانه‌ای بسیارارزان دربینهایت خرید. روزی دوستی را به‌خانه می‌بردکه ناگاه صداهای‌غریبی ازخانه بلندشد. دوستش به‌وحشت افتاد و گفت: چه خبر است؟ من به‌خانهٔ تو نمی‌آیم.

ملا جواب داد : نترس ! فقط چند خط موازی یکدیگر را ملاقات می‌کنند.

سید جلال‌الدین تهرانی

خلیل‌بن ابی‌بکر آملی

خلیل‌بن ابی‌بکربن خلیل آملی از علماء رصداست که در شهر یزد رصد نموده و نویسنده از حال او اطلاعی نداشت تا آنکه تاریخ جعفری، که مختصر تاریخ یزد است، تالیف جعفربن محمدبن حسن معروف به‌جعفری، را از آقای سردار فاتح بختیاری برای مطالعه گرفتم. در آن کتاب نوشته است که به‌سال ۷۲۵ هجری مدرسه رکنیه را رکن‌الدین قاضی، که خسروسادات زمان خودبود، بنا کرد و در مقابل مدرسه دو منار بنا نمود که: «دومنار کوچك بردو طرف او منبی شد و بر سر یکی مرغ روئین نهاده که چون آفتاب طالع می‌شود، آن مرغ روبه‌آفتاب می‌کند و هرچند که آفتاب برمی‌آید او روی به‌آفتاب دارد برآن جانب؛ و در میان رصد چرخی چوبین منقش نهاده و به‌سیصد وشصت قسمت کرده و هر قسمتی درجهٔ ساخته و محل آفتاب هرروز در درجهٔ می‌نماید که آفتاب در کدام درجه است؛ و دوازده برج نموده و درجات در حروف ابجد نهاده؛ و در هر دایرهٔ که چهار گوشهٔ چرخها نهاده سی‌خانه ساخته و ماه ترکی و عربی و فارسی و رومی نموده که هر روز معلوم شود که چند از ماه گذشته؛ و بر بالای چرخ دایرهٔ کشیده در موضع قمر، هر روز در هر منزل که باشد از شرطین و بطین و ثریا و دبران و هقعه و هنعه و ذراع و نثره و تارشاء بطن‌الحوت نموده و سی‌دایره برگرد دائرهٔ قمر نهاده که هریك روز از ماه بگذرد دایرهٔ سفید سیاه شود تا آخر ماه؛ و دوازده خانه به‌یمین و دوازده خانه به‌یسار چرخ ساز داده که دوازده خانهٔ یمین هریك ساعت کـه میگذرد از دریچهٔ که در تحت او ساخته مرغی روئین سربیرون کندو مهرهٔ از دهن برطاس که به‌زیر آن دریچه نهاده است بیندازد و آن چرخ به‌گردش درآید و یك تخته از آن دوازده‌گانهٔ یمین رصد سیاه شود ساعتی گذشته باشد؛ و در وقت صبح و پیشین و پسین و شام و خفتن چون مرغ مهره در آن طاس اندازد، آن چرخ به‌گردش درآید و در اندرون رصد طبل زده شود و به‌بالای آن مناره علمی ظاهر شود و طبل زده شود و بر بالای علم فرو شود و آواز باز نشیند؛ و بربالای دائرهٔ قمر دائرهٔ خمسهٔ متحیره باشد و منسوبات هر روز به‌آن کواکب نموده و اسامی روزها نوشته؛ و در آن رصد تنورهٔ مسین پرآب می‌کنند و لنگری به‌زنجیر آویخته بر روی آب و به‌طریق اسطرلاب در پایین آن تنوره نهاده و از عضادهٔ او آبی بیرون می‌آید و در چاه می‌رود و هرچند آن آب کم می‌شود آن لنگر فرو می‌رود و قریب صد و پنجاه طناب هریـك را لنگری چوبین برآن متصل کرده آویخته به‌آن لنگر حرکت می‌کند و تمام رصد برآن عمل می‌کند؛ و آن دوازده خانهٔ که برابر دوازده ساعت روز و شب در سوراخ کرده و هرشب هرساعت چراغی نهاده می‌شود و هرساعتی که از شب می‌گذرد چراغی باز نشانده می‌شود؛ و مصنف این رصد مولانا خلیل‌بن ابی‌بکر آملی است؛ و در پائین چرخ پنجرهٔ کشیده و به‌معقلی درهم نشانده...»

معلوم شد که خلیل‌بن‌ابی‌بکر آملی در سال ۷۲۵ هجری و چندی بعد حیات داشته است و در تاریخ جعفری تا سال ۸۴۵ کلیات تاریخ یزد ضبط شده.

از گاهنامهٔ ۱۳۱۱ صفحهٔ ۱۴۳ ــ ۱۴۵

دکتر محسن هشترودی در سیزدهم شهریور ۲۵۳۵ در تهران بدرود حیات گفت. همه او را می‌شناسند و از زندگی، آثار انسانیت او آگاهند. به‌همین مناسبت بهتر دیدیم که به‌جای تکرار گفته‌ها، نوشته‌ای از استاد را دراینجا چاپ کنیم تا راهی برای تجدید عهد دانش‌پژوهان با استاد خود باشد.

اندیشه‌هایی در بارهٔ دانش وصنعت وهنر آینده وکاربرد ریاضیات در آنها

مقاله‌ای که می‌خوانید سخنرانی چاپ نشده‌ای از استاد فقید دکتر محسن هشترودی است، که نه‌تنها وسعت ذهن و اندیشهٔ این مرد بزرگ را نشان می‌دهد، بلکه به‌خواننده هم یك چنین وسعت تخیلی را القا می‌کند و فکر او را به‌پرواز در فراخنای آینده فرا می‌خواند.

خاصهٔ قرن بیستم تنها مسئلهٔ ایجاد دستگاههای مجرد علمی وبخصوص ریاضی نیست، بلکه کم شدن فاصلهٔ عمل است از طرح نظری که ریخته می‌شود. شاید خیلی از امور نظری طرحش در قرون گذشته هم ریخته‌شده است، فی‌المثل از خود ریاضی مجرد صحبت کنیم. از چهار صد سال پیش تابحال اعداد ۴ برگی، هیئت اعداد چند برگی، دستگاه محاسبات اعداد موهومی، شبکه‌های الکتریکی و امثال اینها را خیلی وقت پیش به‌طور نظری طرح کرده بودند و بعضی از آنها را در مرحلهٔ عمل هم استفاده می‌کردند، ولی بقیه همان‌طور به‌صورت امری نظری و مجرد باقیمانده است.

در قرن بیستم توانسته‌اند مدلهای ریاضی علوم مختلف و بخصوص علوم انسانی‌را به‌مرحلهٔ عمل درآورند. یعنی دیگر یك طرح ریاضی مجرد نیست که به‌صورت یك علم مجرد مورد بحث قرار گیرد. فی‌المثل مهندسی برق را در نظر بگیریم، به‌علت طرحهای ریاضی که ریخته‌اند، امری که برای مهندسی برق صورت گرفته است، بکلی با امور مهندسی سی وچهل سال پیش فرق کرده است. فرض بفرمایید درسی سال قبل اگر شهری وسعت پیدامی‌کرد ــ و این فرقی نمی‌کند برای سایر شبکه‌ها و مثلا لوله‌کشی ــ کمپانی برق و یا شهرداری شهر نمی‌توانست تعهد کند که برق شهر را بطور کامل تعیین کند، مگر اینکه گسترش شهر بطور متقارن انجام گیرد، یعنی اینکه از شمال و جنوب و شرق و غرب کیفیت توسعه یافتن شهر برحسب نقشهٔ معینی باشد که تقارن شهر را برهم نزند. زیرا در شبکهٔ برق وقتی سیمها بهم تقاطع پیدا می‌کنند، نقاطی پیدا می‌شود که پتانسیل صفر می‌گردد و از آنجا دیگر نمی‌توان برق گرفت. معمولا در این مواقع ترانسفورماتور به‌کار می‌برند و در خیلی از منازل و کارخانه‌ها ترانسفورماتور وجود دارد و یخچال و تمام وسایل الکتریکی در تمام روز ممکن است مجبور شوند با استفاده از ترانسفورماتور کار کنند. زیرا که پتانسیل پایین می‌افتد. شك نیست که معمولا نصب ترانسفورماتورها خرج زیادی دارد و پیش‌بینی آن نیز خیلی مشکل است. ولی امروزه طرح ریاضی مسئله را بکلی حل کرده است.

در تئوری گرافها که مدل ریاضی این شبکه بندی است، در شبکه‌بندی که اصطلاحاً Clanner خوانده می‌شوددیگر احتیاجی‌به‌وجودترانسفورماتور نیست. اگر شبکه‌بندی Clanner نشد می‌دانند که ترانسفورماتور لازم‌است.

در ۳۰ سال پیش هیچ مهندسی نمی‌توانست تکلیف قطعی و معین شبکه‌بندی برق یك شهر را به‌این ترتیب معلوم کند. اساس این مسئله همانطور که قبلا گفته شد کم شدن فاصله بین ایجاد سیستم عملی در مقابل طرح نظری است که در مدل ریاضی برای یك فنومن ریخته شده است. نکتهٔ مهم در تکنولوژی قرن بیستم این مسئله است. مضافاً به‌اینکه البته پیشرفت‌ریاضیات مجرد بعد از نظریهٔ جدیدیست که در ریاضیات از کانتور به‌بعد وضع شد که بموجب آن خیلی از علوم راکه به‌وسیلهٔ ریاضیات قابل تحلیل نبودند با ریاضیات جدید می‌توانند تحلیل کنند. من‌باب مثال علم جدیدی که اغلب تحقیقات فضایی یا تحقیقات صنعتی از نظر ساختمان موتورهای مختلف را شامل می‌شود برروی دوتئوری جدید است که هر دو در قرن بیستم، و عجیب اینکه هردو در امریکا، وضع شده‌اند، یکی مسئلهٔ نظریهٔ سیبرنتیك که با نوربرت‌ویمر در سی‌سال پیش شروع شد و سرانجام به‌ساختمان ماشینهای خودکار انجامید و کامپیوترهایی که بیشتر اعمال حساب مغز انسانی را به‌سرعت و با دقت بیشتر و تقریباً بدون اشتباه انجام می‌دهد. و دوم مسئله‌ایست که به‌عنوان نظریهٔ آگاهی معروف است (تئوری انفورماسیون)، که آنهم به‌کیفیت دیگری اشکال و اشتباهاتی را که در کاربرد ماشین پیش می‌آید، پیش‌بینی و جلوگیری می‌کند. این هردو نظریه در قرن بیستم تأسیس شده و با اینکه شاید اساس مجرد این مسایل در قرن نوزدهم شناخته شده بود، ولی نه‌لباس ریاضی کامل به‌اندام این دو نظریه پوشانیده شده بود و نه‌طرح عملی به‌کاربردن آنها در تکنیك شناخته شده بود. و این هردو امر در قرن بیستم انجام گرفت. به‌عنوان‌شاهد مثال از یك مجلهٔ آمریکایی نقل می‌کنم که دستگاهی اختراع شده که با تلویزیون سیاه و سفید معمولی می‌تواند در فرستنده الوانی ایجاد کند و به‌صورتی آن‌را در صفحهٔ تلویزیون منعکس کند که چشم بیننده آن‌را احساس کند. حتی در آخر مقاله ذکر شده که احتیاج به‌چشم هم نیست و نابینا هم می‌تواند القاء رنگ را بپذیرد و آن دستگاه تلویزیون القاء رنگی می‌کند و رنگهای جدیدی به‌وجود می‌آید که به‌قول نویسندهٔ مقاله گویی چشم را و مغز انسان را گول می‌زند به‌طوری‌که درك رنگ می‌کند.

البته اساس مسئله را می‌دانید، اعصاب حسی چشم انسان با سه‌ارتعاش اساسی تحت نظریهٔ هلمهولتز که به‌اسم نظریهٔ الوان معروف است، به‌نسبتی ترکیب می‌شود و آن هفت‌رنگ معروف طیف تجزیهٔ نور سفید آفتاب را در مغز تمیز می‌دهد. یعنی این عصب حساس به‌وسیلهٔ ارتعاش مخصوصی

که مربوط به‌رنگ قرمز است و به‌طول موج مخصوصی تعلق می‌گیرد، احساس رنگ قرمز می‌کند یا وقتی این ارتعاش به‌وجود آید حس رنگ زرد می‌کند. رنگهایی که دیده می‌شود در طیف نور سفید، قرمز و بنفش است. می‌خواهم اصول این مطلب را عرض کنم که با لباس ریاضی ایجاد می‌شود. پروسسوس آن‌را بهیچ‌وجه نمی‌دانیم و در مقاله نیز بهیچوجه دربارهٔ آن صحبت نشده و اساساً راز تکنیکی امر به‌این زودی مورداطلاع عامه قرار نخواهد گرفت، تا درست عامه‌پذیر شود تا هر کس بتواند اسباب را بخرد آن‌زمان البته آشکار خواهد شد. ارتعاشاتی که بین رنگ قرمز و رنگ بنفش وجود دارد هرنوری ارتعاش خاصی دارد. این ارتعاشات را چشم درک می‌کند. اگر تعداد این ارتعاشات الکترومغناطیسی ازارتعاش مربوط به‌نور قرمز کمتر شد یا از بنفش بیشتر شد، در این صورت چشم آن را درک نمی‌کند و علی‌الظاهر برای انسان مثل اینست که حسی وجود ندارد، همچنانکه ارتعاشات مادی بین ۳۰ و ۳۵ هزار را گوش‌درک‌می‌کند که ما آنها را امواج صوتی می‌گوییم. بالاتر از ۳۵ هزار را ماوراء صوت (اولترافون) می‌نامیم که به‌وسیلهٔ اسبابهای الکترومغناطیسی انسان‌می‌تواند به‌وجود آنها پی ببرد و در بدنش حسی برای درک آنها ندارد و نیز ارتعاشات کمتر از ۳۰ هزار را هم درک نمی‌کند.

غرض آنها آشنایی بین انسان و دنیای خارج به‌وسیلهٔ دریافت حسی است. موجهای الکترومغناطیسی، موجهای مادی، موجهای‌ارتعاشات‌مختلف، حس رنگ، حس حرارت، حتی حس بو و یا طعم، حس خشونت و نرمی اجسام تمام با درک این ارتعاشات است که از سلسلهٔ بیرونی اعصاب‌به‌وسیلهٔ اعصاب منتقل کننده به‌مغز نقل می‌شود و در مغز این حس تبدیل به‌رنگ یا صوت یا فنومنی می‌شود که در خارج مورد مطالعه است. در طبیعت، آن هفت رنگی که ما در طیف تشخیص می‌دهیم قاعدتاً باید دارای‌پیوستگی باشند. یعنی مثلا نمی‌شود گفت که فرض بفرمایید ۲۰ میلیون است برای قرمز، ۲۵ میلیون است برای زرد و سرانجام ۷۰ میلیون برای بنفش‌است. مسلماً ارتعاشات وسطی هم بین اینها وجود دارد. کمتر از قرمز و بیشتر از بنفش روی چشم درک نمی‌شود. ولی بین کمترین ارتعاش یعنی رنگ قرمز و بیشترین ارتعاش که مربوط به‌بنفش است رنگهای دیگری وجود دارد که ارتعاش آنها بین این دو است. نقاش هم همین کار را می‌کند، با آن هفت رنگ اصلی رنگهای ترکیبی دیگری می‌سازد و با آن نقاشی می‌کند و محصل مدرسه‌ای کمابیش با این مسئله آشناست و می‌تواندرنگها

را بهم بزنند، به‌سبز قدری زرد بیفزاید سبز روشنتر و قدری آبی اضافه کند سبز تیره‌تر به‌دست می‌آورد. انسان از کودکی با این دایرهٔ الوان آشناست. ولی اگر این عمل آمیزش رنگ یك عمل مکانیکی محض است در طبیعت و برای احساس چشم باید ارتعاش مربوط به‌رنگ را ایجاد کرد. البته در رنگی که روی کاغذ می‌زنیم نور سفید می‌تابد و آن‌رنگی را که ما احساس می‌کنیم منعکس می‌شود، ماده آن ارتعاش مخصوص را ایجاد می‌کند و چشم آن‌را درك می‌کند. آیا این هنرمندان و این دانشمندان این ارتعاش را چگونه در دستگاه تلویزیون به‌وجودآورده‌اند که چشم به‌وسیلهٔ امواج الکترومغناطیسی که دومرتبه به‌موج ارتعاش‌نوری بدل می‌شود، رنگ را حس می‌کند؟ رنگی را که در طبیعت و به‌وسیلهٔ تجزیه طیفی نتوانسته است با اسبابهای فیزیکی اندازه‌گیری کند و به‌همین دلیل هم هست که چشم را و یا سرانجام مغز را گول می‌زند. مقالهٔ بعد می‌گوید که چشم بینا هم لازم نیست. اگر اعصاب بتواند این حس را بگیرد و از راه چشم دریافت کند و یا به‌وسیله‌ای دیگر به مغز منتقل‌شود بازهم آن رنگ را درك خواهد کرد. رنگ مصنوعی و دروغی، گول زدن به‌این معنی است. زیرا که این رنگ دروغیست و اینکه‌درطبیعت‌وجود داشته باشد نیست.

همانطور که قبلا گفته‌شد این مطلب در مقاله‌ای عنوان شده ولی راز تکنیکی آن بیان نشده بود. چندی پیش فیلمی را نمایش دادند به‌نام راز کیهان که از روی کتاب ۲۰۰۱ نوشتهٔ آرتور ــ سی کلارك، یکی از فیزیك‌دانها و دانشمندانی که رمانهای فضایی می‌نویسند و بیشتر درآمریکا و انگلستان و حتی در شوروی هستند، تهیه شده بود. موزیك این فیلم معروف بود که با کیفیت خاصی به‌وسیلهٔ یك دستگاه الکترونیك درست شده و درهم ریخته بود. من این موزیك را گوش می‌کردم و چون‌کتاب را قبلا خوانده بودم موزیك درست القاء کنندهٔ داستانی بود که در فصول مختلف رمان بحث می‌شد و با گوش کردن موزیك تمام آن مطالب را حس می‌کردم، ولی آن‌را نمی‌دیدم. یعنی اعصاب خاصهٔ گوش من‌ارتعاشات صوتی را در انتقال به‌مغز با یك نوع کدبندی خاصی متقارن می‌کرد که گویی اعصاب بینایی را تحریك می‌کند و تصاویر را در مغز من منعکس می‌سازد و مرکز اپتیك تصاویر را می‌گیرد. چنین‌کاری قبلا شده بود که البته در اینجا کار خیلی دقیقتر است. زیرا که تلویزیون و رادیو دارای امواج بسیارکوتاه است، امواج غالباً میلیمتری که دارای ارتعاشات

زیاد و طول موجهای کوتاه است. همانطور که قبلا گفته شد کیفیت ساخت این دستگاه بکلی نو است و هنوز عامه‌گیر نشده است.

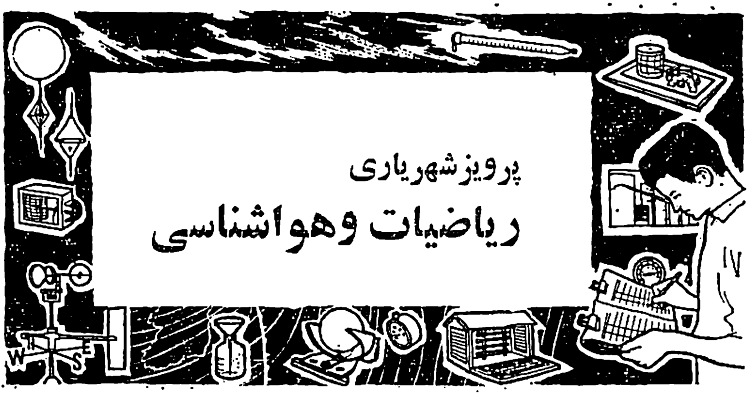
ملاحظه‌می‌فرمایید که در قرن بیستم تکنولوژی به‌مقامی رسیده که امور ممتنع را ممکن ساخته و بعضی از امور محال را در حیطهٔ قدرت انسان آورده است. تنها این یك مسئله نیست بلکه یك نوع هشداریست که به‌انسان می‌دهد که گویی دورهٔ تکنولوژی مکانیکی انسان دارد سپری می‌شود. بی‌شك در همین سالهای باقیمانده از هزارهٔ دوم که برای هزارهٔ سوم مقدمه است و انسان را برای پذیرش هزاره سوم آماده می‌کند، هنرها و تکنولوژی جدیدی زاده خواهد شد که برای ما قابل تصور نیست.

یکی از مسایلی که انسان آینده با آن مواجه است مسئله ازدیاد نفوس است و اینکه افزایش جمعیت جای اسکان می‌خواهد. طبیعتاً مجبورند مزارع را از بین ببرند و کارخانه بسازند. از طرفی مزارع را نمی‌شود از بین برد. چون بهر کیفیتی که باشد انسان برای تغذیهٔ خودش وحیوانات عالی به‌نباتات محتاج است و انرژی حیاتی که از اشعهٔ آفتاب گرفته می‌شود به‌وسیلهٔ تبدیل کلروفیل به‌نبات ایجاد می‌گردد. هنوز انسان راز این تبدیل را نمی‌شناسد ولی بی‌شك روزی که در پی حل مسئلهٔ ازدیاد نفوس برآمد باید کاری کند که به‌مزارع احتیاج زیادی نداشته باشد. یعنی از گیاه مستغنی بشود. بنابراین راز تبدیل کلروفیل را باید کشف کند. و مسلماً در هزاره سوم انسان این راز را کشف خواهد کرد.

