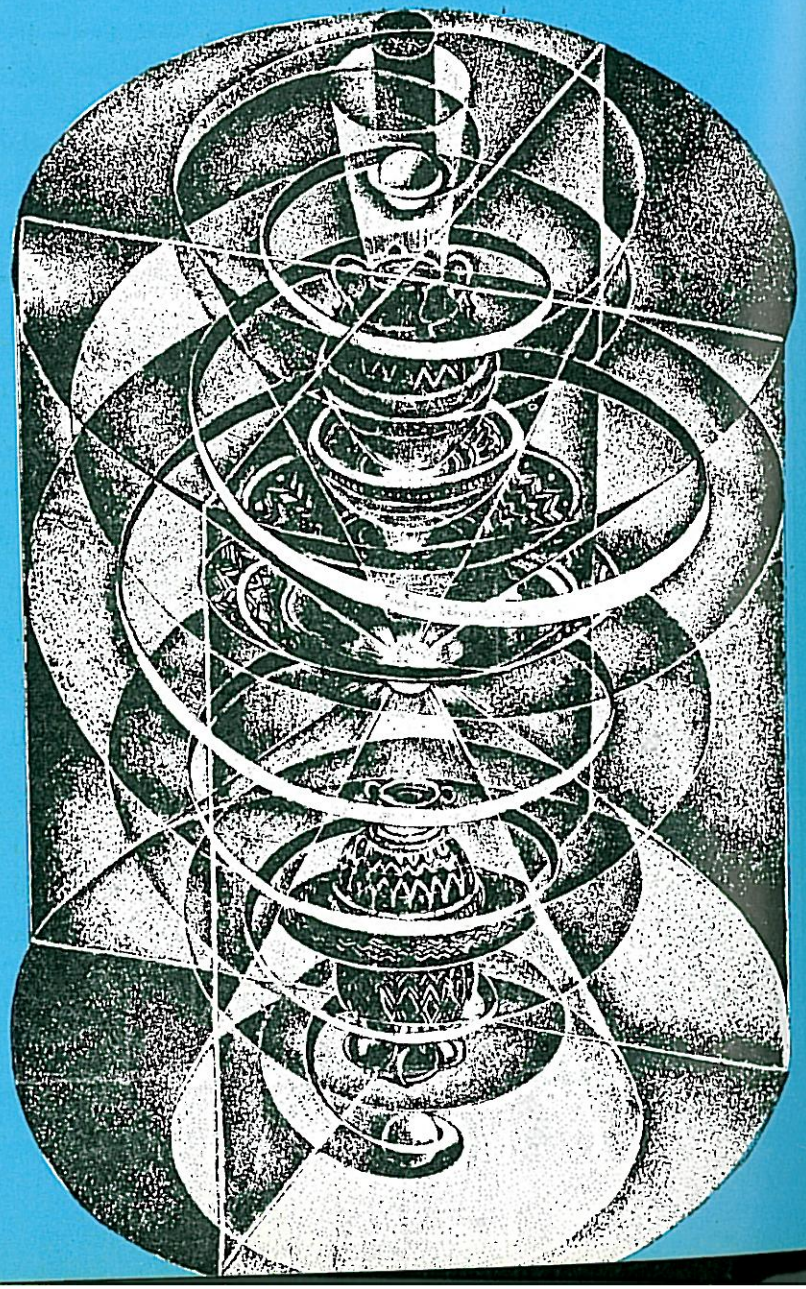
آشتی با ریاضیات

دفتر ۵



Reconciliation with Mathematics

مرکز پخش : انتشارات فردوسی

خیابان مجاهدین اسلام، شماره ۲۶۲ - تلفن ۳۶۰۲۳۳

آشتی با ریاضیات

گردآورنده: پرویز شهریاری

صفحه‌آرا: حسن نیک‌بخت

تیراژ ۴۰۰۰ نسخه - چاپخانهٔ رامین

آذرماه ۱۳۶۳ چاپ اول

نشانی پستی: تهران - صندوق پستی ۵۴۱ - ۳۴

فهرست دفتر پنجم

۱۵۰ ریال

ریاضیات درخدمت انسان

پرویز شهریاری

چرا باید ریاضیات را یادگرفت؟ همه می‌گویند ریاضیات به‌ذهن آدمی نظم می‌بخشد ونیروی ذهنی‌راگسترش می‌دهد این‌البته، مبالغه‌ای آشکار است! ولی حقیقتی نیز درآن نهفته است. کسی‌که با ریاضیات سروکار دارد و اندوخته‌ای از تجربهٔ ریاضی را با خود دارد، معمولا، وحتی ناخودآگاه، درهرگام وهراقدام‌خود، ازروش‌های اندیشیدن‌ریاضی استفاده می‌کند.

این داوری منصفانه، دربارهٔ ریاضیات، از گ. فریدنتال،ریاضی‌دان نام‌دار هلندی است. او همان‌کسی است که چند دهه پیش «لینکوس» را پیشنهادکرد - زبانی برای تماس با ساکنان احتمالی سیاره‌ها و ستارگان دیگر. این«زبان» به‌ما امکان می‌دهد تا«گفت وگویی یك‌جانبه» باموجودهای متفکری داشته‌باشیم که به‌هیچ‌کدام از زبان‌های‌زمینی‌آشنایی ندارند واصلا چیزی در بارهٔ زندگی زمینی ما نمی‌دانند. البته، نمی‌توان منتظر پاسخ یا پرسشی ازگیرندهٔ احتمالی پیام‌ها بود، چراکه رفتن و برگشتن علامت‌های رادیوئی، چه‌بساکه قرن‌ها طول بکشد و به«زندگی‌کوتاه» ما دست ندهد.

آدم باید به‌صورتی عالی برمنطق مسلط باشد، از غنی‌ترین تخیل برخوردار باشد، شخصیتی خارق‌العاده داشته باشد و، کوتاه سخن، به‌معنای واقعی و عمیق کلمه، یك ریاضی‌دان باشد، تا بتواند در برابر خود چنین مسأله‌ای را قرار دهد واز عهدهٔ حل‌آن برآید.

حتی در این «تلاش بلندپروازانهٔ» فریدنتال - با همهٔ این‌که در بارهٔ «منافع» آن، حتی در آیندهٔ نزدیك، نمی‌توان با خوشبینی اظهارنظر کرد، عنصر اساسی خدمت به‌انسان نهفته است.

* * *

ما، در نیمهٔ دوم سدهٔ بیستم، ناظر جریان‌های طوفانی بسیار مهم و

جالبی هستیم. دانش وصنعت، به‌چنان دوری ازتکامل افتاده است که توانسته است در طول کمتر از نیم‌قرن (کـه از نظر تاریخی بسیار نـاچیز است) دگرگونی‌های عظیمی درنظام زندگی انسانی وشیوهٔ تفکر او به وجودآورد. راهی که دانش در این مدت کوتاه پیموده است، برای پدران و پدربزرگان ما، حتی در طول چند سده هم، قابل تصور نبود.

یکی از این جریان‌های طوفانی، عبارت است از جدی‌تر شدن نقش ریاضیات درزندگی جامعهٔ بشری واهمیت روزافزونی که ریاضیات،درتکامل دانش و صنعت ، پیداکرده است. این وضع، حتی برروابط صنعتی کشورها و گسترش این روابط ــ وحتی برروابط اجتماعی انسان‌ها ــ هم اثر گذاشته است.

تعدادکامپیوترها، ونقش‌آن‌ها در زندگی انسانی، روز به‌روز افزایش می‌یابد. کامپیوترها ، نه تنها در انستیتوهـا و آزمایشگاه‌های علمی و برای محاسبه‌های‌علمی، بلکه‌درکارخانه‌ها، مراکز تنظیم‌برنامه، بانک‌ها، بیمارستان‌ها و هرجای دیگری، به‌خدمت گرفته شده‌اند. هرروزکه می گذرد، وظیفهٔ بیشتر و بیشتری به‌عهدهٔ این «ماشین‌ها»گذاشته می‌شود. کامپیوتر ، نه‌تنهـا موجب پیشرفت پرشتاب اقتصاد وتولید شده است، بلکه‌توانسته‌است میزان‌سوددهی را فوق‌العاده بالا ببرد و ملیون‌ها وبلیون‌ها «دلار» صرفه‌جویی به‌بارآورد.

بازتاب این جریـان را ، در خود ریـاضیات هم می‌توان دید . در ریاضیات ــ به‌برکت وجود کامپیوترهـا و امکان‌هایی که در اختیـار آدمی گذاشته‌اند ــ شاخه‌های تازه وسمت گیری‌های تازه‌ای پیدا شده است ، که ازآن‌جمله، می‌توان ازریاضیات محاسبه‌ای، نظریهٔ‌ریاضی‌هدایت وپیش‌بینی، زبان‌های‌آلگوریتمی، برنامه‌ریزی و غیرآن نام‌برد.

در زمان ما، ریاضیات، به‌صورت جزئی جدانشدنی از صنعت درآمده است. ریاضیات درعلوم‌طبیعی، دراقتصاد ودرجهت‌یابی وهدایت وپیش‌بینی- که قبلا، ریاضی‌دانان، حتی جرات نزدیک‌شدن به‌آن‌را نداشتند ــ نفوذکرده است.

تغییر «موضع اجتماعی» ریاضیات و نقش و تأثیر روزافزونی که در

زندگی جامعهٔ انسانی پیداکرده‌است، نظرهای متفاوتی‌را برای‌ریاضی‌دانان به‌وجودآورده است. این‌اختلاف‌نظر، درارزیابی موقعیت موجود ودورنمای تکامل‌آیندهٔ ریاضیات است.

کشف‌کامپیوتر وتغییر تدریجی چهرهٔ ریاضیات، عده‌ای‌را به‌اوج شور وشوق خود رسانده است. ولی،کسانی هم هستندکه، نه‌تنها به‌پیشرفت‌هـای عظیمی کـه به‌خاطر وجودکامپیوتر نصیب دانش شده است توجهی ندارند ، بلکه نسبت به‌آن با تردید و بدبینی هم می‌نگرند. اینان‌کسانی هستندکه تنها «ریاضیات خالص» را می‌پسندند، یعنی ریاضیات برای ریاضیات. اینان تنها به‌استدلال‌ها و ساختمان‌های منطقی ، وظرافت و زیبایی‌کامل این استدلال‌هـا وساختمان‌هاــارزش می گذارند. اینان، همان «پوریست‌ها» درقلمروریاضیات هستند (از واژه فرانسوی pure به‌معنای «منزه»).

* * *

حق باکدام طرف است: هواداران «ریاضیات خالص» یا دوستداران «ریاضیات کاربسته» ؟

این پرسش تازگی ندارد واز دیرباز، مورد بحث ریاضی‌دانان، وهم غیرریاضی‌دانان، بوده‌است. می‌دانیم که دانشمندان وفیلسوفان«دوران‌طلایی دانش یونانی» ، تنها به «ریاضیات خالص»، ریاضیاتی که هیچ گونه «فایدهٔ عملی» نداشته باشد ــ علاقه‌مند بودند . افلاطون ، تجربه را تحقیر می کرد و ارسطو ــ اگرچه در پیری به‌تجربه و مشاهده گرایش بیشتری پیداکرد ــ با اتکای به‌استدلال‌های ذهنی و تلاش در مجردکردن همهٔ بنیان‌های‌اعتقادی خود، در واقع، به‌نحوی بااستاد خود افلاطون، هم‌سویی داشت. فیثاغورث، ابهام را چون زشتی وظلمت، هم‌طراز پلیدی، به‌بدی نسبت می‌داد ووضوح و تعبیر دقیق را ، چون روشنی ، به‌خیر و نیکی منسوب می‌دانست و رسیدن به‌این «وضوح و تعبیر دقیق» را تنها از راه‌کشف رمز و رازهای عدد ــ که موجد همهٔ پدیده‌های موجود در جهان است ــ میسر می‌دید...

آندره واروسفل (Andre Warusfel)، در سخن‌رانی خود در کنگرهٔ ریاضی‌دانان در لیون (فرانسه) ــ اوت۱۹۶۹، شهریور ۱۳۴۸ــعلت

سقوط دانش یونانی را، در همین مجرد گرایی و انتزاع خواهی نمایندگان دانش یونان، قلمداد کرد. او گفت. «اصل موضوع اقلیدس، محصول سالیان دراز فعالیت‌های گوناگون بشری در طول بیش از هزاروپانصد سال در زمینه‌های مساحی وکشاورزی و اندازه‌گیری سطح و حجم و نمایندهٔ اوج اندیشهٔ انسانی بود، ولی گرایش ریاضی‌دانان یونان به‌ساختن ریاضیات مجرد و کوتاه‌شدن دست فیزیك‌دانان در پدیدآوردن رابطه‌های لازم برای اندیشه‌های خودشان، دانش یونانی را از پیشرفت بازداشت.

فلیکس کلاین، ریاضی‌دان مشهورآلمانی، درسال ۱۸۹۳ درسخن‌رانی افتتاحیهٔ کنگرهٔ ریاضی‌دانان در شیکاگو، با زبان دیگری، نگرانی خود را از «تخصص گرایی» ریاضی‌دانان و دورشدن‌آنان از دانش عمومی ابراز داشت. او گفت:

«پیشینیان بزرگ ما، لاگرانژ و لاپلاس و گوس، به‌همهٔ مسأله‌های ریاضیات وکاربردآن‌ها، احاطه داشتند. کششی که در سدهٔ نوزدهم، به‌سمت ویژگاری وتخصص به‌وجودآمد، موجب کم‌شدن علاقهٔ ریاضی‌دانان به دانش عمومی شد. با وجود این، در دو دههٔ اخیر، تمایل به‌یکی کردن شاخه‌های به‌ظاهر گوناگون و دور ازهم نظریه‌های ریاضی، دوباره پیدا شده است... به‌یاری مفهوم «گروه»، این امکان را به‌دست آورده‌ایم که هندسه و نظریهٔ عددها را ــ که در دورانی طولانی، هرکدام دریك مسیر یك‌بعدی ومستقیم و با روش‌ها و مساله‌های به‌کلی متفاوتی پیش می‌رفتند ــ به‌عنوان دو جنبهٔ متفاوت از یك نظریه، مورد بررسی قرار دهیم».

شاید بتوان نمایندهٔ مشخص «ریاضیات خالص» معاصر را، گروه «نیکلای بورباکی» در فرانسه دانست. این نام، بیشتر یك «عنوان حقوقی» ویك «نام مستعار» است که گروهی از شایسته‌ترین ریاضی‌دانان فرانسوی‌را دربر گرفته است و بیش از چهل سال است که باارزش‌ترین کتاب‌های‌نظری ریاضیات را زیر همین نام و با عنوان عمومی «مقدمات ریاضیات» منتشر می‌کنند.

ولی حتی این نمایندگان «جریان پوریستی ریاضیات» هم، اهمیت

ریاضیات را در ساختمان پرشکوه آیندهٔ جامعه انسانی، انکار نمی‌کنند. بورباکی، ریاضیات را به‌یك شهرتشبیه می‌کند که «ریاضیات خالص» قسمت اصلی و مرکزی آن‌را تشکیل می‌دهد. بورباکی، نقش خود را، به‌عنوان ریاضی‌دان، همچون معمار چیره‌دستی می‌داند که به‌تجدید بنای مرکزقدیمی شهر مشغول است. ضرورتی نمی‌بیند تا دربارهٔ کناره‌ها و حومه‌های شهر صحبت‌کند، زیرا خود نیازززندگی، کوی‌ها وساختمان‌های تازه را به‌وجود خواهد آورد: «وظیفهٔ اصلی ریاضی‌دان» تجدید بنا و سازمان‌دهی مرکز شهری است، که ریاضیات نام دارد.

ساختمان این شهر، با دامنه‌ای گسترده و به‌وسیلهٔ افراد با استعداد بسیاری، درجریان است. ولی، حتی‌آنان که درمرکز شهر زندگی می‌کنند، نمی‌توانند رابطهٔ خود را با تمامی اطراف خود، به‌کلی، قطع‌کنند. بسیاری ازریاضی‌دانان، به‌تدریج، ازمرز گذشته‌اندوبه‌اطراف وکناره‌ها روآورده‌اند، جایی‌که هوا وآفتاب بیشتری است و، در همان‌جا، در شهرها وکشورهای همسایه، آغاز به‌ساختن راه‌های تازه‌کرده‌اند، جایی که، دورنمای گسترده‌تر وپهنهٔ گشوده‌تر وآزادی و امکان بیشتر، الهام‌بخش خلاقیت آن‌ها شده است. به‌همین دلیل‌است‌که اطراف‌وکناره‌هاجان می‌گیرند، محله‌هایی که‌به‌شهرهای دیگر نزدیك‌ترند و رابطهٔ بیشتری با آن‌ها دارند، مسکونی‌تر می‌شوند: فیزیك، صنعت، اقتصاد، بیولوژی، پزشکی وغیره؛ ومحله‌هایی هم، که به‌کلی جوان‌اند، به‌وجود می‌آیند. به‌سختی می‌توان در بارهٔ همهٔ این محله‌ها و شهرك‌ها در یك مقاله صحبت‌کرد، به‌خصوص، که اطلاع برهمهٔ آن‌ها هم، کار ساده‌ای نیست. شاید تنها بتوان یکی از خیابان‌ها را انتخاب کرد و در بارهٔ هوایی‌که ساکنان این خیابان استنشاق می‌کنند، صحبت‌کرد.

وقتی که دربارهٔ ریاضیات صحبت می‌شود، باید ترتیبی دادکه مردم، علاوه برمرکز شهر، حومه و اطراف‌آن‌را هم ببینند. باید به‌مردم نشان داد که چگونه زندگی در این‌جاها هم جریان دارد و چگونه، دایماً، جنگل‌های وحشی به‌وسیلهٔ پارك‌ها و باغ‌ها عقب رانده می‌شوند. بررسی جزء به‌جزء آب و هوای این قسمت‌های شهر، به‌خصوص برای سلامتی، اهمیت جدی دارد.

ای. ماای‌سه‌یف ، از شرکت خود در کنگرهٔ ریاضی‌دانـان مسکو[1]، مطالبی دارد که خواندنی است:

«من هم ... در کنگرهٔ ریاضی مسکو شرکت کرده بودم. به‌سخن‌رانی‌ها گوش دادم و در برخوردها شرکت کردم . عرصهٔ فعالیت من، در گروه‌های فیزیك ، ریاضی ، ریاضیات محاسبه‌ای ، نظریهٔ احتمال و نظریهٔ ریـاضی هدایت بود، که به‌ترتیب، شامل ۱۲ ، ۱۳ ، ۱۴ و ۱۵ نفر می‌شدند . بعضی از این بخش‌ها، نخستین بار بود که در برنامهٔ کنگره گذاشته شده بودند. در این بخش‌هـا، افراد نامی کم بودند ، ولی در عوض جوانی و شور وشوق از آن‌هـا می‌بارید . شاید مناسب باشد، کمی مفصل‌تر در بـارهٔ برخی از علت‌هایی که موجب این شور وشوق شده بود، وتا به‌این اندازه جوانان را به‌طرف خود جلب می کرد، صحبت کنیم.

بااین‌که نظریه‌های ریاضی معاصر، فوق‌العاده‌انتزاعی به‌نظر می‌آیند، در واقع، به‌طور طبیعی ودر جریان مطالعهٔ عینی ما ازجهان اطراف به‌وجود آمده‌اند. این نظریه‌ها، بخش لازمی از تصور ما را در بارهٔ طبیعت وجهان منعکس می کنند. پیشرفت‌ریاضیات، دقیقاً به‌پیشرفت نیروهای تولیدی جامعهٔ انسانی و پیشرفت صنعت، حمل ونقل ودانش‌های نزدیك به‌ریاضیات، بستگی دارد. روشن‌است که وابستگی، به‌اندازهٔ‌کافی بغرنج و غیرمستقیم‌است. گاهی، تلاش‌های‌ساده‌لوحانه‌ای دیده می‌شود که سعی می کنند، اثبات یك‌قضیهٔ‌مشخص و یا حتی پیدایش این یاآن نظریهٔ ریاضی را ، به‌یك حادثهٔ مشخص صنعتی و ، مثلا ، به‌کشف و ساختمان فلان ماشین تازه ، مربوط کنند. در ریاضیات، مسأله‌ها و موضوع‌های بسیار جالبی وجود دارد که از راه قانون‌های‌منطقی داخلی ریاضیات و با نیروی محرك درونی خود، به‌وجود آمده‌اند. از جملهٔ این مساله‌ها ــ کـه در اثر نیروهای درونی دانش ریاضی زاده شده‌اند ــ

۱. کنگرهٔ جهانی ریاضی‌دانان در مسکو ، از ۱۶ تـا ۲۶ اوت سال ۱۹۶۶ تشکیل شد. این کنگره، یکی ازباشکوه‌ترین، پرجمعیت‌ترین وپربارترین کنگره‌های ریاضی‌دانان ، تاآن‌زمان، بود . درکنگره ۴۲۷۵ دانشمند از ۵۴ کشور شرکت کردند و در ۱۵ گروه مختلف آن ، ۱۹۵۳ مقاله خوانده شد. تقریباً تمام ریاضی‌دانان مشهور جهان، دراین کنگره، شرکت داشتند.

می‌توان آن‌هایی‌را دانست که، مثلا، گروه بورباکی دربرابرخودقرارداده‌اند. آن‌ها،خودرا معماران تجدیدبنای مرکز شهر می‌دانند و، بنابراین،نمی‌توان، برای‌کار و فعالیت‌آن‌ها، ارزش واقعی را قایل نشد. آنـان، خود ریاضیات را در برابر خود نهاده‌اند و هدف خود را ، تجدید بنای اصول و مبـانی ریاضیات قرار داده‌اند. ولی، قالب زیبای ریـاضیات و پایداری و استحکام آن، وقتی‌ظاهر می‌شود که به‌خدمت جامعهٔ انسانی درآید. در غیراین‌صورت، تنها توده‌ای بی‌شکل ازحقایق پراکنده است.

و همین ، یکی ازعلت‌هایی است که زنجیرارتباط نظریه‌های‌انتزاعی ریاضیات را، با فعالیت عملی انسان، از نظر ما دور نگه می‌دارد. ولی این بستگی را، به‌سادگی، می‌توان از میان دورنمای «مرکز شهر» تشخیص داد. بعلاوه ، هرنفوذ عمیق‌تر و تـازه‌تری که اندیشهٔ انسانی در صنعت و فیزیك داشته‌باشد، همیشه، به‌عنوان نتیجهٔ خود، انگیزه‌ای برای پیشرفت ریاضیات می‌شود. این نفوذ، گاهی ، موجب پیدایش سمت‌های تازه‌ای در ریـاضیات می‌شود و ، گاهی، نظریهٔ ریاضی لازم، از قبل وجود دارد و حاضر وآماده است (همیشه، جبههٔ فیزیك وصنعت، موجب تکامل ریاضیات نمی‌شود، گاهی هم ، پیشرفت ریاضیات، موجب درهم‌شکستن دشواری‌های دانش‌های دیگر شده است). در چنین مواردی، کشف‌های تازهٔ فنی، انگیزه‌ای برای تکامل و شکل گیری تازهٔ ریاضیات می‌شود.

دردهه‌های‌چهل‌وپنجاه سدهٔ بیستم،نخستین ماشین‌های محاسبهٔ‌الکترونی ساخته‌شد. این کشف، چنان‌انقلابی به‌وجودآورد که حتی‌امروز هم، نمی‌توان دربارهٔ همهٔ نتیجه‌های حاصل ازآن پیش‌بینی کرد. گاهی، بابه‌حساب‌آوردن کشف انرژی هسته‌ای و ورود انسان به‌فضا، زمان مـا را عصر سه‌انقلاب می‌نامند، ولی به‌نظر من، نمی‌توان اهمیت فن محاسبهٔ سریع الکترونی را ، هم‌ارز دیگران دانست . اولا ، تکامل بعدی انرژی هسته‌ای و مسافرت‌هـای فضایی، بدون وجودکامپیوترها ممکن نیست . ثـانیاً، (و این، احتمالا مهم‌تر هم باشد)، کشف‌کامپیوتر، نه‌تنها صنعت، بلکه تمامی فضای‌فعالیت روشنفکری بشر را پرکرده است. امروز دیگر نمی‌شود ، مساله‌های اقتصادی، نظامی و

برنامه‌ریزی‌های دولتی‌را، بدون‌کامپیوتر، حل کرد. امروز، حتی‌زیست‌شناسی را ، بدون کامپیوتر ، نمی‌توان پیش‌برد ، پرواز انسان بدون کامپیوتر ممکن نیست و غیره.

کشف‌کامپیوتر ، تا عمق وجود همهٔ زمینه‌هایی‌که برای ریاضیات و ، به‌خصوص، محاسبه نقشی قایل است، نفوذکرده است در ابتدای سال‌های پنجاه، سرعت محاسبه،به‌طور متوسط، هزار برابرشد.وکامپیوترهامی‌توانستند، در هرثانیه ، چندین هزار عمل را انجام دهند. کشف نخستین ماشین‌های الکترونی، تنها آغاز تکامل پرهیجان فضای تازهٔ فعالیت انسان بود . مرتباً ماشین‌های الکترونی تازه و تازه‌تری ساخته شد که هر کدام نسبت به‌نمونهٔ قبلی خود، چه‌ازلحاظ‌کاروچه ازلحاظ اطمینان ، بهتربود. بعد ماشین عظیمی ساخته شدکه می‌توانست، یك ملیون عمل جمع را در ثانیه انجام دهد واین خود، یك جهش درتکامل کامپیوتربود. وقتی‌که عنوان «عظیم»رابه‌این ماشین می‌دهیم، منظورقدرت‌آن است، نه اندازه‌های آن، زیرا اندازه‌های‌آن، حتی چندبارازماشین‌های قبلی هم،کوچکتر بود.

افزایش سرعت‌کار، بایك مشکل مواجه شد: محدودیت سرعت‌انتقال آگاهی‌ها از یك بلوك به‌بلوك دیگر ــ چراکه دراین‌جا، مرزی برای‌سرعت وجود دارد. ولی من اطمینان دارم‌که این مشکل هم در سال‌های آینده حل خواهد شد [کما این‌که، امروز حل شده است. م.] ...

طبیعی‌است‌که ظهورکامپیوتر، یك رشته مسأله‌های‌کاملا تازه را مطرح کرده است و ، علاوه برآن، جهت‌های به‌کلی تازه‌ای‌در ریاضیات به‌وجود آورده است. حتی‌گاهی شنیده می‌شود که بعضی‌ها می‌گویند ، با پیدایش کامپیوتر، ریاضیات تازه‌ای پدیدار شده است. در این باره ، بایدکمی صبر کرد و دید درآینده، با پیشرفت امکان‌های‌کامپیوتری، چه مسیرهای تازه ، و حتی شیوهٔ استدلالی تازه‌ای ، در ریاضیات پیدا می‌شود. دلیلی وجود دارد که من، تاحدی، باآین‌مساله مخالف باشم. این فکر، ظاهراً، در میان « عملی کاران»وکسانی‌که با ریاضیات‌کاربسته‌کار می‌کنند، به‌وجودآمده است، ولی برخی‌ازریاضی‌دانان«خالص»هم‌آن‌را، بارضایت، تکرارمی‌کنند. اینان‌تأکید

می‌کنند، دانش تازه‌ای‌که در حال تولد است ، به‌خصوص با ریاضیات ، ارتباط مستقیمی ندارد.

ریاضیات، دانش یگانه‌ای است. نمی‌توان یك ریاضیات‌را ازبین‌برد و ریاضیات دیگری به‌وجودآورد. هروقت حقایق تازه‌ای‌جمع شود وبه‌مرز کفایت خود برسد ، سمت‌ها و دیدگاه‌های تازه‌ای هم به‌وجود می‌آید و به‌تدریج زبان تازه‌ای شکل می‌گیرد. البته، بسیاری از ارزش‌ها را می‌توان ازقبل پیش‌بینی کرد، همچنین، هرراه وروش‌تازه‌ای، می‌تواند منجر به‌ارزیابی دوبارهٔ گذشته‌ها ، و احتمالا بازسازی‌آن‌ها ، بشود. ظهور آنالیز بی‌نهایت کوچك‌ها ، روزی وبه‌موقع خود، موجب این‌بازبینی شد وتمامی ریاضیات را، مورد ارزیابی مجدد قرارداد . ریاضی‌دانی‌که وقت وزندگی خود را ، صرف مطالعهٔ منحنی‌هایی می‌کردکه‌فرمول‌آن‌هاداده‌شده‌بود، حالامی‌توانست، به‌سهولت و با در دست‌داشتن قانون‌های محاسبهٔ دیفرانسیلی و انتگرالی، بررسی خود را سریع‌تر وباکیفیتی بهتر انجام‌دهد. آن‌چه، پیش ازنیوتون و لایب‌نیتس، ریاضیات مدرن نامیده می‌شد، یکباره‌کهنه شد وبه‌کنار رفت.

با همهٔ این‌ها ، محتوی عینی آن ریاضیاتی‌که در دنیای قدیم و در سده‌های میانه به‌دست‌آمده‌است، هنوز وبرای‌ریاضیات‌امروزی‌هم، گنجینه‌ای پرارزش وذخیره‌ای طلایی به‌شمار می‌رود. به‌نظر من، حالا هم، ما مرحله‌ای را شبیه رونسانس گذشته، ازسر می‌گذرانیم.

ریاضیات، دانشی یکپارچه ویگانه است. این ، تنها یك ادعا نیست ، بلکه ضمناً ، دعوت به‌عمل است. هرکسی که با ماشین‌های ریاضی سروکار دارد، باید وسیلهٔ کسانی هدایت شودکه ، به‌طور حرفه‌ای، برریاضیات جدید تسلط دارند. ما به‌متخصصان زیادی نیازمندیم. باید در همهٔ مدرسه‌های عالی و دانشگاه‌ها ، متخصصان محاسبه و ریاضیات کاربسته تربیت شوند . ولی در کنارآن‌ها، تربیت‌ریاضی‌دانان‌خالص (وآن‌ها به‌بنیان‌هاً واصول می‌پردازند) هم ضرورت دارد.

پیدایش‌کامپیوتر ، ریاضی‌دانان را واداشته است تا به‌همهٔ جانب‌ها ، با موشکافی و دقت بیشتری بنگرند (و البته، نه‌فقط جانب‌های ریاضیات!). اگر قبلا، تنها به‌محصولات نفتی و تولیدات کشاورزی توجه می‌شد، امروز،

برای تکان خوردن و به‌جلورفتن ، بـاید به‌تربیت ریاضی‌دان و به‌کار گرفتن کامپیوتر و تسلط برکارآن، توجه داشت...

... یك روز اقتصاددانی که ریاضی‌دان نبود ، به‌من می گفت : «حتی اگر هیچ‌چیز بیشتری در ریاضیات کشف نشود ، ولی قادر باشیم از همین امکان‌هایی که وجود دارد ، به‌خوبی در اقتصاد استفاده کنیم ، عملا خواهیم توانست، بدون‌صرف سرمایه، همهٔ آن‌چه‌را درطول پنج‌سال باسرمایه گذاری به‌دست‌می آید، به‌دست آوریم». سخن این‌غیرریاضی‌دان، برای‌من‌ریاضی‌دان، فوق‌العاده‌جالب است. درواقع، به‌عنوان یك‌ریاضی‌دان، می توانیم این‌مطلب را بفهمم که «قادربودن به‌استفادهٔ‌کامل»، کار ساده‌ای نیست و، برای این‌منظور، سال‌ها کار دسته‌جمعی یك‌گروه نیرومند لازم است . ولی ، به‌هرحال ، سخن درستی است و همهٔ کسانی که در معمول‌کردن ریاضیات در اقتصاد دخالت دارند، باید به‌آن توجه کنند...

گاهی، صرف‌نیروی ناچیزی برای حل یك‌مسألهٔ نسبتاً ساده، می‌تواند اثری جدی ، مثلا، در ساختن یك‌کارخانهٔ جدید داشته باشد . یعنی ، به‌جای آن‌که سرمایه ونیروی‌کار زیادی مصرف‌شود، تنهاکافی‌است به‌یك‌ریاضی‌دان مراجعه کنیم... در درجهٔ اول باید مسأله‌های مربوط به‌توزیع وحمل ونقل را ذکر کرد. نمونه‌ای ازآن‌را در این‌جا بیاوریم.

هرسال، بیش از ۵۰۰ ملیون تن ذغال‌سنگ در اتحاد شوروی تولید می‌شود. این‌مقدار عظیم، هرساله درجاهایی که وجوددارد (قریب ۳۰۰ نقطه) تولید و به‌جاهایی که لازم است (قریب ۳۰ هزار نقطه) حمل می‌شود. باید نقشهٔ حمل و نقل را چنان طرح‌کرد (با درنظر گرفتن همهٔ ویژگی‌ها) ، که هزینهٔ‌کار به‌حداقل خود برسد. البته، این مسأله ، هم‌اکنون هم به‌نحوی حل شده‌است: زغال‌ها به‌مقصد می‌رسند. ولی‌انسان، همیشه دنبال‌راه‌حلی می گردد که بهترین ومناسب‌ترین نتیجه راداشته‌باشد. تنهاتجربه‌مشکل راحل‌نمی کند ونمی‌توان برای‌حل‌چنین مسأله‌هایی، به‌تجربهٔ طولانی وپرضررمتوسل شد.

نمونه‌ای دیگر . مسیر یك‌کشتی اقیانوس‌پیما را در نظر بگیرید که ، مثلا ، ازلنین‌گراد به‌هاوائی می‌رود. این کشتی حدود ۱۰ روز درآب‌است. تفاوت حرکت یکی از کشتی‌ها با دیگری، بستگی به‌شرایط باد ، امواج ،

جریان‌ها و غیرآن دارد. گاهی حادثه‌های دریایی وجود داردکه‌کشتی باید ازمیان‌آن‌ها بگذرد. گرچه هواشناسان، به‌خوبی می‌توانند شرایط‌کشتی‌رانی را، از قبل ، پیش‌بینی کنند، وناخداها، امکان‌ها و وسیله‌هـای زیادی، برای هدایت درست‌کشتی، دراختیاردارند، باوجود این، اگرفرض‌کنیم ۱۰ ناخدا در مسیر پیش‌بینی شده حرکت‌کنند ، ۱۰ راه‌حل مختلف به‌دست می‌آیدکه ، در یك مسیر طولانی ، با یکدیگر فرق دارند . یك‌کامپیوتر معمولی قدیمی، می‌تواند بهترین مسیر را ، بـا دقتی کمتر از یك‌دقیقه، پیداکند... به‌همین مناسبت‌هاست‌که در بعضی از کشورهـای سرمایه‌داری ، سرمایه‌گذاری در ریاضیات وتولید ماشین‌های حساب را ، خیلی پرمنفعت‌تر از سرمایه گذاری در استخراج نفت، اورانیوم وطلا ویا تولید اتومبیل می‌دانند...

چرا برای‌کار باکامپیوتر، مقاومت‌ها ویا بی‌تفاوتی‌هایی دیده می‌شود؟ در درجهٔ اول، خصلت محافظه‌کاری انسان : بدون ماشین هم ، زندگی نسبتاً خوبی داریم، شاید بدون ماشین هم بشود زندگی‌کرد و طبیعی است که در چنین حال و هوایی.کار ریاضی‌دان خوب هم ، دشوار می‌شود و ، ضمناً، دانشجویان رشتهٔ ریاضی هم، به‌توپولوژی یاجبر، یادست‌کم، به معادله‌های دیفرانسیلی وآنالیز ریاضی رو می‌آورند و در زمینهٔ ریاضیات محاسبه‌ای و ریاضیات‌کاربسته، داوطلب‌کافی پیدا نمی‌شود.

و این؛ وضع خوبی نیست. حل بدمسأله، خیلی بدتر ازحل‌نکردن آن است ، حل بد ، از خود اندیشهٔ به کارگرفتن ماشین سلب اعتبار ، و تردید محافظه‌کاران و دیرباوران را بیشتر می کند. گناه همهٔ این‌ها به‌گردن ماست. باید جوانان را از همهٔ موضوع‌ها آگاه‌کرد. کسانی که در ریاضیات کاربسته کار می کنند، نباید خود را کنار بکشند واز دانشجویان دوری کنند. مدیران و مسئولان دانشکده‌هـا و دانشگاه‌ها هم گناه‌کارند، که برای شاخهٔ ریاضیات کاربسته، اهمیتی جدی قایل نیستند...

در میان مسأله‌هایی که به‌ریاضی‌دان مراجعه می‌شود، مسأله‌هایی وجود دارد که راه‌حل‌های مشخص دارند ؛ مسأله‌هـایی هم وجود دارد که راه‌حل آن‌ها را ، حتی با مدرن‌ترین ماشین‌ها هم نمی‌دانیم، ولی همهٔ این‌هـا، یك وجه مشترك دارند. همهٔ این‌ها را می‌توان ، با زبان ریاضی ، فرموله‌کرد .

یك‌وزیر یا رئیس‌جمهر رکشوری را درنظر می گیریم. در برابر اومسأله‌های خاص اقتصادی و سیاسی قراردارد و ، طبعاً ، راه‌حل‌هـای متعدد و متفاوتی برای این‌مسأله‌ها، در مقابل اوگذاشته می‌شود: می‌تواند سیاست مالیاتی را تغییر دهد، می‌تواند میزان بدهی بانك‌ها (یا پرداخت آن‌ها) را تغییر دهد، می‌تواند صنایع نظامی را تقویت کند وغیره. ولی راه‌حل دیگری هم وجود دارد. هرراه‌حلی، موجب تغییرهایی درمجموعهٔ برنامهٔ دولت می‌شود ودولت ناچار است عواقب همه‌چیز را به‌حساب‌آورد. چه‌چیزی می‌تواند به‌دولت کمك کند؟ قبل ازهمه، تجربه ودرك درست‌خود مسئولان. ولی، درعین‌حال، باید ازتجربه و دانش سایر مردم هم استفاده کرد. آیا ریاضی‌دان می‌تواند، در این مورد، به‌دولت کمك کند؟ پاسخ مثبت است و ، از این مهم‌تر، کمك خود را درمدتی بسیارکوتاه‌آماده‌کند. برای این‌منظور، باید مدل اقتصادی (ویا دقیق‌تر،دستگاه مدل) ساخته‌شود مدل‌ها می‌توانند متفاوت باشند: ممکن است دستگاه معادله‌هایی باشد که جریان روندرا شرح دهد، یا دستگاهی از خود کارهای محدود، که به‌هم پیوسته‌اند. ممکن است، با گذشت زمـان، امکان‌های دیگری هم، برای توضیح روند موردنظر، به‌وجودآید. ولی، در همهٔ آن‌ها، یك عنصر وجود دارد: عنصر هدایت‌کننده. در ارتباط با نوع دستگاه (اقتصادی)، ثمربخشی و اثر این عنصر متفاوت است. در یکی از دستگاه‌ها، افزایش مالیات، انگیزه‌ای برای پیشرفت می‌شود و در دستگاه دیگر، ممکن است اثراقتصادی منفی داشته‌باشد. ضمناً، تصادف‌ها وعامل‌های نامعین هم،نقش‌قابل‌ملاحظه‌ای‌دارند(ولی نباید،این‌مطلب، ماراسردرگم کند).

ریاضی‌دان، با استفاده از چنین مدل‌هایی، که در تنظیم آن‌ها کامپیوتر نقش اساسی‌دارد، می‌تواند نتیجه‌های حاصل را ازنظرکمیتی ارزیابی کند.

اقتصاد، تنها یك‌نمونه است. چنین مدل‌هـایی را در مورد مسأله‌های نظامی وسیاسی هم می‌توان ساخت. مهم‌ترین عرصهٔ بررسی،عبارت‌است از پیداکردن بهترین سازمان هدایت، برای اقتصاد ودولت. یکی از مسأله‌های اساسی‌که با این روش می‌توان حل کرد، مسألهٔ برنامه‌ریزی وهدایت صنایع وتجارت است. امروز، دانش‌هایی به‌وجودآمده است‌که بایدآن‌ها را در

مرز ریاضیات واقتصاد، ریاضیات وسیاست خارجی، ریاضیات و مسأله‌های نظامی وغیره دانست.

اساسی‌ترین مسأله‌ای‌که، در این مورد، باید در نظرگرفته شود، این است:اصولی فکرکردن ومتحجر نبودن؛ بااحتیاط عمل‌کردن ومحدودنکردن خود به‌یك راه‌حل «قاطع» و، خلاصه، درنظرگرفتن همهٔ امکان‌هـای منطقی راه‌حل...

... از جمله مسأله‌های امروز،که خیلی‌ها روی‌آن‌کار می کنند، رابطهٔ بین انسان وماشین است. این موضوعی بسیارگسترده است‌که من، به‌یکی از ساده‌ترین‌آن‌ها توجه می کنم. چگونه می‌توان به‌درستی ازماشین استفاده‌کرد وچگونه باید وظیفه‌هارا، برای حل یك مسألهٔ بغرنج، بین انسان و مـاشین تقسیم کرد؟...