وقتی این مسئله کشف شد مثل عنکبوت این کار را مستقیماً انجام خواهد داد. در شرایط کنونی، این یك راز است. ولی وقتی انسان این راز را کشف کرد می‌تواند عضلاتی به‌وجود آورد که اشعهٔ حیاتی آفتاب را بگیرند و فی‌المثل به‌انرژی مکانیکی بدل کنند. موتورها بی به‌وجود خواهد آمد به‌صورت موتورهای حیاتی که حجم آنها خیلی‌کمتر از موتورهای مکانیکی و قدرت آنها خیلی بیشتر است. بدن انسان‌ماشینی است که گویا راندمان آن $\frac{۱}{۶}$ است (درست خاطرم نیست)، درحالی که راندمان کاملترین ماشینهای مکانیکی بیش از $\frac{۱}{۸}$ نیست. یعنی اینکه هنوز کاملترین ماشینها، بدن انسان و بدن حیوانات عالی است. وقتی انسان راز تبدیل کلروفیل را بداند موتورهای حیاتی خواهد ساخت که خیلی سبکتر و پرکارتر و پرمایه‌تر از موتورهای مکانیکی خواهد بود، یعنی هزارهٔ سوم هزارهٔ تکنولوژی بیولوژیك است و تمدن بیولوژیك به‌وجود

خواهد آمد. به‌گمان من شاید چهل یا پنجاه سال دیگر و یا حداکثر صد سال دیگر دوران تکنولوژی مکانیکی سرخواهد آمد و تکنولوژی آینده قطعاً تکنولوژی بیولوژیك است. هنرهم به‌همین‌کیفیت عرضه خواهد شد. زیرا که اکنون هنر اشکال است و الوان است و الحان. موسیقی با الحان ترکیبات می‌کند و نقاشی با الوان مختلف و مجسمه‌سازی و پیکرتراشی و ساختمان و معماری با اشکال. مسلماً در هزارهٔ سوم هنری به‌وجودخواهد آمد که با بوها و عطرها این کار را خواهد کرد. یعنی همان‌طور که ما هارمونی رنگها را با هارمونی شکلها ترکیب می‌کنیم و هنرکلاسیك به‌وجود می‌آوریم، و یا هارمونی اصوات را به‌وسیلهٔ موسیقی به‌صورت اثری هنری جلوه‌گر می‌سازیم، هنری روی هارمونی عطرها و بوها درست خواهد شد که من نمی‌توانم تصورش را بکنم که چه‌جور است. هارمونی برای عطرها و بوها درست خواهد شد که با پخش عطرها القائاتی برای بیننده یا بوینده به‌وجود خواهد آورد. همان‌طور که با صحنهٔ تئاتر یا تابلو القای اندیشه‌هایی برای هنر نقاشی و مجسمه‌سازی و تئاتر می‌کنیم، این کار با بوها انجام خواهد شد. چنانکه دستگاه سیبرنتیك که قبلا گفته شد یکی از همین امور است. کاملترین موتورهای خودکار، نه‌تنها خودکار، بلکه موتور«خود تعیین»، بدن‌حیوانات وانسان است. چنانچه‌هوا سرد شود حیوانات به‌خواب زمستانی می‌روند و برعکس وقتی هوا گرم شود بیدار می‌شوند. یعنی خود را با محیط وفق می‌دهند و قلب آنها وبدن آنها و کلیهٔ آنها با محیط هماهنگ می‌شود. انسان هم همینطور است، منتها انسان در این شرایط تصرف کرده است، زمستان خواب نمی‌شود. هوا که سرد شد درها را می‌بندد و بخاری روشن می‌کند و به‌این ترتیب طبیعت را با خودش وفق می‌دهد. یعنی این هماهنگی به‌آن صورت ازبین رفته است. راز این هماهنگی را نوربرت وینر پیدا کرده و سیبرنتیك را ایجاد کرده است.

در آینده هم همین امور و همین تکنیکهاست که تکامل پیدا خواهد کرد. هزارهٔ سوم هزارهٔ تکنیك بیولوژیك است و هنرهایی از نوع دیگر و شاید یك نوع هنر بیولوژیك پیدا خواهد شد.



پرویز شهریاری

ریاضیات و هواشناسی

گفت انوری که در اثر بادهای سخت
ویران شود عمارت و کاخ سکندری
در روز حکم او نوزیده است هیچ باد
یا مرسل‌الریاح، تو دانی و انوری

افسانه‌ای می‌گوید: بادها در ابتدا، در جزیرهٔ گمنام و دوردستی، زندگی می‌کردند، ناخدایی، روح خود را به‌اهریمن فروخت و به‌جای آن نیروئی به‌دست‌آورد که توانست بادها را به‌اسارت خود درآورد و بر آنها فرمان براند.

ولی، یك روز، کشتی این ناخدا به‌صخره خورد و متلاشی شد و همهٔ کسانی که در آن بودند، غرق شدند. وقتی که ناخدا مرد، باد ها هم که زندانی ناخدا بودند آزاد شدند؛ منتهی جزیرهٔ خود را گم کردند. از آنروز بود که بادها و طوفانها، فرمانروای اقیانوسها شدند و کشتیها هم از آن پس، به‌جای پارو، به‌کمك بادبانها به‌حرکت درآمدند.

وقتی که آدمی نتواند سرچشمهٔ نیروهای طبیعت را بشناسد، به‌افسانه و تخیل پناه می‌برد؛ و چون خود نمی‌تواند برآنها مسلط شود، قدرت را درجائی دیگر و در نیروهای ناشناختدای که گویا برطبیعت حاکم است، جستجو می‌کند. ترس، بیش از هرچیز ناشی از جهل است و طبیعی است که بشر دربرابر این نیروهای فوق طبیعی، که برهمهٔ عاملهای طبیعی‌فرمان می‌رانند، دچار ترس و نگرانی شود و در تلاش آن باشد که آنهارانرنجاند و با قربانی و نیاز، رضایت آنها را جلب کند.

گاهی خود نیروهای سهمگین طبیعت، به‌صورت خدا درمی‌آیند و گاهی ابزار کار خدایانی مجرد و ناشناخته می‌شوند و در هرحال چاره‌ای

جز این نمی‌ماند که در برابر آنها تسلیم محض بود و به‌زاری و تضرع پرداخت.

ولی، تجربه و زندگی به‌یاری انسان آمد، به‌تدریج بین بعضی از پدیده‌های طبیعی، بستگیهایی پیدا کرد و یادگرفت تا از پیش‌آمدی، به پیش‌آمدی دیگر پی‌ببرد. منتهی، این بستگیها، ناپایدار و زودگذر بود و خیلی زود به‌تناقض کشیده می‌شد و راه حل این تناقضها هم، جز باقبول دخالت همان نیروهای فوق طبیعی ممکن نبود. با همهٔ اینها، بعضی اعتقادات (اگرچه خلاف آنها به‌کرات دیده می‌شد) قوت می‌گرفت‌وبه‌رنگ مذهبی درمی‌آمد:

ـ روز سیزده عید، همیشه بارانی و طوفانی است.

ـ اگر در روز دهم ژوئیه باران ببارد، تا شش هفته ادامه خواهد داشت.

ـ هوا در روز جمعه هر وضعی داشته باشد، روز یکشنبه هم همان وضع را خواهد داشت.

با اینگونه اعتقادها، که هنوز هم وجود دارد، به‌سختی می‌توان جنگید. آدمی، از طرفی کنجکاو و در آرزوی شناخت ناشناخته‌هاست و از طرف دیگر به‌آنچه که به‌نظرش جالب و نامتعارف باشد، دل می‌بندد. ضمناً، مردم به‌صورت جمعی خود، نمی‌توانند با اندیشهٔ علمی داوری کنند و مثلا با روش آمار ریاضی، درصد نادرستی یا درستی اعتقاد خود را بیازمایند. بسیاری از پیروان مسیح هنوز هم معتقدند که «خورشید درروز اول عید پاك، جست و خیز و بازی می‌کند». البته، گاهی این امر، واقعاً هم دیده می‌شود و علت آن جریانهای فورانی صعودی هوای مرطوب‌است. ولی، همهٔ مردم به‌این فکر نیستند که آمار چنین واقعه‌ای را تنظیم کنند

پیشگویی انوری

شعری را که در ابتدای مقاله آمده است، با اختلافهایی درکلمات ومصرعها به‌فرید کاتب نسبت داده‌اند، و گویا او آن را به‌خاطر پیشگویی انوری درمورد وقوع توفان درسال ۵۸۲ سروده است.

از قریب سی سال پیش از آن تاریخ جمعی از منجمان خراسان و جاهای دیگر پیشگویی کرده بودند که در سال ۵۸۲ بعد از هجرت هفت (یا شش) سیاره در برج میزان جمع می‌شوند و در نتیجه توفان عظیمی روی می‌دهد و خاك را به‌قدر سه‌گز (یاده یا بیست‌گز) از روی زمین می‌کند و ساختمانها را ویران می‌کند. حتی جمعی حدیث از پیامبر نقل کردند که از حضرتش پرسیدند قیامت کی‌خواهد بود؟ فرمود القیامة که حروف آن به‌حساب ابجد

و ببینند که این حادثه در روزهایی هم‌که عید پاك نیست ممکن است پیش آید و هم در روز عید پاك، پیش نیاید.

●

از دیدگاه علمی، همین وضع، یعنی تلاش برای پیدا کردن بستگیهایی که بین پدیده‌های طبیعی وجود دارد، گامی به‌پیش است، اگرچه این بستگیها نارسا و تفسیر آنها نادرست باشد.

گام‌بعدی، وقتی برداشته شد که براساس مشاهده‌های طولانی ودقیق، بستگی بین وضع هوا با وضع ابرها و خورشید و باد و دیگر عاملها، کم و بیش شناخته شد که بسیاری از آنها اساس علمی دارد.

ذکر چند نمونه از این بستگیهای درست، جالب است.

***وقتی که خورشید در پشت ابرهای سیاه غروب کند، معمولا هوای فردای‌آن‌روزبارانی‌است.** این‌یکی ازنشانه‌های موردقبول‌مردم‌است که اساسی علمی دارد. هوای گردبادها، معمولا بارانی است [برای مفهوم گردباد و ضد گردباد، به‌پاورقیهای همین مقاله مراجعه کنید]. ۹۰% همهٔ گردبادهای اروپا و آسیا، از غرب به‌شرق تغییر مکان می‌دهند؛ و خورشید عموماً در قسمت غربی آسمان افول می‌کند. وقتی که خورشید در پشت ابرهای سیاه غروب کند، به‌معنای آنست که خورشید در میان توده‌های ابری گردباد، غروب می‌کند و بنابراین، گردباد، که نزدیك شده‌است، در قسمت غربی افق دیده می‌شود. گردباد با سرعتی معادل ۳۰ـ۳۵ کیلومتر در ساعت جابه‌جا می‌شود و روز بعد به‌محلی که از آنجا نظاره شده بود، می‌رسد و هوای آنجا را منقلب می‌کند. البته، هر ابری به‌گردباد مربوط نمی‌شود، ولی برعکس، اگر در قسمت غربی افق نوارهای درازی (ابرهای دودی‌شکل پرمانند) دیده شود که‌به‌شکل بادبزن، ازیك مبداء به‌اطراف گسترده شده است، با اطمینان زیادی می‌توان نزدیك بودن گردباد را

برابر ۵۸۲ می‌شود (۱+۳۰+۱۰۰+۱۰+۱+۴۰+۴۰۰=۵۸۲).

در نتیجه، مردم خوشباور در تمام کشور های اسلامی در صددچاره‌برآمدند و زیرزمینها و سردابه‌های خود را محکم کردند و در جستجوی غارها و پناهگاهها برآمدند تا از خطر توفان در امان بمانند؛ و با آنکه بسیاری ازافراد صاحب فضل، از قبیل فریدنسوی (شاید همان فرید کاتب باشد؟) ظهیر فارابی، امام فخر رازی و دیگران مطالبی در باطل بودن این پیشگویی نوشتند و از فارابی و ابن‌سینا و خیام درباطل‌بودن علم احکام نجوم شاهد آوردند، هیچ سودی نکرد. البته به‌احتمال بسیار زیاد و تقریباً به‌طوریقین انوری در آن هنگام زنده‌نبود، تاغلط‌بودن پیشگویی خود را ببیند. ضمناً باید گفت در

پیش‌بینی کرد.

*رنگ آسمان به‌سفیدی مایل شده، در آن ابرهای دودی‌شکل پرمانند ظاهر می‌شود. در اینحال باید انتظار هوای بد را داشت، زیرا این وضع نشانهٔ نزدیك شدن گردباد است.

*ابرهای غلیظ دربالا به‌هم پیوسته‌اند ـ هوا روبه‌بدی است. (توده‌های مه مخلوط می‌شوند، یعنی میزان رطوبت بالا می‌رود.)

* روی ابرهای غلیظ، «پرچکهای» بلندی دیده می‌شود ـ رعد و برق در پیش است.

* ابرهای غلیظ شکلی با خطهای کاملا روشن دارند ـ این نشانهٔ هوای خوب و صاف و ملایم است. (ابرهای غلیظ، ضمن جریان صعودی هوا، تشکیل می‌شوند و آنها را نباید با ابرهای غیر مشخصی که

دیوان انوری هیچ شعری دیده نمی‌شود که حاکی از این پیشگویی باشد، و این مطلب روایت از دیگران است.

برای آگاهی بیشتر در این باره نگاه کنید به‌کتاب تاریخ و فرهنگ تالیف محقق فقید مجتبی مینوی، در مورد برخی پیشگوییهای نجومی نگاه کنید به‌چهار مقالهٔ نظامی عروضی؛ و به‌مقالات تاریخی، تالیف نصرالله‌فلسفی.

در مورد قران کواکب غیر از مقالهٔ مینوی، برای اطلاعات فنی نگاه کنید به‌گاهنامهٔ سیدجلال‌الدین تهرانی، سال ۱۳۱۱.

***

هوا شناسی در نزد ایرانیان

در فرهنگ اسلامی کتابهای مربوط به‌هواشناسی را آثار علوی، احداث‌جو

ممکن است نشانۀ بدی هوا باشد، اشتباه کرد.)

*** اگر صبح هوا بی‌ابر باشد و به‌تدریج با طلوع خورشید، ابرهای کوچك غلیظی پیدا شود که بعد از ساعت سه، کم‌کم ناپدیدشود، نشانه خوبی هوا در یکی دو روز آینده است.** (چنین هوائی، هنگام ضدگردبادهای کم حرکت به‌وجود می‌آید.) معمولا اگر هوا روبه خوبی باشد، ابرها بعد از ساعت ۱۵، که گرم شدن زمین قطع می‌شود، باید ناپدید شوند و هوا شفاف گردد. تنها وقتی این وضع پیش نمی‌آید که رطوبت هوا خیلی زیاد باشد.

*** اگر هنگام غروب، وزش باد شدیدتر شود، نشانۀ اینست که هوا روبه‌بدی است.** (و در واقع، به‌معنای اینست که گردباد نزدیك است.)

*** اگر باد شدیدتر شود، جهت حرکت آن تغییر کند و باجهت**

یا کائنات جو می‌نامیدند. برخی از این آثار به‌زبان فارسی دردست است که در کتابنامۀ علوم ایران (تألیف غلامحسین صدری افشار، تهران، از انتشارات مرکز مدارك علمی مؤسسۀ تحقیقات و برنامه ریزی علمی و آموزشی، ۱۳۵۵) معرفی شده است. از قبیل آثار علوی از محمد بن مسعود مروزی (سدۀ ششم)، ابوحاتم مظفر اسفزاری (سدۀ پنجم)، محمدحسین شیروانی (سدۀ یازدهم)، و کتابی از یك نویسندۀ ناشناس مربوط به سدۀدوازدهم.

در اینجا نمونه‌ای از آثار علوی مظفر اسفزاری چاپ استاد محمدتقی مدرس رضوی را می‌آوریم: «فصل دوم: اندربرف ــ هرگاه که بخاری اتفاق افتد که از آب گرم متولد گردد و به

حرکت عقربه‌های ساعت تطبیق کند، دلیل نزدیک شدن باران است. (قسمت بارانی گردباد، نزدیک می‌شود).

* **شب به‌آرامی گذشته است، از ساعت ۸ـ۹ صبح بادی آغاز و تا نیمروز شدیدتر می‌شود و در حدود ساعت ۴ بعد از ظهر ازبین می‌رود. این وضع، نوید هوای خوب است.** (دراثر گرم شدن هوا، باد محلی ایجاد شده است.)

* **اگر هنگام بدی هوا، باد جهت وزش خود را آشکارا از شرق به‌غرب تغییر دهد، معنیش اینست که هوا خوب خواهد شد.** (مرکز گردباد از محل دور شده است، یعنی قسمت اصلی بارانی آن، عبور کرده است.)

* **باد هنگام روز از دریا به‌طرف خشکی و هنگام شب از خشکی به‌طرف دریا می‌رود ــ این نشانهٔ آنست که هوا روبه‌خوبی‌می‌رود.** روز زمین بیشتر از دریا گرم می‌شود و هوای بالای آن سبکتر می‌شود و به‌وسیلهٔ هوای خنکتر دریا رانده می‌شود. شب که فرا رسید، خشکی زودتر سرد می‌شود و باد جهت خود را عوض می‌کند. در تابستان تا وقتی که گردبادی نزدیک نباشد، این وزش نوبتی باد مرتب ادامه خواهد داشت.

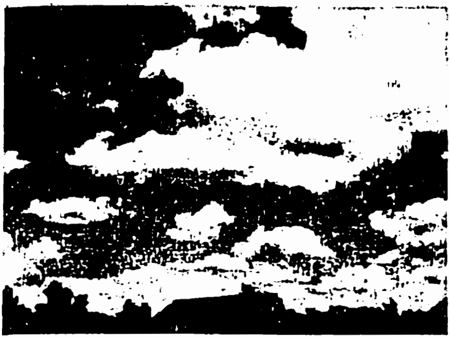
●

و وقتی که بشر یاد گرفت که مشاهده را با آزمایش و آمارگیری و دقت در حوادث گذشته و حال بیامیزد، دیگر به‌آستانهٔ دانش واقعی رسید. در زمینهٔ مورد بحث ما (یعنی پی‌بردن به‌رازهای هوایی که ما را احاطه کرده‌است)، کارهای **متییو فونتن موری**، افسر نیروی دریایی ایالات متحدهٔ امریکا در نیمهٔ نخست سدهٔ نوزدهم، نمونهٔ جالبی از این نوع است.

او از همان جوانی، که در کشتیهای بادبانی کار می‌کرد، و بارها و بارها طعم تلخ طوفانها را چشیده بود، آرزو داشت تا راهی برای فرار

بالا رود و به‌هوای سرد رسد و برودت به‌افراط بروی غالب شود و آن بخار را ببنداند، پیش از آنکه آب شود همچنان به‌زمین آید، آن جوهر را برف گویند.

و اختلاف اشکال از چندگونه است: یکی آنکه اجزاء صغار تولد کنند و باد آن اجزاء را به‌هم پیونداند، چون به‌هم پیوندد جملت به‌زمین‌آید و چون برودت برقدری مستولی شود و آن بخار را ببنداند، جرم این بخار کمتر شود. آن نقصان که در وی آید آن جوهر را متشنج گرداند و اگر آن تشنج او به‌سه‌جانب باشد، شکل برف مثلث گردد؛ و اگر چهار جهت، مربع گردد؛ و اگر از شش جهت، مسدس گردد؛ وبهیچوجه



از سرکشی بادها پیدا کند. بادها آزادند، این درست، ولی آیا نمی‌توان از عادتها و هوسهایشان آگاه شد و نیروی سرکش آنها را مهار کرد یا به‌خدمتشان گرفت و یا دست کم خود را از مسیر آنها بیرون کشید.

وقتی که موری به‌خشکی برگشت و ریاست انبار نقشه‌ها و لوازم دریائی در واشنگتن به‌او سپرده شد، تصمیم گرفت که بایگانی ـ دفاتر کشیکهای کشتیرانی جنگی و تجارتی ـ را سرو سامان بدهد. در هرسال، کشتیهای زیادی از منطقه‌های مختلف اقیانوسها آمد و شد می‌کردند و در دفتر کشیك آنها، آگاهیهای گرانبهایی دربارهٔ تقسیم و جهت‌جریانها و بادهای مسلط، قید شده بود. همین آگاهیها بود که اساس کتاب معروف او به‌نام «نقشهٔ بادها و جریانهای آتلانتیك شمالی» را تشکیل داد. او نقشه‌ای دربارهٔ «سرچشمهٔ بادها» تنظیم کرد که در آن، ارزش و نیروی باد در هر ماه نشان داده شده بود. بعد از آن، دوجلد بزرگ دیگر، شامل دستورها و نقشه‌های دریایی، منتشر کرد.

از آن به‌بعد، دریانوردان از نقشه‌های موری، استفاده می‌کردند که آگاهیهای با ارزشی دربارهٔ مقصد دریانوردان و بادهایی که در مسیرآنها، انتظارشان را می‌کشد، داشت. مسیر کشتیهای بادبانی، به‌طور اساسی تغییر

مخمس نشود و آن را سبب طبیعی هست که این جایگاه جای بیان آن نیست. و اگر چنانست که این تشنج ؛ همهٔ جوانب بود آن برف مدور آید...»

***

حکایت

اگرچه حکم حجةالحق عمر (یعنی‌عمر خیام) بدیدم، اما ندیدم او را دراحکام نجوم هیچ اعتقادی، و از بزرگان‌هیچ کس ندیدم و نشنیدم که‌دراحکام‌اعتقادی داشت.

در زمستان سنهٔ ثمان و خمسمایه (۵۰۸) به شهر مرو سلطان کس فرستاد به‌خواجهٔ بزرگ صدرالدین محمدبن مظفر رحمةالله که «خواجه امام عمر را بگوی تا اختیاری کند که به‌شکار

کَرد. دیگر دریانوردان، انگشت خود را روی راههای مستقیم‌نمی‌گذاشتند. مسافت، اهمیت زیادی نداشت و بنابراین در انتخاب مسیر، می‌بایست‌به‌طور عمده، به‌وضع هوا و جریان بادها، توجه شود. در مسیر های موری، نقطه های آرام مشخص شده بود و بنابراین دریانوردانی که می‌خواستند کشتی بادبانی خود را به‌کمك بادحرکت دهند، از این نقطه‌ها کناره می‌گرفتند و از مسیرهایی می‌گذشتند که همراه با وزش دائمی باد بود.

در سال ۱۸۵۳، در کنفرانس بین‌المللی هواشناسی در بروکسل، به‌پیشنهاد موری تصمیم گرفته شد که یك سیستم نظارتی دائمی، برای‌تکمیل نقشه‌ها و دستورالعملهای دریائی، برقرار شود. دیگر رازهایی که ناخدایان کارکشنه بتوانند آنها را با حسادت پنهان نگاه‌دارند، وجود نداشت. نظارتهای جمعی، امکان داد تا از بادها و جریانهای دریائی و اقیانوسی، نقشه‌های دقیقی تهیه شود. در این نقشه‌ها، سکونهای استوائی، بادهای خشکی که در منطقه بین استوا و مدارها در حرکتند، بادهای مدار های چهل درجه، بادهای موسمی و طوفانها، مشخص می‌شد و بعضی از مسیرها را برای کشتیها توصیه می‌کرد.

نخستین تأثیر عمدهٔ کار موری، صرفه‌جوئی در زمان مسافرت از سانفرانسیسکو از طریق دماغهٔ هورن بود و در نتیجه ملیونها دلار به‌سود صاحبان کشتیها اضافه شد. مسافرت از لیورپول به‌ملبورن، پنجاه روز کوتاهتر شد.

کارهای موری، حتی در زمان ما هم اهمیت خود را از دست نداده است و نقشه‌های کشتیرانی امروزی، بدون زحمات افسانه‌آمیزی که موری متحمل شد، نمی‌توانست وجود داشته باشد.

●

«فردا هوای تهران ابری است و احتمال بارندگی می‌رود»
با چنین جمله‌هایی است که معمولا وضع‌هوا را، برای‌روزیاروزهای

رویم که اندر آن چند روز برف و باران نیاید»؛ و خواجه امام عمر در صحبت خواجه بود، و در سرای او فرود آمدی. خواجه کس فرستاد و او را بخواند و ماجرا با وی باز گفت. برفت و دو روز در آن کرد و اختیاری نیکو کرد و خود برفت و با اختیار سلطان را برنشاند؛ و چون سلطان برنشست و یك بانگ زمین برفت، ابر در کشید و باد برخاست، و برف و دمه در ایستاد. خنده‌ها کردند، سلطان خواست که باز گردد، خواجه امام گفت: «پادشاه دل فارغ دارد، که‌همین ساعت ابر باز شود و در این پنج روز هیچ نم نباشد». سلطان براند و ابر باز شد و در آن پنج روز هیچ نم نبود

آینده پیش‌بینی می‌کنند. برای این پیش‌بینی، باید به‌طور دقیق وهمه‌جانبه، نقشه‌های مربوط به‌نمایش پراکندگی عنصرهای جوی، مثل درجهٔ حرارت، فشار هوا، جهت و سرعت باد، میزان رطوبت و غیر آن مورد بررسی قرار گیرد. تمامی آگاهیهایی که از نقطه‌های گوناگون جو به‌دست آمده است، در لحظهٔ معین، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیردو معلوم شود کـه هوا از کجاها و با چه سرعتهایی به‌ناحیهٔ مورد نظر می‌آید. با دانستن اینهاست که هوا شناسان می‌توانند معلوم کنند: چگونه بادی ممکن است بوزد، درجهٔ حرارت و رطوبت هوا چقدر می‌شود، وضع ابرها چگونه است و انتظار چه نوع ریزشی ــ برف یا باران ــ را از آسمان می‌توان داشت؟ این چند سطر کوتاهی که شما به‌عنوان احتمال وضع هوا درساعتها یا روز های آینده می‌شنوید، نتیجهٔ چنین کار عظیم و دقیقی است.

هیچ چیز در طبیعت زمین، تأثیری چنین آشکار و عظیم، مثل‌وضع هوا، بر زندگی فردی و اجتماعی مردم ندارد. هوا ــ یا بهتر بگوئیم آب و هوا ــ شرط اصلی زیست آدمی است؛ هوا، تنظیم کنندهٔ حال و روحیهٔ ماست؛ هوا، علت بسیاری از بیماریهاست؛ هوا، «طراح» لباس ما در بیرون از خانه و در مسافرتهاست؛ هوا، «معمار» خانه‌های مسکونی ماست؛ هوا، «تنظیم‌کنندهٔ» امور حمل و نقل ما به‌ویژه در هواپیمائی است؛ هـوا، «سر مهندس» کشاورزی در کشت و زرع ماست؛ و بالاخره هوا، «گناهکار اصلی» در خرابیهای خانمان برانداز طبیعی در زندگی انسانهاست.

و چه تاسف‌آور است که انسان هنوز نتوانسته است به‌طور کـامـل بر آب و هوا چیره باشد. هرچه دانش بیشتر به‌رازهای هوا پی‌می‌برد،

و کس ابر ندید.

احکام نجوم اگرچه صنعتی معروف است اعتماد را نشاید، و بایدکـه منجم در آن اعتماد دوری نکند، و هر حکم که کند حواله با قضا کند.

چهار مقاله، چاپ معین، ص ۱۰۲

***

احکام هواشناسی

بیاورد «دی» و «دل» باد وبرف و«لر» سرما

چنانکه«هخ» مطر و«سل»سحابو «یخ» گرما

پیشینیان، عقیـده داشتـند اگـر میان عطارد و مشتری مناظره بـاشد دلیل وزیدن باد است؛ و اگر مناظره

آشکارتر می‌شود که هنوز اندیشهٔ تسلط جدی دانش بر هوا، خیلی زود است. منتها این می‌ماند که پیش‌بینیها را دقیقتر کنیم، که البته حتماً در این حد هم بی‌نهایت اهمیت دارد. حقیقت اینست که هروقت در پیش‌بینی وضع هوا، حتی به‌میزان کمی، پیشرفت کنیم، امکان صرفه‌جوئی میلیاردها ریال را در سطح جهانی فراهم کرده‌ایم.

از اینجا آشکار می‌شود که چرا مسالهٔ پیش‌بینی هـوا، یکـی از مساله‌های جدی و ریشه‌ای دانش و در عین حال یکی از پیچیده‌ترین، آنها به‌شمار می‌رود.

ولی، روشی که هوا شناسان تا همین اواخر دنبال می‌کردند (وهنوز هم در بسیاری جاها دنبال می‌کنند)، بیشتر به‌تجربه و احساس وکاردانی متخصصین هوا شناسی بستگی داشت. روش کار آنها، آدم را به‌یاد وضع قضاوت در انگلستان قدیم می‌اندازد. در آنجا، قاضی برای رسیدگی به‌یك پرونده، پروندهٔ مشابهی را از بایگانی تاریخ پیدا می‌کرد و از روی آن درست همان حکمی را می‌کرد که یکی از همکارانش در گذشته صادر کرده بود. هواشناسان هم کم و بیش به‌همین نحو عمل می‌کنند. آنهـا با تفسیر نقشه‌های هواشناسی و ارزیابی وضع مبداء و اولیهٔ هوا توسط دستگاههای هوا سنج، و از راه مقایسهٔ آن با اوضاع و احوال مشابه زمان گذشته، وضع هوا را مطابق با همان اوضاع، پیش‌بینی می‌کنند.

ولی، واقع اینست که عصری نو در هوا شناسی آغـاز شده است. روشهای کیفی هواشناسی، جای خود را به‌روشهای کمی هیدرودینامیك، که بر اساس قانونهای حرکت مایعات و گازها قرار دارند، می‌دهند. در اینجا تمام عنصرهای هواشناسی (باد، فشار، رطوبت و غیره)، معادله‌های دشواری از زرادخانهٔ هیدرودینامیك به‌شمار می‌آیند که نه‌تنها بـایـد تنظیمشان کرد بلکه باید به‌حل آنها هم اقدام کرد.

نخستین اقدام برای «محاسبهٔ» وضع هوا، بیش از نیم سده پیش، و

میان عطارد و زحل اتفاق افتد بـرف می‌بارد؛ و در صورت مناظرهٔ زحل و قمر (ماه) هوا سرد می‌شود.

همچنین مناظرهٔ زهره و مریخ دلیل باریدن باران؛ مناظرهٔ شمس (خورشید) و زحل نشانهٔ هوای ابری؛ و مناظرهٔ مشتری و مریخ علامت گرم شدن‌هواست.
نقل‌از گاهنامهٔ‌سال۱۳۱۱

مناظره یعنی اینکه سیاره‌ای نسبت به‌سیارهٔ دیگر در زاویهٔ ۱۸۰ یا ۹۰ یا ۶۰ یا ۳۰ درجه واقع شود. کلماتی‌که داخل « » چاپ شده، از حرف آخر نام پنج سیاره (مریخ، مشتری، زهره، زحل، عطارد) و قمر و شمس تشکیل شده است. مثل دی یعنـی عطـارد و مشتری، و دل یعنی عطارد و زحل...

در انگلستان، انجام شد. گروه بزرگی ازمحاسبه‌کنندگان به‌منظورپیش‌بینی وضع هوا در بیست و چهار ساعت آینده، شش‌ماه وقت صرف کردند! و نتیجه ناموفق بود. باید واقعیت را گفت. واقعیت این بود که انگلیسها سعی می‌کردند «همهٔ عاملهای موجود در جهان» را به‌حساب آورند. در دستگاه معادله‌های آنها، عاملهای کم‌اهمیت همانقدر وجودداشت که‌عاملهای اساسی. و البته، امکان هم نداشت که نتیجه‌ای غیر از این حاصل شود، زیرا در آن زمان نه‌روش درست انتخاب عاملها وجود داشت، نه‌نظریهٔ محاسباتی ساده و نه‌تکنیك لازم محاسبه.

تنها در سالهای ۶۰ سدهٔ بیستم، وقتی که نظریه و تکنیك محاسبهٔ الکترونی پیدا شد، امکان «محاسبه» هوا، به‌جای «پیشگوئی» آن به‌وجود آمـــد.

●

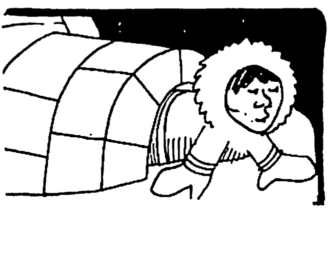
آیا شمارگرهای الکترونی می‌توانند وضع هوا را پیشگوئی کنند؟ به‌زبان دیگر، آیا می‌توان مسالهٔ پیشگوئی وضع هوا را، به‌دنباله‌ای از عملهای ریاضی تبدیل کرد؟ پاسخ این پرسش، مثبت است. این روزها، شاخه‌ای از دانش هوا شناسی عملا به‌وجود آمده است ــ شاخه‌ای کـــه «پیشگوئی محاسبه‌ای وضع‌هوا» نامیده می‌شود. این شاخهٔ تازهٔ دانش، در عمل موفقیتهای زیادی پیدا کرده است. کمی از آمار کمك بگیریم: تـــا سال ۱۹۴۵ تعداد مقاله‌های علمی دربارهٔ پیشگوئی محاسبه‌ای را می‌شد با

در گاهنامه پس از نقل شعر و مطلب بالا، که ما مختصر آن را آوردیـــم، دلایل محکمی در رد این حکم آورده است.

***

چرا در هوای ابـــری همیشه باران نمی‌بارد؟

ابرها از قطره‌های آب و یا از بلور های یخی تشکیل شده‌اند، که هر دو از هوا سنگین‌ترند. واقع اینست کـــه در هوای ابری، همیشه باران می‌بارد، ولی قطره‌های آن تا وقتی که‌به‌اندازهٔ معینی نرسیده است، به‌زمین نمی‌رسند (جریانهای صعودی هوا، این قطره‌ها را در ارتفاع معینی نگـــاه می‌دارد). گذشته از آن، این قطره‌ها، ضمن‌نزدیك



انگشتان دست برآورد کرد، در سال ۱۹۵۵ تعداد این مقاله‌ها به‌چندده‌تا و تا سال ۱۹۶۷ بالغ بر هزار شد و امروز...

امروز، بسیاری از کارهایی را که پیش از این با دست انجام می‌شد، به‌یاری شمارگرهای الکترونی انجام می‌دهند. ضمناً شمارگرها، کار را هم دقیقتر و هم خیلی سریعتر به‌پایان می‌رسانند: شمارگرها، برای اینکه وضع احتمالی هوا را در شبانه‌روز آینده معین کنند، باید چند مایون‌عمل را انجام دهند.

ببینیم این پیشگوئی محاسبه‌ای چگونه است؟

اگر از جزئیات بگذریم، می‌توان گفت که هوا عبارتست از نتیجهٔ حرکت تودهٔ جو، به‌اضافه عاملهای بسیار گوناگونی که تابع قانونهای فیزیکی معینی هستند و نسبت به‌هم تأثیر متقابل دارند. همهٔ این عاملها و عملهای متقابل آنها را می‌توان به‌یاری معادله‌های ریاضی مشخصی‌بیان کرد، و با حل آنها، پاسخ مسالهٔ مربوط به‌وضع هوا را، با بیان عددی، و با دقت کامل به‌دست آورد. ولی، این یك نظریه است. در عمل، «معادله‌های هوا» عبارتند از انجام انبوهی از عملهای نجومی حساب. البته، ماشین می‌تواند این عملها را به‌سرعت انجام دهد، ولی در هر حال انسان است که باید برنامهٔ کار ماشین را براساس مفروضات، معین کند، و برای این کار هم، زمان بسیار زیادی لازم است. از این گذشته، ماشین در تنظیم پیشگوئیهای خود، تنها می‌تواند به‌ساده‌ترین «میدانها» ــ یعنی ارتفاعات ــ بپردازد.

موضوع چیست؟ چرا پیشگوئیهای عددی، میدانهای مجاور به‌سطح زمین را در برنمی‌گیرد؟ و چرا پیشگوئی در بارهٔ «ارتفاعات» ساده‌تراست؟

حقیقت اینست که آگاهیهای ما دربارهٔ قشری از جو، که تمامی زندگی و فعالیت روزانهٔ ما در آن انجام می‌گیرد، تا حد زیادی کمتر و مبهمتر از آگاهیهای ما در بارهٔ «ارتفاعات» است، زیرا روندهای جوی

شدن به‌سطح زمین، در اثر گرما بخار و غیر قابل دیدن می‌شود. اما اگر قطره‌ها به‌اندازه‌ای درشت باشند که بتوانند مقاومت هوا را دفع کنند، آنوقت در زمین باران خواهد بارید.

***

گردباد (سیکلون) و ضد گردباد (آنتی‌سیکلون) چیست؟

بسیاری از مردم، وقتی وضع هوا را در روزنامه‌ها می‌خوانند، یا از رادیو می‌شنوند و یا از خبرهای مربوط به‌بورانها و گردبادهای قریب‌الوقوع آگاه می‌شوند، گمان می‌کنند که‌گردباد، یعنی باد بسیار شدید. ولی، این درست نیست. البته، در گردبادها، قسمتهایی وجود دارد که در آن، باد بسیار

قشرهای پایینی، خیلی پیچیده‌تر از روندی است که در جو آزاد، جریان دارد. خیلی‌چیزهاست که در قشر پایینی هوا اثر دارد: ناهمواری سطح زمین، اختلافی که در هدایت گرما بین خشکی و آب وجود دارد، وجود جنگل، برف، زمینهای خشك و غیر آن. و روشن است که برای پیشگوئی، باید همهٔ این عاملها را به‌طور دقیق به‌حساب آورد، عاملهایی که حتی نام بردن آنها، جایی بیشتر از تمامی این مقاله، لازم دارد.

چگونه می‌توان از این موقعیت دشوار نجات پیدا کرد؟ تنها راه، ساده‌کردن معادله‌هاست: عاملهای کم اهمیت را کنار می‌گذاریم و خود معادله‌ها را هم با تقریبی که لازم است، حل می‌کنیم. و البته، این منجر به‌اشتباههایی می‌شود... آیا به‌این مناسبت باید نتیجه‌گرفت که شاید اصلا روش محاسبه‌ای لازم نیست؟

اکثریت قریب به‌اتفاق هواشناسان، با پیشگوئی هوا به‌یاری محاسبه، موافقند، از آن با دقت مراقبت می‌کنند و تلاش می‌کنند آنرا تکامل دهند. ولی، در میان دوستداران روش محاسبه‌ای پیشگوئی هوا، به‌آدمهای مردد هم برخورد می‌کنیم. آنها می‌گویند.

ـ این چگونه پیشگوئی است که براساس کنار گذاشتن گروه قابل توجهی از عاملهای مهم انجام می‌گیرد؟ شما، مثلا جریانهای حرارتی را که به‌وسیلهٔ توده‌ای از هوا حرکت می‌کند، به‌خاطر ساده‌تر شدن حل معادله‌ها، کنار می‌گذارید. شما، باد حقیقی را، به‌صورت‌بادژئوستروفیك قبول می‌کنید، بادی «خیالی» که بدون شتاب حرکت می‌کند. و تازه، خیلی چیزها را یا حذف می‌کنید و یا تقریبی به‌حساب می‌آورید. درحالی که ما ویژه‌کاران، همهٔ عاملهای مؤثر را در نظر می‌گیریم و به‌حساب می‌آوریم!

ولی، حقیقت اینست که این افراد حق ندارند. وقتی که پیشگوئی به‌طریق ذهنی باشد، وقتی که این پیشگوئی براساس محاسبه نباشد، آنوقت

نیرومند است، ولی، در هرگردباد، جاهائی هم هست که در آنها، باد خیلی ضعیف است و یا اصلا وجود ندارد. گردباد، عبارتست از منطقه‌ای با فشار کم که دستگاه بادهای دورانی، آنرا فرا گرفته باشد. در گردبادها، هوای نزدیك به‌سطح زمین در وسط جمع می‌شود و علت آنهم، کمی فشار درقسمت مرکزی آنست. حرکت دورانی (در نیمکرهٔ شمالی در جهت مخالف حرکت عقربه‌های ساعت و در نیمکرهٔ جنوبی در جهت موافق آن) هوا هم، نتیجه‌ای از چرخش زمین به‌دور محور خوداست. گردباد، گاهی ناحیه‌های بزرگی را، که قطر آن از ۱۰۰۰ کیلومتر تجاوز می‌کند، دربرمی‌گیرد. به‌همین علت،

خیلی دشوار است معلوم کنیم که چه چیزهائی و چگونه، در این پیشگوئی دخالت می‌کند. اگر این افراد گمان می‌کنند که همه چیز را به‌حساب می‌آورند، چرا گاهی دچار اشتباه می‌شوند و از آن گذشته، چگونه می‌خواهند روش پیشگوئی خود را تکمیل کنند؟

در پیشگوئی محاسبه‌ای، وضع به‌صورت دیگری است. در پیشگوئی محاسبه‌ای کاملا معلوم است که چه عاملهایی به‌حساب آمده و از چه چیزهائی صرفنظر شده است. ازآن مهمتر اینکه‌به‌سادگی می‌توان‌حدکاربرد این و یا آن طرح پیشگوئی عددی را معین کرد.

دلیلهای بی‌دقتی پیشگوئیهای محاسبه‌ای امروز، برسه اساس است: اولا نارسائی طرح فیزیکی پیشگوئی، و اینکه بعضی از عاملهائی که در هوا تاثیر دارند، به‌طور دقیق به‌حساب نمی‌آیند، ثانیاً کافی نبودن مقدار یا کافی نبودن دقت مشاهده‌های داده شده در ابتدای پیشگوئی؛ ثالثاً خصوصیت مربوط به‌حل تقریبی معادله‌ها. و همینهاست که موجب اشتباه در پیشگوئی می‌شود و کار طرح پیشگوئی را دشوارمی‌کند. باوجود این دشواری، مادر برابر یك بن‌بست نیستیم. روشهائی برای پیشگوئیهای محاسبه‌ای به‌وجود آمده است که تا حد زیادی از اشتباهها کم کرده است. سخن کوتاه، هرقدر که روشهای محاسبه تکمیل‌تر شود، به‌همان اندازه ویژه‌کاران هواشناسی هم، از اشتباه دورتر می‌شوند.

ولی، این یکطرف کار است. جانب دیگر کار، عبارتست ازبه‌اصطلاح پیشگوئی محدود، یعنی پیش‌بینی هوا در یك ناحیهٔ کوچك. چنین پیش‌بینی با روشهای سنتی ممکن نیست و در برابر هواشناسان، حتی دورنمای امیدبخشی هم از این بابت وجود ندارد. در این مورد، روش محاسبه‌ای، مطلقاً بی‌رقیب است.

هواشناسان، کار مربوط به‌پیشگوئی هوا را در محدوده‌های کوچك، تازه آغاز کرده‌اند، با وجود این، به‌نتیجه‌های نسبتاً جالبی رسیده‌اند. آنها

در این گردبادها، معمولا شدت باد زیاد نیست. در سرزمینهای گرمسیری، گردبادها از نظر مساحت چندان بزرگ نیستند، ضمناً تفاوت فشار هوا درمرکز و کناره‌های آن خیلی زیاد است و به‌همین علت، باد در این موارد اغلب شدتی طوفانی دارد.

هوا در گردبادها معمولا گرفته است و اغلب باران یا برف می‌بارد. علت این امر آنست که هوا در نزدیکی‌مرکز گردباد به‌بالا صعود می‌کند، در آنجا سرد می‌شود و مازاد رطوبت به‌صورت باران یا برف نزول می‌کند. گردبادها، با سرعتی بسیار زیاد تغییر جا می‌دهند (باسرعتی بین ۳۰ تا ۳۵ کیلومتر در ساعت) و در نتیجه، هوای سرزمینهایی

موفق می‌شوند پیشگوئی کنند که در تهران باران می‌بارد، و پیشگوئی آنها هم درست از آب درمی‌آید.

هواشناس پیشگوئی می‌کند که «در تهران بارندگی جدی نخواهد بود». ولی، در واقع، باران می‌بارد و این، پیشگوئی هواشناسی را نقض نمی‌کند؛ او نگفته بود که باران نمی‌بارد، او تنها ادعا کرده بود که بارندگی اساسی نخواهد بود.

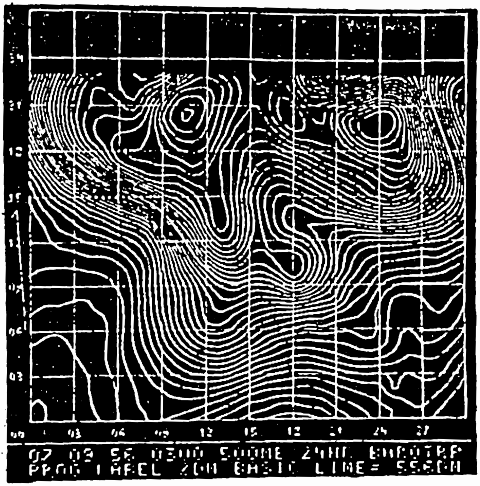
به‌یاری پیشگوئی محاسبه‌ای می‌توان کم و بیش با دقت معلوم کرد که کی و کجا باران می‌بارد. و پیشگوئی وضع هوا هم یعنی همین.

به‌منظور پیش‌بینی وضع هوا در ۲۴ یا ۳۶ ساعت آینده، از اطلاعات جمع‌آوری شده از مساحتی با اندازهٔ تقریبی ۱۰۰۰۰×۱۰۰۰۰ کیلومتر استفاده می‌کنند. آگاهیهای ایستگاههای هواشناسی واقع در این محدوده را باید به‌جدولی با گامهای ۳۰۰ کیلومتر ــ که اصطلاحاً جدول تنظیم نامیده می‌شود ــ منتقل کرد. اما دشواری کار در این است که ایستگاههای هواشناسی روی زمین، با فاصله‌های متساوی از یکدیگر قرار ندارند، در حالیکه برای روشهای محاسبه‌ای، لازم است که معلومات اولیه عنصرهای هوا شناسی در محدودهٔ مورد نظر، از نقطه‌هایی که به‌فاصله‌های یکسانی از یکدیگر قرار دارند، گرفته شود. این مشکل را هم به‌کمك ریاضیات حل می‌کنند. تمام مساحت مورد نظر را با پوششی چون تور ماهیگیری می‌پوشانند (البته به‌صورت فرضی) و در هر گره از این تور ــ که فاصله‌اش از دیگری حدود ۳۰۰ کیلومتر است ــ آگاهیهای مربوط به‌عنصرهای هواشناسی را که با روش محاسبه‌ای به‌دست آمده‌است، جمع‌آوری می‌کنند (این محاسبه‌ها، مساله‌های مستقلی را تشکیل می‌دهند و تحلیل عینی نامیده می‌شود. محاسبه‌های مذکور در بارهٔ هریك از عنصر های هوا شناسی، مثل باران، حرارت، فشار و غیره انجام می‌گیرد و به‌این ترتیب، نه‌حل یك مساله، بلکه حل عمومی یك برنامهٔ محاسبه‌ای، ضرورت

که در سر راه آن قرار دارند، دستخوش دگرگونی می‌شود. فشار هوا، همراه با نزدیك شدن مرکز گردباد، کم می‌شود. «هوا سنج پایین می‌آید» ــ این، به‌معنای نزدیك بودن باران است. اما اگر رطوبت کافی نباشد و یا میزان حرارت هوا بالاباشد، ممکن است «هوا سنج» اشتباه بکند.