باید دانست‌که امکان‌های ماشین،اصولا محدود است وگاهی مسأله‌ای پیدا می‌شودکه یك‌بچهٔ چهار پنج‌ساله، بهتر ازکامل‌ترین ماشین‌ها، می‌تواند آن‌را حل کند. ماشین نمی‌تواند انسان‌را تغییر دهد. ویاحذف‌کند. بنابراین، استفادهٔ درست ازماشین،به‌معنای‌آن است‌که باید ازامکان‌های ماشین وانسان، با هم استفاده‌کرد. این حکم، امروزه مورد قبول همگان است. بسیاری از برنامه‌ها را، انسان (ونه ماشین)، آن‌هم در اثر تجربه ودرك خود و به‌کمك معرفت شهودی، می‌سازد... باید یادبگیریم‌که استعدادانسان معقول‌را،باکار کامپیوترهای بی‌فراست، تلفیق‌کنیم، تنها در این‌صورت است‌که به «راه‌حل تنظیم‌شده» می‌رسیم. تلفیق روش‌های دقیق وانتزاعی، با «راه‌حل تنظیم‌شده»- یعنی تلفیق روش‌های ماشینی با درك وشهود انسان - راه اصلی موفقیت‌است. فرض‌کنیم‌که یك «تنظیم کننده» (انسان) برنامه‌ای را درست‌کند. مسألهٔ او عبارت است ازانتخاب حالتی ازبین ملیون‌ها و ملیون‌ها حـالت ممکن. اگر ماشین بخواهد، این ملیون‌ها حالت مختلف را، با هم مقایسه‌کند، با وجود سرعت زیادی‌که دارد، وقت زیادی می گیرد. ولی «تنظیم‌کننده» این‌کار را نمی‌کند. او برخلاف ماشین، راه‌های بد را به فوریت تشخیص می‌دهد و، تقریباً، در همـان لحظهٔ اول، جدا می‌کند. او تقریباً، تمام حالت‌هایی راکه

مناسب نیستند کنار می‌زند وچند حالت مناسب‌را انتخاب می کند. این، کار انسان است. کار ماشین این‌است که حالت‌های باقی‌مانده‌را باهم مقایسه کند واین‌کار را، خیلی سریع‌تر از انسان انجام می‌دهد. کار آخر، توضیح وتفسیر موقعیتی است که به‌دست‌آمده است، والبته، دوباره به‌وسیلهٔ انسان...».

* * *

حالا، اندکی از بحث مربوط به‌ریاضیات کاربسته دورتر می‌رویم و به‌قسمتی از گزارش و. بولتیانسکی و آ. ریوکین، از همان کنگره گوش می کنیم، که مارا به‌فضایی از ریاضیات خالص می برند:

«... یکی از هیجان‌انگیزترین پیش‌آمدهای کنگره، گزارش «پل کوئن»، دانشمند سی و دو سالهٔ امریکایی بود که نخستین مسأله هیلبرت ــ یعنی مسألهٔ «متصله» ــ را حل کرد.

این مسأله، در نیمهٔ دوم سدهٔ گذشته، وقتی که ژرژکانتور، نظریهٔ مجموعه‌های نامتناهی‌را موردبررسی قرارداد، به‌وجودآمد. اگر دومجموعه داشته باشید که هر کدام بی‌نهایت عضوداشته‌باشند، به‌این‌پرسش که «کدام‌یك از این‌دو مجموعه پرعضوترند؟» چگونه پاسخ خواهید داد؟ کانتور، برای این منظور، ازاندیشهٔ «تناظر یك‌به‌یك» استفاده کرد. وقتی که هزار تماشاگر وارد سالن سینما می‌شوند، هرکدام به‌سادگی جای خودشان را، به‌کمك شمارهٔ بلیت خود، پیدا می کنند. کار بازرسی قطار هم، به‌همین ترتیب، انجام می گیرد. اگر، مثلا، مجموعهٔ بلیت‌ها را یکجا به‌بازرس بدهید و بگویند، این‌ها متعلق «به‌همهٔ مسافران» است، به‌احتمال زیاد، در مأموریت خوددچار اشکال می‌شود، ولی وقتی که هرمسافر، بلیت خود را دردست دارد، فرد بدون بلیت به‌راحتی کشف می‌شود.

با وجودی که سروکار ریاضی‌دانان با عدد است ونه‌مسافر قطار، این اندیشه، خدمت بزرگی به‌آنان کرده است. دو مجموعه را می‌توان از نظر کمیت عضوهای موجود در هرکدام (به اصطلاح «توان» هر مجموعه)، از یکدیگر متمایز کرد. «مجموعهٔ هزار صندلی» و «مجموعهٔ هزار تماشاگر»، هم‌توان‌اند.

حالا، سالنی‌را پیش‌خود مجسم کنید که دارای بی‌نهایت صندلی باشد. همهٔ این صندلی‌ها، به‌ترتیب، شماره‌گذاری شده‌اند وهرتماشاگر، بلیت‌خود را ــ که جای او درآن مشخص شده ــ دردست دارد. درصندلی‌های باشمارهٔ زوج زن‌ها نشسته‌اند ودرصندلی‌های باشمارهٔ فرد مردان. درفاصلهٔ استراحت، مردها به‌سالن استراحت می‌روند وزن‌ها تصمیم می گیرند به‌هم نزدیك شوند وباهم به گفت‌وگو بنشینند. زنی که درصندلی شمارهٔ۲ نشسته بود، به‌صندلی شماره۱ می‌آید، دیگری ازشمارهٔ۴ به‌شمارهٔ۲، سومی ازشمارهٔ۶ به‌شمارهٔ۳،... از ۱۰۰ به ۵۰ و از ۱۰۰۰ به ۵۰۰ نقل‌مکان می کنند و... وقتی که مردان به‌سالن سینما برمی گردند، در نهایت شگفتی می‌بینند که در سالن، حتی یك جای‌آزاد هم وجود ندارد.

خواهید گفت: نیمی از تماشاگران کم شده‌اند، مگر ممکن است سالن بانیم دیگر پرشده باشد؟ اما برای مجموعهٔ نامتناهی، «نصف کردن» چه‌معنایی دارد؟ اگرمجموعه را هزاربار یایك‌ملیون‌بارهم کوچك کنیم، بازهم‌مجموعه‌ای نامتناهی باقی خواهد ماند.

اگر به‌کار با محور عددی عادت داشته باشید. می‌دانید که عددهای درست را می‌توان، با درنظر گرفتن فاصله‌های مساوی، روی محورنشان‌داد. محور عددی، بی‌پایان‌است وتمام عددهای مثبت درست، درآن‌جا می گیرند. ولی، فاصلهٔ هردو عدد همسایه را می‌توان نصف کرد و نقطه‌های جدیدی به‌دست‌آورد. سپس می‌توان، هرفاصلهٔ تازه را دوباره وبازهم دوباره نصف کرد و این‌روند را تا بی‌نهایت ادامه داد. می‌توان، به‌جای نصف کردن، فاصله‌ها را به ۳، ۵، ۷، ۹ یا ۱۱ قسمت کرد و هربار نقطه‌هایی، که قبلا وجود نداشته‌اند، به‌دست‌آورد. ولی، اگرحتی همهٔ عددهای گویا را (یعنی عددهایی که‌قابل بیان به‌وسیلهٔ کسر هستند)، دراین‌محور وارد کنیم، مجموعه‌ای به‌دست خواهیم‌آورد که توان‌آن با توان عددهای طبیعی (عددهای مثبت و درست) یکی‌است. به‌زبان دیگر، عددهای گویا، همان‌قدر هستند که عددهای طبیعی. برای اطمینان، کافی است همهٔ عددهای گویا را درجاهای خود قرار دهیم. هرعدد گویا را می‌توان به‌صورت نسبت دوعدد درست نوشت: $\frac{p}{q}$.

در صندلی اول، عددی را قرارمی‌دهیم که برای آن $p+q=۲$. تنها عدد واحد این شرطرا دارد: $\frac{۱}{۱}=۱$. دو عدد وجود دارد که برای آن‌ها $p+q=۳$ است: $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۲}{۱}=۲$. اولی‌را درصندلی شمارهٔ ۲ ودومی را در صندلی شمارهٔ ۳ قرار می‌دهیم . صندلی‌های بعدی را به‌عددهایی می‌دهیم که درآن‌ها $p+q=۴$ ، $p+q=۵$ و . . . است.

ضمن تقسیم‌جا، هرجابادوعددی‌سروکار داشته‌باشیم که مجموع‌صورت ومخرج‌آن‌ها یکی‌است،جای نخست‌را به‌عددی می‌دهیم که‌صورت کوچکتری دارد. به‌این ترتیب، می‌توانیم همهٔ عددهای مثبت گویا را درسالنی جادهیم که تعداد صندلی‌های‌آن به‌اندازهٔ عددهای طبیعی است. علاوه براین، خیلی ازصندلی‌ها هم، خالی می‌مانند. مثلا، درمیان عددهایی‌که برای‌آن‌ها داریم $p+q=۴$ ، تنها دو عدد $\frac{۱}{۳}$ و $\frac{۳}{۱}$ جدیدهستند وعدد $\frac{۲}{۲}=۱$ ، قبلا در جای خود نشسته است.

قضیهٔ مهمی را روشن کردیم وآن عبارت از این است که : مجموعهٔ عددهای گویا ، به‌قول ریاضی‌دانان ، «شمارا» است، یعنی توان آن با توان عددهای طبیعی، یکی است.

در نظر اول، ممکن است گمان رودکه هرمجموعهٔ نامتناهی، «شمارا» است. ولی، حتی‌کانتور هم‌ثابت کرده بود،که این گمان درست نیست. معلوم شدکه مجموعهٔ همهٔ عددهای حقیقی «ناشمارا» است، به‌عبارت دیگر، همهٔ عددهای حقیقی را نمی‌توان شماره گذاری کرد. ریاضی‌دانان ، به‌پیروی از نام گذاری‌کانتور، می گویند: مجموعهٔ همهٔ عددهای حقیقی دارای‌توان‌متصله است. به‌سادگی، وبه‌کمک‌های اندیشهٔ «تناظر یك به‌یك» می‌توان ثابت کرد که هم‌نقطه‌های واقع بریك‌پاره‌خط وهم نقطه‌های واقع بریك‌صفحه، دارای توان متصله است.کانتور دیدگاه خود راگسترش‌داد: اومجموعه‌هایی‌ساخت که توانی بیشتر از توان متصله داشتند.

اما یك مسأله، حل‌نشده باقی‌ماند : آیا مجموعه‌هایی وجود دارندکه

توان‌آن‌ها،کوچکتر از توان مجموعهٔ نقطه‌های یك‌پاره‌خط وبزرگتر ازتوان مجموعهٔ عددهای طبیعی، باشد؟

در طول دهه‌های گذشته ، ریاضی‌دانان بسیاری تلاش‌کردند تا این قضیه را ثابت‌کنند که مجموعهٔ با توان متصله، بلافاصله بعد از مجموعه‌های شمارا قرار دارد. ولی تلاش آن‌ها بی‌فایده بود. این مسأله ، آن‌قدر برای ریاضی‌دانان اهمیت‌داشت که د. هیلبرت درسال ۱۹۰۳، در میان مسأله‌های اساسی ریاضیات (که خودآن‌ها را تنظیم کرده بود) ، این مسأله را در مقام اول قرارداد.

در سال‌های سی، گودل، ریاضی‌دان نامدار، قضیهٔ متصله را به‌کمك تازه‌ترین روش‌های منطق ریاضی ، مورد بررسی قرارداد . اوکشف کردکه این قضیه را نمی‌توان براساس حکم‌های حساب ونظریهٔ مجموعه‌ها، به‌نتیجه رسانید. در ریاضی‌دانان، این امید پیدا شدکه بتوانند مجموعه‌های با توان حد وسط پیدا کنند . اما طرح‌های بی‌شماری که در طول سی‌سال پیشنهاد شد، همه، بدون استثنا، نادرست ازآب درآمد.

بالاخره، درسال ۱۹۶۴، پل کوئن ریاضی‌دان‌امریکایی، که درآن‌وقت هنوز سی‌سالش نشده بود، به‌این‌مسأله پرداخت. کوئن، ضمن مطالعهٔ‌کارهای گودل، به‌این نتیجه رسیدکه تنها منطق ریاضی می‌تواند پاسخ‌گوی مسألهٔ متصله باشد. اگر نمی‌توان قضیهٔ متصله را، براساس اصول حساب و نظریهٔ مجموعه‌ها، ثابت‌کرد، شاید بتوان، از این راه، آن‌را ردکرد. درریاضیات، به‌سختی بخت به‌آدم رومی‌آورد. دانشمند باید صدها ، و گاهی هزاران ، ساعت‌کار و اندیشه را پشت سر بگذارد تا به‌هدف برسد (واگر برسدا) . ولی‌کوئن ، به‌قول خودش، «شانس» آورد . کمتر از یك سال روی مسألهٔ متصله‌کار کرد و یکی از تکان‌دهنده‌ترین واقعیت‌ها را کشف کرد : قضیهٔ متصله، نه‌اثبات‌شدنی است ونه ردشدنی.

این‌حکم را باید اصل مستقلی به‌حساب‌آوردکه به‌اصول دیگر بستگی ندارد . به‌زبان دیگر ، می‌توان نظریه‌ای برای مجموعه‌ها ساخت‌که قضیهٔ متصله در آن صادق باشد و نیز می‌توان، با پذیرفتن حالت عکس ، از آن صرف‌نظر کرد. لیکن در آن صورت ، با نظریهٔ دیگری از مجموعه‌ها ،

سروکار خواهیم داشت.

نتیجه گیری کوئن را ، از نظر ماهیت خود ، می‌توان باکشف هندسهٔ نااقلیدسی لباچوسکی مقایسه کرد . در آن‌جا هم ثابت شدکه اصل توازی (یا اصل اقلیدس) ، مستقل از بقیهٔ اصل‌های هندسی است . اگر از فهرست کامل اصول هندسی ــ که به‌وسیلهٔ هیلبرت تنظیم شده است ــ اصل توازی‌را کناربگذاریم، باوجودی که‌فهرست «فقیرتری» ازاصول باقی‌می‌ماند، بازهم می‌توان از همان اصول باقی‌مانده ، قضیه‌هایی را نتیجه گرفت . در هندسهٔ دبیرستانی هم، بعضی قضیه‌ها را دیده‌اید، که قبل ازطرح اصل‌توازی، ثابت می‌شوند. بیش از دوهزار سال ، ریاضی‌دانان می‌کوشیدند ، اصل توازی را از میان سایر اصل‌ها بیرون بکشند، یعنی آن‌را ، به‌عنوان یك‌قضیه، ثابت کنند. آیا در مورد فرضیهٔ متصله هم، که بدون موفقیت سعی می‌کردند آن‌را از میان اصل‌های حساب و نظریهٔ مجموعه‌ها بیرون بکشند ، وضع به‌همین منوال نبود؟ بعد ازکشف لباچوسکی‌وکارهایی که به‌دنبال‌آن، بلتزامی، کلی، کلاین وهیلبرت‌انجام دادند، روشن شدکه اصل توازی اقلیدسی را، برپایهٔ بقیهٔ‌اصل‌های‌هندسی، نه‌میتوان اثبات ونه می‌توان ردکرد. اگراصل‌توازی‌را بپذیریم ، به‌هندسهٔ اقلیدسی می‌رسیم که هندسه‌ای بی‌تناقض است و هر دانش‌آموز دبیرستانی با آن آشنا است. اما اگر به‌جای این اصل ، حکم مخالف آن‌را بپذیریم (در هرصفحه، از یك نقطهٔ واقع در خارج یك خط ، دست‌کم، دوخط می‌توان رسم کردکه با آن خط برخوردی نداشته باشد) ، هندسهٔ جدیدی به‌دست می‌آیدکه بازهم، همچون هندسهٔ اقلیدسی، بی‌تناقض است. در یك هندسه ، اصل توازی درکنار سایر اصل‌ها قراردارد(هندسهٔ اقلیدسی) ودرهندسهٔ دیگر، نقض اصل توازی به‌کارگرفته شده است (هندسهٔ نااقلیدسی). و این ، به‌معنای‌آن است‌که اصل توازی را، نه می‌توان ثابت کرد و نه‌رد. و چنان‌که‌کوئن ثابت‌کرد، فرضیهٔ متصله هم، ازنظر ارتباط با سایر اصول حساب ونظریهٔ مجموعه‌ها ، دارای چنین خصلتی است.

در دنیای دانش،اغلب چنین اتفاق‌هایی می‌افتد : یك مسأله ،مدت‌های زیادی تزلزل ناپذیر باقی می‌ماند و تسلم یورش‌های پیگیر دانشمندان نمی‌شود . و ناگهان ، چند نفر ــ بدون این‌که هیچ رابطه‌ای با یکدیگر

داشته باشند ــ به طور هم زمان و از راه‌های متفاوت ــ به حل آن توفیق می‌یابند.

برای فرضیهٔ متصله نیز ، چنین اتفاقی افتاد . اعلام این خبر ، ازطرف دوریاضی‌دان‌جوان‌دیگر: لوبوکووسکی(چکواسلواکی) ویانوش انیشکه‌ویچ (لهستان) ، در مورد این‌که آن‌ها ، برهان دیگری بر مستقل بودن فرضیهٔ متصله از دیگر اصل‌های نظریهٔ مجموعه‌ها ، پیدا کرده‌اند ، برای شرکت کنندگان در کنگره ، کاملا غیر منتظره بود .

جالب است‌که این‌دو ریاضی‌دان، تقریباً هم‌زمان کوئن به‌این نتیجه رسیده بودند ، ولی کوئن، این خبر را ، زودتر منتشر کرده بود.

پل کوئن، در روز افتتاح کنگره، به‌خاطرکار خود ، مدال «فیلدسوف» را دریافت‌کرد . بعد از جنگ جهانی دوم ، مقرر شده بود که هرچهارسال یك‌بار ، هنگام‌گشایش کنگرهٔ دوره‌ای بین‌المللی ریاضی‌دانان ، دو مدال از این نوع ، به‌بهترین‌کارهایی که توسط ریاضی‌دانان جوان انجام‌گرفته ، داده شود و هدف‌آن، تشویق دانشمندان، به‌پژوهش‌های تازه بود.

درکنگرهٔ ریاضی‌دانان مسکو، به‌دلیل پرثمربودن‌کارها، به‌جای‌دومدال، چهار مدال داده‌شد. مدال‌ها، به‌این افراد تعلق گرفت: مایکل آتیا، پل کوئن، استفان‌سمیل و الکساندر گروتن دیك.

سه‌مدال، از این چهارمدال ، به‌ریاضی‌دانانی تعلق گرفت‌که‌کارشان ، کم وبیش، به‌مکان‌شناسی(توپولوژی) مربوط می‌شد.

این شاخهٔ ریاضیات، ویژگی‌هایی از شکل‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد که ضمن تبدیل‌های «توپولوژیك» تغییر نمی‌کنند؛ منظور از تبدیل «توپولوژیك»، ایجاد هرگونه تغییری درآن است، به‌شرطی که ، ضمن این تغییرها ، در هیچ‌یك از قسمت‌های شکل ، بریدگی و یا چسبندگی به‌وجود نیاید. بالنی کره‌ای‌شکل را انتخاب، وآن را پراز هوا می‌کنیم. بالن،که از مادهٔ لاستیکی با ضخامت یکسان ساخته شده است، به‌طور یکنواخت متورم می‌شود ولی ، معمولا ، می‌توانیم لاستیك را طوری در نظر بگیریم‌که ، در همه‌جا ، ضخامت یکسانی نداشته باشد و هنگام بادکردن ، مثلا، به‌شکل یك خرگوش درآید. یك‌چنین کرهٔ لاستیکی ، باید طوری ساخته شده باشدکه

ضخامت لاستیك در ناحیهٔ گردن بیشتر ودر ناحیهٔ دم و گوش‌ها کمتر باشد. این‌دو شکل - کره وخر گوش - از نظر مکان‌شناسی (توپولوژی) یکسان‌هستند، زیرا می‌توان یکی را ، باکشیدن یا فشردن بعضی ازقسمت‌های دیگری ، و بدون هیچ‌گونه بریدن یا چسباندن (یعنی، به‌کمك تبدیل‌های توپولوژیك) به‌دست‌آورد. لیکن، هرگونه تبدیلی در کره ایجادکنیم ، هرگز نمی‌توانیم ، ازآن، چنبره (torus) (شکلی‌که حلقهٔ نجات را به‌یاد می‌آورد)، به‌دست آوریم. به‌این علت، کره و چنبره، از نظر توپولوژیك، باهم متفاوت‌اند.

تبدیل‌های توپولوژیك ، امکان می‌دهند تا بعضی از قضیه‌های مهم را، به‌صورتی ساده ، ثابت‌کنیم، زیرا به‌کمك آن‌ها ، می‌توان شکل‌های پیچیده را به‌شکل‌های ساده‌تری تبدیل کرد. این تبدیل‌ها، اجازه می‌دهندکه ، مثلا ، به‌جای تعداد زیادی شکل‌هایی که، در واقع، هم‌ارز توپولوژیك کره‌هستند، خودکره را مورد بررسی قرار دهیم و اثبات حکم موردنظر را ، مستقیماً ، روی‌کره به‌تحقیق بگذاریم.

به‌عنوان نمونه، می‌توان به‌قضیهٔ اولر، دربارهٔ چندوجهی‌های محدب، اشاره‌کرد. بنابراین قضیه، تعداد رأس‌ها ، یال‌ها و وجه‌ها، در هرچندوجهی محدب، در رابطه زیر صدق می‌کنند:

(۱) ۲ = (تعداد وجه‌ها) + (تعداد یال‌ها) — (تعداد رأس‌ها)

خواننده ، به‌سادگی ، می‌تواند درستی این‌رابطه را در بارهٔ مکعب ، منشور ، هرم و غیرآن، آزمایش‌کند. ساده‌ترین اثبات قضیهٔ اولر را می‌توان به‌کمك «مکان‌شناسی» به‌دست‌آورد. فرض می‌کنیم، چندوجهی محدب ما ، از لاستیك ساخته شده‌باشد و ما ، در آن ، هوا می‌دمیم . چندوجهی آغاز به‌بادکردن می‌کند و به‌تدریج ، در برابر دیدگان ما ، تبدیل به «توپ» می‌شود، یعنی به‌کره‌ای تبدیل می‌شودکه‌آثار رأس‌ها ویال‌های چند وجهی، در روی‌آن به‌چشم می‌خورد.

وجه‌های این‌چند وجهی، تبدیل به‌نوعی «کشور» می‌شوند، که یال‌ها، خط‌های مرزی بین این «کشورها» را و رأس‌ها ، نقطه‌هایی راکه مرز سه یا چند «کشور» ازآن‌جاآغاز می‌شود ، مشخص می‌کنند . اکنون روشن است که هیچ‌لزومی نداردکه، برای اثبات‌قضیهٔ اولر، به‌سراغ مکعب، هشت‌وجهی،

منشور و یا چند وجهی‌های پیچیدهٔ دیگری برویم. کافی است، کارمان را در زمینهٔ یك سطح - سطح کره - انجام دهیم. اگر فرض‌کنیم‌که سطح کره، با توری پوشانده شده‌باشدکه نخ‌های‌آن، همچون «مرزهایی» ، سطح‌کره را به«کشورهایی» تقسیم‌کرده باشد، باید ثابت‌کنیم‌که ، برای آن ، رابطهٔ (۱) درست است. و این اثبات، با استدلالی ساده به‌دست می‌آید.

بدیهی است که تمام این‌ها ، تنها ابتدایی‌ترین تصورهایی هستندکه به «مکان‌شناسی» مربوط می‌شوند . این تصورهای ابتدایی ، در سدهٔ گذشته هم ، شناخته شده بودند. در زمان ما ، بنای پرشکوه «مکان‌شناسی» چنان بالا رفته است که سر به‌ابرها می‌ساید و چنان نتیجه‌های درخشانی به‌دست آورده است‌که موجب افتخار بسیار، برای بانیان‌آن شده است.

ازمیان‌کارهای برندگان «جایزهٔ فیلدسوف»، تنهاکارهای «گروتن‌دیك»، به‌طورخالص، به‌مکان‌شناسی مربوط می‌شود وپژوهش‌های «آتیا» و «سمیل»، در واقع ، در مرز مکان‌شناسی و نظریهٔ معادله‌های دیفرانسیلی قراردارد.

فیزیك مقدماتی ، نشان می‌دهدکه چطور باید پتانسیل میدانی راکه دراثر بار الکتریکی نقطه‌ای به‌وجود می‌آید، محاسبه‌کرد. ولی اگر این‌بار الکتریکی، روی سطحی ناهمگون واقع باشد، مسأله‌کمی دشوارتر می‌شود. در این حالت، آن معادله‌های دیفرانسیلی، که در ریاضیات الیپتیك خوانده می‌شوند، به‌کمك می‌آیند. این‌معادله‌ها، به‌ماامکان می‌دهند تاچنان تابع‌هایی را جداکنیم‌که بتوان روی‌آن‌ها ، جست وجوی خود را ادامه داد . مطلب اخیر، به‌نوع توزیع بار الکتریکی برسطح و خصلت آن‌ها مربوط می‌شود که به‌شرایط «حدی» یا «کرانه‌ای» معروف‌اند. به‌کمك «شرایط حدی» ، از گروه‌تابع‌های موردبررسی، آن‌هایی‌را انتخاب می‌کنیم‌که جواب مسأله‌اند.

وقتی‌که معادله‌هایی به‌دست‌آمدکه معرف خصلت توزیع پتانسیل‌اند، دیگر می‌تواند مورد توجه ریاضی‌دان قرارگیرد ودیگر ضرورتی نمی‌بینید که هربار به‌پدیده‌ها وموضوع‌های جهان واقع‌که رفتارشان موجب پیدایش این‌شرایط‌هستند - مراجعه‌کند. ریاضی‌دان می‌تواند، معادله‌های به‌دست‌آمده را، تعمیم دهد وویژگی‌های گوناگون‌آن‌ها را مشخص‌کند، بااین‌اطمینان‌که، همهٔ این‌ها، به‌موقع خود، یادرعمل ویابرای‌نیازهای درونی خودریاضیات،

مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

یك معادلهٔ بـا «شرایط حدی»، یك «مسألهٔ حدی» را تشکیل می‌دهد. برای هرمسألهٔ حدی می‌توان، به‌کمك روش‌های معین صوری، به‌مفهومی، یك مسألهٔ خویشاوند ساخت، که مسألهٔ مجاور نامیده می‌شود.

حالا، اگر حوزه‌ای را، که «شرایط حدی» ما درآن داده شده‌است، مورد تغییر شکل قراردهیم، در آن صورت، جواب مسألهٔ حدی، از نظر کمیتی تغییر می‌کند. کمیت جواب‌های مسألهٔ مجاور هم، دچار تغییر می‌شود. تنها خصلت مشخصی که درهرتبدیل توپولوژیك، بدون تغییرمی‌ماند، تفاوت بین کمیت جواب‌های مسأله‌های حدی باکمیت جواب‌های مسأله‌های مجاور است. این تفاوت‌را «شاخص» می‌نامند. مسألهٔ محاسبهٔ شاخص، درریاضیات، به‌عنوان مسألهٔ «شاپیرولوپاتینسکی» نامیده‌می‌شود. «آتیا» و «زینگر» ریاضی‌دانان انگلیسی، به کمك روش‌های توپولوژی جبری، و بـا کلی‌ترین فرض‌ها درباره معادله‌ها و حدها، توانستند چگونگی محاسبهٔ شاخص‌را نشان‌دهند. و به‌این ترتیب، راه‌حل مسألهٔ قدیمی، کشف شد.

دربسیاری‌ازگزارش‌هایی که‌درکنگره‌خوانده‌شد، بااصطلاح «پایداری» برخوردمی‌کرد. این‌اصطلاح‌را «آ. لیاپونوف» و «آ. پوانکاره»، درریاضیات، واردکرده‌اند. اینك، چند مثال ساده.

در برابر شمـا، معمولی‌ترین ساعت دیواری قرار دارد. می‌بینیدکه آونك آن، به‌صورتی موزون، حرکت می‌کند. حـالا بیایید و به‌آونگ «کمك» کنید وآن‌را در جهت حرکتش به‌جلو برانید. آونگ، بیشتر از حد معمول، از خط قائم منحرف می‌شود و، بعد، به‌عقب برمی‌گردد. درحرکت بعدی ــ گرچه از حد عـادی تجاوز می‌کند ــ ولی، این تجاوز، به‌اندازهٔ دفعهٔ قبل، مشهود نیست. و به‌زودی، آونگ به‌وضعی درمی‌آید کـه انگار هیچ‌کس، آرامش حرکت او را برهم نزده بود.

نوسان‌های نوبتی آونگ، در برابر تأثیرهای کوچك خارجی، پایدار به‌نظر آمدند.

حالا فرض می‌کنیم، در یك‌جادهٔ اتومبیل‌روکمربندی باریك، اتومبیلی باسرعت‌کم، حرکت می‌کند. آیا حرکت اتومبیل، دربرابر تغییرهای کوچك

وضع فرمان‌آن، پایدار به‌حساب می‌آید؟ برای پـاسخ‌دادن به‌این پرسش، باید چگونگی سطح زمین مجاور به‌جاده را مورد توجه قرارداد. اگرجادهٔ باریك، روی‌خاکریزساخته شده‌باشد، درآن‌صورت، حتی کوچکترین‌چرخش فرمان، منجر به‌حادثه خواهد شد. روشن‌تر ازآن، حادثه وقتی اتفاق می‌افتد که مسیر از تنگه‌ای پرنشیب بگذرد: اتومبیل ممکن است، با همان سرعت، به‌یکی از دیواره‌ها برخوردکند. ولی، اگر جاده‌کم‌نشیب باشد، و در هر نقطهٔ آن بتوان، به‌راحتی، اتومبیل‌را جلوبرد، درآن‌صورت، حتی‌نوسان‌های کم وبیش شدید فرمان هم نمی‌تواند، برای مدت زیادی، ماشین‌را از جاده منحرف کند، به‌محض این‌که فرمان، وضع قبلی خودرا به‌دست‌آورد، اتومبیل در مسیر اصلی خطد، قرار خواهد گرفت.

می‌بینیم‌که داوری دربارهٔ برخی حرکت‌ها، تنها وقتی امکان داردکه هم‌زمان بـا مسیر آن حرکت، مسیر همهٔ حرکت‌های احتمالی «مجاور» هم معلوم باشد.

درهردو مثالی که‌آوردیم، تأثیرهای‌خارجی مورد بررسی‌قرار گرفتند. ولی، پاسخ‌دادن به‌این پرسش، جالب است‌که: یك‌دستگاه تنها و جدا شده، در یك فاصلهٔ زمانی طولانی، چه‌رفتاری دارد؟

معمولا، دستگاه‌های مجرد و تنهـا، در واقع امر وجود ندارند، ولی تأثیر پاره‌ای از عامل‌ها، اغلب چنان ناچیز است‌که، در مرحلهٔ معینی از پژوهش، می‌توان اهمیتی به‌آن‌ها نداد. چنین وضعی، روشن‌تر از همه، در اختر شناسی، پیش می‌آید. اگربخواهیم، پاسخ مربوط به‌سرنوشت‌آیندهٔ منظومهٔ شمسی خودمان را بدانیم، قبل از هرچیز، باید به‌این پرسش لازم پاسخ بدهیم که: آیا در درون منظومهٔ شمسی، چنان عامل‌هایی وجود داردکه منجر به‌ازهم پاشیدگی آن بشود یا نه؟ به‌زبـان دیگر، اگر به‌جز منظومهٔ شمسی (ضمن حفظ قانون‌های حرکت سیاره‌ها)، هیچ‌چیز دیگری در جهان وجود نداشت، این منظومه چه‌رفتاری داشت؟

اگر تأثیرهای متقابل سیاره‌ها را، در یکدیگر، ندیده بگیریم و تنها جاذبهٔ خورشیدی را به‌حساب‌آوریم، به‌قانون‌های کپلر می‌رسیم. طبق این قانون‌ها، حرکت سیاره‌ها به‌دور خورشید، حرکتی تقریباً تناوبی است و

هرکدام دارای زمان تناوبی خاص خود، در این گردش هستند.

لاگرانژ توانست، قانون‌های کپلر را دقیق‌تر کند. او موفق شد، تأثیرهای متقابل سیاره‌ها را، نه به‌طور کامل، بلکه تنها تا حد معینی از دقت، حساب کند. او، برای این منظور، از رشته‌های خاصی استفاده کرد. این رشته‌ها، طوری ساخته شده بودند که در مخرج هرجملهٔ رشته، عامل $m\omega_1 - n\omega_2$ وجود داشت، که در آن، ω_1 و ω_2، دورهٔ گردش سیاره و m و n عددهایی طبیعی هستند. لاگرانژ، خود را مجدود به بررسی تنها آن جمله‌هایی از رشته کرد، که برای آن‌ها، مجموع $m+n$ از دو تجاوز نکند و بقیهٔ جمله‌های رشته را، کوچك به‌حساب آورد.

ولی، این نوع عمل، قانونی نبود. در واقع، اگر $\omega_1 = 2\omega_2$ باشد، در جمله‌ای از رشته، که برای آن $m=1$ و $n=2$ باشد، درمخرج، به‌صفر می‌رسیم! بنابراین، تأثیر چنین جمله‌ای، بی‌اندازه زیاد می‌شود و ممکن است نیروی فاجعه‌آمیزی در دستگاه به‌وجود آید و آن‌را متلاشی کند.

همین وضع، در مورد جمله‌های دیگر رشته هم، ممکن است پیش آید، به‌شرطی که نسبت دوره‌های گردش، برابر عددی گویا باشد.

حتی در زمان لاپلاس آشکار بود که حرکت سیاره‌ها به‌دور خورشید، دستخوش اغتشاش‌های بزرگی می‌شود و مربوط به آن است که نسبت زمان‌های گردش مشتری و زحل، نسبت به‌هم، به‌تقریب برابر است با یك عدد گویا. مشتری در هر شبانه‌روز $299/1''$ و زحل $120/5''$ را در مدار خود می‌پیمایند. به‌نظر می‌رسد که در دورهٔ گردش مشتری، تقریباً برابر است با پنج دورهٔ گردش زحل و، در نتیجه، مخرج $2\omega_1 - 5\omega_2$ نزدیك به صفر است. این جمله از رشته، در فاصلهٔ دوری قرار دارد و، به‌همین مناسبت، در پژوهش‌های لاگرانژ، مورد توجه قرار نگرفته است.

به‌این ترتیب بود که مسألهٔ مخرج‌های کوچك پدید آمد، مسأله‌ای که در طول دو سده، حل‌نشدنی باقی‌ماند. در اخترشناسی، نمونه‌های بسیاری پیدا شد، که بر تأثیر مخرج‌های کوچك، تأکید می‌کردند.

بین زمین و مریخ، مدارهای قریب دوهزار سیارهٔ کوچك (سیارك = آستروئید) قرار گرفته است. سیارهٔ مشتری، مهم‌ترین عامل مختل‌کننده در

حرکت سیاره‌های منظومهٔ شمسی است، زیرا جرم آن، چندین‌بار بیشتر از جرم همهٔ سیاره‌های دیگر است. پژوهش‌گران کشف کرده‌اند که در میان سیارك‌ها، حتی یکی‌را هم نمی‌توان پیدا کرد که دورهٔ گردش آن به‌دور خورشید برابر نصف یا دو سوم دورهٔ گردش مشتری باشد.

نمونهٔ شگفت‌انگیزتر، حلقه‌های زحل هستند. آن‌ها، از مقدار عظیمی ذره‌های گوناگون تشکیل شده‌اند، که به دور زحل می‌چرخند. این ذره‌ها، آن‌قدر زیادند که از زمین، به صورت حلقه‌هایی یك پارچه، به‌نظر می‌آیند. عجیب این است که در حلقه‌ها، شکاف‌هایی کشف شده است، خلاءهایی که در آن‌ها هیچ‌گونه ذره‌ای وجود ندارد. توضیح این پدیده، خیلی ساده از آب درآمد. موضوع این است که زحل، به‌جز حلقه‌ها، قمرهای بزرگی دارد. اگر شکاف حلقه‌ها پر می‌بود (که یقیناً، میلیاردها سال پیش، چنین بوده است)، آن وقت، زمان گردش ذره‌های موجود در این شکاف‌ها، با زمان گردش یکی از قمرهای اصلی زحل، قابل مقایسه می‌شد، و از آن‌جا ناپایداری به‌وجود می‌آمد.

هرچند، همهٔ این پدیده‌ها، از مدت‌ها پیش، شناخته شده بود، معهذا، مدلل کردن آن‌ها، تنها در آغاز سال‌های شصت، وقتی که «آ. ن. کولموگوروف» و «و. ای. آرنولد»، ریاضی‌دانان شوروی، مسألهٔ پایداری دستگاه‌های پیوستهٔ مکانیکی را حل کردند، تحقق پذیرفت. آن‌ها ثابت کردند که اگر زمان‌های گردش، در یك دستگاه، نسبت گویایی نداشته باشند، خود دستگاه، پایدار است.

پرسشی پیش می‌آید: آیا می‌توان نظریهٔ «آرنولد ـ کولموگوروف» را دربارهٔ منظومهٔ شمسی به‌کار برد؟ آیا این نظریه به ما امکان می‌دهد، به پرسشی که دربارهٔ پایداری منظومهٔ شمسی وجود دارد، پاسخ دهیم، یعنی به این پرسش که: آیا منظومهٔ شمسی برای همیشه پایدار است، یا احتمال متلاشی شدن آن وجود دارد؟

متأسفانه، به این پرسش، پاسخ قطعی نمی‌توان داد. فقط یك مطلب را می‌شود گفت: اگر دستگاه‌های خورشیدی بسیاری را، که شرایط آغازی گوناگونی داشته‌اند، مورد بررسی قرار دهیم، می‌بینیم که بیشترین آن‌ها،

پایدارند.

این که ، دستگاههای ناپایدار چه سرنوشتی دارند ، مسأله‌ای است که ، تا زمان ما ، هنوز حل نشده است . مثلا ، از سرنوشت سیارک‌هایی که دارای زمان گردش قابل مقایسه با زمان گردش مشتری به دور خورشید بوده‌اند ، اطلاعی دردست نیست ؛ آیا آن‌ها مدارهای خود را تغییرداده‌اند یا ، برای همیشه ، منظومهٔ شمسی را ترك کرده‌اند ؟

روش‌پژوهشی که درکارهای آرنولدوکولموگوروف تکمیل شده است درزمان ما ، کاربردهای زیادی پیداکرده است . مثلا ، به‌کمك این روش ، امکان اصولی ساختن به‌اصطلاح « دام پلاسمایی » پیدا شده است که می‌توان درآن، پلاسما را برای مدت نامحدودی نگهداری کرد.

گزارش «سمیل» ، ریاضی‌دان امریکایی - که به دریافت مدال فیلد - سوف سرافرازشد، به پژوهشی در معادله‌های دیفرانسیلی اختصاص داشت . «سمیل» توانست ، ازپلکان بی‌پایان انتزاع ، یك پلهٔ دیگر بالا برود. او در کارهای خود، ازتصورعادی دربارهٔ زمان ، خودداری کرد و دستگاه‌هایی را موردبررسی‌قرارداد که درموردآن‌ها، زمان می‌تواندرنقطه‌های جداگانه‌ای ازسطح متمرکزشود. چنین انتزاعی، به‌اوامکان دادکه ازچارچوب‌تصورهای عادی دربارهٔ حرکت ، خارج شود و به مسأله از دیدگاه عمومی‌تری نگاه کند. در نتیجه، این‌امکان پیدا شدکه روش‌های تازهٔ جبری ، برای تجزیه و تحلیل دستگاه‌هایی‌که قبلا دست نیافتنی می‌نمودند ، پیدا شود.

گزارش «آ. ب. پوگوره‌لوف» ، عضو وابستهٔ فرهنگستان علوم اتحاد شوروی ، زیر عنوان « نظریهٔ هندسی پایداری پوسته‌های قابل ارتجاع » مورد توجه بسیار شرکت کنندگان در کنگره قرار گرفت. متخصصان این مقوله می‌دانندکه مسألهٔ محاسبهٔ پوسته‌های قابل ارتجاع ، به طور اصولی ، مدت‌هاست که حل شده‌است. ولی خود روند حساب‌کردن، اگربه صورتی کورکورانه و بدون پیش‌بینی خصلت جواب مورد انتظار ، انجام گیرد ، کاری بسیار دشوار و پرزحمت است.

این واقعیت که مهندسان ، تقریباً ، از پوسته‌های قابل ارتجاعی که ساختمانی بغرنج داشته باشند ، صرف‌نظرمی‌کنند ، از همین‌جا ناشی می‌شود

پژوهش جامع و کیفی این مسأله، درکارهای «پوگوره‌لوف» داده شده است وآن زمان دورنیست‌که بناهای مهندسی زیبایی، که محاسبهٔ آن‌ها به‌کمك این نظریه امکان‌پذیر است ، ما را احاطه‌کنند.

پروفسور « ژ. دورام» ، رئیس سابق اتحادیهٔ بین‌المللی ریاضی‌دانان و استاد دانشگاه‌های لوزان و ژنو ، گفت : «شاخه‌های گونا گون ریاضیات، دایماً به هم نزدیك‌تر می‌شونـد. مسألهٔ‌های بسیاری وجود دارد که ، برای حل‌آن‌ها، باید ازروش‌های نظریهٔ جبری عددها ، توپولوژی وآنالیز با هم، مدد گرفت. این امر، نشان می‌دهدکه، درحال حاضر، باید از تخصصی شدن بیش از اندازهٔ ریاضی‌دانان پرهیز کرد» .