ضد گردباد (آنتی‌سیکلون)، از هر جهت نقطه مقابل گردباد است. در گردباد، هوا به‌وسیلهٔ بادهای دورانی به‌مرکز رانده می‌شود، ولی‌درضدگردباد برعکس، از مرکز به‌اطراف پراکنده می‌شود. در گردباد، هوا معمولا ابری است، اما در ضد گردباد غالباً صاف است. هنگام ضد گردباد، در نیمکرهٔ

پیدا می‌کند). برای پیش‌بینی مؤثر، گذشته از معلومات زمینی، از آگاهیهای جوی هم استفاده می‌کنند، آگاهیهایی که از ارتفاعهای مختلف



این نقشه، به‌وسیلهٔ ماشین تهیه شده است. نقطه‌هایی که بافشار مساوی و دریك ارتفاع قرار دارند، به‌وسیلهٔ منحنی‌ها به‌هم وصل شده‌اند. روی منحنیها دیده می‌شود که درقسمت شمالی نقشه، از سمت چپ و ازسمت راست گرده‌بادهایی که وجود دارد که همراه با ریزش برف و باران نیست. در آنجـا منحنیها متراکم شده‌اند، باید منتظر جریان شدیدی از حرکت هوا، با سرعتی حدود دویست کیلومتر در ساعت بود.

جو به‌دست می‌آورند.

همهٔ اینها به‌خاطر پیش‌بینی هوا در یك شبانه‌روز آینده است. اگر

شمالی، بادها در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و در نیمکرهٔ جنوبی در خلاف آن می‌وزند.

برفراز مرکز ضد گردباد، ستونی از هوا، که جریانی نزولی دارد، تشکیل می‌شود. این هوا با نزدیك شدن به‌زمین گرمتر می‌شود و رطوبت موجود درآن، تبدیل به‌بخاری نامشهود می‌گردد و به‌این ترتیب، آسمان از پوشش ابری آزاد می‌شود. هوائی که پایین می‌آید در نزدیکی سطح زمین به‌اطراف پراکنده می‌شود.

هرچند وضع هوا، به‌جابه‌جائی گردبادها و ضد گردبادها بستگی دارد، لیکن تنها با آگاهی از نزدیك بودن گردباد، نمی‌توان نزدیکی نزول باران

لازم شود نظری به‌وضع هوا در سه روز آینده بیاندازند، آنگاه باید آگاهیهای هواشناسی تمامی نیمکرهٔ شمالی‌را جمع‌آوری کرد. دراینصورت، هرگام جدول عبارت از ۱۰ درجه‌طول و ۵ درجهٔ عرض جغرافیائی، به‌اضافهٔ همان ارتفاعهای جو خواهد بود. به‌این‌ترتیب، رویهم نزدیك به۲۵ هزار آگاهی مقدماتی جمع خواهد شد.

از اینجا نوبت به‌خود پیش‌بینی، یعنی حل دستگاه معادله‌ها می‌رسد. نتیجهٔ کار به‌وسیلهٔ شمارگرهای الکترونی، در نقشه‌های عنصرهای هواشناسی، با نمودار و چگونگی تغییر وضع هوا در چند روز آینده، چاپ می‌شود.

به‌نظر می‌رسد که دیگر کار تمام است و باید نتیجهٔ پیش‌بینی شده را انتشار داد. ولی اینطور نیست. هواشناسان، به‌ماشینها اعتماد دربست ندارند و پیش‌بینی شمارگرها را اصلاح می‌کنند. در واقع، هواشناسان به‌روندهای طبقه‌های بالای جو کاری ندارند. در این مورد کار ماشینها قابل اعتماد است. ولی، در مورد پیش‌آمدهایی که در نزدیکی سطح زمین اتفاق می‌افتد، تصحیحهائی لازم است. علت این امر روشن است: همانطور که قبلا هم دیدیم، حرکت هوا در نزدیکی سطح زمین دارای قانونهایی به‌مراتب پیچیده‌تر از حرکت آن درطبقه‌های بالای جو است.

پیش‌بینی وضع هوا، برای منطقه‌ای بسبار کوچك به‌اندازهٔ ۳۰۰×۳۰۰ کیلومتر و برای ۶، ۱۲ یا ۲۴ ساعت آینده، کاری است که هم‌اکنون دردست برنامه‌ریزی است، لیکن، باوجودی که در راه آن دشواریهای زیادی وجود ندارد، هنوز به‌مرحلهٔ عمل نرسیده است. وقتی

را بیش‌بینی کرد. لازم است، به‌جزآن، معلوم باشد که چه‌قسمتی از گردباد یا چند گردباد، از محل مورد نظر عبور می‌کند.

***

چند آگاهی جالب

* بیشترین بارندگی در روی زمین— به‌طور متوسط بیش از ۱۲۶۶۵ میلیمتر— در هند شرقی، در نزدیکی کوههای هیمالایا —دقیقتردرناحیهٔچیرراپونچی— اتفاق می‌افتد. به‌زبان دیگر، اگرهمهٔ این آبها به‌رودخانه‌ها نمی‌ریخت و یا در زمین فرو نمی‌رفت، می‌توانست همهٔ سطح آنجا را به‌ارتفاع ۱۲٫۶ متر فرا بگیرد.

* خشك‌ترین جاهای روی زمین،

که چنین پیش‌بینی میسر بشود، ما خواهیم توانست با اطمینان کامل آگاهی پیدا کنیم که در چه‌ساعتی در شهر ما باران آغاز و یا قطع خواهد شد.

●

آنچه تاکنون گفتیم مربوط به‌پیش‌بینیهای کوتاه مدت است. ما دربارهٔ «وضع هوای فردا» صحبت کردیم، که البته به‌جای خود اهمیت بسیار دارد. اما پیش‌بینی هوا، برای مدتهای طولانی‌تر، و مثلا دو هفته، یك‌ماه و یا یك فصل، به‌ویژه برای اقتصاد ملی هر کشور، اهمیت به‌سزا دارد. مثلا، یك چنین پیش‌بینی می‌تواند از خشکسالی‌و یا بارانهای‌طولانی، قبل از وقوع آنها خبر و امکان آماده شدن را به‌انسان بدهد. ولی، اگر پیش‌بینیهای کوتاه مدت با استفاده از روشهای محاسبه‌ای، تا حد زیادی پیشرفت کرده است، در مورد پیش‌بینیهای دراز مدت هنوز در ابتدای کار هستیم. اگر چنین روشهائی وجود داشت و اگر می‌شد انحرافهای شدید و طولانی آب و هوا، چون خشکسالیهای ۱۹۷۲ و ۱۹۷۵ اروپای شرقی و یا خشکسالی ۱۹۷۶ اروپای غربی را از قبل پیش‌بینی کرد، می‌شد از بسیاری ضایعات و دشواریهای ناشی از آنها جلوگیری کرد.

روشن است که هرچه پیشگوئی عددی، مربوط به‌فاصلهٔ‌زمانی‌دورتری

وادی‌الخلفا در جمهوری سودان، و صحرای آتاکاما در شیلی است. اگر در بعضی ناحیه‌های بیابانی، میزان بارندگی در حدود ۱ میلیمتر است، این مقدار تنها در عرض سه سال نصیب وادی الحلفا می‌شود.

* گرمترین جای زمین محلی است در نزدیکی طرابلس در لیبی. در این محل، میزان حرارت تا ۵۸ درجه سانتیگراد در سایه، یادداشت شده است.

* پایین‌ترین میزان حرارت کرهٔ زمین در سال ۱۹۶۰ در قطب جنوب، در پایگاه «واستوك» ثبت شده است: ۸۸٫۳ درجهٔ سانتیگراد زیر صفر.

*جزایر ویکتوریا، بادخیزترین محل در روی زمین است. در اینجا، سرعت

باشد، به‌همان اندازه بعدهای عددهایی که برای پیشگوئی مورد استفاده قرار می‌گیرد، گسترده‌تر می‌شود. و این کاملا قابل فهم است: در زمان طولانی‌تر، توده‌های هوا در مسیرهای بیشتری منتشر می‌شوند. ولی، وقتی با حجم زیادی از عددها سروکار داشته باشیم، باید بتوان خیلی سریعتر از عهدهٔ عمل با آنها برآمد و در نتیجه، به‌سرعت کار شمارگرهای الکترونی و به‌خصوص به«حافظهٔ» آنها بیشتر نیازمند می‌شویم.

پرسشی پیش می‌آید: آیا نمی‌شود حجم داده‌ها را، بدون اینکه به‌دقت کار لطمه زیادی وارد بشود، کم کرد؟ یعنی، آیا نمی‌شود چنان خاصیتهایی از عاملهای جوی را انتخاب کرد که هرکدام از آنها، بیشترین‌آگاهیهای مربوط به‌ذات و خاصیت اصلی عددهای اولیهٔ مشاهده‌ها را، در خود جمع کرده باشد؟ روشن شده است که چنین خصلتها و خاصیتهایی را می‌توان پیدا کرد و طرح پیش‌بینی هوا را براساس آنها ریخت.

راست است که تنظیم برنامهٔ پیش‌بینی هوا کاری دشوار است و به‌سرعت هم نمی‌توان انجام داد. ولی اگر حتی برنامهٔ کار هم آماده باشد، نمی‌توان آنرا بلافاصله وارد عمل کرد؛ باید برای توجیه آن، کار عظیم و دقیقی انجام داد. هرقدر برنامه پیچیده‌تر باشد، توجیه آنهم دشوار تر است. هرقدر برنامه کاملتر باشد، پیچیده‌تر است و در نتیجه، به‌خودکاری بیشتری برای برقراری آن نیاز است. در اینجا، بیش از نیروی شمارگر های الکترونی، به‌خودکارشدن کارهایی نیاز است که در پیشگوئی هوا، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

حتی حالا، وقتی که از برنامهٔ مشخصی استفاده می‌شود، نمی‌توان از همهٔ امکانهای ماشین استفاده کرد. ما با انبوهی از مفروضات سروکار پیدا می‌کنیم که باید آنها را تحلیل کنیم، و همهٔ اینها هم با دست انجام می‌شود. هرقدر برنامهٔ کاملتری داده شده باشد، آگاهیهای بیشتری به‌همراه

باد، که در همهٔ سال باشدت تمام‌می‌وزد، به۸۰ متر در ثانیه می‌رسد.

***

احکام هواشناسی عامیانه

اگر هاله‌ای دورماه را فرا گیرد علامت اینست که باران خواهد بارید.

هنگام غروب آفتاب اگر ابرهابه‌رنگ سرخ باشند ،می‌گویند فردا هوا خوب خواهد شد و برعکس اگر صبح ابرها سرخ رنگ باشند نشان بارندگی است.

از لحاظ شباهت به‌این امر و برای اینکه بدانند فردا هوا چگونه خواهد بود شب هنگام چراغی را به‌آرامی‌فوت می‌کنند. اگر شعله سرخ باشد هوا خوب خواهد بود و اگر سفید باشد باران خواهد بارید.

دارد، و در نتیجه، توفیق کمتری در استفاده از آنها به‌کمك دست پیدا می‌کنیم.

امروز کوششهایی در این جهت می‌شود که شمارگرهای الکترونی بتوانند حتی نقشه‌لازم را به‌طور خودکار تنظیم کنند. نمونهٔ چنین‌نقشه‌هایی وجود دارد، ولی برای اینکه بتوان در عمل از آن استفاده کرد، هنوزباید بردشواریهای زیادی غلبه کرد.

ضمناً این مطلب هم خیلی مهم است که آگاهیهای لازم دیر نرسد. این آگاهیها، ۳ـ۴ ساعت بعد از لحظهٔ مشاهده به‌مرکز پیشگوئی‌می‌رسد. برای اینکه این زمان کوتاهتر شود، باید ارتباط مستقیم بین مشاهده، محاسبه و پیشگوئی را، تا حدامکان، بیشتر برقرار کرد. ولی، وقتی که از آگاهیهای لازم مبداء برای تحلیل محاسبه‌ای پیشگوئی هوا صحبت می‌کنیم، به‌جاست که یك عامل نامساعد را به‌یاد داشته‌باشیم: این آگاهیها، به‌طور ناهم‌آهنگ، از نقطه‌های مختلف کرهٔ زمین‌می‌رسد. بیشترایستگاههای هواشناسی در اروپا و امریکای شمالی است، از قاره‌های دیگر آگاهیهای خیلی کمی می‌رسد و از صحراها و منطقه‌های غیرمسکونی، تقریباً هیچ اطلاعی نمی‌رسد. همچنین آگاهیهایی که از پهنهٔ اقیانوسها می‌رسد، بسیار ناقص و غیرکافی است. و همهٔ اینها کار پیشگوئی محاسبه‌ای هوا را، بسیار مشکل می‌کند.

در سالهای اخیر، راههای تازه‌ای برای دریافت آگاهیهای مربوط به‌هواشناسی پیدا شده است، و آن استفاده از ماهواره‌های هواشناسی است. ماهواره‌ها برفراز منطقه‌های مختلف پرواز می‌کنند، از ابرها، طوفانها و تلاطمهای‌جوی عکس می‌گیرندوبه‌صورت تصویرهای تلویزیونی به‌مراکز خود مخابره می‌کنند. دستگاههای اندازه‌گیری که در ماهواره گذاشته شده است، آگاهیهایی از جریانهای حرارتی‌که در قشرهای بالای جوزمین

می‌گویند اگر شنبه‌باران یا برف‌ببارد تمام هفته بارندگی خواهد بود.

در خراسان عقیده‌دارند اگر طی ایام هفته هوا ابری باشد روز چهارشنبه مسلماً آفتابی خواهد بود. مردم‌مازندران معتقدند اگر به‌هنگام باران شغال زوزه بکشد و سگ بدو پاسخ دهد هوا خوب خواهد شد و اگر سکوت کند باران ادامه خواهد داشت. از سوی دیگر، می‌گویند اگر هنگام شب قورباغهٔ درختی زیاد آواز بخواند علامت بارندگی‌است.

کتاب فلك‌السعاده (ص ۷۴) یك‌رشته پیش‌گوییها، دربارهٔ هوا ذکر کرده‌است که منشاء عامیانه دارد و براساس ستارگان، جانوران و گیاهان استوار است که ما اینك به‌ذکر آن می‌پردازیم:

وجود دارد، به‌زمین می‌فرستد. ولی این هنوز کم است. باید شبکهٔ وسیعی از ایستگاههای هواشناسی خودکار در خشکیها و دریاها، و همچنین در نقطه‌های مرتفع کوهستانها، برقرار شود، و روشن است که همهٔ اینها مربوط به‌آینده است. آنچه که مربوط به‌امروز است باید گفت که روش پیشگوئی محاسبه‌ای وضع هوا، تنها آغاز به‌پیشرفت کرده است و برای تکمیل آن، میدان گسترده‌ای در برابر پژوهندگان جوان قرار دارد.

●

مختصری هم به‌عاملهائی بپردازیم که در تغییر وضع هوا دخالت دارند.

جریانهای دریائی و پیش از همه گلف‌استریم و کوروشیو، (جریان آبهای ژاپن)، آبهای گرم را به‌شمال وجنوب ـ به‌منطقهٔ ایسلنددرآتلانتیك، به‌جزیره‌های آلوشن در اقیانوس آرام، و به‌سوی قطب جنوب می‌برند. این آبها در آنجا با هوای سرد برخورد می‌کنند و بین اقیانوس و جو، تبادل حرارتی شدیدی به‌وجود می‌آید. هوای گرم شده توسط اقیانوس، و توده های هوای سرد قطبی اطراف آن در یکدیگر تاثیر می‌کند و باعث‌به‌وجود آمدن «اغتشاشهایی» در جو می‌شود (نوع گردباد و ضدگردباد) که جریانهای هوائی سیاره‌ای، آنها را با خود به‌شرق، به‌قاره‌هایی که درآنجا منطقه‌های گرم ایجاد می‌کنند، می‌برد.

البته قاره‌ها هم توسط خورشید گرم می‌شوند و گرمای خود را به‌جو می‌دهند که این خود موجب دگرگونیهای بزرگ در وضع هوا می‌شود. ولی، تاثیر این امر چندان طولانی نیست و فقط در پیش‌بینیهای حداکثر یکماههٔ هوا، دارای اهمیت است.

اگر مقدار ابری بودن منطقه‌های حاره بیش از میزان معمول باشد، درست عکس این وضع پیش‌می‌آید و هوای قاره‌ها بالاخره به‌سردی می‌گراید.

«ماه روشن و باریك در دومین یا چهارمین روز ماه: فردا هوا خوب خواهد شد.

ماه روشن در نیمهٔ ماه قمری: هوا خوب خواهد شد.

ماه سرخ‌رنگ علامت باد شدید است.

اگر رنگ ماه مایل به‌سیاه باشد علامت باران است.

اگر آفتاب هنگام برآمدن روشن باشد و یا پیش از برآمدن خورشید ابرهای پراکنده دیده شود و یا هنگام فرورفتن خورشید آسمان صاف و بی‌ابر باشد و ابرها پس از برآمدن یا پس از فرو رفتن خورشید پدیدار شود نشانهٔ خوبی هواست.

اگر گنجشك زیر درخت زیاد جیك

این جریانها به‌کندی و هم‌آهنگ باجریانهای اقیانوسی انجام‌می‌گیرد و مثلا تاثیر «داغی‌زیاد» منطقه‌های حاره‌ای اقیانوس، تقریباً بعد از یك فصل، در آب و هوای قاره‌ها پیدا می‌شود. بنابراین، اگر بتوانیم پیش‌بینی کنیم، باید دست‌کم دوماه قبل، مثلا از خشکسالی آینده آگاه شویم. ولی کار به‌این سادگی نیست و برای اینکه با طرح ساده‌ای از دشواریها آشنا شوید، به‌ذکر بعضی از «جزئیات» می‌پردازیم که به‌حساب‌آوردن آنها در تنظیم پیش‌بینی ضرورت جدی دارد:

۱. توده‌های هوا روی زمینی که در حال چرخش است. حرکت می‌کند. این سیل عظیم هوا، در سرزمینهای معتدل، باد ژئوستروفیك، یا انتقال غربی ــ شرقی، نامیده می‌شود. انحراف توده‌های هوا، از مسیر اصلی و عمومی خود، به‌ندرت پیش‌می‌آید (دلیل این انحراف می‌تواند ناهمواری سطح زمین، تغییرات حرارت در قسمتهای مختلف آن و یا عاملهای دیگری باشد)، اما به‌ویژه همین انحرافات هستند که موجب دگرگونیهای عنصرهای جوی می‌شود، که برای تعیین میزان و اندازهٔ تاثیر آنها باید تمامی مسیر اصلی مورد بررسی قرار گیرد، یعنی «برای پیداکردن قارچ باید تمامی جنگل را رفت و روب کرد».

۲. انتقال غربی ــ شرقی، همراه با تلاطمهای کوچك و متوسط جوی است و در حرکت پدیده‌های اغتشاشی بزرگی چون گردباد و ضد گردباد، تاثیر اساسی می‌گذارد. این اغتشاشها به‌خاطر نیروی مانند (اینرسی)، به‌سمت غرب منحرف می‌شوند و در نتیجه در جهت عکس‌چرخش سیاره‌ای، به‌حرکت درمی‌آیند. اما سرعت چرخش دائماً تغییر می‌کند وخود اغتشاشها نیز دائماً در حال تغییرند. به‌این ترتیب، روشن‌می‌شود که چرا پیش‌بینی وضع آنها بعد از ۲۴ ساعت، چقدر دشوار است.

۳. این اغتشاشها در سیل اصلی خود، طوفانهایی ایجاد می‌کند. مثلا هرگردباد، وقتی که از سیل اصلی جدا شود، با آن و با طوفانهای دیگر

جیك بکند علامت بارندگی است.

در آغاز و پایان ماه وقتی که دیگ را پس از پختن غذا از روی اجاق بردارند و شراره‌های فراوانی در قسمت تحتانی آن مشاهده کنند علامت اینست که بارندگی نزدیك است.

همینطور اگر مرغ خانگی زیاد خود را بخارد و فریاد بکند، وقتی که پرستو دور و بر آب می‌گردد و فریاد می‌کشد، وقتی که گاومیش روبه‌مغرب می‌ایستد و یکی از پاهای خود راکاملا به‌زمین نمی‌گذارد، وقتی که گرگهای زیاد به‌محلهای مسکونی می‌آیند، وقتی که موش ذخیرهٔ خود را از لانه بیرون می‌آورد، وقتی که ماه براستی سرخ‌رنگ است، همهٔ اینها نشانهٔ سرماست.

نزدیك به‌خود، برخورد می‌کند. درنتیجه، گردباد به‌طوفانهای کوچکتری تقسیم می‌شود که آنها هم به‌نوبهٔ خود کوچکتر می‌شوند. به‌این‌ترتیب، یك رشته طوفانهایی که دائماً کوچکتر می‌شوند، ایجاد می‌گردد. از طرف‌دیگر و همزمان با آن، روند معکوس هم به‌وجود می‌آید: متحد و بزرگترشدن طوفانها. و تمام اینها در چگونگی هوا تأثیر اساسی دارد.

۴. حرارت ناشی از تشعشع خورشیدی به‌وسیلهٔ اقیانوسها وقاره‌ها جذب می‌شود. ولی کمیت حرارتی که به‌سطح می‌رسد، به‌خیلی‌چیزهابستگی دارد: میزان ابری بودن هوا، میزان نیروی انعکاسی سطح، قشر اوزن در استراتوسفر و مقدار گاز انیدریدکربنیك و غبار در تروپوسفرو...

۵. فعالیتهای درونی خورشید راهم، که بالابودن آن گاهی ممکن است موجب‌اختلاف درجریان عادی روندهای‌جوی شود، بایدبه‌حساب‌آورد.

همهٔ آنچه را که تا اینجا گفتیم، تنها دربارهٔ جو بود. ولی، اقیانوسها هم وجود دارند، که تقریباً سه‌چهارم سطح سیاره را گرفته‌اند و قسمت عمدهٔ انرژی رسیده از خورشید را در خود ذخیره می‌کنند. در اقیانوس هم، دائماً طوفانهایی به‌وجود می‌آید و از بین می‌رود. جـریانها و ضد جریانهای نیرومند سیاره‌ای، که مرتباً حرارت خود را به‌جو منتقل‌می‌کنند، «مشغول به‌کارند».

مناطق قطبی هم دارای اهمیت زیادی هستند. آنها، آبهای سرد را به‌منطقه‌های حاره «پس‌می‌دهند» و برشدت جریانهای سیاره‌ای در منطقه های معتدل، تاثیر اساسی می‌گذارند.

اینهاست سیاههٔ کوتاهی از عاملهایی که برای پیش‌بینی‌درازمدت وضع هوا، باید به‌حساب گرفته شود. ولی، باهمهٔ این دشواریها، دانشمندان به‌تلاش خود ادامه می‌دهند: «چشمها می‌ترسند، ولی دستها عمل می‌کنند». در سالهای اخیر دانشمندان توانسته‌اند گرانبهاترین مدارك را برای‌ساختن نظریه و مدلهای ریاضی دینامیك‌جو، جمع‌آوری کنند. پیشرفتهای بعدی

. اگر دویاسه دایرهٔ سرخ در ماه دیده شود علامت سرمای شدید است.

اگر مگسها زیاد درخانه وزوزکنند، اگر گوسفندان در چراگاه به‌جست‌وخیز پردازند، اگر نور چراغ خیلی پریده باشد، همهٔ اینها علامت سرماست.

اگر پرندگان بیایند و زیر درختان آب‌تنی کنند علامت سرما و باران است.

اگر درخت بلوط و بوتهٔ فلفل میوهٔ زیاد داشته باشند، زمستان طولانی‌خواهد بود، و همینطور است اگر الاغ روبه مغرب بایستد و زمین را باسم خود بکند و به‌آسمان نگاه کند.»

از کتاب معتقدات و آداب ایرانی نوشتهٔ هانری ماسه ترجمهٔ مهدی روشن‌ضمیر، از انتشارات مؤسسه

در این مورد، چه از نظر پژوهشهای نظری و چه از جنبهٔ عملی آن، بستگی به‌کم و کیف آگاهیهای جو شناسی دارد. در این باره، دانشمندان به‌کار ماهواره‌های جو شناسی که هم اینك به‌طرزی مؤثر وارد در خدمت هواشناسی شده‌اند، امید زیادی دارند. کم و کیف آگاهیهایی که از این ماهواره‌ها به‌دست می‌آید، روزبه‌روز بیشتر می‌شود و برنامه‌هایی در دست انجام است تا نقش این تهیه‌کنندگان آگاهیها را به‌طور اساسی گسترش دهند. سازمان بین‌المللی هواشناسی هم برآنست که در سالهای ۱۹۷۸ — ۱۹۸۵، برنامهٔ بزرگی در زمینهٔ بررسیهای جو شناسی اجرا کند.

●

انگلیسها ضرب‌المثلی دارند به‌این مضمون که «من امروز چترم را برنمی‌دارم، چون هواشناسی اعلام کرده‌است که باران می‌بارد». درهمه جای‌جهان، مردم‌به‌خاطرناباوری که‌ازپیشگوئیهای هواشناسی‌دارند، لطیفه‌های طنزآمیز و نیشداری ساخته‌اند، ولی، ما حالا می‌فهمیم‌که هواشناسان درواقع به‌چه‌کار دشواروعظیمی مشغولند و باچه‌دشواریهائی‌سروکاردارند.

زمانی بود که بشر عادت داشت فیلسوفانه چشمها را ببندد و درباره پدیده‌های طبیعی تنها «بیندیشد». این زمان، بیشتر زمان تخیلات و موهومات است. سده‌های بسیار گذشت تا بشر متوجه شد که تنها «اندیشه» کافی نیست و برای اینکه آدمی بداند دربارهٔ چه‌چیزی می‌اندیشد، باید چشمها را باز کند و به‌«مشاهده» بپردازد، خیلی زود معلوم شدکه«مشاهده» هم باید با «آزمایش» و «آمارگیری» همراه باشد تا جنبه‌های گوناگون پدیده‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

چنین است راهی که بشر را از موهومات و خرافات، به‌آستانه‌دانش واقعی می‌رساند.

و امروز زمان به‌ریاضی درآوردن دانشهاست و دانش هواشناسی هم در این میان استثنا نیست.

و تردیدی نیست که بشر خواهد توانست در این راه هم، مثل همهٔ راههای دیگر خود، به‌مقصود برسد.

تاریخ و فرهنگ ایران. صفحه ۳۱۵ — ۳۱۷.
خوانندهٔ علاقه‌مند در این زمینه می‌تواند به‌کتابهای فرهنگ عامیانه از قبیل نیرنگستان، عادات و رسوم مردم خراسان، عادات و رسوم مردم فارس، عادات و رسوم مردم کرمان و مانند اینها مراجعه کند.

***

باد هرکجا که می‌خواهد می‌وزد و صدای آنرا می‌شنوی. لیکن نمی‌دانی از کجا می‌آید و به‌کجا می‌رود.

انجیل یوحنا

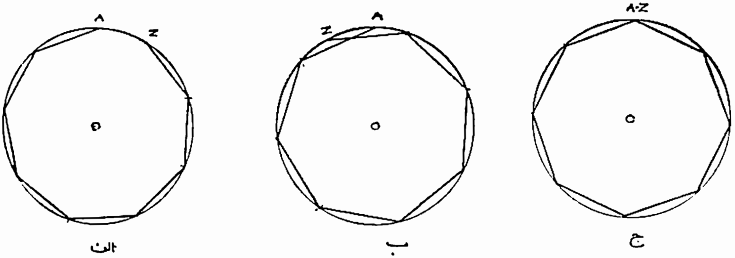
Heinrich tietze
هینریش تیتزه

ترسیم هفده ضلعی منتظم

ازدفترخاطرات روزانهٔ «کارل فردریش گاوس *Carl Friedrich Gauss*» که بعدازمرگش به‌دست آمده است، می‌توانیم به‌یکی ازکشفیات اوراه یابیم. هنگامی‌که هنوز جوانی بیش نبوده خود را با چند ضلعیها مشغول کرد و تقریباً تا اواخر عمر بر روی این مسئلهٔ زحمت‌کشید، تا موفق شد چراغی فرا راه آیندگان روشن کند.

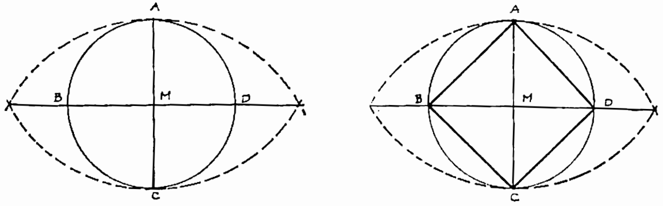
ترسیم چند ضلعی

برای ترسیم‌چندضلعی مثلاً هشت ضلعی منتظم دو راه موجود است، یکی‌اینکه روی محیط دایره، کمانی برابر با AE انتخاب‌کرده واین‌کمان را از روی نقطهٔ A هشت بار روی محیط دایره جدا مـی‌کنیم. انتهای هشتم پاره‌کمان، که آن‌را Z می‌نامیم روی‌نقطهٔ A قرارنمی‌گیرد یا پیش‌از A ویا بعداز A قرارمی‌گیرد ویا A بر Z منطبق می‌شود. (شکل۱ الف، ب، ج)



شکل ۱

پس یکی از راههای ترسیم چندضلعی اینست‌که باکم و زیادکردن دوشاخهٔ پرگار، می‌توان چندضلعی مورد نظر راکشید، که این نوع ترسیم راه دقیق و علمی نیست بلکه راهی تقریبی است وراه مورد نظر مانیست، خواست ماترسیم کامل ودقیق است. ماکارخود رابا چهارضلعی منتظم آغازمی‌کنیم، دایره‌ای به‌مرکز M رسم‌کرده و قطر AC دایره را می‌کشیم، حال از مرکز A به شعاع AC نیم‌دایره‌ای رسم‌کرده وازمرکز C به‌شعاع AC نیم‌دایرهٔ دیگری می‌کشیم تا این دو نیم‌دایره همدیگر را قطع‌کنند، اگـر این دو نقطه را به هم وصل‌کنیم قطر دیگر دایرهٔ M به‌دست می‌آید. اگر نقاط به‌دست آمده را به‌یك دیگر وصل‌کنیم چهارضلعی مـورد نظر بدست می‌آید. (شکـل ۲ الف، ب)

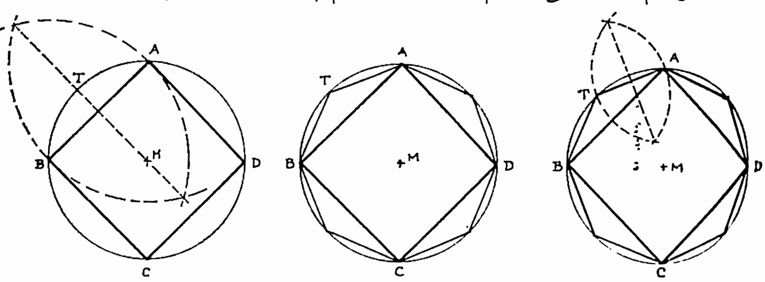


الف

ب

شکل ۲

اکنون‌که چهارضلعی را داریم با دونیم‌کردن یکی از اضلاع آن می‌توانیم هشت‌ضلعی منتظم را به‌دست آوریم (شکل ۳ الف، ب)



الف

ب

ج

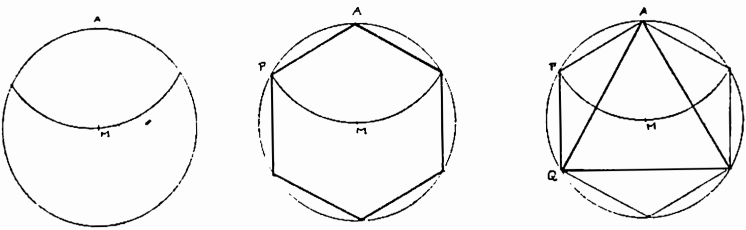
شکل ۳

حال می‌توانیم با دونیم‌کردن یکی از ضلعهای هشت ضلعی، شانزده ضلعی و با دونیم‌کردن یکی از ضلعهای شانزده ضلعی؛ سی‌ودو ضلعی و.... را رسم‌کنیم

اکنون به‌ترسیم سه‌ضلعی می‌پردازیم:

می‌دانیم شعاع هر دایره محیطش را به‌۶ قسمت مساوی تقسیم می‌کند واگراین تقسیمات را یك درمیان به‌هم‌دیگر وصل‌کنیم سه‌ضلعی (مثلث متساوی‌الاضلاع) به‌دست می‌آید. (شکل ۴، الف، ب، ج)

اگر شش‌ضلعی راکه به‌دست آورده‌ایم گرفته و یکی از ضلعهای آن را به‌دو نیم‌کنیم ۱۲ ضلعی و با دونیم‌کردن یکی ازضلعهای ۱۲ ضلعی ۲۴ ضلعی و... به‌دست خواهیم آورد.



الف ب ج

شکل ۴

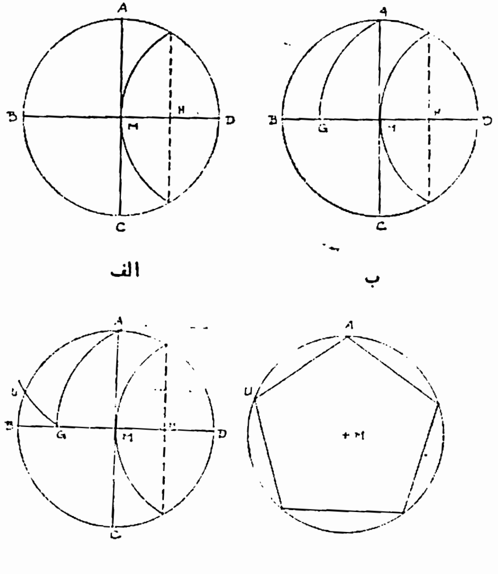
برای ترسیم پنج‌ضلعی مسئله‌کمی دشوارتر می‌شود، نخست مانند ترسیم چهارضلعی دوقطردایرهٔ M را رسم‌کرده، سپس شعاع MD را نصف می‌کنیم تا نقطهٔ H به‌دست آید. اکنون از مرکز H به‌شعاع AH دایره‌ای می‌کشیم تا خط BD را در نقطهٔ G قطع‌کند. قطعه خط AG پنج‌بار روی دایرهٔ M می‌گنجد (شکل ۵ ـ الف، ب، ج، د)

اگرپاره‌خط AU را به‌دونیم‌کنیم ۱۰ضلعی و بعد۲۰، ۴۰، ۸۰ و... به‌دست می‌آید. (شکل ۶، الف، ب)

از تلفیق پنج‌ضلعی و سه‌ضلعی می‌توان به‌ترسیم ۱۵ ضلعی دست یافت ـ کمان AN برابر $\frac{۲}{۵}$ دایرهٔ M است و کمان AQ برابربا $\frac{۱}{۳}$ همان دایره،

پس طول کمان QN برابر خواهد شد با $\frac{۱}{۱۵} = \frac{۶-۵}{۱۵} = \frac{۱}{۳} - \frac{۲}{۵} = QN$

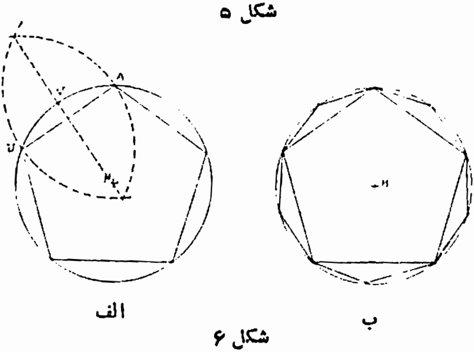
و برای رسم ۱۵ ضلعی کافیست قطعه‌کمان QN را از نقطهٔ A روی دایرهٔ



الف ب

ج د

شکل ۵



الف ب

شکل ۶

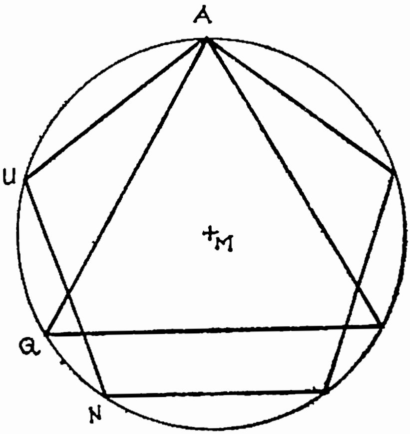
M جداکنیم تا ۱۵ ضلعی به‌دست آید، وبا نیم‌کردن یکـی از ضلعهای ۱۵ ضلعی ۳۰ وبه‌همین ترتیب ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰،... رابه‌دست‌آورد. (شکل۷) حال مروری دوباره به‌آنچه‌که تاکنون به‌دست آورده‌ایم می‌اندازیم تا ببینیم چه‌چندضلعیهایی‌را تاکنون توانسته‌ایم با خط‌کش و پرگار رسم کنیم:

$n=$ ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴،.....

$n=$ ۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸،.....

$n=$ ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰،.....

$n=$ ۱۵،۳۰،۶۰،۱۲۰،۲۴۰،.....



شکل ۷

چه راه‌حلی برای ترسیم n ضلعیهای زیر باید گرفت:

۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۷،
۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۳، ۳۴، ۲۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴
۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۹، ۵۰، ۵۱،....

آنچه‌که تاکنون بیان شد مطالبی بود قدیمی‌که در ۳۲۵ سال پیش از مسیح توسط اقلیدس بیان شده و حتی شواهدی در دست است‌که می‌توان قدمت آن را پیش از اقلیدس دانست (دوران فیثاغورس ۵۰۰ تا ۶۰۰ سال پیش از مسیح) پس ازگذشت بیش ازدوهزار سال مسئلهٔ چندضلعیهای منتظم هنوزمسئله‌ای داغ وموردبحث ریاضی‌دانان بود. تااینکه«گاوس» ناگهان با حل هفده‌ضلعی و با فرمولی‌که به‌دست آورد به‌این مسئله خاتمه داد.

«گاوس» نیزمانند بیشتر ریاضی‌دانان از هفت‌ضلعی، نه‌ضلعی و.... شروع‌کرد. در اینجا لازم است متذکر شویم‌که وسایل کار عبارت است از خط‌کش و پرگار، نه دستگاههای الکترونیکی جدید.

مبنای تفکر «گاوس» (تئوری اعداد) بود، او نه‌تنها توانست هفده ضلعی را ترسیم‌کند، بلکه به‌طور دقیق معلوم‌کردکه کدام «n» ضلعی قابل ترسیم وکدام n ضلعی غیرقابل ترسیم است.

مبنای تفکر «گاوس» ازاعداد اول سرچشمه می‌گرفت مانند:

۳، ۵، ۷، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۹، ۲۳،.....

راه ترسیم سه‌ضلعی و پنج‌ضلعی‌که شناخته شده بود، اما راه حل

پیشنهادی «گاوس» برای بقیهٔ چندضلعیهای اعداد اول چنین بود:

عدد اول موردنظر را P می‌نامیم و آن را ازیک کم می‌کنیم $(P-1)$ بعد می‌بینیم آیا عدد به‌دست آمده در اعداد زیر هست یا نه؟

$$۲، \quad ۲\times۲=۴، \quad ۲\times۲\times۲=۸، \quad ۲\times۲\times۲\times۲=۱۶، \ldots$$

یا

$$۲=۲^۱ ، \quad ۴=۲^۲\times۸=۲^۳ ، \quad ۱۶=۲^۴، \ldots$$

اگر $P-۱$ برابر با (۲^k) و یا P مساوی $(۲^k+۱)$ است آن «n» ضلعی با خط‌کش و پرگار قابل ترسیم است.

حال بادردست داشتن فرمول بالابه‌ترتیب اعداد اول را می‌آزماییم:

$$۳=۲^۱+۱ \quad \text{و} \quad ۵=۲^۲+۱ \quad \text{و} \quad ۱۷=۲^۴+۱$$

درحالی‌که اعداد اول ۷ ، ۱۱، ۱۳، ۱۹، ۲۳ درفرمول $۲=۲^k+۱$ صادق نیستند

$$۷-۱=۶، \quad ۱۱-۱=۱۰، \quad ۱۳-۱=۱۲، \quad ۱۹-۱=۱۸،$$
$$۲۳-۱=۲۲$$

یعنی عددهای ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۸، ۲۲ هیچ‌کدام عددهایی نیستندکه از حاصل پایهٔ ۲ با توانهای گوناگون باشند. پس ۷ ضلعی، ۱۱ضلعی، ۱۳ ضلعی، ۱۹ضلعی و ۲۳ضلعی غیرقابل ترسیم با خط‌کش وپرگارند، ولی ۱۷ ضلعی در فرمول فوق می‌گنجد پس می‌باید قابل ترسیم باشد.

پیش از اینکه به‌حل ۱۷ضلعی مبادرت ورزیم، نگاهی اجمالی به مابقی اعداد اول می‌اندازیم تا ببینیم غیر از ۳ و ۵ و۱۷ کدام عدد اول دیگردرفرمول فوق می‌گنجد؟ عدداول ۲۵۷ حاصلی است‌از$۲۵۷=۱+۲^۸$ یعنی فرمول «گاوس» $P=۲^k+۱$ دراین عدد صدق می‌کند وهمچنین عدد ۶۵۵۳۷ حاصلی است از $۶۵۵۳۷=۱+۲^{۱۶}$ که حل وترسیم این n ضلعی بیش از ده سال طول خواهدکشید.

همان‌طورکه ازتلفیق ۵ ضلعی و۳ ضلعی توانستیم ۱۵ ضلعی را رسم کنیم می‌توانیم برای مثال:

$$\frac{۶}{۱۷}-\frac{۱}{۳}=\frac{۱}{۱۷\times۳}=\frac{۱}{۵۱}$$

$$\frac{۷}{۱۷}-\frac{۲}{۵}=\frac{۱}{۵\times۱۷}=\frac{۱}{۸۵}$$

$$\frac{۱۲۱}{۲۵۷}-\frac{۸}{۱۷}=\frac{۱}{۱۷\times۲۵۷}=\frac{۱}{۴۳۶۹}$$

یعنی ۵۱ ضلعی و ۸۵ ضلعی و یـا $(۱۷\times۵\times۳=۲۵۵$ ضلعی) و

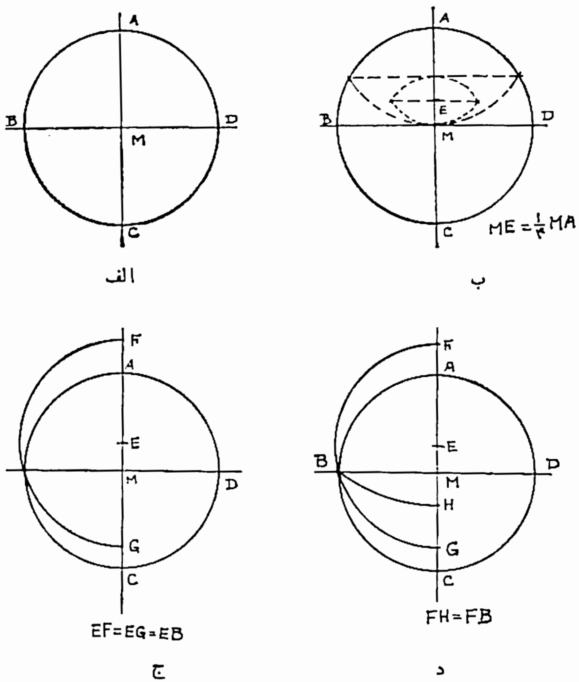
۴۳۶۹ضلعی را به‌دست آورد که همگی آنها بدون ۱۷ ضلعی غیر قابل ترسیم بودند. چند ضلعیهای به‌دست آمده را همان‌طورکه در پیش گفتیم، می‌توانیم با نصف‌کردن یك‌ضلع آن، به‌چند ضلعیهای دیگـر دست یافت مانند ۳،۶، ۱۲، ۲۴، ....

رسم ۱۷ ضلعی

دایرهٔ M و قطرهای AC و BD را رسم می‌کنیم (شکل ۸ الف).

شعاع MA را به ۴ قسمت می‌کنیم $EM = \frac{1}{4} MA$ (شکل ب نشان می‌دهدکه چگـونه شعاع AM نصف شده و سپس آن نیمه نیز به‌دو قسمت می‌شود)

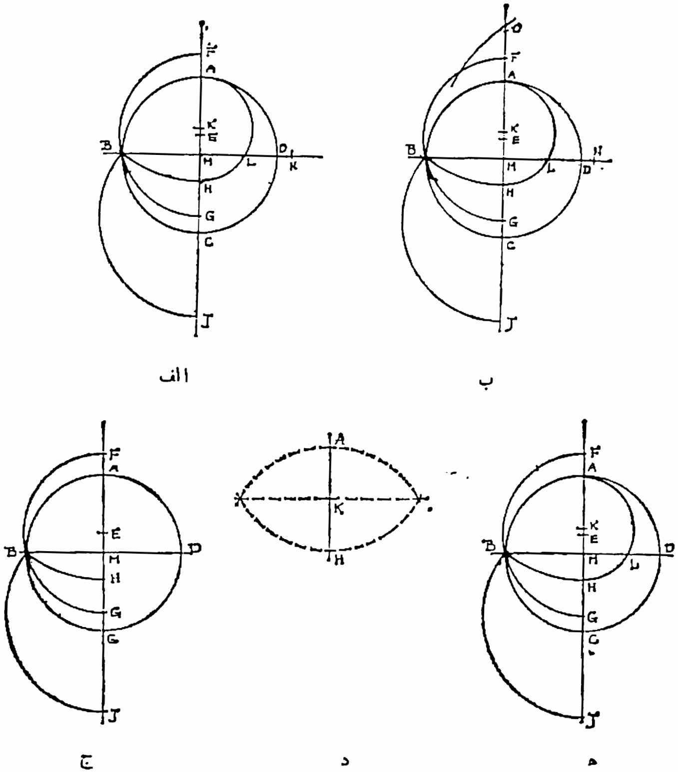
شکل ج: به‌مرکز E و به‌شعاع EB دایره‌ای رسم مـی‌کنیم تا AC قطر دایرهٔ M را در نقاط F و G قطع کند



شکل ۸

شکل د: به‌مرکز F و به‌شعاع FB دایره‌ای رسم می‌کنیم تا AC قطر دایرهٔ M را در نقطهٔ H قطع کند

شکل ۹ الف به‌مرکز G و به‌شعاع GB دایره‌ای رسم می‌کنیم تا امتداد AC قطر دایرهٔ M را در نقطهٔ J قطع کند



شکل ۹

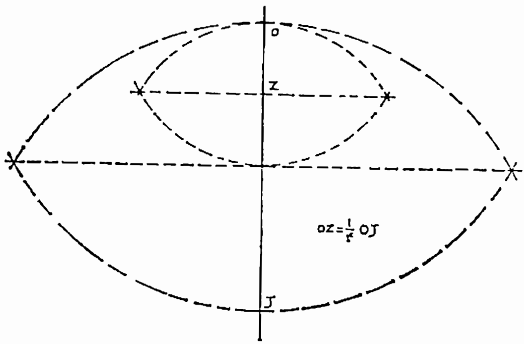
شکل ۹ ، ب، ج: قطعه‌خط AH را به‌دو نیم می‌کنیم نقطه K به‌دست می‌آید به‌مرکز K و به‌شعاع KA دایره‌ای رسم کرده این دایره شعاع BD را در نقطهٔ L قطع می‌کند.