نیکولابورباکی، زمانی، ریاضیات را با شهر بزرگی مقایسه می‌کرد که حومهٔ آن، به طرزی بی‌رویه ودرهم،گسترش می‌یابد، درحالی‌که مرکز شهر متناوباً تغییر می‌کند. در نتیجه ، دایماً باید نقشهٔ روشن‌تری از شهرتهیه کردمحله‌های‌قدیمی‌باکوچه‌های پرپیچ وخم،کهنه می‌شوند وباید جای خود را ، به خیابان‌های مستقیم‌تر و وسیع‌تر و راحت‌تری بدهند.

اگر گفته‌های « دورام » را با سخنان فلیکس‌کلاین ، که در کنگرهٔ شیکاگو ایرادکرده بود، مقایسه‌کنیم، می‌بینیم که معماران این شهر عظیم ، به همان اندازه دراندیشهٔ یك‌پارچگی ساختمانی‌آن هستند، که دهه‌ها قبل و در زمان تشکیل کنگرهٔ شیکاگو بودند» .

دومساله

۱. دو مربع ABCD و AKLM (رأس‌ها در جهت حرکت عقربه‌های ساعت قرار دارند) در رأس A مشترك‌اند . ثابت‌کنید مرکزهای این‌دو مربع ووسط پاره‌خطهای BM و DK ، رأس‌های یك‌مربع‌اند.

۲. عددی‌است شش‌رقمی که رقم سمت چپ‌آن واحد ورقم سمت راست‌آن‌برابرهفت‌است. اگر رقم ۷ را ازسمت راست عدد به‌سمت چپ‌آن منتقل‌کنیم، عدد مفروض پنج برابر می‌شود عدد را پیداکنید.

حل در صفحهٔ ۶۲۲

ریاضی‌دانان ایران

ابوالجود

ابوالقاسم قربانی

ابوالجود محمدبن لیث

(ریاضی‌دان ـ نیمهٔ دوم قرن چهارم هجری)

ابوالجود محمدبن‌لیث از ریاضیدانان بزرگ نیمهٔ دوم قرن چهارم هجری[1] و شاگرد صاغانی[2] و معاصر با بیرونی بوده وبا او و عده‌ای دیگر از ریاضیدانان زمان خود و ازجمله سجزی رابطهٔ علمی داشته است.

از نوشته‌های او چنین برمی‌آید که پس از فراغ ازتحصیل، درس و مدرسه را رها کرده و ظاهراً در قلمرو پادشاهان سامانی یعنی خراسان و ماوراءالنهر به‌اعمال‌سلطانی‌مشغول‌بوده و درعین‌حال به‌ریاضیات می‌پرداخته است.

بیرونی در«قانون مسعودی»، ابولجود را ازریاضیدانان برجسته زمان خود خوانده و درکتاب «استخراج الاوتار» به یکی از مقالات وی دربارهٔ

۱ـ یکی از تألیفاتش را در سال ۳۵۸ هـ.ق. نوشته و ظاهرا در آن موقع جوان بوده- بروکلمان بدون ذکرمأخذ تاریخ درگذشت اورا سال ۱۰۰۹ر۴۰۰ ثبت کرده است.

۲ـ در یکی از رسالات خود از صاغانی با ذکر کلماتی مانند «شیخنا ابوحامدالصغانی» و یا «شیخنا ابوحامد ایده‌الله» یاد کرده است.

حل یك مسألهٔ هندسی اشاره کرده است.

خیام در رسالهٔ جبر خودکارهای جبری ابوالجود را مورد نقادی قرار داده و نوشته است: «در حدود پنج سال پس از تألیف این رساله، شخصی که اطلاعی بس‌اندك از هندسه داشت برای من نقل کردکه ابوالجود محمدبن‌لیث، عالم هندسه را، رحمةالله‌علیه رساله‌ای است‌که در آن این اصناف‌را برشمرده واکثرآنها رابه‌وسیلهٔ قطوع مخروطی حل‌کرده، بی‌اینکه حالات این اصناف وتمیز حالات ممکن از ممتنع را به‌تمامی آورده باشد، بلکه برطبق نتایجی‌که ازمطالعه درمسایل خاص مربوط به‌این اصناف‌حاصل می‌شود به‌آنها رسیده است. این دور نیست، زیرا آن دو صنفی‌که گفتم از یکی از پیشنیان است منسوب به‌او است. وشخص مذکورآنهارا درمجموعهٔ تصنیفات ابوالجود[1] به‌خط حازمی دیده بود...». خیام پس از ذکر دو صنف معادله منسوب به‌ابوالجود خطای ابوالجود را در حل معادلهٔ $x^3+a=cx^2$ به‌وسیلهٔ قطوع مخروطی به‌تفصیل شرح داده است.

یوشکویچ با در نظر گرفتن مطالبی‌که خیام در بارهٔ ابوالجود نوشته و ذکرش گذشت نتیجه‌گرفته است‌که: چنین به‌نظر می‌آیدکه ابوالجود یکی از نخستین‌کسانی است‌که کوشیده‌اند تا براساس روشهای هندسی قدما[2] یك‌تئوری‌کلی برای حل معادلات درجهٔ سوم بیابند.

ابوالجود در حل مسألهٔ تثلیث زاویه و تقسیم دایره به‌هفت و نه جزء متساوی تحقیقاتی به‌عمل‌آورده است. وی در رساله‌ای‌که درجواب‌سؤالات ابوریحان بیرونی دربارهٔ چهار مسألهٔ هندسی نوشته است[3] حل مسألهٔ سوم یعنی چگونگی تقسیم دایره به‌نه جزء متساوی‌را به‌حل معادلهٔ زیر برگردانده است:

$$x^3+1=3x \qquad (1)$$

۱ـ این مجموعه متأسفانه از بین رفته و فقط قسمتهایی از آن باقی مانده است.

۲ـ یعنی به‌وسیلهٔ تقاطع قطوع مخروطی.

۳ـ رسالهٔ چهارم ازآثار ریاضی موجود ابوالجود (خواهدآمد).

در همـان رساله ابوالجود حل یك مسألهٔ هندسی دیگر (سؤال اول بیرونی) را به‌حل یك‌معادلهٔ درجهٔ چهارم برگردانده وآن‌را به‌وسیلهٔ تقاطع یك سهمی و یك هذلولی متساوی‌القطرین حل کرده است.

آثار ریاضی موجود ابوالجود

(نشانی نسخه‌های خطی این آثاررادر کتاب «سزگین» خواهید یافت).

۱ـ رساله‌الی ابی‌محمدعبدالله الحاسب فی‌طریقی ابی‌سهل الکوهی وشیحه ابی‌حامد الصاغانی فی‌عمل‌المسبع المساوی‌الاضلاع فی‌الدائره

این‌رساله دربارهٔ دوروش است‌که کوهی وصاغانی برای محاط کردن هفت ضلعی منتظم در دایره به‌کار برده‌اند (دراین رساله ابوالجود ازصاغانی باکلمات «شیخنا المهندس ابوحامدالصاغانی» یادکرده‌است آقای عادل‌انبوبا این رسالـه و چند رسالهٔ دیگر را کـه مربوط به همین مسأله است در طی مقاله‌ای موردبحث و تحقیق قرارداده است.

۲ـ کتاب عمل‌السبع فی‌الدائره ارسله‌الی ابی‌الحسن‌احمدبن‌اسحاق

این کتاب نیز در بارهٔ محاط کردن هفت‌ضلعی منتظم در دایره است و در مقالهٔ آقای عادل‌انبوبا به‌آن اشاره شده است.

۳ـ مقاله‌ای بدون عنوان‌که شامل سه‌مسألهٔ هندسی است.

این‌مقاله توسط کارل‌شوی به‌زبان‌آلمانی ترجمه شده است.

۴ـ جواب الشیخ الفـاضل ابی‌الجود محمدبن لیث ایدالله عماسأله عنه‌الاخ‌الفاضل ابوریحان محمدبن‌احمد بیرونی

بیرونی راه‌حل چهار مسأله، هندسی را از ابوالجود خواسته بوده و او رسالـهٔ فوق را در جواب بیرونی نوشته کـه نسخهٔ خطی آن در لیدن موجود است.

سؤال اول بیرونی این است:

پاره‌خط BC و نقطهٔ A خارج ازآن مفروض است . می‌خواهیم از نقطهٔ A خط‌راستی رسم‌کنیم‌که BC را در نقطهٔ C قطع‌کند به‌وجهی‌که رابطهٔ زیر برقرار باشد:

$$AB \times BC + \overline{BD}^{2} = \overline{BC}^{2}$$

ابوالجود این مسأله را به‌وسیلهٔ تقـاطع یك سهمی و یك هذلولی متساوی‌القطرین حل کرده است

سؤال دوم بیرونی این است : اگرکسی گفت که وتر یك هفتم دایره مساوی با نصف وتر یك‌سوم دایره‌است چگونه عدم امکان این‌را ثابت‌کنیم؟

سؤال سوم دربارهٔ محاسبهٔ ضلع‌نه‌ضلعی منتظم محاطی ازراه‌جبراست.

ابوالجود این مسأله را به حل معـادلهٔ درجهٔ سوم $x^{2}+1=3x$ برگردانده است.

سؤال چهارم مربوط است به‌محاسبهٔ وترکمان یك‌درجهٔ دایره.

۵ـ جواب ابوالجود به‌مسأله‌ای‌که توسط ابوجعفرخازن طرح‌شده‌است

مسأله این است : مثلث ABC و نقطهٔ D مفروض است. ضلع BC را از دو طـرف امتداد می‌دهیم و می‌خواهیم روی آن نقطه‌ای مـانند M بیابیم‌که اگرآن را به D وصل‌کنیم تااضلاع AB و AC را درنقاط P و Q قطع‌کنند نسبت $\frac{QM}{PQ}$ مساوی باعدد معلومی باشد.

۶ـ جواب ابوالجود به‌مسأله‌ای‌که توسط سجزی طرح شده

مسأله این است: ترسیم خط راستی‌که از نقطهٔ معینی بگذرد وسه‌خط راست متقارب را قطع‌کند به‌طوری‌که برخی از پاره‌خطهای حاصل دارای نسبت معین باشند.

۷ـ رساله دربارهٔ خواص مثلث غیر متساوی‌الاضلاع

نسخهٔ خطی این رساله‌که در لیدن موجود است نـام مؤلف ندارد . این رساله و دو رسالهٔ دیگر راکه با برخی از رسایل فوق در یك مجموعه است از ابوالجود دانسته‌اند.

مراجع

۱ـ بروکلمان، G_1، ص ۶۱۹ ش ۲ ـ بروکلمان S_1، ص۸۵۴ ش۲.

۲ـ بیرونی: استخراج‌الاوتار، ص ۵۰.

۳ـ بیرونی: قانون، ج ۱ ص ۲۹۷.
۴ـ سارتن I ، ج ۱ ص ۷۱۸.
۵ـ سزگین G_5 ، ص ۳۵۳.
۶ـ سوتر M ، ص ۹۷ ش ۲۱۵.
۷ـ فهرست خدیویه، ج ۵ ص ۲۰۳ و ۲۰۴.
۸ـ فهرست لیدن، ج ۳ ص ۶۳ و ۶۴.
۹ـ قربانی: تحریر استخراج‌الاوتار، ص ۱۶۰.
۱۰ـ قربانی: ریاضیدانان ایرانی، ص ۲۱۴ تا ۲۲۰.
۱۱ـ کانتور G_1 ، ص ۷۵۹ و ۷۶۰ و ۷۷۴ و ۷۸۳ و ۷۸۷.
۱۲ـ مجلهٔ ایزیس، ج ۷ سال ۱۹۲۵ ص ۵ تا ۸.
۱۳ـ مجلهٔ تاریخ‌العلوم‌العربیه، ج۱ سال ۱۹۷۷ شمارهٔ ۲ ص۷۳الی ۱۰۵ (عربی)ـ ج ۲ سال ۱۹۷۸ شمارهٔ ۲ ص ۲۶۴ تا ۲۶۹(فرانسوی).
۱۴ـ مصاحب: حکیم خیام، ص ۱۰۷ و ۱۲۶ و ۱۲۷ و ۲۴۱ تا ۲۵۰ و ۲۶۸.
۱۵ـ وپکه: جبر خیام، ص ۵۴ تا ۵۷ و ۸۲ و ۱۱۴ و ۱۱۵ و ۱۲۵ و ۱۲۶.
۱۶ـ یوشکویچ M ، ص ۹۳ و ۹۴ و ۹۹.

(هفت) ه ف ت	*********
(چهارده) چ ه ا ر د ه	****

***

ا ب د (ابر)

****

ر د ه (رده)

****

****

***

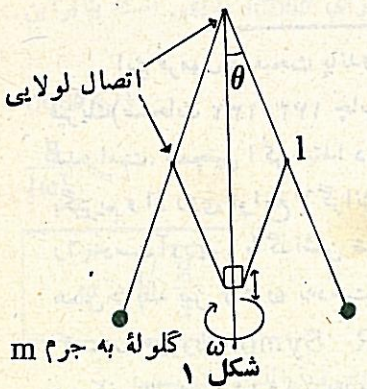
چ ن گ (چنگ)

در این تقسیم، به‌جای رقم‌ها، ستاره وحرف گذاشته‌ایم. حرف‌های شبیه، نمایندهٔ یك‌رقم وحرف‌های مختلف، نمایندهٔ رقم‌های متفاوت است. همهٔ رقم‌های این‌تقسیم را پیدا کنید. حل در صفحهٔ ۶۲۴

ریاضیات مقصر است یا فیزیك؟

محمد باقری

«طرح یك پارادوکس»



شکل ۱

وسیله‌ای مطابق شکل مقابل، در دستگاه‌های مکانیکی و بخصوص درماشین‌های بخار برای تنظیم‌سرعت دورانی به‌کارمی‌رود و به«تنظیم کنندهٔ وات»موسوم است. همان‌طور که از شکل برمی‌آید، هرچه سرعت‌دوران بیشتر شود، بازوهای جانبی بیشتر باز می‌شوند؛ یعنی مقدار زاویهٔ θ افزایش می‌یابد و حرکتی به‌سوی بالاروی محور دوران ایجاد می‌گردد. در عمل، از این ارتباط بین سرعت دورانی و جابجایی در طول محور، مثلا برای کنترل میزان بخار ورودی استفاده می‌شود، تا دستگاه در نقطهٔ کار ثابتی به‌تعادل برسد و سرعت از محدودهٔ موردنظر خارج نشود.

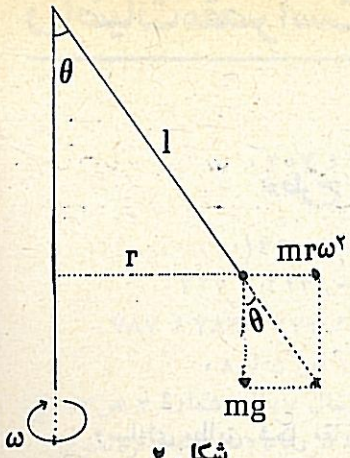
برای آنکه رابطهٔ بین ω (سرعت زاویه‌ای) و θ را به‌دست‌آوریم، حالت ایده‌آل زیر را در نظر می‌گیریم. دراین‌حالت، طول بازو؛ l وجرم گلوله (که به‌صورت نقطهٔ مادی فرض می‌شود) m است. همچنین از جرم میلهٔ بازو صرف‌نظر می‌شود (یا عملا آن‌را در جرم گلولهٔ ادغام می‌کنند). باتوجه به‌نیروهای وارد بر گلوله(شکل۲) درحالت تعادل، می‌توان به‌ترتیب

زیر، رابطهٔ بین ω و θ را به‌دست آورد:

$$tg\theta = \frac{mr\omega^2}{mg} = \frac{l\sin\theta\omega^2}{g}$$

$$g = \text{شتاب گرانی} \cong ۹٫۸ \frac{m}{sec^2} \cong ۹۸۰c \frac{m}{sec^2}$$

$$\cos\theta = \frac{g}{l\omega^2}$$



شکل ۲

این فرمول درمبحث پاندول مخروطی فیزیک‌سال چهارم رشتهٔ‌ریاضی فیزیک(صفحات ۱۳۲و۱۳۳ چاپ ۱۳۵۸) نیز برای مسئلهٔ مشابهی‌استخراج شده است. همچنین اگر ابتدا درحالت کلی، حرکت‌آونگ کروی‌را درنظر بگیریم و از روی توابع لاگرانژ دستگاه، معادلات دیفرانسیل حرکت گلوله را به‌دست‌آوریم ، با گذاشتن شرایط مسئلهٔ موردبحث در معادلات مذکور ، همین رابطه بین θ و ω به‌دست خواهد آمد (مثلا نگاه‌کنید به‌کتاب مکانیک کیت ر. سیمون Mechanics ; Keith R. Symon از دانشگاه ویسکانسین؛ چاپ ۱۹۸۱ ؛ به‌زبان انگلیسی؛ صفحات ۳۸۱ تا ۳۸۳).

اکنون به‌حل مسئلهٔ زیر می‌پردازیم :

اگر درشکل(۱) داشته‌باشیم $l = ۱۰cm$ و(دور در دقیقه $n = ۸۰$ ، مقدار θ را به‌دست‌آورید.

ظاهراً باید بتوانیم مسئله را به‌سادگی از روی رابطهٔ یافته شده بین θ و ω به‌دست‌آوریم، اما . . .

$$\omega = \frac{۲\pi n}{۶۰} = ۲\pi \times \frac{۸۰}{۶۰} \cong ۸٫۳۷ \quad \text{رادیان برثانیه}$$

$$\cos\theta = \frac{g}{l\omega^2} = \frac{۹۸۰}{۱۰ \times (۸٫۳۷)^2} \cong ۱٫۴ \ (!!)$$

یدیهی است‌که مقدار $\cos\theta$ به‌هیچ‌وجه نباید از یك بیشتر شود و در هر صورت ، این مقدار یافته شده برای $\cos\theta$ عملا قادر به‌تعیین مقدار θ نیست. اگر محاسبات عددی و مراحل به‌دست‌آوردن فرمول $\cos\theta$ را هم دوباره‌کنترل‌کنید همه‌چیز درست است. پس اشکال‌کار درکجاست؟

برای‌آنکه بدانیم چه ω هایی منجر به‌این وضع می‌شوند ، با توجه به‌محدودیت اندازهٔ $\cos\theta$ روابط زیر را می‌نویسیم:

$$۰ \leqslant \theta \leqslant \frac{\pi}{۲}$$

$$۰ \leqslant \cos\theta \leqslant ۱$$

مثبت‌بودن مقدار به‌دست‌آمده ازفرمول برای $\cos\theta$، بدیهی است بنابراین کاری به‌آن نداریم ؛

$$\cos\theta \leqslant ۱$$

$$\frac{g}{l\omega^2} \leqslant ۱$$

$$\boxed{\omega \geqslant \sqrt{\frac{g}{l}}}$$

اگر شرط به‌دست‌آمده را برای مسئلهٔ عددی فوق‌الذکر بنویسیم:

$$\sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{۹۸۰}{۱۰}} = \sqrt{۹۸} \cong ۱۰$$

$$\omega \geqslant ۱۰$$

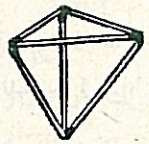
$$n = \frac{\omega}{۲\pi} \times ۶۰ \cong ۱۰۰ \quad \text{دوردر دقیقه}$$

ظاهراً چنان‌که از حل مسئله برمی‌آید برای سرعت‌های‌کمتر از ۱۰۰ دوردردقیقه $\cos\theta$ بیشترازیك می‌شود. به‌سادگی می‌توان تحقیق‌کرد که برای‌آنکه θ از $\frac{\pi}{۲}$ تا صفر تغییرکند ، ω باید از بینهایت تا $\sqrt{\frac{g}{l}}$

تغییر کند. با آن‌که در عمل هیچ محدودیتی در مورد مقدار ω وجود ندارد چرا فرمول به‌ازای مقدارهای کمتر از $\sqrt{\frac{g}{l}}$ جواب نمی‌دهد. اگر در تمام ωهای بین‌صفر و $\sqrt{\frac{g}{l}}$ مقدار θ صفر باقی‌ماند چرا این جواب از معادله به‌دست نمی‌آید؟ ریاضیات مقصر است یا فیزیک؟

تعداد هرم‌ها

مسألهٔ ۱. با شش چوب کبریت می‌توان یک چهار وجهی (هرم مثلث‌القاعده) درست کرد.



چند-چهار وجهی مختلف می‌توانید با این شش‌چوب کبریت بسازید؟ مثلا، با جابه‌جا کردن جای دوچوب کبریت، یا با تغییر جهت یک‌چوب کبریت، می‌توان چهاروجهی دیگری به‌دست آورد. ولی دقت کنید! یک‌چهاروجهی را، وقتی روی وجه‌های مختلف خودقرار گرفته است، دوچهاروجهی مختلف به‌حساب نیاورید!

مسألهٔ ۲. اگر مسألهٔ اول به‌نظرتان ساده می‌آید، می‌توانید تمرین خودرا بادرست کردن چهاروجهی به کمک کاغذ ورنگ کردن وجه‌های آن ادامه دهید. در گستردهٔ ما، چهار رنگ به‌کار رفته است: آبی، زرد، سبز و قرمز. هروجه باید تنها بایک رنگ باشد. چندچهار-وجهی با رنگ‌های مختلف می‌توانیم به‌دست آوریم؟ مثل قبل، این شرط‌را حفظ می‌کنیم که اگر چهاروجهی‌را روی وجه دیگری ازآن قرار دهیم ویاآن‌را به‌جهت دیگری بچرخانیم، یک‌نوع چهاروجهی به‌حساب می‌آید.

پاسخ در صفحهٔ ۶۲۴

مسأله‌هایی برای تشکیل وحل معادله‌ها

معادله، وسیلهٔ نیرومندی برای حل مسأله‌هاست. اساساً، محتوی اصلی جبر مقدماتی، تشکیل و حل معادله یا دستگاه معادله‌هاست. وقتی که محمدبن موسی خوارزمی، درسدهٔ سوم هجری، برای نخستین بار، قانون‌های جبر را تنظیم می‌کرد وکتاب «الجبر والمقابله» خود را می‌نوشت، به‌همین نکته توجه داشت. حل مسأله‌های مربوط به‌ارث، که در فقه اسلامی پیچیدگی‌هایی دارد، دشواری‌هایی به‌وجودآورده بود و خوارزمی به‌هدف برطرف کردن این دشواری‌ها وپیدا کردن شیوه‌ای ساده برای حل این گونه مساله‌ها، جبر را ابداع کرد.

عنوانی راکه خوارزمی برای کتاب خود انتخاب کرد، دقیقاً ناظر به‌همین محتوی اصلی جبر، یعنی حل معادله‌هاست«جبر» به‌معنی جبران کردن [«که جبر خاطر مسکین بلابگرداند»- سعدی] این قانون را توضیح می‌دهد که اگر عددی منفی از یک‌طرف تساوی (یا معادله) به‌طرف دیگر آن منتقل شود، تغییر علامت می‌دهد وبه‌صورت عددی مثبت درمی‌آید، «مقابله» هم به‌معنای مقابل قراردادن دوطرف تساوی در معادله است.

جالب است که نام این شاخه از ریاضیات، تقریباً در تمام زبان‌های زندهٔ امروزی جهان، به‌همان صورت «الجبر» بیان می‌شود.

* * *

برای حل یک مسأله، ابتدا باید مجهول یامجهول‌ها را (یعنی آن‌چه‌را که باید به‌دست آورد) انتخاب کرد، سپس داده‌های مسأله‌ها را به صورت معادله‌ها بیان و سرآخر، آن‌ها را حل کرد.

ظاهراً، همه‌چیز ساده وعادی‌است، ولی‌درعمل، مواردی پیش می‌آید که کار را مواجه با دشواری می‌کند. مثلا، مساله‌های مربوط‌به اختلاط و امتزاج و نسبت‌ها، از این قبیل‌اند.

این مساله را حل می‌کنیم.

سه مخلوط داریم‌که ازعنصرهای A ، B و C درست شده‌اند. درمخلوط اول، فقط عنصرهای A و B و به‌نسبت وزنی ۳:۵ وجود دارد، درمخلوط دوم، تنها عنصرهای B و C و به‌نسبت وزنی ۱:۲ ؛ و بالاخره، درمخلوط سوم، فقط عنصرهای A و C و به نسبت وزنی ۲:۳ وجود دارد. این سه مخلوط را به‌چه نسبتی به‌هم بیامیزیم تا در مخلوط حاصل، عنصرهای A ، B و C ، به‌نسبت وزنی ۳:۵:۲ وجود داشته باشد؟

بنابرفرض مساله، در هشت‌گرم از مخلوط اول، سه گرم از عنصر A و پنج گرم از عنصر B و، بنابراین، در هرگرم این مخلوط $\frac{3}{8}$ گرم از A و $\frac{5}{8}$ گرم از B داخل شده است. به همین ترتیب، در هر گرم مخلوط دوم، $\frac{1}{3}$ گرم از B و $\frac{2}{3}$ گرم از C ؛ و در هر گرم از مخلوط سوم، $\frac{2}{5}$ گرم ازعنصر A و $\frac{3}{5}$ گرم از عنصر C وجود دارد.

اگر x گرم از مخلوط اول، y گرم از مخلوط دوم و z گرم از مخلوط‌سرم را به‌هم بیامیزیم، $(x+y+z)$ گرم از مخلوط جدید به‌دست می‌آید، که درآن $\frac{3}{8}x+\frac{2}{5}z$ گرم A ، $\frac{5}{8}x+\frac{1}{3}y$ گرم B و بالاخره $\frac{2}{3}y+\frac{3}{5}z$ گرم C ، وجود دارد. باید از مخلوط‌های اول و دوم و سوم ، چنان انتخاب کنیم‌که درمخلوط تازه، به‌نسبت وزنی ۳:۵:۲ از سه‌عنصر A ، B و C داشته باشیم؛ یعنی باید تساوی‌های زیر را داشته باشیم :

$$\frac{\frac{5}{8}x+\frac{1}{3}y}{\frac{2}{3}y+\frac{3}{5}z}=\frac{5}{2} \quad \text{و} \quad \frac{\frac{3}{8}x+\frac{2}{5}z}{\frac{2}{3}y+\frac{3}{5}z}=\frac{3}{2} \quad \text{و} \quad \frac{\frac{3}{8}x+\frac{2}{5}z}{\frac{5}{8}x+\frac{1}{3}y}=\frac{3}{5}$$

به‌این ترتیب، به یك دستگاه سه معادله سه مجهولی می‌رسیم. ولی، درواقع، دومعادلهٔ مستقل بیشتر نداریم، زیرا به‌سادگی می‌توان هرمعادله را، به‌کمك دومعادلهٔ دیگر به‌دست‌آورد. بنابراین، تنها دومعادلهٔ (مثلا،معادله‌های اول و دوم) سه مجهولی داریم. روشن است‌که به‌کمك دومعادله، نمی‌توان سه مجهول را پیدا کرد. ولی، درواقع، نه به‌خود مقادیر x ، y و z ، بلکه به‌نسبت‌های آن‌ها نیازداریم. و این نسبت‌ها را هم، می‌توان از همین دو معادله به‌دست‌آورد.

معادله‌های اول و دوم را، این‌طور می‌نویسیم :

$$\frac{15}{8}x+2z=\frac{15}{8}x+y$$

$$\frac{6}{8}x+\frac{4}{5}z=2y+\frac{9}{5}z$$

از آن‌جا $y=2z$ و $x=\frac{8}{3}y+\frac{4}{3}z$ یا $y=2z$ و $x=\frac{20}{3}z$.

سرانجام به‌دست می‌آید :

$$x:y:z=20:6:3$$

یعنی مخلوط‌ها را باید به‌نسبت ۳ : ۶ : ۲۰ به‌هم بیامیزیم.

گاهی، برای پیداکردن جواب، نمی‌توانند از همهٔ داده‌ها به‌طورکامل استفاده‌کنید. برای روشن‌شدن مطلب، نمونه‌ای می‌آوریم.

اگر مسافر ازشهر A ، با قطار حرکت‌کند، بعداز ۲۰ساعت به شهر B می‌رسد. اگر منتظر هواپیما بماند (و برای این‌منظور باید بیش‌از ۵ ساعت انتظار بکشد)، بعداز ۱۰ساعت به B می‌رسد (البته، این ۱۰ساعت، شامل ساعت‌های انتظار هم می‌شود). سرعت هواپیما، چندبرابر سرعت قطار است، به‌شرطی‌که بدانیم، هواپیما $\frac{8}{9}$ ساعت بعد از حرکت خود، به قطار می‌رسد (فرض براین است‌که هواپیما در طول راه‌آهن حرکت می‌کند، یعنی هواپیما همان‌مقدار راه را در فضا طی می‌کند که قطار در روی زمین می‌پیماید).

سرعت قطار را V_1 کیلومتر در ساعت و سرعت هواپیما را V_2

کیلومتر در ساعت می‌گیریم، و فرض می‌کنیم که مسافر t ساعت قبل از حرکت هواپیما را باید انتظار بکشد. این دستگاه معادله‌ها را تشکیل می‌دهیم:

$$\begin{cases} 20V_1=(10-t)V_2 \\ \left(t+\frac{8}{9}\right)V_1=\frac{8}{9}V_2 \end{cases}$$

اگر نسبت سرعت V_2 به V_1 را x بگیریم، به دستگاه ساده زیر می‌رسیم:

$$\begin{cases} 20=(10-t)x \\ t+\frac{8}{9}=\frac{8}{9}x \end{cases}$$

بین دو معادله، t را حذف می‌کنیم، به معادلهٔ درجه دوم

$$4x^2-49x+90=0$$

می‌رسیم که ریشه‌های آن $x_1=10$ و $x_2=\frac{9}{4}$ است.

اشتباه در همین‌جا، ممکن است پیش آید و تصور شود که مساله دو جواب دارد: سرعت هواپیما یا ۱۰ برابر سرعت قطار است و یا $\frac{9}{4}$ برابر آن.

درصورت مساله گفته شده است که مسافر باید بیش از پنج ساعت در انتظار حرکت هواپیما بماند. بنابراین، باید آزمایش کرد که به‌ازای کدام مقدار x، مدت انتظار مسافر، بیش از پنج ساعت می‌شود. اگر این آزمایش را انجام دهیم، معلوم می‌شود که تنها $x=10$ با شرایط مسالهٔ سازگار است. به‌این ترتیب، سرعت هواپیما ۱۰ برابر سرعت قطار است.

گاهی پیش می‌آید که بعضی از دانش‌آموزان، جواب $x=\frac{9}{4}$ را به این علت حذف می‌کنند که در تجربهٔ زندگی دریافته‌اند که سرعت هواپیما، همیشه از $\frac{9}{4}$ برابر سرعت قطار بیشتر است. اولا این استدلال، برای حل یک

مسالهٔ ریاضی، قانع کننده نیست، ثانیاً درواقع هم، نسبت $\frac{9}{4}$ می‌تواند درست باشد.

برای برخی از دانش‌آموزان، دشواری بیشتر وقتی پیدا می‌شود که، در دستگاهی که تشکیل شده‌است، تعداد مجهول‌ها بیش از تعداد معادله‌ها از آب درآید. ولی معمولا در چنین مواردی، نباید همهٔ مجهول‌ها را به‌دست آورد. بلکه تنها به‌پیدا کردن چندتا از آن‌ها نیاز است.

دو دوست یک دوچرخه دارند و در یک زمان از نقطهٔ A به‌طرف نقطهٔ B حرکت کرده‌اند، اولی با دوچرخه و دومی پیاده. اولی تا جایی با دوچرخه می‌رود، سپس، در آن‌جا، دوچرخه را کنار جاده می‌گذارد و خود پیاده تا نقطهٔ B می‌رود. دومی، وقتی که به دوچرخه می‌رسد، آن‌را سوار می‌شود و به‌طرف B جلو می‌رود و با اولی در یک زمان به B می‌رسد. وقت برگشتن هم، به‌همین ترتیب عمل می‌کنند، منتهی اولی یک کیلومتر بیشتر از بار اول با دوچرخه حرکت می‌کند. این بار، دومی ۲۱ دقیقه دیرتر از اولی به A می‌رسد. مطلوب است سرعت پیاده‌روی هرکدام از این دو نفر، به‌شرطی که سرعت دوچرخه برای هردوی آن‌ها ساعتی ۲۰ کیلومتر باشد و در پیاده‌روی، اولی برای هرکیلومتر سه دقیقه کمتر از دومی، وقت صرف کند.

فرض می‌کنیم، فاصله بین دو نقطهٔ A و B برابر S کیلومتر، سرعت پیادهٔ اولی V_1 کیلومتر در ساعت و سرعت پیادهٔ دومی V_2 کیلومتر در ساعت باشد. ضمناً، فرض می‌کنیم، دوست اول a کیلومتر را با دوچرخه و بقیه را پیاده رفته باشد.

در حرکت از A به B، دوست اول $\frac{a}{20}+\frac{S-a}{V_1}$ ساعت و دوست دوم $\frac{a}{V_2}+\frac{S-a}{20}$ ساعت وقت صرف کرده‌اند. چون هر دو نفر در یک زمان از A حرکت کرده‌اند و در یک زمان به B رسیده‌اند، باید این دو مقدار برابر باشد. به‌این ترتیب، نخستین معادله به‌دست می‌آید:

$$\frac{a}{20}+\frac{S-a}{V_1}=\frac{a}{V_2}+\frac{S-a}{20}$$

در برگشتن، اولی $\frac{a+1}{20}+\frac{S-a-1}{v_1}$ ساعت ودومی $\frac{a+1}{v_2}+\frac{S-a-1}{20}$ ساعت وقت صرف کرده‌اند؛ ضمناً دومی ۲۱ دقیقه بیشتر در راه بوده است. معادلهٔ دوم را تشکیل می‌دهیم :

$$\frac{a+1}{20}+\frac{S-a-1}{v_1}=\frac{a+1}{v_2}+\frac{S-a-1}{20}-\frac{21}{60}$$

برای‌هر کیلومتر، اولی $\frac{1}{v_1}$ ساعت و دومی $\frac{1}{v_2}$ ساعت وقت صرف می کنند. می‌دانیم که اولی هر کیلومتر را ۳دقیقه زودتراز دومی طی می کند. معادلهٔ سوم را تشکیل می‌دهیم :

$$\frac{1}{v_2}-\frac{1}{v_1}=\frac{3}{60}$$

سه معادله داریم و چهارمجهول. و طبیعی است که نمی‌توانیم هرچهار مجهول S ، v_1 ، v_2 و a را پیدا کنیم. آیا به‌معنای این است کـه مساله را نمی‌توانیم حل کنیم؟ درواقع، مساله تنهـا دو مجهول v_1 و v_2 (سرعت‌های پیادهٔاولی و دومی) را خواسته است. این‌دومجهول را هم می‌توان پیدا کرد برای این‌منظور، معادلهٔ اول را ازمعادلهٔ دوم‌کم می کنیم و نتیجه را با معادلهٔ سوم درنظر می گیریم. به‌این دستگاه می‌رسیم :

$$\begin{cases}\frac{1}{v_2}+\frac{1}{v_1}=\frac{9}{20}\\ \frac{1}{v_2}-\frac{1}{v_1}=\frac{1}{20}\end{cases}$$

که حل آن ساده است و به‌دست می‌آید :

$v_2=$ ۴ کیلومتر درساعت ; $v_1=$ ۵ کیلومتر درساعت

می‌بینیم، با وجودی که تعداد مجهول‌ها بیشتر از تعداد معادله‌هاست، توانستیم بعضی از مجهول‌ها را پیدا کنیم.

حالا، نمونه‌ای می آوریم که درآن، نه مجهول‌ها و نه نسبت آن‌ها را نمی‌توان پیدا کرد؛ باوجوداین، می‌توان مشخص کرد که کدام یك‌ازمجهول‌ها بزرگتر است! و این، همان چیزی است که مساله طلب کرده است.

دانش‌آموز، مبلغی پول‌را برای خرید کیف، خودنویس و کتاب پرداخته است. اگر کیف ۵ بار، خودنویس ۲ بار و کتاب ۲٫۵ بار ارزان‌تر بودند، خرید دانش‌آموز ۸۰۰ریال می‌شد. اگر درمقایسه‌با ارزش اصلی، کیف ۲ بار، خودنویس ۴ بار وکیف ۳ بارارزان‌تربود، خرید دانش‌آموز ۱۲۰۰ریال می‌شد. خرید دانش‌آموز چقدر است؟ قیمت کیف بیشتر است یا خودنویس؟

قیمت کیف، خودنویس وکتاب‌را به‌ترتیب x ، y و z ریال می گیریم. بنابر شرایط مساله به‌دست می‌آید :

$$\begin{cases}\frac{x}{5}+\frac{y}{2}+\frac{z}{2/5}=800\\ \frac{x}{2}+\frac{y}{4}+\frac{z}{3}=1200\end{cases}$$

روشن است کـه از این دستگاه دو معادلـهٔ سه مجهولی، نه می‌توان مجهول‌ها را به‌دست‌آورد و نه نسبت آن‌ها را. ولی می‌توانیم کل‌خریددانش‌آموز، یعنی $x+y+z$ را پیدا کنیم.

معادله‌های دستگاه را تبدیل می کنیم :

$$\begin{cases}2x+5y+4z=8000\\ 6x+3y+4z=14400\end{cases}$$

که از جمع آن‌ها، به‌سادگی به‌دست می‌آید :

$$x+y+z=2800$$

به‌این ترتیب، به پرسش نخست مساله، پاسخ دادیم: مجموع خریـد دانش‌آموز ۲۸۰۰ ریال است.

حال‌باید به‌این‌پرسش پاسخ‌دهیم که کیف گران‌تر است یا خودنویس؟ اگر از دستگاه خود، مقادیـر x و y را برحسب z به دست آوریم، داریم :

$$x = ۲۰۰۰ - \frac{۱}{۳}z \quad و \quad y = ۸۰۰ - \frac{۲}{۳}z$$

عبارت مربوط به x را می‌توان چنین نوشت :

$$x = \left(۸۰۰ - \frac{۲}{۳}z\right) + \left(۱۲۰۰ + \frac{۱}{۳}z\right)$$

که با توجه به مثبت‌بودن z روشن‌است که $x > y$. یعنی کیف گران‌تر از خودنویس است.

این مساله‌ها را خودتان حل کنید :

۱. دو گروه کوه‌نورد، بارهای خود را، که برای دو گروه وزنی برابر داشت، به پایگاه اصلی‌خود انتقال دادند. تعداد افراد گروه اول ۵ نفر بیشتر از تعداد افراد گروه دوم بود، به‌همین‌مناسبت، هر کوه‌نورد گروه اول ۵ کیلو گرم کمتر از هر کوه‌نورد گروه دوم انتقال دادند. عدد کیلو گرم‌های بار هر دو گروه، به‌اندازهٔ ۵۳۰ واحد بیشتر از دو برابر تعداد کوه‌نوردان هر دو گروه است. در هر گروه چند کوه‌نورد وجود دارد؟

۲. سه شناگر باید از A تا B و برعکس، از B تا A شنا کنند. دومی ۵ ثانیه بعد از اولی، و سومی ۵ ثانیه بعد از دومی حرکت می‌کنند. هر سه شناگر، از نقطهٔ C (که بین A و B قرار دارد) باهم عبور کردند (قبل از این لحظه، هیچ‌کدام، در B نبوده‌اند). شناگر سوم تا B می‌رود، ضمن برگشتن در ۹متری B به دومی و در ۱۵متری B به سومی می‌رسد.

اگر فاصلهٔ AB مساوی ۵۵متر باشد، سرعت شناگر سوم را پیدا کنید.

۳. قایق، فاصلهٔ بین شهرهای A و B را از طریق رودخانه، وقتی که درجهت جریان آب باشد، یك ساعت تندتر از همین فاصله درحالت ساکن و آرام آب و ۲٫۵ ساعت تندتر از حالتی که درخلاف جریان آب حرکت کند، طی می‌کند.

قایق درچه مدتی فاصلهٔ A و B را درجهت جریان آب طی می‌کند؟

۴. سه کارگر باید کاری را انجام دهند. اولی مشغول کارشد و بعداز مدتی، دومی به‌او ملحق شد. وقتی که $\frac{۱}{۶}$ کار انجام شده بود، کارگر سوم

هم به‌آن‌ها پیوست وسپس، تا پایان کار باهم کار کردند.

مطلوب است مدتی که کارگر اول کار کرده است، به شرطی که بدانیم محصول کار هرسه کارگر، در پایان کار، یکی بوده‌است، ضمناً کارگر سوم دوساعت کمتر از کارگر دوم کار کرده است. از این گذشته، می‌دانیم که اگر کارگران اول و دوم با هم مشغول می‌شدند، می‌توانستند تمامی کار را ۹ ساعت زودتر از حالتی به‌پایان برسانند که سومی به‌تنهایی مشغول می‌شد.