شکل ۹ د: برابر طول ML درسمت‌راست نقطهٔ L روی امتداد BD پاره‌خط LM را جدا می‌کنیم، تا نقطهٔ N به‌دست‌آید.

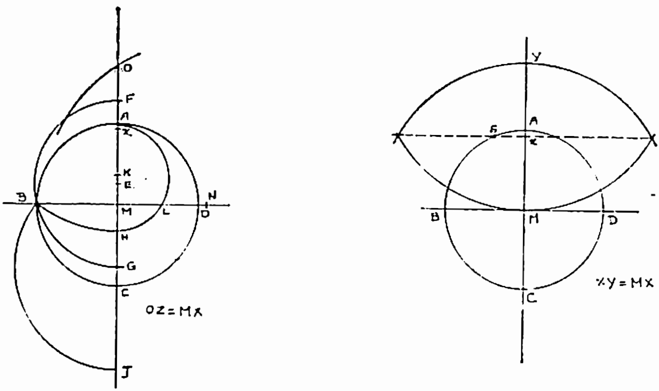
شکل۹، ه: حال ازمرکز M برابرشعاع MJ روی‌امتداد قطر AC دایرهٔ M نقطهٔ O را به‌دست می‌آوریم.

شکل ۱۰، الف: حال پاره خط OJ را به‌چهار قسمت مساوی‌تقسیم می‌کنیم تا نقطهٔ Z به‌دست آید.

روی AC وامتداد آن از مرکز M برابر با طول EZ جدا می‌کنیم تانقطهٔ X، وازنقطهٔ X برابر OZ به‌سمت بالای نقطهٔ A جدامی‌کنیم‌تانقطهٔ Y به‌دست آید. پاره‌خط MY را به‌دونیم تقسیم می‌کنیم‌که از نقطهٔ X نیز



الف



شکل۱۰

خواهدگذشت و امتداد آن دایرهٔ M را در نقطهٔ S قطع می‌کند. کمان AS بدون‌کم وکاست ۱۷ بار روی دایرهٔ M خواهدگنجید.

ترجمهٔ بهروز مشیری

تقویم تاریخ ریاضیات

در پایان مجلد اول تاریخ ریاضیات اسمیت، این تقویم آمده. ما از لحاظ معرفی اهمیت آن کتاب، و در عین حال کوششی که بشریت در راه گسترش ریاضیات کرده است، بخشهایی از آن را در اینجا نقل می‌کنیم.
توضیح اینکه این تقویم تنها تا سال ۱۸۵۰ دنبال شده و تاریخها تقریبی است.

پیش از میلاد

۳۵۰۰. استفاده از خط.
۳۰۰۰. بابل باستان. سارگون اول، ۲۷۵۰ ق‌م؛ حمورابی، ۲۱۰۰ ق‌م؛ نخستین بناهای سنگی؛ نقشهای دیواری مصر راجع به‌وصول مالیات.
۲۹۰۰. ساختمان هرم بزرگ.
۲۸۵۲. فوه ــ هی معروف به‌نخستین امپراطور چین. رصدهای نجومی.
۲۷۰۰. پادشاهی هوانگ ــ تی در چین. ریاضیات و نجوم.
۲۴۰۰. لوحه‌های بابلی راجع به‌مقیاسات اور.
۲۳۵۰. پادشاهی یو در چین. نجوم.
۲۲۰۰. زمان بسیاری از لوحه‌های نجومی بدست آمده در نیپور.
۲۱۰۰. حمورابی پادشاه بابل. تقویم.
۱۸۵۰. پادشاهی آمن‌امحت سوم در مصر. مساحی. اندازه‌گیری سطح آب رودخانه. قدیمترین ابزارهای نجومی.
۱۶۵۰. پاپیروس احمس (ریند).
۱۵۰۰. قدیمترین شاخص مصری. ــ نقشهای دیواری‌ازفهرست‌مالیاتها.ــ بابلیان قواعد ساده مساحی را می‌دانند. ــ پاپیروس رولن. مسئله‌های کاملی راجع به‌نان.

۱۳۴۷. گفته‌می‌شود رامسس دوم زمینهای مصر را از نو تقسیم کرد.
۱۱۸۰. پاپیروس هریس؛ سیاههٔ دارایی معبدهای مصر در زمان‌پادشاهی رامسس سوم.
۱۱۵۰. ممکن است ون‌ـوانگ مؤلف کتاب تغییرات باشد.
۱۱۲۲. نخستین دورهٔ تاریخی ریاضیات در چین.
۱۱۰۵. تاریخ احتمالی تألیف **چوپئی اثر کلاسیك ریاضیات چین. همچنین زمان احتمالی تألیف نه‌باب درباب حساب** (ولی امکان دارد این کتاب از سدهٔ ۲۷ قم باشد).
۱۰۳۲. نخستین گزارش تاریخی راجع به‌وزن‌مسکوکات چین.
۶۷۰. پول کاردی به‌صورت سکهٔ رایج چین پدید می‌آید.
۶۶۰. سنت عدد شماری ژاپنی با توانهای ده. ــ پول رایج معمولی در چین پدید می‌آید.
۶۵۰. در لودیه واقع در آسیای صغیر سکه زده می‌شود.
۶۰۰. **طالس. هندسهٔ استدلالی.** ــ سولون. تقویم.
۵۷۵. آناکسیماندر. ساعت آفتابی.
۵۵۵. آمریستوس. هندسه.
۵۴۲. قطعات خیزران که در چین برای محاسبه به‌کار می‌رفت.
۵۴۰. **فیثاغورس. هندسه.** علم عدد. **زمین‌کروی.**
۵۳۰. آناکسیمنس. نجوم.
۵۱۷. هکاتایوس. نقشه‌های جغرافیایی.
۵۰۰. سولواسوترا (تاریخ بسیار مشکوك است). عددهای فیثاغوری.
۴۷۰. آگاتارخوس. پرسپکتیو در آتن.
۴۶۵. **اوینوپیدس خیوسی. هندسه.**
ذ.۴۶۰. **بقراط خیوسی. تربیع دایره.** ــ پارمنیدس. نجوم.
۴۵۰. زنون. نقیضه‌های مربوط به‌حرکت.
۴۴۰. لوکیپوس. نظریهٔ اتمی. ــ آناکساگوراس. هندسه.
۴۳۲. متون. فاینوس. اوکتمون. نجوم.
۴۳۰. آنتیفون. روش افنا.
۴۲۵. **هیپیاس الیسی. قوس تربیع. ــ تیودوروس کورنه‌ای. عددهای گنگ.** ــ فیلولایوس . ساعت آفتابی. ــ سقراط. استقراوتعریف.
۴۱۰. **دموکریتوس. نظریهٔ اتمی. عددهای گنگ.**
۴۰۰. **آرخوتاس. تناسب.**

۳۸۰. لیوداموس. اثبات تحلیلی. ــ **افلاطون. مبانی ریاضیات.**
۳۷۵. **تئایتتوس. هندسه.** ــ کالیپوس. نجوم یونانی. ــ سکه‌های چینی که وزن‌یابهای آنها بر رویشان نوشته شده.
۳۷۰. **اودوکسوس. تناسب.**
۳۵۰. **منایخموس. مخروطات. ــ دینوستراتوس. قوس تربیع. ــ** فیلیپوس مدمایی. هندسه. ــ تیوفراستوس. تاریخ ریاضیات. ــ گزنوکراتس. علم عدد. تاریخ هندسه.
۳۴۰. **ارسطو. کاربرد ریاضیات. منطق.** ــ اسپیوسیپوس. تناسب.
۳۳۵. اودموس. تاریخ ریاضیات.
۳۳۰. اوتولوکوس. هندسه.
۳۲۰. آریستایوس. اندازه‌گیری حجمها: مخروطات. ــ دیکایارخوس. مساحی.
۳۰۰. **اقلیدس. هندسه.**
۲۶۰. آریستارخوس. نجوم. ــ کونون. نجوم. پیچ ارشمیدس.
۲۵۰.ف نیکوتلس. مخروطات. ــ بروسوس نجوم کلدانی را در یونان معرفی می‌کند.
۲۳۰. **اراتوستنس. عددهای اول. زمین‌سنجی.**
۲۲۵. **آپولونیوس. مخروطات. ــ ارشمیدس. هندسه، سریهای بی‌نهایت، مکانیک.** ــ چئنگ چیانگ‌چن. ریسمانهای گره‌دار.
۲۰۰. چیانگ تئانگ نه‌باب را تصحیح می‌کند.
۱۸۰. **هوپسیکلس. نجوم. علم عدد. ــ نیکومدس. منحنی صدفی. ــ دیوکلس. منحنی پیچی.** ــ زنودوروس. همپیرامونی.
۱۵۰. پرسیوس. مقطعهای چنبره.
۱۴۰. **هیپارخوس. نجوم. مثلثات.**
۷۷. پوزیدونیوس. هندسه، جهان‌شناسی.
۶۰. گمینوس. تاریخ ریاضیات. ــ پ. نیگدیوس‌فیکولوس. نجوم. ــ مارکوس ترنتیوس وارو. مساحی.
۵۰. قیصر به‌یاری سوسیگنس تقویم را اصلاح می‌کند.
۴۰. کلئومدس. نجوم، حساب.
۲۵. مارکوس ویترو ویوس‌پولیو. ریاضیات کاربردی.
۸. دیودوروس سیسیلی. تاریخ ریاضیات.

بعد از میلاد

۱۵. استرابون. در جغرافیای اومطالب زیادی راجع به‌تاریخ ریاضیات وجود دارد.
۵۰. **هرون اسکندرانی.** زمین‌سنجی، ریاضیات (شاید در ح ۲۰۰).
سرنوس آنتینوپولیسی. قطوع استوانه‌ای. ــ سون‌تزی کتاب حساب خود را نوشت.
۶۶. لیوهسینگ تقویم چینی تازه‌ای ابداع کرد.
۷۵. پلینی کبیر. تاریخ طبیعی برای مطالعهٔ ارقام رومی با ارزش است.
پان‌کو. قطعات خیزرانی که در محاسبات چینی به‌کار می‌رفت.
۱۰۰. **نیکوماخوس. علم‌عدد.ــمنلاوس. کتاب‌الاکر. نسبت‌ناهماهنگ.ــ** چئانگ چئون چینگ. شرح چوپئی. ــ تیودوسیبوس. هندسه، نجوم.
۱۲۵. **ثاون ازمیری. علم عدد. تاریخ فیثاغورس.** ــ چئانگ هونگ. نجوم، هندسه،
۱۵۰. بطلیموس قلوذی. نجوم، مثلثات، زمین‌سنجی.
۱۹۰. تسئای یونگ. تقویم چینی.
۲۰۰. اپافرودیتوس. پویش، علم عدد. ــ دومیتیوس اولپیانوس. جدول مرگ و میر.
۲۲۰. سکستوس یولیوس آفریکانوس. دایرةالمعارفی شامل برخی اطلاعات تاریخ ریاضی.
۲۳۵. کنسورینوس. نجوم.
۲۴۵. وانگ‌پی. راجع به‌کتاب تغییرات.
۲۵۰. سیویو. حساب. ــ هسویوه. شرح برسیویو.
۲۶۳. لیوهوئی. تألیف کتاب حساب.
۲۶۵. وانگ‌فان. نجوم.
۲۷۵. **دیوفانتوس. جبر، علم عدد.** ــ اسپوروس نیقی. تاریخ ریاضیات.
۲۸۰. آناتولیوس. نجوم. ــ فرفوریوس. زندگی فیثاغورس.
۲۸۹. لیوچیه. احتمالا کسی که ۳٫۱۲۵= عدد پی را عرضه کرد.
۳۰۰. **پاپوس. هندسه.**
۳۲۵. **یامبلیخوس. علم عدد.**
۳۴۰. یولیوس فیرمیکوس ماترنوس. احکام نجوم.
۳۹۰. ثاون اسکندرانی. هندسه.

۴۰۰. فاهسین بودایی چینی درهند. ریاضیات هند در چین معرفی می‌شود. ــ سوریاسیدهانتا در سدهٔ چهارم یا پنجم تألیف شد.
۴۱۰. هوپاتیای اسکندرانی. هندسه و نجوم. ــ سونسیوس. اسطرلاب.
۴۲۵. وانگ یونگ. حساب. ــ تون چوان کتاب ریاضی خود رانوشت.
۴۴۰. پی‌ین‌ــتسونگ. اندازه‌گیری دایره.
۴۵۰. هوچئنگ ــ تین نجوم. ــ دوهندسه‌دان چینی. ۳٫۱۴۳۲=عدد پی. ــ دومنینوس. علم عدد. ــ ویکتورینوس. تقویم.
۴۶۰. پروکلوس. هندسه ــ کاپلا. دایرةالمعارف.
۴۷۰. تسو ــ چوانگ ــ چیه. $\pi = \frac{۳۵۵}{۱۱۳}$
۴۸۵. مارینوس اهل فلاویانیاپولیس. شرح کتاب پروکلوس.
۵۰۰. مترودوروس. داستانهای ریاضی در مجموعهٔ ادبی یونانی.
۵۰۵. واراها میهیرا. نجوم هندی.
۵۱۰. بویتیوس. هندسه. علم عدد. ــ **آریابهاتای کبیر. ریاضیات عمومی. ۳٫۱۴۱۶=عددپی.** ــ داماسکیوس. هندسه.
۵۲۰. کاسیودوروس. تقویم. دایرةالمعارف.
۵۲۵. دیونوسیوس اگزیگویوس. تقویم مسیحی. ــ آنتمیوس. معماری، مخروطات.
۵۳۵. چئون‌لوان کتاب ریاضی خود را می‌نویسد.
۵۵۰. هسیا ــ هویانگ کتاب ریاضی خود را می‌نویسد. ــ احتمالا مجموعهٔ آرکریانوس در این قرن نوشته شد. پویش.
۵۵۴. دانشمندان کره‌ای ریاضیات چینی را در ژاپن معرفی می‌کنند.
۵۶۰. اوتوکیوس. تاریخ هندسه.
۵۷۵. چئانگ چیو ــ چین. حساب. ــ عددپی = ۳٫۱۴.
۶۰۰. شاهزاده شوتو کوتائیشی. حساب.
۶۰۲. راهبان کره‌ای آثاری راجع به‌تقویم را به‌ژاپن می‌برند.
۶۱۰. اصطفن اسکندرانی. نجوم وریاضیات عمومی. ــ ایزیدوروس. دایرةالمعارف.
۶۲۵. وانگ هسیائوــتئونگ. معادلات درجه سوم عددی.
۶۲۸. **برهماگوپتا.** هندسه، جبر.
۶۲۹. هوان تسانگ به‌هند می‌رود. ترجمهٔ آثار هندی.
۶۳۵. اسکلپیاس‌ترالسی. شرح حساب نیکوماخوس.
۶۴۰. ایوانس فیلوپونوس. اسطرلاب، شرح حساب نیکوماخوس.

۶۵۰. سیبخت. ارقام هندی.
۶۷۰. دوران امپراطوری تنچی (۶۶۸–۶۷۲). ایجاد رصدخانه. حساب.
۷۱۰. **بیده. تقویم، حساب انامل.**
۷۲۷. تی ــ هسینگ. تقویم چینی، معادلات سیال.
۷۵۰. پاپیروس اخمیم در ح سدهٔ ۷ یا ۸ نوشته شده.
۷۶۶. سند هند به‌عربی ترجمه می‌شود. ارقام هندی.
۷۷۰. جابر. کیمیا، اسطرلاب.
۷۷۵. **آلکوین به‌دربار شارلمانی فراخوانده می‌شود. مسئله‌های ریاضی** یعقوب بن طارق. کتاب کره. ــ ابویحیی. ترجمهٔ مجسطی. ــ چیاتان. جغرافیا. ــ فزاری. ابزار های ریاضی.
۸۰۰. یعقوب‌بن نسیم. علم عدد. ــ ماشاالله. اسطرلاب.
۸۲۰. **محمدبن موسی خوارزمی. جبر. ــ برابانوس موروس. تقویم.ــ** نهاوندی. نجوم. ــ حجاج. ریاضیات یونانی.
۸۳۰. عباس. ریاضیات یونانی. ــ اسطرلابی. اسطرلاب.
۸۴۰. **حنین‌بن‌اسحق. ریاضیات یونانی.** ــ والافرید استرابوس. معلم.
۸۵۰. **مهاویرا. حساب، جبر، مساحی.** ــ سهل‌بن‌بشر. نجــوم، حساب، جبر. ــ ارجانی. ریاضیات یونانی. ــ ابوالطیب. مثلثات.
۸۶۰. **کندی. نجوم، اوپتیك، تناسب. ــ ماهانی. مثلثات، معــادلات درجه سه.** ــ مروزی. نجوم.
۸۷۰. **ثابت‌بن‌قره، مخروطات. ریاضیات یونانی.** ــ بنوموسی. هندسه، نجوم.
۸۷۱. آغازپادشاهی آلفردکبیر.
۸۸۰. حمصی. ریاضیات یونانی. ــ ابومعشر. نجوم.
۸۹۰. احمدبن دود. جبر. ــ تنجین. معرفی ریاضیات در ژاپن.
۹۰۰. **ابوکامل. هندسه، جبر. ــ اسحق‌بن حنین‌بن اسحق. ریاضیات یونانی.** ــ رمیگیوس اوسری. شرح برکتاب کاپلا. ــ مسلم‌بن احمدلیثی. حساب. ــ القس. شرح اصول‌اقلیدس. ــ قسطابن‌لوقا. شرح کتاب دیوفانتوس. ــ مصری. هندسه.
۹۱۰. نیریزی. هندسه. ــ فرضی. حساب.
۹۱۵. سعیدبن یعقوب. ریاضیات یونانی.
۹۲۰. رازی . هندسه. ــ **بتانی. نجوم.** ــ اودوی کلونــی (۸۷۹ ــ ح۹۴۲) .حساب رومی.

۹۲۵. حسن‌بن‌عبیدالله. شرح اصول. ــ آغاز پادشاهی اتلستان در انگلستان. ترویج علوم.

۹۴۰. فارابی. شرح اصول اقلیدس و مجسطی. ــ نسخهٔ بخشالی. جبر (تاریخ بسیار مشکوك است).

۹۶۰. ابوجعفر خازن. هندسه.

۹۷۰. هروسویتای راهبه. علم عدد.

۹۷۵. حرانی. شرح اصول اقلیدس.

۹۸۰. **ابوالوفا. مثلثات.** ــ آبوی فلوری. تقویم.

۹۸۷. ابوالفرج محمدبن‌اسحق ندیم. الفهرست.

۹۹۳. برنوارد. علم عدد. ــ مسیحی. شرح مجسطی.

۱۰۰۰. محمدبن لیث. هندسه. ــ مجریطی. علم عدد. ــ حامدبن خضر. اسطرلاب، جبر. ــ ابن هیثم بصری. جبر، هندسه. ــ منصوربن علی. مثلثات. ــ ژربار **(سیلوستر دوم). حساب.** ــ بیرثفرت. تقویم. ــ ابن‌یونس. نجوم. **ابن‌سینا. هندسه، حساب. ــ بیرونی شرح ریاضیات هندی.**

۱۰۲۰. **کرجی. جبر.** ــ برنلینوس. حساب. ــ شریدارا. حساب.

۱۰۲۵. **نسوی. ریاضیات یونانی.** ــ ابن صفار. زیج.

۱۰۲۸. گویدوی آرتسویی. حساب.

۱۰۵۰. **هرمان لنگ. حساب، اسطرلاب.** ــ چئون هو. نجوم. ابن‌زرقالی. نجوم. ــ ویلهلم هیرشاوی. معلم.

۱۰۷۵. پسلوس. هنرهای چهارگانه. ــ فرانکوی لیژی. حساب، هندسه.

۱۰۷۷. بندیکتوس آکولیتوس. ریتموماخیا (بازی ریاضی).

۱۰۸۳. کتاب ریاضی‌کلاسیك لیوهوئی درچین چاپ می‌شود. چاپ باسمه‌ای.

۱۰۸۴. کتاب حساب چئانگ چیو ــ چین در چین چاپ می‌شود.

۱۱۰۰. **ساواسوردا** (صاحب‌الشرطه). **هندسه. ــ عمر خیام شاعر. جبر، نجوم.** ــ ابوالصلت. هندسه. ــ والکروس. هندسه، حساب،نجوم.

۱۱۱۵. کتاب هوانگ تی در چین چاپ می‌شود.

۱۱۲۰. **پلاتوی تیوولی. ترجمه از عربی. ــ آدلاردباثی. ترجمه ازعربی.**

۱۱۲۵. رادولف لانی. حساب.

۱۱۳۰. جابربن افلح. مثلثات.

۱۱۳۷. ژارلان برانسونی. اختیارات.

۱۱۴۰. **ابراهیم‌بن عزرا. علم عدد، مربعهای وفقی، تقویم. ــ ابن‌باجه. هندسه. ــ هوان اسپانیایی، ترجمه از عربی. ــ رابرت چستری. ترجمه از عربی.**

۱۱۴۴. رودولف بروژی. ترجمهٔ مجسطی.

۱۱۴۸. دومین جنگ صلیبی.

۱۱۵۰. **گراردو کریمونایی. ترجمه از عربی. ــ بهاسکره. جبر،** ــ فوجی وارا میچینوری. مساحی. ــ گراردو سابیونتایی. ترجمه از عربی. ــ اوکریانوس. حساب.

۱۱۷۵. **ابن‌رشد. نجوم، مثلثات.** ــ ابن میمون. نجوم. ــ سموئیل‌بن عباس. حساب. ــ حصار. حساب.

۱۱۸۰. تسئای‌یوان ــ تینگ. شرح کتاب تغییرات.

۱۲۰۰. ابن‌یونس. مخروطات. ــ ابن‌یاسمینی. جبر. ــ فخر رازی. هندسه. ــ دانیل مورلی. ترجمه از عربی. ــ بطروچی. نجوم.ــ ابن کاتب. هندسه. ــ طوسی. هندسه، جبر.

۱۲۰۲. لئوناردو فیبوناتچی. جبر، حساب، هندسه.

۱۲۲۵. **یوردانوس نموراریوس. جبر.** ــ مایکل اسکات. ترجمه ازیونانی و عربی. ــ گنشو. حساب.

۱۲۳۰. یه‌لوچیو تسئای. نجوم. ــ برلعام. جبر، اصول اقلیدس.

۱۲۴۰. یهودابن سلیمان کاهن. شرح اصول. ــ الکساندر دو ویلدیو. حساب. ــ رابرت گریتهد. هندسه، اختیارات ایام. ــ جان بازینگستوك. ترجمه از یونانی.