۵. دو گروه کارگر، ریل‌های راه‌آهن را کار می‌گذارند. گروه اول ۱۰روز بیشتر از گروه دوم کار کرده‌است وروی هم ۵۰ کیلومتر ریل گذاری کرده‌است. گروه دوم، در هر روز ۲۰۰متر بیشتر از گروه اول ریل گذاری می‌کند و روی‌هم ۲ کیلومتر کمتر از گروه اول ریل گذاشته است.

هر یك از دو گروه در یك روز چقدر از راه را ریل گذاری می‌کند؟

۶. میدانی به‌مساحت ۹۸۰ هکتار، به‌وسیلهٔ سه گروه کارگر آماده می‌شود. گروه‌ها، یکی پس از دیگری مشغول کار می‌شوند و هر کدام چند روزی کار می‌کنند. گروه اول ۷۰هکتار، گروه دوم ۲۸۰هکتار و گروه سوم بقیهٔ میدان را آماده کرده‌اند. اگر گروه اول به‌تعداد روزهای گروه دوم، و گروه دوم به‌تعداد روزهای گروه اول کار می‌کردند، مقدارمساحتی از میدان که هر کدام ازاین دو گروه آماده می‌کردند، برابر می‌شد. همچنین اگر گروه دوم به‌اندازهٔ روزهای گروه سوم، و گروه سوم به‌اندازهٔ روزهای گروه دوم کار می‌کردند، میزان کار آن‌ها هم برابر می‌شد.

می‌خواهیم معلوم کنیم که هر گروه چندروز کار کرده است، به‌شرطی که بدانیم اگر هرسه گروه باهم کار می‌کردند، تمام‌میدان در ۱۴روز آماده‌می‌شد.

۷. دو اتوبوس دریك زمان، یکی‌از A به‌طرف B و دیگری از B به‌طرف A حرکت کرده‌اند و درساعت ۱۲ظهر به‌هم رسیده‌اند. اگر سرعت اتوبوس اول دو برابر بود و سرعت اتوبوس دوم تغییر نمی‌کرد، ۵۶ دقیقه زودتر به‌هم می‌رسیدند. واگر، برعکس، سرعت اتوبوس دوم دو برابر بود وسرعت اتوبوس اول تغییر نمی‌کرد، ۶۵دقیقه زودتر به‌هم می‌رسیدند.

اگر سرعت حرکت هردو اتوبوس را دوبرابر کنیم، معلوم کنید درچه ساعتی به‌هم می‌رسند؟

حل این مساله‌ها، درصفحهٔ ۶۲۶

زنان و ریاضیات (۶)

لین. م. اوسن
ترجمهٔ شهین نعمت‌زاده

مری فرفاکس سومرویل[1]
(۱۸۷۲-۱۷۸۰)

مری فرفاکس سومرویل یکی از بزرگترین زنان دانشمندی است که انگلستان تاکنون در دامان خود پرورده است. استعداد ریاضی او اگر به تصادف مساعدی برخورد نمی‌کرد، هیچ‌گاه کشف نمی‌شد. همانند نیوتون و لاگرانژ آشنائی او با ریاضیات تصادفی بود. درحقیقت شانس نه تنها در کشف نبوغ او، بلکه درتکامل آن، نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کرد.

مری تا پانزده سالگی دخترجوان بی‌خیالی بود که تابع ارزش‌های مرسوم زندگی روستائی قرن هیجدهم اسکاتلند بود. تنها و بی‌هدف در کناره‌ها و تپه‌های برنتیسلند ــ غافل ازاینکه نظام ریاضیاتی وجود دارد ــ گردش می‌کرد. قطعاً او هیچ‌گاه حدس‌هم نمی‌زد که نظام ریاضیات برزندگی شخصی او تأثیر گذارد.

مری فرفاکس در ۲۶ دسامبر ۱۷۸۰ در یدبورو اسکاتلند پا به‌عرصهٔ وجود گذاشت. پدرش سرویلیام فرفاکس دریابان نیروی‌دریائی بریتانیا بود که به‌طور متناوب و درفاصله زمانی‌های نسبتاً طولانی از خانه دور بود. در فاصلهٔ این غیبت، خانواده مجبور بود که تاحد امکان و به‌شدت صرفه‌جوئی کند. آنها با وجود فقر به‌تبار والای خویش می‌بالیدند.

پدر مری با لرد فرفاکس نسبت‌داشت و به‌نسل همان‌خانواده قدیمی‌ای که جورج واشنگتن درآن زاده شده بود، تعلق داشت مادرش ماگریت چارترز، دختر ساموئل‌چارترز، مشاورحقوقی گمرك در اسکاتلند بود. ساموئل

چارترز ازجمله مردانی بود که ادعای تفکر و دانش داشت.

بنابه گفتهٔ خود مری، مادرش خواندن انجیل و دعا را به‌او یاد داد. اما او همچون مخلوقی‌وحشی رشدکرد. به‌غیراز وظایف خانگی مثل درست کردن لبنیات و نگهداری مرغ و خروس‌ها، چیزدیگری نبودکه وقت مری را اشغال‌کند. او هیچ‌همبازی نداشت و درجایی نفرت خود را ازچگونگی گذران دوران‌کودکی خویش‌که صرف بازی با عروسك‌ها می‌شد، ابراز داشته است.[2]

برنتیسلند دهکدهٔ بندری تماشائی و آرامی است که هنوز زنان آنجا لباس‌های زیبا می‌پوشند. زنانی که کریستی‌جان‌ستون دربارهٔ آنها قلم‌فرسائی می‌کند وجایی که به‌فقرا و گدایان‌دوره‌گرد،اجازه داده می‌شدکه باکت‌های آبی و نشان‌های حلبی درکوچه‌ها بگردند و با انتشار آخرین شایعات، ازخانم‌های خانه، تقاضای لباس‌کهنه یا غذای پس‌مانده‌کنند. آنجا دهکده‌ای‌کوچك بودکه ساکنان‌آن زندگی محدودی داشتند.

خانهٔ فرفاکس درکنارهٔ ساحل قرار داشت. باغ بزرگ و انبوه آن به‌دریا راه داشت. این باغ در پناه صخره‌های تاریك وکم‌ارتفاعی‌که امواج وحشی‌آنها را می‌شستند، قرار می‌گرفت. مری درنتیجهٔ این زندگی دریایی و هیجان‌انگیز، همواره سرزنده بود. بسیاری ازساعات تنهائی مری جوان درکشف سواحل اسکاتلند و مرداب‌های تاریکی‌که اطراف خانه‌اش را محاصره‌کرده بود، می‌گذشت، این اکتشافات تأثیری مداوم برزندگی و دلبستگی او به‌طبیعت‌گذاشتند.

از قرار معلوم او تمایلی به‌کتاب خواندن نداشت وتا سن ده‌سالگی به‌سختی می‌توانست بخواند. تعلیم و تربیت او، بی‌اسلوب و بیشتر با روش خودآموزی وکاملا تصادفی و ناقص بود. پدرش پس از برگشت از غیبتی طولانی، به‌ناگاه دریافت‌که مری به‌خاطر زندگی‌آزادانه‌اش، «بی‌فرهنگ» بارآمده است. از این جهت فوراً او را به‌مدرسه قدیمی دختران واقع در موسلبورو فرستاد.

این مدرسه توسط دوشیزه پریم‌رز سرپرستی می‌شد. او عقاید خشکی در باب تعلیم و تربیت مناسب برای دختران جوان داشت. دیسیپلین سخت

آنجامری راکاملا بیچاره کرده بود . طوری که حتی در نوشته‌های سنین پیری او، وحشت از این تجربه نمایان است .

او در بارهٔ حائل‌های آهنی سفت و فنرداری که در جلوی لباس او قرار داشتند و بندهای سنگینی که شانه‌های او را به‌عقب می کشیدند ، طوری که استخوان‌های پهن شانه‌ها تقریباً به‌یکدیگر برسند ، می‌نویسد: میله‌ای آهنی با یك نیم دایره برای نگه‌داشتن چانه ، با سگك‌های آهنی که به‌جلوبندهای او وصل می‌شد. در چنین شرایط سختی از او انتظار می‌رفت که درس‌هایش را حاضر کند.

یکی از اولین تکالیف، یادگیری تعبدی صفحه‌ای از «فرهنگ لغات» جانسون بود. هجی لغات ، ارائه قسمت‌هائی از جملات و معانی مربوط به‌آن لغات، از برکردن آنها برای تمرین بیشتر وبه‌خاطرآوردن توالی آنها جزئی این تکلیف محسوب می‌شد. تنها اندکی تحریك ذهنی درمبتذلاتی که در مدرسه تدریس می‌شد ، وجود داشت و همین اندك او را وامی‌داشت که درآنجا بماند . پس از یك سال تحصیل در موسلبورو با تحمل این تحقیر که کم‌آموخته‌است، به‌خانه برگشت وبه‌ناگاه‌آزادی برخورداری اززندگی دهکده را به‌دست‌آورد : توانست به‌مطالعهٔ گل‌ها ، پرندگان و حیوانات بپردازد وبه‌مجموعهٔ کوچکی ازکتاب‌هایی که درخلال وظایف خانه‌داری‌اش خوانده بود ، علاقه‌مند شود . مادرش توجه خاصی به‌مطالعهٔ مری نداشت . اما عمهٔ وراج او، ژانت که برای زندگی باآنها، به‌آنجاآمده بود و زبان تیزش مری را می‌ترساند، اورا به‌شدت مزمت کرد. ازاو نقل شده است که:

«من متعجبم که شما چگونه به‌مری اجازه می‌دهید ، وقتش را برای مطالعه تلف کند. درحالتی که اواگر یك‌مرد هم‌بود، همین‌قدر خیاطی می‌دانست». ۳

پدر مری با عمهٔ ژانت موافقت کرد و در نتیجه دریك مدرسه خیاطی از او ثبت‌نام شد تا هنر خسته‌کنندهٔ دوخت ودوز را بیاموزد.

مری بعدها درزندگیش ازطریق نامه‌هایی که به‌بچه‌هانوشت، یادگار ارزنده‌ای از این روزها بجا گذاشت . او در بارهٔ این‌دوره می‌نویسد که او نه مطلوب خانواده‌اش بود ونه شادی خاص خودش را داشت اوکسل ،

مردد وبسان‌جزیره‌نشینی بودکه هیچ امیدی برزندگیش نمی‌رفت.

پنجرهٔ زیر شیروانی که رو به‌شمال باز می‌شد، خلوتگاه آرامی برای او فراهم‌آورد تا پیرامون مسائلش اندیشه کند و در عین‌حال مرکزی باشد تا شبها ، ازآنجا به‌بررسی ستارگان بپردازد . این‌گذران تأثیر چشمگیری بررشد او داشت.

در اوقات دلتنگی به مطالعهٔ لاتین باروش خودآموزی می‌پرداخت ، طوری که می‌توانست تفسیرهای مذهبی را بخواند. در تابستان سیزدهمین سال زندگیش، او یکی ازعموهایش را به‌نام دکتر سومرویل ملاقات کرد . دکتر سومرویل موافقت کرد که به‌او در خواندن ویرژیل کمك نماید . با این که او معلم سرخانهٔ خوبی بود، اما همکاری آنها دلیل نمی‌شدکه در همه جهات توافق داشته‌باشند؛ چراکه مری دریافت که نظریات سیاسی او با نظریات محافظه‌کارانه‌تر پدرش اختلاف دارد. اهانت‌های او به‌حزب‌لیبرال انگلستان به‌قدری جدی وسخت بودکه مری در مقام دفاع بدل به‌یك‌لیبرال گردید. او به‌گرایش ارتجاعی عمویش در قبال سیاست طوری مدیون است چراکه اورا به‌سوی‌طرزتلقی روشنفکرانه‌ای نسبت‌به‌زنان وآموزش‌وپرورش آنان سوق‌داد . بعدها در زندگیش همواره از این احساس خود در قبال عدم تبعیض یاد می‌کرد و فعالانه برای احقاق‌حقوق زنان می کوشید.

خانوادهٔ مری، برای مدت‌کوتاهی ، آپارتمانی در ادینبورو گرفتند . این تغییر، فرصتی به‌مری داد تا به‌مطالعهٔ حساب و نوشتن و نواختن پیانو بپردازد و مطالعهٔ لاتین را نیز ادامه دهد اما این مطالعات پس از برگشت خانواده به‌برنتیسلند ادامه‌نیافت،درآستانهٔ ورود به‌سنین‌نوزده وبیست‌سالگی، مری احساس می‌کردکه نیاز شدیدی به‌تعلیم و تربیت دارد. خانواده، قید و بندهای سنت و ترس از اندیشهٔ آموزش وپرورش زنان ، عواملی بودندکه عمیقاً با این نیاز او مخالفت می‌کردند، نتیجتاً او مجبور بود یا اوقاتش را صرف فعالیت‌های اجتماعی کند یا به‌تعلیم هنرهای خانگی بپردازد.

در یك مهمانی عصرانه دربرنتیسلند بودکه مری و یکی از دوستانش از سر بیکاری مجلهٔ کهنه‌ای‌را ورق می‌زدندکه مری مواجه بانمادهای جبری شد وحس کنجکاوی دراو بیدار شد. این داستان واقعی که به‌نظر غیرمتحمل

می‌آید، با کلمات خود مری به‌بهترین وجه بیان شده است:

« در صفحات آخر مجلهٔ من آنچه را به نظر می‌رسید از مقولهٔ سؤالات حساب باشد، به‌آسانی خواندم . اما در برگشت به‌آن صفحات با کمال تعجب خطوط عجیبی را که حروفی چون X_2 و Y_2 مشخص شده بود، مشاهده کردم و پرسیدم ، اینها چه هستند؟ دوستم گفت «اوه! این‌نوعی حساب است که جبرخوانده می‌شود. اما من نمی‌توانم دربارهٔ آن چیزی به‌تو بگویم.»

آنروز ما در بارهٔ چیزهای دیگری صحبت کردیم ؛ اما در موقع رفتن به‌خانه فکر می‌کردم که در بین کتاب‌هایمان جستجو خواهم کرد تا کتابی پیدا کنم که بگوید منظور از جبر چیست.»[۴]

متأسفانه در کتابخانهٔ آنها در بارهٔ این موضوع جدید وهیجان‌انگیز، کتابی وجود نداشت . تنها یك کتاب درباب دریانوردی روبرتسون یافت که در مورد عقاید جدید و مجادله‌ای به‌او بینشی بخشید . قسمت‌هایی از کتاب خارج از فهم او بود. با این‌حال، همین پاراگراف‌ها ، نور امیدی در دلش روشن کرد و او را مصمم کرد که در باب نمادهای عجیب جبری و اصطلاحات ناآشنا چیزهایی بداند.

هیچ کس وجود نداشت که مری بتواند از او کمك بگیرد. هیچ‌یك از آشنایان و بستگان او ، شناختی ازعلم یا تاریخ طبیعی نداشتند. ولی بعدها دریافت که آنها می‌بایست‌چنین اطلاعاتی داشته‌باشند. کوشش او برای کمك گرفتن مورد تمسخر قرار می‌گرفت و به‌همین جهت در این مورد ، جسارت لازم را از دست داده بود و از همه بدتر اینکه، تدابیری اتخاذ شد تا اورا از تعقیب هدفش منحرف نمایند.

یك‌بار دیگر شانس با او بود و این‌بار هم در زمان و مکانی غیرقابل پیش‌بینی به‌سراغ اوآمد. خانوادهٔ مری ، او را برای تعلیم نقاشی و رقص به‌آکادمی نای‌اسمیت فرستاد و در اینجا بود که مری بحثی در باب‌پرسپکتیو را استراق سمع کرد . این بحث بین رئیس مدرسه و یکی از دانشجویان پسر درگرفته بود که طی آن رئیس مدرسه برآن دانشجو توصیه کرد که اصول هندسه اقلیدس‌را مطالعه کند. این کتاب از نظر رئیس مدرسه، اساس

پرسپکتیو و علوم مکانیکی بود . این شانس برای مری کلید راهنمائی بود. تا متوجهٔ اهمیت اقلیدس گردد . اما او هنوز با این مسئله درگیر بود که چگونه نسخه‌ای از آن را برای مطالعه به‌دست‌آورد . در آن‌زمان برای یك دختر جوان ، رفتن به‌کتابفروشی و درخواست نسخه‌ای ازاقلیدس، غیرقابل قبول بود و او در برخورد با عکس‌العمل خانواده ومخالفت بیرحمانهٔ آن‌ها با سنت خودنمائی، بسیار ساده‌لوح و یا می‌توان گفت بیش از حد حساس بود. اما علیرغم مواقع و مقاومت افزاینده‌ای که او را از هرطرف محاصره می‌کرد ، برخورد با این دو شانس کوچك سرآغازی شد برای جستجویی خودانگیخته در جهت کسب دانشی که مری فرفاکس سومرویل را دانشمند بلندپایهٔ عصر خویش ساخت.

اوتصادفاً ازطریق آقای گاو Gaw معلم سرخانهٔ کوچکترین برادرش، نسخه‌ای ازکتاب اقلیدس را به‌دست‌آورد. اتفاق چنین روی‌داد یك روزکه مری در اتاقی که برادرش مشغول مطالعهٔ درس‌هایش بود، خیاطی می‌کرد، بی‌اختیار به‌حل مسئله‌ای که برادرش نمی‌توانست پاسخ آنرا بیابد ، کمك کرد. این کمك تعجب معلم را برانگیخت. این مرد موقر، مسلم می‌دانست که توجهٔ کامل مری به‌دوخت و دوز لباسی که هم‌اکنون در دامنش قرار دارد ، جلب شده است، اما بعداً دریافت که مری حقیقتاً برخی از اصول ریاضیات را فهمیده است. اوازسر لطف وبزرگواری برعهده گرفت که اثبات مسائل کتاب اول اقلیدس را به‌مری آموزش دهد. معلومات او در ریاضیات، اگر چه محدود بود اما مری ازتعلیمات اوبرای ادامه‌کار خود، دربه‌خاطرسپردن احکام و تکرارآنها نزد خودش به‌هنگام شب در بستر استفاده کرد.

مادر مری از بروز چنین رفتارهای انحرافی ، وحشت‌زده و شرمنده بود. به‌مستخدمین دستور داده بود که ذخیرهٔ شمع مری را ضبط کنند تا او نتواند شب‌ها مطالعه کند. با همهٔ این احوال، درهمین دوران ، مری تا کتاب ششم اقلیدس پیش‌رفته بود وبرطبق نوشتهٔ موزانز به‌نقل از مری می‌خوانیم:

«هم‌اکنون که به‌خاطرات گذشته‌ام برمی‌گردم ، به‌یاد می‌آورم که با شروع مطالعهٔ کتاب اول ، من مرتب تمرین می‌کردم و اثبات مسائل را در ذهنم انجام می‌دادم تا توانستم کل کتاب را تمام کنم.

پدرم گاهی اوقات که به‌خانه می‌آمد، مرا مشغول می‌دید و یك بار به‌برادرم گفت پگ‌ما باید جلوی این‌کار را بگیریم. ما در یکی‌از این‌روزها باید مری را دروضعیت دیگری قرار دهیم.»[5]

ازدواج مری با پسرعمه‌اش ساموئل گریك درسال ۱۸۰۴ به‌اوآزادی بیشتری داد تا به‌ریاضیات بپردازد. شوهر او هیچ شناختی از هیچ نوع علمی نداشت و ارزش بسیارکمی برای زنان اندیشمند قائل بود و به‌همین دلیل ازانگیزهٔ علم‌جوئی مری استقبال نکرد.

مری از این ازدواج، صاحب دو پسر شدکه یکی ازآنها درکودکی درگذشت و دیگری ورونزو گریك بعدها وکیل عدلیه شد وتا قرون وسطی زندگی کرد. مری درسال ۱۸۰۷، بعداز سه‌سال زندگی زناشوئی،شوهرش را از دست‌داد. افسردگی وکسالت ناشی از این دو مرگ نزدیك به‌هم، تا سال‌های متمادی باقی‌ماند.

او به‌برتیسلند برگشت. برای اولین‌بار در زندگیش از نظر مالی مستقل بود وبرای شروع مطالعهٔ ریاضیات وستاره‌شناسی به‌طور جدی خود راآزاد احساس می‌کرد.

تا این زمان، او مستقلا و بی‌هیچ کمکی برمثلثات مسطحه وکروی، مقاطع مخروطی و ستاره‌شناسی ج. فرگوسون (J. Ferguson) تسلط پیدا کرده بود. و با اینکه در قرائت اول‌کتاب اصول نیوتون را به‌شدت مشکل یافته بود،کوشش می‌کردآن‌را بخواند.

بعد از اینکه او را، حل درست مسئله‌ای راکه برای‌آن جایزه تعیین شده بود، تسلیم دفتر یك مجلهٔ ریاضیات غیرتخصصی کرد وآن راه‌حل منتشر شد، سردبیرآن‌مجله به‌کمك اوشتافت واین درحقیقت اولین موفقیت‌اجتماعی مری بود. مسئلهٔ موردسؤال درباب معادلات دیوفانتی بودکه‌اوآن‌راحل کرد وبرندهٔ مدالی نقره‌ای‌که نامش درآن حك شده بود، گردید. امروزه درباب این‌که‌آیا همهٔ گزارش تحقیقی او در آن مجلهٔ منتشر شده یا قسمتی ازآن، سؤالاتی مطرح هست.

مری به‌سردبیر مجله اعتماد کرد و تصمیم خود را در مورد آموختن ریاضیات با وی در میان گذاشت. سردبیر با لطف و محبت به‌او توصیه‌کرد

که یك‌دورهٔ ریاضیات کلاسیك را طی کند. این دوره ازجهت به‌دست‌آوردن یك سابقهٔ درخشان در ریاضیات، مورد نیاز او بود. اشتیاق او در کسب ریاضیات، اشتیاقی دردمندانه بود. تابور می‌نویسد:

«سی وسه ساله بودم‌که این‌کتابخانهٔ عالی وکوچك را خریداری کردم. هنگامی‌که به‌عقب می‌گردم، به‌روزی‌که برای اولین‌بار به واژهٔ اسرارآمیز «جبر» برخوردم و به سال‌هایی طولانی که ناامیدانه استقامت بخرج می‌دادم، به‌سختی می‌توانم باورکنم‌که این‌چنین گنجینه‌ای به‌من تعلق‌دارد واین‌همه به‌من‌آموخت‌که هرگز ناامید نشوم. من اکنون ابزارهای لازم را در اختیار داشتم. با پشتکار فراوانی به‌مطالعاتم ادامه دادم. پنهان‌کاری نه دیگر امکان داشت و نه کوششی برای‌آن می‌شد. کارهای من احمقانه و غریب به‌نظرمی‌رسید. بسیاری‌ازنزدیکان، بخصوص‌اعضاء خانواده‌خودم، مرا عمیقاً تقبیح می‌کردند. آنها ازمن انتظار داشتند خودرا به‌کار خانه سرگرم کنم و محیط خوشی را برای آنها فراهم‌کنم و البته آنها ناامید شدند. من‌کاملا مستقل‌بودم و به‌همین‌خاطر به‌انتقادات آنها، توجهی نمی‌کردم. بیشترین بخش ازوقت روزانهٔ من صرف بچه‌هایم می‌شد و بدین‌ترتیب فقط شب‌ها کار می‌کردم.»[6]

درسال ۱۸۱۲، مری با پسرعمویش، ویلیام سومرویل ازدواج کرد. تاآن‌زمان او هنوز طعم‌واقعی انتقادهای فرمایشی وشدت‌وعمق سخت‌گیری‌هایی‌که نسبت‌به مطالعات‌او می‌شد، را حس‌نکرده‌بود. یکی‌ازخواهرشوهرهای مری با بیشرمی در نوشته‌ای اظهار امیدواری‌کردکه «مری به‌زودی شیوهٔ احمقانهٔ زندگیش را ترك‌کرده وسعی‌کند خود را همسری قابل‌احترام و ارزشمند سازد.»[7]

خوشبختانه دیگر اعضاء خانواده، چنین برخوردی نداشتند. ویلیام سومرویل مردی واقعاً با فرهنگ، تحصیل کرده، خوش‌نیت، مؤدب وجذاب بود. حمایت ویلیام از تلاش همسرش خلاصه می‌شد درکمك‌های او به مری درجستجو درکتابخانه‌ها، مطالعهٔ اثبات‌ها و بازبینی دست‌نوشته‌ها. و بیش‌از این‌هم نمی‌توانست حامی همسرش باشد.

دکتر سومرویل جراح بود و مدتی‌هم سرپرست بخش پزشکی ارتش بود. سال‌های اول ازدواج این زوج در لندن و اسکاتلند سپری شد. خانهٔ آنها درلندن نزدیك مؤسسه سلطنتی بریتانیای کبیر بود؛ جایی که مری می‌توانست مطالعاتش‌را درآنجا ادامه‌دهد.

مأموریت‌های محرمانهٔ دکترسومرویل برای حکومت بریتانیا، موجب گردیدکه این زوج درمسیر یك حلقهٔ روشنفکری پرتحرك قرار گیرد. مری از این‌طریق پیرلاپلاس را شناخت و توانست با او مباحثاتی در ستاره‌شناسی و آنالیزریاضی داشته‌باشد. آشنائی با جورج کوویه (G. Cuvier) و پنتلند (Pent land) و اکتشافات و اطلاعات آنها بعدها در تدوین کتات مری راجع به جغرافیای‌طبیعی مؤثر واقع‌شد. او ستاره‌شناسان برجستهٔ انگلستان و دیگر کشورهای اروپائی را می‌شناخت، یکی‌از آنها سر ادوارد پاری (Sir Edward Parry) بودکه بعدها یکی از جزایر کوچك اقیانوس منجمدشمالی به‌نام‌او، نام گذاری‌شد. دربین‌دوستان سومرویل‌ها به‌اشخاصی چون سرچارلز ناپیرز (Sir Charles Napiers)، کارولین و سرویلیام هرشل،دکترهوئل(Dr.Whewell)، لردبروگام(Lurd Brougham) و گی-لوزاك (Gay–Lussac) برمی‌خوریم.

درسال ۱۸۲۶، مری گزارشی تحقیقی تحت‌عنوان «خواص مغناطیسی اشعهٔ بنفش طیف‌خورشیدی» برای انجمن‌سلطنتی آماده‌کرد. مری از زمان ازدواج اولش خودرا مجبورکرده بودکه تحت شرایط بسیارمحدودی که پیچیدگی موضوع ایجاب می‌کرد وبا عدم برخورداری ازآموزش رسمی و نداشتن آزمایشگاه مجهز، روی این تحقیق کارکند و همهٔ این‌ها هم برکار او منعکس‌شده بود. گزارش مری توجه وعلاقهٔ بسیاری برانگیخت و مهارت و استادی مری سروصدای زیادی بپاکرد. نظریه‌ای که او مطرح‌کرد، مدت‌ها بعد در تحقیق موسر (Moser) و ریز (Ries) مورد بحث و مجادله قرار گرفت.

بیماری دکترسومرویل درسال ۱۸۴۴، زن و شوهر را روانهٔ پاریس کرد و ازآن زمان تا مرگ ولتر در ۱۸۶۰، بیشترین وقت‌آنها درخارج از انگلستان می گذشت. فقط گاهی برای‌دیدارهایی کوتاه به‌انگلستان برمی گشتند.

اینك اعتبار مری در بین دوستانش تثبیت شده بود. درسال ۱۸۲۷، لرد بروگام ازطرف انجمن اشاعهٔ دانش مفید از شوهر مری تقاضاکرد که همسرش را ترغیب‌کند، دو جلدکتاب در باب **مکانیك سماوی** لاپلاس و **اصول** نیوتون به‌رشته تحریر درآورد.

جلد آخر کتاب **مکانیك سماوی** لاپلاس درسال ۱۸۲۵ منتشرشد. در این‌کتاب لاپلاس آثار چندین نسل‌از ریاضی‌دانان برجسته را در باب مسئلهٔ جاذبه خلاصه می‌کند و می‌کوشد تبیین جامعی از حرکات سیارات منظومهٔ شمسی به‌دست‌دهد و درحقیقت شروع‌کرد به‌فرموله‌کردن روش‌هایی که‌برای این تبیین لازم‌است.

درآن زمان، دانشمندان انگلیسی به‌خاطر پیروزی‌هایشان در زمینهٔ فیزیك نیوتونی احساس‌غرور می‌کردند و درنتیجهٔ همین غرور کارشان به تنگ‌نظری کشیده‌شد. لرد بروگام می‌کوشید وسایل‌رهائی ازاین تنگ‌نظری و راحت‌طلبی را فراهم سازد؛ یعنی همان راهی راکه ولتر و موپرتویی در قرن‌گذشته درفرانسه دنبال‌کردند، پیش گیرد. علوم (وبه‌ویژه ریاضیات) در انگلستان‌بعداز سر ایزاك نیوتون و گروه دانشمندان وابسته‌به‌او، سیری‌نزولی را می‌پیمود. برخی‌از روشنفکران نیازبه برقراری تماس نزدیکتر باعلمای دیگرکشورهای اروپائی وآشنائی باآثار و روش‌های‌آنهاراحس می‌کردند.

چنین بودکه لرد بروگام به دکتر سومرویل نامه نوشت وبا اصرار از اوخواست‌که با اعمال‌نفوذ خود، همسرش‌را وادارکندکه به‌آنها مدد رساند. پارتون به‌نقل‌از لرد بروگام می‌نویسد:

«هدف این‌است‌که محتوای مطالب، رئوس متن، ارزش‌های والا، حقایق شگفت‌انگیز کشف‌شده ویا روشمند شده دراثر خارق‌العاده اصول‌نیوتون ومکانیك‌لاپلاس و ریاضیاتی که وسیله‌تحقق همهٔ‌اینها هست درقالبی تشریح‌شودکه هم‌افراد تحصیل‌نکرده بتوانند استفاده کنند وهم‌افراد تحصیل کرده بتوانند به بینش عمیق‌تری نائل‌آیند. هم‌اکنون تعداد افرادی‌که درانگلستان این دواثر را می‌شناسند به بیست‌نفر هم نمی‌رسد، عقیده‌راسخ من این‌است‌که خانم‌سومرویل می‌تواند به‌عدد فوق دو صفر اضافه نماید. آیا شما حاضرید در

اقامه این درخواست، نقش وکیل مدافع مرا ایفا کنید؟»[8]

لرد بروگام برای تأکید تقاضای خود از مری درمورد تدوین متنی غیرتخصصی از دو اثر بزرگ علم برای خوانندگان انگلیسی زبان، شخصاً نیز به‌محل اقامت وی آمد. مری نسبت به‌قابلیت خود درانجام چنین‌پروژه‌ای تردید داشت. او تعهد انجام کار را تنها به‌این‌شرط پذیرفت که اگر ازعهدهٔ کار برنیامد، دستنوشته‌هایش ازبین برده شوند و درخلال کار هم‌پنهان نگاه داشته شوند. بدبینی او نسبت‌به‌آینده هنگامی به‌خوبی درك می‌شود که توجه کنیم او نزدیك‌به پنجاه‌سال دارد، از تحصیل رسمی محروم بوده‌است، هیچ‌گاه برای انتشار چیزی ننوشته‌است وبالاخره پروژهٔ پیشنهادشده واقعاً مشکل است.

علاوه‌برهمهٔ این‌محدودیت‌ها، مشکلات دیگری وجوددارد. ازآن‌جمله است گسترش خانوادهٔ او (او هم‌اکنون مادر سه‌دختر است)، فشارهائی که درآن‌زمان براو تحمیل می‌شود و انتظاراتی که از او دارند. مری درنوشته‌هایش این‌هارا شرح می‌دهد:

«صبح‌زود ازخواب برمی‌خاستم. بعداز رسیدگی به‌بچه‌ها وانجام امورخانواده می‌توانستم به‌نوشتن بپردازم و درهنگام نوشتن هم مرتب کارم قطع می‌شد. مرد همیشه می‌تواند به‌بهانهٔ گرفتاری به وقتش فرمان دهد، اما زن اجازه ندارد چنین عذری بیاورد. وقتی که در چلسی بودیم فرض براین بودکه من‌همیشه درخانه باشم تا دوستان‌وآشنایان به‌دیدنم بیایند وکم‌لطفی بود که آنهارا نپذیریم. گاهی اوقات وسط کارم که درگیر حل‌مسائل مشکل بودم، کسی وارد می‌شد و می‌گفت: «آمده‌ام که چندساعتی درخدمت باشم». دراین‌گونه مواقع به‌شدت آزرده می‌شدم.»[9]

برای تکمیل‌پروژه‌اش می‌بایست شکیبائی،قابلیت، قدرت تصمیم گیری و سازماندهی را درخود پرورش‌دهد. وقتی که اثر او منتشرشد، چیزی بیش از برگردان اثری بودکه لرد بروگام به‌هنگام طرح‌تقاضای‌خود تصور کرده بود. دراین‌اثر، علاوه‌بر نظریات لاپلاس، عقاید باارزش ومستقل‌شخص مری هم‌آمده‌بود. لرد بروگام (و سر ویلیام هرشل) این‌عقاید را درست همان‌طور

که نوشته‌شده بودند، پذیرفتند.

مری اثرش را **مکانیسم افلاك** نامید. این اثر، شرحی کلی از اصول مکانیکی کائنات، نظریات مربوط به ماه وسیارات وهم‌چنین اقمار مشتری را به‌دست می‌داد. برگردان وتفسیرهای او درقالب اصطلاحاتی روشن، عرضه شده بود، به‌گونه‌ای که یك‌فرد عددی که از ریاضیات یا حساب‌انتگرال و دیفرانسیل کم می‌داند و یا هیچ نمی‌داند، می‌توانست این اثر را بفهمد. این نقش توضیحی کتاب برای فهم آن اهمیت داشت. چنانچه در باب هدف و حدود اثرخود چنین می‌گوید:

«تنهاکسانی که در عالی‌ترین رشته‌های علوم ریاضی مکانیکی به استادی رسیده‌اند، می‌توانند برنجوم فیزیکی تسلط یابند. در این مرحله‌از تسلط‌است که می‌توان زیبائی فوق‌العاده نتایج و وسائلی که نتایج به‌وسیلهٔ آن‌ها به‌دست‌می‌آید، درك کرد. بااین‌حال‌مهارت کافی در آنالیز برای دنبال‌کردن مطالب عمومی و برای بررسی بستگی متقابل بخش‌های متعدد نظام و درك این‌که با چه‌وسیله‌ای شگفت‌انگیزترین نتایج به‌دست‌آمده‌است، در دسترس کسانی‌است که از انجام این‌کار سر باز می‌زنند. این‌ها از مشکلاتی که شاید سخت‌تر از مشکلات مطالعهٔ عناصر کلیهٔ شاخه‌های دانش هم نباشد وحشت دارند و احتمالا تمایز واقعی بین میزان تحصیل ریاضیات موردنیاز برای‌انجام اکتشافات ومیزان تحصیل ریاضیاتی که لازمهٔ درك کارهای دیگران است، قائم نمی‌شوند و همین امر موجب می‌شود که مشکلات را بیش‌از ارزش واقعی خود ارزیابی کنند. مطالعهٔ ریاضیات وکاربردهای آن درنجوم ــ به‌آن‌گونه که گفته شد ــ هم‌دارای جاذبه‌است وهم مورد ستایش کسانی‌است که وقت وتوجه خود را فدای این مسئولیت‌ها کرده‌اند. تنها آنان هستند که اشتیاق ورود به‌دنیای حقایق‌را درك می‌کنند؛ خواه این‌حقیقت کشف یك‌جهان باشد وخواه خاصیت جدید اعداد.»[10]

برگردان مری ازکتاب **مکانیك سماوی** لاپلاس، معروفترین نوشتهٔ ریاضی اوست. بعداز انتشار **مکانیزم افلاك** در ۱۸۳۱، او دربین نویسندگان

علمی آن‌زمان به‌بالاترین مقام دست‌یافت. لاپلاس اظهارداشت که مری تنها زنی است که اثر اورا فهمیده است. پواسن اعلام کرد: «تردید دارم درتمام فرانسه بیست‌نفر بتوانند نوشته‌های مری را درك کنند. به‌جز اینها افتخارات دیگری هم به مری اعطاشد. انجمن‌سلطنتی بریتانیا سفارش مجسمه نیم‌تنهٔ او را داد تا در تالار بزرگ انجمن قراردهد. یك‌مستمری به‌او تعلق گرفت و اثر اوکتاب درسی دانشجویان کمبریج شناخته‌شد.

دوست خوب او دکتر ویلیام هوئل سرپرست مشهور ترینیتی از دانشگاه کمبریج چنین نوشت: «خانم سومرویل قابلیت خود را در زمینه‌ای که ما ریاضی‌دانان همه زندگی‌مان را برسر آن گذاشته‌ایم، به‌خوبی نشان می‌دهد و برای ما شرمساری به‌جا می گذارد.»[11]

دیگربار مری استعداد ریاضی خود را در راه نوشتن **پیوستگی علوم فیزیکی** که خلاصه‌ای‌ازتحقیق درباب پدیده‌های فیزیکی بود، به‌کارانداخت. این کتاب درسال۱۸۳۴ منتشرشد و ویرایش متعدد آن نیز بعدها به‌زیرچاپ رفت. جان کوش‌آدامز کاشف نپتون یکبار به‌او گفت که ایدهٔ جستجوی نپتون را از یکی‌ازجملات کتاب او گرفته‌است. مدار، جرم و اندازهٔ نپتون ازروی حرکت‌های تفسیرشدهٔ اورانوس، قبل‌ازکشف سیاره، محاسبه‌شده‌بود.

علاوه‌براین مری **جغرافیای طبیعی** راکه برعلیه آن در یورك‌کاتدرال سخنرانی شده بود و تعدادی تك‌نگاری مکتوم دربارهٔ موضوعات ریاضی نوشت. یکی‌از این تك لگاریها، رساله‌ای تحت‌عنوان «درباب منحنی‌ها و سطوح درجات عالی» بود. مری بعدها راجع‌به‌آن می گفت که این‌اثر برای پرکردن ساعات صبحگاهی زمستان در ایتالیای‌جنوبی نوشته شده‌است.

بسیاری از آثار مری سومرویل اگرچه دربارهٔ موضوعات وابسته و نزدیك‌به ریاضیات بود، اما او اصولا یك ریاضی‌دان بود و اغلب بااحساس خاصی‌از زیبائی ومنطق ریاضیات سخن می گفت. جاه‌طلبی‌ها و آرزوها اورا متعهدکرده بودکه ریاضیات را در یك بعد عملی به‌کار برد. همان‌طورکه جولیان. ال. کولیج عالم هندسه آمریکائی اشاره می کند، ریاضیات تمایل طبیعی ذهن او بود.[12]

مرگ تنها پسری که ازاو مانده بود در ۱۸۶۰ و بدنبال آن مرگ

شوهرش در ۱۸۶۵ ره‌آوردی جز پریشانی برای او نداشت. او هشتادویك سال داشت. بیشتر اعضاء خانواده او ازمیان رفته‌بودند، با اینکه ذهنش‌هنوز فعال وقوی بود. روزهایش‌خالی و سراسر تنهائی بود. بنابه پیشنهاد دخترش پروژه جدیدی آغازکرد.

درسال ۱۸۶۹ **علوم مولکولی و میکروسکوپی** انتشار یافت در این زمان مری هشتاد و نه سال داشت. این اثر خلاصه‌ای از آخرین اکتشافات فیزیك‌وشیمی بود. دربین‌آثاردیگراو، رساله‌هایی‌دربارهٔ موضوعات وابسته‌به فیزیك مانند اثرمنتشرنشدهٔ **حرکت وضعی و شکل زمین** یافت می‌شود. بعد از انتشار **مکانیزم افلاك** پواسن یکباردیگر مری را به‌خاطر «حرکت وضعی وشکل زمین» مورد تشویق قرارداد. علاوه‌بر اینها مری **جزر ومد اقیانوس و جو** را هم نوشت.

بعداز این‌همه تلاش و افتخار انتظارمی‌رود عوامل بازدارنده‌ای چون دلسردی و پیشداوری که در آغاز زندگی گریبانگیر مری بود، از بین برود، اما چنین نشد.