۱۲۵۰. **ساکرویوسکو. اعداد و هیئت. ــ نصیرالدین طوسی. مثلثات.ــ راجر بیکن. نجوم،** ریاضیات عمومی. ــ **چئن‌چیو ــ شائو. معادلات عددی از درجات بالا. ــ لیویو ــ هسیه. جبر.** ــ ویلهلم موربکی. ترجمه از یونانی. ــ لی‌یه. ریاضیات عمومی. ــ اسحق بن سید. زیج. ــ آلبرت کبیر. نجوم، فیزیك. ــ ونسان دوبووه. هنرهای چهارگانه. ــ گوگلیلموی لونیسی. (تاریخ مشکوك است). ترجمهٔ کتاب جبرازعربی. ــ پروفاتیوس. ترجمهٔ آثار اقلیدس و منلاوس.

۱۲۶۰. **کامپانوس. ترجمهٔ اصول اقلیدس.** ــ ابن‌لبودی. جبر، اصول اقلیدس.

۱۲۶۱. یانگ هوئی. شرح نه‌باب.

۱۲۶۵. پی‌یر ماریا کوریایی. مغناطیس. ریاضیات عمومی.

۱۲۷۰. ابن عبری. شرح اصول. ــ ویتلو. پرسپکتیو.

۱۲۷۵. قدیمترین رسالهٔ حساب هندی به‌زبان فرانسه. ــ لینیوئی. ریاضیات عمومی. ــ آرنولدوی ویلانووایی. اختیارات ایام. ــ آلفونسوی دهم. زیج.

۱۳۰۰. **ابن بنا. جبر، تناسب.** ــ پاخومرس. ریاضیات عمومی. ــ چیچوی آسکولی. شرح حساب ساکر و بوسکو. ــ هانك ارلاندسون. حساب هندی. ــ پیتروی آبانوپی. اسطرلاب. ــ اندالو دونگرو. حساب، نجوم.

۱۳۲۰. جان مندویت. مثلثات. ــ قالونیموس بن قالونیموس. شرح حساب نیکوماخوس.

۱۳۲۵. پتردانمارکی. هندسه، ــ توما برادواردنی. حساب، هندسه. ــ والتر بورلی. ریاضیات یونانی.

۱۳۳۰. ایوانس یدیاسیموس. هندسه. ــ لاوی بن گرشن. حساب. ــ اسحق‌بن یوسف اسرائیلی. هندسه. ــ ریچارد والینگفوردی. مثلثات.

۱۳۴۰. ماکسیموس پلانودس. شرح حساب دیوفانتوس. ــ ایوانس دولیمویس. زیج آلفونسی، حساب. ــ پائولوداگوماری. حساب. ــ استاد اسفن. هیئت.

۱۳۴۱. نیکولاس رابداس. حساب، علایم انگشتی.

۱۳۴۵. ریچاردسویست. مختصات.

۱۳۵۰. ایوانس دوموریس. حساب، تقویم. ــ کنرادفن مگنبرگ. هیئت. ــ ابن شاطر. مثلثات.

۱۳۶۰. **نیکول اوراسم. نماها، تناسب، مختصات.** ــ والتر برایت، حساب. ــ یعقوب پوئل. نجوم. ــ امانوئل بن یعقوب. اسطرلاب.

۱۳۶۵. هنریش فن‌هسن. هندسه. ــ آلبرت ساکسونی. هندسه.

۱۳۷۵. سیمون بردون. نجوم. ــ یاکوب کارسونو. نجوم.

۱۳۸۰. رافائل کاناتچی. جبر. ــ یوسف‌بن وکار. نجوم.

۱۳۸۳. آنتونیو بیلیوتی. حساب.

۱۳۹۲. موشوپولوس. مربعهای وفقی.

۱۴۰۰. ابن مجدی. مثلثات. ــ ماتیو، لوکا، وجیووانی فیرنتزه. حساب. پطرس دوآلیاکو. اختیارات. ــ کنرادفن یونگینگن.

هندسه. ـ بیاجیوی پارمایی. پرسپکتیو.

۱۴۲۰. پروسد وچیمو دوبلداماندی. حساب هندی، هندسه.

۱۴۲۰. عصر مدیچی در فلورانس.

۱۴۲۴. رولاندوس. علم عدد، جبر.

۱۴۲۵. لئوناردوی کریمونایی. مثلثات.

۱۴۳۰. یوهان فن گموندن. مثلثات. ـ یاکوب کافانتون. حساب.

۱۴۳۵. الغبیك. نجوم. ـ جان کیلینگسورث. حساب هندی، نجوم.

۱۴۴۰. دوناتلو هنرمند فلورانسی (۱۳۸۶ ـ ۱۴۶۶). ـ کاشانی. هندسه، حساب، نجوم.

۱۴۴۹. یعقوب کریمونایی. ترجمۀ آثار ارشمیدس.

۱۴۵۰. **نیکولای کوزایی. هندسه، علم عدد.** ـ یهودا ورگا. حساب. گریگوریوس طرابوزانی. ترجمۀ مجسطی.

۱۴۵۳. سقوط قسطنطنیه.

۱۴۶۰. **گئورگ فن پئورباخ. مثلثات.** ـ بندتو دافیرنتزه. حساب.

۱۴۶۹. لورنزوی بزرگ فلورانسی.

۱۴۷۰. **رگیومونتانوس. مثلثات.**

۱۴۷۵. **قلصادی. علم عدد.** ـ پیتروفرانچئی. حجمهای منتظم. ـ جیور جیپووالا. هندسه، حساب.

۱۴۸۱. جیورجیوچیارینو. حساب بازرگانی.

۱۴۸۲. نخستین چاپ اصول اقلیدس، ونیز. ـ پیِروبورگی. حساب.

۱۴۹۰. **یوهان ویدمان.** جبر، **حساب.**

۱۴۹۱. کالاندری. حساب.

۱۴۹۲. پلوس. حساب. ـ لانفردوتچی. حساب.

۱۴۹۴. پاتچیولی. ریاضیات عمومی.

۱۵۰۰. **لئوناردو داوینچی. اوپتیك، هندسه. ـ ژاك لوفور دتاپل، هندسه، حساب.** ـ گئورك مجارستانی. حساب. شارل دوبوایه، هندسه، علم عدد. ـ یوهان اشتوفلر. زیج. ـ ایلبا مسراچی. حساب. ـ کلیکتوبوس. شرح حساب بویتیوس.

۱۵۰۳. گئورگ رایش. دایرةالمعارف.

۱۵۰۵. سیروئلو. حساب.

۱۵۰۶. سیپیونه‌دل‌فرو. معادلات درجه سه. ـ آنتونیوماریافیور. معادلات درجه سه.

۱۵۱۰. آلبرشت دورر. هندسهٔ منحنیها.
۱۵۱۲. هوان دواورتگا. هندسه، حساب.
۱۵۱۳. بلاسیوس. حساب.
۱۵۱۴. بوشنشتین. حساب.
۱۵۱۵. حساب بازرگانی. ــ گاسپارلاکس. تناسب، حساب. ــ گیل واندرهوکه. حساب.
۱۵۱۸. **آدام‌ریز. حساب.**
۱۵۲۰. **یاکوب کوبل. حساب. ــ کپرنیکوس. نجوم، مثلثات. ــ** فیلیچیانودالازتیو. حساب. ــ استین دولاروش. حساب. ــ گالیگی. حساب.
۱۵۲۲. **تونستال. نخستین کتاب حساب چاپ انگستان.**
۱۵۲۵. شتیفل. جبر، حساب. ــ رودولف. جبر، عددهای اعشاری. ــ بوتئو. جبر، هندسه، حساب. ــ اورونس فین. هندسه.
۱۵۲۷. آپیانوس. چاپ مثلث پاسکال، نجوم، حساب.
۱۵۳۰. زوانه دتونینی داکوی. معادلات درجه سه. ــ رینگلبرگیوس. هندسه، حساب. ــ فرانچسکودال‌سوله. حساب. ــ شونر. حساب.
۱۵۳۴. اسفورتوماتی. حساب. ــ کلود دوبوازیه. ریتموماخیا، حساب.
۱۵۳۵. ژان‌فرنل. تناسب، نجوم. ــ گراماتیوس. جبر، حساب. ــ سوریاوامسا. جبر هندی. ــ گانسا. جبر هندی. ــ جیووانی ماریانی. حساب. ــ کلاریانوس. هندسه، حساب.
۱۵۴۰. **جمافریسیوس. حساب.** ــ کامراریوس. شرح‌حساب‌نیکوماخوس.
۱۵۴۲. **رابرت ریکوردی. جبر، هندسه، حساب.**
۱۵۴۳. دستگاه کپرنیکی منتشر می‌شود.
۱۵۴۵. **فراری. معادلات دومجذوری. ــ تارتالیا. معادلات درجه سه، ریاضیات عمومی. ــ کاردانو. معادلات درجه‌سه. ریاضیات‌عمومی.**
۱۵۵۰. **رایتیکوس. مثلثات.** ــ مورولیکو. هندسه. ــ یوهان شئوبل. جبر. ــ کوماندینو. ریاضیات یونانی. ــ کوزیمو بارتولی. هندسه. ــ تئانگ‌شون ــ چی. درباب دایره. ــ چیوپینگ ــ هسیانگ. جبر، هندسه. ــ سیمون جاکوب. حساب. ــ راموس.

هندسه، اوپتیك، حساب. ــ فرانسوا دوفواکاندال. شرح اصول اقلیدس. ــ یاکوبوس میسیلوس. حساب. ــ تونس. جبر، هندسه، دریانوردی. ــ محمدبن معروف. جبر، هیئت، حساب.

۱۵۶۰. پالاتیه. جبر، حساب.

۱۵۶۲. هوان پرز دوموبا. جبر، حساب.

۱۵۶۵. ترانشان. حساب.

۱۵۶۶. هرونیمو مونیوز. اصول اقلیدس، حساب.

۱۵۶۸. همفری بیکر. حساب.

۱۵۷۰. بیلینگزلی و دی. نخستین ترجمهٔ انگلیسی اصول اقلیدس. ــ منهردوکمپتن. حساب. ــ نئاندر. هواشناسی. هیئت. ــ کزیلاندر. شرح حساب دیوفانتوس. ــ فورکادل. ریاضیات یونانی. ــ بندتی. علم عدد. ــ بلی. هندسه. ــ داسیپودیوس. اصول اقلیدس. لغت.

۱۵۷۲. **بومبلی**. جبر. ــ دیگز، پدر (متوفی ۱۵۷۱) و پسر (متوفی ۱۵۹۵). حساب، هندسه.

۱۵۷۳. اوتو. $\frac{۳۲۵}{۱۱۲}$ = پی (مقدار قدیم چینی).

۱۵۷۷. هربستوس. حساب در لهستان. ــ گیریکاگورلازگورلستینا. حساب.

۱۵۸۰. فرانسوا ویت. جبر. ــ لودولف‌فان سئولن. راجع به‌عددپی. ــ فرانچسکو باروتزی. شرح کتاب پروکلوس.

۱۵۸۳. **کلاویوس**. هندسه، جبر، **حساب**، تقویم. ــ پطرس بونگوس. اسرار اعداد.

۱۵۸۷. فیضی. ترجمهٔ فارسی لیلاواتی.

۱۵۹۰. **کاتالدی. کسرهای مسلسل**. ــ **استوین**. کسر اعشاری. ــ هسین‌یون ــ لو. تقویم. ــ فان‌درشوئره. حساب. ــ تامس ماسترسون. جبر، حساب.

۱۵۹۲. موری‌کامبئی شیگیوشی. چتکه.

۱۵۹۳. آدرین فان‌رومن. مقدار عدد پی. ــ جئینگ‌تای ــ وی. حساب.

۱۵۹۴. تامس‌بلوندویل. مثلثات، جهان شناسی.

۱۵۹۵. **پیتیسکوس. مثلثات**. ــ ماگینی. هندسه، نجوم، مثلثات.

۱۶۰۰. **تامس‌هریوت**. جبر، **هندسهٔ تحلیلی**. ــ **یوبست‌بوگی. لگاریتم**. ــ **گالیله**. هندسه، نجوم، **مکانیك**. ــ **بهاءالدین عاملی**. هیئت،

حساب. ـ گتالدی. هندسه، جبر. ـ برناردینوبالدی. تاریخ ریاضیات.

۱۶۰۳. **ماتیوریچی، هوکوانگ ـ چینگ، ولی‌چی‌تسئای اصول اقلیدس را به‌چینی ترجمه کردند.**

۱۶۰۸. تلسکوپ معرفی شد.

۱۶۱۰. **کپلر. نجوم، هندسه.**

۱۶۱۲. **باشه‌دومزیریاك. شرح حساب دیوفانتوس. سرگرمیهای ریاضی.**

۱۶۱۴. **نپر. لگاریتم.**

۱۶۱۵. **هنری‌بریگس. لگاریتم.**

۱۶۱۸. نیکولولونگوباردی و جیاکومورو. نجوم اروپایی در چین.

۱۶۲۰. گانتر. لگاریتم. ـ پل‌گولدین. هندسه. ـ فاول‌هابر. سریها. ـ اسنل. هندسه، مثلثات. ـ اورسینوس. مثلثات، لگاریتم. ـ فرانسیس بیکن. چاپ ارغنون جدید.

۱۶۲۱. راگاناتا. ریاضیات هندی.

۱۶۳۰. **مرسن. ریاضیات یونانی. علم عدد. هندسه. ـ اوترد. جبر، خطکش محاسبه، لگاریتم.** ـ میدوژ. هندسه، سرگرمیهای ریاضی. ـ جلیبراند. لگاریتم. ـ آلبرژیرار. جبر، مثلثات. ـ دنی‌هانریون. لگاریتم. ـ کلودریشار. ریاضیات یونانی.

۱۶۳۴. هریگون. جبر.

۱۶۳۵. **فرما. هندسهٔ تحلیلی، علم عدد. ـ کاوالیری. بخش‌ناپذیرها. ـ** پوشیدا شیچیبئی. ریاضیات عمومی.

۱۶۳۷. **دکارت. هندسهٔ تحلیلی.**

۱۶۳۹. ایماموراچیشو. هندسه.

۱۶۴۰. دزارگ. هندسهٔ ترسیمی. ـ فلورمون دوبون. هندسهٔ دکارتی. ـ توریچلی. هندسه، فیزیك. ـ بورلی. ریاضیات یونانی. ـ برنارفرنیکل دوباسی. هندسه. ـ آنتوان دولالوبر. منحنیها. ـ **روبروال. هندسه.**

۱۶۵۰. **پاسکال. هندسه، احتمالات، علم‌عدد. ـ جان‌والیس. جبر، سریها، تاریخ ریاضیات.** ـ فرانس فان‌شوتن. چاپ‌آثار دکارت وویت. ـ گرگواردوسن ونسان. هندسه. ـ جان‌کرسی. جبر. ـ وینگیت. حساب. ـ نیکلامرکاتور. مثلثات، لگاریتم. ـ جان‌پل. جبر. ـ اسموگلنسکی. لگاریتم در چین. ـ سیه‌فونگ ـ تسو. لگاریتم

در چین. ــ میلتون وهابس.
۱۶۵۹. فردیناندوربیست. نجوم در چین.
۱۶۶۰. رنه فرانسوا والتردواسلوز. حساب‌انتگرال‌ودیفرانسیل، هندسه.ــ ایسومورا کیتوکو. مسایل. ــ ویویانی. هندسه. ــ دوشال. شرح اصول اقلیدس. ــ برونکر. سریها.
۱۶۶۵. نوزاوا تئیچو، ساتوسئیکو، وساواگوچی کازویوکی. هندسه وانتگرال گیری بومی ژاپن. ــ نیل. هندسه.
۱۶۷۰. **بارو. هندسه.** ــ جیمز گریگوری. سریها. ــ **هویگنس. هندسه، فیزیك، نجوم.** ــ **ادواردکاکر. ــ حساب.** ــ سرکریستوفررن. هندسه، نجوم. معماری.
۱۶۷۱. جیووانی دومنیکو کاسینی. نجوم.
۱۶۷۵. تأسیس رصدخانهٔ گرینویچ. ــ سئی‌ون ــ تینگ. جبر، تاریخ ریاضیات چین.
۱۶۸۰. **سکی‌کووا. حساب انتگرال و دیفرانسیل. ــ سرایزاك نیوتن. حساب فاضله، فیزیك، نجوم، تمام زمینه‌های ریاضیات. ــ یوهان هووه. جبر. ــ بارم. حساب.**
۱۶۸۱. جان‌درایدن.
۱۶۸۲. **لایبنیتس. حساب انتگرال و دیفرانسیل.**
۱۶۹۰. **مارکی دولوپتیال. کاربرد حساب انتگرال و دیفرانسیل. ــ هالی. نجوم، بیمهٔ عمر، فیزیك.** ــ ژاك‌برنولی. کاربرد حساب انتگرال و دیفرانسیل، هندسه، احتمالات. ــ دولائیره. هندسه.ــ جان‌کاسول. مثلثات. ــ چیرنهاوزن. اوپتیك.
۱۶۹۸. ناکانه گنکئی. حساب انتگرال و دیفرانسیل ژاپن. ــ میشل‌رول. معادلات. ــ پی‌یرنیکولا. هندسه. ــ جیووانی و توماسوچوا. هندسه. ــ فاتیو دو دویه. هندسه. ــ وارنیون. حساب انتگرال و دیفرانسیل. ــ دیوید گریگوری. اوپتیك، هندسه.
۱۷۰۴. چارلز هایز. حساب انتگرال و دیفرانسیل در انگلستان.
۱۷۱۰. **راجر کاتز. هندسه، آنالیز، حساب انتگرال و دیفرانسیل. ــ** دومونمور. احتمالات، سریها. ــ پی‌یرژارتو. نجوم و آنالیز در چین. ــ همفری‌دیتون. حساب انتگرال و دیفرانسیل. ــ سورین. هندسه. ــ دولانی. آنالیز. ــ پارنت. هندسهٔ تحلیلی فضائی.
۱۷۱۵. میاکه کزویو و ناکانه گنجون. مسایل. ــ رافسون. تاریخ

فلوکسیونها.

۱۷۲۰. **بروك‌تیلور. سریها. ــ دوموآور. عددهای مرکب، احتمالات.** ــ نیکولابرنولی (دوم). هندسه. ــ برادران مانفردو. هندسه. ــ کریستیان فان‌ولف. ریاضیات عمومی. ــ پجك. کتابهای‌درسی. ــ کروساز. هندسه. ــیاکوب‌هرمان. حساب‌انتگرال‌ودیفرانسیل.ــ فانیانو. منحنیها، تابعهای بیضوی. ــ گویدوگراندی. هندسه.

۱۷۲۲. تاکبه. هندسه، عددپی تا ۴۱ رقم.

۱۷۳۰. نیکولا برنولی (اول). معادلات دیفرانسیلی، احتمالات. ــ ساندرسون. جبر. ــ فان‌سی‌گرافسانده. حساب انتگرال و دیفرانسیل. ــ نیکول. دیفرانسیلهای محدود. ــ ماتسوناگا. هندسه، عدد پی تا ۵۰ رقم.

۱۷۳۶. جیمزهاجسون. حساب انتگرال و دیفرانسیل در انگلستان.

۱۷۴۰. **کولین مکلورین. جبر، سریها، مخروطات.** ــ گابریل کرامر. دترمینانها، معادلات، منحنیها. ــ جورج بارکلی. حمله‌به‌حساب فاضله. ــ گوادومالوز. هندسهٔ تحلیلی. ــ فرزیه. هندسهٔ ترسیمی.

۱۷۵۰. **لئونارد اولر. آنالیز، فیزیك، نجوم.** ــ **مونتوکلا. تاریخ ریاضیات.** ــ جیمزاسترلینگ. هندسه، سریها. ــ رابرت‌سیمسون. هندسه. ــ ماتیواستیوارت. هندسه. ــ خانوادهٔ ریکاتی. معادلات دیفرانسیلی. ــ بوسکوویچ. هندسه، نجوم. ــ دانیل برنولی (اول). فیزیك. ــ تامس سیمپسون. جبر، هندسه، حساب‌انتگرال و دیفرانسیل.

۱۷۵۱. جان‌راو. حساب انتگرال و دیفرانسیل در انگلستان. **دالامبر. معادلات دیفرانسیلی، نجوم، فیزیك. جان‌لندن، انتگرالهای بیضوی.** ــ آلکسی کلود کلرو. هندسه، زمین‌سنجی.

۱۷۶۵. مورائی چیزن. معادلات.

۱۷۷۰. **لامبر. مثلثات‌هذلولی.** ــ مالفاتی. هندسه. ــ ماریاگاتیاناآگنسی. هندسه. ــ کاستنر. تاریخ ریاضیات.

۱۷۷۵. واندرمونده. جبر. ــ بزو. جبر.

۱۷۷۶. پستالوتسی. حساب.

۱۷۸۰. **لاگرانژ. علم‌عدد، آنالیز، قالبهای بیضوی، نجوم.** ــ کندرسه. آنالیز، احتمالات. ــ آجیماچوکوین. معادلات سیال. ــ آئیدا

آمشی. سریها. ـ فوجیتا ساواسوکه. جبر. ـ چارلز هوتون. جدولها، واژه‌نامه، سرگرمیهای ریاضی. ـ جان‌ویلسون وادوارد وارینگ. علم عدد. ـ مشن. دستگاه متری.

۱۷۹۰. موسنیه. سطوح.

۱۷۹۵. اکول نورمال سوپریور واکول پولی‌تکنیك مقارن این زمان تأسیس شد.

گوس. علم عدد، هندسه، آنالیز، فیزیك، نجوم، زمینه‌های کلی ریاضیات. ـ لاپلاس. نجوم، فیزیك، کمترین توانهای دوم. ـ لژاندر. تابعهای بیضوی، علم عدد، هندسه. ـ کارنو. هندسهٔ جدید. ـ مونژ. هندسه ترسیمی. ـ دالامبر. نجوم،زمین‌سنجی.ـ لاکروا. آنالیز. ماسکارونی. هندسهٔ پرگاری. ـ پیاف. نجوم، آنالیز. ـ ژان‌برنولی (سوم). احتمالات. ـ لویلیه. هندسه. ـ روفینی. جبر. ـ بوسو، کوسالی، و فرانچینی. تاریخ‌ریاضیات.ـ ترمبلی. حساب انتگرال و دیفرانسیل. ـ جیمز ایووری. روشهای تحلیلی.ـآربوگامت. معادلات‌دیفرانسیلی، واریاسیونها، سریها.

۱۸۱۰. هاشت. جبر، هندسه. ـ جان‌رابرت آرگاند. عددهای مرکب. ـ فوریه. سریها، فیزیك. ـ ولیم‌والاس. تابعهای هذلولی. ـ جرگون. سردبیر سالنامه‌ها. ـ وودهاوس. حساب دیفرانسیل. ـ رابرت آدرین. کوچکترین توانهای دوم.

۱۸۱۹. هورنر. معادلات عددی.

۱۸۲۵. پیتربارلو. جدولها. ـ پوانسو. هندسه. ـ صوفی‌ژارمن. سطوح کشسان. ـ بولزانو. سریها. ـ پواسون. انتگرالهای معین، سریها، فیزیك. ـ کرلی. جدولها. سردبیر مجله. ـ بریانشون. هندسه.