بیست‌وپنج سال آخر زندگیش در ایتالیا سپری شد. او به‌خاطر تأمین سلامت شوهرش در آنجا اقامت‌کرده بود. و این «تبعید او را در عرض تلخکامی دیگری قرارداد. ریچارد پروکتور احساس دوستان مری را دراین باره چنین بیان می کند:

«واقعاً تأسف‌آور است که ازبین‌همه مردم‌جهان، تنها مری‌سومرویل از رؤیت ستارهٔ دنباله‌دار و منحصربه فرد ۱۸۳۳ محروم شود. چگونگی این‌محرومیت به‌مسئله پرراز ورمز تبعید او برمی گردد. مقامات تنها رصدخانه ایتالیا که مجهز به وسایل لازم بود و تحت پوشش تأسیسات یسوعی قرار داشت به هیچ زنی و از جمله مری اجازه نمی‌دادکه برآستان آن گذرکنند. دراین زمان‌که قلب مری به‌سوی‌سرزمین‌ش اسکاتلند، پر می کشید و ذهنش دراشتیاق مباحثه با همشهریانش می‌سوخت، با دانش خفت‌آور خود به آسمان می‌نگریست: به‌آنچه‌که باید نظاره کند ولی او را دسترسی به‌آن تلسکوپ عظیم نیست. باهمه‌آرامش و روحیه تسلیم‌پذیری دیرپائی

که دارد، از مشاهدهٔ دوستانش که از محرومیت او رنجیده خاطر هستند، آزرده می‌شود.»[۱۳]

اگر بخواهیم میراث مری سومرویل را خلاصه کنیم، می‌توانیم چنین حکم کنیم که پراهمیت‌ترین آنها چهار رساله و گزارش تحقیقی است. اولین گزارش تحقیقی همان راه‌حل مسئله جایزه‌ای دربارهٔ جبر دیوفانتی در ۱۸۱۲ است. با اینکه این راه حل برندهٔ مدال نقره شد، اما هنوز برای همه این نکته روشن شده است که آیا این تحقیق تا به‌حال منتشر شده است یا نه؟

دو تحقیق اولیه مری که مبتنی بر تجربیات اوست و از اهمیت چندی نیز برخوردارند، منتشر شده‌اند. اولین تحقیق دربارهٔ قدرت مغناطیسی کننده اشعه خورشیدی قابل انکسار است که در ۱۸۳۶ در **مجموعهٔ فلسفی انجمن سلطنتی لندن** (جلد ۲۶) به‌چاپ رسیده است. دومین تحقیق دربارهٔ عبور اشعه طیف خورشیدی از وسائل مختلف است که در ۱۸۳۷ در **مجله فلسفی ادینبورو** (جلد ۲۲) به‌چاپ رسیده است. هردوی این آثار از جهت دقت و روش‌شناسی کارهای تجربی وشفافیت شیوهٔ نگارش حائز اهمیت هستند.

دربین آثار مری **مکانیزم افلاک** بیشترین شهرت را برای او به‌ارمغان آورد اما کتاب **پیوستگی علوم طبیعی** هم که در ۱۸۳۴ منتشر شد، معروفیت یافت و ویرایش‌های متعدد آن بارها در امریکا و انگلستان به‌چاپ رسید. مری درپیشگفتار این اثر، درتوضیح هدف کتاب چنین می گوید: «خواسته‌ام قوانین حاکم بر جهان مادی‌را برای زنان هموطنم روشن‌تر سازم» در اینکه آیا او به‌هدفش نائل آمده، سؤال هست اما آنچه مسلم است این است که اثر او مقدماتی بسیار ضروری برای مبتدیان علوم فیزیکی فراهم کرد چرا که این اثر به‌سبک مرسوم وجامع او به‌رشتهٔ تحریر درآمده بود. در اعتبار این اثرهمین بس که در زمان‌خودش مورداستفادهٔ بزرگترین علما قرار می‌گرفت و برخی‌از منتقدان آن‌را بهترین بررسی‌عمومی درعلوم‌فیزیکی که تاآن زمان در انگلستان منتشرشده، دانسته‌اند.

جغرافیای طبیعی هم ازاین اعتبار برخوردار بوده که مهم‌ترین کتاب در این زمینه به زبان انگلیسی باشد. مری در انتشار این رساله از توصیهٔ سرجان هرشل پیروی کرد. مسافرت‌های خانوادگی مرتباً نوشته‌های او را

قطع می‌کرد، و قبل‌از اتمام اثرش، کتاب کارل ویلهم فون هومبالت Karl Wilhelm von Humbolat یعنی **نظام عالم** انتشار یافت. با مشاهدهٔ این اثر، مری تصمیم گرفت که دستنوشته‌هایش را ازبین ببرد اما سرجان هرشل و شوهرش مانع او شدند وحق‌هم باآنها بود، چرا که کتاب او پس‌از انتشار به‌شش ویرایش رسید. اینهاهمه نشانهٔ استعداد خارق‌العاده مری در سازماندهی وتمرکز است، استعدادی که همپای دانش عمیق‌اوست.

دربارهٔ علوم مولکولی و میکروسکوپی آخرین‌اثر شناخته شده مری است. اهمیت عمدهٔ آن درکوششی است که او در ارائه تاریخ زندگی گیاهان وجانوران به‌عنوان پیروزی علوم میکروسکوپی به‌خرج می‌دهد.

مری متعلق به گروهی از علماست که پیشقدم تلاش در راه برانگیختن علائق‌انگلیسی به‌پیشرفت‌های ریاضی‌وعلمی هستند. نوشته‌های‌او دقیقاً عاری از پیچیدگی‌های ریاضی‌و اصطلاحات فنی‌ریاضیات هستند. بی‌شک‌مشکلاتی که درآغاز برای یادگیری داشت. حساسیت او را نسبت به مسئله تحرک‌کار و رفع مدافع درک نوشته‌های علمی برانگیخته بود.

قدرت فوق‌العادهٔ جسمانی مری سومرویل، زندگی طولانی او را پر-بار ساخت تاجایی‌که آخرین سال‌های عمرش هم صرف خواندن، مطالعه و نوشتن شد. به هنگام مرگ درگیر پروژه‌های بسیاری بود. تالیف کتابی در باب چهارگونه‌ها (Cloaternion) ازجمله این پروژه‌هاست. او درعین-حال به مرور یك جلد از کتاب **در باب نظریهٔ دیفرانسیل‌ها** مشغول بود. مطالعهٔ ریاضیات را تا روز مرگ و تا سن نود و دو سالگی ادامه داد.

درطول حیات و بعداز آن غرق افتخار بود. درسال ۱۸۶۹ ازطرف انجمن سلطنتی جغرافیا مدال طلای ویکتوریا به او اعطا گردید. انجمن ایتالیائی جغرافیا نیز افتخار مشابهی به‌او بخشید. بنیادهٔ دانشگاهی سومرویل یادگار نام اوست که پس از مرگ او نام‌گذاری شده‌است. این دانشکده یکی از پنج دانشکده‌ای است که در آکسفورد، نام زنان، برآنها گذاشته شده‌است. به‌افتخار او هم‌چنین بورس سومریل در ریاضیات برای‌زنان بنیاد نهاده شد.

به‌هنگام قضاوت دربارهٔ آثار مری سومرویل، شخص ممکن‌است دچار

که دارد، از مشاهدهٔ دوستانش که از محرومیت او رنجیده خاطر هستند، آزرده می‌شود.»[۱۳]

اگر بخواهیم میراث مری سومرویل را خلاصه کنیم، می‌توانیم چنین حکم کنیم که پراهمیت‌ترین آنها چهار رساله و گزارش تحقیقی است. اولین گزارش تحقیقی همان راه‌حل مسئله جایزه‌ای دربارهٔ جبر دیوفانتی در ۱۸۱۲ است. بااینکه این راه حل برندهٔ مدال نقره شد، اما هنوز برای همه این نکته روشن شده است که آیا این تحقیق تا به‌حال منتشر شده است یا نه؟

دو تحقیق اولیه مری که مبتنی بر تجربیات اوست و از اهمیت چندی نیز برخوردارند، منتشر شده‌اند. اولین تحقیق دربارهٔ قدرت مغناطیسی کننده اشعه خورشیدی قابل‌انکسار است که در ۱۸۳۶ در **مجموعهٔ فلسفی انجمن سلطنتی لندن** (جلد ۲۶) به‌چاپ رسیده است. دومین تحقیق دربارهٔ عبور اشعه طیف خورشیدی از وسائل مختلف است که در ۱۸۳۷ در **مجله فلسفی ادینبورو** (جلد ۲۲) به‌چاپ رسیده است. هردوی این آثار از جهت دقت و روش‌شناسی کارهای تجربی وشفافیت شیوهٔ نگارش حائز اهمیت هستند.

دربین آثار مری **مکانیزم افلاک** بیشترین شهرت را برای او به‌ارمغان آورد اما کتاب **پیوستگی علوم طبیعی** هم که در ۱۸۳۴ منتشر شد، معروفیت یافت و ویرایش‌های متعدد آن بارها در امریکا و انگلستان به‌چاپ رسید. مری درپیشگفتار این اثر، درتوضیح هدف کتاب چنین می گوید: «خواسته‌ام قوانین حاکم بر جهان مادی‌را برای زنان هموطنم روشن‌تر سازم» در اینکه آیا او به‌هدفش نائل آمده، سؤال هست اما آنچه مسلم است این است که اثر او مقدماتی بسیار ضروری برای مبتدیان علوم فیزیکی فراهم کرد چرا که این اثر به‌سبک مرسوم وجامع او به‌رشتهٔ تحریر درآمده بود. در اعتبار این اثرهمین بس که در زمان‌خودش مورداستفادهٔ بزرگترین علما قرار می‌گرفت و برخی‌از منتقدان آن‌را بهترین بررسی‌عمومی درعلوم‌فیزیکی که تاآن زمان در انگلستان منتشر شده، دانسته‌اند.

جغرافیای طبیعی هم ازاین اعتبار برخوردار بوده که مهم‌ترین کتاب در این زمینه به زبان انگلیسی باشد. مری در انتشار این رساله از توصیهٔ سرجان هرشل پیروی کرد. مسافرت‌های خانوادگی مرتباً نوشته‌های او را

قطع می‌کرد، و قبل‌از اتمام اثرش، کتاب کارل ویلهم فون هومبالت Karl Wilhelm von Humbolat یعنی **نظام عالم** انتشار یافت. با مشاهدهٔ این اثر، مری تصمیم گرفت که دستنوشته‌هایش را ازبین ببرد اما سرجان هرشل و شوهرش مانع او شدند وحق‌هم باآنها بود، چرا که کتاب او پس‌از انتشار به‌شش ویرایش رسید. اینهاهمه نشانهٔ استعداد خارق‌العاده مری در سازماندهی وتمرکز است، استعدادی که همپای دانش عمیق‌اوست.

دربارهٔ علوم مولکولی و میکروسکوپی آخرین‌اثر شناخته شده مری است. اهمیت عمدهٔ آن درکوششی است که او در ارائه تاریخ زندگی گیاهان وجانوران به‌عنوان پیروزی علوم میکروسکوپی به‌خرج می‌دهد.

مری متعلق به گروهی از علماست که پیشقدم تلاش در راه برانگیختن علائق‌انگلیسی به‌پیشرفت‌های ریاضی‌وعلمی هستند. نوشته‌های‌او دقیقاً عاری از پیچیدگی‌های ریاضی‌و اصطلاحات فنی‌ریاضیات هستند. بی‌شک‌مشکلاتی که درآغاز برای یادگیری داشت. حساسیت او را نسبت به مسئله تحرک‌کار و رفع مدافع درک نوشته‌های علمی برانگیخته بود.

قدرت فوق‌العادهٔ جسمانی مری سومرویل، زندگی طولانی او را پر-بار ساخت تاجایی‌که آخرین سال‌های عمرش هم صرف خواندن، مطالعه و نوشتن شد. به هنگام مرگ درگیر پروژه‌های بسیاری بود. تالیف کتابی در باب چهارگونه‌ها (Cloaternion) ازجمله این پروژه‌هاست. او درعین-حال به مرور یك جلد از کتاب **در باب نظریهٔ دیفرانسیل‌ها** مشغول بود. مطالعهٔ ریاضیات را تا روز مرگ و تا سن نود و دو سالگی ادامه داد.

درطول حیات و بعداز آن غرق افتخار بود. درسال ۱۸۶۹ ازطرف انجمن سلطنتی جغرافیا مدال طلای ویکتوریا به او اعطا گردید. انجمن ایتالیائی جغرافیا نیز افتخار مشابهی به‌او بخشید. بنیادهٔ دانشگاهی سومرویل یادگار نام اوست که پس از مرگ او نام گذاری شده‌است. این دانشکده یکی از پنج دانشکده‌ای است که در آکسفورد، نام زنان، برآنها گذاشته شده‌است. به‌افتخار او هم‌چنین بورس سومریل در ریاضیات برای‌زنان بنیاد نهاده شد.

به‌هنگام قضاوت دربارهٔ آثار مری سومرویل، شخص ممکن‌است دچار

این وسوسه بشود که درمقابل ایراداتی که به‌او گرفته می‌شود، بایستد وحق‌را به مری بدهد. باید کمتر دچار احساسات شویم و به‌شواهد بسیاری که در مطرد مشکلات ناشی‌از نداشتن تحصیلات رسمی، جدی وکامل در ریاضیات وجود داشته، توجه کنیم، مشکلاتی که بخصوص در اولین اثر مری به‌خوبی چهرهٔ خود را نشان دادند. اگرچه نوشته‌های بعدی او قدرت و تسلط کامل او را بر ابزارهای تحقیق ریاضی نشان می‌دهد، اما این نوشته‌ها کمتر ازجنبهٔ تحقیقی‌شان ــ اگرچه این جنبه هم قوی است ــ مورد توجه قرار گرفته‌اند. از این‌آثار بیشتر به‌عنوان شاخصی‌ازآنچه که او درشرایط مساعدتری نوشته است، یاد می‌شود.

تبعض خفقان‌آوری که او می‌بایست تحمل کند، ضربهٔ سنگینی بر او وارد ساخت؛ و او نتوانست ازتمام قدرت‌ذهنی‌اش، آنطور که دلش‌می‌خواست استفاده کند. معاصرین او ادعا کرده‌اند که هیچ واحد تحقیقی ریاضی وجود نداشت که سطح آن بالاتر از توان او باشد و تنها افراد معدودی بودند که ازنظر استعداد ذهنی براو برتری داشتند.

با همهٔ این تفاصیل و باکمال‌تأسف او را از آموزش جدی و تحصیل در رشته‌های دانشگاهی که برای‌کارش بسیارضروری‌بود، محروم می‌کردند. این مطالب را به خاطر دفاع از آثار سومرویل مطرح نکرده‌ایم، چرا که مری‌سومرویل نیازی به‌هیچ‌یك ازاینها ندارد، اینهارا فقط برای‌خوانندگان آورده‌ایم تا نگاه عمیق‌تری برآثار او و درك بهتری از قدرت و بالندگی این زن برجسته داشته باشند.

(در شمارهٔ آینده: سونیاکووالوسکی)

یادداشت‌ها:

1. Mary Fairfax Somerville.
2. Tabor, Margaret E., *Pioneer Women*. London, the Sheldon Press, 1933.
3. Ibid. P. 93.

4. Ibid. P. 98.
5. Mozans, H. J., *Woman in Science*. New York, D. Appleton and Company, 1913. P. 158.
6. Tabor. P. 107.
7. Ibid. P. 110.
8. Parton, James, *Noted Women of Europe and America*. Hartford, Connecticut: Phoenix Publishing Company, 1883. P. 372.
9. Tabor. P. 106.
10. Proctor, Richard A., *Light Science for Leisure Hours*. Second Series. London, Longmans, Green and Company, 1886. P. 5
11. Tabor. P. 112.
12. Coolidge, Julian L., «Six Female Mathematicians», *Scripta Mathematica* 17 (March - June) 1951. P. 25
13. Proctor. P. 13.

سن متوسط

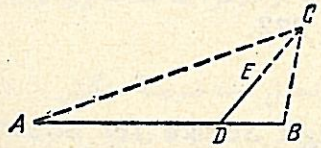
۱. سن متوسط عضوهای گروه‌ژیمناستیك، ۱۱ سال‌است. بزرگترین آن‌ها ۱۷ سال دارد، که اگر او راکنار بگذاریم، سن متوسط بقیه، ۱۰ سال می‌شود. این گروه، چند عضو دارد.

۲. سن متوسط ۱۱ بازی‌کن تیم‌فوتبال، یك‌سال بیشتر ازسن‌متوسط ۱۰ بازی‌کن همان تیم، بدون‌کاپیتان تیم است. سن کاپیتان، چند سال بیشتر از سن متوسط تیم است؟

پاسخ در صفحهٔ ۶۲۸

نه مسأله برای سرگرمی

۱. توکا، صفحهٔ کاغذی را، که روی آن مثلث موردنظر خود راکشیده بود، کثیف کرد. از مثلث، تنها قاعده و قسمتی از نیمساز زاویهٔ روبه‌روی همین قاعده باقی‌مانده بود (قسمت‌های خط‌چین در شکل، به‌معنای جزءهای ازبین رفته است). مثلث‌را بازسازی کنید.



۲. ۳۴۰ تیم فوتبال، برای کسب قهرمانی، با هم‌بازی‌کردند. مسابقه‌ها با روش بازی‌های المپیک‌انجام می‌شد: تیم‌ها، طبق قرعه، به‌گروه‌های دوتیمی تقسیم، تیم‌های بازنده از دور مسابقه خارج و تیم‌های برنده، دوباره به‌گروه‌های دو تیمی، تقسیم می‌شوند. اگردوتیم با هم مساوی می‌کردند، وقت اضافی برای‌آن‌ها درنظر گرفته می‌شد تا، سرانجام، برندهٔ مسابقه معلوم شود. اگر در مرحله‌ای، تعداد تیم ها فرد می‌شد، یکی‌ازتیم‌ها (طبق قرعه) می‌توانست، بدون مسابقه، به‌دور بعدی واردشود. چند مسابقه باید انجام‌گیرد تا برندهٔ جام معلوم شود؟

۳. در مسابقهٔ فینال والیبال‌دانشکده‌ها، تیم‌های چهاردانشکده شرکت کردند (دانشکده‌های زیست‌شناسی، تاریخ، ریاضیات و ادبیات)، در بارهٔ نتیجهٔ مسابقه، سه‌دانشجو با هم صحبت می‌کردند.

یکی ازآن‌ها(۱)، با عدم اطمینان گفت:

ـ به‌نظرم ادبیات دوم وریاضیات سوم شد.

ولی دانشجوی دوم (۲)، حرف اولی را تصحیح‌کرد:

ـ نه، دانشکدهٔ ادبیات به‌مقام اول رسید و دانشکدهٔ زیست‌شناسی دوم شد.

سومی (۳)، اعتراض کرد و گفت:

ـ هردوی شما اشتباه می‌کنید؛ دانشکدهٔ تاریخ مقام دوم را گرفت و دانشکدهٔ ریاضیات چهارم شد.

معلوم شدکه هرکدام از این سه دانشجو یك‌پاسخ درست ویك پاسخ نادرست داده‌اند. ردیف مقام‌ها را در مسابقه پیداکنید.

۴. معلم به‌دو شاگرد خود پیشنهادکرد یك عدد شش رقمی بنویسند و بعد، با انتقال رقم سمت‌چپ آن به‌سمت راست، عدد دیگری به‌دست آوردند. سپس، از شاگردان خود خواست، یکی مجموع و دیگری تفاضل این دو عدد را به‌دست آورد. شاگردان نتیجهٔ عمل خود را، به‌ترتیب، ۹۱۳۴۸۵ و ۱۶۷۸۶۰ جلو معلم گذاشتند.

ولی معلم، که از عدد شش رقمی اولیه اطلاعی نداشت، بلافاصله گفت: «هردونفر اشتباه کرده‌اید». معلم این مطلب را ازکجا فهمید؟

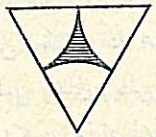
۵. هرکدام از سه‌پدر ۲۵۰ ریال به‌پسر خودشان دادند. معلوم شد همهٔ پسرها روی هم ۲۵۰ ریال گرفته‌اند. چطور ممکن است؟

۶. درکدام مبنای عددنویسی این تساوی‌ها درست است؟

a) $(۴۳)_x+۲=(۱۰۰)_x$, b) $(۶۱۵)_x-(۲۶۴)_x=(۳۲۱)_x$

۷. با دو خط راست، یك نعل را به ۶، ۷، ۸ و ۹ قسمت تقسیم کنید.

۸. کف کلیسای گوتیك را با موزائیك‌هایی شبیه‌آن چه در شکل می‌بینید، فرش کرده‌اند. هرموزائیك، یك مثلث متساوی‌الاضلاع به‌ضلع ۲ فوت‌است، که درآن، سه کمان مساوی رسم شده است. ساده‌ترین روش، برای محاسبهٔ مساحت قسمت هاشور خورده‌کدام است؟ برای راه حل خود، دلیل بیاورید.



۹. دو مایع وجود دارد، که دراکثر خانه‌ها پیدا می‌شود ودارای این ویژگی هستند که، اگرآن‌ها را درظرف پاکیزه‌ای بریزیم، به هم مخلوط نمی‌شوند، بو نمی‌دهند ویکدیگر راآلوده نمی‌کنند. علاوه براین، می‌توان دوباره وبه‌سادگی، آن‌ها را به‌سرعت ازهم جدا کرد.

حل این مسأله‌ها را در صفحه ۶۲۸ ببینید

عددهای کامل

عددهای کامل و هندسه

در بارهٔ عددهای کامل، زیاد نوشته شده است. ولی، آن‌چه از این عددها پیدا شده است، زیاد نیست: تمام عددهای کاملی که تاکنون پیدا شده است، بیست و چهار عدد است.

به‌یادبیاوریم: به‌عددی کامل گوییم که برابرمجموع همهٔ مقسوم‌علیه‌های کوچکتر از خودش باشد. مثلا، همهٔ مقسوم‌علیه‌های عدد ۶ (که ضمناً، از ۶ کوچکترند) عبارت است از ۱ و ۲ و ۳ و داریم:

$$۶=۱+۲+۳$$

همچنین، مقسوم‌علیه‌های عدد ۲۸ (به‌جز خود ۲۸) عبارتند از:

۱ , ۲ , ۴ , ۷ , ۱۴

و داریم:

$$۲۸=۱+۲+۴+۷+۱۴$$

یعنی، عددهای ۶ و ۲۸، عددهایی کامل‌اند.

این نخستین دو عددکامل، از زمان‌های بسیار قدیم شناخته شده بودند. دو عددکامل بعدی (یعنی ۴۹۶ و ۸۱۲۸) را اقلیدس، درسدهٔ چهارم قبل‌از میلاد پیدا کرد. هزار وپانصدسال گذشت تاپنجمین عددکامل(۳۳۵۵۰۳۳۶) شناخته شد. تا میانه‌های سدهٔ بیستم، تنها ۷ نمونه از این عددها به‌دست‌آمده بود. از سال ۱۹۵۲، ماشین‌های محاسبهٔ الکترونی (کامپیوترها) به‌کمك آمدند. اگر نخستین عددکامل (یعنی ۶) یك رقمی است، بیست و چهارمین عددکامل، بیش از ۱۲۰۰۰ رقم دارد.

اقلیدس، نه تنها دو عددکامل را پیدا کرد، بلکه کلید جست و جوی همهٔ عددهای کامل زوج را هم به‌دست‌داد. او ثابت کرد که هرعدد زوج‌کامل

به‌صورت $۲^{p-۱}(۲^p-۱)$ است، که در آن، هم p و هم $۲^p-۱$ باید عددهایی اول باشند. دو پرسش در برابر ما قرار می گیرد: آیا تعداد عددهای زوج‌کامل بی‌پایان است؟ وآیا، دست‌کم، یك‌عدد فردکامل وجود دارد؟ به‌هیچ‌کدام ازاین دو پرسش، تاکنون پاسخی داده نشده است. مرسن، ریاضی‌دان فرانسوی هم، در سدهٔ هفدهم، به‌بررسی عددهای‌کامل پرداخت، او حدس زد که به‌ازای مقادیر ۱۷، ۱۹، ۳۱، ۶۷، ۱۲۷ و ۲۵۷ برای p، رابطهٔ اقلیدس، منجر به‌عددکامل می‌شود. خود مرسن نتوانست، فرضیهٔ خود را موردآزمایش قرار دهد، زیرا بغرنجی و تفصیل محاسبه‌ها، موجب اشتباه می‌شد. حقانیت مرسن را، برای عددهای ۱۷، ۱۹ و ۳۱ (برای p)، لئونارد اولر در سدهٔ هجدهم ثابت کرد. بعدها، روشن شد که پیش‌بینی مرسن دربارهٔ $p=۶۷$ و $p=۲۵۷$ اشتباه است، برای این که از این به بعد، عددهای مختلف به‌هم مخلوط نشوند، عددهای از نوع $۲^p-۱$ راعددهای مرسن می‌نامیم.

در قدیم، عددهای کامل را، به‌خاطر دشواری پیدا کردن آن‌ها و به‌خاطر ویژگی اسرارآمیزی که داشتند، عددهای خدایی می‌نامیدند. کلیسای سده‌های میانه اعلام کرده بود که مطالعهٔ عددهای‌کامل نجات روح‌را به‌همراه دارد و اگر کسی بتواند یك‌عددکامل جدید کشف کند، به‌سعادت ابدی‌خواهد رسید. همچنین، اعتقاد داشتند که جهان ازآن جهت زیبا و دل‌فریب است‌که آفریدگارآن‌را در ۶ روزآفریده است. ونوع بشر، بدین‌جهت ناقص‌است که‌آفرینش‌آن با عدد غیرکامل ۸ مربوط می‌شود. درواقع، فقط ۸ نفربودند که از طوفان جهانی حضرت نوح جان به‌سلامت بردند. البته می‌توان در این مورد اعتراض کرد، زیرا درهمین طوفان، ضمناً، هفت زوج حیوان‌اصیل و هفت زوج حیوان غیراصیل نجات یافتند که روی هم برابر عددکامل ۲۸ می‌شود. ومسلماًمی‌توان به‌چنین تصادف‌هایی، بسیاربرخورد کرد. مثلادست‌های آدمی، مجهز به‌یك عدد کامل‌اند، زیرا در ده انگشت دست‌ها، ۲۸ بند وجود دارد.

از افسانه بگذریم و به‌ریاضیات بر گردیم.

مربعی رسم کنید و قطرهای آن را بکشید. رأس‌های مربع به‌وسیلهٔ

۶ پاره‌خط به‌هم وصل شده‌اند. این‌رامی‌توان پیش‌آمد جالبی دانست، زیرا ۶ ، عددی‌کامل است.

بدیهی است که تا این‌جا ، مطلب چندان مهمی نیست و با همهٔ‌جالب بودن آن، باید گفت که ازیك گل بهارنمی‌شود. جست وجورا ادامه می‌دهیم. مکعبی درنظر می‌گیریم و همهٔ قطرهای آن‌را ، چه روی وجه‌ها وچه درداخل خود مکعب، رسم می‌کنیم . مکعب دارای ۱۲ یال است ، روی ۶ وجه آن به‌تعداد ۶ × ۲ یعنی ۱۲ قطر وجود دارد، ۴ قطر هم در داخل مکعب رسم می‌شود . روی‌هم ۲۸ پاره‌خط، بازهم عددی‌کامل.

بعدچی؟ یك چهار وجهی در نظر می گیریم، می‌بینیم که رأس‌های آن، به‌وسیلهٔ ۶ یال به‌هم وصل شده‌اند. کمی فکرکنیم، چرا چنین است؟ مربع و چهار وجهی هرکدام چهار رأس دارند و مکعب هشت وجه و داریم : $۲^۲ = ۴$ و $۲^۳ = ۸$: نوعی ارتباط پیدا شد، ولی نه‌چندان روشن وپاسخ گو.

حالا یك هشت ضلعی رسم می کنیم. هشت ضلعی ، مثل مکعب دارای هشت رأس است و ، ضمناً، ۲۰ قطر دارد. بازهم مجموع تعداد ضلع‌ها و قطرها، برابر عددکامل ۲۸ می‌شود.

جست و جو را ادامه می‌دهیم و به‌هرم با قاعدهٔ هفت‌ضلعی توجه می‌کنیم (این چندوجهی هم ۸ رأس دارد). این هرم، هفت یال جانبی دارد، قاعدهٔ‌آن دارای هفت‌ضلع وچهارده قطر است. یعنی دراین‌جا هم، رأس‌های چندوجهی، به‌وسیلهٔ ۱۴ + ۷ + ۷ ، یعنی ۲۸ پاره‌خط به‌هم وصل شده‌اند.

حالا دیگر نمی‌شود، وضع را تصادفی پنداشت. مسأله را در حالت کلی‌خود، مورد بررسی قرار می‌دهیم. استدلال، تاحد زیادی، مقدماتی‌است.

می‌دانیم‌که n نقطه را می‌توان به‌وسیلهٔ $\frac{n(n-۱)}{۲}$ پاره‌خط به‌هم وصل‌کرد. بنابراین،اگر تعداد این‌رأس‌هارا برابر ۲^p بگیریم (به‌شرطی‌که p و $۲^p - ۱$ ، عددهایی اول باشند)، برای تعداد این پاره‌خط‌ها به‌دست می‌آید :

$$\frac{۲^p(۲^p-۱)}{۲} = ۲^{p-۱}(۲^p-۱)$$

و این همان شرط اقلیدس برای عددهای‌کامل است.

به‌این ترتیب، اگر درفضا (یا درصفحه) ۲^p نقطه داشته‌باشیم (برای p باید شرط‌های اقلیدس برقرار باشد)، وهیچ سه‌نقطه‌ای بریك خط‌راست واقع نباشند، تعداد پاره‌خط‌هایی‌که این نقطه‌هارا به‌هم وصل می‌کنند، برابر بایك عدد مرسن خواهد بود.

وبه‌این ترتیب، رابطهٔ اقلیدس دربارهٔ عددهای‌کامل، به‌هندسهٔ اقلیدسی مربوط می‌شود.

بازهم خاصیتی از عددهای‌کامل

عددی طبیعی درنظر بگیرید، رقم‌های آن‌را با هم جمع‌کنید تا عدد طبیعی‌تازه‌ای به‌دست‌آید. سپس، رقم‌های عددتازه را باهم جمع‌کنید، واین روند را ادامه‌دهید تا به‌عددی یك‌رقمی برسید. این‌عدد یك‌رقمی را«مجموع نهائی رقم‌ها» می‌نامیم و آن را با σ نشان می‌دهیم. مثلا، σ برای عدد ۲۷۸۱۶۳۶۵ برابر است با ۲ ، زیرا داریم:

$$۲+۷+۸+۱+۶+۳+۶+۵=۳۸ ,$$
$$۴+۸=۱۱ , \qquad ۱+۱=۲$$

باقی‌ماندهٔ هرعددی بر ۹ ، برابراست‌با «مجموع نهائی رقم‌ها»ی آن عدد. روشن‌است‌که اگر عددی بر ۹ بخش‌پذیر باشد، باقی‌ماندهٔ تقسیم آن بر ۹ برابر صفر، و «مجموع رقم‌های نهائی» درآن برابر ۹ می‌شود.

این‌عدد طبیعی‌را درنظر می گیریم:

$$۱۰^n \cdot a + ۱۰^{n-۱} \cdot b + ۱۰^{n-۲} \cdot c + \cdots + ۱۰p + r$$

آن را به این صورت می‌نویسیم :

$$(۱۰-۱)^n a + (۱۰-۱)^{n-۱} b + (۱۰-۱)^{n-۲} c + \cdots + (۱۰-۱)p + (a+b+c+\cdots+p+r)$$

روشن‌است‌که جمله‌های شامل عامل‌های به‌صورت $(۱۰-۱)^k$ بر ۹ بخش‌پذیرند. جمله‌های بعدی‌را ــ که در واقع، همان مجموع رقم‌های عدد مفروض است، به‌این‌صورت می‌نویسیم :

$$(10-1)^m a_1+(10-1)^{m-1}b_1+(10-1)^{m-2}c_1+\dots+$$
$$+(10-1)p_1+(a_1+b_1+c_1+\dots+p_1+r_1)$$

مجموع رقم‌های تازه $(a_1+b_1+c_1+\dots+p_1+r_1)$، بازهم عدد کوچکتری است. اگر این روند را ادامه دهیم، سرانجام، به‌عددی یك رقمی می‌رسیم که همان «مجموع نهایی رقم‌ها» یا σ برای عدد مفروض است.

به‌این‌ترتیب، برای محاسبهٔ σ، لازم نیست مرتباً رقم‌های عدد را باهم جمع کنیم. کافی است، ضمن جمع کردن رقم‌ها، مضرب‌های ۹ را کنار بگذاریم، تا در نتیجه، به‌عددی یك رقمی برسیم. مثلاً، درمثال عدد ۲۷۸۱۶۳۶۵، از ۷+۲ و ۱+۸ و ۳+۶ (که همه برابر ۹ هستند) صرف نظر می‌کنیم و در ۱۱=۵+۶، از عدد ۱۱، ۹ واحد کنار می‌زنیم، به‌همان عدد ۲، یعنی «مجموع نهایی رقم‌ها» می‌رسیم: $\sigma=2$.

از این‌جا نتیجه می‌شود که همیشه، اختلاف بین عدد مفروض A و «مجموع نهائی رقم‌ها»ی آن، برابر مضربی‌از ۹ می‌شود. بنابراین، می‌توانیم این رابطهٔ هم‌نهشتی را بنویسیم:

$$A\equiv\sigma\ (\text{mod}\cdot 9) \qquad (1)$$

جدول ۱

۱	۱۰	۱۹	۲۸	۳۷	۴۶	۵۵	۶۴	...
۲	۱۱	۲۰	۲۹	۳۸	۴۷	۵۶	۶۵	...
۳	۱۲	۲۱	۳۰	۳۹	۴۸	۵۷	۶۶	...
۴	۱۳	۲۲	۳۱	۴۰	۴۹	۵۸	۶۷	...
۵	۱۴	۲۳	۳۲	۴۱	۵۰	۵۹	۶۸	...
۶	۱۵	۲۴	۳۳	۴۲	۵۱	۶۰	۶۹	...
۷	۱۶	۲۵	۳۴	۴۳	۵۲	۶۱	۷۰	...
۸	۱۷	۲۶	۳۵	۴۴	۵۳	۶۲	۷۱	...
۹	۱۸	۲۷	۳۶	۴۵	۵۴	۶۳	۷۲	...

حالا، همهٔ عددهای طبیعی را درجدول ۱، طوری قرار می‌دهیم که مقدار σ برای عددهای هرسطر، ثابت و برابر عدد ستون سمت چپ در همان سطر باشد.

اگر عددهای نخستین ستون (یعنی ستون سمت چپ) را به a_i نشان دهیم، درآن‌صورت، هرعدد سطر iام (A_i) به‌این‌ترتیب نوشته می‌شود:

$$A_i\equiv a_i\ (\text{mod}\cdot 9) \qquad (2)$$

هم‌نهشتی‌ها را، مثل تساوی‌های معمولی، می‌توان با هم جمع کرد (و بنابراین، می‌توان درهم ضرب کرد ویا به‌توان رساند).

$$+\begin{cases} A_1\equiv a_1\ (\text{mod}\cdot 9)\\ A_2\equiv a_2\ (\text{mod}\cdot 9)\end{cases}$$
$$\overline{A_1+A_2\equiv(a_1+a_2)\ (\text{mod}\cdot 9)} \qquad (3)$$

این حکم را ثابت می‌کنیم. از (۳) نتیجهٔ می‌شود:

$$\frac{A_1-a_1}{9}=B_1\ ,\ \frac{A_2-a_2}{9}=B_2$$

که درآن‌ها، B_1 و B_2، عددهایی طبیعی‌اند. از همین‌جا، صحت هم‌نهشتی (۳) روشن می‌شود.

اثبات مربوط به ضرب هم‌نهشتی‌ها و یا به‌توان رساندن یك هم‌نهشتی را، خودتان می‌توانید به سادگی به‌دست آورید.

چند مثال:

a) $$\begin{cases} 21\equiv 3\ (\text{mod}\cdot 9)\\ 32\equiv 5\ (\text{mod}\cdot 9)\end{cases}$$
$$\overline{53\equiv 8\ (\text{mod}\cdot 9)}$$

b) $$21\times 32\equiv 15\ (\text{mod}\cdot 9)$$

یا به‌عبارت دیگر :

$$۲۱ \times ۳۲ \equiv ۶ \pmod{۹}$$

بنابراین، برای این‌که روشن کنیم، مجموع چند عدد طبیعی (یاحاصل ضرب یا توان آن‌ها)، درچه سطری ازجدول ۱ قرارگرفته‌اند، کافی است σ های آن‌ها را جمع کنیم (یا ضرب کنیم ویا به‌توان برسانیم).

حالا، جدول۲ را، از توان‌های ۹ عدد طبیعی‌اول، با شروع از توان ۲، تشکیل می‌دهیم؛ در داخل پرانتزها σ های عددها نوشته شده است.

درجدول۲ دیده می‌شود که در هرسطر، مقدار σ، بعداز ۶ توان‌فاصله، تکرارمی‌شود. بنابراین، کافی‌است تنها توان‌های‌از ۲ تا ۷ را درنظر بگیریم.

از مقایسهٔ دوجدول ۱ و ۲، نتیجه‌های بسیارجالب و زیادی به‌دست می‌آید. مثلا: توانی (به‌جز توان واحد) وجود نداردکه درآن: σ برابر ۳

جدول ۲

(۱) $۱^۵=۱$	(۱) $۱^۴=۱$	(۱) $۱^۳=۱$	(۱) $۱^۲=۱$
(۵) $۲^۵=۳۲$	(۷) $۲^۴=۱۶$	(۸) $۲^۳=۸$	(۴) $۲^۲=۴$
(۹) $۳^۵=۲۴۳$	(۹) $۳^۴=۸۱$	(۹) $۳^۳=۲۷$	(۹) $۳^۲=۹$
(۷) $۴^۵=۱۰۲۴$	(۴) $۴^۴=۲۵۶$	(۱) $۴^۳=۶۴$	(۷) $۴^۲=۱۶$
(۲) $۵^۴=۳۱۲۵$	(۴) $۵^۴=۶۲۵$	(۸) $۵^۳=۱۲۵$	(۷) $۵^۲=۲۵$
(۹) $۶^۵=۷۷۷۶$	(۹) $۶^۴=۱۲۹۶$	(۹) $۶^۳=۲۱۶$	(۹) $۶^۲=۳۶$
(۴) $۷^۵=۱۶۸۰۷$	(۷) $۷^۴=۲۴۰۱$	(۱) $۷^۳=۳۴۳$	(۴) $۷^۲=۴۹$
(۸) $۸^۵=۳۲۷۶۲$	(۱) $۸^۴=۴۰۹۶$	(۸) $۸^۳=۵۱۲$	(۱) $۸^۲=۶۴$
(۹) $۹^۵=۵۹۰۴۹$	(۹) $۹^۴=۶۵۱۱$	(۹) $۹^۳=۷۲۹$	(۱) $۹^۲=۸۱$

(۱) $۱^۸=۱$	(۱) $۱^۷=۱$	(۱) $۱^۶=۱$	
(۴) $۲^۸=۲۵۶$	(۲) $۲^۷=۱۲۸$	(۱) $۲^۶=۶۴$	
(۹) $۳^۸=۶۵۶۱$	(۹) $۳^۷=۱۲۸۷$	(۹) $۳^۶=۷۲۹$	
(۷) $۴^۸=۶۵۵۲۶$	(۴) $۴^۷=۱۶۳۸۴$	(۱) $۴^۶=۴۰۹۶$	
(۷) $۵^۸=۳۹۰۶۲۵$	(۵) $۵^۷=۷۸۱۲۵$	(۱) $۵^۶=۱۵۶۲۵$	
(۹) $۶^۸=۱۶۷۹۶۱۶$	(۹) $۶^۷=۲۷۹۹۳۶$	(۱) $۶^۶=۴۶۶۵۶$	
(۴) $۷^۸=۵۷۶۴۸۰۱$	(۷) $۷^۷=۴۲۳۵۴۳$	(۱) $۷^۶=۱۱۷۶۴۹$	
(۱) $۸^۸=۱۶۷۷۷۲۱۶$	(۸) $۸^۷=۲۰۹۷۱۵۲$	(۱) $۸^۶=۲۶۲۱۴۴$	
(۹) $۹^۸=۴۳۰۴۶۷۲۱$	(۹) $۹^۷=۴۷۸۲۹۶۹$	(۹) $۹^۶=۵۳۱۴۴۱$	

یا ۶ باشد. σ برای توان‌ششم تنها برابر ۱ یا ۹ می‌باشد، وبرای توان سوم علاوه بر ۱ و ۹، عدد ۸ هم برای σ پیدا می‌شود. برای توان‌های دوم و چهارم، مقدار σ (در هر دومورد)، تنها عددهای ۱، ۴، ۷ و ۹ می‌شود، ولی جای ۴ و ۷ درآن‌ها عوض شده‌است.

این‌هم ازاین نتیجه‌ها: $\sigma=۲$، تنها در دوحالت پیداشده‌است ــ در $۲^۷$ و $۵^۵$؛ و $\sigma=۵$ هم‌در دوحالت ــ $۵^۷$ و $۲^۵$. پایهٔ‌عددها در هردوحالت یکی‌است، ولی نماهای آن‌ها جابه‌جا شده است.

چنین ویژگی‌ها از این نوع را می‌توان دراین جدول‌ها پیدا کرد. ولی همهٔ این‌ها، مقدمه‌چینی بود، مقدمه‌ای برای خود داستان.

کمی دقت می‌خواهد تا به‌خاصیت جالب وبسیارمهم دیگری ازجدول ۱ پی ببریم. معلوم می‌شودکه همهٔ عددهای کامل زوج (به‌استثنای ۶)، تنها درسطر اول جدول۱ قراردارند. به‌زبان دیگر، همهٔ‌عددهای زوج کامل(به‌جز نخستین آن‌ها) نسبت‌به مدل ۹، با ۱ هم نهشت هستند. اگرعددکامل را به S نشان دهیم، داریم:

$$S \equiv ۱ \pmod{۹}$$

عددهای کاملی‌که از آن‌ها صحبت می‌کنیم (و عددهای کامل دیگری را هم نمی‌شناسیم)، در رابطهٔ اقلیدس صدق می‌کنند:

$$S=۲^{p-۱}(۲^p-۱) \qquad (۵)$$

که درآن، هم p و هم $۲^p-۱$ باید عددهایی اول باشند.