۱۸۲۵. آبل. تابعهای بیضوی. ـ بلیای ولباچفسکی. هندسهٔ نااقلیدسی.ـ ناتانیل بوویچ. مکانیك آسمانی.

۱۸۳۰. باباژ. ماشین حساب. ـ جورج‌پیکوك. حساب‌دیفرانسیل، جبر.ـ موبیوس. هندسه. ـ کارل‌گوستاف یاکوب یاکوبی. تابعهای بیضوی. ـ بونسله. هندسهٔ ترسیمی. ـ گالوا. گروهها. ـ کوشی. تابعها، دترمینانها، سریها. ـ دوپن. هندسه.

۱۸۴۰. لامه. کشسانی. سطوح. ـ یاکوب اشتینر. هندسه. ـ اولیویر.

هندسهٔ ترسیمی. ــ آرنت. تاریخ ریاضیات. ــ هرشل. نجوم، آنالیز. مك‌كولاف. سطوح.

۱۸۵۰. ولیم‌روان هامیلتون. عدد چهاربرگی. ــ چیزلر. هندسهٔ‌جدید. ــ سالمون. هندسه، جبر. ــ گرونر. سردبیر آرشیو. ــ آگست. فیزیك ریاضی. ــ دومورگان. تاریخ ریاضیات، منطق. ــ جورج‌بول. منطق، معادلات دیفرانسیل. ــ سیلوستر. جبر. ــ کایلی. نامتغیرها. ــ ه. ج. س. اسمیث. علم عدد. ــ تودهانتر. تاریخ ریاضیات، کتاب درسی. ــ کیرکمن. آنالیز سینوسها. ــ کومر. سریها، سطوح ــ ریمان. سطوح، توابع بیضوی. ــ ایزنشتین. نامتغیرها. ــ بلاوییتس. هندسه. ــ گودرمان. تابعهای هذلولی. ــ فن‌اشتاوت. هندسه. ــ پلوکر. هندسه. ــ لوژان ــ دیریکلا. علم عدد. ــ کاتله. آمار، هندسه، تاریخ ریاضیات. ــ ورونسکی. فلسفهٔ ریاضی. ــ بنجامین‌پیرس. جبر. ــ اشتینشنیدر: تاریخ ریاضیات. ــ لیبری. تاریخ ریاضیات.

یك معمای کهن

آن چیست که سه سر، چهارشاخ، شش چشم، شش گوش، سه دهان، دودست و ده پا دارد و خرمی و آبادانی جهان از اوست؟

این معما در یك‌کتاب آموزشی پهلوی آمده است به‌نام ماتیکان یوشت فریان، و دست‌کم مربوط به‌پانزده قرن پیش است و پاسخ معما یك جفت‌گاو نر به‌خیش بسته است‌که مردی با آن زمین را شخم می‌زند.

یك مسئلهٔ هندی

در میان بیشه‌ای با صفا وسرسبز، که شاخه‌های درختان انبوهش سرشاراز گل میوه بود، درختانی ازقبیل لیمو، موز، انبه، خرما، نارگیل، وغیره؛ هرگوشه آن ازآواز انبوه طوطیان وفاختگان پر شده بود، وزنبوران عسل به‌گرد نیلوفران کنار چشمه‌ساران می‌چرخیدند؛ چند مسافرشادمان دراین بیشه آمدند. آنان شصت‌ و سه خوشه موز چیدند، و بعد هفت خوشهٔ دیگر از همان میوه. آنرا طوری میان سی وسه نفر قسمت‌کردند، که چیزی باقی نماند. بگویید در هرخوشه چند موز بود.

این مسئله از کارهای مهاویرا ریاضی‌دان هندی است‌که در سدهٔ نهم میلادی می‌زیست.

خاندان برنولی

بیش از نه تن از اعضای خاندان برنولی در سدهٔ هفدهم و هجدهم در ریاضیات و فیزیك شهرت یافتند. آیا این را باید به‌تأثیر وراثت تعبیر کرد یا محیط خانواده؟

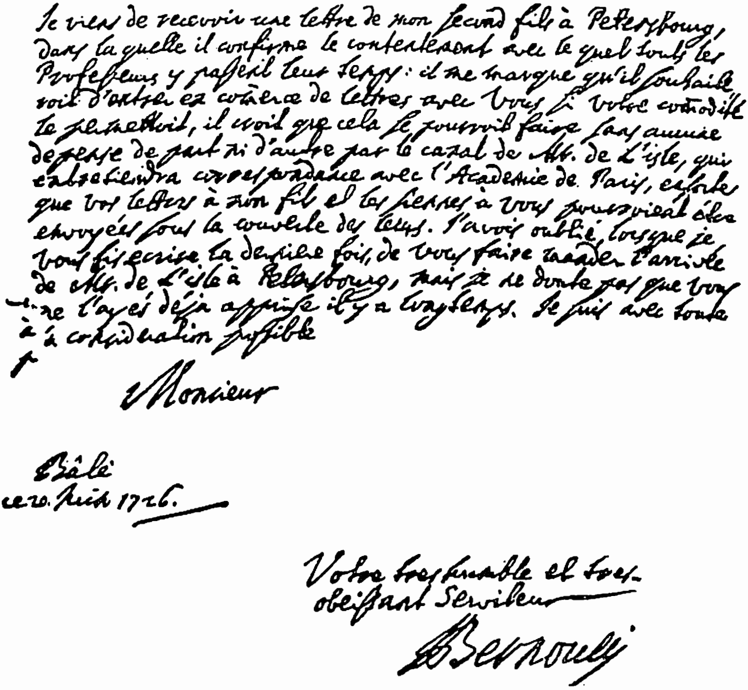
نخستین عضو معروف این خانواده **ژاك برنولی** بود. پدر بزرگ او ــ که همنام او ژاك‌برنولی بود ــ به‌خاطر داشتن کیش پروتستانی از ستم دوك دالبا، فرمانروای بلژیك ناگزیر به‌ترك زادگاهش آنتورپ شد و به‌سویس پناه برد.

ژاك برنولی در ۲۷ دسامبر ۱۶۵۴ درشهر بال‌سویس زاده شد. او نخست به‌تحصیل الهیات پرداخت، ولی‌علاقه‌اش به‌نجوم، ریاضیات وفیزیك بود، ازینرو برای مطالعهٔ این علوم و دیدار دانشمندان به‌فرانسه، هلند، بلژیك وانگلستان‌سفر کرد. پس از آنکه درسال ۱۶۸۲ به‌سویس بازگشت به‌مطالعهٔ ریاضیات جدید پرداخت که لایبنیتس ارائه کرده بود، و در ۱۶۸۷ استاد ریاضیات دانشگاه بال شد. او مقالات زیادی نوشت شامل موضوعات مربوط به سریها (۱۶۸۶)، چهارقسمت کردن مثلث معمولی به‌وسیلهٔ دو عمود (۱۶۸۷)، مخروطات (۱۶۸۹)، خطوط مایل (۱۶۹۵)، مساحی (۱۶۹۱)، سیکلوئیدها (۱۶۹۲، ۱۶۹۸، ۱۶۹۹)، منحنیهای غیرجبری (متعالی) *Transcendent* (۱۶۹۶)، وهمپیرامونی (۱۷۰۵).

او به‌خاطر موفقیتش درحل پیچ لگاریتمی $a^\theta = ۲$ وصیت کرد تاآن را برسنگ گورش نقش‌کنند.

ژان برنولی
(متولد ۲۷ ژوئیهٔ ۱۶۶۷ در شهر بال سویس،
متوفی اول ژانویهٔ ۱۷۴۸ در همان شهر).

برادرش ژان برنولی سیزده سال از او کوچکتر بود. با اینکه پدرش نتوانسته بود برادر بزرگتر را به‌تحصیل‌الهیات وادارد، کوشید تا او را برای شغل بازرگانی تربیت کند. ژان‌ در ابتدا به‌ادبیات و پزشکی علاقه نشان می‌داد. او در رشتهٔ پزشکی درس خواند وپایان‌نامهٔ خود را دربارهٔ انحلال وتخمیرنوشت (بال، ۱۶۹۰). ولی از مدتی پیش دریافته بودکه علاقهٔ واقعیش به‌ریاضیات است وازینرو به‌مطالعهٔ ریاضیات پرداخت تاجایی‌که در ۱۶۹۵ استاد ریاضیات دانشگاه گرونینگن شد، و پس از مرگ برادرش (۱۷۰۵) جای او را در دانشگاه بال گرفت. البته او با برادرش روابط خوبی نداشت، واین شاید به‌خاطر اختلاف زیاد سنی یا


Je viens de recevoir une lettre de mon second fils à Petersbourg, dans la quelle il confirme le contentement avec le quel touts les Professeurs y passent leur temps: il me marque qu'il souhaite voir d'entrer en commerce de lettres avec vous si votre commodité le permettoit, il croit que cela se pourroit faire sans aucune depense de part ni d'autre par le canal de Mr. de L'isle, qui entretiendra correspondance avec l'Academie de Paris, en sorte que vos lettres à mon fils et les siennes à vous pourroient être envoyées sous la couverte des leurs. J'avois oublié, lorsque je vous fis ecrire la derniere fois, de vous faire mander l'arrivée de Mr. de L'isle à Petersbourg, mais je ne doute pas que vous ne l'ayez déja apprise il y a longtems. Je suis avec toute la consideration possible

Monsieur

Bâle
ce 20. Juin 1726.

Votre treshumble et tres-obeissant Serviteur
J. Bernoulli

دستخط ژان برنولی

نوعی رقابت میان آن دو بود. دوبرادر درسال ۱۶۹۹ به‌عضویت فرهنگستان علوم فرانسه پذیرفته شدند.

ژان پرکارتر از برادرش بود و بیش از او در ریاضیات کار کرد، و در زمینهٔ مکانهای هندسی، منحنیهای سوزان[1] *Caustic curves* (۱۶۹۲)، معادلات دیفرانسیلی (۱۶۹۴)، تربیع منحنیها به‌وسیلهٔ سریها (۱۶۹۴)، سیکلوئید (۱۶۹۵)، انعکاس نور و عدسیها (۱۷۵۱)، چند پاره‌کردن زاویه وکمان (۱۷۵۱)، منحنیهای همزمان ومنحنیهای دارای بیشترین شیب (۱۷۱۸) وسایر موضوعات مشابه آثاری نوشت و از مؤثرترین افراد در ترویج حساب انتگرال ودیفرانسیل در قاره اروپا بود.

استفاده از واژهٔ انتگرال به‌مفهوم امروزی آن از اوست.

پسر او دانیل برنولی (متولد ۹ فوریهٔ ۱۷۰۰ درگرونینگن، متوفی

۱. قطوع مخروطی، هذلولی، سهمی، بیضوی....

۱۷ مارس ۱۷۸۲ دربال) راه پدر را در پیش گرفت واستاد ریاضیات شد. او را برای تدریس ریاضیات به پطروگراد پایتخت روسیه دعوت کردند (۱۷۲۵–۱۷۳۳). سپس برای جانشینی پدرش بەدانشگاه بال بازگشت. مقالەهای زیادی از او در مجلهٔ فرهنگستان پطروگراد منتشر شد، که بیشتر راجع بەموضوعهای فیزیکی بود. ولی درزمینهٔ ریاضیات هم از مقالەهای او راجع بەتوابع مثلثاتی (۱۷۷۲، ۱۷۷۳)، کسرهای مسلسل (۱۷۷۵)، ومسئلهٔریکاتی می‌توان نام برد.

نیکلا برنولی برادرزادهٔ ژاك وژان هم ریاضی‌دان بود. او در ۱۰ اکتبر ۱۶۸۷ در بال زاده شد و در ۲۹ نوامبر ۱۷۵۹ در همان شهر درگذشت. او مدتی در شهر ایتالیایی پادوا استاد ریاضیات بود(۱۷۱۶–۱۷۱۹)، ولی سرانجام بەزادگاهش بازگشت و استاد دانشگاه آن شهرشد. او دارای تحصیلات حقوقی بود و نخستین رسالهٔ ریاضیش را دربارهٔ استفاده از نظریهٔ احتمالات در موضوعات حقوقی نوشت. او آثاری هم دربارهٔ معادلات دیفرانسیلی وهندسه تألیف کرد.

نیکلا برنولی (دوم) پسر ژان و برادر دانیل هم بەتحصیل حقوق پرداخت و در برن استاد حقوق شد، ولی سرانجام بەعنوان ریاضی‌دان بەپطروگراد دعوت شد. او در زمینهٔ هندسهٔ منحنیها نوشت، ولی مرگ زودرسش در سی ویکسالگی (۱۶۲۶) مانع از ادامهٔ کارش گردید.

برادر دیگر او **ژان برنولی (دوم)** هم در زادگاهش بال استاد ریاضیات بود و بیشتر آثارش را در زمینهٔ فیزیك نوشت (متولد ۱۸ ماەمه ۱۷۱۰، متوفی ۱۷ ژوئیه ۱۷۹۰).

پسر او **ژان برنولی (سوم)** پس از آنکه مانند پدرش بەتحصیل حقوق پرداخت، بەریاضیات روی‌آورد و مدیر بخش ریاضیات فرهنگستان علوم برلین شد. او راجع بەاصول احتمالات (۱۷۶۸)، اعمال کسری (۱۷۷۱)، عاملها (۱۷۷۱)، ومعادلات سیال (۱۷۷۲) نوشت.

دو برادر دیگر او دانیل دوم (۱۷۵۱ – ۱۸۳۴)، و ژاك دوم (۱۷۵۹ – ۱۷۸۹)، وپسر دانیل دوم بەنام **کریستف** (۱۷۸۲ – ۱۸۶۳) و نوەاش**ژان‌گوستاو** (۱۸۱۱ – ۱۸۶۳) کم وبیش در ریاضیات شهرتی یافتند.

دانیل برنولی
(متولد ۹ فوریهٔ ۱۷۰۰ در شهرگرونینگن سویس،
متوفی ۱۷ مارس ۱۷۸۲ در شهر بال).

دو داستان از دانیل برنولی

می‌گویند دانیل برنولی دو داستان را اغلب برای آشنایانش تعریف می‌کرد. او می‌گفت: زمانی بایك شخص تحصیلکرده در سفر همراه بودم. اوکه از مصاحبت من خوشش آمده بود اسمم را پرسید. گفتم: من دانیل برنولی هستم. همراه من که فکر می‌کرد قصد مسخره‌کردنش را داشته‌ام گفت: بنده هم ایزاك نیوتن هستم.

یك روز هم کونیگ‌ریا ضی‌دان در رستوران به‌تنهایی غذا می‌خورد و با خودستایی تعریف می‌کرد که چگونه با زحمت زیاد به‌حل مسئلهٔ مشکلی موفق شده‌است.

من سر میز او رفتم واجازه خواستم تا افتخار همنشینی او را داشته باشم، وهنگامی که داشتیم قهوهٔ پس از ناهار رامی خوردیم راه‌حل ساده‌تر و بهتر همان مسئله را به‌اونشان دادم.

پاسخ مساله‌های مربوط به‌مقالهٔ «جبر بول»

(صفحهٔ ۴)

۱. هرکدام ازگزاره‌ها را با یك حرف نشان می‌دهیم:

«نام مرد جوان ژاك است» — a؛

«نام مرد جوان ژان است» — b؛

«نام مرد جوان ژاك نیست» — c؛

«او ۱۸ سال دارد» — d؛

«او ۲۱ سال دارد» — e؛

«او ۲۵ سال دارد» — f؛

سیمون‌گفته است: «او ژاك است و۲۱ سال دارد»، ازاین دوحکم، یکی نادرست و دیگری درست است. بنابراین: $a \vee e = 1$ ، $a.e = 0$

ژرژت‌عقیده‌دارد: «او ژان است و۱۸سال دارد»؛ وعقیدهٔ مارگریت اینست‌که: «او ژاك نیست و ۲۵ سال دارد» بنابراین

$$bd = cf = 0 \;,\; b \vee d = 1 \;,\; c \vee f = 1$$

a وb، همینطور a وc، متناقض‌اند، همچنین d، e و f هم متناقض یکدیگرند

به‌این ترتیب $ab = ac = de = df = ef = 0$

چون $a \vee e = 1$ و $b \vee d = 1$، در نتیجه

$$(a \vee e)(b \vee d) = 1 \longrightarrow ab \vee ad \vee be \vee de = 1$$

ولی، ab و de برابر صفرند، در نتیجه باقی می‌ماند: $ad \vee be = 1$

از $ad \vee be = 1$ و $c \vee f = 1$ به‌دست می‌آید: $(c \vee f)(ad \vee be) = 1$

که اگر آنرا بازکنیم، می‌شود: $acd \vee bce \vee adf \vee bef = 1$

که اگر حاصلضربهای مساوی صفر را حذف‌کنیم، به‌دست می‌آید: $bce = 1$

و این به‌معنای آنست‌که $e = 1$ ، $c = 1$ ، $b = 1$

یعنی، نام مرد جوان ژان است و ۲۱ سال دارد.

✿ ✿ ✿

۲. گزاره‌ها را نامگذاری‌می‌کنیم:

مؤلف تابلو بوتیچلای است — a

مؤلف تابلو اورگادو است — b

مؤلف تابلوگوجینی است — c

موکوزانی حکم می‌کند: $\bar{a}$ و $\bar{c}$

سینادالی حکم می‌کند: $\bar{a}$ و b.

تا پاره‌اولی حکم می‌کند: a و $\bar{b}$.

از شرط مساله معلوم است‌که مؤلف تابلو، یکی از این سه نقاش است:

(۱) $a \vee b \vee c = 1$ (۲) $a.b = 0$ ، $b.c = 0$ ، $a.c = 0$

چون در حکم یکی از سه نفر، هردوگزاره درست است، بنابراین

(۳) $\bar{a} \vee \bar{c} \vee \bar{b} = 1$ (۴) $\bar{c} \vee b \vee a = 1$

(رابطهٔ (۳) به‌کمك سه‌گزارهٔ نیمهٔ نخست حکمها و رابطهٔ (۴) بــه کمك سه‌گزارهٔ نیمهٔ دوم حکمها درست شده است).

رابطه‌های (۱) و (۴) را مقایسه می‌کنیم

$$\begin{cases} a \vee b \vee c = 1 \\ a \vee b \vee \bar{c} = 1 \end{cases}$$

از این دو رابطه نتیجه می‌شود، $a \vee b \vee o=1 \longrightarrow a \vee b=1$

(زیرا یا c و یا $\overline{c}$ برابر صفر است).

چون حکمهای a ، b و c یکدیگر را نقض می‌کنند، بنابراین از $a \vee b=1$ نتیجه‌می‌شود: $c=o$ و $\overline{c}=1$.

همه‌چیز با شرطهای مساله می‌سازد، ۶گزاره داریم‌که تنها سه تاازآنها درست است (یکی از خبره‌ها دو حکم درست می‌کند و دیگری یکی). دو تا ازاین سه حکم درست، بین نیمهٔ دوم‌گزاره‌ها است ($\overline{c}=1$ ، $a \vee b=1$)

بنابراین، بین نیمهٔ اول‌گزاره‌ها، تنها یك‌گزارهٔ درست وجود دارد، یعنی حاصلضرب منطقی هردوگزاره ازآنها برابرصفراست: $\overline{a}.\overline{a}=o$ ، $\overline{a}.\overline{b}=o$.

ولی $\overline{a}.\overline{a}=o$ ، تنها به‌معنای $\overline{a}=o$ است، یعنی $a=1$.

به‌این ترتیب، معلوم می‌شود: $a=1$ ، $b=o$ و $c=o$ ؛ تابلو را بوتیچلی‌کشیده است. حالا، می‌توانیم با توجه به‌جدولی‌که برای حکمها درست‌کرده بودیم، نتیجه بگیریم:

موکوزانی یك حکم درست و یك حکم نادرست‌کرده است. ناپاره اولی دو حکم درست‌کرده است. خبرهٔ آقای لارکه، همان ناپاره‌اولی است و سیناندالی همان مرد جوان است.

✿ ✿ ✿

۴. هیچ پرسش مستقیمی از نوع «آیا صندوقچهٔ سمت چپ ، خالی است؟»، ما را به‌نتیجه نمی‌رساند، زیرا ما ازروحیهٔ محافظ آگاهی نداریم و بنابراین نمی‌توانیم پاسخ «نه» یا «بله» او را ارزشیابی کنیم. پرسش را باید به‌نحوی تنظیم‌کرد که به‌وضع روحی محافظ، و به‌راست یا دروغ گفتن او، ارتباطی نداشته باشد؛ پرسش را باید طوری تنظیم‌کردکه پاسخ آن تنها یك چیز باشد. خاصیت ضرب منطقی $0=0 \cdot 1$ و $0=1 \cdot 0$، ساختمان پرسش را به‌ما تلقین می‌کند. پرسش باید از دو جزء تشکیل شده باشد: یکی از آنها باید به‌محافظی توجه داشته باشدکه راست می‌گوید و دیگری محافظی را در نظر بگیردکه راست نمی‌گوید. به‌عنوان نتیجه، پاسخ «نادرستی» به‌دست می‌آوریم‌که به‌وسیلهٔ آن می‌توانیم وضع واقعی چیزها را نتیجه بگیریم. به‌این ترتیب، پرسش را می‌توان به‌تقریب اینطور تنظیم‌کرد: «فرض‌کنیدکه وضع روحی شما درست برخلاف روحیهٔ کنونی شما باشد، در آن حالت، اگر من ازشما می‌پرسیدم: «آیا صندوقچه سمت چپ خالی است؟»، آنوقت آیا به‌من جواب مثبت می‌دادید؟».

اگر صندوقچه خالی باشد، او درهرحال به‌پرسش شما پاسخ «نه» می‌دهد و اگر صندوقچه حاوی یادگاری گرانقیمت باشد، در هرحال به شما پاسخ «بله» می‌دهد. در واقع، فرض‌کنیم‌که صندوقچهٔ سمت چپ خالی و وضع روحی محافظ هم بد باشد (یعنی پاسخ دروغ بدهد)، اگرپرسش «آیا صندوقچهٔ‌سمت چپ خالی است؟» را در حالتی می‌دادیم که وضع روحی خوبی‌داشت، پاسخ می‌داد «بله». ولی، حالا او «دروغگو» است و بنابراین پاسخ‌نادرست «نه» رامی‌دهد. درحالتی هم‌که وضع روحی‌محافظ خوب‌باشد، بازهم پاسخ «نه» را می‌دهد، زیرا باید درست‌همین جواب را در حالت بدی روحیهٔ خود می‌داد (یعنی دروغ می‌گفت). به‌همین ترتیب، اگر حالتهای دیگر «اوضاع و احوال» محافظو «نوع صندوقچه‌ها» را در نظر بگیریم، درهرحال می‌توانیم به‌درستی نتیجه‌ای‌که می‌گیریم—یعنی به‌درستی نتیجه‌گیری از دستورهای منطقی ـ مطمئن باشیم.

Reconciliation with Mathematics

Editor : Parviz Shahryari
Under the supervision of the editorial board
A supplementary publication of The Free University of Iran
Address : The Free Uuiversity of Iran
P. O. Box 11-1962
Aban Shomali St. / Karim-Khan Zand Boulevard
Tehran 15' Iran

Contents