حالا، به‌اثبات این‌حکم می‌پردازیم. می‌دانیم که عدد p، مثل هر عدد اول (به‌جزحالت استثنائی $p=۲$)، عددی فرد است. ازجدول ۲ معلوم‌است که برای توان فرد ۲، تنها با توان‌های ۳ و ۵ و ۷ سروکار داریم. ضمناً، مقدار σ، دراین موارد، به‌ترتیب، برابر است با ۸، ۵ و ۲. دراین‌صورت، مقدار σ برای $(۲^p-۱)$، به ترتیب، برابر ۷، ۴ و ۱ می‌شود. از طرف دیگر، نمای نخستین عامل در رابطهٔ (۵)، یعنی $p-۱$، ۲ یا ۴ یا ۶ می‌شود ومقدار σ برای $۲^{p-۱}$، به‌ترتیب، برابر ۴، ۷ و ۱ می‌شود.

مقدار σ را درمورد دوعامل رابطهٔ(۵) درهم ضرب می‌کنیم، ۴×۷، ۷×۴ و ۱، یعنی ۲۸، ۲۸ و ۱ به‌دست می‌آید. به‌این‌ترتیب، مقدار σ، برای هر سه حاصل‌ضرب برابر واحد می‌شود و این همان چیزی است که

می‌خواستیم ثابت کنیم.

از آن جا که هیچ شرطی، به‌جز فردبودن، برای p نکردیم، علاوه‌بر عددهای کامل، همهٔ عددهای دیگری هم که در رابطهٔ (۵) صدق کنند، درسطر اول جدول ۱ قرار گرفته‌اند.

پیداکردن رقم‌ها

۱. عددی پنج رقمی پیدا کنید که هم خودش وهم قرینه (یا تصویر آئینه‌ای آن) جذرهایی درست و مساوی داشته باشند:

$$\sqrt{\text{؟؟؟؟؟}}=\sqrt{\text{ؽؽؽؽؽ}}$$

(عددها را به‌صورت لاتینی خود درنظر بگیرید).

۲. در این تقسیم، رقم‌ها را به‌وسیلهٔ ستاره و حرف داده‌ایم. به‌جای هرستاره می‌توان یك‌رقم دل‌خواه گذاشت. حرف‌های یکسان‌نمایندهٔ رقم‌های یکسان وحرف‌های مختلف نمایندهٔ رقم‌های مختلف‌اند. صورت اولیهٔ تقسیم را پیدا کنید:

```
ج ه ل و ی ك | * * * * * * * * * * * *
ج ه ل و ی ك |
-------------------------------------
                ج ه ل م * *
                -----------------
                  * * * * * * *
                  * خ و ك * *
                -----------------
                    * * * * * * *
                    * * * * * *
                -----------------
                    * * * * * * *
                    * * * * * * *
                -----------------
                      * * * * * * *
                      * * * * * * *
```

حل در صفحهٔ ۶۳۱

نقش اعداد در پندار عوام

جابر عناصری

اگر خود هفت سبع از بر بخوانی
چو آشفتی الف ب ت ندانی

«. . . مراد ازهفت سبع، هفت حصهٔ قرآن مجید است که آنرا هفت منزل گویند. به‌جهت آنکه قاریان سلف دریك هفته ختم قرآن مجید مقرر نموده‌اند. دیگر آنکه قرآن مشتمل برهفت موضوع است، وعد ــ وعید ــ وعظ ــ قصص ــ امر ــ نهی وادعیه.»

اعداد در جهان‌بینی انسان عامی؛ همانقدر مقدس ودرخور التفاتند که برای فیثاغورسیان شأن و ارج خاصی داشتند.

قصه‌های عوام با «یکی بود ــ یکی نبود» آغاز می‌شود و به‌سه یاپنج یاهفت ختم می گردد. آن‌زمان که راوی شیرین‌زبان ــ قصه‌را به‌پایان می‌برد، در عالم خیال؛ سه یا پنج یا هفت‌سیب ازآسمان می‌خواهد. یکی ازآن‌راوی وباقی برای بچه‌های مشتاقی که چشم به‌دهان سخنگوی قصه‌پرداز دوخته‌اند.

عوام یك ده‌آباد را به‌صد شهر خراب ترجیح می‌دهند و یك دست را بی‌صدا می‌دانند وهزار دوست راکم ولی یك دشمن را بسیار می‌شمارند. برای یك حمام خرابه، چهل‌نفر جامه‌دار نمی‌خواهند و گاهی یك کلاغ را چهل کلاغ می کنند. پنج انگشت را برادر می‌شناسند و اما برابر نمی‌دانند. پشت سر مسافران، سه‌بارآب می‌پاشند و چشم‌انتظار بازگشتشان می‌مانند و سه‌روز پس از مسافرت عزیزانشان ــ آش پشت‌پا می‌پزند و هفت‌کاسه‌اش به‌در منزل حداقل هفت همسایهٔ دست‌راست ودست‌چپ می‌فرستند.

عوام سه‌روز وسه‌شب عروسی می گیرند وهفت‌روز وهفت‌شب مجلس میهمانی ترتیب می‌دهند و چهل روز چشم انتظار «خضر نبی» می‌مانند تا از راه‌های دوردست با انبانی پراز سوغاتی برسد و آنان راکه روزها را

شمرده وخویشتن را به‌آستانهٔ چهلمین روز چشم انتظاری برای دیدار خضر رسانده‌اند، خشنود سازد.

آنگاه‌که عزیزی جان خسته‌کرد و روی درنقاب خاك کشید، ـ درقلمرو فرهنگ مردم ـ به‌روز سوم اشارت‌ها می‌دهند که در آن روز بـاید نخستین زیارت مزار آن‌عزیز صورت‌گیرد. سپس در شب هفتم گردهم می‌آیند و از دلاور بودن‌آن وجود دورافتاده‌ازقوم، سخن‌ها می‌گویند وازحرمت مردم‌داری ریش‌سفیدان کفن‌پوش، ذکرخیرها به‌عمل می‌آورند و دروصف چشمان‌خمار دخترکان زیبای ازدست‌رفتهٔ قوم، مویه‌ها سرمی‌دهند ودرچهلمین‌روز الوداع آنها ، برتربتشان حاضر می‌گردند و مرثیه‌ها می‌خوانند. یـا به‌گاه سرور و شادمانی، ناف بچه‌را به‌نام دوازده‌امام می‌برند ودر شب ششم تولدکودکان، مراسم نامگذاری برپا می‌کنند و چشم‌چین وچشم‌تراکی از هفت آیهٔ قرآن برگهواره‌ها می‌بندند و چشم به‌را به‌نام چهل‌پیر، دورباش می‌دهند. وسه‌بار نـام بچه را درگوش راست وگوش چپ او تکرار می‌کنند . به‌روز چهلم تولدکودکان، با جام چهل‌کلید آب‌مقدس برسرکودکان می‌ریزند و امراض را ـ بدینوسیله ـ از وجود شکننده و ظریفشان دور می‌ریزند و هرآنچه‌که پیشانی نوشتهٔ انسان‌هاست به‌قضا وقدر وبه‌مکر حیل پردهٔ هفت‌رنگ آسمان منسوب می‌دارند. در پندار عوام ، آسمان به‌هفت بخش یـا هفت‌طبقه منقسم می‌شود: آسمان اول از سنگ خاراست، آسمان دوم از پولاد، سوم ازمس، چهارم از نقره، پنجم از طلا، ششم از زمرد و بالاخره‌آسمان هفتم از یاقوت واین معادن آسمانی ـ ازآثار هفت سیاره‌اند.

درهفت‌آسمان یك ستاره نداشتن یادرهفت‌آسیاب یك من‌آرد نداشتن را به‌عنوان کنـایه در حق‌کسی اطلاق می‌کنند کـه بی‌برگ و نواست و فوق‌العاده فقیر.

نخستین‌روز هرماه، پس از رویت ماه نو به‌آب و سبزه می‌نگرند و نیك‌بختی و شادمانی در آن ماه راآرزو می‌نمایند . اولین شب هرماه (و نخستین شب هرسال) چراغ‌های خانه را روشن می‌گذارند تـا اگر ارواح مردگان بازآیند، در تاریکی نمانند.

در افسانه‌های عامیانه، ره‌گم‌کردگان یـا جویندگان سرنوشت وقتی

به‌دوراهی می‌رسند،قدم‌آهسته می‌سازندوجغدی یا کلاغی یاپرندهٔ نیکومنظری را زیـر نظر می‌گیرند تـا شوم و نحس بودن راه را در منحوس‌بودن قیافهٔ پرندگان زشترو دریابند و راهی‌را برگزینندکه همای سعادت برسر آن راه روی درختچه‌ای اطراق‌کرده است و برپنجه‌اش یـا منقارش چهل‌کلید چهل گنج را آویخته است تا به‌نیکوخصالان نیکوکار بسپارد. کنجکاوان گنج‌جو نیز چهل دعا بربازو می‌بندند و چهل ورد وذکر می‌خوانند وازچهل بی‌راهه و چهل چشمهٔ آب می‌گذرند تـا بر در بسته‌ای برسندکه بـا آن چهل‌کلید برگرفته از منقار عقابان وهمای سعادت، چهل قفل بسته را بگشایند و چهل در بسته را بازکنند و ازچهل پله پائین‌روند وازدست چهل دیو، چهل‌لوطی طلسم‌گشتهٔ سنگ شده را نجات دهند وچهل شیشه عمر چهل دیو را برچهل سنگ مرگ بکوبند و دریچهٔ چهل صندوقچهٔ پـر گنج را بگشایند و چهل مروارید درشت را بیابند و برای بهروزی وسعادت برچهل بازو ببندند.

درپندار عوام، کودکی‌که شش‌ماهه بدنیاآید، درخورگریستن است وعاقبت شومی در انتظار اوست. به‌خصوص درقلمرو تقدیر، بسیار هنگام‌ـ به‌زعم عوام ـ حنین کودکی در مهلکهٔ زندگی سربریده می‌شود. کودکی‌که هفت ماهه بدنیا می‌آید، همواره درکارهای خود شتاب زده است و ازآنجا این ضرب‌المثل و اصطلاح رایج شده است‌که: مگر هفت‌ماهه بدنیاآمده‌ای؟

تا ده روز پس از تولدکودك ـ در نزد عوام ـ مادر نباید زنی راکه چادر سیاه به‌سرکرده است ویا به‌خیال او ، جادو وطلسم همراه دارد و یـا بیمار است ، شورچشم است و سق‌سیاه و سیاه‌زبان یا بدقدم است و سنگین پا ـ پذیرا باشد.

زنان سترون ، چله‌نشینی می‌کنند و به‌چله‌خانه‌هـا (اماکن خاصی‌که به‌این نام معروف شده ونظرکردهٔ اولیاء یا پیرو قطب ومواد خاصی می‌باشند و ظاهراً گره از مشکل نـازائی زنان می‌گشایند) می‌روند و آب چله به‌سر می‌ریزند ومزار هفت تن‌ها ـ همان صاحبان‌کرامـات ـ را زیارت می‌کنند. وآنگاه‌که‌طلسم‌شکست و صاحب اولادشدند، درلالائی‌هاشان ـ فرزندانشان را غلام هفت‌پیر می‌نامند و برچهل پشت چهل انسان حسود وصاحب‌چشم‌بد نفرین می‌فرستند.

وقتی گره در کارشان افتاد، از خداوند ــ با چهل‌هزار اسمش ــ که آخرین‌آن اسم اعظم است یاری می‌طلبند وازچهار فرشتهٔ مقرب (عزرائیل، جبرائیل، اسرافیل و میکائیل) در گشایش‌کارها کمك می‌خواهند و به‌حضرت علی(ع) متوسل می‌شوند وچهارشب‌جمعه پی درپی این شعاررا می‌خوانند:

یا الله‌العالمین در بازکن
یاامیرالمؤمنین‌درخواست‌کن
مشکلی افتاده اندر کار من
با دو انگشت یدالله بازکن

اگرکسی در بارهٔ موضوع شومی صحبت‌کند (نظیر مرگ، بیماری، حیوانات مضرو...) دیگران برای دفع شر، سپیده‌دم شتابان از خانه بیرون می‌روند و در چهار جهت اصلی می‌گردند و دعا می‌خوانند و ارواح بدو حیوانات‌آسیب‌رسان وقحطی ومرض را دورباش می‌دهند.

اگر شخصی را به‌نفرین سخت یادکنند، هفت قدم برمی‌دارند و برمی‌گردند و همان مسیر طی شده را هفت‌بار می‌روند ونفرین می‌نمایند. یا اگر بخواهند سوگند گرانی بخورند، چنین رفتاری را تکرار می‌کنند.

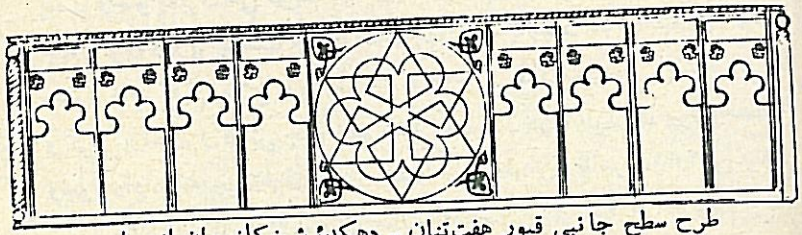
حد معمول ایام عروسی را سه و گاهی هفت‌روز می‌دانند. در اغلب داستان‌های محلی آذربایجان ــ در وصف عروسی ــ چنین گفته می‌شود:

«... توی دوت دیلار، یدی گون، یدی گجه، ایولرده شمع‌چراغی - داغلارده گون‌چراغی. = عروسی گرفتند، هفت روز وهفت شب. در خانه‌ها شمع روشن بود ودرکوهستانها چراغ گون.»

اگر مرده‌ای را از دم در خانه‌ای بگذرانند که در آن خانه بیماری باشد، باید بی‌درنگ دست و پای بیمار را حنا ببندند و سپس آنرا بشویند وآب‌آنرا پشت سر تابوت به‌ریزند و بیمار را بلندکنند وهفت قدم او را راه ببرند تا دردهایش فرونشیند وبهبود یابد.

در جندق اگرکسی سخت بیمار شود، زنی لباس سفید می‌پوشد و به‌یکدست چشم‌چینی می‌گیردکه نوعی چاقوست و به‌دست دیگر یك زنبیل به‌درخانه‌ها می‌رود و تکه‌پارچه‌هائی از مردم درخواست می‌کند و لباس چهل تکه‌ای ازآن پارچه‌ها می‌دوزد و به‌بیمار (بخصوص در موردکودکان) می‌پوشاند تا شفا یابد.

در آذربایجان (اردبیل) اگرکسی بچهٔ خود را بیش ازحد نازکند، دیگران به تمسخر و یا شوخی می‌گویند: مگر او را روی هفت تن‌ها پیدا کرده‌ای؟ یا اگرکودکی موردآزارهمسالان قرارگیرد، مادرش پرخاش‌کنان داد می‌زند که دست از سر او بردارید مگر نمی‌دانیدکه من او را روی هفت‌تن‌ها پیداکرده‌ام. در هردو مورد منظور این است‌که زنانی که نازا هستند برای اینکه صاحب اولاد شوند، اعمال خاصی انجام می‌دهند باین شرح‌که: دربرخی از روستاها (ازجمله در روستای شیخ‌کلخوران ــ واقع در چهارکیلومتری شمال اردبیل) سنگ مزارهای بزرگ نقشینی یافت می‌شودکه به‌زعم روستائیان، این سنگ مزارها متعلق به‌هفت برادرهستندکه در زمان حیات صاحب‌کرامات بوده‌اند و بعد از وفات نیز زنان درکنار مزارآنها جمع می‌شوند و آب باران جمع‌شده در حفرهٔ‌کوچك سنگ‌مزار آنها را متبرك می‌دانند ومی‌پندارندکه باتوسل به‌هفت‌تن‌ها ــ صاحب فرزند خواهند شد.



طرح سطح جانبی قبور هفت‌تنان ـ دهکدهٔ شیخ‌کلخوران اردبیل

گاهی اگر مادران به‌تحسین فرزندان پسر ــ به‌حد افراط ــ بپردازند، دیگران به‌ریشخند می‌گویند: مگراورابعدازهفت‌دختر کور به‌دست‌آورده‌ای؟

در مجالس عروسی، پسربچهٔ‌کوچکی شالی به‌کمر عروس می‌بندد و ترانه‌هائی می‌خواند به‌نیت اینکه عروس صاحب‌هفت‌فرزند پسر ودرآخرسر صاحب یك فرزند دختر بشود.

عوام طول مدت طبیعی بارور‌بودن زن‌را، نه‌ماه ونه‌روز ونه‌ساعت‌ونه دقیقه ونه ثانیه می‌دانند. اگر بخواهند نوزاد پسر شود، نذر می‌کنند که تا هفت سال موی سر اورا بچینند. اگر به‌مرادرسیدند، پس از انقضای این مدت موی او را چیده، هموزنش طلا می‌گیرند و از آن طوق یاکشکولی ساخته به‌آستانهٔ امامزاده یا زیارتگاه تحویل می‌دهند.

زمستان را به‌دو چلهٔ بزرگ وکوچك تقسیم می‌نمایند و به «پنجه» یا پنج روز «اضافه برسازمان» پایان‌سال کهنه وشروع‌سال جدید معتقد می‌شوند و در این پنج‌روز حداقل پنج مجلس عروسی راه می‌اندازند و پنج‌رخت‌نو می‌برند وپنج حیوان حلال گوشت ذبح می‌کنند وبه‌پنج همسایهٔ خودسهمی ازگوشت قربانی می‌فرستند.

عوام‌مزاج آدمی‌راچهارنوع‌می‌دانند: دموی، بلغمی، صفرائی‌وسودائی. اگر چشم‌کسی دانه زد (در تهران می‌گویند: اگر تورك آورد) باید هفت دانه گندم را در نیم استکان آب بریزید و هفت «قل‌هوالله» به آن بخوانند و به‌چشم بیمار بکشند تا تورك ازمیان برود.

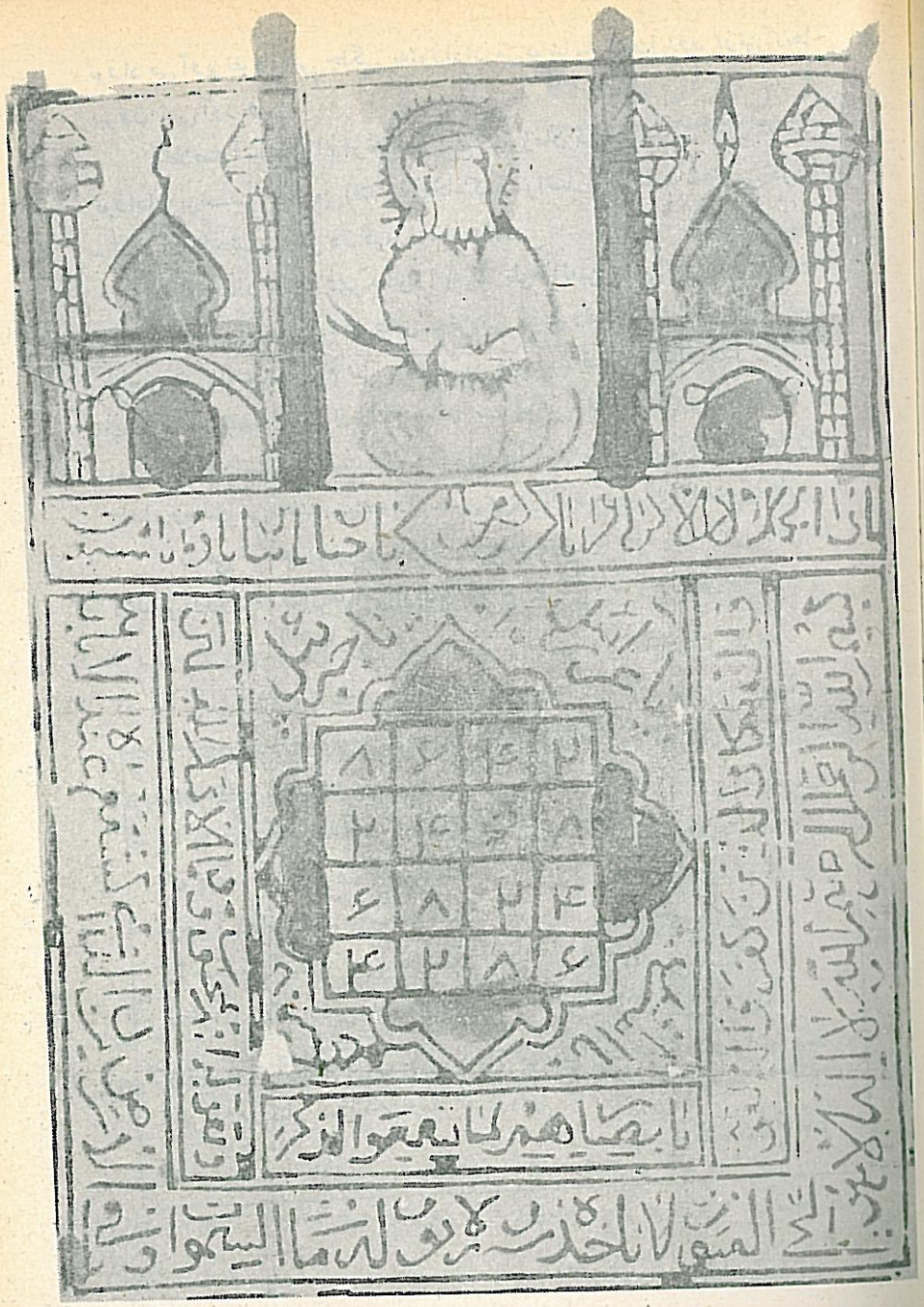
درخراسان، نوزاد راگاهی تاسه‌روز یاسه اذان شرعی ــ شیرنمی‌دهند. باور دارندکه قبل از هرچیز باید اندرون طفل ازخون کثیف پاك شود.

اگر نوزادی زیاده از حدگریه‌کند و در اثناء گریه سرش را مرتباً عقب وجلو به‌برد، می‌گویند بچه چهارفرق شده است. به‌عقیدهٔ عوام اطفال چهار فرق درزیر پوست جمجمه‌شان چهارخط یاچهار شیار خفیف وکم‌عمق وجود داردکه از ملاج آنها شروع و به‌چهار طرف سر یعنی پیشانی و قفا وگوش راست وگوش چپ ختم شده است. درخراسان زنان پیرومتخصصی وجود دارندکه چهارفرق بودن بچه‌ها را تشخیص وظاهراً مداوا می‌کنند.

در کرمان اگرکودکی مورد اصابت چشم بد قرارگیرد و گرفتار چشم زخم شود، هفت نخودسبز، هفت ریزهٔ نمك، هفت ریزهٔ زاج، هفت‌دانه اسفند را باقدری پر سیاوشون می‌جوشانند وصاف می‌کنند وبانبات شیرینش می‌کنند وبه‌خورد بچه می‌دهند. یا هفت دانه اسفند، هفت دانه فلفل، هفت خرده نمك، هفت خرده زاج‌راباهم‌می‌کوبند ودرآتش می‌ریزند وازخاکستر آن «چارخالو» روی صورت بچه می‌گذارند (چهار خالو ـ چهارخال در چهارگوشهٔ صورت: روی پیشانی، روی چانه ودوگونه).

درگیلان وقتی عروس به‌خانه داماد می‌آید، سه‌دفعه یاهفت‌دفعه، دور چاه آب حیاط خانهٔ داماد می‌گردد و سکه‌ای در چاه می‌اندازد. به‌هنگام تمیزکردن چاه، این سکه نصیب هرکس شود، به‌عنوان «ته‌کیسه» در جیب کوچك لباس پنهان می‌کند، معتقدند شگون دارد.

در شیراز چهل بسم‌الله که برقطعه برنجی حك شده است برگردن



برای گشایش کارها ــ به‌اسم اعظم وملائك مقرب و حضرت علی (ع) متوسل می‌شوند.

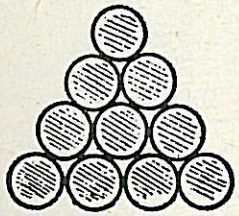
نوزاد می‌آویزند ولباس چلگی به‌نوزادان می‌پوشانند وچهل‌روز ازتن‌آن‌ها بیرون نمی‌آورند.

خلاصه آنکه عوام ازگاه ولادت تـا زمان مرگ، ازآن زمان‌که سر نوزادان برخشت تولد می‌افتد تاآنگاه‌که سرانسان برخشت لحد می‌خورد ـ ازخشت تاخشت ـ سر درگرو اعداد دارد.

اگر عطار هفت شهر عشق‌را به‌یك طرفةالعین درمی‌نوردد و خواجه عبدالله‌انصاری‌ازصد میدان عشق سخن می گوید وفیثاغورث عدد راپدرتمام عناصر می‌شناسد ـ عوام نیز به‌زیباترین وجهی ، قدر و اعتبار عدد را بـاز می‌گویند و تقدس و تبرك اشیاء و قداست برخی از اعمـال و روزها را از یمن عدد می‌دانند وشایست وناشایست‌ها وآمد ونیامد و روا و ناروا‌ها رابا اعداد وصلت می‌دهند. سیزده را نحس می‌دانند وبعضی ازاعدادرا سعد.

برخی از اعداد برای عوام نیز جنبهٔ سری دارند. بااندکی تأمل در زندگی روزمرهٔ انسان‌ها، می‌توان به‌تعداد این اعداد مقدس پی‌برد.

جابه‌جائی سکه‌ها



با ۱۰ سکه یك‌مثلث‌ساخته‌ایم که قاعدهٔ‌آن به‌طرف پائین‌است. باحرکت‌دادن فقط سه‌سکه، مثلث را معکوس کنید ، یعنی قاعدهٔ‌آن به‌طرف بالا و رأس آن به‌طرف پائین قرار گیرد . برای جابه‌جائی تنها می‌توان سکهٔ کنار را جابه‌جا کرد ودرکنار سکه‌های دیگر قرارداد.

پاسخ درصفحهٔ ۶۳۲

رمز وراز عددها

تساوی‌های جالب

تساوی‌های $۱۵۳=۳\times۵۱$، $۱۲۶=۶\times۲۱$ و $۶۸۸=۸\times۸۶$، عبارتند از جواب‌های معادلهٔ $\overline{abc}=c\times\overline{ba}$. برای اثبات این‌حکم ، معادلهٔ مفروض را به‌این صورت می‌نویسیم:

$$۱۰(۱۰a-bc+b)=c(a-۱)$$

از این‌جا، می‌توان حالت‌های زیر را تشخیص داد:

اگر داشته‌باشیم $a=۱$ ، به‌دست می‌آید : $۱۰=b(c-۱)$ ، که در نتیجه، خواهیم داشت: $b=۲$ و $c=۶$ یا $b=۵$ و $c=۳$.

اگر داشته‌باشیم: $a=۶$، به‌دست می‌آید: $۲(۶۰-bc+b)=c$.
در این حالت، c عددی‌است زوج، بنابراین می‌توان فرض کرد $c=۲k$ و چون $۱\leqslant c<۹$ ، باید داشته بـاشیم : $۱\leqslant k\leqslant ۴$. از این‌جا : $۶۰-۲bk+b=k$ و یا

$$k=\frac{۶۰+b}{۲b+۱}$$

چون $k\leqslant ۴$ ، بنـابراین $b\geqslant ۸$ ، یعنی $b=۸$ یا $b=۹$. به‌سادگی معلوم می‌شودکه تنها $b=۸$ قابل قبول است و از آن‌جـا به‌دست می‌آید: $k=۴$ ، یعنی $c=۸$.

به‌ازای $c=۵$ داریم : $۴(۵a-۲b)=a-۱$. a می‌تواند یکی از مقـادیر ۱ ، ۵ یا ۹ را بپذیرد ، که به‌ازای هیچ‌کدام از آن‌ها ، مقدار مناسبی برای b به‌دست نمی‌آید .

معادلهٔ $\overline{ab}\cdot c=a\cdot\overline{bc}$ هم دارای جواب است . این جواب‌ها عبارتنداز:

$$۱۹\times۵=۱\times۹۵,\ ۲۶\times۵=۲\times۶۵,\ ۴۹\times۸=۴\times۹۸,$$
$$۱۶\times۴=۱\times۶۴$$

ضمناً ، می‌توان ثابت کرد که معادله جواب دیگری ندارد. در واقع ، از معادلهٔ $\overline{ab}\cdot c=a\cdot\overline{bc}$ نتیجه می‌شود:

$$۱۰a(c-b)=c(a-b)$$

روشن‌است که یکی ازجواب‌ها به‌صورت $a=b=c$ درمی‌آید، که بی‌معنی است .

اگر داشته‌باشیم: $c=۵$ ، به‌دست می‌آید:

$$b=\frac{۹a}{۲a-۱}$$

چون a و $۲a-۱$ نسبت به‌هم اول‌اند ، باید $۲a-۱$ ، شمارنده‌ای (یا مقسوم‌علیهی) از ۹ باشد، داریم:

$$۱)\ ۲a-۱=۱ \Longrightarrow a=۱\ ,\ b=۹$$
$$۲)\ ۲a-۱=۳ \Longrightarrow a=۲\ ,\ b=۶$$
$$۳)\ ۲a-۱=۹ \Longrightarrow a=۵\ ,\ b=۵$$

حالت سوم، همان حالت $a=b=c$ است.

حالا به‌حالت $a-b=۵$ می‌پردازیم، در این‌حالت داریم:

$$۲(b+۵)(c-b)=c$$

که ممکن نیست، زیرا باشرط $a-b=۵$ داریم:

$$۲(b+a)(c-b)\geqslant ۱۰$$

درحالی که $c\leqslant ۹$.

اگر فرض کنیم $b-a=۵$ ، به‌دست می‌آید:

$$c=\frac{۲a(a+۵)}{۲a+۱}$$

چون a و $۲a+۱$ نسبت به‌هم اول‌اند، باید $a+۵$ بر $۲a+۱$ بخش‌پذیر

باشد.چون باید داشته‌باشیم $a+۵\geqslant ۲a+۱$ ، بنابراین $a\leqslant ۴$. دوحالت ممکن پیش می‌آید:

$$۱)\ a=۱ \Longrightarrow c=۴\ ,\ b=۶$$
$$۲)\ a=۴ \Longrightarrow c=۸\ ,\ b=۹$$

وبه‌این ترتیب، هرچهار جوابی که در ابتدا ذکر کردیم، به‌دست می‌آید.

ثابت می‌شود، و البته نه به‌سادگی، که معادلهٔ $\overline{ab}\cdot\overline{cd}=a\cdot\overline{bcd}$ ، دارای این جواب‌هاست.

$$۱۳\times۲۵=۱\times۳۲۵,\ ۱۹\times۵۰=۱\times۹۵۰,\ ۲۷\times۵۶=۲\times۷۵۶,$$
$$۴۹\times۸۰=۴\times۹۸۰,\ ۱۶\times۴۰=۱\times۶۴۰,\ ۲۶\times۵۰=۲\times۶۵۰,$$
$$۳۹\times۷۵=۳\times۹۷۵ \text{ و } ۸۳\times۳۲=۸\times۳۳۲,$$

البته ، اگر از جواب‌های بی‌معنی $\overline{aa}\cdot\overline{a۰}=a\cdot\overline{aa۰}$ صرف‌نظر کنیم.

این تساوی‌های جالب هم وجود دارند:

$$۱\times۶۶۴=۱۶۶\times۴,\ ۲\times۶۶۵=۲۶۶\times۵,\ ۴\times۹۹۸=۴۹۹\times۸,$$
$$۱\times۹۹۵=۱۹۹\times۵,\ ۴\times۸۴۷=۴۸۴\times۷,\ ۶\times۵۴۵=۶۵۴\times۵,$$
$$۷\times۴۲۴=۷۴۲\times۴,$$

که در واقع، جواب‌های معادلهٔ $a\cdot\overline{bcd}=\overline{abc}\cdot d$ هستند. آیا، این‌معادله، جواب دیگری دارد؟

این تساوی‌ها را ، به‌نوعی، تعمیم هم می‌توان داد، مثلا

$$۱\underbrace{۹۹\ldots۹}_{n}\times۵=۱\times\underbrace{۹۹\ldots۹}_{n}۵,$$
$$۱\underbrace{۶۶\ldots۶}_{n}\times۴=۱\times\underbrace{۶۶\ldots۶}_{n}۴,$$
$$۴\underbrace{۹۹\ldots۹}_{n}\times۸=۴\times\underbrace{۹۹\ldots۹}_{n}۸,$$
$$۲\underbrace{۶۶\ldots۶}_{n}\times۵=۲\times\underbrace{۶۶\ldots۶}_{n}۵$$

آخرین تساوی را ثابت می‌کنیم. سمت چپ تساوی ، به‌این ترتیب ، تبدیل می‌کنیم :

$$= \underbrace{66\cdots6}_{n}\times 5 = (\underbrace{200\cdots0}_{n} + \underbrace{66\cdots6}_{n})\times 5 =$$

$$= \left(2\times 10^n + 2\times\frac{10^n-1}{3}\right)\times 5 = \frac{4\times 10^{n+1}-10}{3}$$

و سمت راست تساوی:

$$= (\underbrace{66\cdots6}_{n}0+5) = 2(\underbrace{66\cdots6}_{n}5) = 2\times\underbrace{66\cdots6}_{n}5$$

$$= \left(2\times\frac{10^n-1}{3}\times 10+5\right) = \frac{4\times 10^{n+1}-10}{3}$$

و بنابراین، تساوی برقرار است.

نتیجه روشن است: به‌ازای هرعدد طبیعی n، معادلهٔ به‌صورت

$$\overline{a_1a_2\cdots a_{n+1}}\times a_{n+2} = a_1\times\overline{a_2a_3\cdots a_{n+2}}$$

دست‌کم، چهار جواب دارد. (همان چهارجوابی‌که در بالا دادیم). ولی، جالب این‌است‌که بتوانیم به‌این پرسش پاسخ دهیم: آیا به‌جز این‌ها، جواب دیگری وجود دارد؟

بازهم تساوی‌های جالب

به‌معادلهٔ $\overline{abcd}=\overline{ab}^2+\overline{cd}^2$ توجه کنیم. این معادله دو جواب دارد:

$$1233 = 12^2+33^2,\quad 8833 = 88^2+33^2$$

می‌توان ثابت‌کرد‌که این معادله، جواب دیگری ندارد. طرح اثبات، بسیار ساده است. به‌سادگی می‌توان نتیجه گرفت‌که برای تحقق معادله، باید $b^2+d(d-1)$ بر ۱۰ بخش‌پذیر باشد. از همین‌جا، می‌توان حالت‌های ممکن را برای b و d و، ازآن‌جا، برای a و c به‌دست می‌آورید.

جالب است که معادلهٔ $\overline{ab}=a^2+b^2$ جواب‌ندارد ودرمورد معادلهٔ

$$\overline{abcdef}=\overline{abc}^2+\overline{def}^2$$

کار بسیار دشوار می‌شود.

معادلهٔ $\overline{abc}(\overline{ab}+c)=\overline{ab}^3+c^3$ دارای سه‌جواب است:

$$147(14+7)=14^3+7^3,\quad 111(11+1)=11^3+1^3$$

$$148(14+8)=14^3+8^3$$

خودتان ثابت‌کنید‌که این معادله جواب دیگری ندارد.

معادلهٔ $\overline{abc}=(a+b+c)\cdot a\cdot b\cdot c$، تنها دوجواب دارد:

$$135=(1+3+5)\times 1\times 3\times 5,$$

$$144=(1+4+4)\times 1\times 4\times 4$$

ثابت‌کنید‌که معادله جواب دیگری ندارد.

برای معادلهٔ $\overline{ab}(a+b)=a^3+b^3$ داریم:

$$37(3+7)=3^3+7^3,\quad 48(4+8)=4^3+8^3$$

وبرای‌معادلهٔ $(a^2+b^2)-ab=\overline{ab}$:

$$(3^2+7^2)-3\times 7=37,\quad (4^2+8^2)-4\times 8=48$$

همچنین، برای معادلهٔ $\overline{abcd}=(a+\overline{bc}+d)^2$:

$$6724=(6+72+4)^2,\quad 1296=(1+29+6)^2$$

معادلهٔ $\overline{abcd}=(\overline{ab}+\overline{cd})^2$:

$$2025=(20+25)^2,\quad 3025=(30+25)^2$$

معادلهٔ $\overline{abcd}=(\overline{ab}+c+d)^2$:

$$9801=(98+0+1)^2$$

و بالاخره، برای دستگاه $\overline{abcd}=(a+b+\overline{cd})^2=(\overline{ab}+c+d)^2$:

$$8281=(8+2+81)^2=(82+8+1)^2$$

دوست عزیز آقای احمد کاشی

تقاضا می‌کنم، در مورد قاعده‌هایی‌که برای‌قابلیت تقسیم عددها پیداکرده‌اید، دوباره، منتهی با استدلال، مطلب خود را مرقوم دارید. به‌نظر می‌رسد‌که قاعده‌ها درست است، ولی نیاز به‌اثبات دارد. ضمناً می‌توانید، اگر مایل باشید، باتلفن ناشر تماس بگیرید.

آشتی باریاضیات

واژه‌های مربوط به زمان‌های زمین‌شناسی

دکترعبدالکریم قریب

دوران (Ere) ـ مدت زمانی که به واسطهٔ حادثه‌ای یا حادثه‌هایی مشخص باشد دوران نامیده می‌شود.

دوران‌ها را به چند بخش تقسیم می‌کنند که به هریك دوره (Période) می گویند. به لایه‌های رسوبی که دریك دوره تشکیل گردیده است، دستگاه (سیستم) گفته می‌شود.

هردوره را به چند بخش کوچکتر تقسیم می کنند که به آن‌ها دور (Epoque) می گویند مجموع لایه‌هایی را که دریك دور تشکیل می‌شود ریسه (Série) می‌نامند. هریك از دورها به چند بخش متمایز تقسیم می‌شوند. به این بخش‌ها **اشکوب** (Etage) می گویند. اشکوب عبارت است ازیك حلقه (سیکل) ته‌نشینی که شامل یك پیشروی ویك پسروی دریا است. درمطالعهٔ زمین شناسی یك ناحیه، اشکوب واحد رده بندی زمین‌های آن ناحیه است.

دوران ودوره ودورواشکوب را به حسب این که ابتدا آن را درکدام ناحیه یامحلی، بررسی وشناخته باشند، به نام آن ناحیه یامحل یانامی که باآن محل مناسبتی داشته است، نامیده‌اند. طرزنامیدن درزبان‌های فرانسه وانگلیسی وروسی به این طریق است که به آخر نام آن ناحیه ien (درفرانسه) و ian (در انگلیسی) و ckii (در روسی) اضافه می کنند. مثلاً درآخر **دون** که نام ناحیه‌ای در انگلستان است، ien یا ian یا ckii درآورده و به فرانسه آن را دونین (Dévonien) و به انگلیسی آن را دونیان (Devonian) و به روسی آن‌را دونسکی‌یی (Devonckii) می‌نامند. در زبان فرانسه کلماتی که ien و در انگلیسی به ian ختم می‌شوند، هم به‌صورت اسم وهم به‌صورت صفت به‌کارمی‌روند.

امادرزبان‌های دیگرمثلاً زبان روسی وآلمانی وغیره دوران‌ها ودوره‌هاواشکوب‌ها راهنگامی که به صورت اسم باشند، به نام همان محل نامیده وهنگامی که به‌صورت صفت باشند، علامت صفت آن زبان‌ها را به‌آخرآن‌ها درمی‌آورند. مثلا درزبان روسی هنگامی که منظوردوره‌ای باشدکه درناحیهٔ دون شناخته شده است، و به عبارت دیگر به صورت اسم باشدآن را دون (Devon) وهنگامی که چیزی رابدان منسوب می کنند، یعنی به صورت صفت باشد دونسکی‌یی می گویند، یعنی منسوب به دون. درزبان آلمانی آن‌را هنگامی که به‌صورت اسم باشد: دون، و هنگامی که به صورت صفت باشددونیشه (Devonische) می گویند.

بنا بر آن‌چه گفته شد چرادرزبان فارسی نیزهنگامی که به صورت اسم باشدبه‌آن‌دون وهنگامی که به صورت صفت باشد به‌آن دونی نگوییم.

بدین‌ترتیب دوران‌ها و دوره‌ها درزبان فارسی درحالت اسمی وصفتی به‌قرار زیر باید نوشته شود:

دوران‌ها و دورها

پیش کمبر، پیش کمبری (Précambrien)

پارین زی، پارین‌زیوی (Paléozoïque)	کمبر، کمبری (Cambrien) اوردوویس، اوردوویسی (Ordovicien) سیلور، سیلوری (Silurien) دون، دونی (Devonien) زغال، زغالین یا (Carboniferien Carbonifère,) پرم، پرمی (Permien)
میانزی، میانزیوی (Mésozoïque)	سه‌گانه، سه‌گانی (Trias, Triassique) ژورا، ژورایی (Jurassique) آهکین یا آهکینه (Crétacé)
نوزی، نوزیوی (Cénozoïque)	پارینه زاد، پارینه زادی (Eogène یا Paléogène): ائوسن، ائوسنی (Eocène)؛ اولیگوسن، اولیگوسنی (Oligocène) نوزاد، نوزادی (Néogène): میوسن، میوسنی (Miocène)؛ پلیوسن، پلیوسنی (Pliocène) «دوران چهارم»: پلیستوسن، پلیستوسنی (Pléistocène)؛ هولوسن، هولوسنی (Holocène)

برای اشکوب‌ها نیز به همین نحو نام ناحیه را گرفته به صورت اسم و با افزودن حرف (ی) به آخر آن صفت می‌سازیم. مانند: آکاد یا آکادی به‌جای (Acadien) و پوتسدام یا پوتسدامی به جای (Potsdamien) وغیره.

دوران‌ها و دورها
و اشکوب‌های زمین‌شناسی

- **نوزی، نوزیوی**
  - **دوران چهارم**
    - هولوسن
    - پلیستوسن
  - **دوران سوم**
    - **نوزاد، نوزادی**
      - **پلیوسن، پلیوسنی**
        - کالابر، کالابری
        - آستی، آستی‌ای
        - پلزان، پلزانی
      - **میوسن، میوسنی**
        - پونت، پونتی
        - سارمات، سارماتی
        - بوردیگال، بوردیگالی
        - آکیتان، آکیتانی
    - **پارینه‌زاد، پارینه‌زادی**
      - **اولیگوسن، اولیگوسنی**
        - استامپ، استامپی
      - **ائوسن، ائوسنی**
        - بارتون، بارتونی
        - لوتت، لوتتی
        - ایپر، ایپری
        - اسپارناس، اسپارناسی
        - تانت، تانتی
        - مونت، مونتی

- **میانزی، میانزیوی** یا دوران دوم
  - **آهکینه، آهکین**
    - دان، دانی
    - ماستریخت، ماستریختی
    - کامپان، کامپانی
    - سانتون، سانتونی
    - کونیاك، کونیاکی
    - تورون، تورونی
    - سنومان، سنومانی
    - آلب، آلبی
    - آپت، آپتی
    - بارم، بارمی
    - هوتریو، هوتریوی
    - والانژین، والانژینی
  - **ژورا، ژورایی**
    - پورتلاند، پورتلاندی
    - کیمبریج، کیمبریجی
    - اوکسفورد، اوکسفوردی
    - کالوو، کالووی
    - بات، باتی
    - باژوس، باژوسی
    - آآلن، آآلنی
    - توآر، توآری
    - پلینسباخ، پلینسباخی
    - سینمور، سینموری
    - هتانژ، هتانژی
  - **سه‌گانه، سه‌گانی**
    - رت، رتی
    - نور، نوری
    - کارن، کارنی
    - لادین، لادینی
    - ویرگلور، ویرگلوری
    - ورفن، ورفنی

پارین‌زی، پارین‌زیوی یا دوران اول	پرم، پرمی	تورنژ، تورنژی کونگور، کونگوری
	زغال، زغالین	آرتنسك، آرتنسکی اورال، اورالی مسکو، مسکوی نامور، نامودی دینانت، دینانتی
	دوون، دوونی	فامن، فامنی فران، فرانی ژیوه، ژیوه‌ای ایفل، ایفلی کوبلنتز، کوبلنتزی ژدین، ژدینی
	سیلور، سیلوری	دائونتون، دائونتونی لودلوو، لودلووی ونلوك، ونلوکی
	اوردوویس، اوردوویسی	والانت، والانتی آشگیل، آشگیلی کارادوك، کارادوکی للاندیلو، للاندیلوی آرنیگ، آرنیگی ترمادوك، ترمادوکی
	کمبر، کمبری	پوتسدام، پوتسدامی آکاد، آکادی ژئورژ، ژئورژی

دوازده وجهی منتظم در کره

در عکس دو شکل دیده می‌شود: کره‌ای با سوراخ‌ها و دوازده وجهی منتظم. همان‌طور که می‌بینیم، دوازده وجهی منتظم در داخل کرهٔ شفاف قرار گرفته است. جالب این‌است که کره هم بادوازده‌سوراخ خود، در داخل دوازده وجهی منتظم قرار دارد و به راحتی می‌توان جای کره ودوازده وجهی را عوض کرد.

کسانی که مختصری از هنر تراشکاری اطلاع داشته باشند، می‌توانند این جسم را بسازند. ابتدا کره را درست کنید، سپس جای سوراخ‌ها را علامت بگذارید وبعد آن‌ها را تا عمقی نه‌چندان زیاد سوراخ کنید. حالا بالبهٔ چاقو، کار را دنبال کنید. مرزهای سطح‌های مخروطی هریك از سوراخ‌ها، ضمن‌رسیدن به‌هم، پنج ضلعی‌هایی را که در شکل دیده می‌شود، تشکیل می‌دهند.

دراین‌جا فقط تصویر وراهنمائی برای ساختن آن داده شده‌است، ولی در واقع، برای درست کردن آن، باید، علاوه بر هنرمندی ودقت و حوصله، از تصور ذهنی خود هم کمك بگیرید.

چپ: قارچ دارای درخشش (Polyporus Hanedai) در روز.
زیر: وضع همان قارچ درشب که ازخودش نورداده است.

نور زنده

یك پدیدهٔ شگفت‌انگیز

E. NEWTON HARVEY

اگر در اعماق جنگل‌های مرطوب گردش کرده باشید، احتمالا چیزهای درخشانی را در روی تنهٔ درختان دیده‌اید. عامل این درخشش طبیعی میسلیوم یاریسه‌های نوعی قارچ است که برروی چوب می‌روید. ریسه‌های قارچ بالاخره بدنه‌ای را پدید می‌آورند

که آن هم می‌درخشد. پیداکردن چنین قارچ‌هایی درداخل جنگل آسان است.

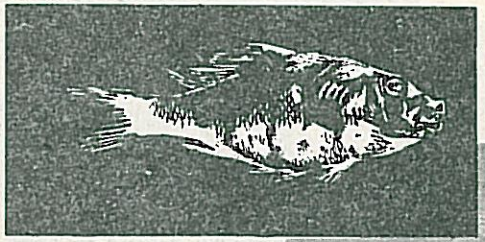
تابیدن نورازجانداری‌مانند همان‌قارچ، بیولومی‌نه‌سانس(نورزنده)نامیده می‌شود.[1] مثال این‌نوع‌جانداران درطبیعت بسیاراست. هزاران سال‌است که دریانوردان می‌دانندکه وقتی قایقی در شب ازروی آب عبور می کند، یاپارویی به‌درون آب‌زده می‌شود، سطح آب درخشندگی می‌یابد. یونانیان قدیم منشاء این نوررا باصاعقه یکی می‌دانستند ومعتقد بودندکه صاعقه نتیجهٔ انفجار شدید ابرهاست. بعدها عده‌ای این نور را به جرقه‌هایی تشبیه کردندکه ازبه‌هم‌زدن دوقطعه سنگ چخماق پدید می‌آید. بعضی هم معتقد بودندکه دریا درروز نورخورشید را به‌دام می‌اندازد و درشب همان نور را پس می‌دهد. بعد از کشف فسفر، پاره‌ای ازمردم معتقد شدندکه درخشش آب دریا مربوط به‌فسفر موجود در آن است. عده‌ای هم علت این پدیده را فساد وتباهی مواد می‌دانستند. آنان می گفتندکه ماهی مرده یا چوب درحال پوسیدن گاهی درخشان می‌شود. برخی‌هم‌علت را ازپدیده‌های الکتریکی می‌دانستند.

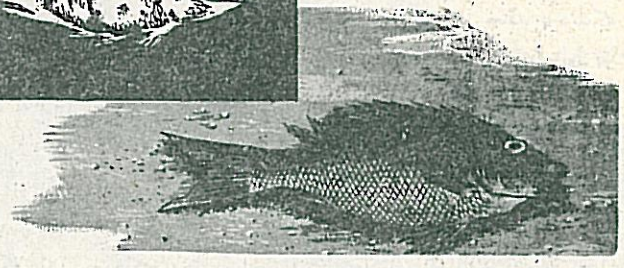
بنجامین فرانکلین‌کسی بودکه به‌نظریهٔ اخیر اعتقاد داشت، اما زمانی‌که ازساحل دریا دیدن‌کرد وتوانست آزمایشی دراین زمینه ترتیب دهد، نظرش تغییر کرد.اودریافت که وقتی آب دریا درون بطری ریخته وتکان داده شود، درخشان می گردد. اما بعدازمدتی این خاصیت ازبین می‌رود. اومی‌دانست که جانوران ویژه‌ای دردریا وجود دارندکه‌قادر به‌تولید نورند و به این نتیجه رسیدکه علت درخشیدن آب دریا، وجود جانداران ریز درون آن است، و وجود آن‌ها را می‌توان به‌هنگام عبورشان از داخل آب دریافت. اما امروزه می‌دانیم‌که علت درخشیدن آب دریا، وجود جانداران ذره‌بینی به‌نام تاژك‌داران است. این آغازیان درسطح آب شناورند و زمانی‌که از حالت آرامش خود در آورده شوند، می‌درخشند.

افرادی‌که درمناطق ساحلی زندگی می کنند، ممکن‌است ماهی‌های مرده‌ای را دیده باشندکه در شب می‌درخشند، در این مورد علت، وجود هزاران باکتری درخشان در روی بدن ماهی است. مقداری گوشت را هم اگر دراتاقی سرد بیاوزیم، ممکن است به همان سبب خاصیت درخشندگی بیابد. حتی باکتری‌های مزبورگاهی سبب درخشندگی اجسادی شده‌اندکه درمیدان‌های جنگ باقی مانده‌است.

همهٔ ما بانوری‌که ازکرم شب تاب ساطع می‌شود آشناهستیم. این‌کرم البته‌نوزاد نوعی پروانه محسوب می‌شود و این پروانه درآوازها وافسانه‌های قدیمی پاره‌ای ازملل آمده است وچه بسیارکودکانی‌که به‌امید روشن ساختن اطاق خود تعدادی از این

1— Bioluminesence.





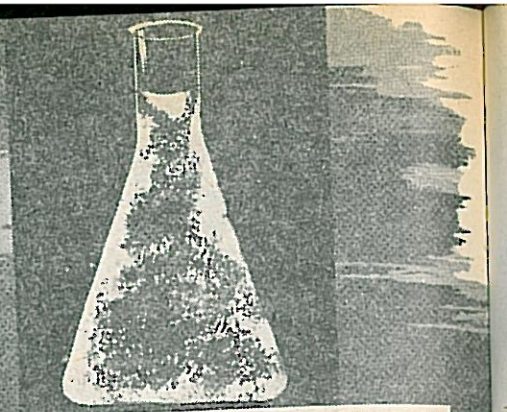
زیر: این ماهی مرده که در روی ماسه‌های ساحلی افتاده، مورد حملهٔ باکتری‌های درخشان قرار گرفته است. این باکتری‌ها سبب درخشش بدن ماهی در هنگام شب می‌شوند.

پروانه‌ها را جمع‌آوری کرده‌اند.

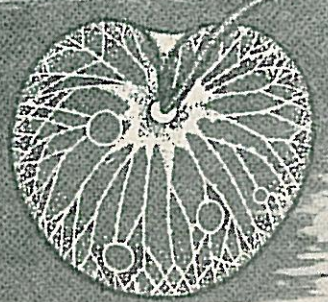
این‌ها فقط چند مثال محدود از خاصیت بیولومی‌نه‌سانس هستند. پاره‌ای از جاندارانی را که نور تولید می‌کنند، می‌توان به‌آسانی باچشم دید، برای د. ن بعضی دیگر باید ذره‌بین به‌کار برد و برخی را باید فقط با بزرگ نمایی زیاد میکروسکوپ مورد مشاهده قرار داد. در میان گیاهان فقط گونه‌های ساده و ابتدایی ـ باکتری‌ها و قارچ‌ها خاصیت درخشندگی دارند، وتا آن‌جاکه می‌شناسیم ـ درحدود ۴۰ نوع ازجانوران این خاصیت را دارند. شاید انواع دیگری هم باشندکه هنوز موردشناسایی جانور شناسان واقع نشده‌اند.

تعدادی ازگروه‌های جانوران ساکن خشکی خاصیت درخشندگی دارند. از میان حشرات بعضی ازسوسک‌ها، کرمینهٔ، پروانه‌ها وبعضی ازمگس‌هارا می‌توان نام‌برده‌همچنین نوعی مگس دیگر به‌نام فولگورا[1] وجود داردکه متعلق به راستهٔ جوربالان است. همچنین هزارپایان، کرم‌های خاکی و حلزون‌های خشکی دارای قدرت درخشش هم وجود دارد. جالب توجه این‌است که‌هیچ‌کدام ازجانوران انگلی ساکن خشکی‌این توانایی راندارند.

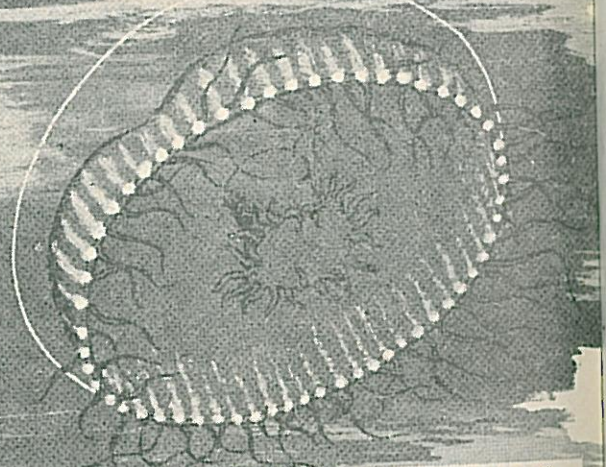
۱ـ ازجمله می‌توان نوعی‌کرمینهٔ مگس به‌نام فولگورا (Fulgora) را نام‌بردکه به‌تعداد زیاد ازسقف غارها در زلاندنو آویزان می‌شوند و وقتی نور بدهند سقف غار منظرهٔ آسمان پرستاره را پیدا می‌کند.



بالا: یک کلونی از باکتری‌های فاقد قدرت درخشش که از نوع جهش یافتهٔ درخشش‌دار خود هستند. علت عدم توانایی آن‌ها در درخشش، نداشتن آلدئیدی است که وجودش برای تولید نور ضروری است. اگر بخار محتوی آلدئید را از دهانهٔ ظرف به‌درون آن هدایت شود، این باکتری‌ها خواهند درخشید.

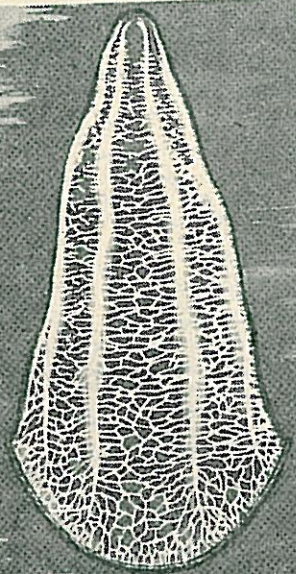


نوکتیلوکا میلیاریس (Noctiluca miliaris) که در زیر نشان داده شده، نوعی تاژکدار دارای درخشش است و در سطح دریا به مقدار زیاد یافت می‌شود. علت درخشان شدن سطح آب دریا هم وجود این جاندار است.



بالا: نوعی عروس دریایی دارای قدرت درخشش به‌نام آکواریا آکواریا (Aequorea aequorea). این جانور به‌هنگام برانگیخته شدن، از قاعدهٔ بازوهای فراوانش شروع به‌نوردادن می‌کند.

بروئی روفسنس (Beroë rofescens) از شانه‌دارانی است که قدرت درخشش دارد. شانه‌داران از جمله عروس‌های دریایی بسیار نرم هستند.



سمت راست: یک پرکنهٔ هیدروئید. این مجموعه شامل تعدادی جانور هیدر مانند است که در کنار هم به‌سر می‌برند و مجموعهٔ آن‌ها مانند گیاهان شاخه شاخه به‌نظر می‌رسند.

تنها جانور درخشنده‌ای که درآب‌های شیرین ساکن‌است، نوعی لایتا است که در زلاندنو زندگی می‌کند و به‌سنگ‌های درون جریان‌های آب‌شیرین می‌چسبد. البته لاروهای درخشندهٔ بعضی از مگس‌ها هم درآب شیرین به‌سر می‌برند، ولی جانور بالغ آن‌ها ساکن خشکی است.

به هر حال، متنوع‌ترین انواع جانداران مولد نور را در آب اقیانوس‌ها می‌توان یافت. درمیان آغازیان میکروسکوپی، شعاعیان وتاژک‌داران را می‌توان نام برد. درمیان تاژک‌داران، مخصوصاً گونه‌ای به‌نام نوکتیلوکامیلیاریس[1] وجود داردکه سبب پدید آمدن نورهای جالب درسطح آب می‌شود ومانند آن‌است که درشب کشتی از میان مایعی ملتهب می‌گذرد.

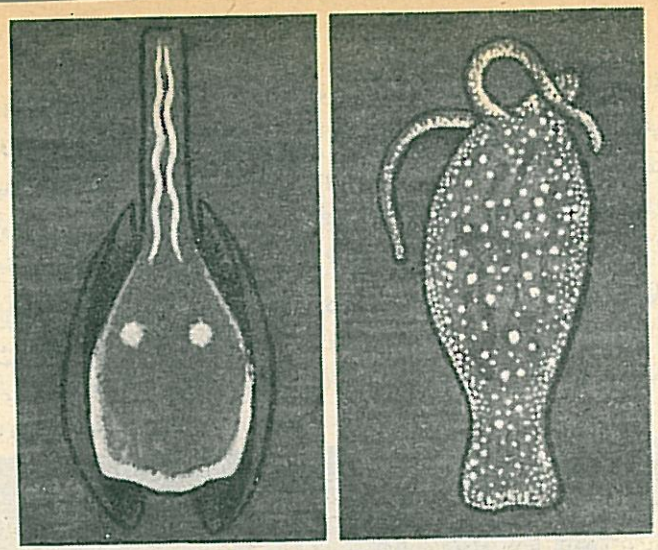
اسفنج‌های مخصوص، تعدادی از عروس‌های دریایی وسیفون داران، بسیاری از شانه‌داران از خود نور می‌دهند. هیدروزوآها ونوعی ایسیونر درخشان‌هم وجود داردکه به‌سنگ‌ها می‌چسبند، یادرروی ماسه‌ها رشد می‌کنند. کرم‌های دریایی گوناگون، نموتیدها، ستاره‌های شکننده، نودی‌برانش‌ها و شکم‌پایان دریازی هم زمانی‌که از روی سطوح جامد می‌گذرند، نورتولید می‌کنند.

نرم تن دوکفه‌ای به‌نام فولاس داکتیلوس[2] کف دریا را سوراخ می‌کند و مخاطی درخشنده‌ازخود به‌جای می‌گذارد. وقتی‌که جانور برانگیخته شود، این مایع مخاطی از راه یك‌رشتهٔ مولد به‌نام‌سیفون به‌درون‌آب وارد می‌شود. رومیان قدیم ازمزهٔ این نوع دو کفه‌ای لذت می‌بردند وآن‌را درجشن‌ها مصرف می‌کردند. پلینی بزرگ در تاریخ طبیعی خود می‌نویسد: فولاس‌ها دردست یادردهان به‌هنگام جویده‌شدن می‌درخشند. اگرقطره‌ای ازمایع چرب بدن آن‌ها برلباس یاروی زمین بیفتد، این‌قطره هم خواهد درخشید.

ازمیان جانوران آزاد دریا، بسیاری از اسکویدها، میگوهای اعماق دریا و نوعی ده‌پا به‌نام پراون[3] هم نور تولید می‌کنند. تعداد زیادی ازانواع ماهی‌ها هم قدرت درخشش دارند. درپاره‌ای از انواع یك عضو درخشنده درانتهای زائده‌ای که از قسمت جلوی بدن ماهی درآمده، قرار دارد. در ماهی‌های دیگر، ردیف‌هایی از نورهای چراغ مانند در دوطرف‌بدن مشاهده می‌گردند. این اعضاء نورقابل‌توجهی ازخود منتشرمی‌کنند.

معمولاً جانداران دریایی درخشنده را در اعماق زیاد می‌توان یافت، اما پاره‌ای از انواع آن‌ها هم ساکن قسمت‌های سطحی آبند، که درمیان آن‌ها، پلانکتون‌ها را می‌توان نام بردکه به آرامی در دریا شنا می‌کنند. پلانکتون‌ها شامل آغازیان، عروس‌های دریایی و شانه داران هستندکه ازآن‌ها قبلا نام برده شد. چندگونهٔ دیگر از جانوران

1— Noctiluca miliaris 2— Pholas dactylus 3— Prawn



سمت چپ: دوکفه‌ای فولانس داکتیلوس.که رومیان از خوردن آن لذت می‌بردند.
سمت راست: شکمپای درخشندهٔ فیلی‌رویی،که درسطح دریاها یافت می‌شود. نورهای ساطع شده از بدن این جانور را شبها برسطح آب می‌توان دید.

سطح دریا، ازجمله شکم پای درخشنده‌ای به‌نام فیلی‌رویی[1] و تونیکتی به‌نام پیروسونا[2] هم قدرت نوردادن دارند. نورهای منفردی‌که در شب در روی آب مشاهده می‌شود، به علت وجود آن‌هاست.

پاره‌ای ازماهی‌ها بدان سبب‌که خود ماده‌ای نوردهنده می‌سازند درخشان نیستند، بلکه، آن‌ها انواعی ازباکتری‌های درخشنده را در قسمت‌های ویژه‌ای از بدن خود جای می‌دهند ومیزبان آن‌ها هستند. باکتری‌ها همواره در این قسمت‌های بدن وجود دارند، از ماهی مادهٔ غذایی دریافت می‌دارند و در عوض برایش نور تولید می‌کنند. وجود این باکتری‌ها هیچ‌گونه ضرری برای میزبان ندارد، واین مثال، مورد جالب توجهی اززندگی همزیستی یعنی حالتی است‌که درآن دوجاندار ازکمك‌هم استفاده می‌کنند. درماهی‌هایی که درآب‌های هندشرقی یافت می‌شوند، باکتری‌های درخشان فتوبلفارون[3] وآنومالوپس[4] راهمیشه در اندام‌های مخصوصی‌که درزیر چشم‌ها وجود دارد می‌توان یافت. باکتری‌ها درفاصلهٔ میان یاخته‌های استوانه‌ای‌شکلی زندگی می‌کنندکه خون زیادی به‌آن‌ها می‌رسد. این باکتری‌ها به‌طور مداوم نور تولید می‌کنند. اما البته ماهی می‌تواند به‌وسیلهٔ نوعی

1— Phyllirrhoë 2— Pyrosona 3— Photoblepharon
4— Anomalops

مکانیسم پرده‌ای نورها را خاموش کند. درفتوبلفارون پرده‌ای سیاه رنگ که به پلك شبیه است به‌روی اندام مولد نور کشیده می‌شود، اما مکانیسم پرده‌ای آنومالوپس نوعی دیگر است، بدین معنی که اندام تولیدکنندهٔ نور به‌وسیلهٔ نوعی مفصل بر گردانده‌شده، به‌سمت پایین آورده می‌شود ودرشکاف یا کیسه‌ای سیاه رنگ قرار می‌گیرد. وقتی که اندام بدین صورت درآید هیچ کدام ازسطوح مولد نوردیده نمی‌شوند. ماهی در حین حرکت در آب، این کارها را به طور متناوب انجام می‌دهد و در نتیجه، مانند آن است که یك رشته نورچشمك زن درآب وجود دارد.

درنوعی ماهی به‌نام فیزیکولوس‌جا پینکوس مخزنی غده‌ای وجوددارد که دردرونش باکتری‌های نورزا رشد می‌کنند. در سمت چپ، مقطع طولی این مخزن نشان داده‌شده است. ماهی به‌کمك انقباض عضلات، باکتری‌ها را به‌خارج می‌فرستد ودرنتیجه باکتری‌ها ابری نورانی درسطح آب پدید می‌آورند.

در گونه‌های دیگر ماهی‌ها مثلاً درفیزی کولوس[1] مخزنی غده مانند وجود دارد که دارای مجرایی به‌سمت بیرون است. در این غـده باکتری‌هـای درخشان رشد می‌کنند و به وسیلهٔ انقباضات عضلات به بیرون رانده می‌شوند و باکتری‌ها به هنگام خارج شدن ازمجرا، ماده‌ای ازخود ترشح می‌کنند.

اندام‌های مولد نور ساختمان‌های متفاوتی دارند. نور ممکن است مانندباکتری‌ها یا تاژك‌داران از یك یاختهٔ منفرد خارج شود، یا مانندکرم شب‌تاب از یك سری یـاخته

1– Physiculus

در پاره‌ای از موارد، نور توسط عدسی‌ها یا منعکس کننده‌ای هدایت می‌شود. این نوع ساختمان که فتونور نام دارد به فانوس پیچیده‌ای شبیه‌است و در اسکویدها، میگوها و ماهی‌ها یافت می‌شود.

نور ممکن است درخارج یاداخل یاخته‌ها تولید شود. دراین موارد، مادهٔ نوردهنده حاصل ترشح غده‌ای است که راه خودرا به‌سوی بیرون بدن می‌یابد. چنین ترشحاتی را درنرم‌تن فولاس، پاره‌ای ازسخت‌پوستان، کرم‌های خاکی و هزارپایان می‌توان یافت.

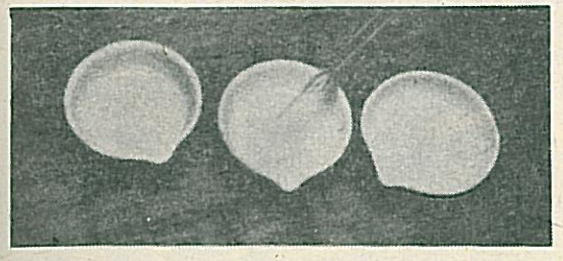
گاهی هم جانور زمانی نور می‌دهد که مورد حملهٔ باکتری‌های نورافشـان قرار گرفته باشد. در چنین مواردی معمولا بیماری حاصله هم کشنده است، چنین مواردی در جانداری کوچك به‌نام سندفلی[1] دیده می‌شود. سندفلی بیمار درابتدا بسیار فعال ودرخشنده است. اما به‌فاصلهٔ چندروز، باپیشرفت بیماری این حشره تنبل می‌شود ومی‌میرد وبالطبع بدنش ازعمل نورافشانی بازمی‌ماند. باکتری‌های نورزا میگوهای آب‌شیرین، جیرجیرك، می‌فلای، کرمینه، حشرات، ماهی‌های کوچك وخرخاکی را نیز بیمارمی‌سازند.

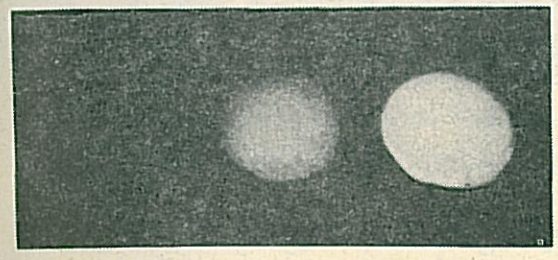
به‌طورکلی می‌توان مطمئن بود، حیوانات زنده‌ای که از آن‌ها نوری مداوم ساطع می‌شود، تحت تأثیر باکتری‌های نورزا قرارگرفته‌اند. گیاهان‌نورزا (باکتری‌ها وقارچ‌ها) همواره ازخود نور می‌دهند، حال‌آن‌که جانوران نورزا تنها در موقع بر انگیخته شدن قادر به‌این‌کارند. حشرهٔ شب‌تاب تنها هنگامی نور می‌دهد که یك تحریك عصبی ازمسیر اعصابش بگذرد وبه‌اندام مولد نور برسد، تغییر مکانیکی که به‌هنگام انداختن یك شیئی دردرون آب یا گذرکردن یك قایق درروی آب پدید می‌آید، سبب نورافشانی جانداران به‌خصوصی دراین محیط می‌شود. جانوران خاصی دردریا، هنگامی‌نورافشانی می‌کنند که به طریقه شیمیایی تحریك شوند. مثلا این عمل را از راه افزودن آمونیاك به آب دریا می‌توان انجام داد. تحریك الکتریکی هم می‌تواند موثر باشد. اگر جریان الکتریکی ازبدن جانوری که مولد نوراست بگذرد، شعاعی از نور پدید خواهدآمد.

درخششی که درتاریکی در چشم گربه دیده می‌شود، مسلماً به‌بیولومی‌نه‌سانس شبیه است درواقع سال‌ها آن را جزء نورهای خود به‌خود (یعنی مشابه نوری که ازقارچ‌های نورزا پدید می‌آید) طبقه بندی می‌کردند. اما آن‌چه که در چشم گربه مشاهده می‌شود. تنها انعکاسی ازنورهای ضعیف خارجی است. اگرچنین درخششی را درچشم گربه‌دیدید، باید بدانیدکه درخارج نوری، حتی بسیار ضعیف وجود دارد. اگر گربه را در محیطی کاملا تاریك قراردهید، درخشش مزبور هم از میان خواهد رفت.

1– Sandflea

بر اساس تجربیات، ما همواره نور را باگرما همراه کرده‌ایم. حتی تاسالیان اخیر نورهای مصنوعی که ازآن‌ها برای‌کار و مطالعه استفاده می‌شد، نورهای داغ بودند. گرما را به مواد مختلفی از قبیل شمع، روغن بالن، نفت یاگازهای قابل اشتعال می‌رساندیم ونور تولید می‌شد. با پدید آمدن لامپ‌های الکتریکی، آدمی سعی کرد اجسام جامد را تا درجهٔ التهاب برساند، بدون آن‌که سبب سوختن یا بخار شدن آن شود. ادیسون رشته‌های زغالی را به‌وسیلهٔ عبور دادن جریان الکتریسته از آن گرم کرد. بعدها تنگستن جای ذغال راگرفت، زیرا این ماده می‌تواند دمای بیشتری را بدون آن‌که بسوزد تحمل کند.





لوسی‌فرین، لوسی‌فراز و ادنوزین‌تری فسفات. (A.T.P) دربدن‌حشرهٔ شب تاب یافت می‌شوند. وقتی‌که مقدار مادهٔ افزوه شدهٔAUP را به دوماه دیگر به‌تدریج افزایش‌دهند، برمیزان خاصیت نور دهی آنها همچنان که در شکل دیده می‌شود افزوده می‌شود.

اساس لامپ‌های الکتریکی براین است‌که همهٔ اجسام وقتی به‌دمای معینی برسند، نور خواهند داد. و هرچه دما بیشتر باشد، نور تولید شده هم زیادتر خواهد بود. به همراه نورمرئی، مقدار زیادی هم تابش‌های گرمایی به وجود می‌آید: از آن‌جاکه این تابش‌ها نامرئی هستند، ازنظر تولید نور برای ما ارزشی ندارندوبه‌همین سبب است‌که تولید نور ازراه التهاب، راهی اسراف‌آمیز است.

احتمالاً تولید نور از راه التهاب، در موجودات زنده صورت نمی‌گیرد، زیرا گرمای همراه آن هرگونه جانداری را می‌کشد. بنابراین آشکاراست‌که خاصیت بیولومی‌نه‌سانس نتیجهٔ آن چیزی است‌که به‌نورسرد موسوم است وگرمای بسیارکمی تولید

می‌کند. این واقعیت‌را مدت‌هاست‌که می‌دانیم، همچنان‌که درام‌نویس زمان الیزابت، به نام جان فلچر درنمایشنامه برادر بزرگتر می‌گوید:

«ای‌کرم شب‌تاب پرزرق وبرق، توآتشی به‌همراه داری‌که درآن گرمایی نیست...»

نورهای سردچندین نوع‌اند. محققین دریافته‌اندکه در یك نوع واکنش شیمیایی ویژه، عملاگرمایی حاصل نمی‌شود وانرژی حاصله ازواکنش، عموماً به‌صورت نورمرئی در می‌آید. این کیفیت را لومی‌نه‌سانس شیمیایی نامند. علت درخشش فسفر هم‌که تقریباً در ۳۰۰ سال قبل کشف شده، همین است. مادهٔ آلی به‌نام لومینول یاآن طورکه شیمی‌دانان می‌گویند آمینوفتالیك هیدرازید، ازراه لومی‌نه‌سانس شیمیایی، مقدارقابل توجهی نور تولید می‌کند.

وقتی که‌نور، مخصوصاً اشعهٔ ماورای‌بنفش به‌ترکیبات ویژه‌ای برخوردکند، آن‌ها را در تاریکی، درخشان می‌سازد، درحالی که‌گرمای قابل توجهی هم از آن‌ها ساطع نمی‌گردد. این قبیل مواد حساس را فسفروخاصیت مزبور را فسفرسانس گویند. اگرمادهٔ حساس‌ـ فسفرـ تنها بعداز آن‌که برای مدت‌کوتاهی در معرض تابش نور قرارگرفت درخشان شود ویا درهمان حال نور بدهد، نور حاصله را فلورسانس گویند. برای مدت کوتاهی فلورسانس (وهمچنین فسفرسانس) را علاوه برنور معمولی، با اشعهٔ ایکس هم می‌توان پدید آورد. سایه‌ای‌که ازاستخوان‌های بدن در روی صفحه فلورسنت از تابش اشعهٔ ایکس‌تولید می‌شود نیز برهمین خاصیت‌است. الکترون‌ها سبب می‌گردندکه‌پاره‌ای ازمواد جامد بدرخشند ـ خاصیتی‌که در صفحهٔ تلویزیون وجود دارد و اشعهٔ موج زن الکترون‌ها، تصویر مورد نظر را درمدتی‌کمتراز یك ثانیه برمادهٔفلورسنت‌پدیدمی‌آورند.

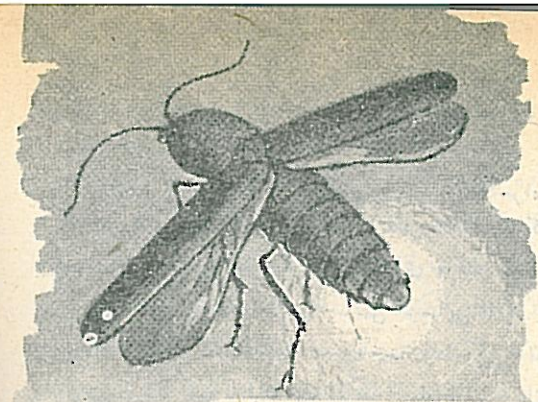
یك لامپ فلورسنت جدید به‌منظور نوردادن ازگازی‌بافشارکم‌پرشده است جدار داخلی این لوله را بالایه‌ای بسیار نازك، ولی یکنواخت از مادهٔ فلورسنت پوشانده‌اند. وقتی‌که جریان برق ازدرون لامپ گذر می‌کند، گاز داخلی تشعشع‌هائی از خود به‌وجود می‌آوردکه بیشتر آن‌ها در منطقهٔ نامرئی اشعهٔ ماورای بنفش طیف واقع‌اند. این اشعهٔ ماورای بنفش به‌مادهٔ فلورسنت برخورد می‌کند و سبب می‌گرددکه از آن نوری مرئی ساطع‌شود از این نورگرمای بسیارجزئی حاصل‌می‌شود وبدین سبب این‌نورها بسیارقابل استفاده‌اند.

نورسرد را ازراه‌های دیگرهم می‌توان تولید کرد. اگرجریان برق‌ازدرون‌گازکم‌ـ فشاری گذرکند، سبب پدید آمدن الکترولومی‌نه‌سانس می‌شود. چنین نورهایی را در چراغ‌های نئون‌که امروزه موارد استفادهٔ فراوان درتبلیغات یافته‌اند می‌توان دید. وقتی‌که بعضی از بلورها شکسته یا مالش داده می‌شوند؛ نوری به‌نام پیزولومی‌نه‌سانس تولید می‌کنند. همچنین وقتی بعضی ازمواد محلول متبلور می‌شوند از آن‌ها نور پدید می‌آید. این فرایندکریستالو لومی‌نه‌سانس نام دارد.

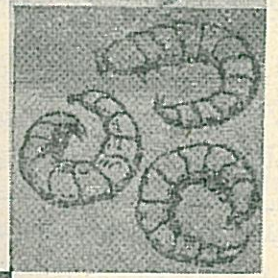
بنا بر این، اقسام نورسرد زیادند. ولی کدام یك ازآن‌ها دربارهٔ تولید نوردرجانوران واقعیت می‌یابند؟ قبلا گفتیم که بر اثر انجام پاره‌ای از واکنش‌های شیمیایی دردمای پایین، نورسردحاصل می‌شود. یك‌رشته واکنش‌های شیمیایی نامحدود همواره درپاخته‌های‌جانداران در حال انجام شدن است که در نتیجهٔ آن‌ها، انرژی لازم برای حرکت کردن، ترشح مواد به تقسیم پاخته ودرواقع تمام‌فعالیت‌های حیاتی به‌دست می‌آید.

بنا براین‌تعجبی نداردکه‌درطی انجام فرایند تکامل برای‌تولید نور وپدیدهٔ بیولومی‌نه‌سانس در جانداران؛ گونه‌ای از واکنش های شیمیایی منظور شده‌است،

«را فائل دوبوا» که یك فیزیولوژیست فرانسوی‌است، نخستین‌کسی بود که طبیعت شیمیایی بیولومی نه‌سانس را نشان داد. او در سال ۱۸۸۷ خاطرنشان‌کردکه نورحاصله از نرم‌تن خفار فولاس دا ـ کتیلوس بر اثرکنش ماده‌ای است‌که نامش را لوسی‌فرین[1] گویند. او گفت‌که این‌ماده در حضور آنزیمی به نام‌لوسی‌ـ فرازبااکسیژن‌ترکیب می‌شود (شیمی دانان این کیفیت را



بالا: این نوع حشرهٔ شب‌تاب از دستهٔ سوسک‌ها و متعلق به‌خانوادهٔ لمپی دیده (Lympiridae)است. لارو این حشره، کرم شب‌تاب نامیده می‌شود. نورهای لحظه‌ای که از حشرهٔ بالغ ساطع می‌شود، به‌عنوان علایمی برای جلب جنس مخالف به‌کار می‌رود. هر گونهٔ این حشره دارای علامت خاصی است.



پایین: کرم‌جالب‌توجه «خط آهن» که در آمریکای جنوبی یافت می‌شود از کرمینه‌های حشرات است. مادهٔ نورزای آن متعلق به‌جنس فریکسوتریکس (Phryxothrix) است. نر آن بال دارد ونورزا نیست. سمت راست: کرم خط آهنی در روز. زیر: همان کرم در شب. وجود نورهای شکم به‌پنجره‌های روشن قطار می‌ماند.

1— Luciferin

اکسیدشدن‌گویند) وازاین واکنش نور حاصل می‌شود. آنزیم مزبور درحین نورافشانی ازمیان نمی‌رود. این آنزیم یك‌کاتالیزراست ماده‌ای‌که انجام واکنش را تسریع می‌کند، اما تحت تأثیر آن قرار نمی‌گیرد.

فرضیهٔ دوبوا تامدتی مورد قبول نبود، بعد معلوم شدکه لوسی‌فرین یك‌ترکیب‌ساده نیست وعملاً انواع مختلفی ازآن‌هارا در گیاهان وجانوران نورزا می‌توان یافت والبته لزومی نداردکه این لوسی‌فرین‌ها از لحاظ ترکیب شیمیایی به‌هم وابسته باشند.

درسالیان اخیر محققان، مطالعات دقیقی درفرایند تولید نور سه‌دسته جاندار کاملا متفاوت به‌عمل آورده‌اند. این سه دسته عبارتند از باکتری‌های نورزا، حشرهٔ شب‌تاب و سخت پوستانی که متعلق به جنس سیپری‌دینا[1] هستند. معلوم شده است که لوسی‌فرین‌ها دراین سه گروه جاندار وجوه اشتراك بسیارکمی دارند و دردوگروه ازآن‌ها موادکمکی ویژه‌ای درتولید نور مؤثرند.

لوسی‌فرینی‌که در باکتری‌ها یافت می‌شود، ترکیبی‌است از موادآلی مختلف مثلاً درآن‌فلاوین‌مونونوکلوئید[2] احیا شده و یك‌آلدئید وجود دارد . وقتی‌که این ترکیبات ولوسی‌فراز باکتری‌ها به‌حالت محلول در مجاورت هم قرارگیرند واکسیژن‌هم درمحیط محلول باشد، نور تولید می‌گردد. این پدیده تاتمام شدن لوسی‌فرین ادامه می‌یابد. فرآوردهٔ این عمل اکسایش (اکسیداسیون)؛ تحت تأثیر ترکیب دیگری دی‌فسفوپیریدین نوکلئوتید احیاشده ـ قرار می‌گیرد و لوسی‌فرین تشکیل می‌گردد. این ماده مجدداً اکسید شده و باز تشکیل می‌شود. همهٔ این‌کارها سبب می‌گرددکه درباکتری‌های مورد بحث ، خاصیت تولید نور مداوم وجود داشته باشد.

حشره شب‌تاب برای تولید نور دارای دستگاه پیچیده‌ای است‌که علاوه برلوسی‌ـ فرین مخصوص، به‌اکسیژن، لوسی‌فراز و یك ترکیب بیولوژیکی به‌نام آ. ت. پ (نام مخفف ادنوزین‌تری فسفات) ویون‌های منیزیم هم احتیاج دارد. وقتی‌که این موادمختلف درلولهٔ آزمایش باهم ترکیب شوند، نورپدید می‌آید واگر هرکدام از آن‌ها در محیط وجود نداشته باشند، خاصیت تولید نور هم ازمیان می‌رود. فرمول بستهٔ لوسی‌فرین‌حشرهٔ شب‌تاب معلوم شده محتوی ۱۳ اتم کربن، ۱۲ اتم ئیدوژن، ۲ اتم نیتروژن ، ۲ اتم گوگرد و ۳ اتم اکسیژن است.[3] اما البته هنوز دانشمندان نمی‌دانند آرایش اتم‌هادر مولکول مزبور چگونه است. لوسی فرین ولوسی‌فراز حشرهٔ شب‌تاب را به‌حالت متبلور

1— Cypridina 2— Flavin mononocleotide

۳ ـ درفرمول بسته، فقط تعداد ونوع اتم های موجود در مولکول معلوم است و فرمول بستهٔ لوسی‌فرین کرم شب‌تاب عبارت‌است از $C_{13}H_{12}N_2S_2O_3$.

هم درآورده‌اند.

علت بیشتر نوری که در دریاهای خاور دور مشاهده می‌شود، سیپری‌دیناها هستند. لوسی فرین و لوسی‌فراز در یاخته‌های ترشحی جداگانه‌ای ساخته می‌شوند و از راه سوراخ‌های موجود درنزدیکی دهان جانور به‌دریا می‌ریزند و خاصیت لومی‌نسانس را درآب پدید می‌آورند. تا آن‌جا که معلوم است. فقط لوسی‌فرین، لوسی‌فراز و اکسیژن دوسپری‌دیناها برای تولید نور لازم است. لوسی فرین این سخت پوستان را متبلور هم ساخته‌اند، اما ترکیب آن هنوز معلوم نیست، ولی از قرار معلوم این ماده از دستهٔ پروتئین‌هاست. در ضمن، لوسی‌فراز این سخت پوستان به حالت متبلور در آورده نشده است.

معمولا موجود نورزا، فقط می‌تواند نوری به‌یك‌رنگ تولیدکند. رنگ‌های ایجاد شده هم معمولاً آبی ، سبز وزردند، یك نوع حشرهٔ جالب توجه به‌نام‌کرم خط‌آهن‌که درامریکای جنوبی یافت می‌شود، نوری به دو رنگ ـ سبز مایل به زرد و قرمز ـ تولید می‌کند. نوع مادهٔ این‌کرم نورزاست وبه‌جنس‌فریکسوتریکس تعلق دارد. نوع نرآن‌بال دارد وقادر به تولید نورنیست. طول این‌کرم درحدود ۵ سانتیمتراست. درسرش لکه‌های شفاف به‌رنگ قرمز وجود دارد و در هرطرفش هم نوری به رنگ سبز مایل به زرد که هشت قسمتی است درمنطقهٔ شکم دیده می‌شود. در شب جلوهٔ این‌کرم واقعاً زیبا است. نورهای‌منطقهٔ شکم به‌پنجره‌های روشن قطار ونقطهٔ قرمز روی سر، به‌نورپشت‌قطارمی‌ماند. وقتی که کرم درروی زمین می‌خزدکاملا شبیه قطارکوچکی است‌که به‌آرامی جلومی‌رود.

تکامل بیولومی‌نه‌سانس

انتشار خاصیت بیولومی‌نه‌سانس درجانوران، قاعده وقانونی ندارد، دلیلی هم‌وجود نداردکه مثلا عمل نورزایی درزمان خاصی درگروه ویژه‌ای ازجانداران درگذشته‌شروع شده باشد و سپس راه تکاملی راگذرانده باشد. احتمالا اولین پدیدهٔ نورزایی در جانداران، حاصل یك نوع جهش شیمیایی[1] باشدکه سبب ظاهرشدن یك نقطه نورانی گشته‌است. وقتی‌که چنین نقطه‌ای دربدن‌گیاه یاجانوری پیدا شد، احتمالا وجودش ارزش داشته وبه‌وسیلهٔ انتخاب طبیعی باقی مانده‌است.

۱ـ جهش‌عبارت از بروز تغییری ناگهانی در یك‌گیاه یاجانوراست. موجود نسل بعد به علت تغییر یافتن ژن‌هاکه واحدهای ارثی هستند، باوالدین خود اختلاف خواهد داشت. موجود تغییر یافتهٔ جانوری یاگیاهی را هم جهش‌یافته گویند.

فرآیند عکس هم اتفاق می‌افتد. یك جانـدار نورزا مانند یك بـاکتری ممکن است ناگهان سبب پدیدآمدن نسلی جهش یافته وغیرنورزا شود. این صورت جهش‌سبب ازمیان رفتن یکی ازمواد لازم برای تولید نورخواهد شد. سلول ناگهان توانایی‌ساختن مادهٔ مورد بحث را ازدست می‌دهد. درباکتری های نورزا، سه‌نوع موجود غیرنورزای جهش یافته مشخص شده‌است. یکی ازآن‌ها لوسی‌فراز ندارد، دیگری فاقد فلاوین‌ونو نوکلئوئید است وسومی‌آلدئید ندارد. اگرمادهٔ کمبود را به این جانداران بیفزایند، از آن‌ها هم نورپدیدمی‌آید. مثلاً فرض‌کنیدکه دریك‌کلونی باکتری‌های‌جهش‌یافته،آلدئید وجود نداشته‌باشد. اگرازظرف محتوی‌آلدئید بخاراین ماده‌را به‌روی کلونی بدمیم،ناگهان نورتولید می‌شود.

کاربرد بیولومی‌نه‌سانس

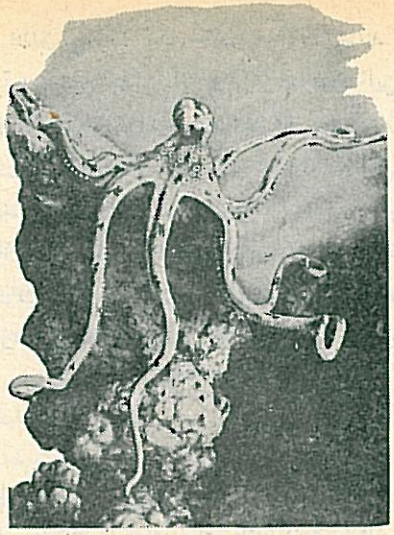
درمورد این‌که‌آیا خاصیت نورزایی استفاده‌ای هم برای جاندار دارد یانه، شك وجود دارد. مثلاً نورزا بودن چه فایده‌ای برای یك‌باکتری یا قارچ می‌تواندربرداشته باشد؟ یا به یك تاژك‌دار دریازی راکـه نه دستگاه عصبی دارد ونه می تواند به تندی حرکت‌کند وبا نیروی باد به این طرف وآن طرف می‌رود، چه‌کمکی می‌کند؟ وجوداین این نورها احتمالاً معرف اتفاق افتادن جهش است‌که دلیل خاصی را نمی‌توان برایش ذکرکرد.

در مورد جانوران دارای دستگاه عصبی و رفتارها و واکنش‌های مشخص، موارد استفاده متعددی را می‌توان برای خاصیت نورزایی پیداکرد. بدیهی است‌که در حشرهٔ شب تاب نورهای لحظه‌ای، به عنوان علامتی برای یافتن وخبرکردن جنس مخالف‌به‌کار می‌رود. هرنوع علامت نورخاصی‌دارد. یك متخصص می‌تواند ازروی مدت دوام‌نورها وفاصلهٔ زمانی میان‌آن ها،گونه‌های این حشرات را تشخیص دهد.

درگونه‌هایی هم‌که دراعماق تاریك دریازندگی می‌کنند، احتمالاً اندام‌های‌مولد نور، برای تشخیص محیط اطراف مفیدند. بسیاری ازجانداران دریایی نورزادرمنطقه‌ای زندگی می‌کنندکه نوردرآن نفوذ می‌کند. درچنین مواردی،جاندارشب‌ها تولیدنورمی‌کند تاشاید شکارخودرا اغواکند، یادشمن خودرا دچاررعب سازد.

اسکوید اعماق دریا به نام هتروتئوتیس[1] ازآن جهت معروف است‌که باکمك نور خود ازدست دشمن می‌گریزد. این اسکوید در تنگهٔ مسینا[2] زندگی می‌کند. و گاه‌گاهی توسط جریان‌های شدیدآب‌آن منطقه به سطح دریاآورده می‌شود. این نرم تن رامی‌توان

1- Heterotevthis 2- Messina



اکتروپوس بیزار (Bizaxre)
برخلاف افسانه‌های زیادی که
دربارهٔ وحشی‌گری آن برسر
زبان‌ها است، جانوری ترسو
و گوشه‌گیر است.

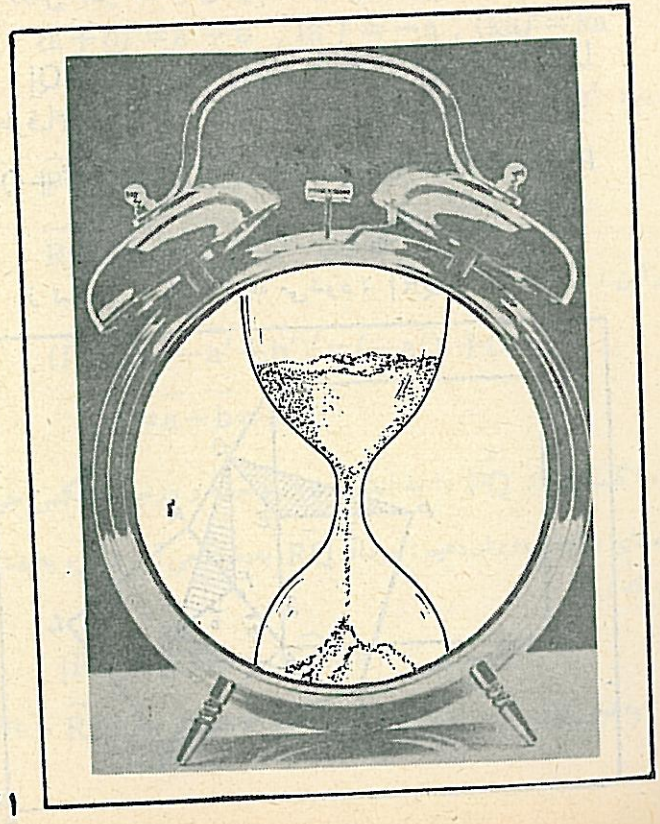
به‌آسانی صید و در ماهی‌سرا (آکواریوم) نگهداری کرد. هتروتئوتیس در زمانی که برانگیخته شود، مقدار زیادی ماده نورانی به درون آب رها می‌سازد. اسکویدهای معمولی در چنین مواردی ماده‌ای سیاه رنگ از خود خارج می‌کنند تا از شر دشمن رهایی یابند. به نظر می‌رسد که هتروتئوتیس هم مادهٔ نورانی را به همین منظور در آب روان می‌سازد. موجود تعقیب‌کننده تحت تأثیر این «آتش مایع» قرار می‌گیرد و اسکوید فرصت را برای فرار غنیمت می‌شمارد.

وجود ردیف‌های نقاط نورانی در اطراف شکم ماهی‌هایی که در اعماق دریا به سر می‌برند ممکن است برای نگهداری دسته‌های این ماهی‌ها در کنار هم مفید باشد قبلاً گفتیم که نورها درحین حرکت این ماهی‌ها دردرون‌آب، خاموش و روشن می‌شوند شاید از این راه الگوهای ویژه‌ای پدید می‌آیند. شاید ماهی‌ها دارای دستگاه پیچیدهٔ علامت‌دهنده‌ای باشند. به هرحال دراین موارد فقط ناچاریم حدس‌هایی بزنیم.

در طی سالیان اخیر، محققین توانسته‌اند با کمک ابزارهای خاص از قبیل باتیسفر،

بنتوسکوپ و باتیسکاپ[1] و همچنین استفاده از دوربین‌های تلویزیونی تاحدودی از اسرار اعماق دریا آگاهی یابند. با کمک چنین دستگاه‌هایی دانشمندان قادرند جانوران اعماق دریا را درمحیط طبیعی خودشان مورد بررسی قرار دهند، وشاید هم روزی پدیدهٔ شگرف بیولومی‌نه‌سانس، که دراعماق دریا اتفاق می‌افتد، آشکار شود.

۱ــ باتیسفر را، بیب (C. W. Beebe) درحدود سال‌های ۱۹۳۰ ساخت وشامل کره‌ای فولادین و توخالی بود و به وسیلهٔ کابلی از درون یک کشتی در سطح آب به پایین فرستاده می‌شد. یکی دونفری که در درون باتیسفر می‌نشستند می‌توانستند از طریق پنجره‌های کوارتزی، دنیای زیر آب واطراف خود را باجانداران مختلفش مورد مطالعه قرار دهند. بنتوسکوپ هم چیزی درهمین حدود است که دردههٔ ۱۹۴۰ به وسیلهٔ بارتون (O. Barton) ساخته‌شد. باتیسکاپ هم که پیکارد (A. Piccard) آن را دردههٔ ۱۹۴۰ ساخت کره‌ای فولادی است که در درون یک مخزن پراز بنزین سیگاری شکل معلق است. دوپروانهٔ الکتریکی می‌تواند دستگاه را در درون آب به جلو براند. باتیسکاپ تریسیته Trieste توانسته است تاعمق متجاوز از ۱۱ هزارمتر در دریا پایین برود.



حل مسأله‌ها

دو مساله (صفحه ۵۳۹ را ببینید)

۰۹ P را مرکز مربع ABCD ، R را مرکز مربع AKLM و Q را وسط پاره خط KD می‌گیریم (شکل را ببینید). ثابت می‌کنیم P ، Q و R ، سه رأس متوالی از یك مربع‌اند، یعنی مثلث PQR ، مثلثی است قائم‌الزاویه و متساوی‌الساقین با وتر PR .

عمودهای PE و RF را برضلع‌های AD و AK فرود می‌آوریم. روشن‌است E و F ، به‌ترتیب، وسط پاره‌خط‌های AD و AK خواهند بود. به سادگی معلوم می‌شود که چهارضلعی AEQF متوازی‌الاضلاع است. از این به بعد را می‌توان با یکی‌از دو روش زیر ادامه داد :

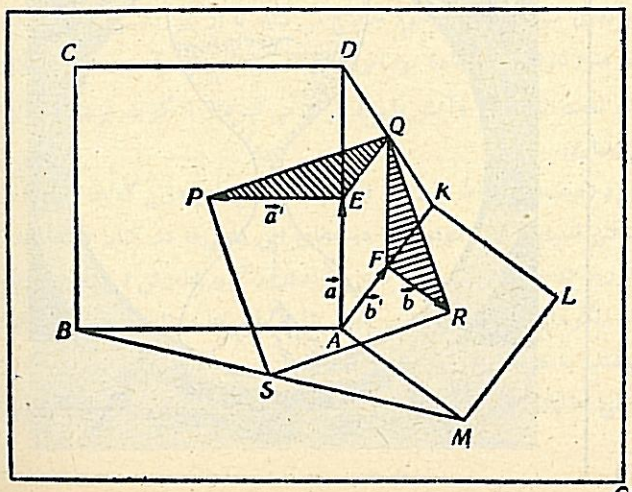
روش اول : ثابت می‌کنیم دومثلث PEQ و QFR برابرند. درواقع داریم :

$$|PE|=|EA|=|QF| \; ; \; |RF|=|FA|=|EQ|$$

و از طرف دیگر :

$$\widehat{PEQ}=\widehat{PED}+\widehat{DEQ}=\widehat{PED}+\widehat{QFK}=90^\circ+\widehat{QFK}=$$
$$=\widehat{RFK}+\widehat{QFK}=\widehat{RFQ}$$

از تساوی دو مثلث نتیجه می‌شود : $|PQ|=|QR|$.



اگرمثلث RFQ را به‌موازات خود جابه‌جاکنیم تا راس F بر راس E قرار گیرد، سپس آن رادور نقطهٔ E ، به‌اندازهٔ ۹۰ درجه ودرجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت دوران دهیم، برمثلث QEP منطبق می‌شود. بنابر-این، پارهٔخط RQ با انتقال به‌موازات خود وسپس، با دوران به‌اندازهٔ ۹۰ درجه بر پاره‌خط PQ منطبق می‌شود. و این، به‌معنای آن‌است که زاویهٔ بین نیم‌خطهای QR و QP برابر ۹۰درجه است.

به‌همین‌ترتیب، می‌توان ثابت‌کرد: $|PS|=|SR|$ و $\widehat{PSR}=90^\circ$

روش دوم : بردارهای $\vec{AE}=\vec{a}$ و $\vec{FR}=\vec{b}$ را درنظر می‌گیریم (شکل‌رابببینید). برداری راکه ازدوران هربرداری مثل a به‌اندازهٔ ۹۰درجه و درجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت به‌دست می‌آید، a' می‌نامیم ، توجه می‌کنیم که

$$(\vec{a}+\vec{b})'=\vec{a}'+\vec{b}' \; , \; (\vec{a}')'=-\vec{a} \; , \; (k\vec{a})'=k\vec{a}'$$

داریم : $\vec{AF}=\vec{EQ}=\vec{b}'$ ، $\vec{EP}=\vec{a}'$ ، $\vec{FQ}=\vec{a}$. ازآن‌جا :

$$\vec{PQ}=\vec{PE}+\vec{EQ}=-\vec{a}'+\vec{b}',$$
$$\vec{RQ}=\vec{RF}+\vec{FQ}=-\vec{b}+\vec{a}$$

بنابراین :

$$(\vec{PQ})'=(-\vec{a}'+\vec{b}')'=(-\vec{a}')'+(\vec{b}')'=$$
$$=\vec{a}-\vec{b}=\vec{RQ}$$

یعنی، اگر بردار $\vec{PQ}$ را به اندازهٔ ۹۰ درجه وبه‌درجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت دوران‌دهیم : بردار $\vec{RQ}$ به‌دست می‌آید واین، به‌معنای آن است که :

$$|\vec{PQ}|=|\vec{QR}| \text{ و } \widehat{PQR}=90^\circ$$

به‌همین‌ترتیب، می‌توان ثابت‌کرد که با دوران بردار $\vec{RS}$ به اندازهٔ

حل مسأله‌ها

دو مساله (صفحه ۵۳۹ را ببینید)

۰۱ P را مرکز مربع ABCD ، R را مرکز مربع AKLM و Q را وسط پاره خط KD می‌گیریم (شکل را ببینید). ثابت می‌کنیم P ، Q و R ، سه رأس متوالی از یك مربع‌اند، یعنی مثلث PQR ، مثلثی است قائم‌الزاویه و متساوی‌الساقین با وتر PR .

عمودهای PE و RF را برضلع‌های AD و AK فرود می‌آوریم. روشن‌است E و F ، به‌ترتیب، وسط پاره‌خط‌های AD و AK خواهند بود. به سادگی معلوم می‌شود که چهارضلعی AEQF متوازی‌الاضلاع است. از این به بعد را می‌توان با یکی‌از دو روش زیر ادامه داد :

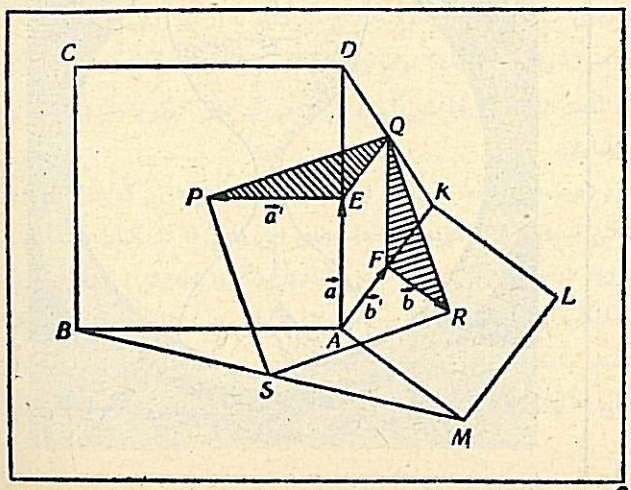
روش اول : ثابت می‌کنیم دومثلث PEQ و QFR برابرند. درواقع داریم :

$$|PE|=|EA|=|QF| \; ; \; |RF|=|FA|=|EQ|$$

و از طرف دیگر :

$$\widehat{PEQ}=\widehat{PED}+\widehat{DEQ}=\widehat{PED}+\widehat{QFK}=90^\circ+\widehat{QFK}=$$
$$=\widehat{RFK}+\widehat{QFK}=\widehat{RFQ}$$

از تساوی دو مثلث نتیجه می‌شود : $|PQ|=|QR|$.



اگرمثلث RFQ را به‌موازات خود جابه‌جاکنیم تا راس F بر راس E قرار گیرد، سپس آن رادور نقطهٔ E ، به‌اندازهٔ ۹۰ درجه ودرجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت دوران دهیم، برمثلث QEP منطبق می‌شود. بنابر-این، پارهٔخط RQ با انتقال به‌موازات خود وسپس، با دوران به‌اندازهٔ ۹۰ درجه بر پاره‌خط PQ منطبق می‌شود. و این، به‌معنای آن‌است که زاویهٔ بین نیم‌خطهای QR و QP برابر ۹۰درجه است.

به‌همین‌ترتیب، می‌توان ثابت‌کرد: $|PS|=|SR|$ و $\widehat{PSR}=90^\circ$

روش دوم : بردارهای $\vec{AE}=\vec{a}$ و $\vec{FR}=\vec{b}$ را درنظر می‌گیریم (شکل‌رابببینید). برداری راکه ازدوران هربرداری مثل a به‌اندازهٔ ۹۰درجه و درجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت به‌دست می‌آید، a' می‌نامیم ، توجه می‌کنیم که

$$(\vec{a}+\vec{b})'=\vec{a}'+\vec{b}' \; , \; (\vec{a}')'=-\vec{a} \; , \; (\vec{ka})'=k\vec{a}'$$

داریم : $\vec{AF}=\vec{EQ}=\vec{b}'$ ، $\vec{EP}=\vec{a}'$ ، $\vec{FQ}=\vec{a}$. ازآن‌جا :

$$\vec{PQ}=\vec{PE}+\vec{EQ}=-\vec{a}'+\vec{b}',$$
$$\vec{RQ}=\vec{RF}+\vec{FQ}=-\vec{b}+\vec{a}$$

بنابراین :

$$(\vec{PQ})'=(-\vec{a}'+\vec{b}')'=(-\vec{a}')'+(\vec{b}')'=$$
$$=\vec{a}-\vec{b}=\vec{RQ}$$

یعنی، اگر بردار $\vec{PQ}$ را به اندازهٔ ۹۰ درجه وبه‌درجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت دوران‌دهیم : بردار $\vec{RQ}$ به‌دست می‌آید واین، به‌معنای آن است که :

$$|\vec{PQ}|=|\vec{QR}| \text{ و } \widehat{PQR}=90^\circ$$

به‌همین‌ترتیب، می‌توان ثابت‌کرد که با دوران بردار $\vec{RS}$ به اندازهٔ

۹۰ درجه و درجهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت، بردار $\overrightarrow{PS}$ به‌دست می‌آید.

البته، در این‌جا، یکی از انواع حالت‌های دو مربع ABCD و AKLM را مورد بررسی قرار دادیم. ولی راه اثبات، برای حالت‌های دیگر هم، به‌همین‌ترتیب است.

۲. پاسخ : ۱۴۲۸۵۷

جواب تقسیم (صفحهٔ ۵۴۴ را ببینید)

```
۱۱۶۵۸۹۵۵۵ | ۱۲۹
          |-------
۱۱۶۱      | ۹۰۳۷۹۵
-----
  ۴۸۹
  ۳۸۷
  -----
  ۱۰۲۵
   ۹۰۳
   -----
   ۱۲۲۵
   ۱۱۶۱
   -----
    ۶۴۵
    ۶۴۵
    -----
```

تعداد هرم‌ها (صفحه ۵۴۸ را ببینید)

مساله ۱. روش شمردن چهاروجهی‌هایی که با چوب کبریت درست شده‌اند، چنین است. چهاروجهی را، که روی میز قرار گرفته است، طوری در نظر می‌گیریم که یکی از زاویه‌های آن به‌طرف شما باشد؛ ضمناً یال‌های چهار-وجهی‌را با عددهای از ۱ تا ۶ نام‌گذاری می‌کنیم. برای این‌که چهاروجهی

را بسازیم، باید به‌نوبت یکی از چوب کبریت‌های موجود را برداشت و به ترتیب یکی‌یکی یال‌های آن را ساخت. به عنوان نخستین یال می‌توانید از هر کدام از ۶ چوب کبریت استفاده کنید و سر آن‌را به‌یکی‌از دوطرف ممکن قراردهید. تا این‌جا ۱۲ = ۲ × ۶ امکان به‌دست می‌آید. برای انتخاب یال دوم، ۵ چوب کبریت باقی‌مانده است که ۱۰ = ۲ × ۵ امکان ایجاد می‌کند. به‌همین‌ترتیب، برای درست‌کردن یال سوم ۸ = ۲ × ۴ امکان، برای یال چهارم ۶ = ۲ × ۳ امکان، برای یال پنجم ۴ = ۲ × ۲ و بالاخره برای یال ششم ۲ = ۲ × ۱ امکان وجود دارد. کل امکان شما روی‌هم چنین است :

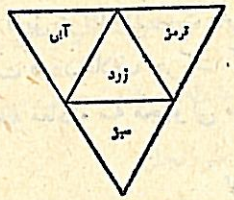
$$۱۲ \times ۱۰ \times ۸ \times ۶ \times ۴ \times ۲$$

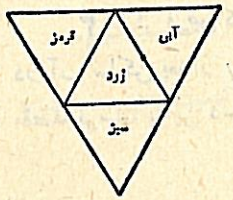
ولی همهٔ این‌حالت‌ها، بنابر فرض مساله، جواب‌های مختلف نمی‌دهند. هر کدام از چهاروجهی‌ها ۱۲ = ۳ × ۴ بار به‌دست می‌آید : ۴ حالت انتخاب قاعده، ضرب‌در ۳ حالت چرخش آن. بنابراین، تعداد کل امکان ساختن چهار وجهی چنین است :

$$\frac{۱۲ \times ۱۰ \times ۸ \times ۶ \times ۴ \times ۲}{۱۲} = ۳۸۴۰$$

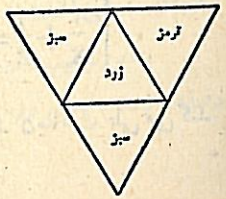
حالا فکر کنید که اگر چوب کبریت‌ها را رنگ کنید، چه‌پیش خواهد آمد؟

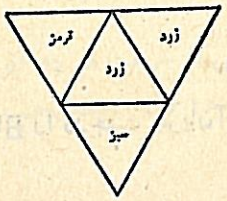
مساله ۲. اگر ازهرچهاررنگ ممکن استفاده کنید، تنها دو چهاروجهی مختلف به‌دست می‌آید :

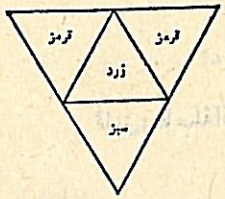




اگر از سه رنگ ومثلا قرمز، سبز و زرد استفاده کنید، سه چهاروجهی پیدا می‌کنید :

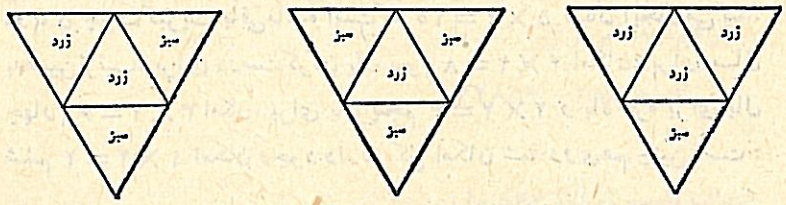






ولی به‌چهار روش می‌توانید این سه رنگ را انتخاب کنید (هریك از چهار رنگ را می‌توانید کنار بگذارید). بنابراین دراین‌جا $۳ \times ۴ = ۱۲$ حالت به‌دست می‌آید.

اگر از دو رنگ استفاده کنیم، بازهم سه امکان داریم :



ازآن جاکه برای انتخاب ۲ رنگ از بین ۴ رنگ، ۶ حالت ممکن وجود دارد، دراین‌جا به‌اندازهٔ $۳ \times ۶ = ۱۸$ امکان پیدا می‌شود.

برای حالتی که از یك رنگ استفاده کنیم، روشن است که به ۴ طریق می‌توان این رنگ را انتخاب کرد و در هرمورد هم یك چهاروجهی به‌دست می‌آید. به‌طورکلی $۴+۱۸+۱۲+۲$، یعنی ۳۶ چهاروجهی مختلف پیدا می‌شود.

«آیا درس ریاضی خود را می‌دانید ؟» (صفحه ۵۵۶ را ببینید)

۱. درگروه اول ۲۰ کوه‌نورد و در گروه دوم ۱۵ کوه‌نورد وجوددارد.

۲. سرعت شناگر سوم برابراست با یك‌متر درثانیه.

۳. اگر فرض کنیم که قایق بتواند درجهت جریان آب، پس‌از xساعت در آب ساکن بعداز y ساعت و درخلاف حرکت آب بعد از z ساعت به مقصد برسد، به‌این دستگاه سه معادلهٔ سه مجهولی می‌رسیم :

$$\begin{cases} x+۱=y \\ x+\frac{۵}{۲}=z \\ \frac{۱}{x}+\frac{۱}{z}=\frac{۲}{y} \end{cases}$$

قایق، فاصلهٔ از A تا B را درجهت جریان آب در ۵ساعت طی می‌کند.

۴. کارگر اول ۱۳ساعت و ۱۲دقیقه کار کرده است.

۵. گروه اول هرروز یك‌کیلومتر و گروه دوم هر روز ۱۲۰۰متر راه را ریل گذاری می‌کند.

۶. گروه اول ۶ روز، گروه دوم ۱۲روز و گروه سوم ۱۸ روز کار کرده‌اند.

۷. اتوبوس‌ها درساعت ۱۰ و ۲۹دقیقه به‌هم می‌رسند. این مساله را حل می‌کنیم.

سرعت‌اتوبوس‌اول را $v_۱$ کیلومتردر دقیقه، سرعت‌اتوبوس دوم را $v_۲$ کیلومتر در دقیقه، فاصلهٔ A تا B را S کیلومتر و زمان اصلی لازم برای رسیدن دو اتوبوس را به‌هم t دقیقه فرض می‌کنیم. این سه‌معادله را خواهیم داشت :

$$\begin{cases} S=v_۱t+v_۲t \\ S=۲v_۱(t-۵۶)+v_۲(t-۵۶) \\ S=v_۱(t-۶۵)+۲v_۲(t-۶۵) \end{cases}$$

ما می‌خواهیم، لحظهٔ برخورد دو اتوبوس را، درحالتی پیداکنیم، که سرعت هردوی آن‌ها دوبرابر شده باشد. برای این‌منظور، کافی‌است زمان لازم برای رسیدن دو اتوبوس به‌یکدیگر، یعنی $\frac{t}{۲}$ را، محاسبه‌کنیم.

ابتدا، از دستگاه معادله‌ها، t را حذف می‌کنیم. نسبت $v_۲:v_۱=۵:۴$ سپس $S=\frac{۸۱۹}{۲}v_۱$ و، سرانجام

$$t=\frac{S}{v_۱+v_۲}=۱۸۲ \text{ (دقیقه)}$$

را به‌دست می‌آوریم.

به‌این‌ترتیب، درحالتی که سرعت هر دو اتوبوس دو برابر شود، ۹۱ دقیقه زودتر، یعنی درساعت ۱۰ و ۲۹دقیقه به‌هم می‌رسند.

سن متوسط (صفحهٔ ۵۷۵ را ببینید).

۱. فرض کنید، در گروه n نفر باشند ومجموع سن همهٔ آن‌ها ، به‌جز بزرگترین آن‌ها ، برابر S باشد. درآن صورت، داریم:

$$\frac{S+۱۷}{n}=۱۱\ ,\ \frac{S}{n-۱}=۱۰$$

ازبرابری دوم، به‌دست می‌آید: $S=۱۰n-۱۰$ و، سپس، ازبرابری اول: $۱۰n+۷=۱۱n$. ازآن‌جا $n=v$.

۲. سن کاپیتان را n ومجموع سن بقیهٔ بازی‌کنان را s می‌گیریم. بنابرشرط مسأله داریم :

$$\frac{s+n}{۱۱}-\frac{s}{۱۰}=۱$$

یعنی $۱۰n-s=۱۱۰$

یا $۱۱n-(s+n)=۱۰۰$

و از آن‌جا $n-\frac{s+n}{۱۱}=۱۰$

یعنی، سن کاپیتان، ۱۰ سال بیشتر ازسن متوسط تیم است.

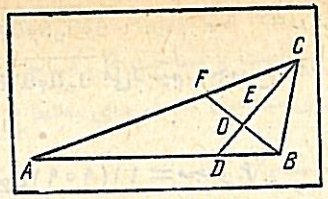
نه مسأله برای سرگرمی (صفحه ۵۷۶ را ببینید)

۱. نیمساز مثلث ممکن است برقاعده عمود و یا نسبت به‌آن مایل باشد. این دو حالت را بررسی کنیم.

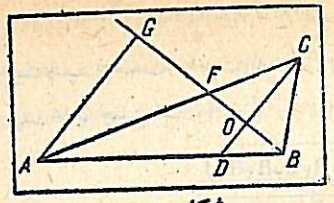
۱) $ED\perp AB$. در این حالت ، مثلث ABC متساوی‌الساقین می‌شود ومسأله بی‌نهایت جواب دارد.

۲) ED بر AB عمود نیست (شکل ۱ را ببینید) نیمساز CD (که ED قسمتی ازآن است) محور تقارن زاویهٔ ACB است. نقطهٔ F قرینهٔ B نسبت به‌نیمساز را پیدا می‌کنیم ، محل برخورد BF و DE ، رأس سوم مثلث را به‌ما می‌دهد (می‌توان قرینهٔ A نسبت به‌نیمساز را پیدا کرد).

بحث. ۱) در حالتی که ED بر AB عموداست، وقتی مسأله جواب دارد که داشته‌باشیم: $AD=BD$.



شکل ۱



شکل ۲

۲) فرض کنید BDC زاویه‌ای حاده‌باشد (شکل ۲). F را قرینهٔ B نسبت CD و AG را عمود بر BF می گیریم. چون $OB<OG$ بنابراین $DB<AD$.

بنابراین، اگر زاویهٔ BDC کوچکتر از زاویهٔ ADC است ، برای داشتن جواب، باید DB کوچکتر از AD باشد.

۲. برای حالت n تیم، این‌طور استدلال می‌کنیم:

الف) بعد ازهرمسابقه، درست یکی‌ازتیم‌ها کنار می‌رود (تیم‌بازنده)؛

ب) درپایان مسابقه، تنها یك تیم(تیم قهرمان) باقی‌ماند، یعنی $n-۱$ تیم و هرتیم بعد از یك مسابقه کنار رفته است. پس باید $n-۱$ مسابقه‌انجام شود تا تیم برنده معلوم شود. جواب مسأله: ۳۳۹ مسابقه.

۳. ازاولی آغاز می‌کنیم. ادعای اومبنی براین‌که ادبیات مقام دوم‌را دارد درست نیست ، زیرا اگر این حکم او درست باشد، باید قبول کنیم که دومی در حکم خود مبنی براین‌که ادبیات مقام اول را به‌دست‌آورده ، اشتباه کرده است؛ ولی حکم دوم نفردوم هم قابل قبول نیست، زیرادراین صورت هم ادبیات وهم زیست‌شناسی به‌مقام دوم رسیده‌اند.

بنابراین ، حکم درست نفر اول چنین است : دانشکدهٔ ریاضیات مقام سوم را به‌دست‌آورده است.

ازهمین‌جا بلافاصله معلوم می‌شود که حکم اول نفر سوم درست‌است: دانشکدهٔ تاریخ مقام دوم را به‌دست‌آورده است.

در نتیجه ، نفر دوم هم در حکم دوم خود اشتباه‌کرده است و حکم درست او این است: دانشکدهٔ ادبیات مقام اول‌را به‌دست‌آورده است.

حالا دیگر ردیف تیم‌ها معلوم است : مقام اول به دانشکدهٔ ادبیات ، مقام دوم به‌دانشکدهٔ تاریخ ، مقام سوم به‌دانشکدهٔ ریاضیات و مقام چهارم به‌دانشکدهٔ زیست‌شناسی تعلق گرفت.

۴. اگر عدد شش‌رقمی را $\overline{a_6a_5a_4a_3a_2a_1}$ بگیریم، با انتقال رقم سمت‌چپ به‌سمت راست به‌عدد $\overline{a_5a_4a_3a_2a_1a_6}$ می‌رسیم. مجموع و تفاضل این‌دوعدد چنین است:

$$\text{مجموع} = 11(9091a_6 + \overline{a_5a_4a_3a_2a_1})$$

$$\text{تفاضل} = 9(11111a_6 - \overline{a_5a_4a_3a_2a_1})$$

یعنی مجموع مضربی از ۱۱ و تفاضل مضربی از ۹ می‌شود، جواب‌های شاگردان با این ویژگی مجموع و تفاضل، سازگار نبود.

۵. ۴ نفر، این سه پدر و سه پسر را تشکیل داده‌اند: پدر بزرگ، پسر، نوه و نتیجهٔ او. پدر بزرگ ۲۵۰ ریال به‌پسرش می‌دهد، او این‌پول را به‌نوهٔ پدربزرگ و، سرانجام، او آن‌را به‌نتیجهٔ پدربزرگ می‌دهد.

۶. داریم:

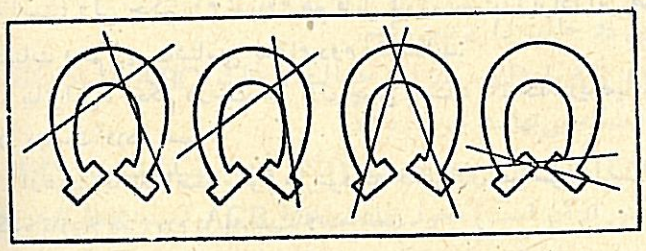
a) $4x+3+2=x^2\ ;\ x=5$

b) $6x^2+x+5-2x^2-6x-4=3x^2+2x+1\ ;$

$x=7$

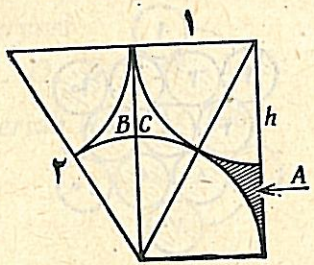
تساوی اول در عددنویسی به‌مبنای ۵ و تساوی دوم در عددنویسی به‌مبنای ۷ درست است.

۷. شکل را ببینید.



۸. این مساحت، برابر است با $\left(\sqrt{3}-\frac{\pi}{2}\right)$ فوت مربع. شکل را ادامه می‌دهیم تا یك مستطیل به‌دست‌آوریم (شکل را ببینید). بنابر قضیهٔ

فیثاغورث $h=\sqrt{3}$. با توجه به‌تقارن، مساحت قسمت هاشورخوردهٔ A برابر است با مساحت B. مساحت A+C، برابراست بامساحت مستطیل، منهای مساحت نیم‌دایره‌ای به‌شعاع واحد. یعنی، این‌مساحت، برابر است با $\sqrt{3}-\frac{\pi}{2}$.



۹. این دو مایع، یکی جیوه و دیگری آب است. جیوه را می‌توان با شکستن یك میزان‌الحراره به‌دست‌آورد. آب، روی جیوه می‌ایستد و به‌سادگی می‌توان آن‌را جدا کرد. هر گونه اثری از آب، که روی جیوه بماند، می‌توان با «خشك‌کن» جدا کرد و یا، خیلی ساده، گذاشت تا بخارشود.

پیداکردن رقم‌ها (صفحهٔ ۵۸۶ را ببینید)

۱. رقم‌هائی که درشکل لاتینی خود با قرینه (یا تصویر آئینه‌ای) خود تفاوت ندارند، عبارتند از 0، 1، 3 و 8. باآزمایش، عدد پنج‌رقمی مفروض برابر 1881 می‌شود که جذر آن برابر عدد درست ۱۰۹ است.

۲. پاسخ

```
8156347656 25 | 903125
8128125       | 903125
---------
 28222265
 27093375
 ---------
  1128906
   902115
  ---------
  22578125
  18062500
  ---------
   45156625
   45156625
```

Reconciliation With Mathematics
Editor: Parviz Shahryari
Address: Tehran, P. O. Box 34 - 541
Vol. VII, No 5, *Serial No. 31, 1984*

جابه‌جائی سکه‌ها (صفحه ۵۹۴ را ببینید)
راه‌حل در شکل داده شده است.